

Desvendando Sistemas

1ª edição



João Alberto Arantes do Amaral

NOTA:
ESTE LIVRO
NÃO PODE SER
COMERCIALIZADO

O AUTOR AUTORIZA O USO
EM ESCOLAS E
UNIVERSIDADES

COPYRIGHT @ JOÃO ALBERTO ARANTES
DO AMARAL



MORPHEUS OFERECE A NEO DUAS PÍULAS



A AZUL PERMITIRIA QUE NEO ENTENDESSE O QUE ERA "MATRIX" O SISTEMA EM QUE ELE VIVIA



ASSIM COMO NEO VOCÊ TAMBÉM VIVE EM UM SISTEMA NEFASTO, MAS TALVEZ NÃO SE DE CONTA DISSO...



ESTE LIVRO TE OFERECE A PÍLULA AZUL, QUE PERMITIRÁ ENTENDER OS SISTEMAS À SUA VOLTA...



João Alberto Arantes do Amaral

Desvendando Sistemas

1ª EDIÇÃO

São Paulo
Edição do Autor
2012

Copyright© João Alberto Arantes do Amaral

O conteúdo desta obra é de responsabilidade do autor, proprietário do Direito Autoral.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Amaral, João Alberto Arantes do
Desvendando sistemas / João Alberto Arantes do
Amaral. -- São Paulo : Ed. do Autor, 2012.

Bibliografia.
ISBN 978-85-911580-1-0

1. Comportamento organizacional 2. Modelos e
modelagem 3. Teoria dos sistemas I. Título.

12-08837

CDD-003

Índices para catálogo sistemático:

1. Pensamento sistêmico 003

Imagem da capa

João Monteiro

Ilustrações do miolo

João Alberto Arantes do Amaral

Diagramação

João Alberto Arantes do Amaral

Revisão

Erica Okazaki

Dedicatória



A estratégia da formiguinha, de Maurício Kiwielewicz

Nas minhas aulas eu sempre costumo citar vários livros que li e gostei. Alguns aluno(a)s ficam surpreso(a)s e me perguntam como eu consigo arrumar tempo para ler tantos livros. Na verdade eu leio muito menos do que gostaria, as atribuições do dia a dia acabam tomando muito do meu tempo. Perco horas participando de reuniões, pagando contas, atendendo ligações, resolvendo problemas, enfim, atividades que não são lá tão interessantes. Mas mesmo assim acabo lendo muitos livros por ano. Como consigo? Usando a estratégia da formiguinha.

Eu aprendi isso com um chefe que tive no início da minha carreira como engenheiro. O seu nome era Maurício Kiwielewicz. Na mesa dele sempre havia pelo menos uns dez livros empilhados. Às vezes, até mais. Ele sempre procurava ler um pouco por dia. Abria um livro, lia uns dez minutos. Fazia suas obrigações do trabalho, dava uma pausa, tomava um café e lia um trecho de outro livro por uns cinco minutos. Ao final de alguns meses, aquela pilha de livros era substituída por outra.



Ele falava sete idiomas e era um excelente engenheiro. Publicava dezenas de artigos em revistas técnicas. Mas não limitava a sua leitura a assuntos técnicos. Pelo contrário, lia sobre os mais diversos temas, poesias, contos, romances, história da Matemática... Tudo lhe interessava, tinha uma curiosidade infinita. Eu me lembro de um conselho que ele me deu:

“O segredo não é ler muito todo dia, o segredo é ler um pouco, mas ler sempre. Leia toda vez que tiver um tempinho sobrando. Leia no ônibus, leia no metrô, leia enquanto espera o atendimento de um serviço. Ao invés de ficar perdendo tempo discutindo o futebol como muita gente faz, leia um capítulo de um livro interessante. É a famosa estratégia da formiguinha, vá carregando uma folha de

cada vez, mas carregue sempre. Você vai ver que diferença isso vai fazer na sua vida”.

Já faz quase vinte anos que tivemos essa conversa. Já faz quase vinte anos que sigo essa estratégia. Tem dado bons resultados. Quem sabe a estratégia da formiguinha não funcione para você também?

Meus agradecimentos ao grande amigo Maurício Kiwielewicz (em memória).

Agradecimentos



Gostaria de agradecer ao apoio que recebi e que venho sempre recebendo dos professores Nilton Nunes Toledo, Mauro Spínola, João Amato Neto, Marcelo Pêsoa, Marly Monteiro de Carvalho, Renato de Oliveira Moraes, Assuero Escobar, Nicolau Reinhard, Ronaldo Zwicker (em memória), Antonio César Amaru Maximiano, Omar Moore de Madureira, Marcos Barretto, Diolino dos Santos, Nelson Ebecken, Ricardo Rovai e Adilson Elias Xavier.

Agradeço também aos professores do **MIT** John Serman, James Lynéis, Nelson Repenning, James Hines, Patricia Brennecke e Joyce Warmkessel (em memória). À Laura Black e Paulo Gonçalves, pelas aulas no IAP-99/MIT.

Às professoras Marita Aparecida Villas Boas Escrivão (Dona Marita) e Maria de Barros Ferraz (Dona Lali), minhas professoras das primeiras letras.

Aos meus ex-chefes Maurício Kiwielewicz (em memória) e Pedro Laureano Botelho pela orientação segura e pela ajuda nos momentos cruciais de minha carreira na Marinha.

À professora e jornalista Donella Meadows (em memória) pelos ensinamentos que nos deixou em seus livros brilhantes. E, em especial, ao Sr. Francisco di Giovanni (em memória) e Sr. Lafayette Silveira Thomaz (em memória) e ao meu avô João Alberto Curvo Neto (em memória), por tudo o que fizeram para me ajudar.



Prefácio	17
Capítulo 1: Bem vindo ao curioso mundo dos sistemas!	19
O curioso comportamento dos sistemas...	20
A peste negra: um flagelo de Deus	21
A apavorante história da medicina: curando o rei Carlos II	23
Fernando de Noronha: sol, praia, ratos e calangos	24
O grande passo para trás	26
Bebendo até não poder mais: a lei seca	28
As aventuras amorosas de uma modelo na praia	30
A política do filho único	31
O ciclo da pobreza no Brasil	33
Sobre o que trata este livro	35
Capítulo 2- Modelos Mentais	36
Mas o que são os modelos mentais?	37
Como os modelos mentais funcionam?	38
Os modelos mentais podem nos cegar e nos limitar !	41
Modelos mentais e comportamento social	43
O processo de criação de modelos mentais	44
Cultura e os modelos mentais	46
Os modelos mentais e a história da humanidade, segundo Hartmann	48
Os modelos mentais de civilizações mais antigas: a carta do Cacique Seattle	51
Alguns problemas que enfrentamos devido aos nossos modelos mentais	55
Modelos mentais são mais teimosos do que você imagina...	56
A difícil tarefa de se mudar os modelos mentais: as barreiras à aprendizagem	57
<i>Falha em antecipar os efeitos colaterais e de longa duração</i>	57
<i>Dificuldade de lidar com atrasos</i>	58
<i>Falta de compreensão das não linearidades presentes em sistemas</i>	59
Ações dos nossos filtros mentais (generalização, eliminação e distorção)	62
Mundos virtuais	64
Idéias principais do capítulo	65

Capítulo 3- Sistemas	66
Componentes de um sistema	67
Mudanças nos componentes de um sistema	68
Sistemas e comportamentos	69
Características de Sistemas	70
O propósito de um sistema e o propósito de suas partes...	71
Pensamento Sistêmico	72
Eventos, padrões e estrutura de sistemas	73
O mistério de Piracicaba	73
Principais Pontos	74
Capítulo 4- Ferramentas para modelagem de sistemas	75
Relações causais	75
Erros mais comuns na representação de relações causais	77
1o erro – Trocar o sinal das relações causais positivas	77
2o erro – Colocar as palavras “aumenta” e/ou “diminui” nas relações causais	78
3o erro – Omitir o sentido da seta	78
4o erro – Usar relação causal para descrever uma sequência de eventos	79
5o erro – Representar relações causais que não existem	80
Ciclos positivos	81
Ciclos negativos	83
Como identificar se um ciclo é positivo ou negativo	85
Mapas Sistêmicos	87
Fronteiras de um sistema	87
Capítulo 5- O processo de criação de mapas sistêmicos passo a passo	89
Criação de um mapa sistêmico para a epidemia da AIDS	89
O ciclo do contágio	89
O ciclo da prevenção	91
Criação de um mapa sistêmico elementar	92
Aperfeiçoando o modelo	94

Pontos principais	95
Capítulo 6- Estoques e Fluxos	97
Estoques e Fluxos: definição e representação	97
Unidades dos estoques e fluxos	98
Estoques: fontes de inércia de sistemas	99
Estoques absorvem as diferenças entre fluxos	100
Estoques e memória do sistema	100
Estoques são fontes de atraso	101
Ciclos de realimentação (Feedback loop)	101
A matemática dos estoques e fluxos	102
Principais pontos	106
Capítulo 7- Dicas para criação de modelos computacionais	107
Capítulo 8- Estruturas de sistemas: ciclos de realimentação de reforço e ciclos de balanceamento	108
Ciclos “desenfreados”(ciclos de realimentação de reforço)	108
Características importantes de ciclos de realimentação positiva	111
Desafio	112
Ciclos de Estabilização- realimentação de equilíbrio	114
Desafio	116
Conceitos chave	117
Capítulo 9- Modelos e Sistemas Reais	118
Exemplo 1: A dinâmica do crescimento populacional	118
Equilíbrio Dinâmico : fluxos iguais	119
Alternância de dominância entre os ciclos positivos e negativos	120
Fatores de direcionamento (“driving factors”)	121
Adequação de um modelo	123
Exemplo 2: a dinâmica dos bens de capital	124
Estruturas de Sistemas e Padrões de Comportamento	125
Fronteiras de um sistema	125
Pontos principais	128
Capítulo 10- O paradoxo do progresso: as dinâmicas do uso de recursos não renováveis	129

A dinâmica do uso de recursos não renováveis	129
Modelo Utilizado	130
Variáveis e valores utilizados para simulação computacional	130
Evolução dos bens de capital	132
O esgotamento dos recursos não renováveis	133
Fluxo de extração	133
Preço do recurso	133
Análise do Cenário 1- Estimando o tempo que levaria para os recursos se esgotassem	135
Lição aprendida	135
Análise do Cenário 2-Escolha de meta de crescimento	136
<i>Lição aprendida</i>	<i>137</i>
Pontos principais	138
Capítulo 11-A marcha da insensatez: A dinâmica do uso de recursos renováveis	139
A dinâmica do uso de recursos renováveis	139
Modelo utilizado	139
Variáveis e valores utilizados para simulação computacional	141
Análise: cenário 1- Crescimento e colapso	142
Análise: cenário 2- Oscilações	143
Análise: cenário 3- Exploração sustentável	144
Lições aprendidas	145
Pontos principais	146
Capítulo 12-Quando a cabeça não funciona o corpo padece: o ciclo do retrabalho em projetos	147
Transformando as tarefas a fazer em trabalho feito	147
O ciclo do retrabalho em projetos	148
Modelo Computacional	149
Variáveis e valores utilizados para simulação computacional	150
Cenário inicial	151
A estrutura das empresas e as consequências em projetos	151
Análise das consequências	153

<i>Atrasos</i>	153
<i>Esforço de desenvolvimento</i>	154
Lições aprendidas	154
Capítulo 13- Arquétipos	155
Arquétipo 1: Os consertos que estragam	155
Arquétipo 2- Transferindo o fardo	156
Arquétipo 3- Limites ao crescimento	157
Arquétipo 4- Metas declinantes	158
Arquétipo 5- Crescimento e Subinvestimento	159
Arquétipo 6- A tragédia do bem comum	160
Arquétipo 7- Sucesso aos bem sucedidos	161
Arquétipo 8- Escalada	162
Arquétipo 9- Contornar as regras	163
Arquétipo 10- Buscar a meta errada	164
Capítulo 14-O uso de mapas sistêmicos como ferramenta de auxílio à solução de problemas complexos	165
Um exemplo prático: o problema das enchentes no Rio de Janeiro	165
Primeiro Passo: Criação do mapa sistêmico	166
Segundo Passo: Análise do mapa sistêmico e definição de linhas de ação a tomar	168
Terceiro passo-Criação de Programas e Projetos	170
Conclusão	172
Capítulo 15-Pontos para Intervenção em um Sistema, segundo Donella Meadows	173
Ação de alavancagem número 1: Alterar parametros (números, constantes, taxas)	174
Ação de alavancagem número 2: Alterar os tamanhos dos estoques em relação aos fluxos	174
Ação de alavancagem número 3: Alterar a estrutura de estoques e fluxos	175
Ação de alavancagem número 4: Reduzir atrasos	175
Ação de alavancagem número 5: Reforçar os loops de balanceamento	175
Ação de alavancagem número 6: Reduzir a força dos loops de reforço	176
Ação de alavancagem número 7: Mudar o fluxo de informações	177
Ação de alavancagem número 8: Usar regras (incentivos, punições, restrições)	178
Ação de alavancagem número 9: Auto-organização	178

Ação de alavancagem número 10: Mudar os objetivos do sistema	179
Ação de alavancagem número 11: Mudar os Paradigmas	179
Resumo	179
Capítulo 16- Estudos de Caso	182
Estudo de Caso 1- Criação de mapas sistêmicos passo a passo	183
Estudo de Caso 2- As dinâmicas básicas do Aquecimento Global (Ref. Documentário-“Uma verdade inconveniente”)	184
Estudo de Caso 3- Análise de estratégias governamentais (Ref. Filme “Invictus”)	186
Estudo de Caso 4- Gestão de Projetos: conflitos de interesse (Ref. Filme “Máquina de Guerra)	188
Estudo de Caso 5- Ações para burlar as regras em projetos (Ref. Filme “Máquina de Guerra”)	190
Estudo de Caso 6- A dinâmica do stress em projetos (Ref. Artigo “The rework cycle”)	192
Estudo de Caso 7- A dinâmica do crescimento e declínio de empresas (Ref. Documentário “Microsoft compra o DOS”)	194
Estudo de caso 8- Competição empresarial (Ref. Documentário “A guerra dos Navegadores”)	195
Estudo de Caso 9- As dinâmicas do ciclos de extração, produção, consumo e descarte (Ref. Documentário “A história das coisas”)	197
Estudo de Caso 10- Estratégias para venda de produtos/serviços (Ref. Consultoria em Clínica)	199
Estudo de Caso 11- Análise de decisões gerenciais (Ref. Arquétipo “Consertos que estragam”)	201
Estudo de Caso 12- A dinâmica da produção de alimentos-1a parte (Ref. Documentário “Food Inc.”)	204
Estudo de Caso 13- A dinâmica da produção de alimentos-2a parte (Ref. Documentário “Food Inc.”)	207
Estudo de Caso 14-A dinâmica da gestão da qualidade (Ref. Artigo “Getting Quality the Old-Fashioned Way”)	210
Estudo de Caso 15- Pensamento sistêmico & Gestão de Projetos	212
Estudo de Caso 16- Lições aprendidas das dinâmicas presentes em um projeto: O projeto da Estrada de Ferro Transiberiana (Ref. Documentário-History Channel)	214
Capítulo 17- Solução dos Estudos de Caso	218
Solução para o Estudo de Caso 1- Criação de mapas sistêmicos passo a passo	219
Solução para o Estudo de Caso 2- As dinâmicas básicas do Aquecimento Global	221
Solução do Estudo de Caso 3- Análise de estratégias governamentais	222
Solução do Estudo de Caso 4- Gestão de Projetos: conflitos de interesse	223
Solução do Estudo de Caso 5- Ações para burlar as regras em projetos	224

Solução do Estudo de Caso 6- A dinâmica do stress em projetos	225
Solução do Estudo de Caso 7- A dinâmica do crescimento e declínio de empresas	226
Solução do Estudo de caso 8- Competição empresarial	227
Solução do Estudo de Caso 9- As dinâmicas do ciclos de extração, produção, consumo e descarte	228
Solução do Estudo de Caso 10- Estratégias para venda de produtos/serviços	230
Solução do Estudo de Caso 11- Análise de decisões gerenciais	231
Solução do Estudo de Caso 12- A dinâmica da produção de alimentos-1a parte	232
Solução do Estudo de Caso 13- A dinâmica da produção de alimentos-2a parte	233
Solução do Estudo de Caso 14-A dinâmica da gestão da qualidade	235
Solução do Estudo de Caso 15-Pensamento Sistêmico & Gestão de Projetos	239
Solução do Estudo de Caso 16- Lições aprendidas das dinâmicas presentes em um projeto: O projeto da Estrada de Ferro Transiberiana	240
Capítulo 18-Considerações finais & Crônicas	241
Estudar? Prá que?	241
Acabando com a preguiça “desgramada”	243
O rodízio de veículos de São Paulo	244
Falando bobagem com muita conviccão...	246
Exportando cérebros	247
O jeitinho brasileiro	249
O inferno são os outros	250
Referências Bibliográficas	251

Prefácio

O que é pensamento sistêmico? Para que serve? Certamente você já leu ou ouviu alguém falar algo a respeito, não é mesmo? Leia as seguintes frases e manchetes, publicadas em alguns jornais, divulgadas em filmes e documentários:

“O que a Europa está vivendo é crise sistêmica. Nesse quadro, tudo pode se precipitar. Basta um evento: a quebra de um banco, um país não conseguir rolar sua dívida, e pode haver pânico no mercado...A expressão(crise sistêmica) define aquilo que os países tentam evitar a todo custo. Os EUA fizeram o que fizeram após a quebra do Lehman Brothers, despejaram trilhões no mercado, para evitar exatamente a crise sistêmica. A diferença é que agora há poucas saídas.”-Miriam Leitão, O Globo, 09/12/2011.

“A corrupção e a imoralidade se tornaram sistêmicas no nosso universo político-administrativo,o qual se pode comparar com um organismo ou com uma estrutura qualquer, um conjunto de partes interdependentes. Nesse organismo, a corrupção já de muito entrou em metástase, tudo indica que não existe área em que ela já não se tenha instalado. Não há como pensar sobre o funcionamento do Estado no Brasil, em todos os níveis da Federação, sem levar em conta que é um sistema onde a corrupção se tornou crônica e é constituinte indissolúvel dele, permeando-o de cima abaixo.”- João Ubaldo Ribeiro, O Estado de São Paulo, 27/05/2012

“O Sistema se re-estrutura. Cria novas lideranças. O sistema dá a mão para não perder o braço” – Coronel Nascimento, Filme Tropa de Elite 2

“Corrupção na saúde é sistêmica”-Editorial, O Globo, 1/04/2012

“A fome da África-uma crise sistêmica”- Martin Plaut, BBC, 31/01/2006

“Crise de crédito na zona do euro é sistêmica, avalia presidente da Comissão Européia” – O Globo, 16/12/2010

Mas afinal, o que são sistemas? Como eles influenciam a nossa vida? Há sistemas que geram corrupção? O que são crises financeiras sistêmicas? Projetos são sistemas?

Este livro trata de pensamento sistêmico. Começaremos do zero, discutindo conceitos básicos, fundamentais. Ao longo do livro aprenderemos como representar sistemas e abordaremos formas de atuação de modo a evitar os tais problemas sistêmicos.

O livro é fruto de um trabalho de 10 anos como professor em cursos de pós-graduação e como consultor de empresas. Muitos estudos de caso apresentados refletem situações gerenciais que participei de uma forma ou de outra. Ou seja, procurei aqui aproximar a teoria do pensamento sistêmico com a prática do dia a dia.

Criaremos juntos modelos que explicam as dinâmicas apresentadas em diversos documentários, tais como “A história das coisas”, “Uma verdade inconveniente”,

“Alimentos S.A”, “A guerra dos Navegadores” e filmes como “A máquina de guerra”, “Invictus” e vários outros. Discutiremos também artigos publicados em jornais e revistas técnicas.

Este livro é uma evolução do meu livro anterior “Os consertos que estragam”. Resolvi simplificar, tornar os exemplos mais didáticos e criar ilustrações. Percebi que grande parte dos meus leitores gostavam dos cartoons que ilustravam alguns capítulos do livro anterior. Dediquei-me um pouco a isso, acabei ilustrando o livro todo, com mais de uma centena de cartoons.

Cada ano, desde 2002, publico uma nova versão, com mais estudos de casos e com novos exemplos e exercícios. Procuro manter o livro sempre atual, melhorando o material publicado na versão anterior.

Os meus livros vêm sendo adotados há anos por diversas instituições de ensino onde leciono, tais como a Fundação Vanzolini, a Fundação Instituto de Administração e o Instituto Mauá de Tecnologia, em cursos de pós-graduação e MBA.

No website de apoio (www.joaoarantes.com.br) você poderá encontrar dezenas de vídeo-aulas que criei com o intuito de dar suporte ao livro. Praticamente todo dia disponibilizo também uma postagem no blog, com informações sobre leituras interessantes, dicas, modelos computacionais e pensamentos. O website e o blog acabam servindo de material complementar ao livro.

Ou seja, para aprender profundamente este assunto, sugiro que leia o livro, faça os exercícios, assista as vídeo-aulas e leia o blog. E participe das dinâmicas que realizamos em sala de aula (caso você venha a ser meu aluno(a)).

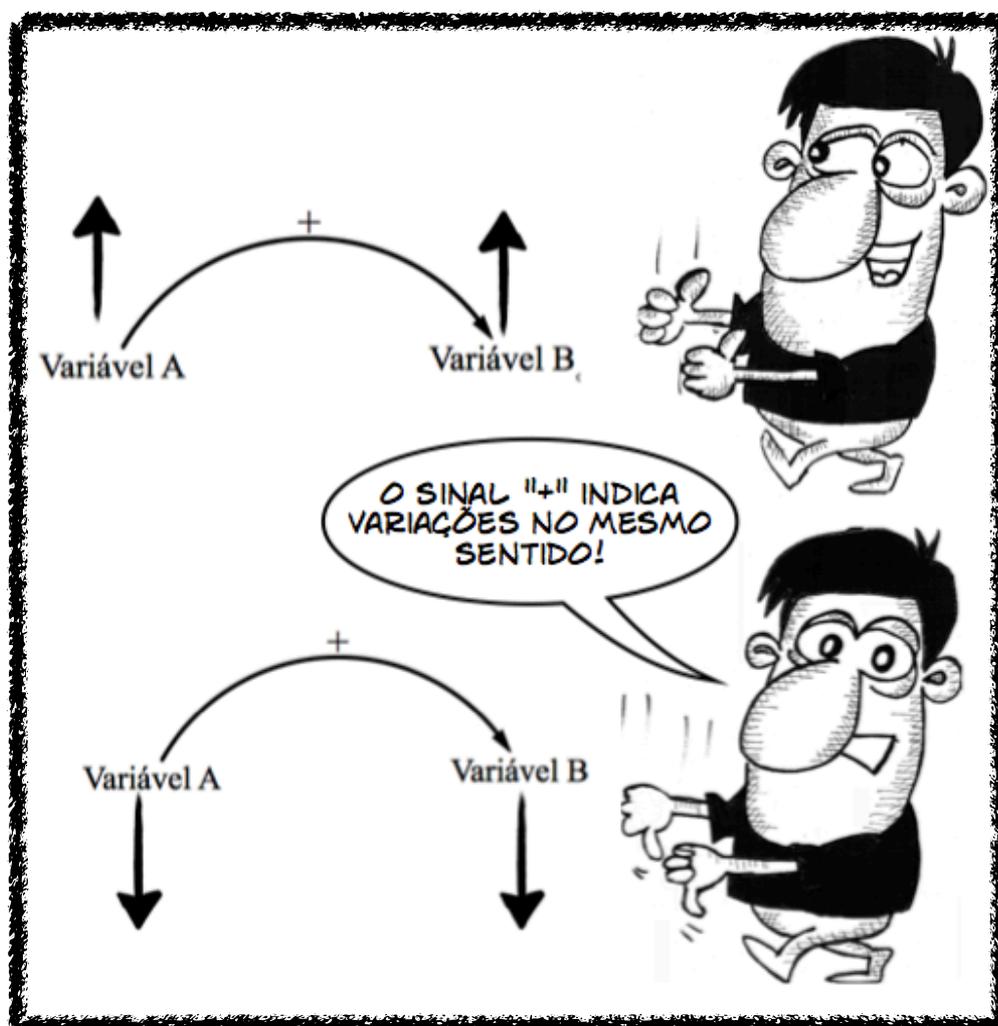
Peço desculpas pelos pequenos erros que possam estar presentes neste livro. Apesar do esforço de revisão, sempre passa um ou outro errinho, que espero ir corrigindo nas próximas versões.

Boa diversão!

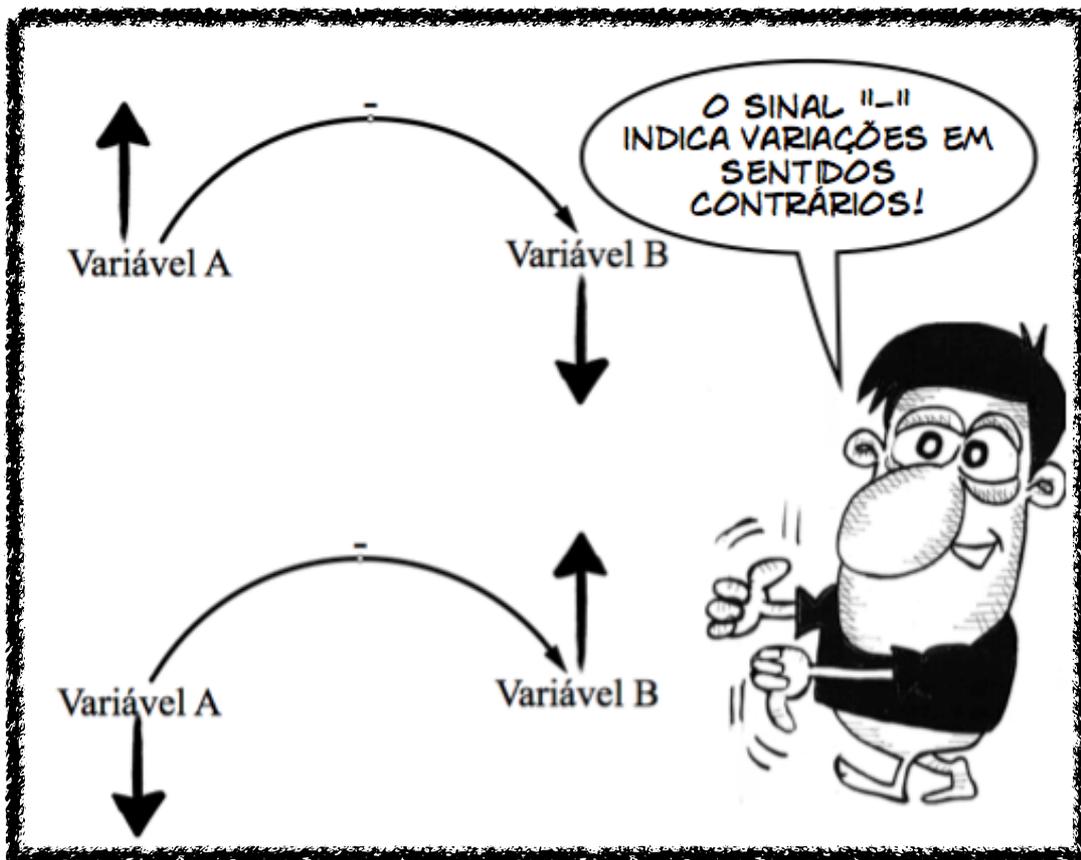


Capítulo 1: Bem vindo ao curioso mundo dos sistemas!

Neste capítulo iniciaremos a nossa jornada pelo mundo do “pensamento sistêmico”. Começaremos de uma forma bastante descompromissada. Contarei aqui algumas histórias para despertar a sua curiosidade sobre o tema e irei apresentando, em doses homeopáticas, alguns conceitos fundamentais. A maior parte dos exemplos que apresentarei traz algumas ilustrações. Cada ilustração possui várias setinhas, algumas com o sinal “+” em cima, outras com o sinal “-”. Discutiremos mais adiante o que essas setinhas significam, mas por hora vamos combinar o seguinte: uma seta com um sinal “+” posicionado em cima mostra um relacionamento diretamente proporcional entre duas variáveis.



Já uma seta com um sinal “-” em cima mostra um relacionamento inversamente proporcional entre duas variáveis. Isso é tudo o que você precisa saber por enquanto.



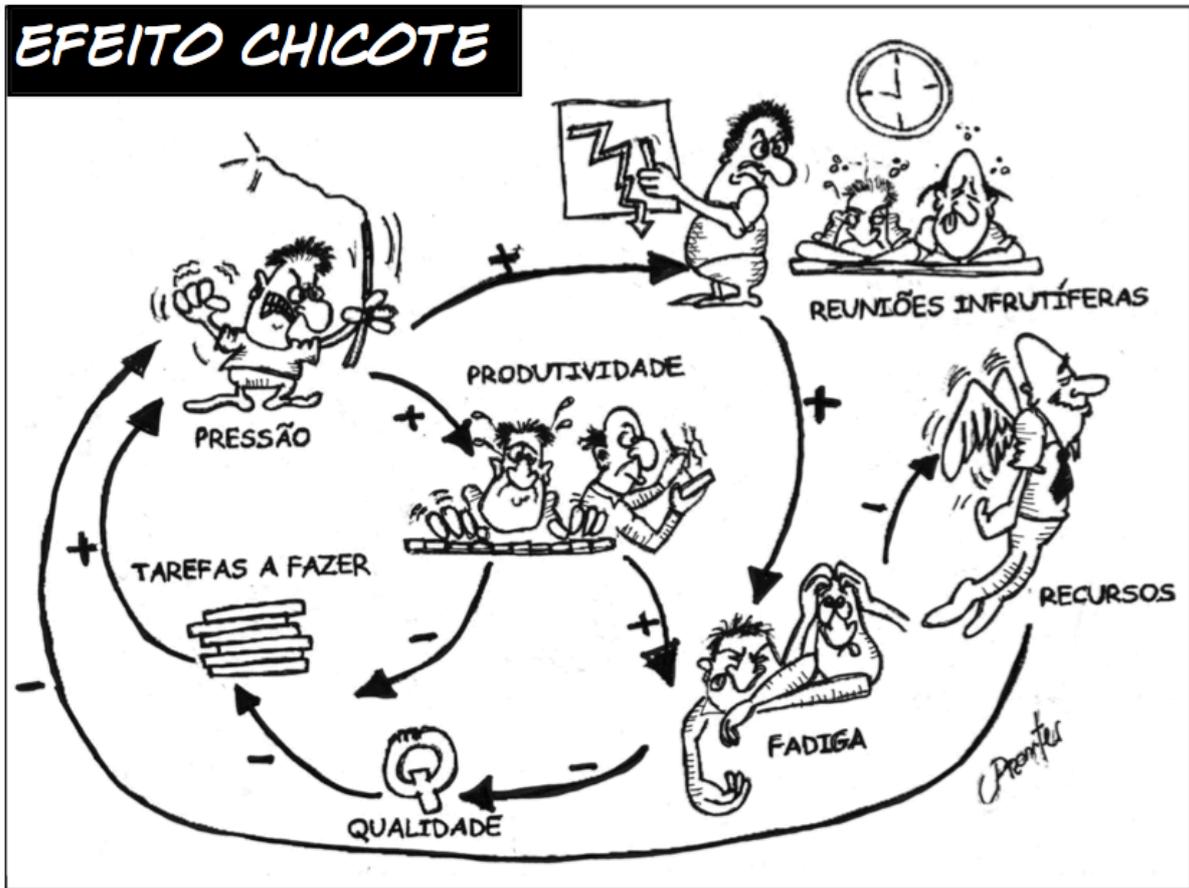
Os casos que contarei não seguem nenhuma sequência cronológica rígida e sequer têm o mesmo grau de importância. Alguns tratam de decisões que levaram a tragédias, à morte de milhares de pessoas; outros abordam temas prosaicos como a divulgação de um filme com cenas de namoro na praia. Vários casos descrevem ações tomadas por reis e ditadores; outros, decisões tomadas por pequenos empresários, médicos, modelos, diretores de escolas. Ou seja, procurei ser o mais democrático possível, citando todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a criação de uma dinâmica interessante. Mas todos esses casos têm algo em comum, um fio condutor. Mas qual será esse fio condutor? Leia as historinhas, discutiremos o que eles têm em comum ao final do capítulo...

O curioso comportamento dos sistemas...

Esparta e Atenas combateram, durante anos, pela hegemonia da Grécia. Finalmente, Esparta conseguiu derrotar sua rival, mas ficou tão exaurida militarmente que foi subjugada com facilidade por Tebas, que assistia de camarote ao duelo entre as duas cidades-estados. O que Esparta e Atenas ganharam com a guerra? Nada, além de sofrimento e perdas materiais.

Os modernos laboratórios desenvolvem antibióticos para acabar com as bactérias. Mas, quanto mais se empregam os antibióticos, maior a seleção de bactérias resistentes a eles. Com isso, selecionam-se super-bactérias resistentes a todos os antibióticos. Aonde essa corrida irá nos levar?

O gerente de projetos aumenta cada vez mais a pressão para que seus funcionários trabalhem. Horas-extras, reuniões gerenciais, acompanhamentos diários. Mas uma pressão maior leva a um aumento da fadiga, provocando a queda de qualidade



do trabalho realizado e conseqüente aumento do retrabalho. Ou seja, trabalha-se cada vez mais e produz-se cada vez menos. O que faz, então, o gerente para trazer o projeto de volta aos trilhos? Aumenta ainda mais a pressão gerencial! E fica atônito ao perceber que muitos dos melhores funcionários começam a abandonar o projeto.

A peste negra: um flagelo de Deus

Em 1347 uma estranha doença começou a assolar a população da Europa. Os sintomas eram: febre intensa, dor de cabeça, náuseas, dor nas juntas, vômitos e nódulos negros espalhados pelo corpo. A doença foi denominada “Peste Negra” em virtude da cor dos nódulos que os doentes apresentavam. A taxa de mortalidade era muito elevada e as pessoas contaminadas faleciam, em média, em cinco dias. Estima-se que um terço dos europeus tenha perecido devido à peste.

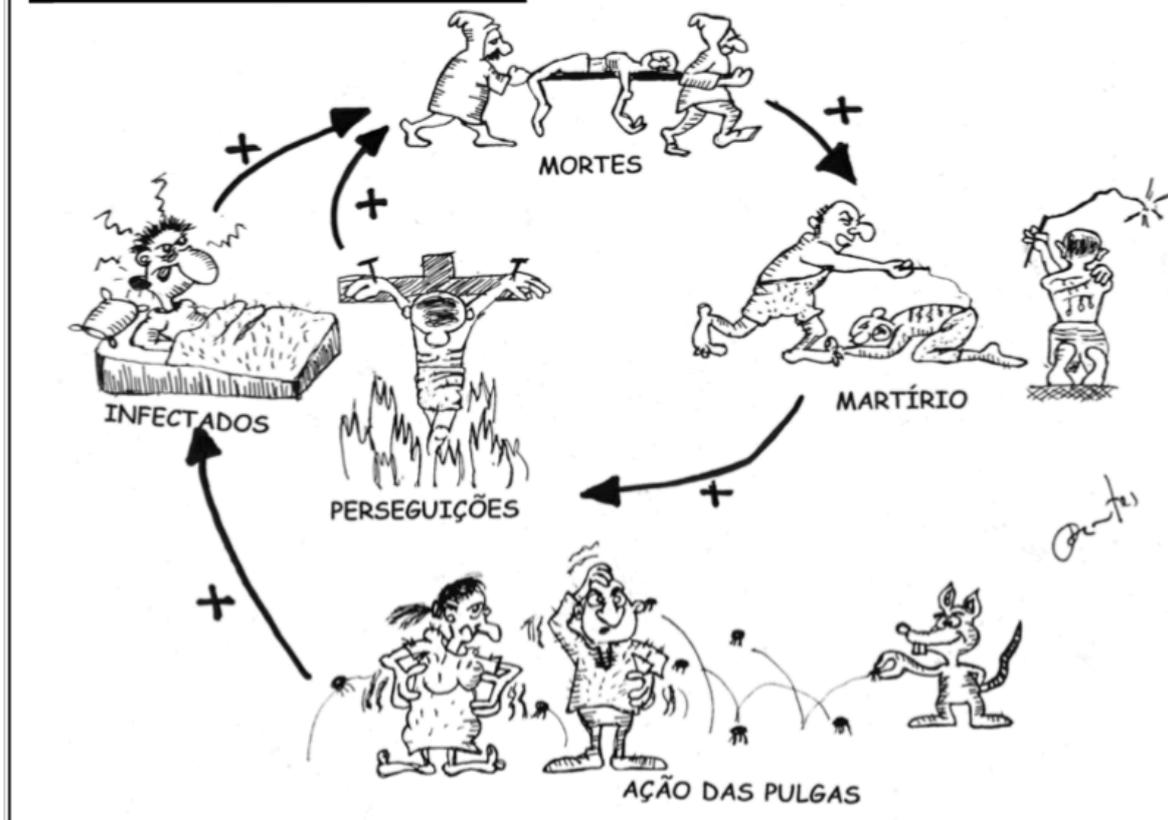
Hoje há fortes evidências de que a Peste Negra (ou Peste Bubônica) era transmitida por pulgas, carregadas por ratos contaminados. As pulgas picavam os

homens e, com isso, a epidemia se alastrava. Mas, naquela época, Idade Média, ninguém fazia a menor ideia do que causava a Peste. Os médicos acreditavam que o problema era devido ao “ar contaminado”, resultante do “estranho alinhamento” dos planetas Saturno, Júpiter e Marte que ocorrera aquele ano (Ujavari, 2003).

A população, em total desespero, tomava medidas “supostamente” sensatas para combater a Peste: queimava-se incenso para purificar o ar e fazia-se uso de talismãs, magias e feitiços. Mas isso não adiantava. Recorreu-se, então, à “cura pelo som” (Loftus, 2006): os sinos das cidades eram tocados, canhões disparados. Mas nada disso surtiu efeito. O povo, apavorado, começou a acreditar que a Peste era um castigo divino. Deus, furioso com a jogatina, a prostituição e os demais pecados, resolvera impor um castigo terrível aos homens.

Naquela época, na região onde hoje é a Alemanha, surgiu um grupo de fanáticos que ficou conhecido pela alcunha de “Os Flagelantes”. Eles acreditavam que, se infligissem castigos corporais a si próprios, fariam com que Deus se apiedasse dos homens, acabando, portanto, com a Peste. Os Flagelantes seguiam em procissões pelas cidades, martirizando-se com açoites ao longo dos trajetos. Mulheres colhiam o sangue de suas costas e esfregavam nos seus rostos, imaginando que com isso aplacariam a ira divina. A população considerava-os heróis, acreditando que seus martírios iriam de fato resolver o problema da epidemia. Os Flagelantes, fortalecidos pelo apoio popular, passaram a acusar os padres de serem os responsáveis pela Peste. “– Por que a Igreja não havia tomado providências para evitar o castigo divino?” Acusaram também os judeus de serem responsáveis pelo envenenamento da água dos poços. A perseguição se intensificou e inúmeros padres e judeus foram mortos pelos Flagelantes. Porém a ação dos fanáticos não surtiu nenhum efeito sobre a Peste. As pessoas infectadas (judeus, padres, Flagelantes, velhos, crianças, adultos) continuavam a morrer

A PESTE NEGRA



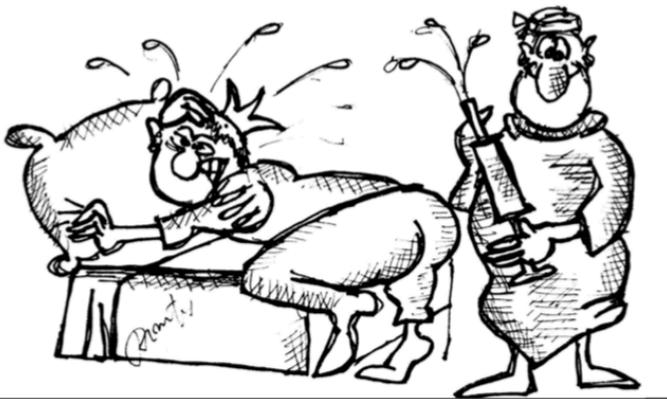
indiscriminadamente. A Peste não fazia qualquer distinção entre cor, credo e etnia, ceifando as vidas daqueles que cruzassem o seu caminho. Os Flagelantes passaram, então, a ser odiados por todos, sendo finalmente dizimados por tropas da Igreja. Por não entender o que causava a Peste, ninguém (Igreja, Flagelantes, médicos, reis) conseguia tomar ações que levassem à solução do problema. E o calvário dos Flagelantes foi totalmente em vão.

A apavorante história da medicina: curando o rei Carlos II

Esta é uma história bastante curiosa, protagonizada pelo rei Carlos II da Inglaterra, em 1685. Ou melhor, curiosa para nós, terrível para ele. Os fatos que se seguem são contados em detalhes no livro *“A apavorante história da medicina”* (Gordon, 2002). Vamos aqui apenas ressaltar os aspectos sistêmicos envolvidos no tratamento do rei.

Carlos II apresentou convulsões em um domingo. O médico de plantão resolveu realizar uma sangria, tirando $\frac{1}{2}$ litro de sangue do monarca. A preocupação com a régia saúde levou à criação de uma junta de seis médicos na segunda-feira. Afinal, seis pensam

APLICAÇÃO DE CLISTER



melhor que um! E cada médico veio com uma sugestão inovadora. O rei foi submetido a purgantes, sangria e, é claro, aplicação de clister. Você sabe o que é um clister? Clister era um instrumento utilizado para liberar o ventre, expelindo todas as “coisas más” que estivessem no corpo do doente.

Mas um rei não deveria receber uma aplicação de clister ordinária, que levasse apenas água. Para o “clister real” foi preparada uma solução especial, com folha de malva, violeta, beterraba, sementes de erva-doce, canela, linhaça, açafrão, cochinha e aloés (Gordon, 2002). Não contentes com isso, ainda fizeram o pobre soberano ingerir um xarope de ameixa brava. E tome purgantes.

SANGRIA REAL



Mas a saúde do rei não melhorou. Na terça-feira uma junta de doze médicos foi formada. A junta, após muito deliberar, concordou unanimemente com uma ação: Sua Majestade deveria ser submetida a uma nova sangria. Os médicos chegaram ao ponto de abrir as jugulares do rei!

Evidentemente que o soberano não resistiu a tanta ajuda, vindo a falecer no final da semana.

Os médicos de então não tinham a menor noção sobre que doença combatiam, mas a combatiam com todas as suas forças!

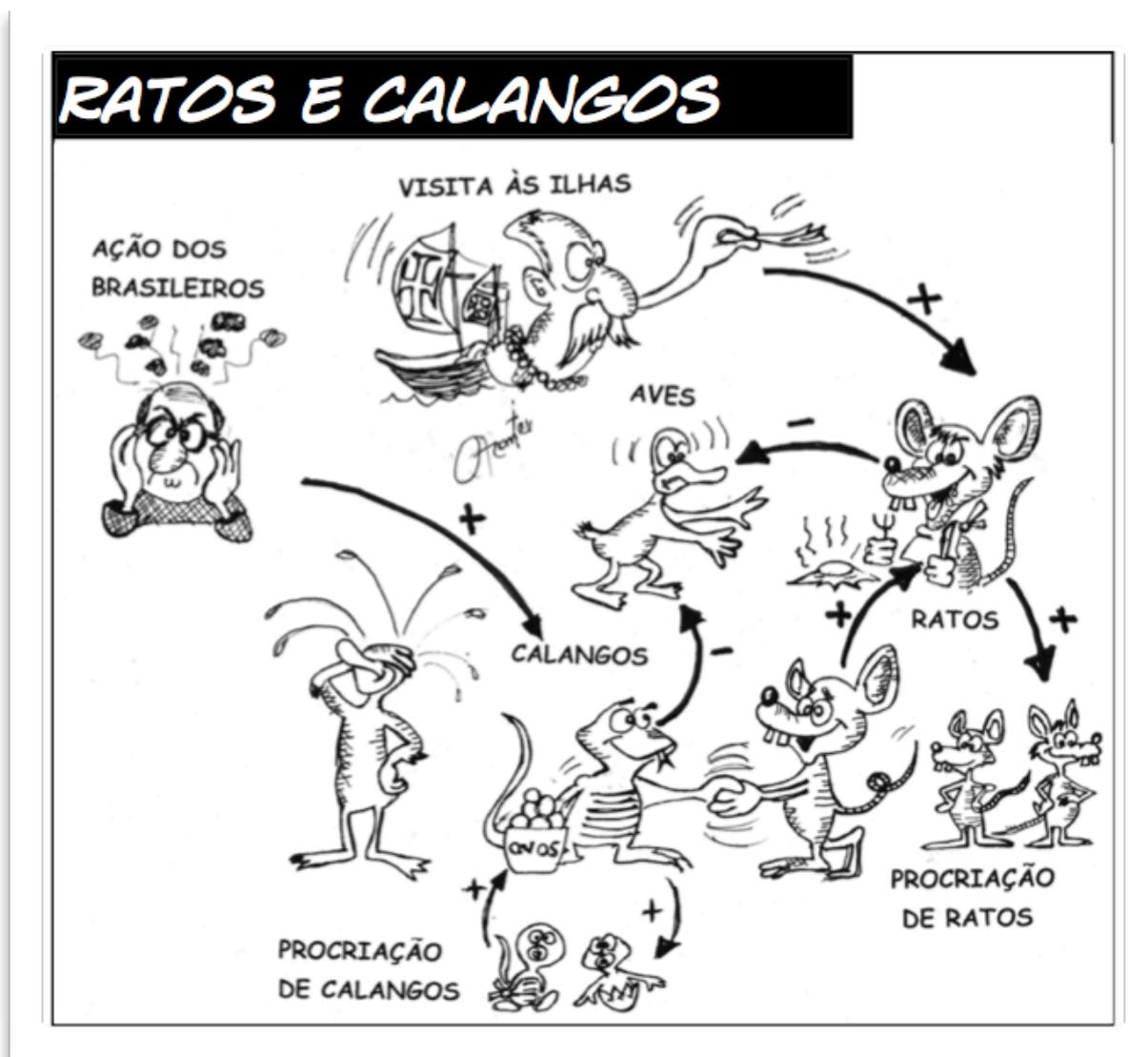
Fernando de Noronha: sol, praia, ratos e calangos

Diz a lenda que, antes da chegada dos portugueses, a Ilha de Fernando de Noronha era habitada apenas por uma imensa população de aves. Os primeiros navegantes que lá aportaram trouxeram consigo alguns ratinhos como turistas, que, na

primeira oportunidade, desembarcaram alegremente. Para esses ratos, viver em Fernando de Noronha foi a realização de um sonho: comida farta – ovos e filhotes de pássaros à vontade. Além disso, ausência de predadores. Melhor impossível!

Os ratos prosperaram, enquanto que a população de aves decrescia. Muitos anos após a fatídica chegada dos ratos, os brasileiros resolveram introduzir um predador para acabar com a festa dos ratos. Optaram por um lagarto chamado “calango”, que, em outras regiões do Brasil, é predador de ratos. Mas essa não foi uma ideia tão boa assim. Os calangos, de fato, comem ratos. Porém acham muito mais fácil comer ovos e filhotes de aves! Afinal, convenhamos, dá muito menos trabalho!

Ratos e calangos de Fernando de Noronha acabaram por desenvolver hábitos alimentares distintos: um atua de dia, outro à noite. Assim, um acordo fizeram: cada qual poderia desfrutar dos deliciosos ovos dos pássaros em horários específicos sem



importunar o outro!. Logo, a população de aves começou a sofrer as consequências da ação de dois predadores, vindo a diminuir ainda mais.

O grande passo para trás

Mao Tse Tung é considerado por muitos chineses como um dos grandes líderes mundiais, “o grande timoneiro”, sendo venerado até hoje. Outros, porém, o consideram um dos maiores tiranos da história e acreditam que atualmente desfrute de um trono privilegiado no inferno, confortavelmente sentado ao lado de Stálin e Hitler.

Em 1953, governar a China não era suficiente para Mao; ele ambicionava governar o Mundo! Mas, para tanto, precisaria ter uma força militar poderosa o suficiente para suplantar a dos demais países. Mao pretendia criar uma Armada invencível e com ela dar início aos seus planos expansionistas. Com essa finalidade ele criou o “Programa Superpotência”, que promoveria a industrialização do país em três anos. Mas, para que o programa desse certo, era necessário obter recursos financeiros e aumentar a produção de aço.

De onde viriam os recursos financeiros? Da exportação de grãos!

Como conseguir o aço necessário? Aumentando a produção interna!

Em maio de 1958 Mao anunciou um conjunto de medidas para alcançar tais objetivos. Essas medidas faziam parte de um projeto denominado “O grande passo avante”. Dentre os objetivos explícitos, destacavam-se os seguintes: dobrar a produção de grãos, usando metade dos agricultores e ao mesmo tempo aumentar a produção de aço.

Mas como Mao esperava realizar tais façanhas? Mudando os métodos de produção agrícola e controlando as pragas. Segundo ele, para dobrar a produção de grãos bastava plantar o dobro das sementes por metro quadrado. Incrível, não é mesmo? Como ninguém havia pensado nisso antes?

Mao considerou que essa medida poderia favorecer os pardais, que se banqueteariam com a fartura de sementes. Pensando nisso, ordenou que fossem empreendidas campanhas de aniquilamento de pardais.

Os chineses foram muito eficientes nessas campanhas. Os pássaros, quando pousavam nas árvores, eram importunados incansavelmente por brigadas de pessoas brandindo bastões de bambus. Os pardais fugiam, tentando encontrar refúgio em outras árvores, mas o que encontravam eram novas brigadas os aguardando. Desse modo, acabavam voando sem parar até morrer por exaustão. Estima-se que milhões de pardais tenham sido mortos dessa forma. Mao imaginava que, uma vez que os pardais fossem dizimados, uma boa parcela dos trabalhadores rurais ficaria ociosa. Portanto ele poderia usá-los para produzir aço, contribuindo para o “espetáculo do crescimento”.

Brilhante! Com essas medidas, Mao mataria dois coelhos com uma só cajadada: dobraria a produção agrícola e aumentaria a produção de aço.

Você vê alguma falha no raciocínio do Grande Timoneiro?

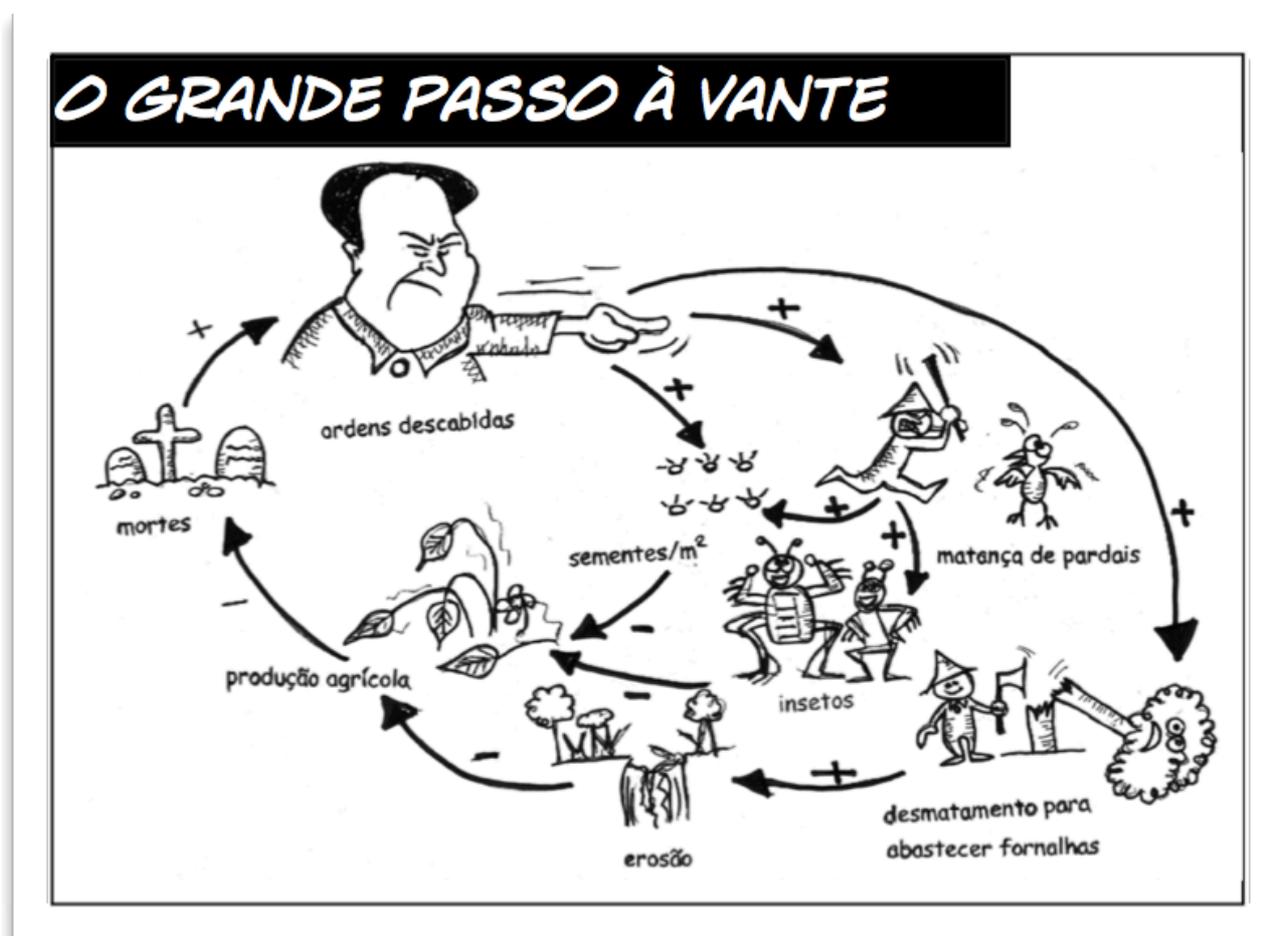
É claro que Mao não tinha uma visão sistêmica, não pensava com clareza nas consequências de suas ações. Dobrar o número de sementes evidentemente não levaria a dobrar a produção. Plantas necessitam de nutrientes e sol; havendo mais plantas por metro quadrado aumentaria a competição por esses recursos. Dessa forma, ao invés de aumentar a produtividade, a ação tomada levaria ao enfraquecimento da lavoura.

Reduzir o número de pardais levaria a uma diminuição do número de sementes consumidas por eles. Mas Mao se esqueceu que os pássaros não comiam apenas sementes, comiam insetos também. A eliminação dos pardais poderia levar a uma explosão na população de insetos. Porém Mao não considerou este possível desdobramento.

Os aldeões seguiram à risca a determinação de contribuir para o aumento da produção de aço. Eles trabalhavam em pequenas fundições improvisadas, que necessitavam de madeira para aquecimento dos fornos e minério de ferro para fabricação do aço. Para conseguir a madeira necessária eles desmataram grandes áreas florestais próximas às cidades (Savitz, 1998).

O aço é produzido a partir do minério de ferro. Para obter o minério, os camponeses derretiam tudo; carros pipas, panelas, aquecedores, chegando ao cúmulo de derreter as próprias ferramentas usadas na lavoura!

A destruição de ferramentas levou à redução da produtividade agrícola. O desmatamento levou à erosão do solo e ao aumento do número de inundações. A



eliminação de pardais levou à explosão da população de insetos.

As consequências das medidas tomadas por Mao foram desastrosas para a China. O colapso da agricultura criou uma legião de famintos. Como consequência de suas medidas, Mao conseguiu fazer com a China o que nenhum inimigo externo houvera

feito ao longo da história. Ele conseguiu matar 40 milhões de pessoas de fome! Ao invés de promover o “espetáculo do crescimento” e a “fome zero”, ele conseguiu criar o “espetáculo da fome” e o “crescimento zero”.

Bebendo até não poder mais: a lei seca

A população norte-americana aumentou muito no início do século XX devido a um grande fluxo de imigrantes oriundos da Europa. Grande parte deles deixou seu país de origem devido à Primeira Guerra Mundial. Desse modo, muitas cidades americanas se tornaram populosas de uma hora para outra.

O aumento da população e as péssimas condições de vida e de trabalho levaram muitas pessoas a buscar refúgio na bebida, criando assim um terreno fértil para a sua comercialização. O número de saloons (estabelecimentos que vendiam bebidas) explodiu. Estatísticas mostram que, em algumas cidades, havia um saloon para cada 200 pessoas! (Schimidli, 1999). A concorrência entre os estabelecimentos era feroz: para conseguir um número maior de fregueses, os donos de saloons procuravam atingir um público alvo cada vez mais jovem. De modo a tornar os saloons mais interessantes, seus donos incentivavam a prostituição, jogos de azar, brigas de galo, enfim, tudo o que pudesse atrair um número maior de fregueses.

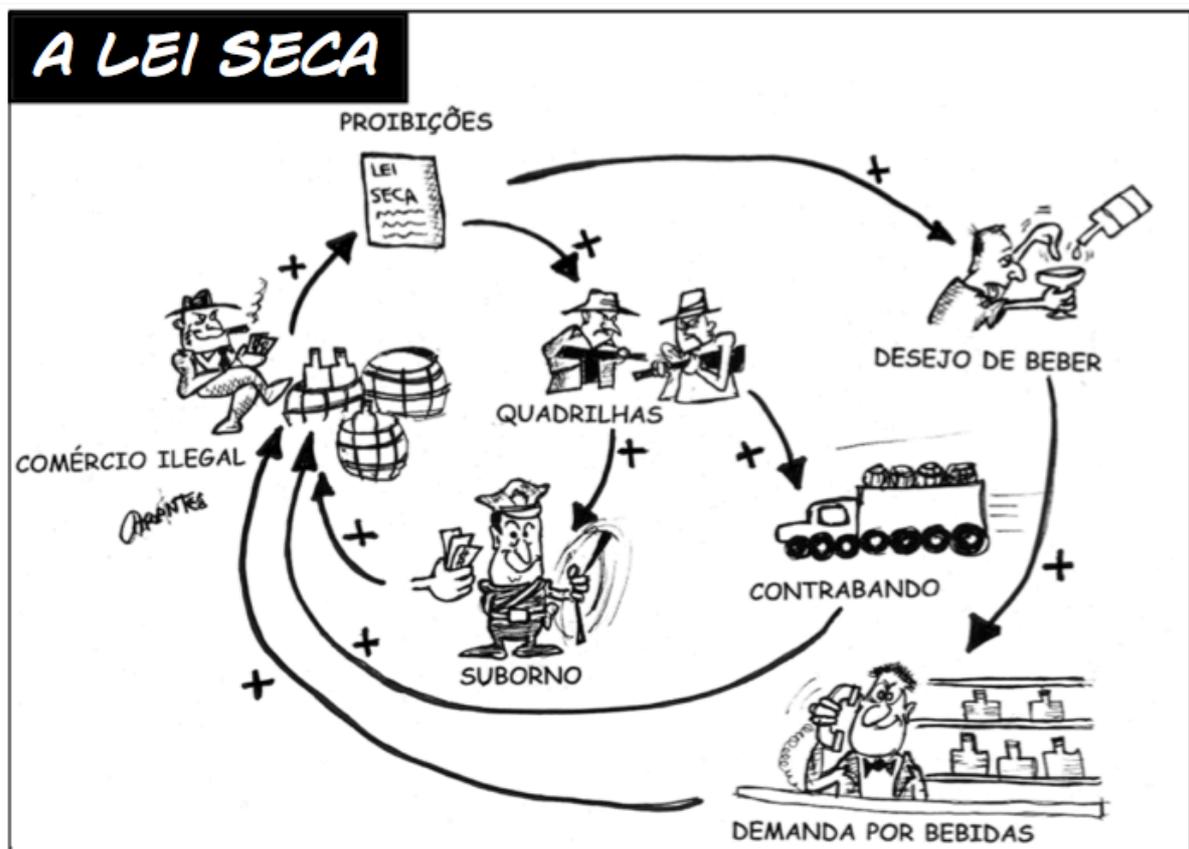
Evidentemente que essa gana desmesurada teve consequências. A sociedade americana tinha fortes raízes religiosas; elegeu os saloons como uma praga a ser extirpada! Começaram a surgir fortes organizações contra eles, tais como a Liga Anti-Saloon e a União de Mulheres Católicas pela Abstinência. Mas não havia apenas interesses de ordem moral em se acabar com os saloons, havia interesse político também. Os saloons começaram a se tornar pontos de reunião de sindicatos de trabalhadores. Com isso, o público que os frequentava começou a ter peso político nas eleições. Isso conspirava contra os interesses das elites que passaram a dar suporte financeiro às organizações anti-saloon. Tais organizações, agora com um poder de fogo maior, deram início a um movimento nacional organizado, com o “intuito nobre” de acabar com o vício da bebida e, de quebra, destruir a praga dos saloons. Esse movimento resultou na promulgação da Lei Seca em 1920.

A lei proibia a produção, a venda, o transporte, a distribuição, a importação e a exportação de bebidas alcoólicas. Esperava-se, desse modo combater o vício da bebida, extinguindo os saloons e acabando com o poder dos sindicatos. Porém as consequências desta lei foram totalmente desastrosas. As pessoas que bebiam não pararam de beber da noite para o dia. Aqueles que viviam da venda de bebidas também não conseguiram arrumar uma nova ocupação facilmente. Como havia pessoas que queriam comprar bebidas e pessoas dispostas a vender, o comércio ilegal prosperou. Surgiram inúmeros estabelecimentos ilegais que vendiam bebidas livremente. A criminalidade explodiu, havendo roubos, guerras de quadrilhas e assassinatos.

Agentes federais, incumbidos de fiscalizar o cumprimento da lei, passaram a receber propinas e a proteger os traficantes. A indústria do crime organizado floresceu. Foi a época de ouro dos gangsters, sendo Al Capone o seu representante máximo.

Mas o governo não se deu por vencido; a Lei Seca deveria ser respeitada e o crime organizado reprimido. Criou-se, então, um grupo de elite para combater o crime organizado.

Há um filme um pouco antigo porém bastante interessante que retrata esse período. O filme, chamado “Os Intocáveis”, mostra a ação do grupo, liderado por Eliot Ness, no combate a Al Capone e a seu grupo mafioso. Os “Intocáveis” foram muito bem sucedidos, conseguindo prender Al Capone e um número enorme de contrabandistas. Mas, paradoxalmente, o sucesso da ação desse grupo de elite tornou a situação ainda pior. As ações decorrentes da aplicação da Lei Seca oneravam a economia americana de duas formas: por um lado, diminuía as receitas provenientes de impostos



sobre bebidas; por outro lado, aumentavam as despesas devido aos enormes gastos relacionados à manutenção de uma população carcerária sempre crescente. A situação financeira foi se agravando a tal ponto que essa lei teve de ser revogada.

Este exemplo retrata bem as consequências de se tomar ações sem se analisar os seus possíveis desdobramentos. A Lei Seca tinha por objetivo combater um vício que imperava na sociedade, mas as consequências foram inúmeras vezes piores. Os Estados Unidos viveram um período negro em que a corrupção se tornou generalizada e a criminalidade explodiu. E os americanos beberam até não poder mais!

As aventuras amorosas de uma modelo na praia

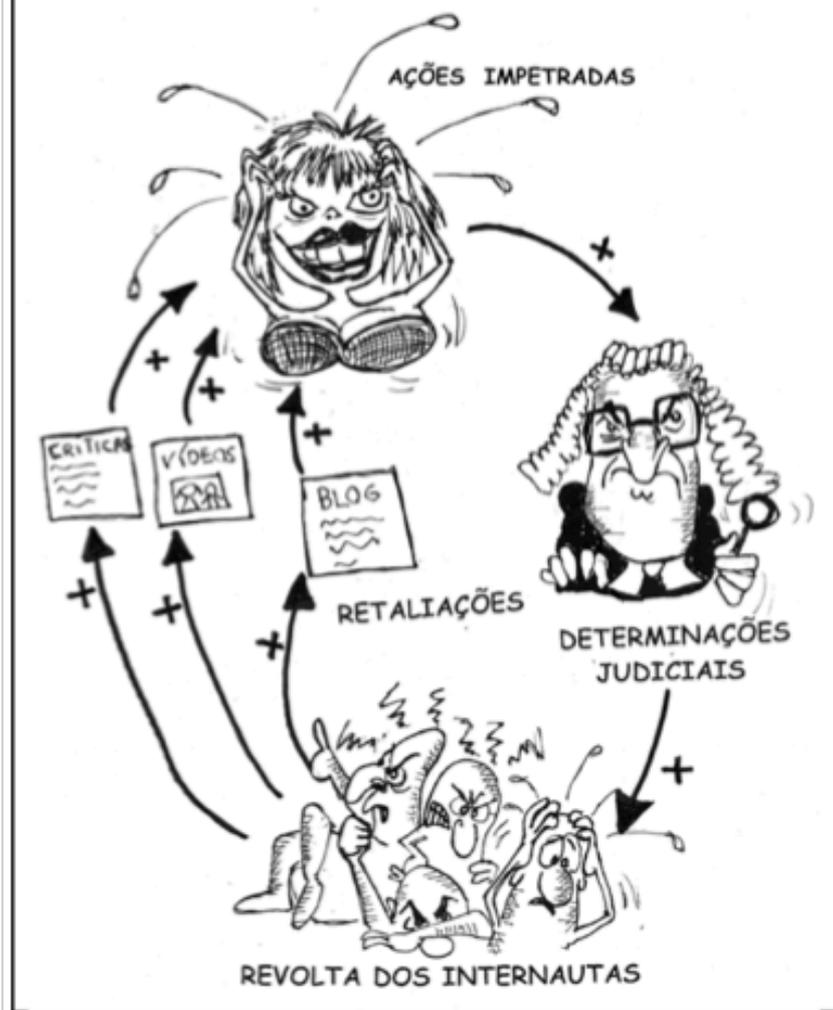
O ano de 2006 trouxe muitas surpresas aos brasileiros: algumas engraçadas, outras nem tanto. Uma das mais divertidas foi decorrente de um fato bastante prosaico: um simples namoro. A história é mais ou menos assim: eis que uma modelo famosa resolveu namorar em uma praia na Espanha. Até aí, nada demais: muitas pessoas namoram na praia. Acontece que o clima do namoro começou a esquentar e as carícias começaram a se tornar cada vez mais sensuais. Tudo corria bem até que um paparazzo resolveu filmar o que se passava e disponibilizar o filme na Internet possibilitando que os internautas do mundo inteiro pudessem apreciar o namoro.

O vídeo teve uma boa repercussão – jornais, revistas, sites, todo mundo comentava a performance do casal. E acabou caindo no YouTube, um website que disponibiliza milhões de vídeos, sendo um dos mais acessados do planeta.

Naquele momento, todo mundo resolveu se aproveitar do sucesso do vídeo. A Secretaria da Saúde do Rio Grande do Sul fez um vídeo similar para uma campanha contra a dengue, em que a modelo e seu namorado foram substituídos por um casal de mosquitos que namoravam na praia, fazendo poses e gestos similares aos do vídeo original. O programa humorístico “Pânico” também fez um vídeo muito engraçado, com sócias da modelo e seu namorado. Todo mundo achava isso muito divertido, exceto o casal, que resolveu entrar com uma ação na justiça contra a divulgação do vídeo na Internet. A ação surtiu o efeito desejado: um juiz determinou que o YouTube fosse bloqueado no Brasil!

Milhares de internautas que faziam uso do YouTube ficaram indignados. “Que país é esse em que se censura o acesso à Internet?” O caso ganhou repercussão mundial. No mundo inteiro se discutia se o Brasil passara a fazer parte do seleto grupo de países onde se censura o acesso à Internet, tais como China e Cuba. Os internautas se mobilizaram criando sites ofensivos à modelo e mandando milhares de e-mails à emissora de TV onde ela trabalhava como apresentadora. Até mesmo comunidades virtuais foram criadas no Orkut contra ela. E, para tornar a situação ainda mais caótica, o vídeo passou a ser hospedado em inúmeros outros sites, driblando a proibição legal. No fim das contas, o casal que lutava para que o vídeo deixasse de ser veiculado, conseguiu exatamente o oposto: uma exposição em escala mundial.

O CASO YOUTUBE



A política do filho único

Em 1979 o governo chinês analisou o crescimento populacional da China por meio de análise de tendências e projeções de possíveis cenários. Chegou a uma conclusão aterradora: se nada fosse feito para controlar o crescimento populacional, em poucos anos o país enfrentaria uma nova epidemia de fome. E fome sempre é o combustível das revoluções!

De forma a evitar esse problema e assegurar um crescimento menor, Deng Xiaoping lançou um programa de controle da natalidade. Em linhas gerais, o programa permitia que cada casal tivesse apenas um filho. O governo asseguraria vários benefícios para aqueles que seguissem à risca essa determinação. À criança gerada seriam

assegurados acesso à escola, atendimento hospitalar e vários outros benefícios. Para os casais que não seguissem as regras do governo, medidas repressoras seriam tomadas. Há relatos assustadores sobre mulheres que foram presas e obrigadas a abortar, maridos que foram forçados a abandonar os seus empregos e famílias transferidas à força de suas cidades para áreas rurais distantes.

Por outro lado, em termos numéricos, o controle de natalidade foi um sucesso; o número médio de filhos por mulher caiu drasticamente ao longo dos anos. Consequentemente, reverteu-se a tendência de crescimento descontrolado, estabilizando-se a população em torno de 1.3 bilhões de habitantes.

Porém o controle de natalidade trouxe um efeito colateral com o qual o governo chinês não contava: a seleção do sexo dos filhos por parte dos pais! Na China, em especial nas comunidades rurais, os meninos são muito mais valorizados que as meninas. Há uma explicação econômica para isso. Como inexitem planos de previdência social, os pais, ao envelhecerem, passam a depender de seu filho para seu sustento. Filho homem é a garantia de aposentadoria para os pais; já filha mulher é um estorvo, uma vez que se casa e os abandona, indo viver com a família de seu marido. Ou seja, se a família só pode ter uma criança, é interessante que seja menino.

A tecnologia passou a ser utilizada na seleção do sexo dos filhos; equipamentos de ultrassom passaram a ser empregados, meninas começaram a ser abortadas sistematicamente.

É evidente que tais ações trouxeram consequências terríveis. Hoje em dia há em média 117 homens para cada 100 mulheres na China, o que causa um problema social muito sério: muitos homens simplesmente não irão conseguir arrumar uma esposa!

A escassez sempre traz uma oportunidade para o crime organizado. Foi assim na Lei Seca, é assim na China. Se há necessidade de mulheres, sempre haverá alguém disposto a fornecê-las. Há inúmeras quadrilhas especializadas no tráfico de mulheres. Muitas meninas são sequestradas e vendidas.

Então, o que se pode dizer da política do filho único? Será que os ganhos relacionados ao crescimento econômico superam os malefícios sociais gerados por tal política?

Evidentemente que o governo chinês não tem ficado de braços cruzados diante desse problema. Inúmeras ações vêm sendo tomadas de modo a incentivar a população a aceitar ter meninas. Atualmente se discute também a criação de um sistema de previdência social. O governo também tem tomado medidas para reprimir os sequestros de mulheres.

A POLÍTICA DO FILHO ÚNICO

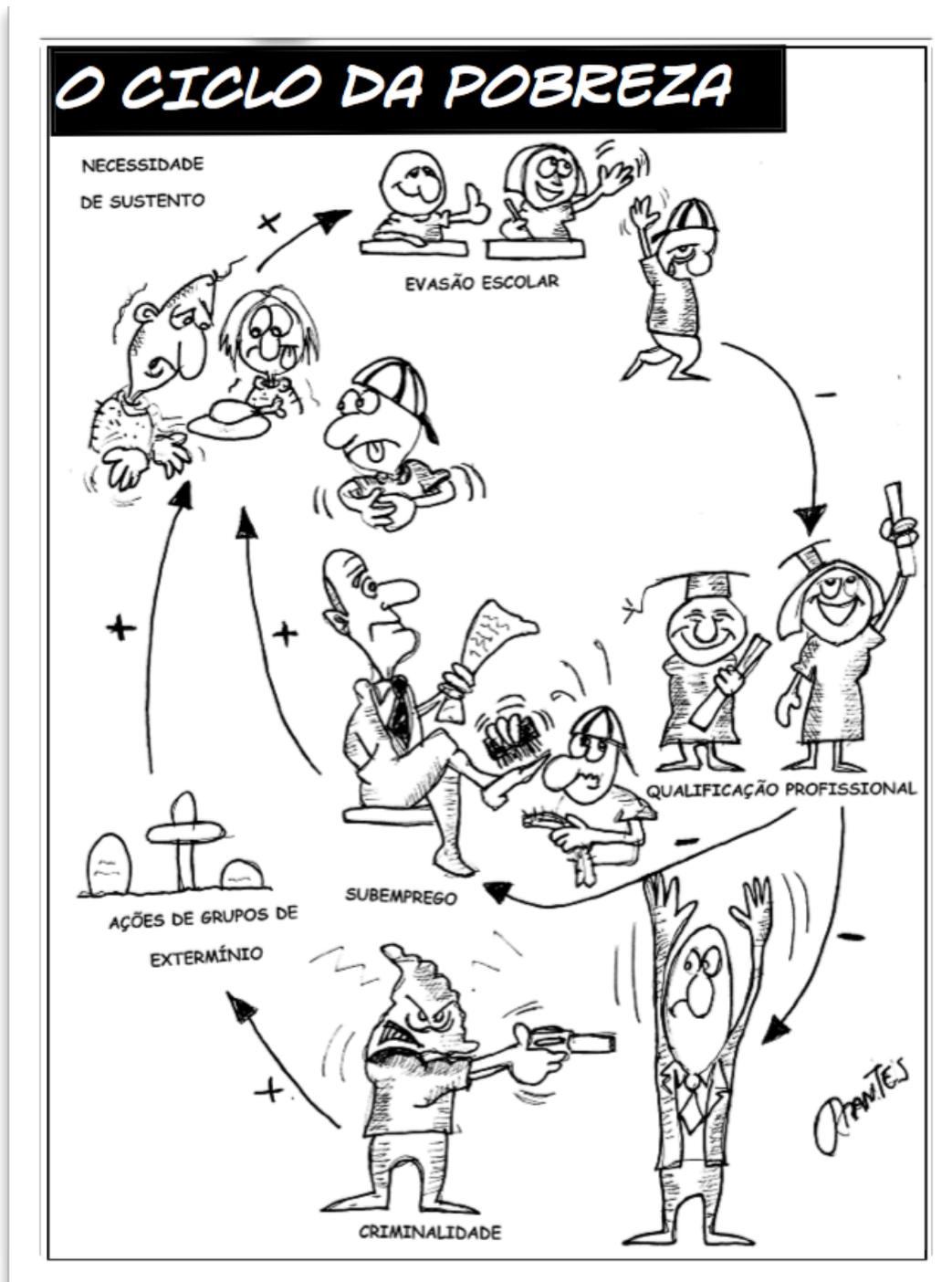


O ciclo da pobreza no Brasil

Se você andar de automóvel pelas ruas de uma metrópole como São Paulo, constatará que cada dia mais e mais meninos e meninas de rua estão nos cruzamentos, vendendo todo o tipo de bugigangas ou se oferecendo para limpar os vidros do carro. Você também observará que cada vez mais assaltos são realizados por eles. Mas por que essa situação não é resolvida? Por que há tantos meninos e meninas na rua?

Porque, na maior parte das vezes, são filhos de famílias pobres ou desestruturadas. Saem à rua para conseguir algum dinheiro para contribuir com o sustento da família.

Aí é que começa um ciclo vicioso: quanto maior a necessidade de sustento, maior a evasão escolar; quanto maior a evasão, menor a possibilidade da criança conseguir uma qualificação profissional, levando a uma menor possibilidade de ingresso no mercado de trabalho. Sem qualificação profissional, não sobram muitas opções de sobrevivência: uma boa parte das meninas acaba se prostituindo e muitos meninos passam a cometer crimes e delitos. Essas ações garantem a sobrevivência diária, mas fazem também com



que as crianças estejam sujeitas a ações policiais e de grupos de extermínios.

Quando o menor infrator tem “sorte”, ele é enviado a instituições carcerárias denominadas atualmente de centros de atendimento ao menor.

Porém, infelizmente, apesar dos esforços das pessoas que lá labutam, tais instituições ainda não são os melhores locais do mundo para estudo e qualificação profissional. Na melhor das hipóteses, o menor aprende uma profissão que pode vir a lhe ser útil. Entretanto, os recursos dessas instituições são limitados e o número de menores é muito grande. Assim, recolher os menores a estas instituições pode vir a criar um efeito oposto ao desejado. Ao invés de lhes dar mais condições para o seu retorno à sociedade, como seres úteis e produtivos, o convívio com delinquentes poderá influenciá-los negativamente. É a famosa “escola do crime”. Após esse estágio alguns dos menores acabam voltando às ruas, colocando em prática os “novos conceitos” adquiridos.

Alguém poderia argumentar que a situação descrita aqui não é de fato tão negra: nem todas as crianças de rua se tornam delinquentes e prostitutas. De fato, sempre há aqueles que conseguem superar as dificuldades. Sem dúvida, há os que conseguem superar todos os problemas e vencer na vida. Mas, infelizmente, isso é exceção e não regra. A regra geral é que, na melhor das hipóteses, os menores acabem sobrevivendo de empregos de baixa remuneração. Ou seja, continuam vivendo abaixo da linha de pobreza. Muitas meninas de rua acabam engravidando e dando à luz a uma nova geração de crianças que engrossarão a legião de crianças de rua. O ciclo de pobreza se realimenta e a situação se perpetua. Como seria possível reverter essa dinâmica?

Sobre o que trata este livro

Mas qual o fio condutor que liga as histórias narradas? Será que elas têm algo em comum?

Talvez o aspecto mais gritante apresentado é que, em todos os casos descritos, alguém desejava conseguir algo, vislumbrava um modo para atingir seu objetivo e tomava diversas ações, que, no seu entendimento, levariam a consecução de seus planos. As pessoas citadas agiam de acordo com o seu entendimento do mundo, agiam conforme seus modelos mentais.

“Modelo mental” é um dos assuntos que abordaremos nesse livro. Mas agir de acordo com modelos mentais pode ser perigoso, ainda mais se os modelos mentais não representam bem os sistemas em que se atua. Nas histórias narradas isso fica bem claro, mostrando que às vezes sistemas tem comportamentos contra-intuitivos.

O leitor atento também observará que cada historinha narrada traz uma ilustração. E todas as ilustrações apresentam algumas “bolotas”, que chamaremos de ciclos. A forma que um sistema se comporta (a dinâmica de um sistema) pode ser representada por meio de ciclos interrelacionados. Falaremos nisso em um capítulo mais adiante, quando explicarmos as ferramentas de representação de sistemas.

Capítulo 2– Modelos Mentais

Antes de escrever este capítulo sobre modelos mentais eu fiz uma leitura de diversos livros. O livro mais interessante neste assunto (que de certa forma serviu de base para este capítulo) é “A força dos modelos mentais” de Yoram Wind. Ele começa o livro contando uma história, que conto aqui na forma de quadrinhos.



ENFIM, VOCÊ DECIDE DESCER E DAR
UMA BRONCA NO CIDADÃO

SE VOCÊ QUER
BRIGAR...PODE VIR
QUENTE QUE EU ESTOU
FREVENDO!

AH, É? ESPERE SÓ
PRÁ VER!



MAS AO CHEGAR LÁ, PARA SUA
SURPRESA, NÃO HÁ NINGUÉM NO
APARTAMENTO. SÓ UM RÁDIO...

"EU TENHO ANDADO
TÃO SOZINHO
ULTIMAMENTE..."

O PINTOR
ESQUECEU O RÁDIO
LIGADO..



REF: WIND,
2005

O que o Wind quis nos alertar com esta história?

Que o morador criou todo um enredo na sua cabeça que na verdade não existia (um vizinho que queria importuná-lo a todo custo). O morador ouvia apenas os sons que chegavam do apartamento de baixo, mas seus modelos mentais o ajudaram a criar todo aquele cenário.

Mas o que são os modelos mentais?

No capítulo anterior descrevemos diversas situações que envolviam tomada de decisões. Mas por que Mao Tse Tung, o Congresso Americano, os Flagelantes e os demais personagens descritos tomaram decisões tão absurdas?

Provavelmente suas decisões foram baseadas em “teorias individuais mirabolantes” que, nos casos estudados, não tinham muita relação com as soluções corretas para os problemas descritos. Essas “teorias individuais mirabolantes” seriam os chamados “modelos mentais”.

Segundo Peter Senge (Senge, 1990), “*modelos mentais são premissas fortemente enraizadas, generalizações, imagens, que influenciam o modo que compreendemos o mundo e como tomamos ações*”.

A definição de Ford (Ford, 1999) é mais divertida: “*modelos mentais são as nossas incríveis teorias individuais usadas para explicar o mundo*”.

Já para Wind (Wind et. al, 2005) , modelos mentais “*são as complexas atividades dos neurônios a que recorremos para compreender algo e decidir a ação a tomar. São os processos cerebrais que usamos para dar sentido ao mundo*”.



Os modelos mentais são invisíveis. Eles são criados ao longo dos anos e vão sendo “arquivados” no nosso cérebro.

Ao nos depararmos com um determinado problema sacamos o modelo mental que julgamos mais adequado para solucioná-lo.

Como os modelos mentais funcionam?

Os nossos sentidos captam informações do mundo exterior. O nosso cérebro dá um formato a estas informações fazendo uso dos nossos modelos mentais. Às vezes, a partir de um pequeno conjunto de informações que recebemos de nossos olhos formamos o quadro completo. Ou através de sons que ouvimos conseguimos formar uma imagem mental.

O QUE VEMOS É O QUE PENSAMOS

FOI ISTO O QUE SEUS OLHOS VIRAM...



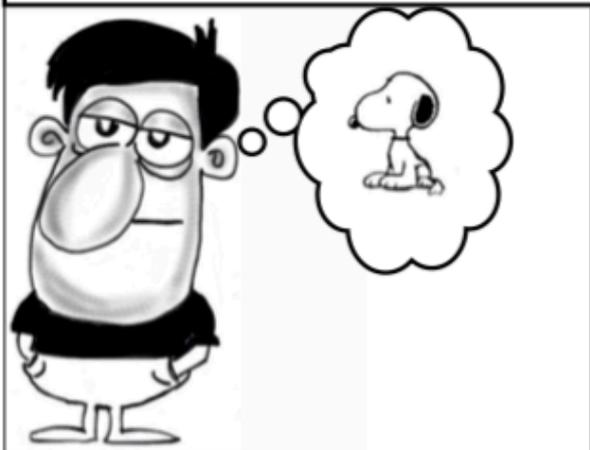
ESTA IMAGEM SEU CÉREBRO CRIOU



FOI ISTO O QUE SEUS OUVIDOS OUVIRAM...



ESTA IMAGEM SEU CÉREBRO CRIOU...



Daí podemos concluir que o que you “vê” é na verdade o que you pensa (Wind et. al,2005). Curioso, não? Observe o desenho a seguir . A figura é uma só. Mas you

MINHA ESPOSA/ MINHA
SOGRA- (HILL/1915)



pode ver uma moça ou uma velha. A figura não mudou. Mudou a sua percepção. Ou seja você pode usar dois modelos mentais diferentes para analisar a mesma figura.

Os modelos mentais dão forma ao que você vê. Uma parte do que você “vê,” faz parte do mundo real. Outra parte do que você “vê”, foi criado pelo seu cérebro.

O cérebro de certa forma fabrica parte da imagem, preenche uma boa parte do quadro. E o que é pior, você não sabe bem o que você realmente viu e o que o seu cérebro criou!

O nosso cérebro se comporta como uma máquina criadora de modelos (Wind et. al, 2005). E esses modelos podem determinar a maneira que você se comporta. Wind dá um outro exemplo interessante em seu livro: imagine um médico que, segundo os modelos mentais dele, tem a certeza de que a melhor forma de salvar a vida de um paciente em estado grave é por meio de uma transfusão de sangue. Só que esse paciente é da seita

Testemunhas de Jeová. Os seguidores dessa comunidade religiosa compartilham o modelo mental de que “receber transfusão de sangue é proibido pelas leis divinas”.

O modelo mental do médico colidirá frontalmente com o modelo mental do paciente. O que deve ser feito? Qual o modelo mental mais adequado à situação? Qual deles deverá ser usado?

Os modelos mentais, em suma, determinam o modo que as pessoas se comportam. E determinando o comportamento acabam moldando todos os aspectos de nossa vida (Wind et. al, 2005). Todos os aspectos de nossa vida? Como assim?

Dê um passeio pelo seu bairro. As igrejas que você vê, são manifestações de modelos mentais daqueles que as criaram. As empresas que você vê, são também manifestações de modelos mentais dos seus criadores. As escolas, os hospitais, as bibliotecas, as fábricas, os parques também são. Na verdade nossos modelos mentais são os responsáveis pela criação de nossa realidade física (Hartmann, 2004). Nós criamos estruturas para dar suporte aos nossos modelos mentais! E essas estruturas acabam influenciando nosso comportamento. Há uma frase famosa de Pirsig (Pirsig, 1974) a respeito:

“If a factory is torn down but the rationality which produced it is left standing, then that rationality will simply produce another factory. If a revolution destroys a government, but the systematic patterns of thought that produced that government are left intact, then those patterns will repeat themselves..”-

Pirsig, 1974

A tradução seria “se uma fábrica é derrubada, mas se o modo de pensar que a produziu é mantido em pé, então esse modo de pensar simplesmente produzirá uma nova fábrica. Se uma revolução destrói um governo, mas se os padrões de pensamento sistemáticos que produziram o governo forem mantidos intactos, então esses padrões irão se repetir.”



Os modelos mentais podem nos cegar e nos limitar !

Os modelos mentais são muito poderosos: determinam o que vemos, influenciam na forma que agimos e são responsáveis pela realidade física que criamos. Os modelos mentais também podem nos cegar, podem nos impedir de ver a realidade. O sertanista Orlando Villas Bôas dá um bom exemplo disso (Bisilliat e Villas Bôas, 1990) ao descrever os modelos mentais dos índios xinguanos:

“Há ainda um traço peculiar à cultura do índio: ele raramente externa a sua admiração diante de um objeto de uma cultura estranha se não puder compreendê-lo ou assimilá-lo. Assim, não se encanta diante de um avião a jato, de uma lâmpada, de um rádio falando. Tais coisas pouco o impressionam. Porém, se cair em suas mãos um cesto, uma esteira ou mesmo uma flecha de uma tribo desconhecida, ele se agita. A notícia corre. De todos os lados surgem curiosos. “De onde vem? De quem são? Como são feitos?”. As perguntas se multiplicam”

Por que os índios do Xingu se encantam com um cesto de uma tribo distante mas não dão a menor bola a um avião? Para o cesto eles têm modelos mentais desenvolvidos.

Para aviões, não. Como não há um modelo mental para a aeronave, é como se ela não existisse.

Será, que, assim como os índios xinguanos, nós às vezes não conseguimos enxergar um grande problema ou uma oportunidade por estarmos limitados pelos nossos modelos mentais? Al Gore em seu documentário “Uma verdade inconveniente” afirma que a maior parte da humanidade está cega para um problema mundial, o aquecimento global. Ele cita um famoso pensamento de Mark Twain:

*“O que nos coloca em apuros não é o que não sabemos, mas o que sabemos com certeza que não é assim-
Mark Twain*

Os modelos mentais podem limitar as oportunidades e perigos que podemos ver. Eles podem se tornar verdadeiras barreiras ao crescimento pessoal e ao desenvolvimento profissional.

Imagine que você teve várias experiências desagradáveis que o levaram a criar um modelo mental negativo em relação às suas habilidades. Cada vez que experiências similares ocorrem você pode ser levado a reforçar esse modelo mental. Após algum tempo esse modelo pode ser tão poderoso que pode se tornar barreiras ao seu desenvolvimento pessoal e profissional.

O MODELOS MENTAIS QUE NOS LIMITAM...



Gostaria de fechar este tópico com uma frase de João Ubaldo Ribeiro:

“Ao que parece, o ser humano precisa, pelo menos de vez em quando, alterar sua percepção da chamada realidade, mexer com a própria mente e as emoções. Prisioneiro de seus cinco limitadíssimos sentidos, não consegue perceber, em condições normais, aquilo que suspeita ou sabe existir além deles.”

- João Ubaldo Ribeiro, Estado de São Paulo, 5/12/2010

Mas será que as pessoas podem compartilhar modelos mentais?

Será que conceitos como “democracia” ou “comunismo” podem ser entendidos como modelos mentais amplos compartilhados por toda uma sociedade? Será que há modelos específicos, compartilhados por determinadas classes sociais? Será que os modelos mentais de uma sociedade podem mudar ao longo do tempo?

Modelos mentais e comportamento social

Para entender um pouco sobre modelos mentais, vamos falar um pouco de Aristóteles, o grande filósofo grego que viveu de 384 a 322 A.C. Sobre escravos, ele escreveu (trechos sublinhados por mim):

“Mas faz a natureza ou não de um homem um escravo? É justa e útil a escravidão ou é contra a natureza? É isto que devemos examinar agora. O fato e a experiência, tanto quanto a razão, nos conduzirão aqui ao conhecimento do direito. Não é apenas necessário, mas também vantajoso que haja mando por um lado e obediência por outro; e todos os seres, desde o primeiro instante do nascimento, são, por assim dizer, marcados pela natureza, uns para comandar, outros para obedecer. Entre eles, há várias espécies de superiores ou de súditos, e o mando é tanto mais nobre quanto mais elevado é o próprio súdito...Numa palavra, é naturalmente escravo aquele que tem tão pouca alma e poucos meios que resolve depender de outrem...Ademais, o uso dos escravos e dos animais é mais ou menos o mesmo e tiram-se deles os mesmos serviços para as necessidades da vida.” - Aristóteles, em “A política”.

Chocado com o texto? Lembre-se que Aristóteles foi um dos pais da filosofia ocidental. O modelo mental dele e das pessoas que compartilhavam influenciou a humanidade por milênios. Por sinal, durante quase quatrocentos anos (de 1500 a 1888) boa parte da elite da sociedade que vivia no Brasil compartilhava o modelo mental “*ter escravos é necessário. Escravo é um bem que você pode possuir e fazer dele o uso que lhe aprouver*”.

Imagine que você compartilhasse esse modelo mental terrível. Você poderia passar toda a sua vida fazendo uso de escravos achando isso perfeitamente normal e aceitável. Afinal, quase todos os seus amigos abastados tinham escravos, você seria apenas mais um dentre eles. Você veria um escravo como um objeto, não como um ser humano. Você poderia viver à custa do trabalho escravo, poderia comprá-los e vendê-los, poderia matá-los caso fugissem, poderia se comportar como os demais senhores de escravos, sem o menor peso na consciência.

Mas modelos mentais mudam com o tempo, podem se tornar obsoletos. Vamos discutir um modelo mais atual. Imagine que você more em um país em que o uso de uma droga chamada cigarro fosse permitida. Que a maior parte da população compartilhasse o modelo mental “cigarro é uma droga lícita. Ele causa câncer e outras dezenas de problemas de saúde, mas você tem o direito de usá-lo ou não. E as empresas são livres para comercializá-lo”.



Faça de conta que você trabalhe em uma empresa que produza essa droga. Você sabe que o produto que você ajuda a criar irá causar a dependência química de milhares de pessoas, que o uso da droga vai causar câncer a muitas delas, vai destruir lares, vai causar dor e sofrimento inimagináveis. Mas a sua consciência poderá lhe levar a dizer “ora bolas, afinal o cigarro é uma droga lícita. Eu não obrigo ninguém a fumar, sou apenas parte do processo.”

Você poderia passar a vida toda trabalhando nessa empresa, comportando-se como os demais funcionários, talvez sem o menor peso na consciência.

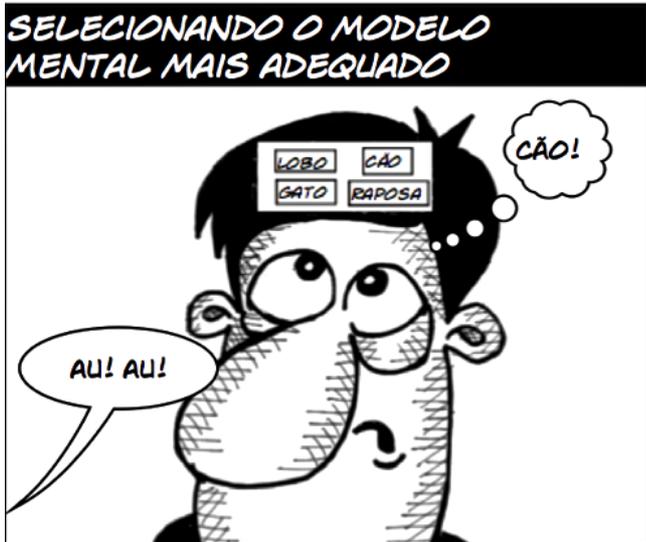
Estes dois exemplos nos fazem deduzir que sociedades podem compartilhar modelos

mentais. E o comportamento da sociedade reflete esses modelos. Seguindo essa linha de raciocínio podemos imaginar que existe todo um processo de criação de modelos mentais. Mas como seria esse processo? Será que as classes dominantes procuram fazer com que seus modelos mentais prevaleçam? Será que há todo um processo estruturado, organizado, de criação e compartilhamento de modelos mentais?

O processo de criação de modelos mentais

Wind descreve o processo de criação dos modelos mentais tomando como ponto de partida o modo como os bebês aprendem:

“A primeira tarefa das crianças é desenvolver a capacidade de discernir nesse emaranhado de sinais. Nos primeiros dois anos, parece que a maioria das crianças desenvolve essa capacidade. O processo é de entender de onde provém o estímulo e então classificar o sinal como caso mais específico de um padrão mais geral...Um rosto que paira acima do bebê é reconhecido como a mãe, mas então todos os rostos semelhantes são vistos como mãe até que o modelo seja refinado...À medida que os mundos internos da criança se tornam mais ricos, o mundo exterior vai regredindo...O desenvolvimento dos modelos mentais é, de certo modo, uma linha divisória entre a infância e a maturidade”- (Wind et. al., 2005)



De um modo caricatural poderíamos dizer que o nosso cérebro trabalha como um “arquivista disciplinado”, que, a partir dos estímulos externos, retira o “cartão” que ele ache que corresponda melhor à informação que vem do mundo exterior. Mas na verdade é mais ou menos isso que as nossas redes neurais fazem, reconhecer padrões. Mas como os modelos mentais são criados?

Alguns autores (Hartmann, 2004) (Wind et. al, 2005) afirmam que os

modelos mentais são criados por meio de influência dos outros, educação e treinamento, recompensas e incentivos, experiência pessoal e pela cultura onde nascemos. Nós somos influenciados pela nossa família, pelos nossos amigos e inimigos, pelos nossos professores, pelos colegas de trabalho, por veículos de comunicação (dentre eles, a televisão tem um papel muito importante), pelas redes sociais, pelas empresas, pelo governo em diversos graus e das mais diversas formas. Somos, enfim, influenciados por todo mundo o tempo todo!



Ao longo de nossa vida é bem provável que venhamos a nos cercar de pessoas que tenham modelos mentais semelhantes. Talvez você venha a concordar comigo que médicos, professores, engenheiros, advogados etc. acabem se cercando de pessoas com formações semelhantes pelo próprio exercício da profissão.

Por exemplo, ao ir trabalhar num hospital os médicos convivem com outros médicos da mesma especialidade e de outras especialidades, trocam informações,

experiências, participam de congressos, discutem casos clínicos a acabam influenciando

uns aos outros, trocando e refinando seus modelos mentais. É o que acontece também em inúmeras outras profissões. De uma certa forma, nós acabamos nos unindo a pessoas que tenham modelos mentais semelhantes.

Cultura e os modelos mentais

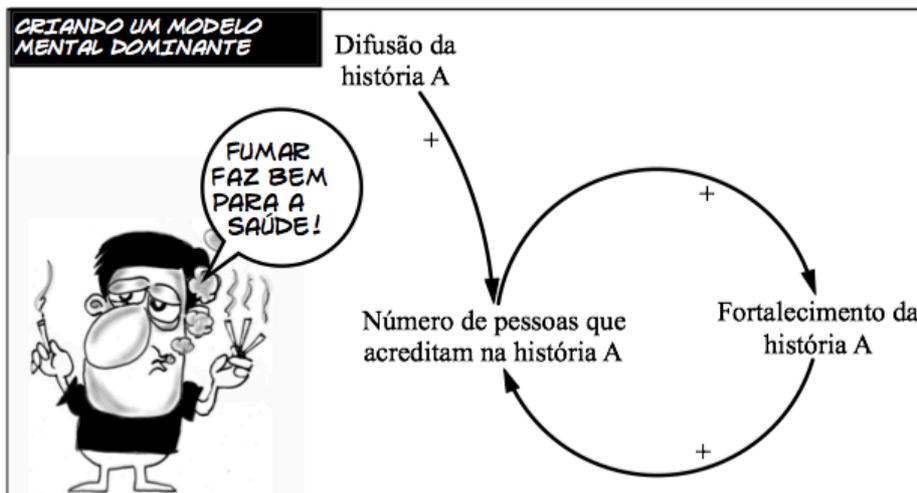
Há inúmeras definições para cultura. Dentre várias, eu gosto da definição de Hartmann (Hartmann, 2004), que diz:

“Cultura é o que um grupo de pessoas concorda em acreditar. Cultura pode ser saudável ou tóxica, solidária ou assassina. Cultura é feita de histórias” (Hartmann,2004)

Os modelos mentais compartilhados são essas histórias que as pessoas de uma determinada cultura acreditam.

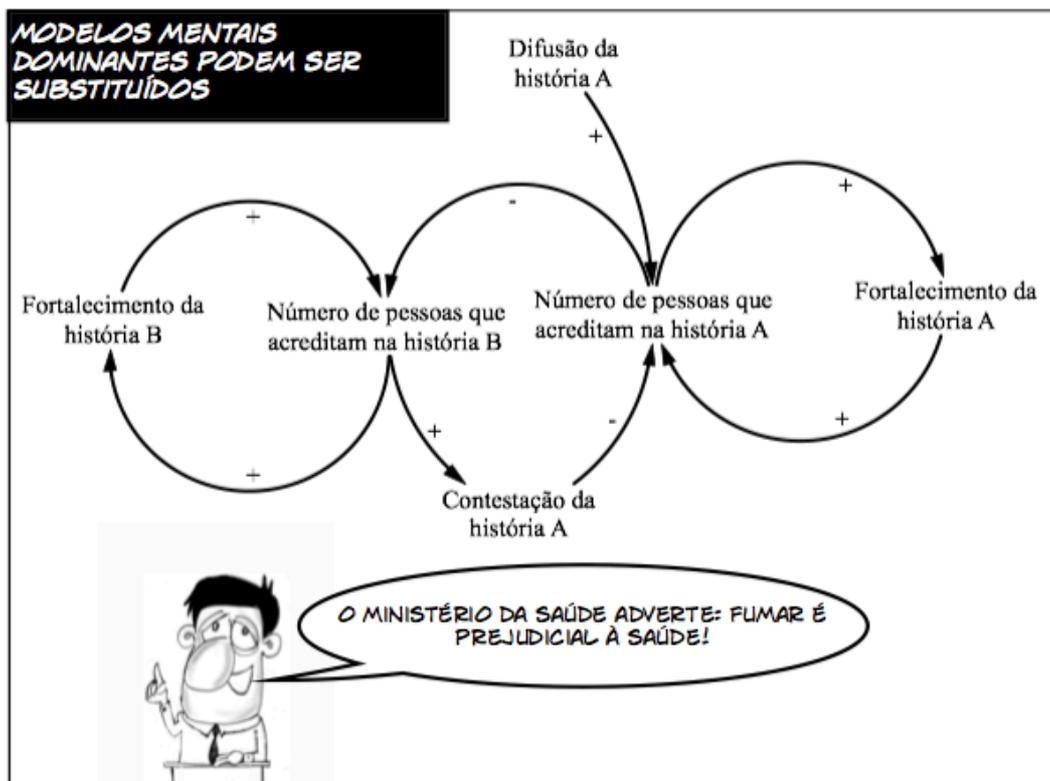


Os modelos mentais dominantes se alternam ao longo da história. No Brasil, por quatrocentos anos, o modelo mental dominante dava suporte à escravidão. Felizmente mudou. Mas como os modelos mentais se tornam dominantes em uma sociedade?



Tornam-se dominantes quando um determinado grupo os difunde pela sociedade, seja por convencimento, seja pelo uso de propaganda intensiva, seja pelo uso de violência e intimidação, seja pelo uso do terror, seja qual for a forma e consegue que um número crítico de pessoas passem a segui-los. Será que é preciso citar aqui movimentos tais como o nazismo, o fascismo e a segregação racial?

Mas quando os modelos mentais dominantes caem? Eles caem quando uma massa crítica de pessoas contesta o modelo atual, substituindo-o por outro.



Ao longo da história isso ocorreu várias vezes. Podemos citar o caso da luta contra a segregação racial nos EUA, o movimento de Gandhi pela libertação da Índia. Mas será que há modelos mentais dominantes que determinaram o rumo da história da humanidade por milênios?

Os modelos mentais e a história da humanidade, segundo Hartmann

Tom Hartmann (Hartmann, 2004), em seu livro “The last hours of ancient sunlight” faz uma análise interessante sobre os modelos mentais e como eles influenciaram o desenvolvimento da humanidade. O autor discute os modelos mentais dominantes do homem “pré-histórico”, aqueles que habitavam o nosso planeta de 200.000 anos até 7.000 anos atrás.

O modelo mental dominante era do coletor-caçador. O homem tinha preocupação em preservar o meio ambiente, pois dele dependia para sua sobrevivência. O mundo comportava um número muito menor de pessoas, número este que estava relacionado a energia solar que incidia sobre a terra. Em anos ensolarados, fartura, aumento populacional. Em anos mais frios, escassez, população menor. As tribos gozavam de independência política. As estruturas tribais eram igualitárias, ou seja, não havia hierarquias. Os recursos eram obtidos de fontes locais renováveis. As tribos respeitavam a identidade de outras tribos. O modelo mental daqueles povos poderia ser descrito como **“Nós somos parte do mundo, é nosso destino cooperar com o resto da criação** (Hartmann, 2004).”

Porém , por volta de 7.000 anos atrás, ocorre uma grande mudança. Surge a “revolução agrícola” que permitiu gerar excedentes de comida. Pela primeira vez parte da energia solar podia ser armazenada na forma de alimentos. Isso fez com que a população humana aumentasse. E fez também com que os mais fortes controlassem os estoques de alimentos. Há uma mudança no “modo de pensar”. As tribos não mais são independentes, as mais fortes passam a dominar as demais. Surgem as cidades-estados. A estrutura tribal muda, de igualitária para hierárquica. Os recursos não mais passam a ser obtidos em fontes locais renováveis. As fontes são exploradas à exaustão, levando ao aumento do comércio com nações igualmente poderosas ou a conquista das mais fracas. É o início das guerras genocidas entre as tribos. O modelo mental dominante muda, para algo do tipo **“Nós somos separados do mundo, nosso destino é dominá-lo.** (Hartmann, 2004).”

Esse novo modelo mental leva ao surgimento de impérios. Hartmann conta a saga dos Sumérios, o primeiro império conhecido. A Suméria se localizava na área onde hoje se situam a Síria, o Iraque e o Líbano, o chamado Crescente Fértil. Era uma área coberta por florestas. Os sumérios devastaram suas floresta para terem mais áreas para plantar.

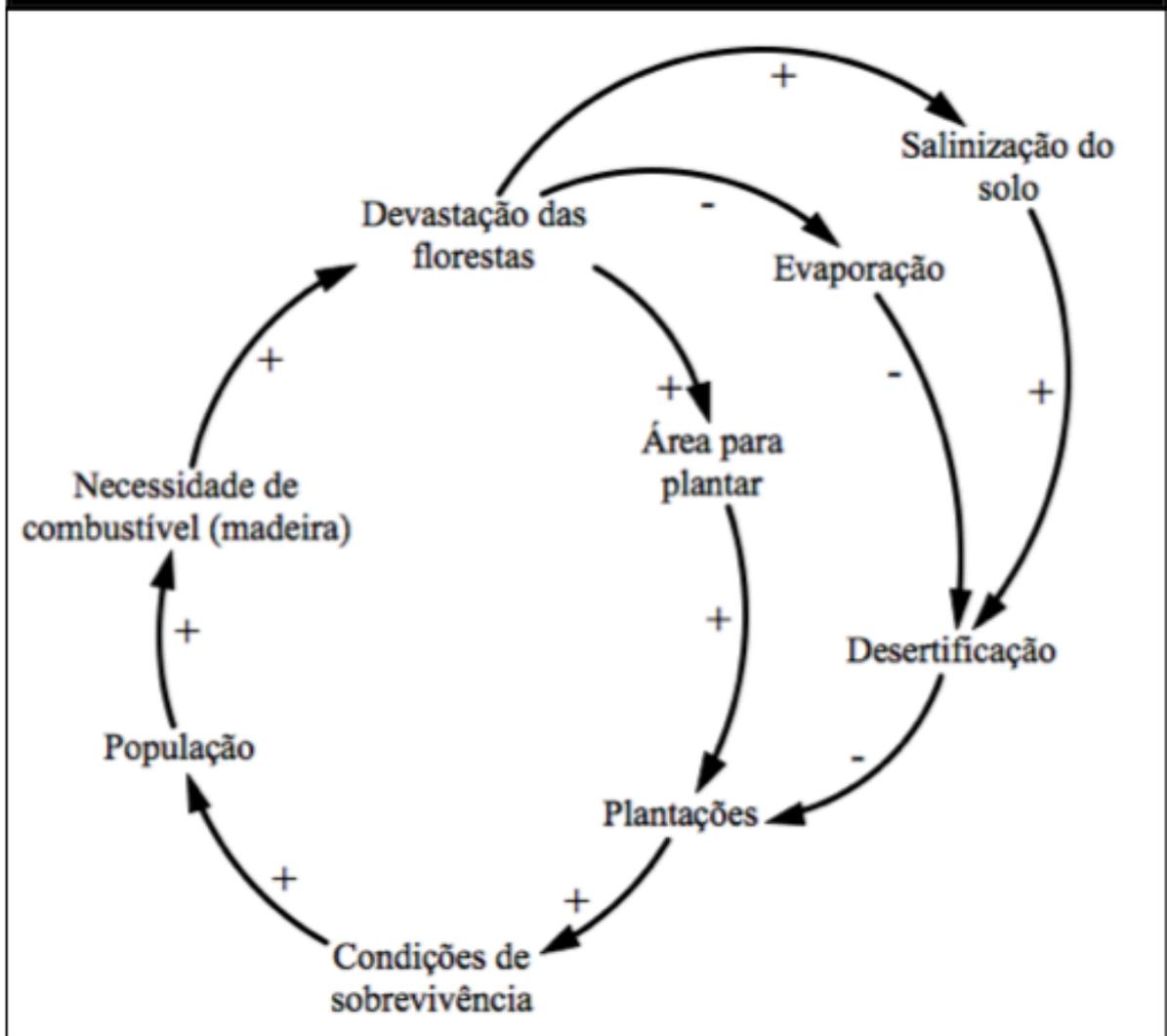
O sucesso das plantações dava mais condições de sobrevivência à população, que começou a aumentar. E quanto mais a população aumentava, maior a necessidade de combustível (no caso a madeira, que era usada para o preparo de comida e aquecimento) o que levava a mais destruição das florestas, o que levava a criar novas áreas para plantio, o que levava a mais plantações, o que fazia com que a população aumentasse...ou seja a um ciclo crescimento e devastação exponencial.

Mas a devastação das florestas levava ao aumento da salinização do solo. Por que isso? Porque as árvores desempenham um papel importante “bombeando” a água

salobra para camadas mais baixas do solo. Quando as árvores são cortadas a água salobra se aproxima da superfície, causando a salinização do solo que antes era fértil.

A devastação das florestas levava também a uma redução da água na atmosfera devido à evaporação das plantas, o que levava a desertificação, reduzindo as plantações. Note que as consequências da devastação das florestas não ocorrem imediatamente: os efeitos podem levar anos para ocorrer. Mas ocorrem. E ocorrem sempre.

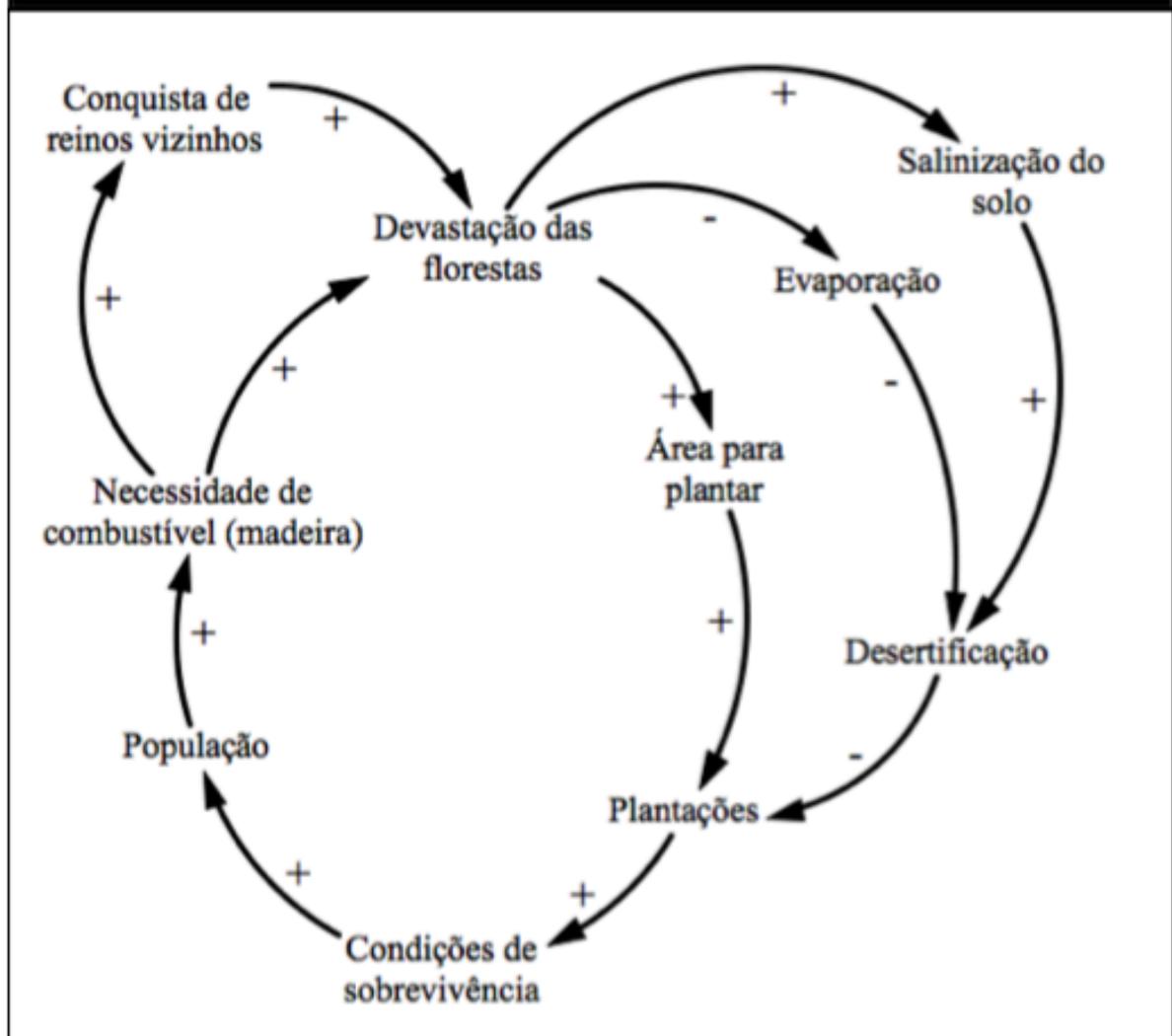
CONSEQÜÊNCIAS DA DEVASTAÇÃO



Como os Sumérios resolveram esse problema?

Conquistando os países vizinhos, devastando as florestas alheias. Isso funcionou muito bem até que não sobrou nada para devastar (ou o custo e as distâncias para se obter a madeira se tornaram proibitivos), levando ao colapso da Suméria.

CRESCIMENTO E CONQUISTA



Mas não foram apenas os sumérios que adotaram o modelo mental “crescimento baseado em conquista”. Os gregos também o fizeram. Os romanos também. Os mongóis, os portugueses, os ingleses, os franceses, os alemães, os japoneses, os russos e muitos outros povos procederam (e continuam procedendo) da mesma forma. A história da humanidade tem inúmeros exemplos de ciclos de crescimento e colapso de civilizações.

MODELO MENTAL DOMINANTE POR 7.000 ANOS

**A SOLUÇÃO É CRESCER E
DOMINAR!**



Mas nem todos os povos pensam desta forma. Culturas antigas (como a dos povos nativos da América do Norte e do Sul) viveram durante milênios compartilhando modelos mentais bem diferentes deste. Talvez o relato mais belo desses modelos mentais está descrito no discurso do Cacique Seattle, que transcrevo aqui. São apenas três páginas, talvez as mais importantes deste livro. Eu tomei a liberdade de usar a tradução feita pelo grupo da UFPA (Universidade Federal do Pará) e sublinhar algumas frases relacionadas aos modelos mentais.

Os modelos mentais de civilizações mais antigas: a carta do Cacique Seattle

Fonte: - Seattle Sunday Star, 29 de outubro de 1887 do articulista Henry Smith (tradução livre, feita pela equipe de Floresta Brasil, do Grupo de Permacultura da Universidade Federal do Pará)

(O discurso a seguir foi pronunciado pelo Cacique após a fala do encarregado de negócios indígenas do governo norte-americano haver dado a entender que desejava adquirir as terras de sua tribo Duwamish).

O pronunciamento do cacique Seattle

"O grande chefe de Washington mandou dizer que desejava comprar a nossa terra, o grande chefe assegurou-nos também de sua amizade e benevolência. Isto é gentil de sua parte, pois sabemos que ele não precisa de nossa amizade.

Vamos, porém, pensar em sua oferta, pois sabemos que se não o fizermos, o homem branco virá com armas e tomará nossa terra. O grande chefe de Washington pode confiar no que o Chefe Seattle diz com a mesma certeza com que nossos irmãos brancos podem confiar na alteração das estações do ano. Minhas palavras são como as estrelas que nunca empalidecem.



Como podes comprar ou vender o céu, o calor da terra? Tal idéia nos é estranha. Se não somos donos da pureza do ar ou do resplendor da água, como então podes comprá-los? Cada torrão desta terra é sagrado para meu povo, cada folha reluzente de pinheiro, cada praia arenosa, cada véu de neblina na floresta escura, cada clareira e inseto a zumbir são sagrados nas tradições e na consciência do meu povo. A seiva que circula nas árvores carrega consigo as recordações do homem vermelho.

O homem branco esquece a sua terra natal, quando - depois de morto - vai vagar por entre as estrelas. Os nossos mortos nunca esquecem esta formosa terra, pois ela é a mãe do homem vermelho. Somos parte da terra e ela é parte de nós. As flores perfumadas são nossas irmãs; o cervo, o cavalo, a grande águia - são nossos irmãos. As cristas rochosas, os sumos da campina, o calor que emana do corpo de um mustang, e o homem - todos pertencem à mesma família.

Portanto, quando o grande chefe de Washington manda dizer que deseja comprar nossa terra, ele exige muito de nós. O grande chefe manda dizer que irá reservar para nós um lugar em que possamos viver

confortavelmente. Ele será nosso pai e nós seremos seus filhos. Portanto, vamos considerar a tua oferta de comprar nossa terra. Mas não vai ser fácil, porque esta terra é para nós sagrada.

Esta água brilhante que corre nos rios e regatos não é apenas água, mas sim o sangue de nossos ancestrais. Se te vendermos a terra, terás de te lembrar que ela é sagrada e terás de ensinar a teus filhos que é sagrada e que cada reflexo espectral na água límpida dos lagos conta os eventos e as recordações da vida de meu povo. O rumorejar d'água é a voz do pai de meu pai. Os rios são nossos irmãos, eles apagam nossa sede. Os rios transportam nossas canoas e alimentam nossos filhos. Se te vendermos nossa terra, terás de te lembrar e ensinar a teus filhos que os rios são irmãos nossos e teus, e terás de dispensar aos rios a afabilidade que darias a um irmão.

Sabemos que o homem branco não compreende o nosso modo de viver. Para ele um lote de terra é igual a outro, porque ele é um forasteiro que chega na calada da noite e tira da terra tudo o que necessita. A terra não é sua irmã, mas sim sua inimiga, e depois de a conquistar, ele vai embora, deixa para trás os túmulos de seus antepassados, e nem se importa. Arrebata a terra das mãos de seus filhos e não se importa. Ficam esquecidos a sepultura de seu pai e o direito de seus filhos à herança. Ele trata sua mãe - a terra - e seu irmão - o céu - como coisas que podem ser compradas, saqueadas, vendidas como ovelha ou miçanga cintilante. Sua voracidade arruinará a terra, deixando para trás apenas um deserto.

Não sei. Nossos modos diferem dos teus. A vista de tuas cidades causa tormento aos olhos do homem vermelho. Mas talvez isto seja assim por ser o homem vermelho um selvagem que de nada entende.

Não há sequer um lugar calmo nas cidades do homem branco. Não há lugar onde se possa ouvir o desabrochar da folhagem na primavera ou o tinir das asas de um inseto. Mas talvez assim seja por ser eu um selvagem que nada compreende; o barulho parece apenas insultar os ouvidos. E que vida é aquela se um homem não pode ouvir a voz solitária do curiango ou, de noite, a conversa dos sapos em volta de um brejo? Sou um homem vermelho e nada compreendo. O índio prefere o suave sussurro do vento a sobrevoar a superfície de uma lagoa e o cheiro do próprio vento, purificado por uma chuva do meio-dia, ou recendendo a pinheiro.

O ar é precioso para o homem vermelho, porque todas as criaturas respiram em comum - os animais, as árvores, o homem.

O homem branco parece não perceber o ar que respira. Como um moribundo em prolongada agonia, ele é insensível ao ar fétido. Mas se te vendermos nossa terra, terás de te lembrar que o ar é precioso para nós, que o ar reparte seu espírito com toda a vida que ele sustenta. O vento que deu ao nosso bisavô o seu primeiro sopro de vida, também recebe o seu último suspiro. E se te vendermos nossa terra, deverás mantê-la reservada, feita santuário, como um lugar em que o próprio homem branco possa ir saborear o vento, adoçado com a fragrância das flores campestres.

Assim pois, vamos considerar tua oferta para comprar nossa terra. Se decidirmos aceitar, farei uma condição: o homem branco deve tratar os animais desta terra como se fossem seus irmãos.

Sou um selvagem e desconheço que possa ser de outro jeito. Tenho visto milhares de bisões apodrecendo na pradaria, abandonados pelo homem branco que os abatia a tiros disparados do trem em movimento. Sou um selvagem e não compreendo como um fumegante cavalo de ferro possa ser mais importante do que o bisão que (nós - os índios) matamos apenas para o sustento de nossa vida. O que é o homem sem os animais? Se todos os animais acabassem, o homem morreria de uma grande solidão de espírito. Porque tudo quanto acontece aos animais, logo acontece ao homem. Tudo está relacionado entre si.

Deves ensinar a teus filhos que o chão debaixo de seus pés são as cinzas de nossos antepassados; para que tenham respeito ao país, conta a teus filhos que a riqueza da terra são as vidas da parentela nossa.

Ensina a teus filhos o que temos ensinado aos nossos: que a terra é nossa mãe. Tudo quanto fere a terra - fere os filhos da terra. Se os homens cospem no chão, cospem sobre eles próprios.

De uma coisa sabemos. A terra não pertence ao homem: é o homem que pertence à terra, disso temos certeza. Todas as coisas estão interligadas, como o sangue que une uma família. Tudo está relacionado entre si. Tudo quanto agride a terra, agride os filhos da terra. Não foi o homem quem teceu a trama da vida: ele é meramente um fio da mesma. Tudo o que ele fizer à trama, a si próprio fará.

Os nossos filhos viram seus pais humilhados na derrota. Os nossos guerreiros sucumbem sob o peso da vergonha. E depois da derrota passam o tempo em ócio, envenenando seu corpo com alimentos adocicados e bebidas ardentes. Não tem grande importância onde passaremos os nossos últimos dias - eles não são muitos. Mais algumas horas, mesmos uns invernos, e nenhum dos filhos das grandes tribos que viveram nesta terra ou que têm vagueado em pequenos bandos pelos bosques, sobrarão, para chorar sobre os túmulos de um povo que um dia foi tão poderoso e cheio de confiança como o nosso.

Nem o homem branco, cujo Deus com ele passeia e conversa como amigo para amigo, pode ser isento do destino comum. Poderíamos ser irmãos, apesar de tudo. Vamos ver, de uma coisa sabemos que o homem branco venha, talvez, um dia descobrir: nosso Deus é o mesmo Deus. Talvez julgues, agora, que o podes possuir do mesmo jeito como desejas possuir nossa terra; mas não podes. Ele é Deus da humanidade inteira e é igual sua piedade para com o homem vermelho e o homem branco. Esta terra é querida por ele, e causar dano à terra é cumular de desprezo o seu criador. Os brancos também vão acabar; talvez mais cedo do que todas as outras raças. Continuas poluindo a tua cama e há de morrer uma noite, sufocado em teus próprios dejetos.

Porém, ao perecerem, vocês brilharão com fulgor, abrasados, pela força de Deus que os trouxe a este país e, por algum desígnio especial, lhes deu o domínio sobre esta terra e sobre o homem vermelho. Esse destino é para nós um mistério, pois não podemos imaginar como será, quando todos os bisões forem massacrados, os cavalos bravios domados, as brenhas das florestas carregadas de odor de muita gente e a vista das velhas colinas empanada por fios que falam. Onde ficará o emaranhado da mata? Terá acabado. Onde estará a águia? Irá acabar. Restará dar adeus à andorinha e à caça; será o fim da vida e o começo da luta para sobreviver.

Compreenderíamos, talvez, se conhecêssemos com que sonha o homem branco, se soubéssemos quais as esperanças que transmite a seus filhos nas longas noites de inverno, quais as visões do futuro que oferece às suas mentes para que possam formar desejos para o dia de amanhã. Somos, porém, selvagens. Os sonhos do homem branco são para nós ocultos, e por serem ocultos, temos de escolher nosso próprio caminho. Se consentirmos, será para garantir as reservas que nos prometestes. Lá, talvez, possamos viver o nossos últimos dias conforme desejamos. Depois que o último homem vermelho tiver partido e a sua lembrança não passar da sombra de uma nuvem a pairar acima das pradarias, a alma do meu povo continuará vivendo nestas floresta e praias, porque nós a amamos como ama um recém-nascido o bater do coração de sua mãe.

Se te vendermos a nossa terra, ama-a como nós a amávamos. Proteja-a como nós a protegíamos. Nunca esqueças de como era esta terra quando dela tomaste posse: E com toda a tua força o teu poder e todo o teu coração - conserva-a para teus filhos e ama-a como Deus nos ama a todos. De uma coisa sabemos: o nosso Deus é o mesmo Deus, esta terra é por ele amada. Nem mesmo o homem branco pode evitar o nosso destino comum.”

Alguns problemas que enfrentamos devido aos nossos modelos mentais

Vimos anteriormente que os nossos modelos mentais determinam nossas ações, o modo que nos comportamos. E este modo vem levando à destruição do nosso planeta. Curiosamente, poucas pessoas se dão conta da gravidade da situação. Estamos tão empenhados nas nossas ações para sobreviver que mal temos tempo para refletir sobre quais são as consequências do nosso modo de viver para o planeta (e, em última instância para nós mesmos!)

Seguem alguns dados sobre o estado atual do planeta (Hartmann, 2004):

Nos últimos 50 anos, foram destruídos	A cada dia
<ul style="list-style-type: none">• 50% dos manguezais• 50% das florestas• 80% das pastagens• 40% do solo agriculturável• 70% dos pesqueiros	<ul style="list-style-type: none">• 800.000 km² de floresta tropical são destruídos• 13 milhões de toneladas de lixo são geradas• 45.000 pessoas morrem de fome• 130 animais/plantas são extintos.

Vivemos em um cenário de crescimento exponencial da população mundial, de esgotamento de fontes de energia e destruição ambiental sem precedentes. Como mudar isso?

Só podemos mudar esse modo de agir se mudarmos antes a nossa forma de pensar, os nossos modelos mentais. Mudando nossa forma de pensar, podemos mudar a forma de pensar de outras pessoas. Se conseguirmos influenciar um número crítico de pessoas, podemos mudar os modelos mentais dominantes, o que levará as mudanças estruturais que se fizerem necessárias. Mas será que é fácil mudar os modelos mentais?

A GRANDES "SOLUÇÕES" QUE OLVIMOS SEMPRE



Modelos mentais são mais teimosos do que você imagina...

Demoramos para criar os nossos modelos mentais: há muita aprendizagem envolvida. Criá-los envolve tentativa e erro. E leva tempo, às vezes anos para criá-los.

Mas, uma vez que os criamos, eles passam a ser “parte” da gente.

Modificá-los se torna uma tarefa muito difícil. Afinal, abandonar um modelo mental é como abandonar uma parte do nosso corpo. Daí que se diz que eles são “teimosos” e “persistentes”. Mas será que é possível mudar os modelos mentais por meio da aprendizagem?



A difícil tarefa de se mudar os modelos mentais: as barreiras à aprendizagem

Como mudar os modelos mentais? Como mudar a forma que pensamos? Quais são as barreiras à aprendizagem? Diversos pesquisadores (Sternan, 2000), (Dörner, 1996) se debruçaram sobre este problema, procurando identificar cada uma. Não há um consenso sobre o assunto, é uma área de pesquisa em evolução. Neste item procurarei descrever as diversas barreiras conhecidas e como elas dificultam o processo de aprendizagem. As principais barreiras são:

Barreiras à aprendizagem (Ref. Sternan, 2000)

- 1) Falha em antecipar os efeitos colaterais e de longa duração
- 2) Dificuldade em lidar com atrasos
- 3) Falta de compreensão das não linearidades presentes em sistemas
- 4) Ação dos filtros mentais: generalização, eliminação e distorção

Falha em antecipar os efeitos colaterais e de longa duração

Para tornar a nossa explicação bem clara, vamos nos recordar dos exemplos que apresentamos nos capítulos anteriores. Mao não conseguia entender que acabar com os pardais levaria a uma explosão de insetos. Os legisladores americanos não conseguiam

antecipar que a proibição da comercialização de bebidas levaria ao crescimento do contrabando. A top model não conseguia entender que tentar proibir a divulgação do vídeo levaria a uma divulgação ainda maior. Os dirigentes chineses não imaginavam que a política do filho único levaria ao desequilíbrio entre o número de homens e mulheres.

Os processos de tomada de decisão estão intimamente ligados aos nossos modelos mentais. **O problema todo reside no fato de que nem sempre os nossos modelos mentais levam em conta os intrincados relacionamentos entre as diversas variáveis do mundo real.** A ação sobre uma variável pode resultar, como consequência, em uma série de alterações em outras variáveis não diretamente relacionadas. Nós estamos acostumados a atacar rapidamente o problema mais próximo, aquele que nos incomoda mais, sem perder muito tempo analisando os possíveis desdobramentos (os chamados “efeitos colaterais”).

As ações que foram tomadas em Fernando de Noronha para reduzir a quantidade de ratos ilustram bem esse fato. Por que a população de pássaros estava diminuindo? Ora, porque os ovos eram comidos pelos ratos!

Como, então, tentou-se resolver o problema? Introduzindo-se um predador, no caso, o calango (um tipo de lagarto). Quem tomou a decisão deve ter pensado *“Calangos comerão os ratos, que comem os ovos das aves. Basta introduzir os calangos que a população de pássaros voltará a crescer”*



Em momento algum se levou em consideração efeitos colaterais, em momento algum se pensou que os calangos também poderiam vir a comer ovos.

Melhores decisões são tomadas quando se analisa um problema não apenas como sendo uma sequência linear de causas e efeitos, e sim quando se consideram os diversos relacionamentos entre as variáveis envolvidas.

Dificuldade de lidar com atrasos

Quando uma ação é tomada em um sistema, a resposta pode não ser imediata. Quando você toma um medicamento a ação do remédio pode demorar horas para se fazer sentir. Se você for afoito acabará pensando que o remédio não fez efeito e acabar tomando mais uma dose, o que pode ser prejudicial à sua saúde. Se um timoneiro mover o timão de um super-petroleiro, digamos para uma guinada de 30 graus a boreste, o navio pode levar minutos para mudar o curso. Caso ele fique afoito poderá mover o timão além do ponto ideal para a guinada. Assim como o corpo humano, o navio também tem inércia. Inércia é uma característica presente em muitos sistemas.



A questão é que às vezes não conseguimos lidar bem com os atrasos decorrentes dessa inércia.

Quando os Sumérios devastaram suas florestas levaram algumas décadas para que ocorresse o processo de desertificação. E, quando ocorreu, provavelmente não foi associado à ação tomada décadas atrás.

Hoje em dia vivemos um processo de devastação ambiental sem precedentes. Alguns efeitos já podem ser sentidos, mas porém as conseqüências podem levar décadas para ocorrer. Pode ser que o resultado da ação tomada por nós venha a trazer conseqüências para nossos netos.

Falta de compreensão das não linearidades presentes em sistemas

Os seres humanos têm uma grande dificuldade em entender problemas não lineares. Vamos dar um exemplo disso. Nas minhas aulas costumo fazer a seguinte pergunta aos alunos- *“se vocês dobrarem uma folha de papel de comprimento infinito, de 1 milímetro de espessura, 30 vezes, qual vai ser a altura do monte de papel gerado?”*



A maior parte dos alunos diz que o monte gerado nem chegará ao teto da sala. O raciocínio deles é mais ou menos o seguinte:

“Na primeira dobra temos dois milímetros, na segunda apenas 4 milímetros, logo na trigésima dobra o monte deve ter uns dois metros no máximo.”

Será que a resposta está correta? Temos a tendência de linearizar problemas não lineares.

Na verdade, na trigésima dobra teremos “apenas” 1.073.741 mm, que é aproximadamente a distância entre São Paulo e o Rio Grande do Sul...

Vários dos maiores problemas que enfrentamos hoje em dia tem características de sistemas não lineares. A dinâmica da economia mundial, baseada em consumo crescente de recursos não renováveis é um exemplo disso. O professor Bartlett (Bartlett,2004) dá um exemplo claro do que isso significa. Imagine que o consumo de petróleo cresça a uma taxa de 7% ao ano. O que isso significa? Significa que o consumo dobra a cada 10 anos. Será que isso é um problema?

Década	Consumo mundial em bilhões de barris por década
1920	58 bilhões de barris
1930	117 bilhões de barris
1940	234 bilhões de barris
1950	468 bilhões de barris
1960	937 bilhões de barris
1970	1.875 bilhões de barris
1980	3.750 bilhões de barris
1990	7.500 bilhões de barris
2000	15.000 bilhões de barris
2010	30.000 bilhões de barris

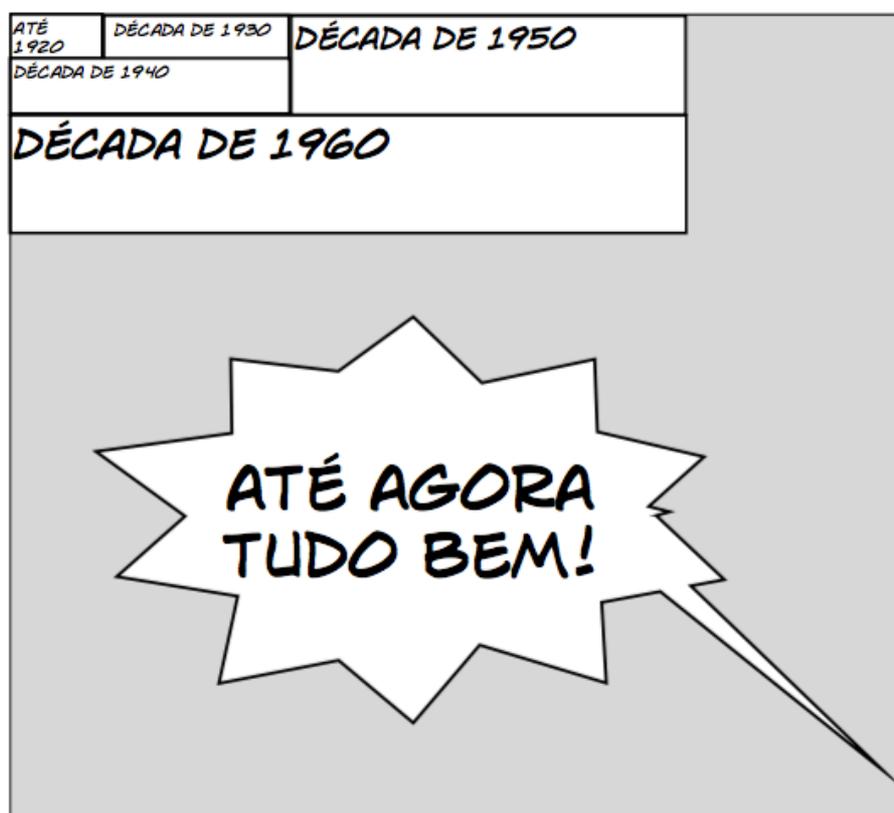
Note que a cada década se **consome mais do que a soma do que foi consumido em todas as décadas anteriores!**

Por exemplo, o consumo da década de 1940 é maior que a soma das décadas de 1920 e 1930. Em outras palavras $234 > 58 + 177$. O mesmo vale para as décadas posteriores. Portanto o consumo na década de 2010 é maior do que tudo o que foi consumido pela humanidade desde quando a primeira gota de petróleo foi extraída em 1859 do poço de Titusville!

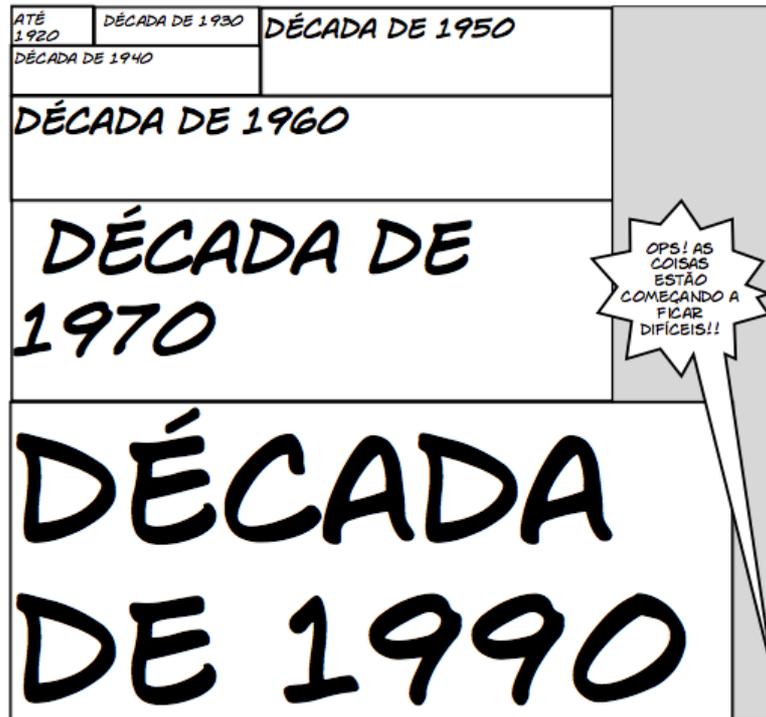
Isso porque $30.000 > 15.000 + 7.500 + 3.750 + \dots$ até a década de 1860. Meadows (Meadows et al, 2004), explica o mesmo problema usando uma seqüência de figuras, que reproduzo a seguir. A superfície em cinza representa a quantidade de locais para prospecção e os retângulos em branco as áreas prospectadas. Desde 1860 até 1920 a humanidade não via problema algum em encontrar petróleo...



As décadas se sucedem, a demanda aumenta exponencialmente. Como todo crescimento exponencial, as dobras iniciais parecem não trazer problema algum...



Mas o crescimento exponencial é implacável...



Isso significa que, para manter o nível de crescimento no consumo, temos que descobrir uma quantidade maior do que tudo o que foi descoberto até o presente momento, o que é um absurdo total. É um problema terrível que em breve, muito breve, teremos que lidar.



Ações dos nossos filtros mentais (generalização, eliminação e distorção)

Constantemente recebemos um número enorme de estímulos, tais como sons, imagens, odores, sensações térmicas etc. Como seria a nossa vida se não conseguíssemos filtrar um pouco da quantidade de informação que recebemos? Imagine dirigir em um

trânsito complicado como o de São Paulo, prestando atenção a todos os estímulos que recebemos: o som da buzina do carro ao lado, a indicação do velocímetro, o ir e vir dos pedestres pelas ruas, os gritos dos ambulantes...Se déssemos a todos esses estímulos o mesmo grau de importância, provavelmente não conseguiríamos dirigir.

Para lidar com tantas informações que advêm do mundo real, nós desenvolvemos “filtros mentais” que nos possibilitam interagir melhor com o mundo à nossa volta (Chung, 2002). Os estudiosos em programação neurolinguística afirmam que o nosso filtro mental é composto de três grandes mecanismos chamados de **generalização**, **eliminação** e **distorção**. **Generalizar** nada mais é do que estender um conceito, que é válido para uma determinada situação para diversas outras situações semelhantes. A **eliminação** permite que nos concentremos em determinados aspectos de uma situação, ignorando os demais. Já dizia Einstein que “a medida é um ato de seleção”. Seleccionamos aquilo que desejamos ver. E nem sempre o que seleccionamos é realmente o mais adequado. A **distorção**, que faz com que, a partir de uma experiência, criemos fantasias sobre ela (Chung, 2002).



Como eliminar essas barreiras à aprendizagem? Uma forma de romper essas barreiras é utilizar “mundos virtuais” para aprender.

Mundos virtuais

Podemos, por meio do uso de diversas ferramentas (sejam elas computacionais ou não) criar modelos de sistemas. Uma vez criados esses modelos, podemos submetê-los a diversas condições e analisar o seu comportamento. A criação de modelos é algo muito antigo na engenharia. O que é relativamente novo é a criação de modelos para simular dinâmicas presentes em problemas de gestão e tomada de decisão.

Modelos podem ser criados para simular ações tomadas por gerentes de projetos, para simular estratégias corporativas, para avaliar os efeitos da ação do homem na natureza, para avaliar cenários futuros e para ajudar na tomada de decisão. Usando-se modelos podemos acelerar o nosso processo de aprendizagem, mudar os nossos modelos mentais ou substituí-los por modelos mentais mais adequados. Recentemente



foi publicado um artigo na Folha de São Paulo, intitulado “Quanto custa educar nossos governantes?”. O artigo cai como uma luva ao ponto que estamos estudando:

– “A educação de um presidente é caríssima. É feita com a caneta na mão, sem o benefício de “simuladores”, aqueles sofisticados aparelhos que ajudam a treinar pilotos.

O resultado é o aumento do risco, quer de desastres ou, quase igual, de oportunidades perdidas, que custam muitos bilhões.

Presidentes têm custado muito ao Brasil. Presidentes também aprendem.

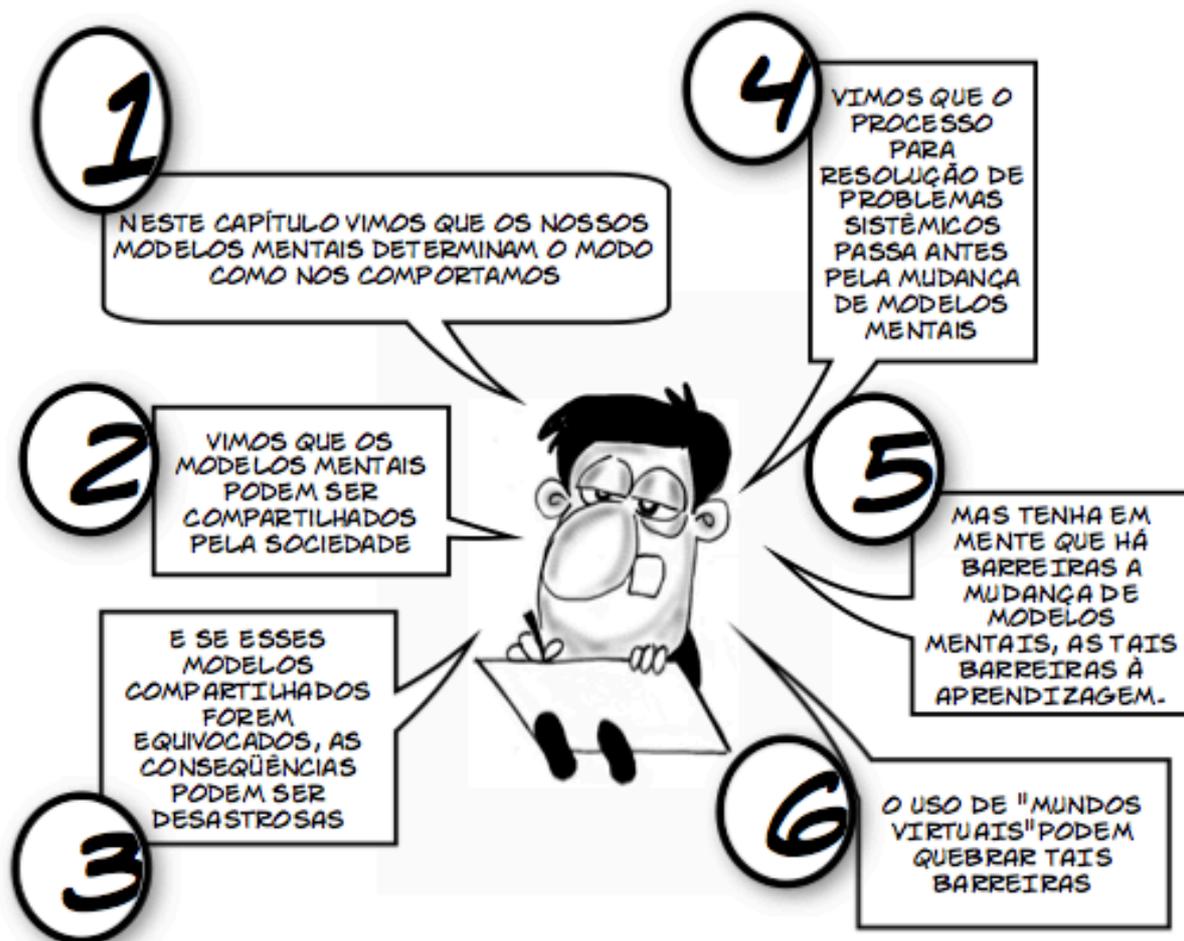
Lentamente. Por dois motivos o aprendizado presidencial é lerdo. A primeira razão, óbvia, é que ninguém lhes terá avisado para ficar de olhos bem abertos. Pelo contrário: o deslumbramento do cargo e o incensamento do ego turvam a visão, prejudicando a percepção e o

processamento das experiências. Daí ser tão comum a frase presidencial: “Eu, de fato, não sabia” –

Paulo Rabello de Castro, Folha de São Paulo, 25/10/2006

Nos próximos capítulos estudaremos ferramentas de modelagem de sistemas que nos permitirão explicitar nossos modelos mentais, tornando-os possíveis de serem entendidos e compartilhados.

Idéias principais do capítulo



Capítulo 3– Sistemas

Mas o que são sistemas? Há várias definições.

“*Sistema é um conjunto de coisas conectadas que produzem o seu próprio padrão de comportamento ao longo do tempo*”- (Meadows,2000).

“*Sistema é um conjunto de objetos (elementos, partes(inter-relacionados) que tem certas propriedades:*

- 1) *realizam uma certa função (propósito)*
- 2) *tem uma estrutura*
- 3) *perde a sua identidade se a sua integridade é destruída*” (Bossel, 2007).

“*Sistema é um conjunto de elementos inter-relacionados, interconectados e que formam um todo complexo.*” (Sterman,2000).



A sua família é um sistema. A sua empresa também é.

O time de futebol para o qual você torce é um sistema.

O conjunto de times de futebol que competem pelo campeonato brasileiro também é um sistema.

A sociedade humana é um sistema, composto de milhares e milhares de sistemas, tais como empresas, órgãos públicos, escolas, associações, clubes, partidos políticos, cidades, nações etc.

E a sociedade humana faz parte de outro sistema, o planeta Terra, que por sua vez faz parte de um sistema maior, o Universo.

Note que nem sempre o propósito de um sistema é um propósito humano.



Componentes de um sistema

Um sistema é composto por **elementos, interconexões e propósitos**. Vamos estudar um sistema que nos é bastante familiar, o nosso corpo. Quais seriam os elementos do nosso corpo? Sim, todos os componentes do corpo humano são seus



elementos. As interconexões são os relacionamentos que mantém os elementos unidos (Meadows, 2000). As interconexões podem ser **fluxos físicos e fluxos de informações**. Por exemplo, o fluxo de sangue é um fluxo físico. Já o fluxo de comandos enviados pelo nosso cérebro seria um exemplo de fluxo de informações.

Qual seria o propósito do sistema, ser humano? Dar origem a outro ser humano? Ser feliz? Acumular o máximo possível de

dinheiro e bugigangas?

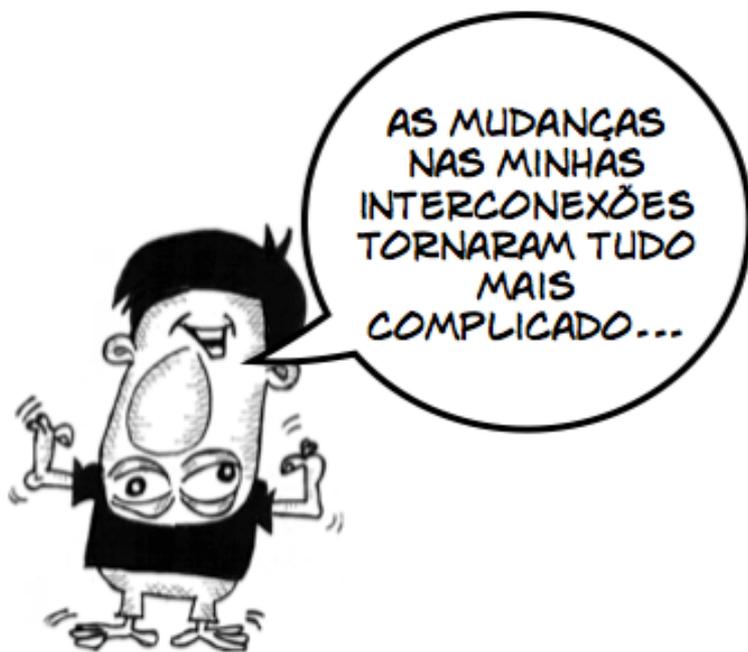
Donella (Meadows, 2000) faz uma consideração importante sobre propósito de um sistema:

“O propósito de um sistema é difícil de ser notado. A função ou propósito de um sistema não é necessariamente dito ou escrito ou expressado explicitamente. Propósitos podem ser deduzidos do comportamento, e não da retórica e nem de metas definidas” (Meadows, 2000).

Mudanças nos componentes de um sistema

Que mudanças nos componentes levam a maiores modificações em um sistema?

Se mudarmos apenas os elementos de um sistema, mantendo as interconexões e propósitos, pouco se mudará. Imagine por exemplo um sistema como o Congresso Nacional. A cada ano vários parlamentares vão embora e novos entram no sistema. Porém as interconexões e propósitos do Congresso não se alteram, conseqüentemente essa



mudança de pessoas mal se faz sentir.

Por outro lado, se mudarmos as interconexões o sistema é muito alterado. Imagine como seria o Congresso Nacional se fossem mudadas todas as regras de operação da casa? Imagine como seria o jogo de futebol se mudássemos as regras do jogo?

Alterar o propósito de um sistema causa as mudanças mais dramáticas. Imagine que, ao invés de buscar trazer apenas o

benefício aos seus acionistas as empresas almejassem trazer benefícios à sociedade? Se ao invés de apenas buscar benefícios pessoais os políticos procurassem melhorar as condições de vida de seus eleitores?

Assistindo a uma entrevista do cartunista Angeli, ouvi uma das mais claras definições do que é o sistema político brasileiro.

“O grande personagem da política brasileira é o sistema político. Não é exatamente um senador ou o senado. É uma coisa que vem lá do império, formas de governar. Dom Pedro distribuía cargo prá comprar as pessoas. E isso se faz na política da mesma forma até hoje. É aquilo que propicia a existir

corrupção, desvio de dinheiro público. Não é exatamente o político, o político entra lá e vê tudo pronto. Ele fala “ah, eu vou mexer aqui, corromper ali, deturpar lá”. Tá tudo prontinho, quando ele entra ali o esquema tá pronto. É o sistema político que proporciona isso tudo”- Angeli, entrevista na internet à Trip.

Na entrevista citada, Angeli deixa bem claro que a estrutura do sistema determina o padrão de comportamento. Peter Senge já dizia isso em seu livro, a Quinta Disciplina:

“Quando submetidos a mesmas estruturas de um sistema, pessoas, mesmo com perfis diferentes, tendem a produzir resultados semelhantes”- (Senge,1990)

Sistemas e comportamentos

A estrutura de um sistema determina o seu comportamento.



Assim como a estrutura de uma mola determina o modo que ela se comporta quando submetida a uma ação externa, a estrutura de uma empresa determinará o modo como ela irá se comportar quando submetida a uma ação externa (como por exemplo, a ação de uma empresa competidora). O mesmo vale para cidades, para países, para o corpo humano. Daí podemos pensar que **muitos dos problemas que os sistemas enfrentam é devido à sua própria estrutura**. Veja o problema do trânsito da cidade de São Paulo. De quem é a culpa? Do prefeito, do governador, dos motoristas, da indústria automobilística? O que causa o problema é a estrutura da cidade, que foi construída para priorizar o uso de automóveis. Essa estrutura leva aos congestionamentos. Evidentemente que muita gente, ao longo de décadas, ajudou a criar essa estrutura. Mas

o prefeito atual (seja qual for) certamente não é o responsável pelo problema, ele pode apenas agravá-lo ou minorá-lo com suas ações. Em outras palavras, o problema da cidade está enraizado na sua estrutura interna.

Características de Sistemas

Sterman (Sterman, 2000) cita algumas características fundamentais presentes na maioria dos sistemas complexos:

- *São dinâmicos*: ou seja, mudam de estado com o tempo.
- *São altamente acoplados*: As partes estão conectadas entre si e interagem fortemente.
- *São governados por retroalimentação*: as ações tomadas por um agente tem repercussões que podem influenciar aquele que as tomou.
- *Não linearidade pode estar presente*: o efeito pode ser desproporcional à causa.
- *O estado atual de um sistema depende dos estados anteriores*: as ações tomadas no passado podem influenciar o estado atual do sistema.
- *A estrutura interna do sistema determina o seu comportamento*: a forma como os diversos subsistemas estão ligados determina como o sistema se comportará.
- *O comportamento de sistemas pode ser contra-intuitivo*: O resultado de uma ação realizada pode trazer resultados opostos aos esperados.
- *A complexidade dos sistemas pode superar a nossa capacidade de entendê-los*: temos dificuldade de entender as relações entre causa e efeito, ainda mais quando há distância temporal entre uma coisa e outra.
- *As respostas de curto prazo de um sistema a uma intervenção podem diferir substancialmente das respostas de longo prazo*: ações de curto prazo podem trazer benefícios iniciais e malefícios de longo prazo, e vice-versa.



O propósito de um sistema e o propósito de suas partes...

Donella faz uma observação interessante sobre propósito de sistemas:

“Um dos aspectos mais frustrantes de um sistema é que os propósitos de suas unidades somados podem levar a um resultado que ninguém quer. Tudo e todos em um sistema podem atuar diligentemente e racionalmente e o resultado pode ser perfeitamente terrível” (Meadows, 2000).



Pense na indústria das bebidas, ou na indústria do cigarro. Quem gostaria de ter seu filho alcoólatra, ou atropelado por um motorista bêbado? Quem gostaria de morrer de câncer do pulmão, devido ao uso do cigarro?

Mas isso não ocorre apenas nas indústrias. Ocorre em muitos sistemas. Como por exemplo, nas escolas. Outro dia tive uma conversa com um professor de uma escola de engenharia bastante famosa no Brasil. Ele me disse o seguinte:

“João, antigamente os professores de engenharia desta escola eram engenheiros com muita experiência prática. A escola procurava trazer para seus quadros de professores, profissionais que sabiam criar produtos. Tínhamos ótimos educadores provenientes da indústria automobilística, da construção civil. Os estudantes que se formavam aqui eram muito requisitados pelo mercado. De alguns anos para cá, tudo mudou.



Os professores passaram a ser selecionados tão somente pela sua formação acadêmica.

Passamos a selecionar como professores engenheiros que tivessem doutorado e muitos artigos publicados.

Curiosamente, professores com esse perfil têm um currículo brilhante, porém quase nenhuma experiência prática!

Eles sabem escrever artigos científicos de qualidade, mas não tem prática de engenharia. E isso é terrível. Como ensinar a projetar um carro se você nunca projetou na prática? Como ensinar a desenvolver um sistema de software complexo se você jamais programou? Experiência prática também é importante!

Conclusão, hoje algumas professores de engenharia que formam nossos engenheiros não são bem engenheiros e sim teóricos da engenharia. E nossos alunos acabam tendo o mesmo perfil..."

Pensamento Sistêmico

Há inúmeras definições para pensamento sistêmico, desde as mais concisas como a de Sterman (2000)

“A habilidade de ver o mundo como um sistema complexo, em que tudo está conectado a tudo”

até algumas um pouco mais detalhadas como a de Senge (1990):

“O pensamento sistêmico é uma disciplina para ver o todo. É um quadro referencial para ver inter-relacionamentos, ao invés de eventos; para ver os padrões de mudanças ao invés de “fotos instantâneas”. É um conjunto de princípios gerais – destilados ao longo do século 20, abrangendo campos tão diversos quanto as ciências físicas e sociais, a engenharia e a administração. É também um conjunto de ferramentas e técnicas específicas, originárias de duas linhas de pensamento: a dos conceitos de feedback da cibernética e a da teoria do ‘servomecanismo’ da engenharia, datadas do século 19.”

Eventos, padrões e estrutura de sistemas

Evento é um acontecimento pontual. Por exemplo, o horário em que você chega a uma aula na faculdade é um evento. Se anotarmos uma sequência de eventos temos um **padrão**. Podemos criar um gráfico, mostrando o horário que você chega às aulas a cada dia da semana. Digamos que você sempre chegue atrasado(a) nas aulas de segunda e sexta, porém nos demais dias você consiga chegar a tempo.

Para entendermos o porquê deste padrão devemos descobrir qual a **estrutura do sistema** responsável por ele. Imagine que, na cidade onde você mora, segunda e sexta sejam os dias da semana em que o trânsito é mais carregado. Portanto, a estrutura do sistema, no caso cidade, causa o trânsito que impede que você chegue no horário. Vamos exemplificar estes conceitos por meio da história a seguir.

O mistério de Piracicaba

**Obs: o texto a seguir é baseado em um texto de Dietrich Döner (Döner, 1998).*

Eis que Rafael e Flavinha compraram um sítio, nos arredores de Piracicaba. Rafael resolveu construir um tanque para criar peixes ornamentais. Como o espaço que dispunha era um tanto limitado, resolveu construí-lo com as dimensões (comprimento e largura) um pouco menores que o habitual. Para compensar o pouco espaço fez o tanque um pouco mais profundo. Ele imaginava que dessa forma os peixes ficariam felizes, tendo bastante espaço para nadar e procriar. Feito o tanque, encheu-o de água, caprichosamente colocou cascalhos no fundo, introduziu belas plantas aquáticas e várias carpas coloridas. Toda manhã levava seu filho Dioguinho para observar os peixes. Os meses passaram e o tanque começou a emitir um cheiro fétido. Os peixes começaram a morrer. Rafael, atônito, esvaziou o tanque e jogou fora os peixes, as plantas e os cascalhos. “Os peixes devem ter contraído alguma doença” – ele pensou. Lavou bem o tanque, deixou-o exposto ao sol por alguns dias e resolveu substituir tudo: água, peixes, plantas e pedregulhos. Alguns meses passaram e problema voltou. Rafael não sabia bem o que fazer e discutiu o problema com sua esposa Flavinha.

“– Olha Rafael, acho que o problema é a profundidade do tanque, a água não está circulando de uma forma adequada. Eu acho que a água no fundo não tem muito oxigênio, o que leva à proliferação de bactérias anaeróbicas que são altamente tóxicas, o que acaba levando à morte dos peixes...”

Rafael coçou a cabeça. Se Flavinha tivesse razão, o que ele deveria fazer para solucionar o problema?

Refleta sobre o texto em questão. Identifique os eventos, o padrão de comportamento e a estrutura do sistema responsável por esse padrão. O que Rafael poderia fazer para resolver de vez o problema?

Principais Pontos



Capítulo 4– Ferramentas para modelagem de sistemas

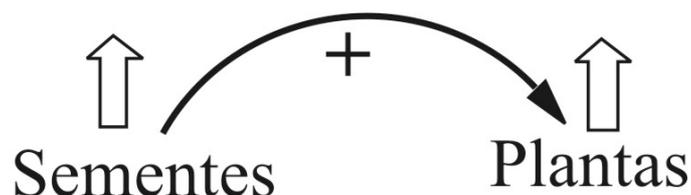
Neste livro abordaremos algumas ferramentas usadas para modelar sistemas complexos, as relações causais (positivas e negativas), ciclos (positivos e negativos), estoques e fluxos. Tais ferramentas são oriundas do trabalho pioneiro de Jay Forrester (Forrester, 1961) e vem sendo aperfeiçoadas por grupos de pesquisa, sendo o mais atuante e influente o **MIT System Dynamics Group**, liderado atualmente por Sterman.

Eu costumo fazer uma analogia entre o processo de criação de modelos para representar sistemas com o processo de criação de uma casa. Primeiro precisamos entender o que são os “tijolos”, as **relações causais**. Os **ciclos positivos e negativos** são construídos a partir das relações causais, assim como os muros de uma casa são criados a partir dos tijolos. Os **mapas sistêmicos** são formados a partir dos ciclos positivos e negativos, da mesma forma que uma casa é estruturada pelas suas paredes. O processo que seguiremos será gradual, discutiremos cada uma das ferramentas detalhadamente e realizaremos alguns exercícios como treinamento.

Relações causais

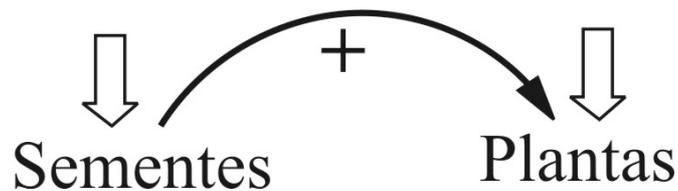
Relações causais (ou relações de causalidade) são utilizadas para se mostrar o relacionamento entre duas variáveis, a **causa** e o seu **efeito**. São representadas graficamente por uma seta e um sinal. Há dois tipos de relações de causalidade: as relações positivas e negativas.

A **relação de causal positiva** é identificada por uma seta e sinal positivo. Sterman (Sterman, 2000) define, de um modo bastante preciso, que uma relação causal positiva indica “que **se** ocorrer um **aumento na causa** o **efeito** também **aumentará acima do que aumentaria** caso tal aumento não ocorresse e vice-versa”. Ou seja, **se** ocorrer um **decréscimo na causa** o **efeito** também **diminuirá abaixo do que diminuiria** caso tal decréscimo não ocorresse”. Confuso? Observe a figura a seguir que mostra a relação causal entre “sementes” e “plantas”. Digamos que um agricultor normalmente plante 10 sementes em sua fazenda. Se ele aumentasse para 20 sementes o número de plantas nascidas poderia aumentar para 20. Ou seja, *a referência é a situação anterior*.



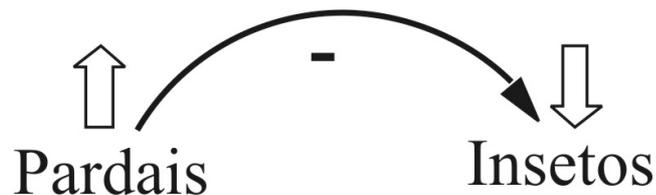
Por outro lado, se diminuirmos o número de sementes, número de plantas que

nascera será menor do que o número de plantas que nasceriam **se não houvessemos realizado** tal redução!

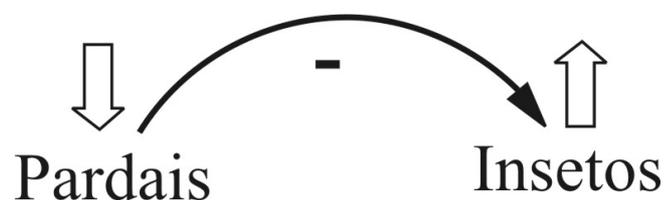


Resumindo, uma relação de causalidade positiva é representada por uma seta que liga duas variáveis e tem sinal “+” ao lado. A relação de causalidade positiva mostra um **relacionamento diretamente proporcional**.

Já a relação de causalidade negativa mostra exatamente o contrário. Ela mostra um relacionamento **inversamente proporcional**. A **relação de causalidade negativa** é identificada por uma seta e um sinal negativo sobre ela. Como salienta Sterman (Sterman, 2000) “uma relação causal negativa indica que **se** ocorrer um **aumento na causa, o efeito diminuirá abaixo do que diminuiria** caso tal aumento não ocorresse e vice-versa”. Imagine a relação entre pardais e insetos. **Se** o número de pardais aumentasse para um valor maior do que o usual, o número de insetos seria reduzido para um número menor do que o que existiria com a quantidade usual de pardais.



A recíproca também é verdadeira: caso o número de pardais diminua, o número de insetos aumentará para um valor maior do que ocorreria caso o número de pardais não diminuísse



Resumindo: uma relação causal negativa é representada por uma seta que liga duas variáveis e tem sinal “-” ao lado. A relação de causalidade negativa mostra um **relacionamento inversamente proporcional**.

Algumas pessoas acham isso um pouco confuso, mas na verdade não tem nada de confuso. Estamos sempre analisando variações, se as variações serão no mesmo sentido ou se serão em sentidos opostos.

Para criar uma relação causal, considere **apenas** as duas variáveis em questão, não se preocupe com as demais variáveis que poderiam influenciar as duas. Nos exemplos anteriores, alguns alunos observam “*mas professor, não necessariamente aumentando as sementes aumentarão as plantas. Devemos considerar também os fertilizantes, o solo, o clima etc.*”.

De fato, essas variáveis são importantes e serão levadas em conta quando formos criar um modelo completo. Mas para criar as relações causais analise apenas a relação entre duas variáveis de cada vez. As relações causais entre estas variáveis e as demais serão acrescentadas gradualmente ao modelo.

Os sinais “+” para uma relação causal positiva e “-” para uma relação causal negativa são puras convenções. Poderiam ser quaisquer outros sinais, porém convencionou-se assim.

* Para uma análise melhor sobre a representação, sugiro a leitura dos artigos de Richardson (Richardson, 1986) e (Richardson, 1997).

Erros mais comuns na representação de relações causais

Os erros que listarei a seguir são os erros de representação mais comuns que meus alunos cometem ao representar relações causais. Eu costumo chamar esses erros de “seis pecados capitais” da criação de mapas sistêmicos. Preste bastante atenção para que não

venha a cometer os mesmos erros.

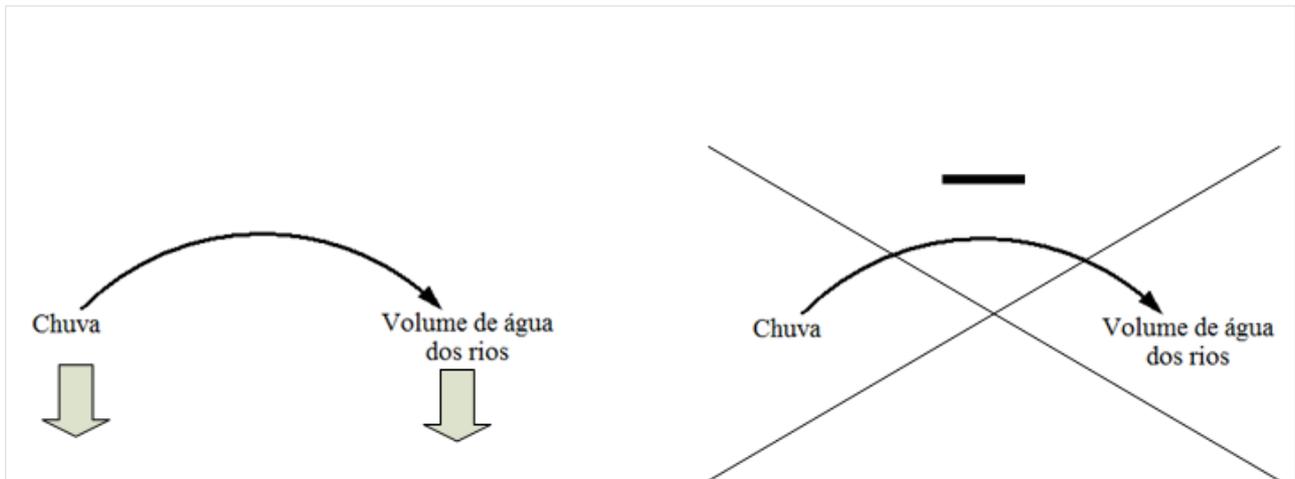


1º erro - Trocar o sinal das relações causais positivas

Ao analisar uma relação causal, quando ocorre um decréscimo na primeira variável que leva a um decréscimo na segunda muitos aluno(a)s se confundem não percebendo que é uma relação causal positiva e acabam colocando o sinal “-”, errando portanto.

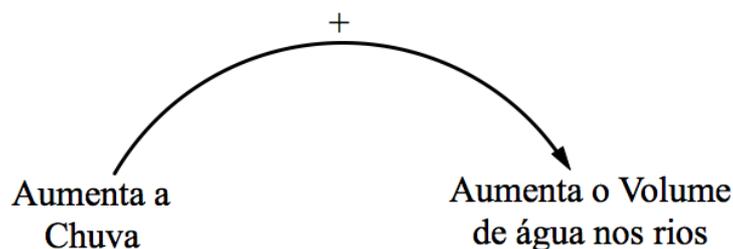
Analise a figura a seguir, que mostra a relação causal entre as variáveis chuva e volume de água dos rios. Reduzindo a

chuva, reduz o volume de água dos rios. Portanto a relação é diretamente proporcional, logo **É POSITIVA**, e não negativa! Atenção, esse tipo de erro é o mais comum.

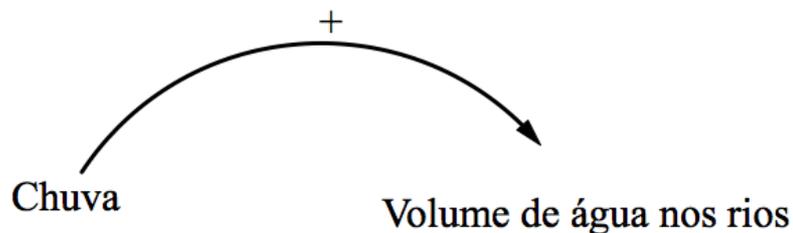


2º erro – Colocar as palavras “aumenta” e/ou “diminui” nas relações causais

Você se lembra do que vem a ser os pleonasmos viciosos? Isso mesmo, “subir para cima”, “entrar para dentro”, “almirante da Marinha” etc... O sinal das relações causais já indicam o comportamento das variáveis, não é correto representar da seguinte forma :

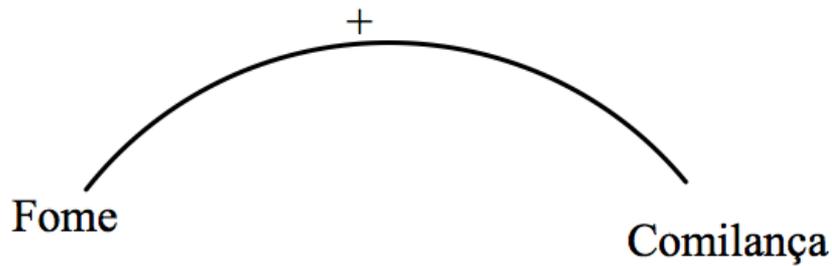


A forma correta de representação é:

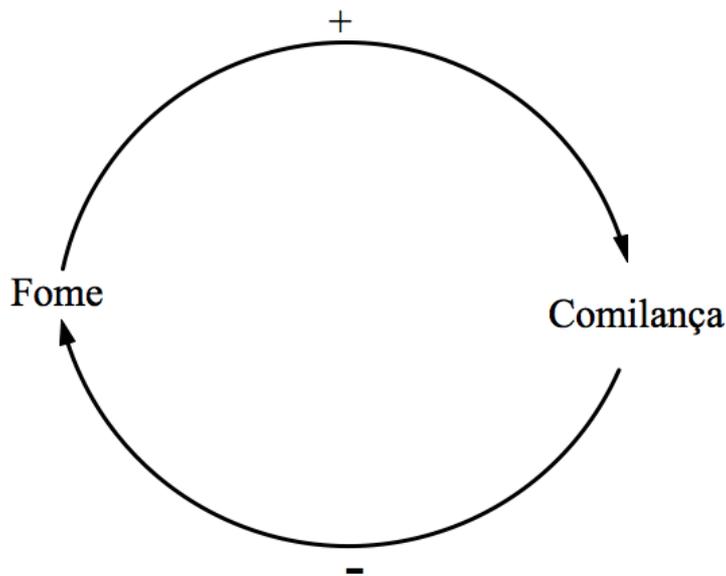


3º erro – Omitir o sentido da seta

Algumas pessoas representam uma relação causal da seguinte forma :



O que a figura anterior representa? Nada. O sentido da relação causal é importante. Se analisarmos a relação causal no sentido Fome->Comilança, temos uma relação causal positiva. Maior fome, maior comilança. Porém se analisarmos no sentido oposto Comilança->Fome, temos uma relação causal negativa. Maior comilança, menor fome.



4º erro - Usar relação causal para descrever uma sequência de eventos

Lembra-se do poema do poeta Carlos Drummond de Andrade, a “Quadrilha”?

“João amava Teresa que amava Raimundo que amava Maria que amava Joaquim que amava Lili que não amava ninguém. João foi para os Estados Unidos, Teresa para o convento, Raimundo morreu de desastre, Maria ficou para tia, Joaquim suicidou-se e Lili casou com J. Pinto Fernandes que não tinha entrado na história.”

Alguns alunos acham que o poema poderia ser representado usando relações causais da seguinte forma:

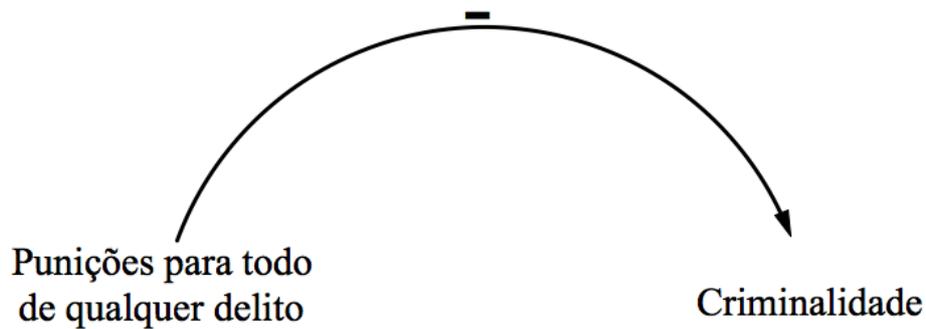


Nada mais errado, por dois motivos:

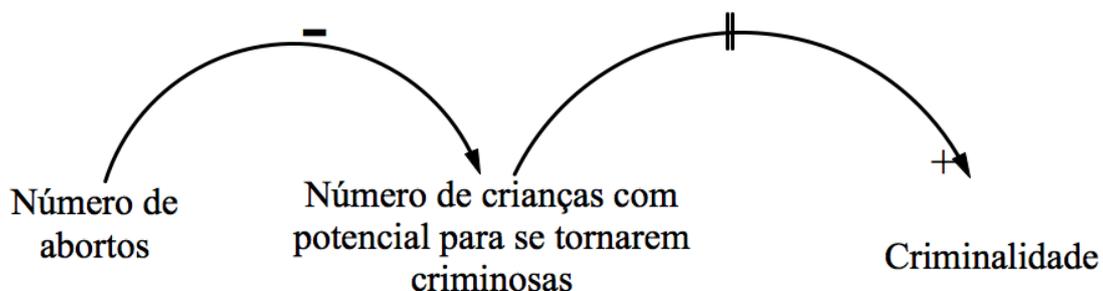
- 1) Uma relação causal não é a ferramenta a ser usada para mostrar uma sequência de eventos. Um fluxograma serve para isso. A relação causal não. Ferramentas diferentes, aplicações diferentes.
- 2) Não há relação causal alguma entre o amor que João sente por Teresa e o amor que Teresa tem por Raimundo e por aí afora! O fato de João amar mais ou menos Teresa em nada afetará o amor que ela tem por Raimundo...

5º erro – Representar relações causais que não existem

Levitt (Levitt e Dubner, 2005) conta uma história bastante interessante sobre a lei de tolerância zero, aplicada em Nova York nos anos noventa. Acreditava-se que punir todo e qualquer delito levaria a uma queda na criminalidade.



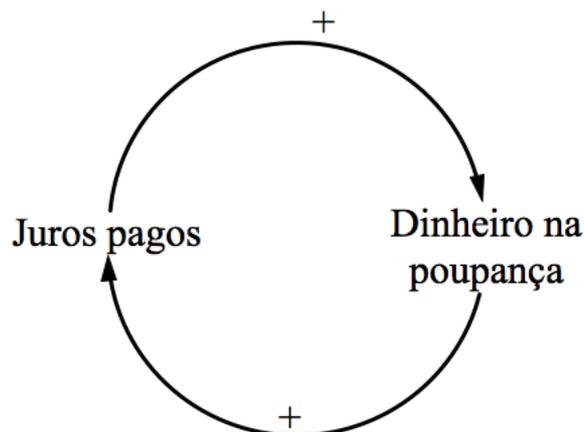
Aparentemente as estatísticas confirmavam a crença: o número de homicídios/100 mil habitantes caiu de 30,7 (1990) para 8,4 (2000), uma diferença de 73,6% (Levitt e Dubner, 2005). Baseando-se apenas nisso poderíamos supor que a relação causal era verdadeira. Levitt porém fez uma pesquisa em relação aos números de homicídios dos demais estados americanos e constatou que a criminalidade caíra em todos os estados, não apenas naquele em que a lei de tolerância zero estava em vigor. O autor levantou então a hipótese que a queda da criminalidade estava relacionada a um outro fator. Ele afirma que após a legalização do aborto em 1973, inúmeras mulheres pobres, de famílias problemáticas e desestruturadas que poderiam gerar crianças propensas ao crime, realizaram o aborto. Com isso, toda uma geração de potenciais criminosos não nasceu. A relação causal seria então:



Conclusão: a relação causal negativa entre punições e criminalidade não existia!

Ciclos positivos

As relações causais são os componentes básicos dos ciclos de realimentação. Estudaremos a seguir as características de dois ciclos, ciclo de realimentação positiva e o ciclo de realimentação negativa. Ciclos positivos são as estruturas básicas responsáveis pelo crescimento exponencial. Um bom exemplo de um ciclo positivo é a sua caderneta de poupança.



Imagine que você teve um filho. Ficou tão feliz que abriu uma conta de poupança e fez um depósito de um capital inicial (C_0) de 100 reais, com uma taxa de juros (j) de 12%/ano. Neste exemplo, por uma questão de simplicidade, vamos supor que os juros só sejam pagos **ao final de cada ano**. Assim, ao final do primeiro ano o seu filho terá 100 reais + $0,12 \times 100 = 112$ reais. No segundo ano você terá 112 reais + $0,12 \times 112 = 125,44$ reais e assim sucessivamente. Sabe em quanto tempo levará para dobrar o capital inicial?

Prova-se que o tempo de dobra pode ser calculado por $70/j$. No caso, $70/12 = 5,8$ anos ou seja, aproximadamente 6 anos. Chato não? Mas nem tudo são más notícias. A função exponencial tem uma característica interessante: em **intervalos de tempos iguais ocorrem dobrar de valores!** Ou seja, se demorou 6 anos para o seu capital crescer de \$ 100,00 para \$200,00 reais, demorará mais seis anos para dobrar de \$200,00 a \$400,00. A cada seis anos ocorrerá uma dobra. Observe que o seu patrimônio crescerá lentamente nos primeiros 20 anos, mas depois disso começa ter um crescimento notável!



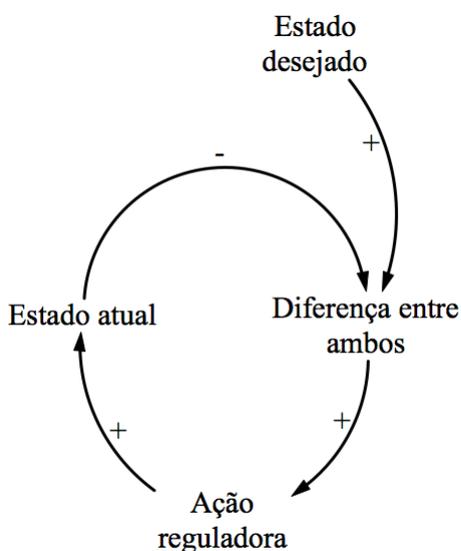
Resumindo:

- Um ciclo positivo leva a um crescimento exponencial.
- Em intervalos de tempos iguais (que podem ser calculados pela fórmula $70/j$ (taxa de crescimento)) ocorrem dobrar.
- A curva cresce lentamente no início (os valores das dobrar são menores), mas depois dispara (as quantidades dobradas tem valores elevados)!



Ciclos negativos

Os ciclos de realimentação negativa representam ações que levam à estabilização de um sistema, à **busca por uma meta**. Podemos dizer que eles surgem sempre que há uma diferença entre um estado que queremos alcançar, o **estado desejado** e o **estado atual**. Essa diferença faz com que tomemos ações de modo a reduzir a discrepância e atingir o estado desejado.



Vamos entender o que isso significa por meio de um exemplo. Imaginemos que você está começando a tomar um banho quente. Digamos que você só entrará debaixo da água quando ela atingir a temperatura de 30 graus.

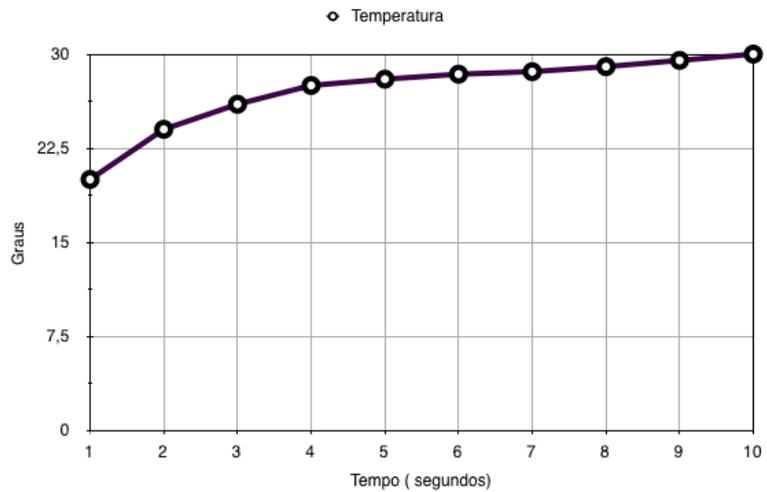
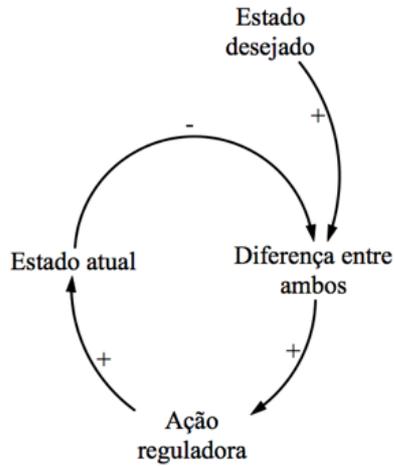
Chamaremos esta temperatura de **temperatura desejada**, que é a meta a ser alcançada. Mas ao abrir o chuveiro você constata que a temperatura da água está abaixo da **temperatura desejada**.

Digamos que esteja a 20 graus. Denominaremos esta temperatura de **temperatura atual**. O que você fará?

Imaginemos que você tome uma **ação reguladora**: no caso em questão você abrirá um

pouco mais a válvula da água quente e medirá novamente a temperatura atual.

Quanto menor a diferença de temperatura, menos você irá abrir a torneira de água quente. Você ficará nesse processo de pequenos ajustes até que ambas temperaturas (temperatura desejada e temperatura atual) coincidirem. Em outras palavras, você tomará



ações reguladoras até a meta ser atingida.

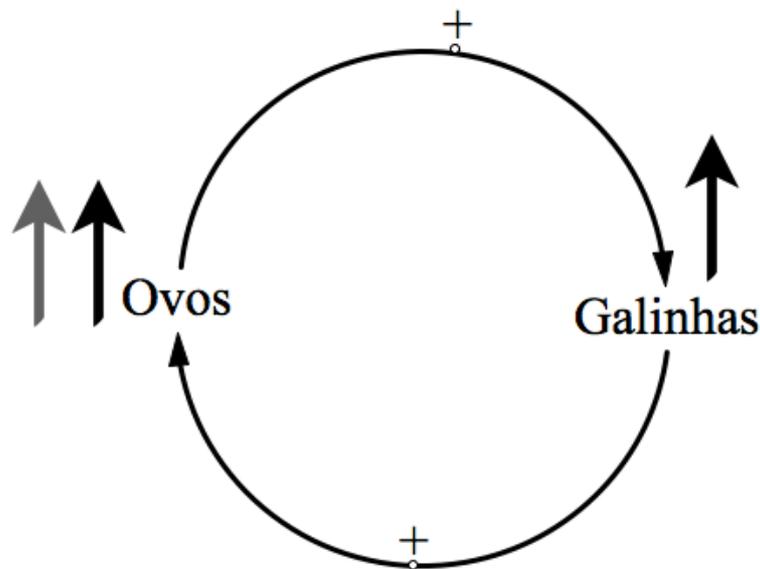


Como identificar se um ciclo é positivo ou negativo

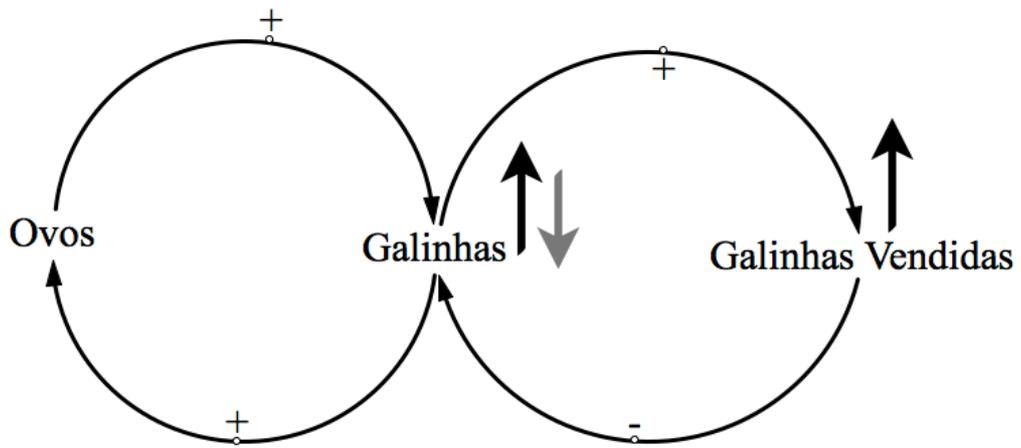
Para identificar se um ciclo é positivo ou negativo, podemos seguir a seguinte regra:

Escolha uma variável qualquer do ciclo e imagine que ela sofra uma variação. Analise o que ocorre nas demais variáveis. Se a consequência final levar a uma variação na variável inicial no mesmo sentido que o estipulado inicialmente o ciclo é positivo. Caso contrário (variações em sentidos opostos) o ciclo é negativo.

Vamos dar um exemplo. Imagine que você é o dono de um galinheiro e trabalha arduamente para fazer o seu negócio prosperar. Vamos analisar o ciclo da procriação, um ciclo positivo. O ciclo é composto de duas variáveis, ovos e galinhas (figura a seguir). Dê um acréscimo na variável **ovos**. Isso levará a um acréscimo na variável **galinhas**, que levará a um novo acréscimo na variável **ovos**. Ou seja, as variações na variável inicial *são de mesmo sentido*, o que caracteriza um ciclo positivo.

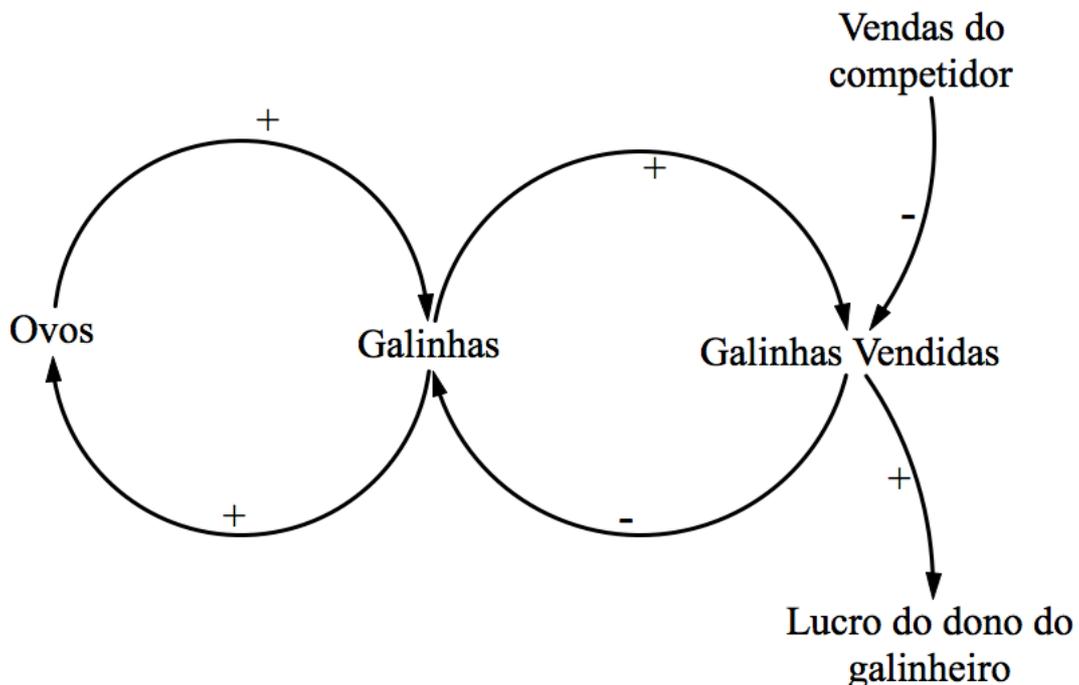


Ciclos positivos e negativos estão intimamente ligados: sempre que temos um ciclo positivo, que leva a um crescimento exponencial, naturalmente surge um ou mais ciclos negativos que tendem a combater esse crescimento. Vamos exemplificar agora o processo de identificação de um ciclo negativo (figura a seguir). Aumentando o número de **galinhas**, aumenta o número de **galinhas vendidas**, o que causa uma diminuição no número de **galinhas** que você tinha. Ou seja, as variações na variável inicial *são de sentidos opostos*, o que caracteriza um ciclo negativo.



Mapas Sistêmicos

Os ciclos positivos e negativos são os blocos formadores de mapas sistêmicos. Um mapa sistêmico permite representar a estrutura de um sistema, as conexões entre as diversas variáveis e suas relações causais. Considere o mapa a seguir:



Acrescentei duas variáveis ao modelo: **vendas do competidor** e **lucro do dono do galinheiro**. A estas duas variáveis, externas aos ciclos, chamarei de variáveis exógenas. Sabemos que elas influenciam os ciclos ou são influenciada por eles. Quanto mais você vende galinhas, mais você lucra. Porém as vendas do competidor impactam no número de galinhas que você consegue vender. Imagine que o mercado seja limitado a um pequeno número de clientes. Quanto maiores as vendas do competidor, menos você vende.

Fronteiras de um sistema

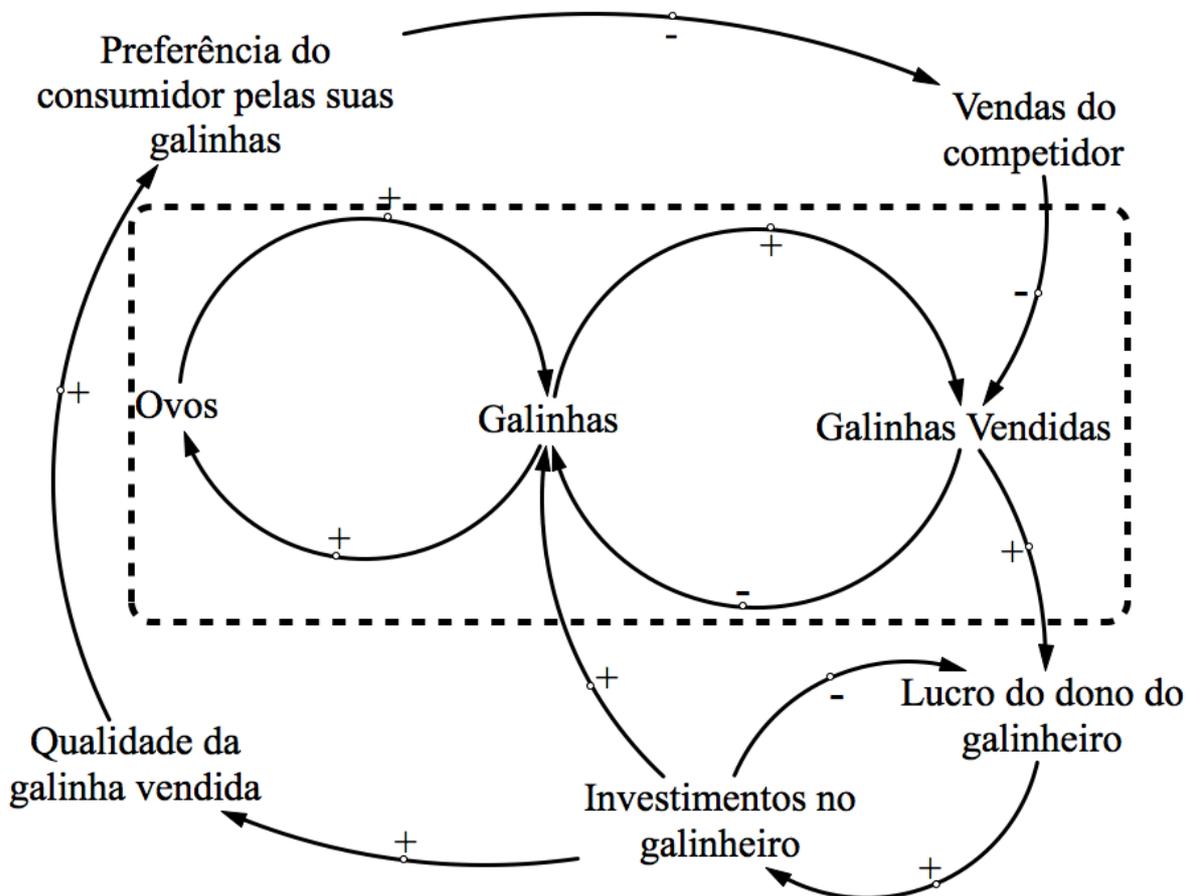
Criamos um mapa sistêmico para representar uma determinada dinâmica. O modelo serve para representar **parte** da realidade. Mas que parte da realidade queremos representar? Até onde avançar no processo de modelagem?

Não criamos um modelo pelo prazer de criar (muito embora a construção de modelos possa ser muito prazerosa!), criamos um modelo para melhorar o nosso entendimento sobre determinada situação. É importante, portanto, definirmos quais são as fronteiras de modelagem. Em outras palavras, é bom entender quão fundo

mergulharemos no problema, o que é realmente relevante para a questão analisada, o que deve fazer parte do modelo e o que deve ser deixado de fora.

Analisemos a figura a seguir. Note que um retângulo que delimita as **fronteiras do sistema** estudado anteriormente. Dentro desse retângulo se encontram as dinâmicas discutidas no item anterior. As **variáveis exógenas**, representadas anteriormente como se estivessem “soltas no ar”, na verdade não estão soltas, elas fazem partes de outras dinâmicas que não achamos importantes incluir no nosso modelo naquele momento.

Mas vamos incluí-las agora. Ampliando as fronteiras do sistema, podemos ver que quanto mais galinhas você vende, maiores os seus lucros. Porém se você destinar parte desse lucro a investimentos no galinheiro, você poderá comprar galinhas melhores. Com isso melhora a qualidade e sabor da galinha vendida, o que faz com que a o consumidor prefira comprar as suas galinhas às do vizinho, reduzindo as vendas dele, consequentemente alavancando as suas vendas!



Capítulo 5– O processo de criação de mapas sistêmicos passo a passo

Nota : O exercício que faremos a seguir é uma adaptação de notas de aula criadas por Laura Black (Black, 1999), no IAP/MIT-1999. Vamos modelar a dinâmica de uma epidemia, no caso, a da AIDS, passo a passo, para exemplificar o processo de criação de mapas sistêmicos.

Criação de um mapa sistêmico para a epidemia da AIDS

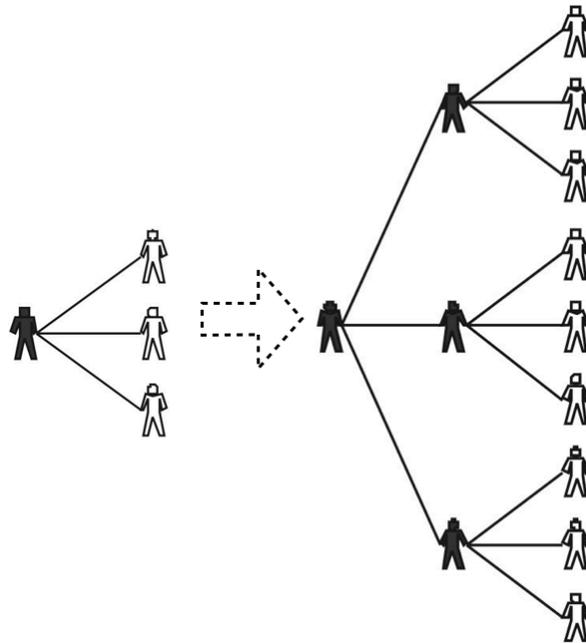
No início dos anos oitenta, surgiram relatos sobre uma estranha doença que estava atingindo a comunidade de homossexuais masculinos da região de São Francisco, EUA. Não se sabiam as causas da doença, que foi chamada inicialmente (e erroneamente) de “câncer gay”.

Dráuzio Varela, que estava clinicando por lá nessa época, descreve com detalhes em seu livro (*“Por um fio”*) como foi o início da epidemia. Os homossexuais de São Francisco não tinham ideia de que uma das formas de propagação do vírus HIV se dava por meio de relações sexuais desprotegidas; como consequência, a doença começou a se alastrar de uma maneira descontrolada. Dráuzio, que fazia residência médica em um hospital daquela cidade, descreve que a comunidade homossexual da região frequentava clubes noturnos onde se praticava sexo indiscriminadamente: as pessoas nem viam com quem se relacionavam (Varela, 2004).

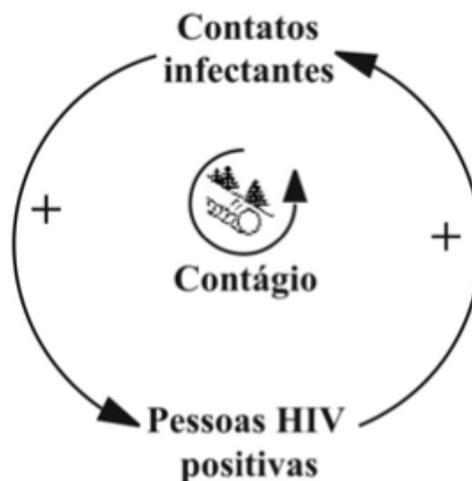
O ciclo do contágio

Assim, imagine que o indivíduo, representado pela cor negra na figura a seguir, seja detentor do vírus HIV e tenha tido relacionamento sexual desprotegido com outras três pessoas, contaminando-os.

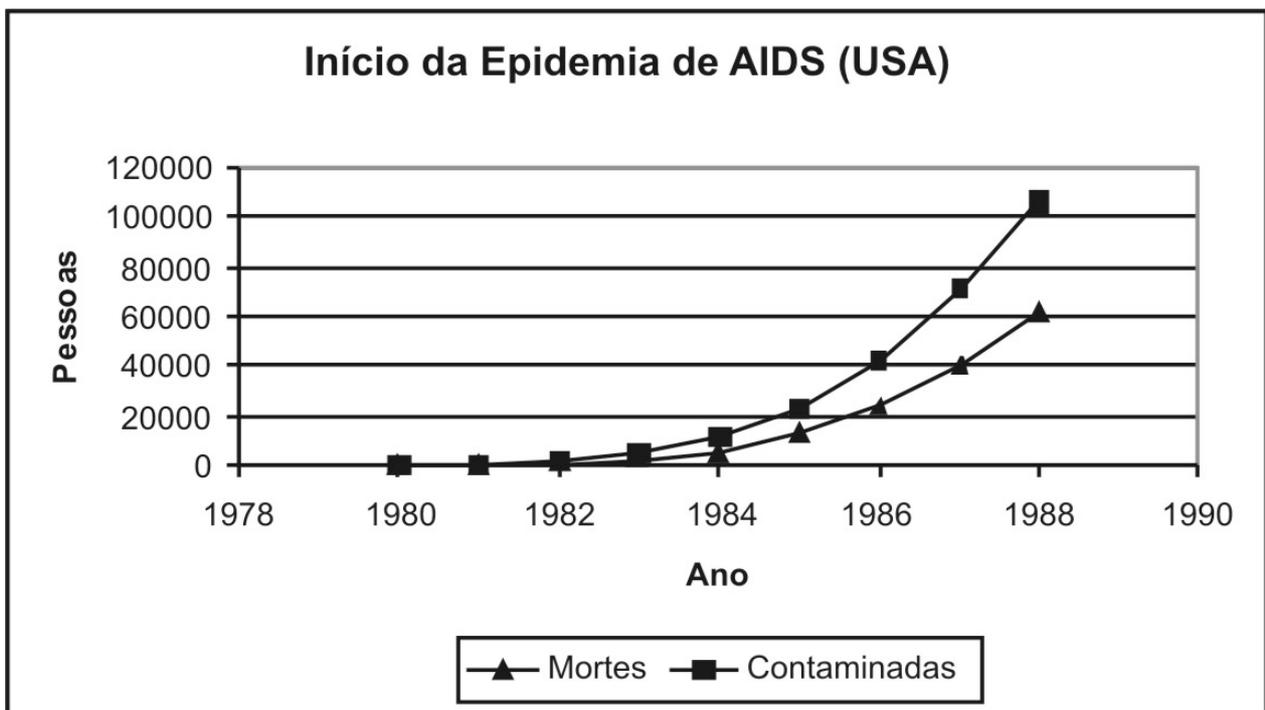
Como os três desconhecem o fato de estarem contaminados e como cada um pode ter mais de um parceiro sexual, a doença começa a se propagar de um modo exponencial. Imagine que cada um deles tenha três parceiros sexuais. Note que o crescimento do número de infectados não se dá pelo aumento do número de relações sexuais ou do número de parceiros, e sim pelo aumento do número de **contatos infectantes**.



O aumento do número de contatos infectantes faz com que mais pessoas fiquem infectadas. Vamos criar um ciclo de realimentação que represente a dinâmica do contágio. Nomeamos esse ciclo de “**ciclo de contágio**”. Identificamos um ciclo positivo pelo desenho, no centro da figura, de uma bola de neve descendo uma montanha para lembrar do efeito “bola de neve” do crescimento exponencial.



No exemplo em questão, o **ciclo do contágio** leva ao crescimento exponencial do número de pessoas HIV positivas. De fato, no início da propagação da doença o crescimento foi brutal, a cada dia surgiam inúmeros novos casos de contaminação.



As estatísticas sobre a AIDS no mundo, nesse período, são assustadoras. Segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), de 1978 a 1998 mais de 47 milhões de pessoas se infectaram com o HIV (Gordon, 1993). A dinâmica de contágio não é um fato novo. Na história de humanidade há inúmeros relatos de epidemias que dizimaram enormes parcelas de populações: somente a Peste Negra, entre 1340 e 1350, dizimou 25.000.000 de pessoas. Mas por que a AIDS não evolui de forma similar, levando a um aniquilamento de populações inteiras?

O ciclo da prevenção

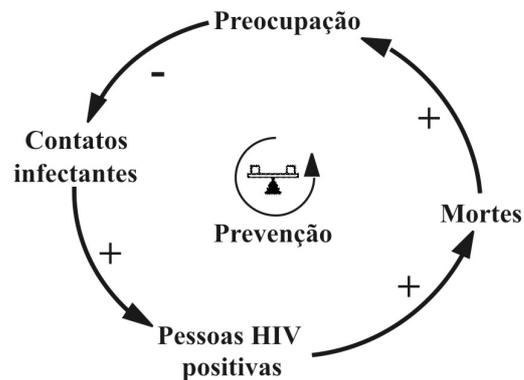
A resposta foi a descoberta do mecanismo de contágio. No caso da Peste Negra desconhecia-se o mecanismo de transmissão da doença, conseqüentemente não se atuava na dinâmica do contágio. Com a AIDS foi diferente: no início dos anos 80, a forma de contágio foi desvendada.

O vírus causador da AIDS, o HIV, foi descoberto em 1983 pelos doutores Robert Gallo e Luc Montagnier. Iniciaram-se campanhas de esclarecimento sobre as formas de transmissão, conscientizando as pessoas quanto à necessidade de se protegerem com preservativos durante os contatos sexuais de forma a evitar o contágio.

Enquanto a epidemia de AIDS se alastrava silenciosamente e atingia pessoas desconhecidas, não havia uma grande preocupação por parte da população. Mas a morte de artistas famosos nos EUA deixou a população alarmada. A AIDS, de uma hora para outra, se tornara uma ameaça assustadora. O aumento no número de mortes por AIDS levou a um aumento na preocupação com o HIV, levando as pessoas a se prevenirem, reduzindo o número de contatos infectantes.

Com sabemos, o ciclo de realimentação negativa tende a compensar os efeitos de crescimento gerados pelo ciclo de realimentação positiva. O ciclo de realimentação

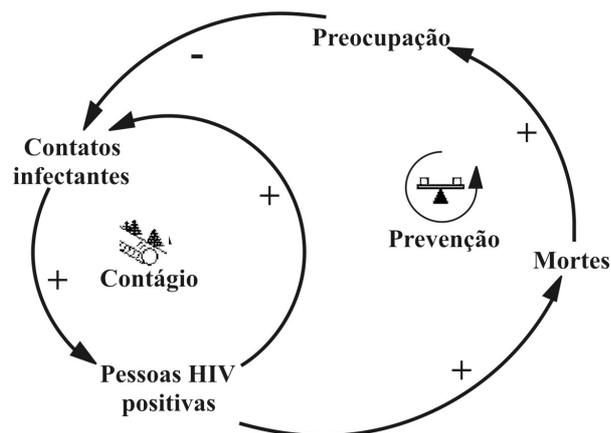
negativa tem um efeito de balanceamento. Podemos identificar um ciclo negativo por meio de um desenho, no centro da figura, de uma balança. Nomeamos este ciclo de “ciclo da prevenção”.



Criação de um mapa sistêmico elementar

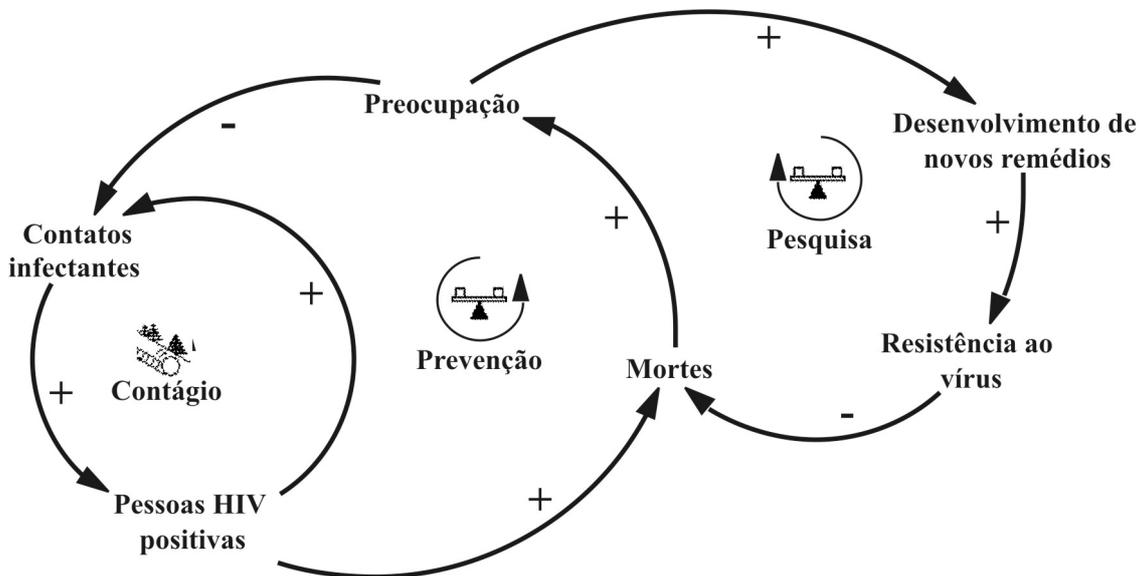
Vamos criar o mapa sistêmico para modelar a epidemia da AIDS. Mapas sistêmicos podem ser representados pela superposição de diversos ciclos de realimentação positivos e negativos. Eles nos possibilitam ter uma visão das relações entre as diversas variáveis que compõem o sistema que estamos a modelar.

Voltemos, então, à dinâmica da AIDS. Como já vimos, o ciclo de realimentação negativa tende a compensar os efeitos do ciclo de realimentação positiva. Enquanto o ciclo de contágio leva a um número cada vez maior de pessoas HIV positivas, o ciclo de prevenção leva a uma redução no número de contatos infectantes, resultando na redução do número de pessoas infectadas.

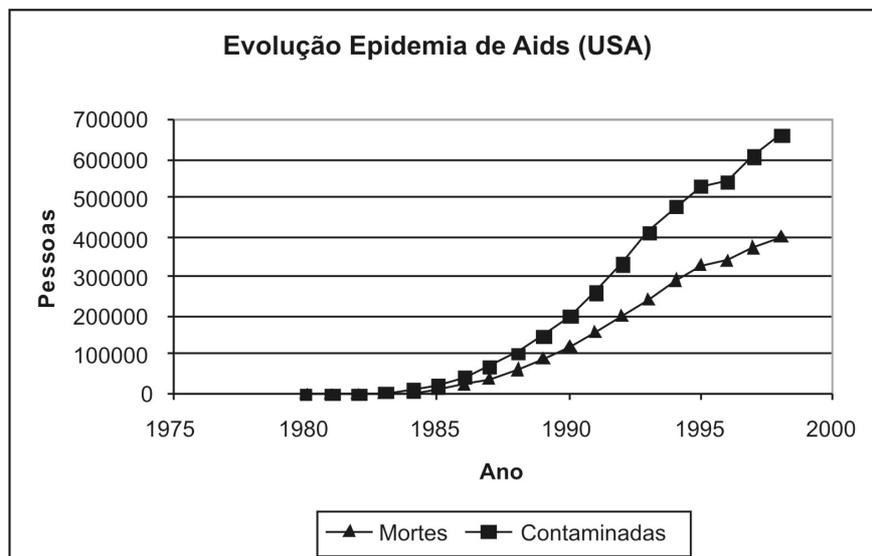


Mas será que o modelo criado descreve totalmente a dinâmica da epidemia de AIDS? Evidentemente que não. Poderíamos ir um pouco além, representando a

influência das pesquisas em medicamentos. A descoberta de novos medicamentos levou a um aumento na sobrevivência de pacientes com HIV, reduzindo assim o número de mortes. Essa dinâmica pode ser facilmente representada, adicionando-se a variável “**Desenvolvimento de novos remédios**” ao modelo estudado



A dinâmica descrita pode ser representada por mais um ciclo negativo, ao qual denominamos “**Pesquisa**”. Se observarmos dados reais sobre a epidemia da AIDS nos Estados Unidos, notaremos que os efeitos dos ciclos de realimentação negativa são bastante claros.



Note que as duas curvas (a de pessoas contaminadas e a do número de mortes) se afastam. Isso indica que as pessoas estão vivendo mais tempo com a doença, isto é, a sobrevivência é maior. Esta tendência é explicada pelo ciclo “**Pesquisa**”, estudado anteriormente. O desenvolvimento de novas drogas permite que a pessoa infectada viva

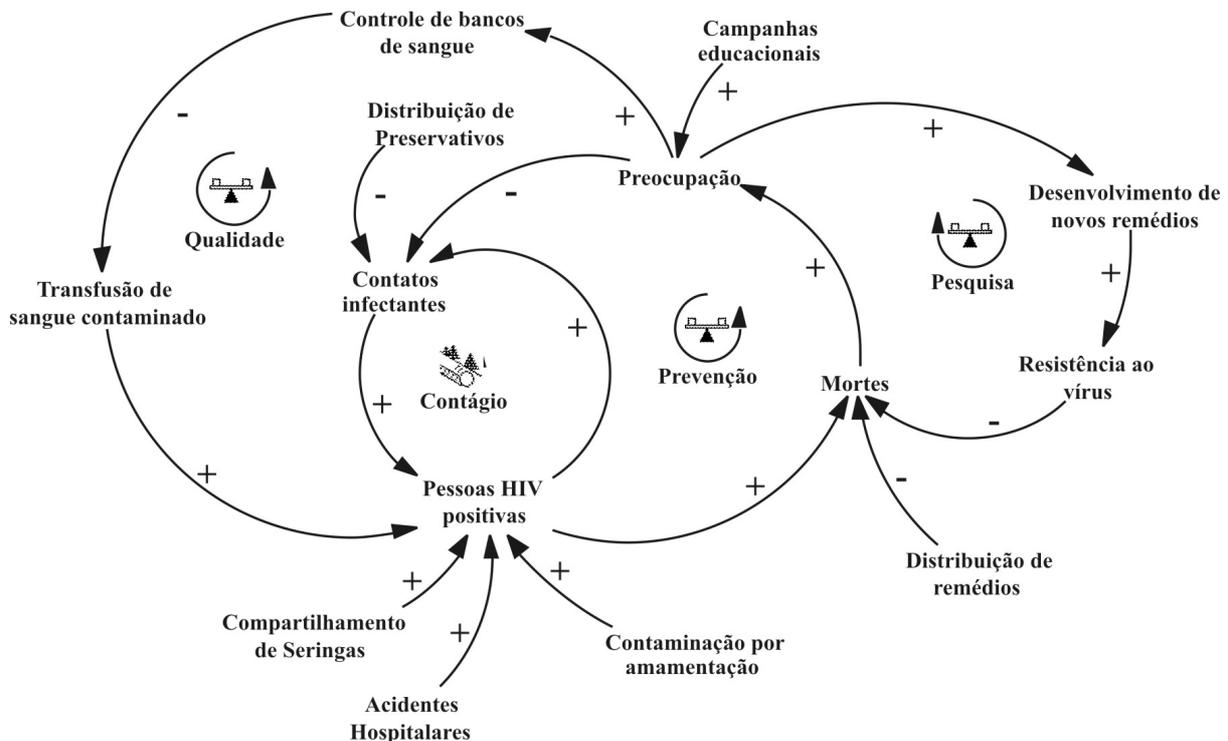
por mais tempo. Observe também que o crescimento de novos casos a partir dos anos noventa se faz de uma maneira mais suave. Isso é explicado pela ação do ciclo “**Prevenção**”, estudado anteriormente. A prevenção, se não consegue barrar toda a ação do contágio, ao menos consegue atenuá-lo.

Mas, afinal, para que serve esta modelagem toda que fizemos? Imagine que você foi designado para ser o novo ministro da Saúde e tem que decidir onde aplicar os recursos do seu ministério de forma a conter o avanço da epidemia da AIDS no Brasil. Este modelo simples poderia ser bastante útil para auxiliá-lo na tomada de decisão. Você deveria atuar nos ciclos negativos, de modo a reduzir os efeitos maléficos do contágio. Baseado no modelo estudado, quais variáveis você tentaria atingir?

As variáveis “**Preocupação sobre o HIV**” e “**Desenvolvimento de novos remédios**” seriam as candidatas óbvias. Para aumentar a preocupação sobre o HIV, seria necessário realizar campanhas publicitárias de conscientização. Já para conseguir desenvolver novos remédios, deveriam ser realizados investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Note que ambas as ações atuarão sobre o sistema, porém a primeira teria consequências imediatas, enquanto que a segunda teria consequências a médio e longo prazo.

Aperfeiçoando o modelo

O modelo a seguir contempla outras formas de contágio, tais como compartilhamento de seringas contaminadas, transfusão de sangue, contaminação por amamentação, acidentes hospitalares, controle de bancos de sangue etc.



É atribuída a Edward Deming a frase “All models are wrong; some models are useful” (todos os modelos são errados; alguns modelos são úteis). Não importa quão detalhado seja o modelo que você criou, ele sempre falhará em representar todas as dinâmicas presentes no mundo real. Mas modelos não devem ser criados com esse intuito. Modelos devem ser usados para facilitar o nosso entendimento de um problema.

O processo de modelagem deve ser levado adiante até o momento em que seja possível entender as dinâmicas envolvidas, de modo a permitir uma melhor compreensão das possíveis consequências das ações a serem tomadas. Mas mapas sistêmicos têm lá as suas limitações. Eles dão apenas uma ideia qualitativa das dinâmicas, não permitem descobrir quais são os ciclos que têm maior força. No exemplo estudado anteriormente, poderíamos querer saber se a dinâmica da prevenção terá força suficiente para conter a dinâmica do contágio. Ou então quantas pessoas se infectarão se forem mantidas as atuais taxas de contaminação. Mapas sistêmicos não permitem obter esse tipo de resposta. Para isso, são usadas ferramentas quantitativas: os estoques e os fluxos, que estudaremos no próximo capítulo.



Pontos principais

O PROCESSO PASSO A PASSO



Capítulo 6– Estoques e Fluxos

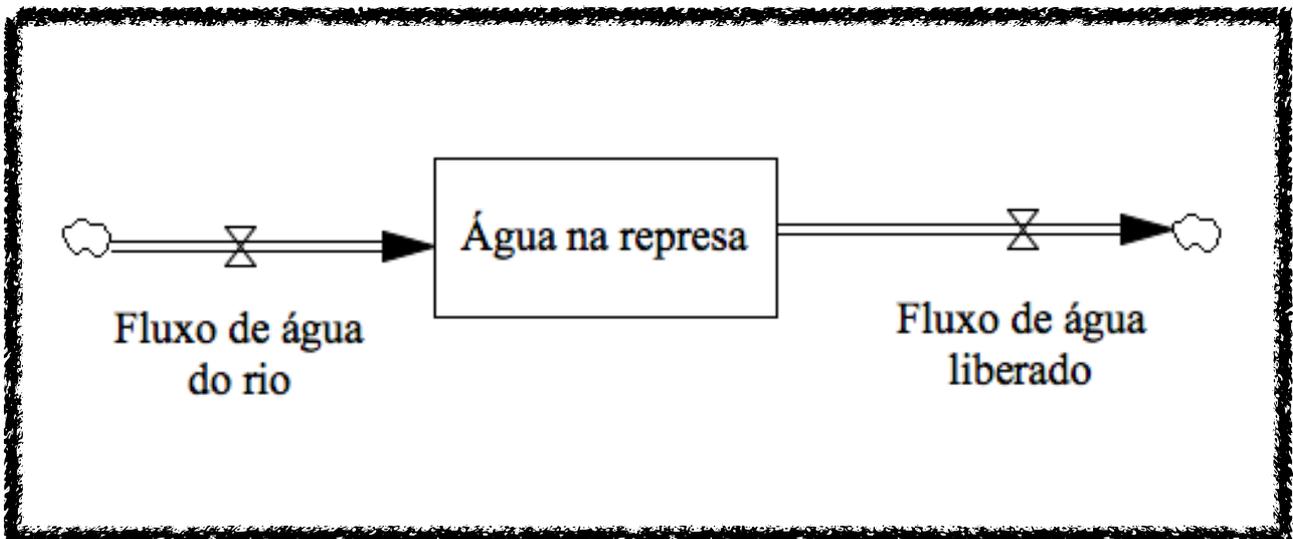
As relações causais e mapas sistêmicos são ferramentas excelentes para se criar modelos de sistemas. Tais modelos são muito úteis para análises qualitativas. Uma grande parte dos problemas sistêmicos que enfrentamos pode ser representada por meio de mapas sistêmicos. Contudo, existem ferramentas que permitem realizar análises quantitativas. Estas ferramentas são os estoque e fluxos, que descreveremos neste capítulo.

Estoques e Fluxos: definição e representação

Estoque representa algo que se acumula ao longo do tempo. Os estoques podem ser de **bens tangíveis** (materiais, por exemplo), ou **bens intangíveis** (informações, por exemplo). Estoque é algo que pode ser contado, medido em um instante qualquer.

Fluxo é a algo que causa variação no estoque. Ele faz com que um estoque aumente ou diminua.

Convencionou-se representar estoques por retângulos e fluxos por “válvulas”. Analise a figura a seguir que mostra um estoque, “**água na represa**”. Quando ocorre um aumento no **fluxo de água do rio**, a **água na represa** aumenta. Se quisermos diminuir o valor do estoque, basta liberarmos água, abrindo o **fluxo de água liberada**.



Os estoques mostram o estado de um sistema em um dado instante.

Podemos saber com exatidão a quantidade de água na represa em um determinado momento. E com base nesta informação podemos tomar alguma ação.

Lidamos com estoques e fluxos o tempo inteiro.

Baseado no fluxo de vendas, o vendedor irá manter um estoque mínimo de produtos.

Com o nosso trabalho, criamos um fluxo de dinheiro que vai para o estoque “dinheiro na conta”. Esse estoque é diminuído pelo fluxo de contas que pagamos.

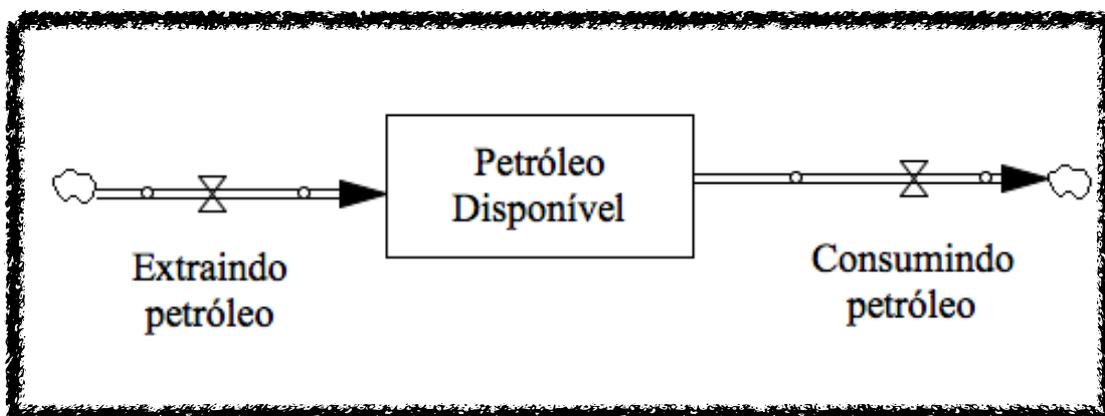
A figura a seguir mostra que estoques também podem ser de bens intangíveis, como por exemplo “habilidades”.



Unidades dos estoques e fluxos

Se um estoque é medido em uma determinada “**quantia**”, o fluxo é medido em “**quantia/tempo**”.

Por exemplo, o estoque “**petróleo disponível**” pode ser quantificado em barris. Os fluxos “**extraindo petróleo**” e “**consumindo petróleo**” podem ser quantificados em barris/dia.



Estoques: fontes de inércia de sistemas

Os estoques são **fontes de inércia de um sistema**. Vamos exemplificar isso. Imagine um aquífero. Durante milhares de anos a água foi sendo absorvida lentamente, gota a gota. Após tanto tempo o aquífero terá milhões e milhões de litros de água.

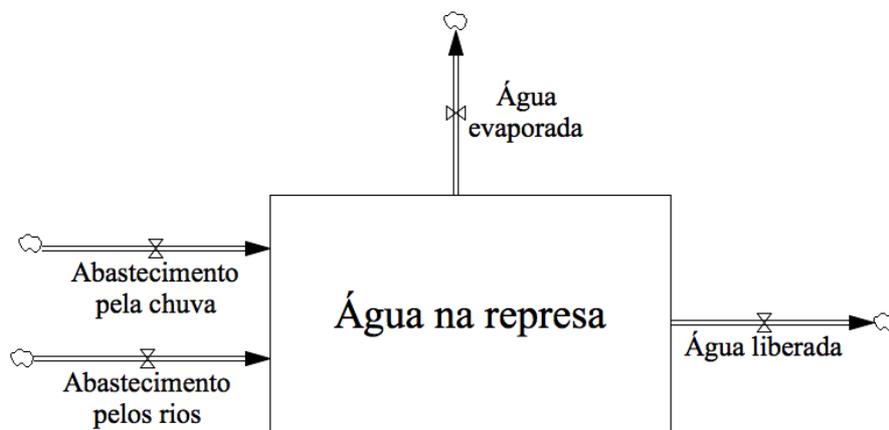
Digamos que uma cidade passe a fazer uso da água do aquífero, extraindo milhares de litros de água por dia. Por maior que seja o consumo de água, o aquífero não irá se exaurir imediatamente. Leva um bom tempo para isso ocorrer, talvez algumas décadas. Por isso que dizemos que os estoques são fontes de inércia de um sistema. De certo modo isso é bom. Eles nos dão tempo para nos adaptarmos. Os moradores da cidade poderiam, enquanto fazem uso do aquífero, pensar em outros modos de obter água para a cidade. Ou em formas criativas para reabastecer os aquíferos...



Por outro lado, essa inércia pode vir a ser ruim, podemos relaxar e “empurrar com a barriga” a solução de problemas. É só ver a dinâmica do consumo de petróleo. Todos sabemos que o petróleo vai se esgotar, cedo ou tarde. Mas vamos levando nossas vidas sem nos preocuparmos muito com isso...

Estoques absorvem as diferenças entre fluxos

Como vimos, os estoques são modificados pelos fluxos de entrada e saída. Tomemos como exemplo o fluxo de água que abastece a represa de uma usina hidrelétrica. Evidentemente ele não é constante. Ele varia em função da quantidade de chuva que cai e do volume de água trazido pelos rios que o abastecem. Por outro lado queremos ter o controle sobre a quantidade de energia a ser gerada. Você já pensou em ter uma hidrelétrica, que, gerasse mais energia quando chovesse muito e não gerasse nada em tempos de seca? Para conseguir ter esse controle, nós controlamos os fluxos de entrada e saída da represa.



Estoques e memória do sistema

Os estoques acumulam os eventos passados (Sterman, 2000). Por exemplo, o estoque de lixo nos aterros sanitários vem se acumulando há centenas de anos.

Sabemos muito sobre os hábitos de consumo de nossos ancestrais ao vasculharmos depósitos de lixo antigos.

Nossos descendentes poderão também ter o prazer de conhecer todos os nossos hábitos de consumo e descarte analisando os estoques de lixo que deixamos de presente para eles.

Mas há outros presentes que estamos deixando. O estoque de lixo espacial guarda resíduos de tudo o que lançamos no espaço, desde o primeiro satélite até o mais recente lançamento.

O estoque de água nos aquíferos acumula uma boa parte dos pesticidas que usamos e que acaba se acumulando por lá.



Estoques são fontes de atraso

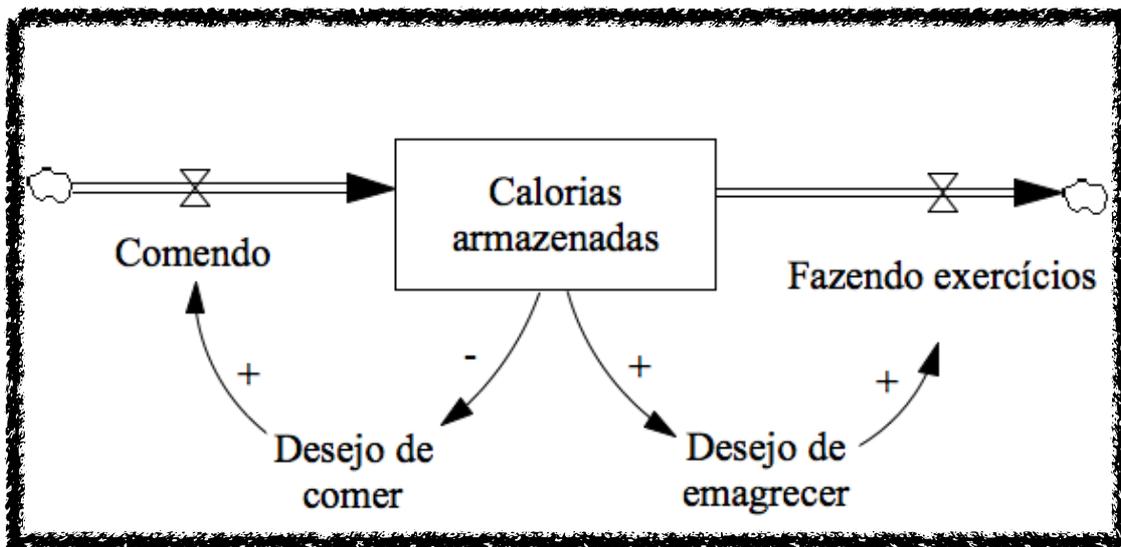
Todos os atrasos envolvem estoques (Sterman,2000). Imagine que você, que mora em Ibaté, enviou uma carta para a sua avó, que mora em Recife. Ao enviar a carta, ela passará por pelo menos dois estoques: o “estoque de cartas a enviar” da agência da cidade de onde você enviou a carta e o “estoque de cartas recebidas” da agência do Recife. Você certamente sabe que uma carta, ao chegar na agência, não é imediatamente despachada. Os correios esperam até que um número x de cartas se acumulem para que possam despachá-las. E isso vai gerando atrasos.



Ciclos de realimentação (Feedback loop)

Os ciclos de realimentação ocorrem quando uma alteração no estoque vem a alterar o fluxo de entrada ou de saída do mesmo estoque (Meadows,2000). Vamos exemplificar por meio da análise de uma situação que muitos de nós vivenciamos no nosso dia a dia, a nossa luta para “controlar o peso”.

Para não ficarmos muito gordinhos, procuramos controlar o que comemos, e, caso tenhamos comido mais do que o necessário, fazemos ginástica para “queimar algumas calorias”. Essa dinâmica pode ser representada por um estoque e dois fluxos (figura a seguir).



O fluxo “comendo” faz com que o estoque “calorias armazenadas” aumente. Esse aumento leva a uma redução do nosso “desejo de comer”, o que faz com que comamos menos.

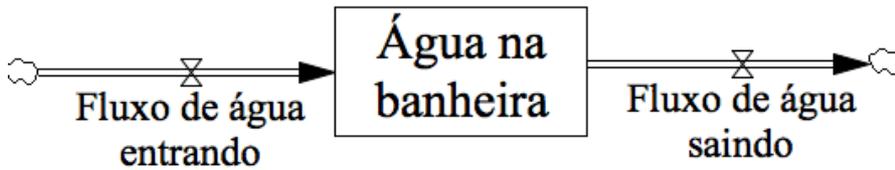


Por outro lado, quando o estoque “quantidade de calorías armazenadas” diminui, aumenta o nosso “desejo de comer” (variável auxiliar), o que faz com que o fluxo “comendo” aumente.

Mas se comermos demais, a quantidade de “calorias armazenadas” aumenta, o que levará a um aumento do nosso “desejo de emagrecer”. Para emagrecer realizaremos mais exercícios físicos (fluxo fazendo exercícios).

A matemática dos estoques e fluxos

A maior parte dos livros de pensamento sistêmico e dinâmica de sistemas, para explicar o conceito matemático de estoques e fluxos, usa como exemplo uma banheira, com uma torneira de entrada e uma torneira para saída de água. Usam este exemplo por ser, talvez, o mais intuitivo. Não vou ser muito original, vou usar o mesmo exemplo. Observe a figura a seguir. Imagine que, inicialmente a banheira estivesse vazia e a torneira de saída estivesse fechada. Se tivermos pela torneira de entrada um fluxo de 1 litro/segundo, quantos litros de água teremos na banheira após 5 segundos?

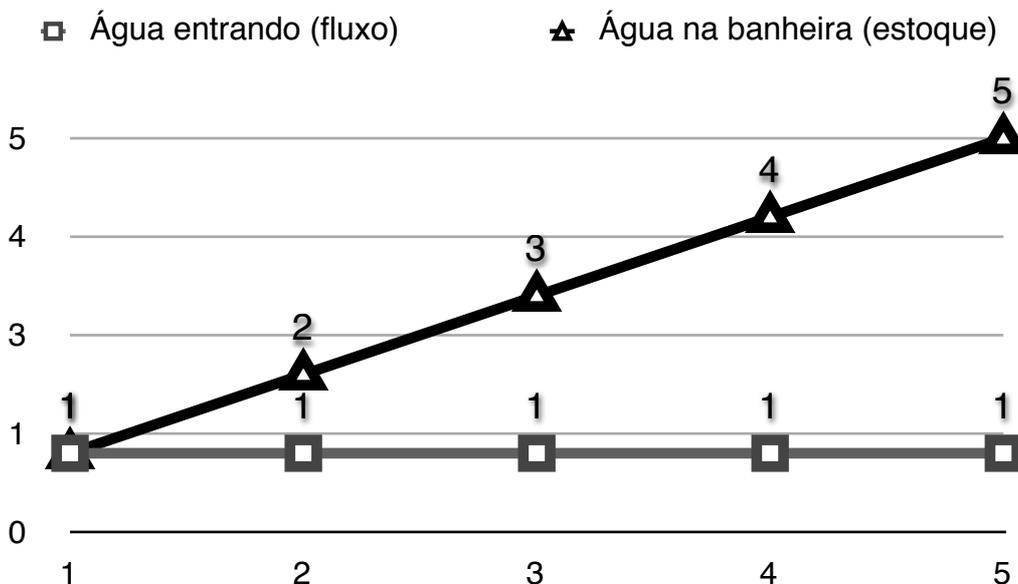


Provavelmente você respondeu “5 litros”.

Como você chegou a essa conclusão? Intuitivamente, você fez a seguinte conta: Água na banheira = Quantidade de água inicial + Fluxo de água entrando - Fluxo de água saindo. A cada segundo um litro entrava e nada saía, então para saber o volume é só realizar a seguinte **soma ao longo do tempo** (tabela abaixo).

Tempo	Fluxo entrada	Água na banheira
t=1	1	1 litro
t=2	1	1+1= 2 litros
t=3	1	2+1= 3 litros
t=4	1	3+1= 4 litros
t=5	1	4+ 1= 5 litros

O gráfico a seguir mostra a comparação entre o estoque “água na banheira” e o “fluxo de água entrando”.



Se você entendeu o exemplo dado, entendeu o conceito de estoques. **Estoque é um acumulador. O estoque guarda a soma das diferenças entre o fluxo que entra e o**

fluxo que sai ao longo do tempo. Matematicamente podemos dizer que ele faz uma integração.

$$\text{Estoque} = \text{Integral} (\text{Fluxo de entrada} - \text{Fluxo de Saída} + \text{Valor inicial do estoque})$$

Vamos dar mais um exemplo. Imagine que inicialmente havia 5 litros na banheira (estoque inicial).

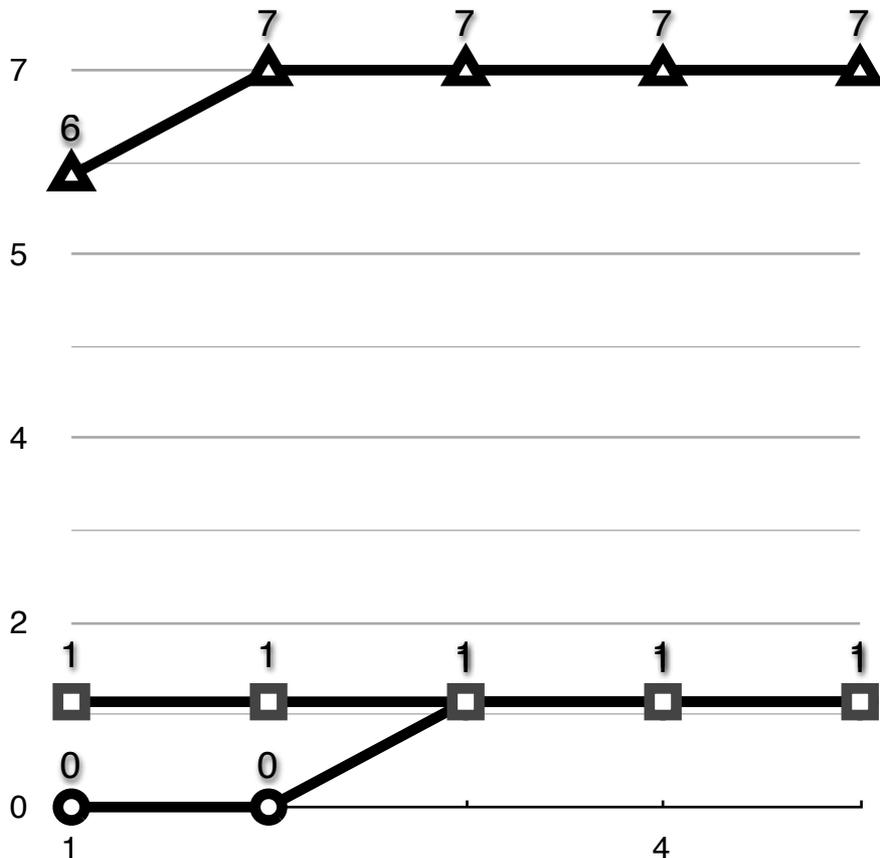


Nos dois primeiros segundos, apenas a torneira de entrada estava aberta (vazão de 1 litro/segundo).

No tempo $t = 2$ seg, abre-se a torneira de saída (com vazão também de 1 litro/segundo). Como ficariam os gráficos do estoque e dos fluxos?

A figura a seguir mostra, que, quando os dois fluxos se igualam o estoque fica constante.

□ Água entrando (fluxo) ▲ Água na banheira (estoque) ○ Água saindo (Fluxo)



Tempo (seg)	Fluxo de entrada	Fluxo saída	Estoque
t=1	1	0	1+ 5 (estoque inicial)= 6
t=2	1	0	6+1 =7
t=3	1	1	7+1-1 =7
t=4	1	1	7+1-1= 7
t=5	1	1	7+1-1 =7

Quando isso ocorre dizemos que o sistema se encontra em equilíbrio dinâmico.

Principais pontos



Capítulo 7– Dicas para criação de modelos computacionais

No meu livro anterior, expliquei o processo de criação de modelos computacionais usando-se o software Vensim. Escrevi várias páginas dizendo como criar estoques, fluxos, nomear variáveis, rodar uma simulação etc. e tal. Com isso o livro ficou com muitas páginas. E mais caro, evidentemente. E mais chato de ser lido.

Neste livro fiz um tanto diferente. Criei um conjunto de vídeo-aulas explicando como instalar o software Vensim e como utilizá-lo para criar modelos computacionais. Coloquei todo esse conteúdo no meu website (www.joaoarantes.com.br)

Disponibilizei também um conjunto de exercícios, explicados passo a passo, com respostas para conferência. Dessa forma fica muito mais fácil e simples aprender.



Capítulo 8– Estruturas de sistemas: ciclos de realimentação de reforço e ciclos de balanceamento

Neste livro vamos estudar algumas estruturas básicas de sistemas. Começaremos por sistemas simples, compostos de apenas por um estoque e iremos aumentando pouco a pouco a complexidade. O objetivo deste capítulo é fazer com que o leitor tenha uma noção de como a visão sistêmica e simulação computacional permitem ter uma compreensão melhor do mundo à nossa volta.

Neste capítulo eu descrevo modelos e analiso o resultado de simulações computacionais obtidas pelo uso dos mesmos. **A maior parte dos modelos foi criada usando como base alguns dos exemplos propostos por Donella Meadows em seu livro “Thinking in Systems”. Outros modelos foram criados com base nos trabalhos de Sterman (livro Business Dynamics).**

Eu procurei não detalhar cada equação de cada um dos modelos computacionais por uma razão bem simples: manter o foco na visão geral e não nos detalhes específicos. Eu espero que o leitor **analise as conclusões que chegamos pelo uso dos modelos, e pela análise de cenários. Isto é o que realmente importa.**

Para leitores com interesse em usar estes modelos e replicar as simulações computacionais por conta própria, recomendo que visitem website de apoio ao livro. No website (www.joaoarantes.com.br) eu deixei instruções bem detalhadas, passo a passo, de modo a auxiliar este processo.

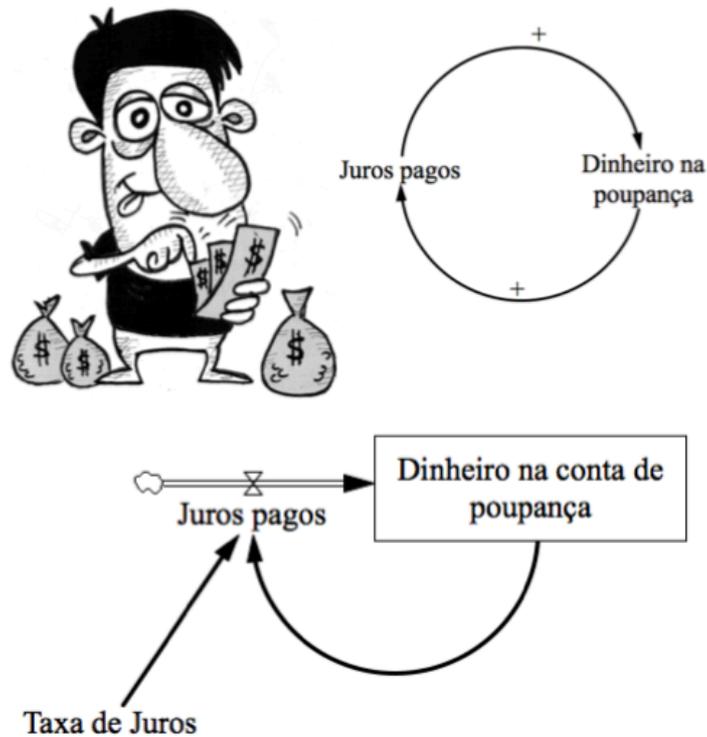
Ciclos “desenfreados”(ciclos de realimentação de reforço)

Ciclos de reforço ocorrem quando um elemento do sistema tem a habilidade de se reproduzir ou crescer a uma fração dele próprio (Meadows, 2000).

Um bom exemplo disso é uma aplicação financeira, como a caderneta de poupança. Se você não retirar o dinheiro, a cada mês juros são acrescidos ao montante. E sobre esse novo montante, novos juros (maiores ainda) serão somados e assim ocorrerá enquanto você mantiver a aplicação financeira.

Aquele ciclo positivo que vimos no capítulo 4 (figura a seguir), pode ser transformado em um diagrama de estoques e fluxos (veremos posteriormente que essa forma de representação permite que criemos modelos computacionais e realizemos simulações).

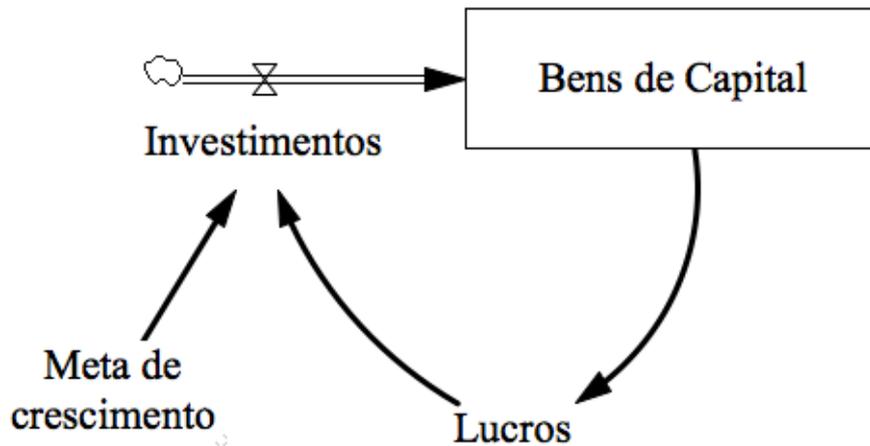
Dito isto, vamos analisar a dinâmica de um ciclo positivo por meio do exemplo descrito anteriormente, o funcionamento de uma conta de caderneta de poupança.



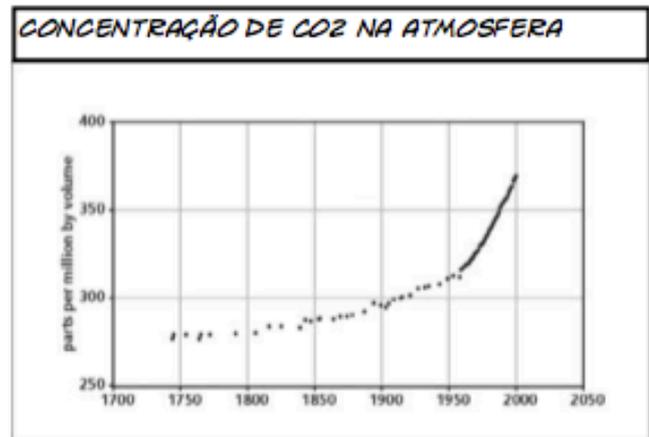
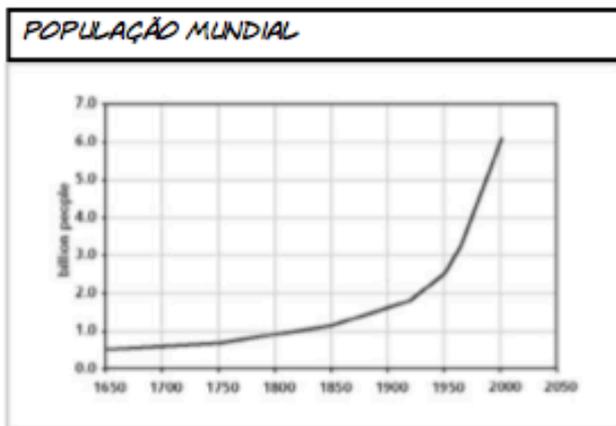
Quanto mais dinheiro você tem na conta, maiores juros, que levam a mais dinheiro, que levam a juros maiores, ou seja, a quantia cresce cada vez mais rapidamente. Mas há vários outros exemplos de ciclos de reforço. A dinâmica de crescimento populacional (seja lá qual for a população, de bactérias a seres humanos) também tem essa estrutura.



A dinâmica do crescimento de capital industrial também é um bom exemplo. Quanto mais bens de capital (fábricas, máquinas, equipamentos, instalações) maior a quantidade de produtos e serviços gerados, o que se reverte em lucros que podem ser re-investido na criação de mais bens de capital.



Os ciclos de reforço positivos são as estruturas que estão por trás do crescimento exponencial.



A população mundial cresce exponencialmente. A produção industrial também. A concentração de CO2 e metano na atmosfera idem. O consumo mundial de fertilizantes também cresce exponencialmente, bem como o consumo de metais.

O consumo de eletricidade também cresce de forma exponencial, assim como a produção de lixo...

Uma breve análise dos gráficos que mostrei na figura anterior (Meadows et. al, 2004) deixaria qualquer um com os cabelos em pé. É um triste cenário de crescimento e destruição ambiental.

Sabemos que sempre que temos estruturas que levam a crescimento exponencial, mais cedo ou mais tarde surgirão dinâmicas que irão se contrapor a esse crescimento.

Nenhum crescimento exponencial físico se mantém indefinidamente. Essas dinâmicas de contenção do crescimento exponencial podem ser criadas por nós ou podem ser impostas pela natureza. No caso do crescimento populacional e de bens de capital ainda é uma questão de escolha, mas talvez não seja por muito tempo.

Características importantes de ciclos de realimentação positiva

Os ciclos de realimentação positiva representam algo que cresce segundo uma função exponencial. As funções exponenciais têm duas propriedades importantes:

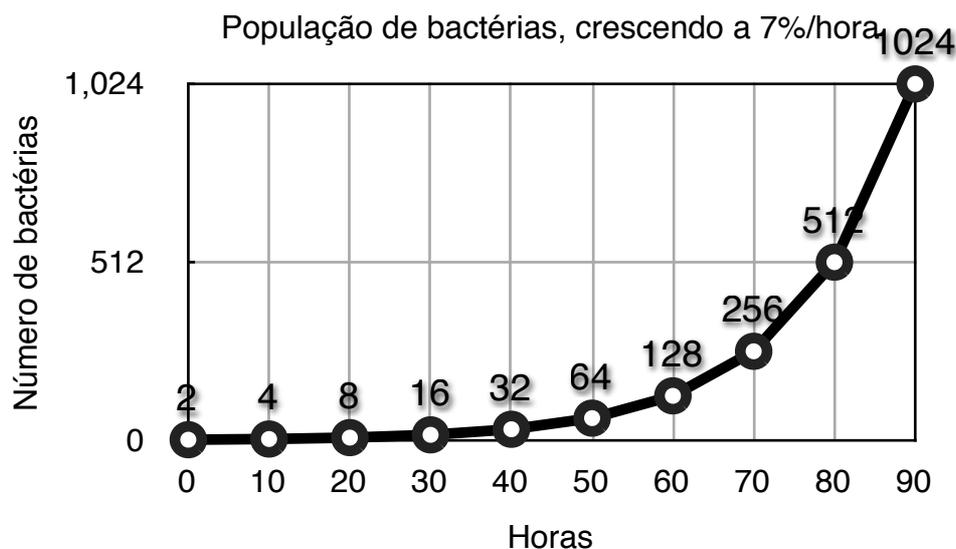
1- Em intervalos de tempos iguais ocorrem dobrar de valores.

2- Para calcular o tempo onde ocorrerá a dobra basta usar a fórmula $td = 70/g$, sendo g a taxa de crescimento.

(A demonstração destas duas propriedades está no meu site www.joaoarantes.com.br, no item “Material de Apoio ao Livro”)

Exemplo:

Imagine uma população inicial de 2 bactérias. A taxa de crescimento é de 7%/hora. Logo a cada $70/7 = 10$ horas, ocorre uma dobra. Ou seja, em intervalos iguais, de 10 horas a população dobra.



O que ocorrerá se aumentarmos a taxa de 7%/hora para 14%/hora? Isso mesmo, o tempo de dobra se reduz para 5 horas. E se reduzirmos a taxa para 3,5%/hora? O

tempo de dobra aumenta para 20 horas. Note que a função exponencial tem uma característica interessante: a população cresce lentamente nas primeiras dobras, mas nas dobras posteriores o crescimento é notável.

Desafio

O professor Bartlett, em seu livro “The essencial exponencial!” faz três perguntas interessantes que permitem entender bem a nossa dificuldade de compreender o crescimento exponencial:

Primeira pergunta

“São onze horas da manhã, temos uma garrafa com uma bactéria. A cada minuto ela se divide em duas. Ao meio dia a garrafa ficou totalmente tomada pelas bactérias. A que horas e minutos a garrafa estava ocupada pela metade? Se você fosse uma bactéria pessimista, a que horas perceberia que o espaço estava acabando?”



Horas	Espaço ocupado	Espaço vazio
12:00	100%	0
11:59	50% (1/2)	1/2 da garrafa
11:58	25% (1/4)	3/4 da garrafa
11:57	12,5% (1/8)	7/8 da garrafa
11:56	6,25% (1/16)	15/16 da garrafa
11:55	3.12% (1/32)	31/32 da garrafa

Resposta

A garrafa estava ocupada pela metade às 11:59 h.

Se você fosse uma bactéria bem pessimista, você poderia notar algum problema quando 1/4 da garrafa estivesse ocupada, ou seja, às 11:58 h, talvez dois minutos antes da catástrofe. Esse exemplo é na verdade um alerta para a situação de esgotamento dos recursos não renováveis (tais como o petróleo) que estamos vivenciando ultimamente.

Segunda pergunta

“Imagine que às 11h 58 minutos uma bactéria fez uma descoberta notável, encontrou três garrafas vazias. Quanto tempo levaria para as bactérias preencherem as quatro garrafas?”

Horas	Espaço ocupado	Garrafas
12:02	400%	as quatro garrafas ocupadas
12:01	200%	duas garrafas ocupadas e duas vazias
12:00	100%	uma garrafa ocupada
11:59	50% (1/2)	1/2 da garrafa vazia
11:58	25% (1/4)	3/4 da garrafa vazia



Resposta

Note que mesmo esta descoberta fantástica, os três novos mundos a colonizar (as três garrafas) seriam tomados em apenas dois minutos!

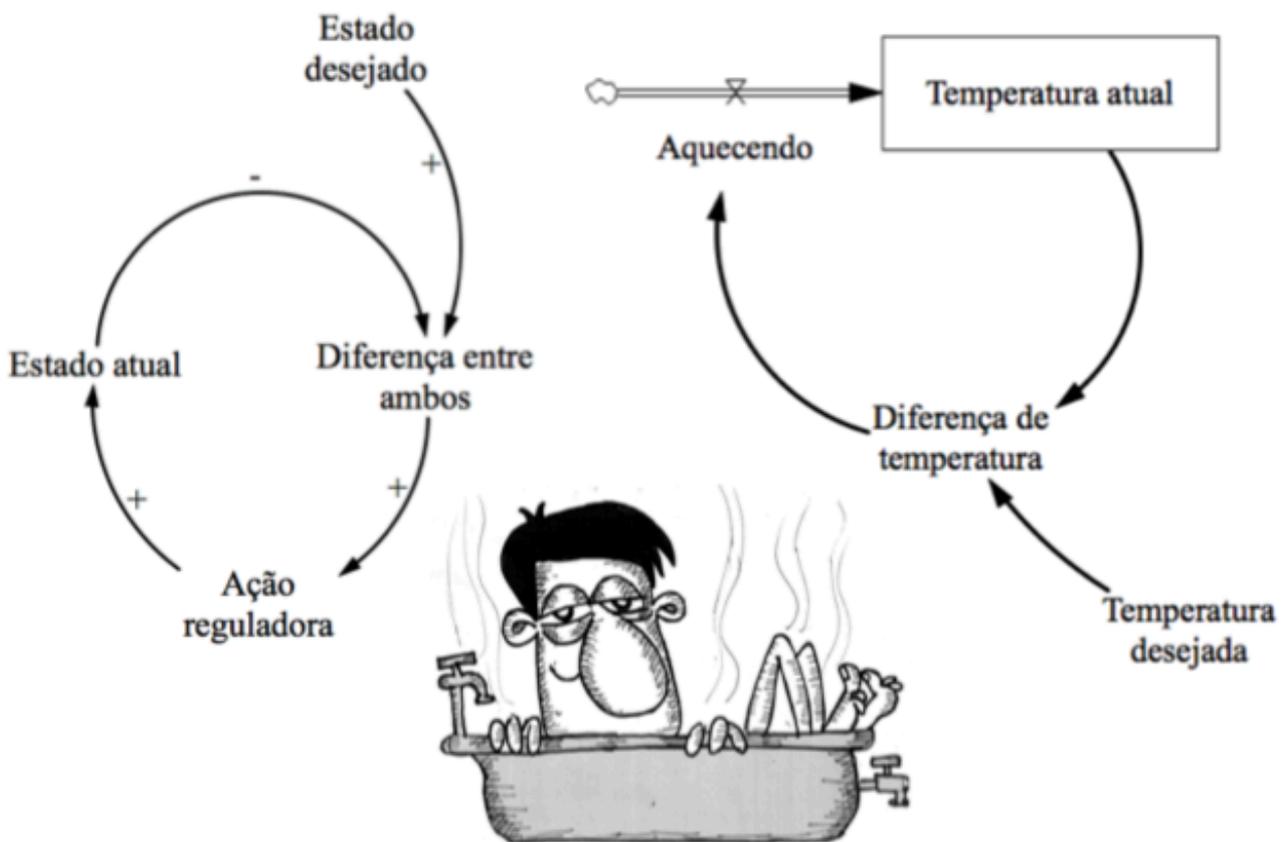
A população da terra cresce atualmente a 2% ao ano. Ou seja, em 35 anos poderemos ser 12 bilhões de pessoas, em 70 anos 24 bilhões! Lembra um pouco o caso

que acabamos de estudar. Como conseguir recursos, em um planeta finito, para sustentar uma população que cresce exponencialmente? Será que isso é possível?

Ciclos de Estabilização– realimentação de equilíbrio

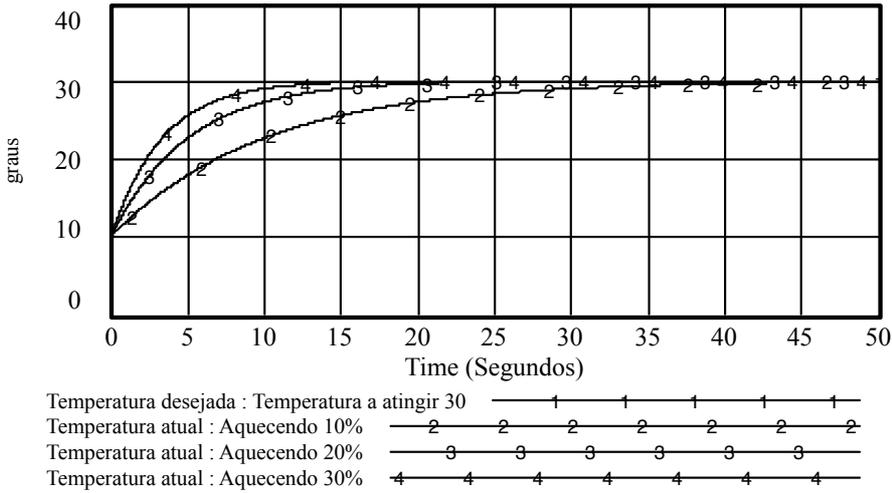
Os ciclos de estabilização levam a busca por uma meta, ou à busca por equilíbrio. Eles se opõem a qualquer direção de mudança que é imposta a um sistema (Meadows, 2000).

Voltemos ao exemplo do banho quente, que estudamos no capítulo 4. Aquele mapa sistêmico estudado pode ser traduzido em um modelo de estoques e fluxos (figura a seguir).

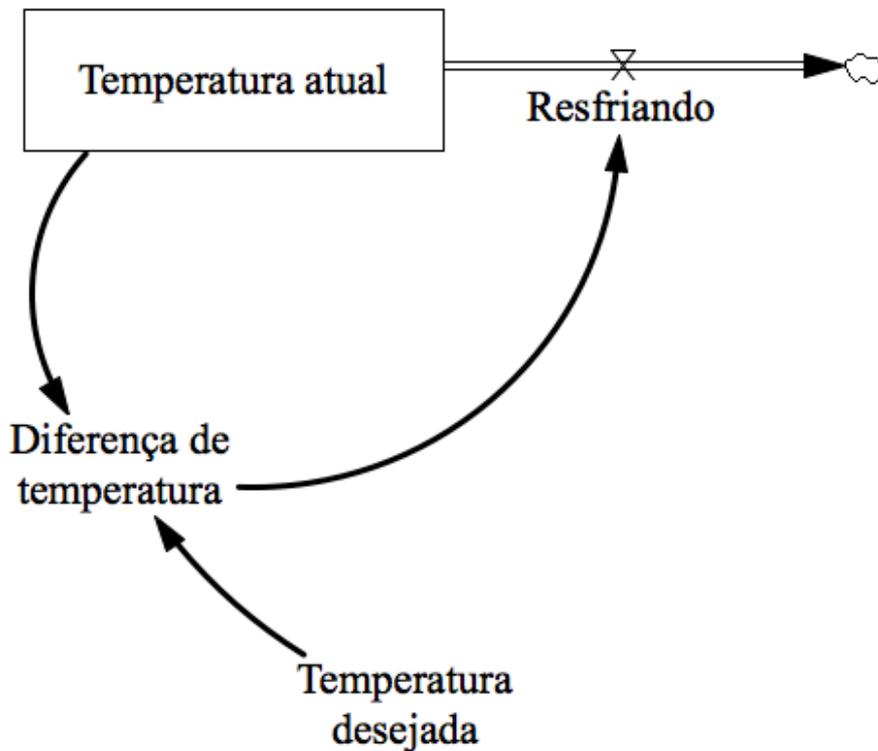


Digamos que a ação reguladora, no caso, seja a abertura da torneira de água quente. Dependendo da forma que essa ação for tomada, a meta poderia ser atingida de uma forma mais rápida ou mais lenta. Imagine que a temperatura inicial da água da banheira é de 10 graus e a temperatura desejada, 30 graus. A figura a seguir mostra que, abrindo-se mais a válvula de água quente, mais rapidamente a meta é alcançada.

Aquecendo a água

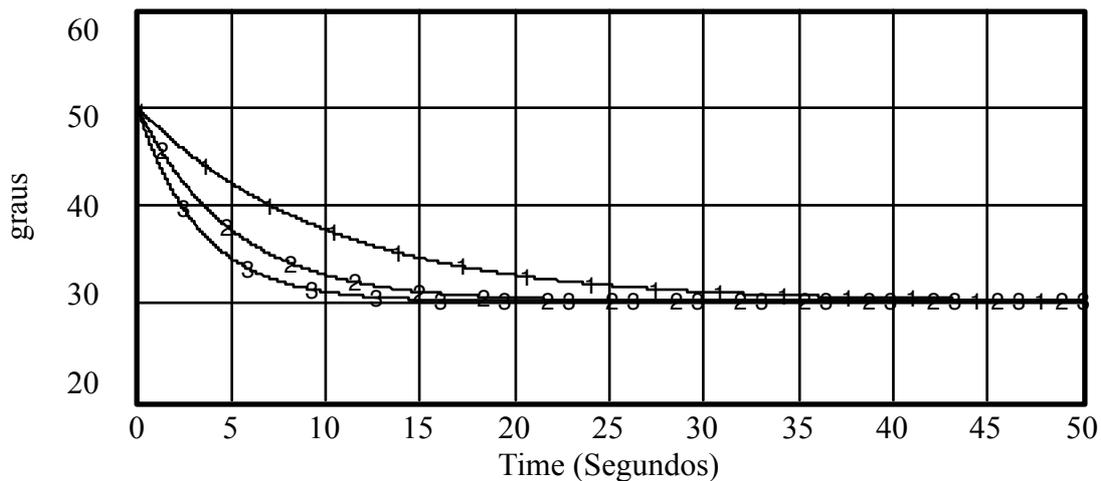


Imagine agora uma situação oposta. Digamos que a água da banheira se encontra quente (a 50 graus) e a temperatura desejada seja novamente 30 graus. A ação reguladora seria abrir a água fria. A estrutura é praticamente a mesma, apenas o fluxo de calor se inverte.



Novamente, abrindo-se mais a água fria, mais rapidamente a meta é alcançada. As curvas a seguir simulam um resfriamento de 10%, 20% e 30% do valor da temperatura atual (o que pode ser entendido como abrir mais a válvula de água fria)

Resfriando de 50 para 30 graus



Temperatura atual : Resfriando 10 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 — 1 —
 Temperatura atual : Resfriando 20 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2 — 2 —
 Temperatura atual : Resfriando 30 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 — 3 —

Desafio

Visite o meu site, a faça os três primeiros exercícios propostos.

Website Prof. João Arantes

Exercícios (modelos computacionais)

Exercícios de apoio ao livro:
 Obs: os modelos 5,6,7,8 tomaram por base os estudos de Donella Meadows, livro Thinking in Systems (com modificações introduzidas por mim).
 os modelo 8 tomou por base os estudos de Cooper/James Lyneis (com modificações introduzidas por mim).

Exercício 1- [Ciclos positivos](#)
 Exercício 2- [Ciclos negativos I \(busca por uma meta maior que o valor inicial\)](#)
 Exercício 3- [Ciclos negativos II \(busca por uma meta menor que o valor inicial\)](#)
 Exercício 4- [Modelo com um estoque e dois fluxos \(um ciclo positivo e um negativo\)-um modelo básico para dinâmica populacional](#)
 Exercício 5- [Criando um table function \(criando uma table function para o modelo da dinâmica populacional\)](#) (ps: leia [este artigo](#) que explica em detalhes o conceito)
 Exercício 6- [Análise de cenários \(modelo para dinâmica de recursos não renováveis\)](#)
 Exercício 7- [Análise de cenários \(modelo para dinâmica de recursos renováveis\)](#)
 Exercício 8- [Análise do ciclo de retrabalho em projetos](#)

Conceitos chave

CICLOS POSITIVOS

> CICLOS POSITIVOS LEVAM A CRESCIMENTO EXPONENCIAL.
> EM INTERVALOS DE TEMPOS IGUAIS OCORREM DOBRAS
> O TEMPO DE DOBRA É DADO PELA FÓRMULA $T_{0/G}$



CICLOS NEGATIVOS



SEMPRE QUE TEMOS CICLOS POSITIVOS SURGEM CICLOS NEGATIVOS QUE TEM UMA AÇÃO DE BALANCEAMENTO, DE EQUILÍBRIO

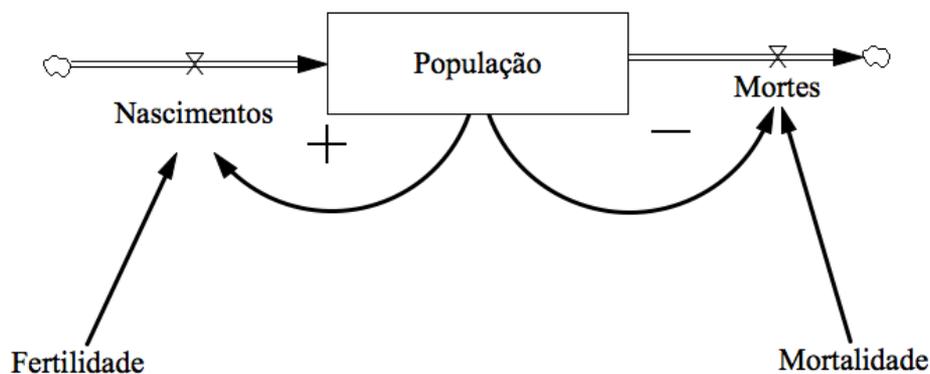
ELES SE OPÕEM AOS CICLOS POSITIVOS, TENTANDO CONTER O SEU AUMENTO!

Capítulo 9– Modelos e Sistemas Reais

Vamos agora analisar um sistema, composto de apenas um estoque e dois fluxos, um loop de reforço e outro de balanceamento. Vamos, por meio deste exemplo, analisar a dinâmica de crescimento populacional.

Exemplo 1: A dinâmica do crescimento populacional

Usaremos duas variáveis, Fertilidade e Mortalidade como **fatores de direcionamento** do sistema. Variando seus valores, poderemos entender como o sistema se comporta.



O que podemos esperar se o número de nascimentos se igualar ao número de mortes?

Se ambos os fluxos são iguais é de se esperar que o estoque se mantenha inalterado.

E se o número de nascimentos superar o número de mortes?
É esperado que a população cresça.

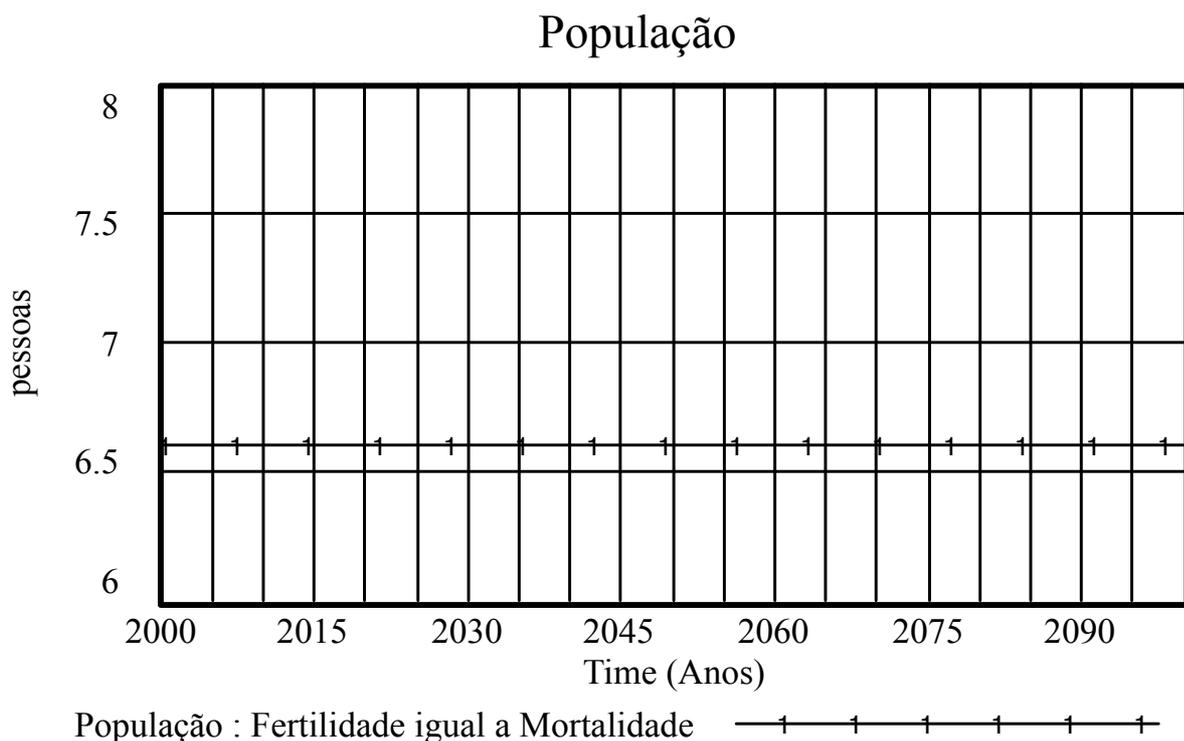
Caso ocorra o contrário (o número de mortes superar ao número de nascimentos) é de se esperar que a população diminua.

Para ter um bom entendimento desta dinâmica, é recomendado fazer uma simulação computacional. Criei um modelo em Vensim (que está disponível no meu website para download). Usei como parâmetros de simulação os estabelecidos por Donella Meadows em seu livro "Thinking in Systems".

Simulações a fazer	Fertilidade	Natalidade
Fertilidade igual a mortalidade	9 mortes por 1000 (0.009)	9 mortes por 1000 (0.009)
Fertilidade maior que a mortalidade	21 nascimentos por 1000 (0.021)	9 mortes por 1000 (0.009)
Mortalidade maior que a fertilidade	21 nascimentos por 1000 (0.021)	30 mortes por 1000 (0.030)

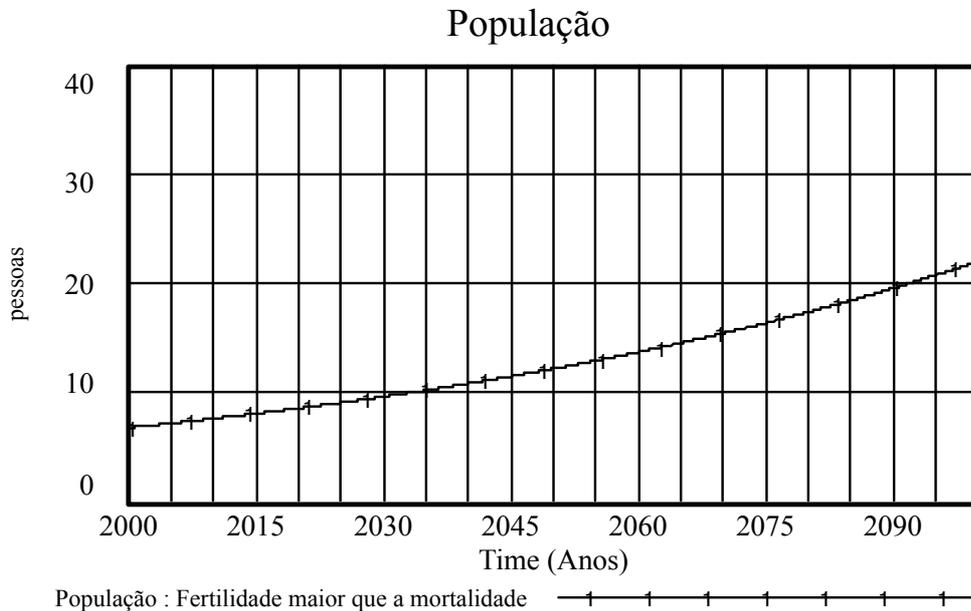
Equilíbrio Dinâmico : fluxos iguais

Em uma primeira simulação, considere que tanto a taxa de fertilidade como a taxa de mortalidade se mantivessem constantes ao longo do tempo. Usei como população inicial o valor de 6,6 bilhões de pessoas. Após realizar uma simulação computacional, obtive o gráfico a seguir, que mostra um **equilíbrio dinâmico**.

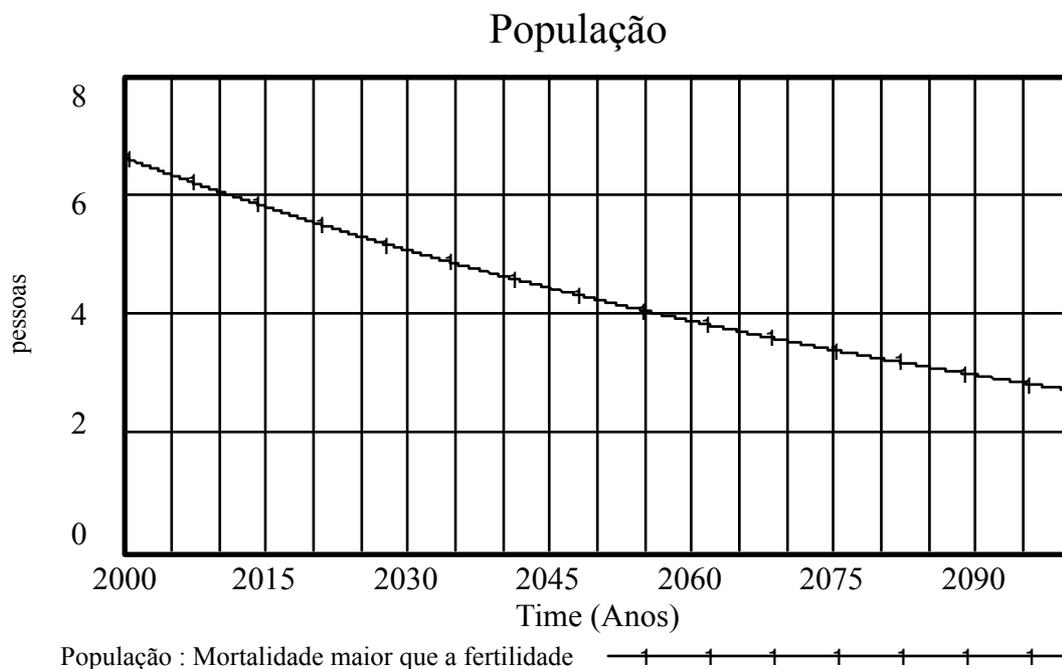


Alternância de dominância entre os ciclos positivos e negativos

Vamos agora assumir que a Fertilidade (0.021) é maior que a Mortalidade (0.09). O que ocorre? O ciclo **positivo tem dominância**, o que leva à população a crescer.

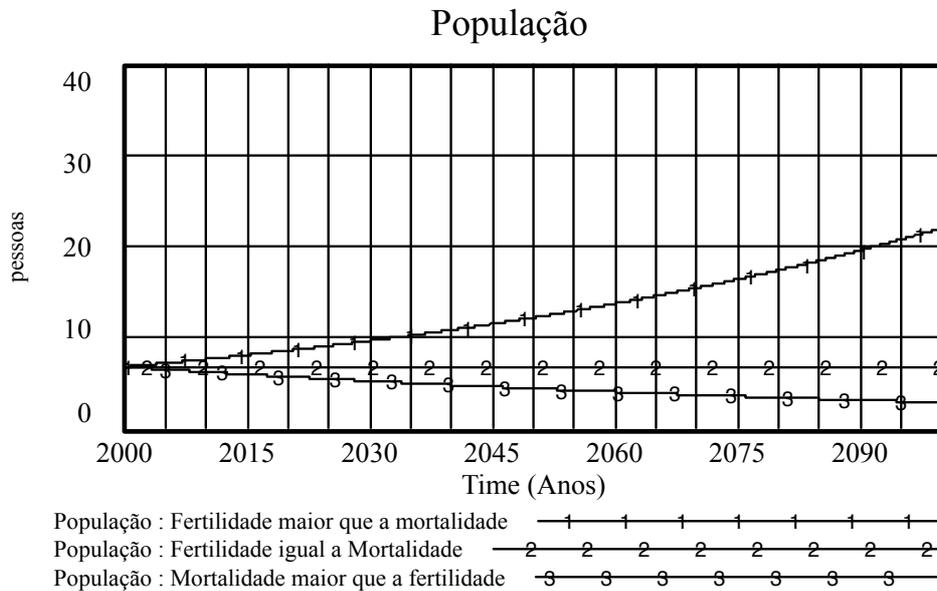


Por fim vamos verificar o que ocorre quando a Mortalidade (0.030) é maior que a Fertilidade(0.021). Note que a população cai.



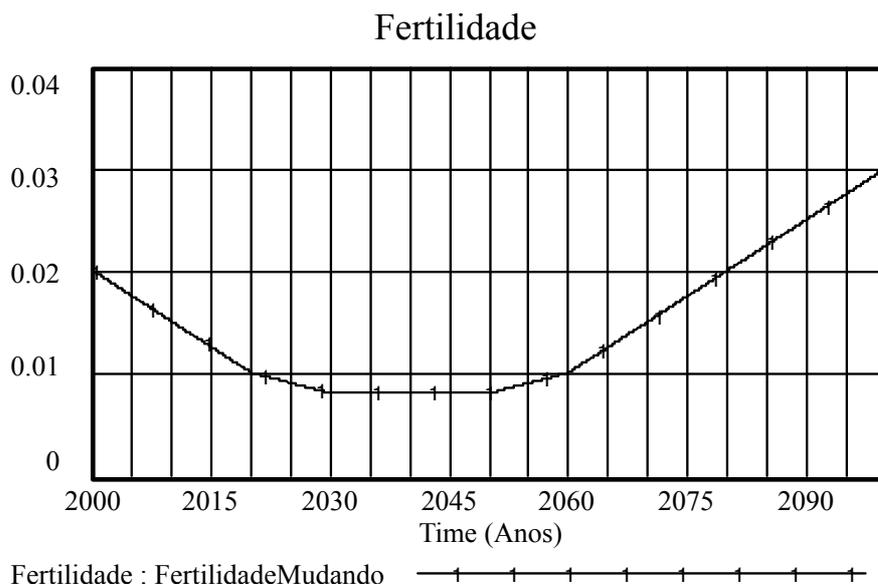
O que podemos aprender com este exemplo? **Alternância de dominância dos ciclos**. Quando o **ciclo positivo domina**, temos um crescimento populacional. Quando

o **ciclo negativo domina**, temos um decréscimo. Quando ambos são iguais, a população **se mantém constante**.



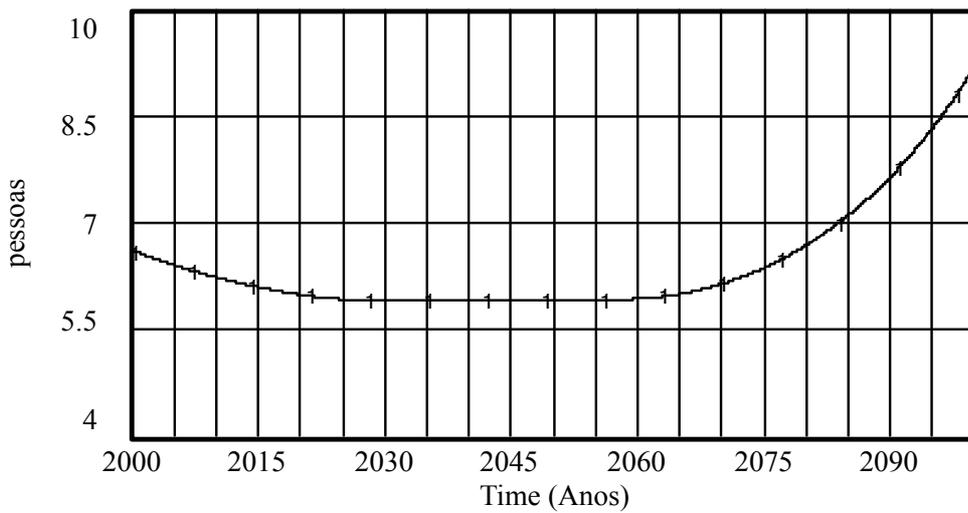
Fatores de direcionamento (“driving factors”)

Mas na vida real nem a fertilidade nem a mortalidade são constantes. Elas podem mudar ao longo do tempo. Vamos então considerar que a fertilidade mude, mas vamos manter a mortalidade constante. Suponha que a fertilidade inicialmente seja menor que a mortalidade, depois a fertilidade se iguale a mortalidade, e finalmente a fertilidade venha a ser maior que a mortalidade, como mostra a figura a seguir (obs: mantive a mortalidade constante, igual a 0.009)



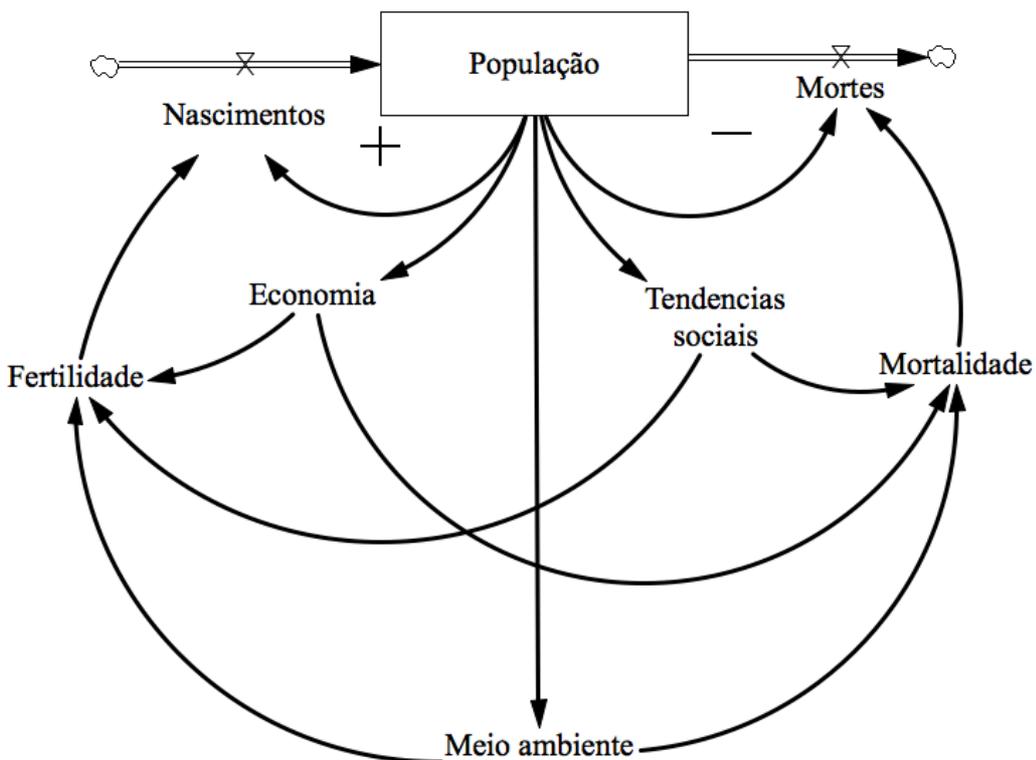
O que acontecerá com a população? Isso mesmo, cai num primeiro momento, se estabiliza a seguir e depois volta a aumentar.

População



População : FertilidadeMudando

Mas, no mundo real, será que fertilidade e mortalidade são independentes? Na verdade não, a economia, o meio ambiente, as tendências sociais afetam os fatores de impulsão (Meadows, 2000). Mas o tamanho da população também afeta a economia, o meio ambiente e as tendências sociais. Talvez um modelo mais acurado fosse o representado pela figura a seguir





Adequação de um modelo

Donella coloca três questões importantes que nos ajudam a decidir quão bom é o modelo que criamos.

1. Os fatores de direcionamento irão possivelmente se desdobrar da forma que estamos simulando? (Ou seja, os cenários que você simula são realísticos?)
2. Se sim, o sistema real reagirá da forma que simulamos?(O modelo captura as dinâmica inerentes ao sistema?)
3. Quais são os fatores que direcionam os fatores de direcionamento (Os fatores de direcionamento são independentes ou fazem parte do sistema?)

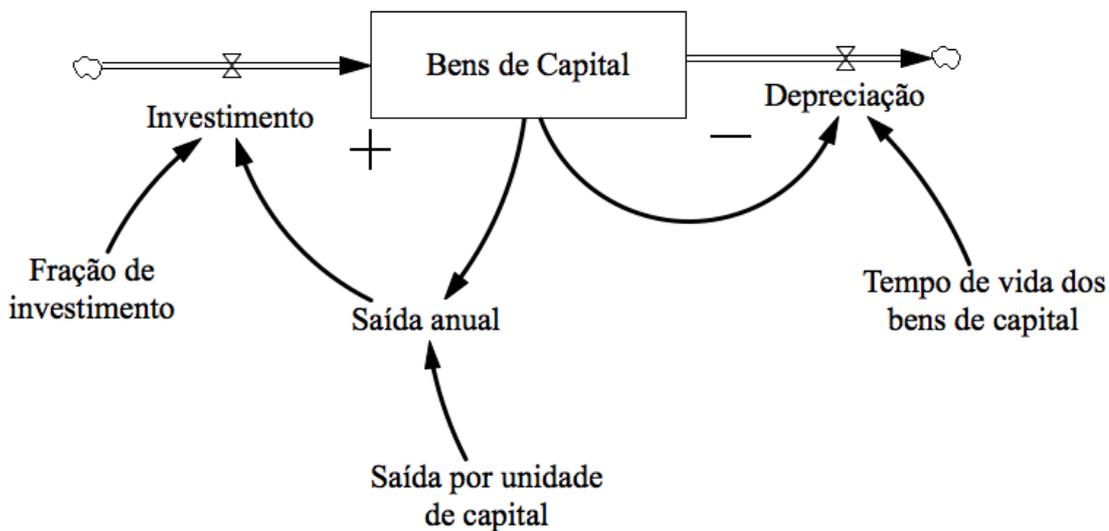
Ou seja, o que realmente importa é saber se o sistema modelo se comporta de forma semelhante ao sistema real quando os fatores de direcionamento reais forem iguais àqueles simulados (Meadows, 2000).



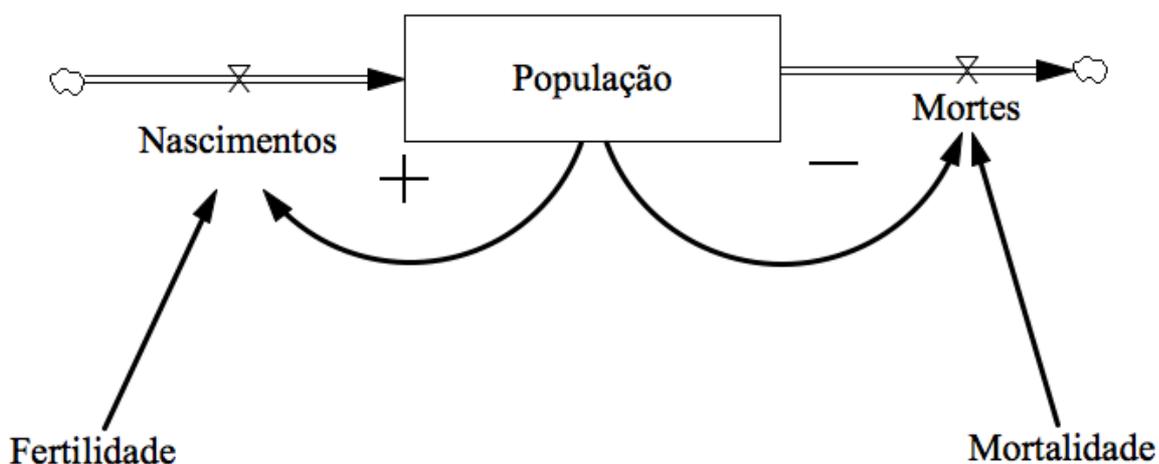
OS ESTUDOS DE DINÂMICA DE SISTEMAS NÃO SÃO PROJETADOS PARA PREVER O QUE IRÁ ACONTECER, AO INVÉS DISSO SÃO FEITOS PARA EXPLORAR O QUE ACONTECERIA SE OS FATORES DE DIRECIONAMENTO SE DESDOBRASSEM DE VARIADAS FORMAS (REF. MEADOWS,2000)

Exemplo 2: a dinâmica dos bens de capital

Estudamos anteriormente um modelo que representa a dinâmica populacional. Vamos agora criar um novo modelo que representa a dinâmica dos bens de capital. Os bens de capital ou bens de produção, como já vimos, são fábricas, máquinas, equipamentos, instalações que geram produtos e serviços. Uma parte do que é criado pode ser re-investido, levando à criação de novos bens de capital. Porém, bens de capital não duram para sempre, em algum momento vão ser descartados. Tem uma vida útil de, digamos, “x” anos. Ou seja a cada podemos depreciar $1/x$ dos bens de capital.



Ou seja, fábricas “nascem” quando ocorrem investimentos e “morrem” quando atingem o tempo de vida útil. Não é exatamente o que estudamos ao analisar a dinâmica populacional?



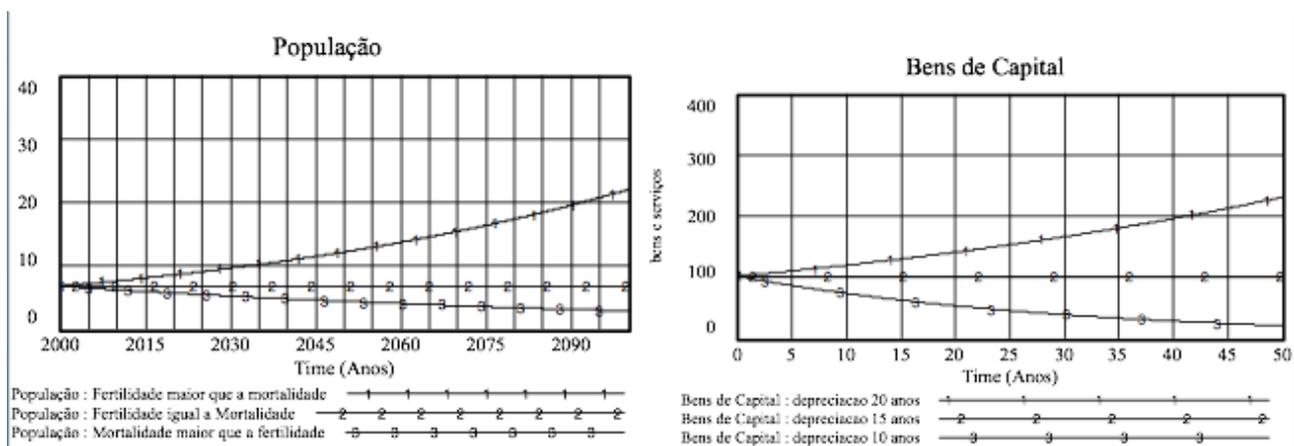
Estruturas de Sistemas e Padrões de Comportamento

Você deve estar pensando que **sistemas com estruturas idênticas se comportarão da mesma forma.**



E é isso mesmo o que ocorre! Os padrões de comportamento da evolução dos bens de capital são análogos aos padrões que estudamos na evolução da dinâmica populacional.

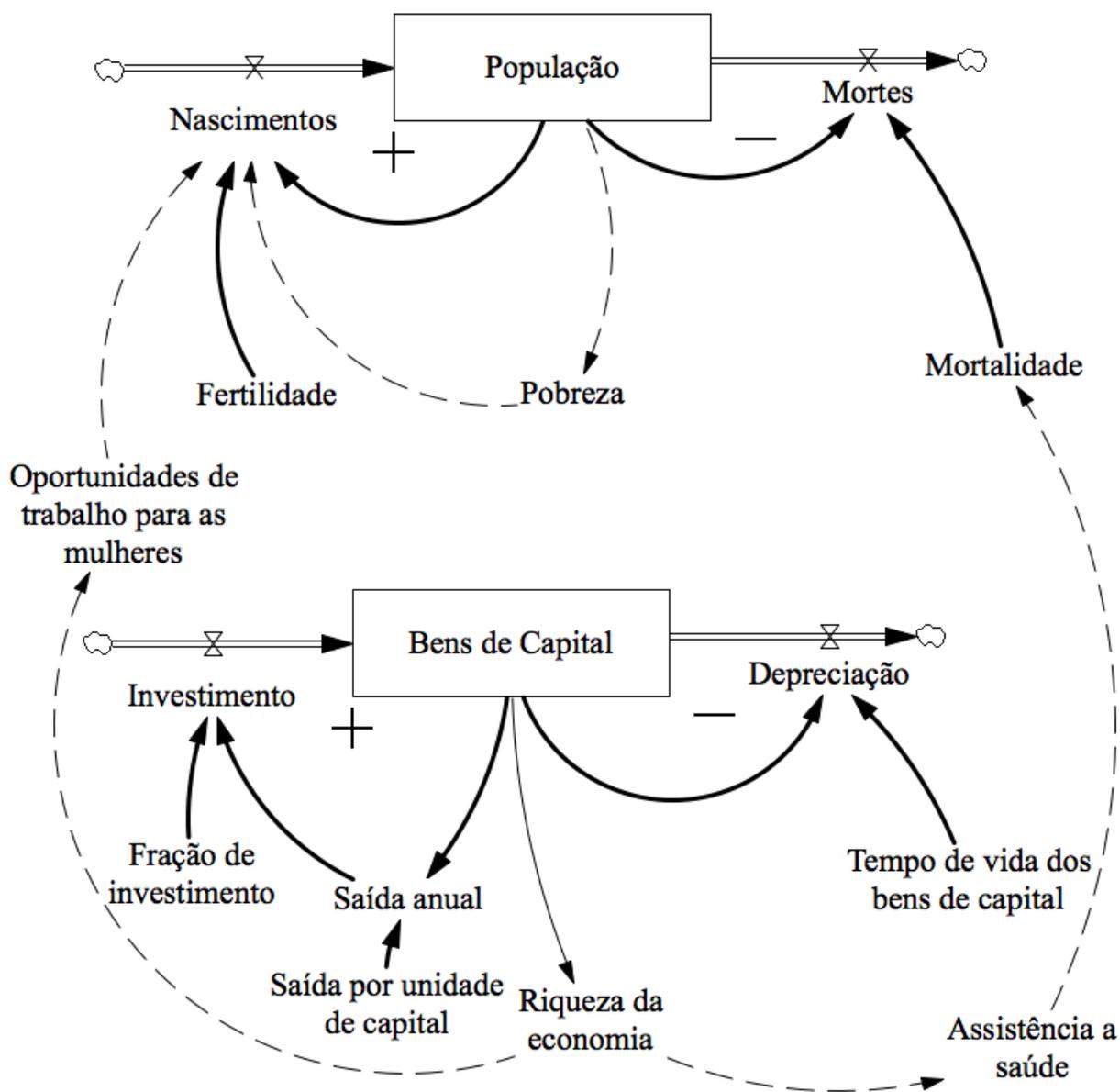
De fato, se fizermos algumas simulações computacionais poderemos encontrar curvas bastante semelhantes às estudadas anteriormente.



Fronteiras de um sistema

Criamos modelos computacionais para entender melhor um determinado aspecto de um sistema. Até o momento analisamos a dinâmica populacional e a dinâmica dos bens de capital (que de certa forma é o motor da economia). Mas no mundo real as duas dinâmicas não estão isoladas, elas fazem parte de um sistema maior, a sociedade.

Quanto maior a riqueza de uma economia, mais recursos podem ser empregados na assistência à saúde, o que pode fazer com que as pessoas vivam mais. Além disso, maior riqueza da economia gera mais oportunidades de trabalho para as mulheres, o que pode levar a uma redução do número de filhos. Com isso as nações mais ricas experimentam redução tanto na taxa de natalidade como de mortalidade.



E quanto aos países pobres? Países mais pobres têm menos recursos para investir em assistência à saúde. Consequentemente a mortalidade poderá ser maior. Por outro lado, economias mais pobres acabam gerando menos oportunidades de trabalho, o que pode levar às mulheres a terem mais filhos (em parte para ajudar no sustento da família).

Consequentemente, em países mais pobres poderemos ter maiores mortalidade e natalidade.

Podemos concluir que países que se desenvolveram rapidamente têm maiores condições de manter uma população relativamente estável e um certo grau de riqueza. Já os países que estão em desenvolvimento e possuem população crescente ainda têm mais um fator complicador: uma boa parte da riqueza gerada é usada no desenvolvimento de infra-estrutura básica. E a infra-estrutura nunca é suficiente, pois a população não para de crescer...

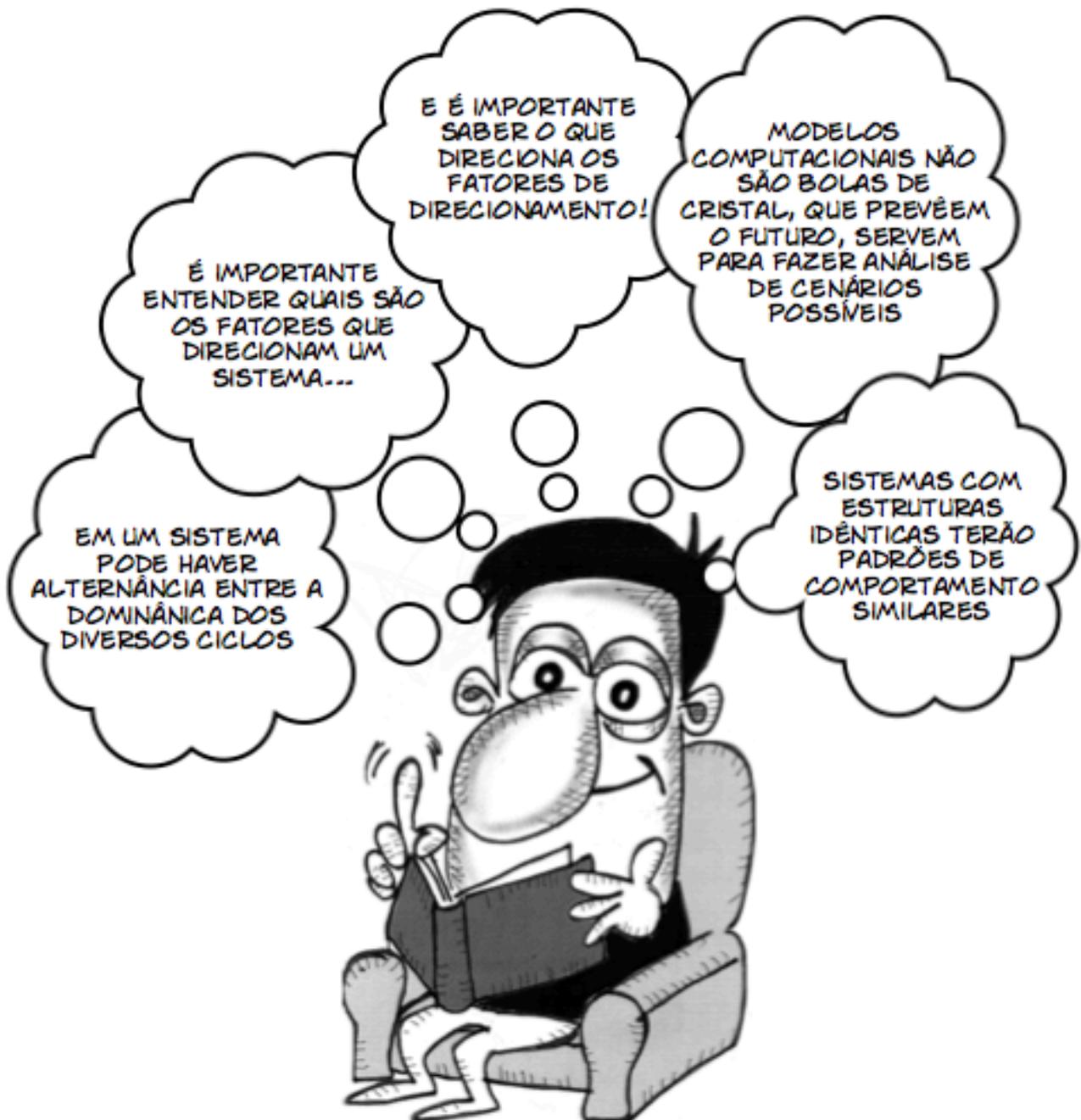


Uma frase que se falou muito(e ainda se fala) no Brasil é que “é preciso crescer, para depois dividir a riqueza.” Tal afirmação não é correta do ponto de vista sistêmico. Se as estruturas estudadas se mantiverem, de nada adianta crescer mais, pois os recursos gerados nunca serão suficientes para cobrir as necessidades de uma população que cresce mais rapidamente que o crescimento dos bens de capital.

RODAR UM SISTEMA MAIS FORTEMENTE OU MAIS RAPIDAMENTE NÃO MUDARÁ O PADRÃO, SE A ESTRUTURA NÃO FOR ALTERADA (REF. MEADOWS, 2000)



Pontos principais



Capítulo 10– O paradoxo do progresso: as dinâmicas do uso de recursos não renováveis

Estamos vivendo as últimas décadas da exploração de um recurso não renovável, o petróleo. Mas há muitos outros recursos não renováveis que estamos consumindo alucinadamente, tais como o carvão, o urânio, metais etc. Seria interessante que entendêssemos a dinâmica de exploração desses recursos.



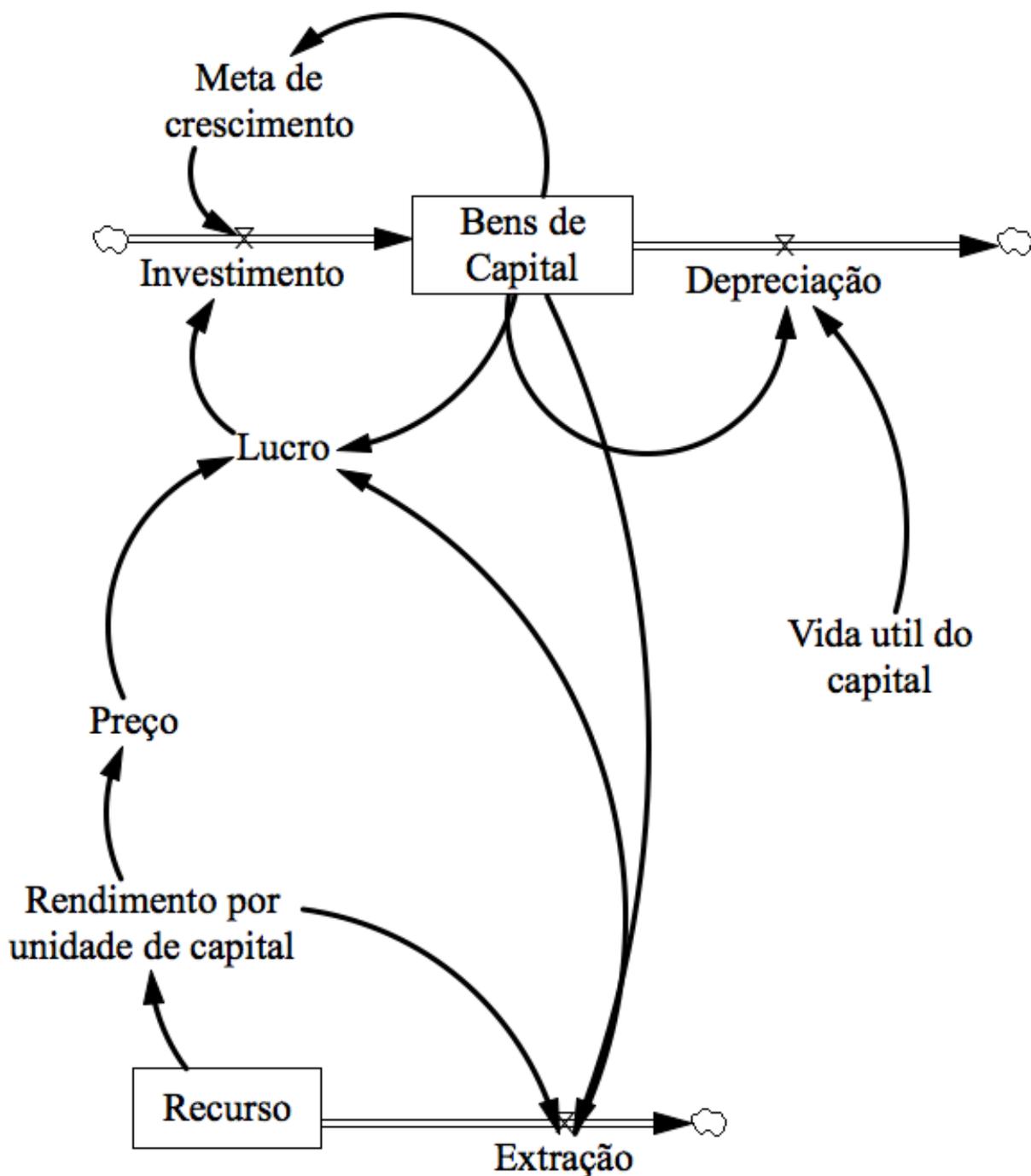
A dinâmica do uso de recursos não renováveis

Já estudamos anteriormente a dinâmica dos bens de capitais. Pelo uso deles conseguimos extrair os bens não renováveis. Maior a quantidade de bens de capital, maior a atividade extrativista. E quanto mais se extrai, mais se lucra.

Mas tem um lado chato nesta história. Quanto mais se extrai, mais dificuldade temos em extrair. Todos sabemos que à medida que se extrai o petróleo, temos que buscar o restante a uma profundidade maior, a um custo maior. Portanto temos que levar em conta a eficiência produtiva, pois isso impactará no preço do recurso extraído.

O lucro nada mais é do que a diferença entre o que se ganhou vendendo o bem que foi extraído e o que se gasta para manter a extração. Parte desse lucro se torna investimento em novos bens de capital. O modelo a seguir representa o que discutimos até aqui.

Modelo Utilizado



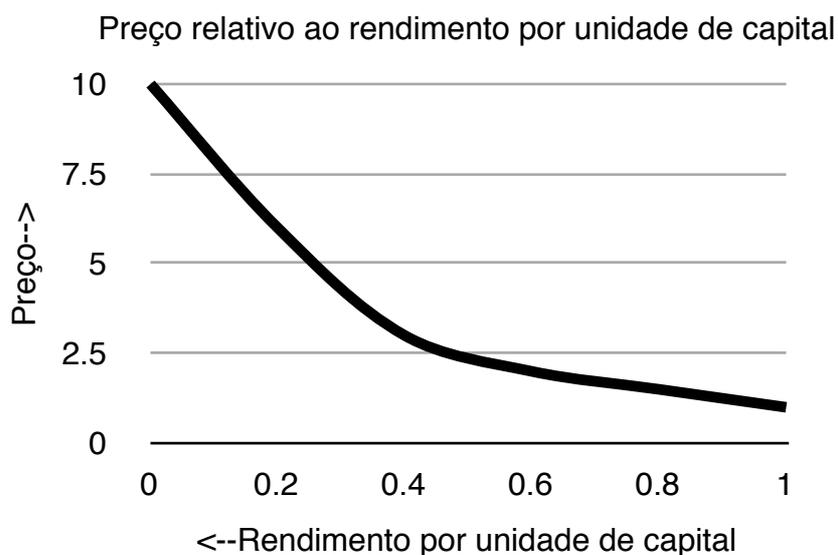
O modelo mostrado pode ser transformado em um modelo computacional. Como disse anteriormente, este modelo pode ser obtido por download no meu website. Vou me ater apenas a alguns conceitos que acho fundamentais para o entendimento deste modelo.

Variáveis e valores utilizados para simulação computacional

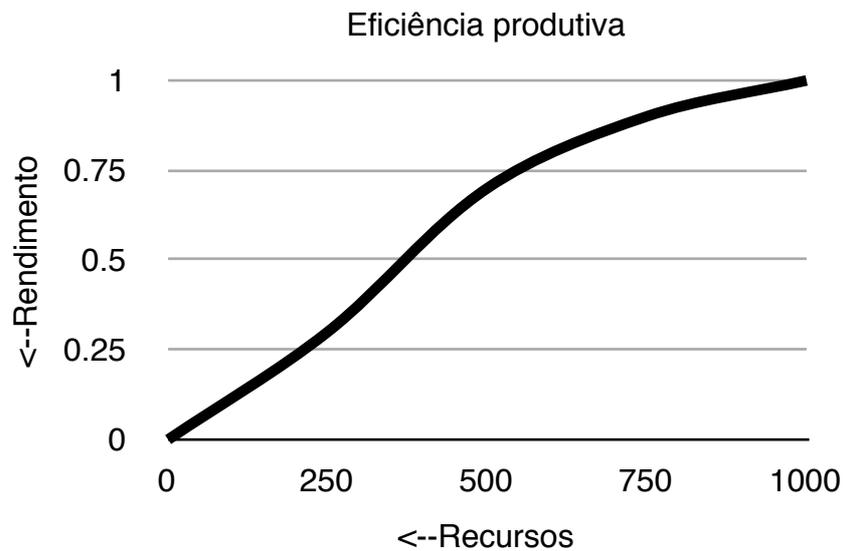
Utilizei os mesmos valores sugeridos por Donella Meadows em seu livro “Thinking in Systems”.

Variáveis	Valores iniciais
Bens de capital	5
Meta de crescimento	10% dos Bens de capital
Recursos	1000
Vida útil do capital	20 anos
Tempo de simulação	100 anos

Para o preço, criei uma função que o relaciona ao rendimento da unidade de capital. Assim, por exemplo, quando o rendimento é máximo o preço é mínimo, digamos 1 real. À medida que o rendimento cai (ou seja, fica mais difícil extrair o petróleo) o preço aumenta gradualmente. Coloquei o preço máximo de 10 reais, quando o rendimento se aproximasse de zero.



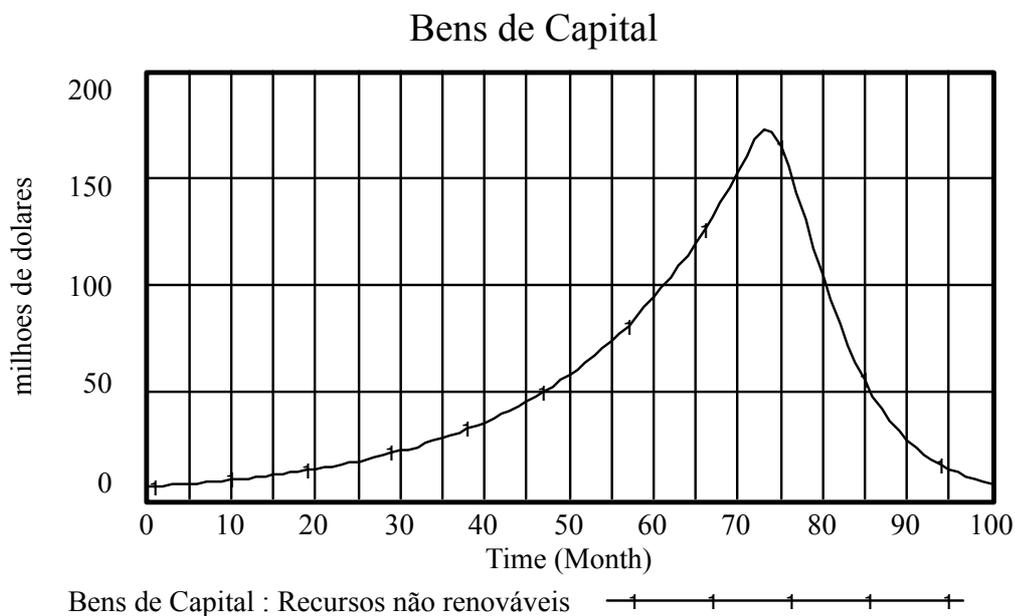
Para o rendimento, usei uma função similar. Quando o estoque de recursos é máximo (no caso estipulamos que a quantidade máxima de recursos é igual a 1.000), o rendimento é 100%. Quando o estoque vai diminuindo o rendimento vai diminuindo também; quando o estoque é nulo o rendimento também é.



A seguir discutirei os resultados da simulação computacional levando-se em conta os parâmetros iniciais estipulados. A partir do entendimento da dinâmica do modelo poderemos analisar diversos cenários, modificando-se os parâmetros de simulação.

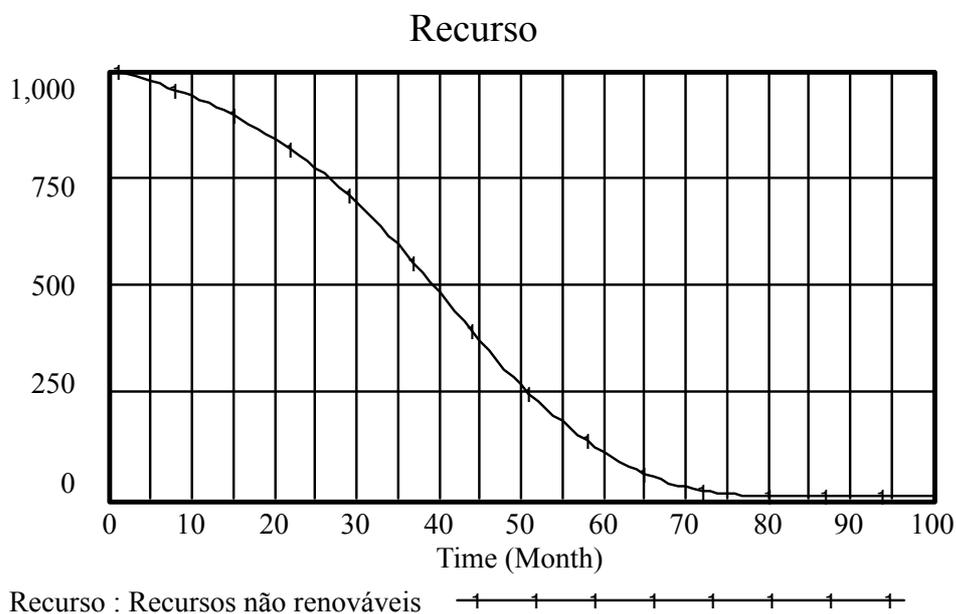
Evolução dos bens de capital

Os bens de capital irão aumentar ao longo do processo de exploração. Afinal os lucros levam a novos investimentos. Porém, em algum momento, os custos de exploração se tornarão impeditivos, o que levará a redução de investimentos.



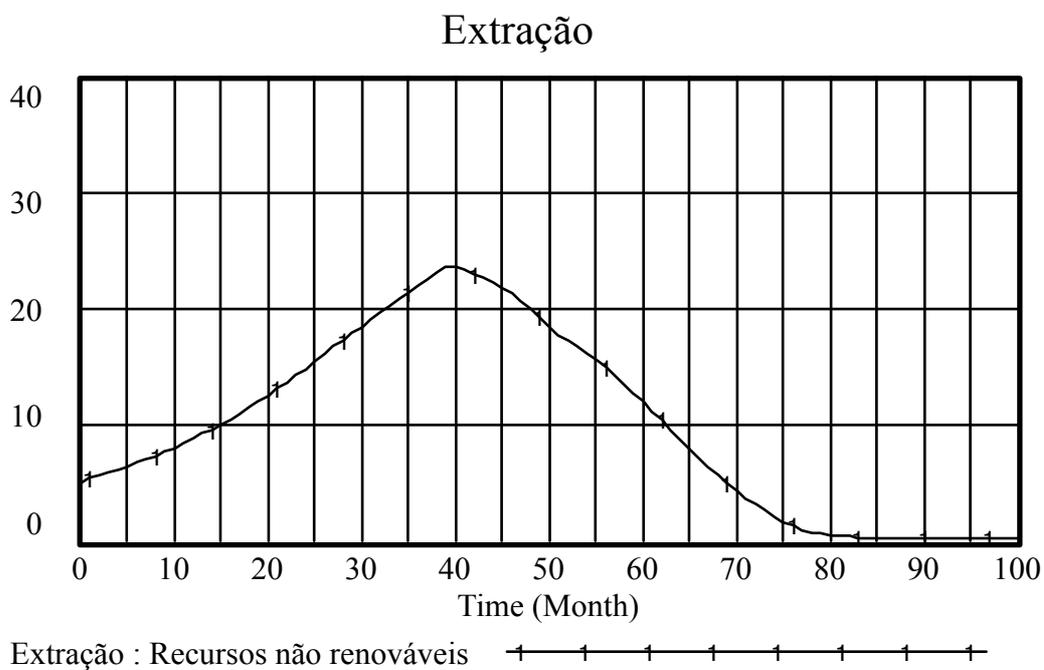
O esgotamento dos recursos não renováveis

Note que o pico dos bens de produção se dá (veja figura anterior e compare com a figura a seguir) quando os recursos estão próximos ao seu esgotamento.



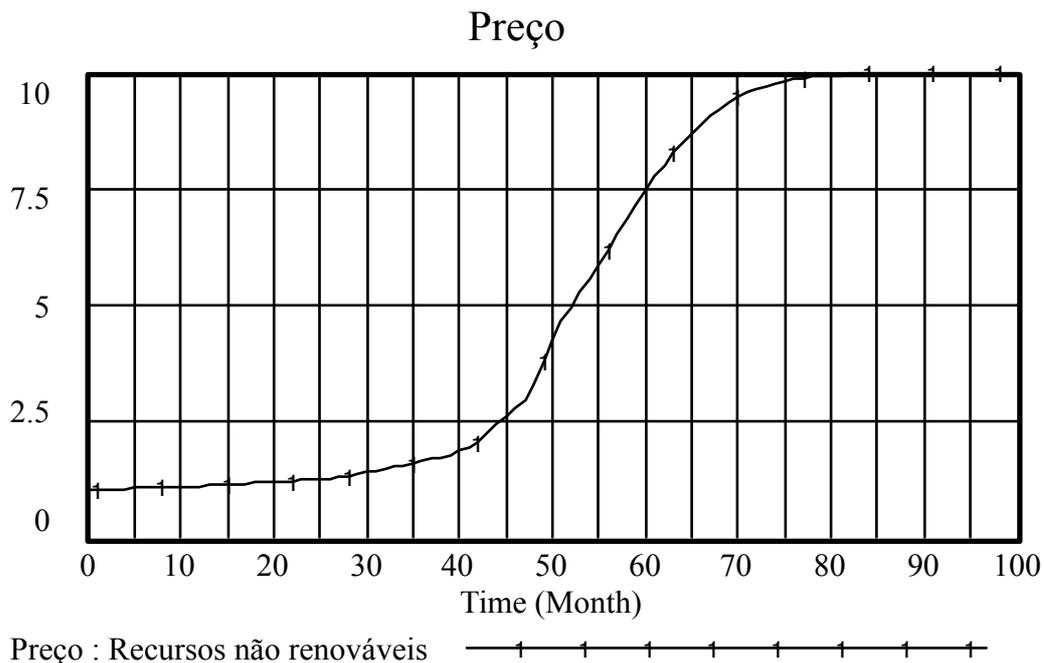
Fluxo de extração

Todo recurso não renovável tem um ponto máximo de extração. A partir daí começa uma queda gradual.



Preço do recurso

Note a correlação entre extração e preço do recurso. Observe que quando a quantidade de recursos começa a se esgotar, o preço dispara.



Muito bem, entendemos as dinâmicas básicas do sistema. Se tivéssemos dados reais sobre quantidade de recursos, rendimento por unidade de capital etc. poderíamos comparar os resultados do modelo com resultados reais.

Caso existissem discrepâncias poderíamos **calibrar o modelo**, ou seja, ajustá-lo de modo a fazer com que os resultados da simulação se aproximassem o mais próximo possível dos dados reais.

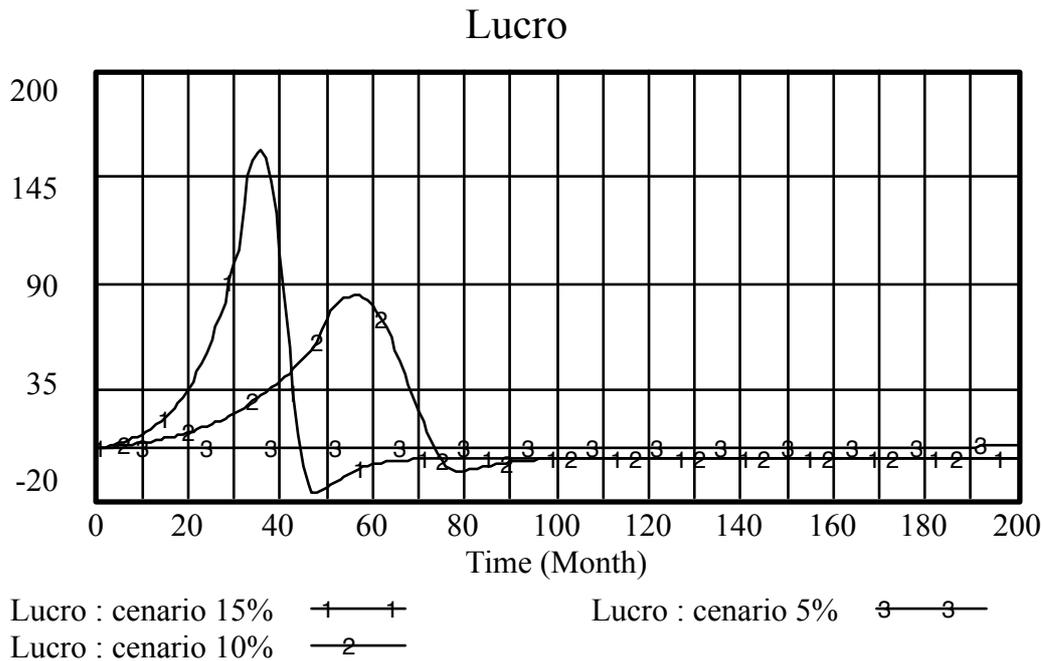
Como não temos esses dados, vamos “fazer de conta” que as curvas simuladas e as curvas reais fossem bastante próximas, ou seja o nosso modelo capturasse as principais dinâmicas presentes no mundo real.

Nesse momento poderíamos então fazer uma **análise de cenários possíveis**. Ou seja, como o sistema se comportaria se tais e tais condições viessem a ocorrer.

O modelo em questão poderia nos ajudar a responder a algumas perguntas:

- 1) Em quanto tempo os recursos estimados se esgotarão?
- 2) Qual deve ser meta de crescimento que norteará os investimentos em capacidade produtiva?

E quanto a lucratividade da empresa?



Maiores metas de crescimento levam a um lucro mais rápido. Ou seja, se a empresa pretende lucrar mais rapidamente, crescer a 15% seria a opção. Por outro lado, se a empresa pensa em manter seu negócio por mais tempo, mesmo tendo lucros menores, crescer a 5% seria o ideal.

Lição aprendida

Realizei esta análise de cenários para mostrar como a simulação computacional pode ajudar na tomada de decisão. Neste caso específico, mostrou-se claramente a relação de compromisso existente na tomada de decisão em relação à exploração de um recurso não renovável. Os tomadores de decisão podem fazer uma escolha entre:

- 1) Crescer rapidamente, lucrar rapidamente, esgotar rapidamente o recurso e enfrentar um colapso também rapidamente.
- 2) Crescer mais lentamente, ter lucros menores, mas por outro lado esgotar gradualmente o recurso e com isso ter tempo para fazer a transição para a exploração de um outro tipo de recurso.

Se a empresa pensar no bem estar de seus funcionários e dos seus clientes a segunda solução é a melhor. Mas se a empresa pensar apenas no lucro para seus acionistas, a primeira opção seria a melhor. Talvez este tipo de análise venha sendo realizada atualmente por empresas petrolíferas.

Pontos principais



Capítulo 11–A marcha da insensatez: A dinâmica do uso de recursos renováveis

No capítulo anterior estudamos a dinâmica da utilização de recursos não renováveis. Neste capítulo vamos estudar a dinâmica do uso de recursos renováveis.

O que seriam esses recursos renováveis? Seriam recursos, que, quando usados de forma criteriosa, poderão continuar a ser explorados por nossas gerações futuras. Podemos pensar em vários exemplos de recursos renováveis, tais como os peixes do mar, as árvores de uma floresta, a grama de uma pastagem, a água de um lago, frutas e vegetais etc...

Sabemos que, dependendo da forma que nos utilizarmos de um recurso, podemos explorá-lo indefinidamente ou podemos levá-lo ao colapso. Neste capítulo analisaremos um modelo que permite entender um pouco das dinâmicas envolvidas.

Como no capítulo anterior, utilizarei um modelo computacional proposto no livro “Thinking in Systems” de Donella Meadows. Na verdade, fiz algumas pequenas alterações no modelo de modo a facilitar o entendimento.

A dinâmica do uso de recursos renováveis

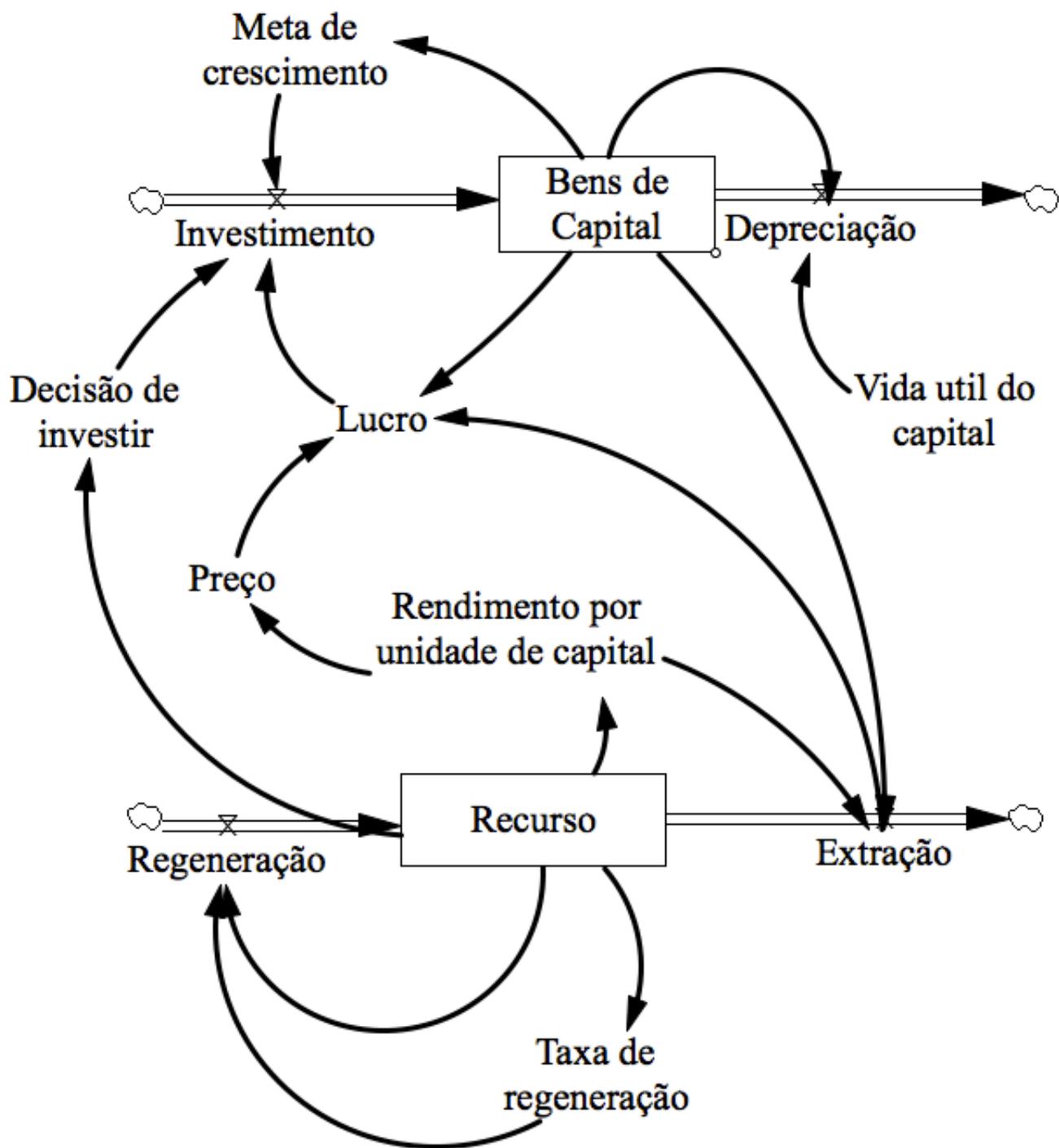


O modelo que estudaremos a seguir é bastante parecido com o modelo anterior. As únicas diferenças são:

O estoque “**Recurso**” tem um fluxo de entrada chamado “**Regeneração**”.

Acrescentei também uma variável chamada “**Decisão de investir**”. Dependendo do valor do estoque do “**Recurso**”, podemos ter diversos tipos de decisão, tais como continuar explorando o recurso da mesma forma ou dar condições para que ele se regenere.

Modelo utilizado

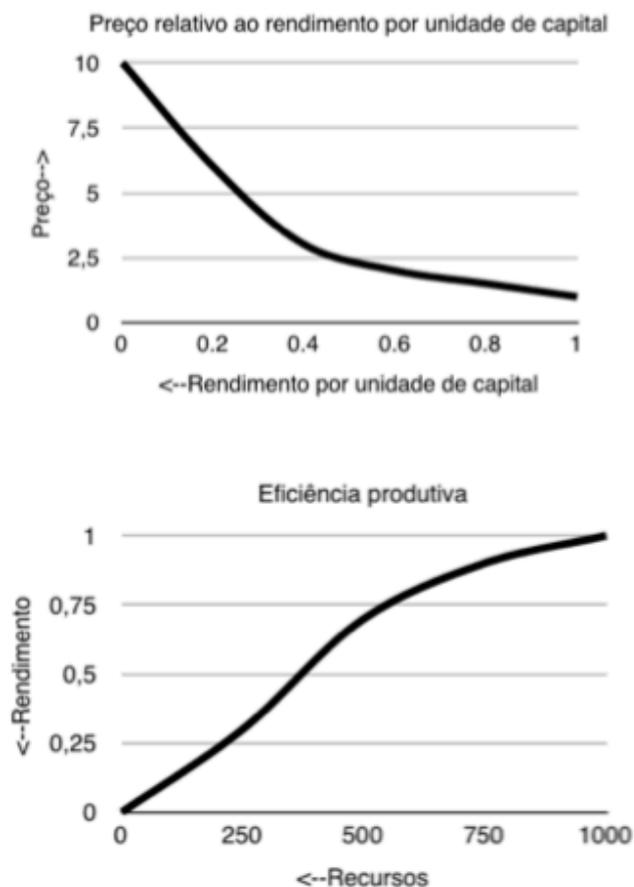


Variáveis e valores utilizados para simulação computacional

Utilizei os mesmos valores sugeridos por Donella Meadows em seu livro “Thinking in Systems”. Os valores iniciais são praticamente os mesmos do modelo anterior. Apenas o tempo de simulação está um pouco maior, 150 anos.

Variáveis	Valores iniciais
Bens de capital	5
Meta de crescimento	10% dos Bens de capital
Recursos	1000
Vida útil do capital	20 anos
Tempo de simulação	150 anos

Quanto ao preço e ao rendimento, usei as mesmas funções do capítulo anterior.



A variável “Taxa de regeneração” tem o seguinte comportamento: quando a quantidade de recursos é muito baixa (próxima a zero) não ocorre regeneração (ou seja,

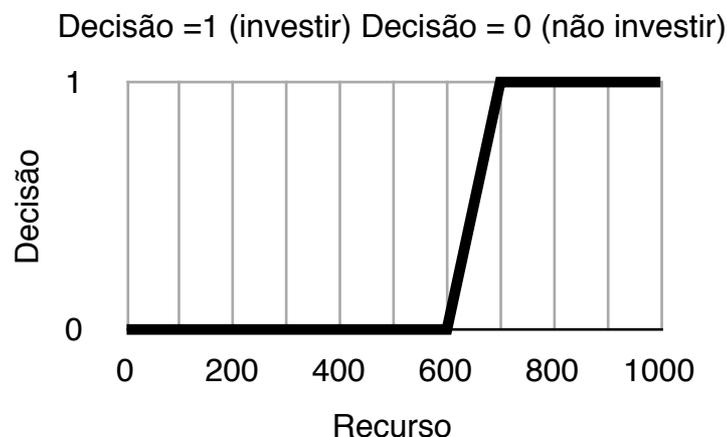
taxa de regeneração nula). Por outro lado, se a quantidade de recursos é a máxima, a taxa também é nula (ou seja, a quantidade de recursos é a máxima que o ambiente suporta). Para valores intermediários usei a sugestão da Donella (Meadows, 2000) de taxa de regeneração máxima de 50%. Por que isso? Ora, porque qualquer recurso, quando utilizado constantemente, dificilmente volta ao patamar inicial.



Já quanto a “**decisão de investir**”, vamos defini-la da forma:

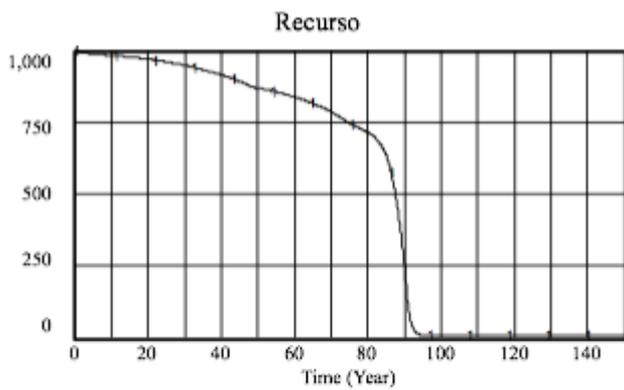
1. **Cenário 1:** Independentemente da quantidade de recursos existentes, ele será explorado, com um investimento em 10% de crescimento nos bens de capital.
2. **Cenário 2:** Caso os recursos tenham atingido valores menores que 700 (ou seja 70% do valor inicial) não será feito investimento em bens de capital.
3. **Cenário 3:** Se os recursos atingirem valores menores que 800 (ou seja 80% do valor inicial) não será feito investimento em bens de capital.

A variável decisão de investir pode ser representada como uma função que é igual a 1 quando se quiser realizar investimento e zero, caso contrário.

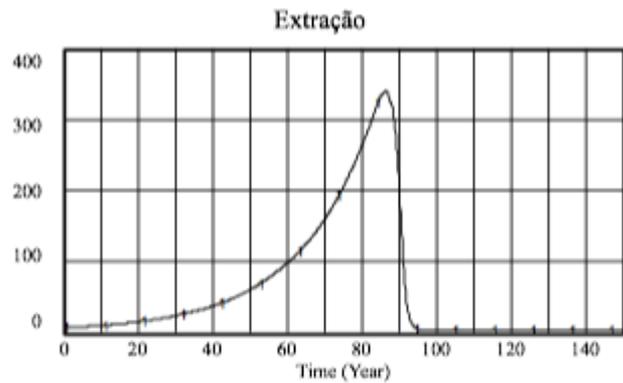


Análise: cenário 1- Crescimento e colapso

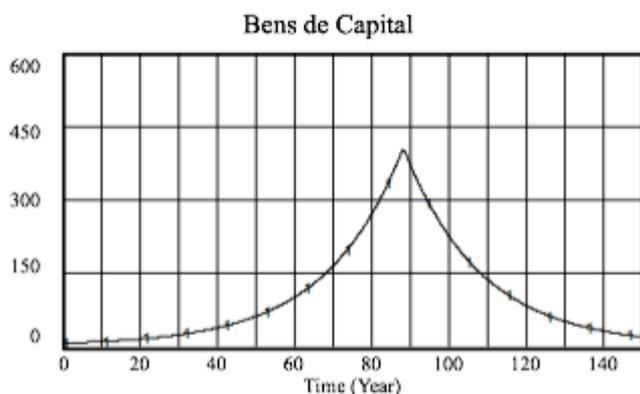
Quando se mantém o crescimento dos bens de capital em 10%, independentemente da quantidade de recursos disponíveis, leva-se ao esgotamento do recurso. Se tomarmos como exemplo a indústria da pesca isto é o que está ocorrendo. Quase 75% das áreas de pesca foram exploradas até o colapso. O que ocorre quando a quantidade do peixe começa a diminuir? Investe-se ainda mais em bens de capital! Constroem-se navios-fábricas, equipados com sonares de pesca, com a capacidade de pescar em grandes profundidades!



Recurso : Crescimento e colapso



Extração : Crescimento e colapso

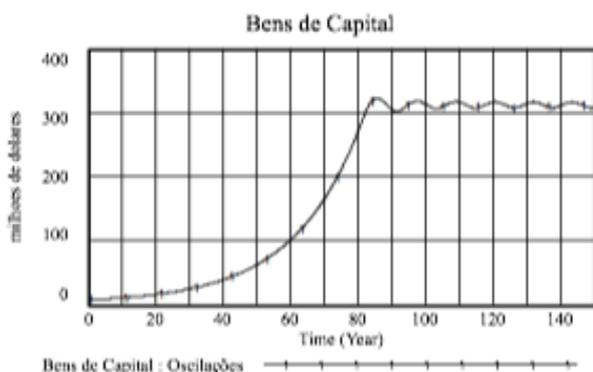
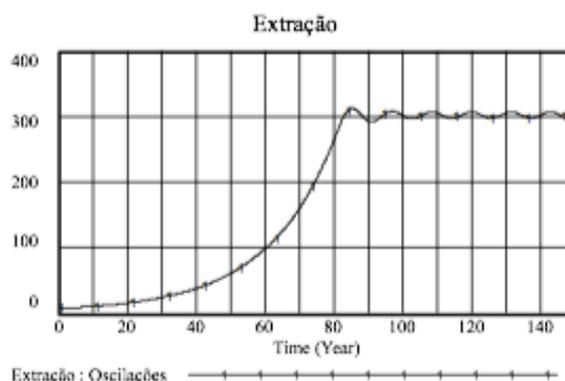
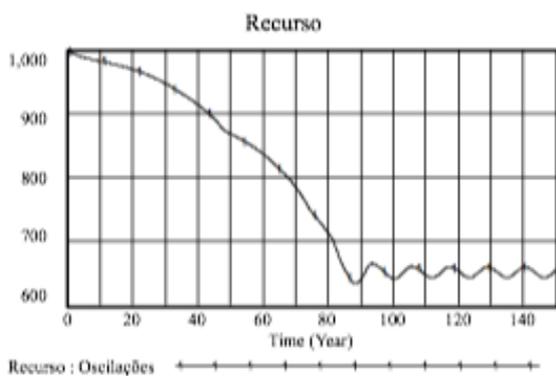


Bens de Capital : Crescimento e colapso



Análise: cenário 2- Oscilações

Digamos que a quantidade de peixe pescada seja monitorada constantemente e, quando a extração atingir 30% dos recursos, chegue-se a decisão de não investir mais em bens de capital, até que o estoque de recursos se normalize (ou seja, volte a subir para valores maiores do que 70%). O que ocorrerá?

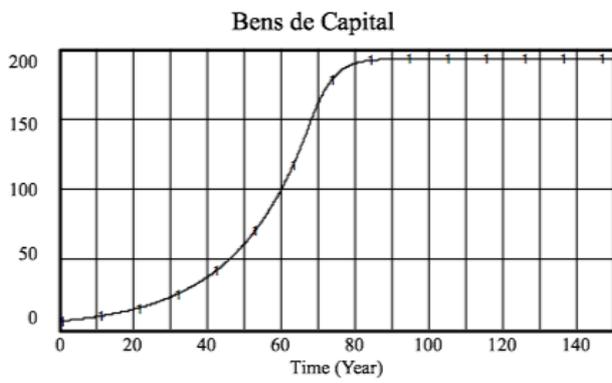


Ocorrem oscilações. O que isso significa? Significa que os recursos ficarão oscilando próximo ao ponto de colapso. Ou seja, qualquer outra perturbação do sistema (aumento de temperatura da água, doenças) pode levar a exaustão dos peixes. E a extração passa mudar de ano a ano, por meio de cotas. E os bens de capital irão oscilar também, o que pode levar a constantes demissões e contratações. Enfim, uma situação indesejável.

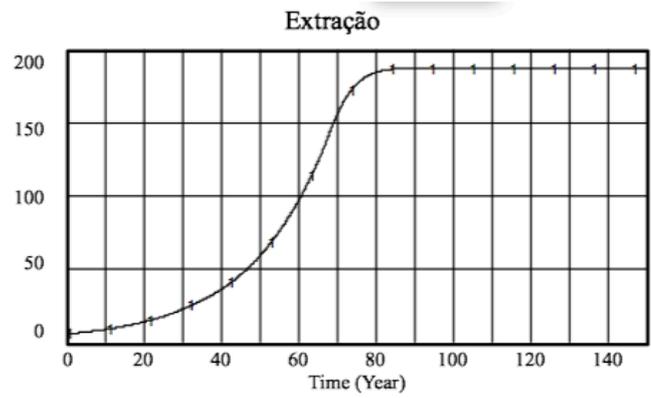
Análise: cenário 3- Exploração sustentável

No nosso último cenário estudaremos uma situação em que os recursos explorados nunca chegam a um patamar inferior a 80%. Ou seja, uma exploração econômica dos recursos, dando oportunidade para que eles se restabeleçam. O que acontecerá?

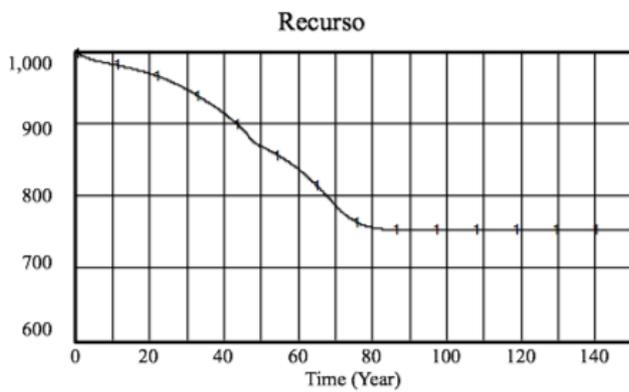
Os bens de capital atingirão um patamar menor do que nos dois cenários anteriores. Ou seja, o tamanho da frota de pesca será menor. A extração também será menor. Porém os recursos irão poder ser explorados continuamente, sem riscos de colapso e sem ocorrerem oscilações.



Bens de Capital : Sustentável



Extração : Sustentável



Recurso : Sustentável



Lições aprendidas

Neste caso, a análise dos cenários permitiria, por exemplo, estabelecer uma cota máxima de pesca que permitisse a exploração sustentável. Mas, mais importante que isso, permite discutir modelos mentais. Fica claro que, uma exploração descabida gera benefícios de curto prazo (lucros) porém malefícios de longo prazo que superam em muito os benefícios gerados.

Pontos principais

CENÁRIO 1-COLAPSO:
CRESCER O MAIS RÁPIDO
POSSÍVEL, LUCRAR O
MÁXIMO POSSÍVEL



BANANA
PARA AS
PRÓXIMAS
GERAÇÕES!

CENÁRIO 2- OSCILAÇÕES:
CRESCER RÁPIDO, PORÉM
ALIVIAR A BARRA DE VEZ EM
QUANDO



CONTRATAR,
DEMITIR, COTAS
VARIÁVEIS,
COLAPSO
MINENTE...

CENÁRIO 3-
SUSTENTABILIDADE:
CRESCIMENTO MENOR,
LUCROS MENORES



ESSA
DECISÃO
PARECE A
MELHOR, NÃO
É MESMO?

UHM...INTERESSANTE
ESSA TAL "ANÁLISE DE
CENÁRIOS"



Capítulo 12 – Quando a cabeça não funciona o corpo padece: o ciclo do retrabalho em projetos

O modelo do ciclo de retrabalho em projetos não é nada novo. Ele foi apresentado pela primeira vez por Cooper, em 1993 (Cooper, 1993), e tem sido aperfeiçoado desde então, ao longo dos anos, por diversos autores, entre eles James Lyneis (Lyneis, 2000). A seguir criaremos um modelo computacional com base nos trabalhos dos dois autores citados anteriormente.

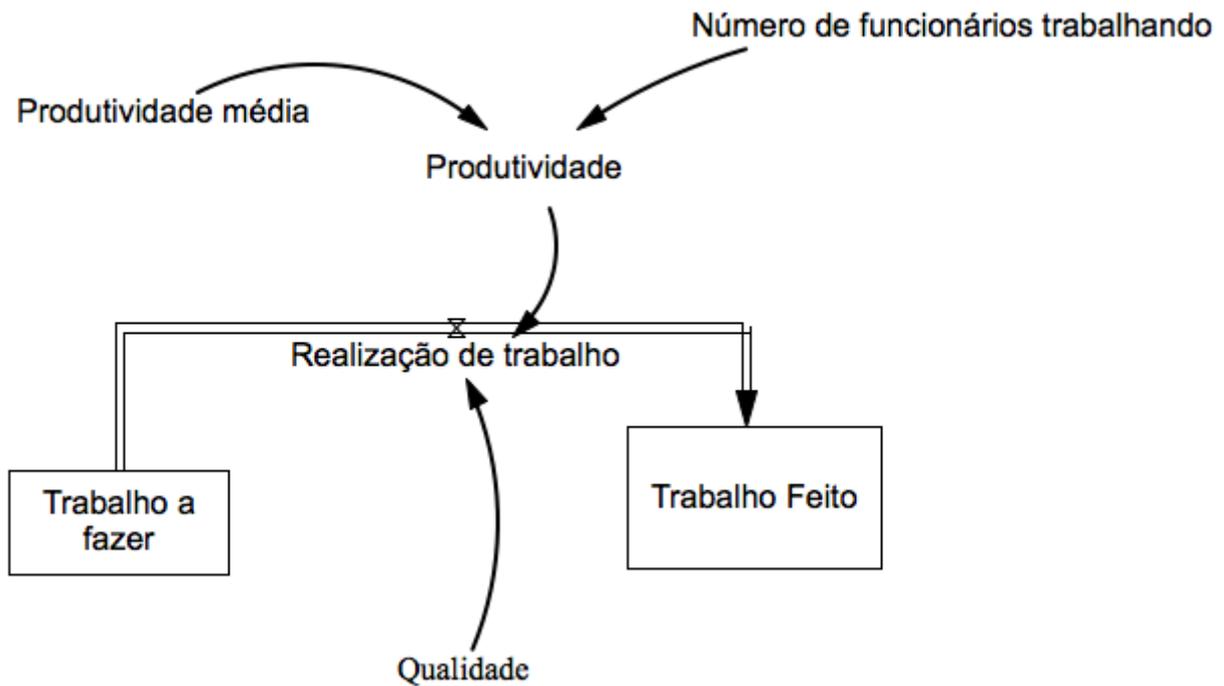
Transformando as tarefas a fazer em trabalho feito

A estrutura de um projeto pode ser grosseiramente entendida como sendo composta de dois “pacotes”: um cheio de trabalhos a fazer e outro vazio, em que serão guardados os trabalhos feitos. O gerenciamento do projeto seria a retirada dos trabalhos a fazer de um “pacote”, a sua realização e, finalmente, o seu envio para o outro “pacote”. Na verdade, esses dois pacotes são estoques, pois realizam a função de acumular trabalhos.

Os **trabalhos a fazer** são as tarefas técnicas e gerenciais que, provavelmente, foram definidas no processo de planejamento utilizando ferramentas tais como o WBS (*Work Breakdown Structure*). Como exemplos poderíamos citar a criação de um plano de gerência de projetos (tarefa gerencial), criação de um modelo lógico de um banco de dados (tarefa técnica), criação de um plano de gerenciamento de riscos (tarefa gerencial), desenvolvimento de um programa de computador (tarefa técnica) etc. Teoricamente, cada projeto teria o seu número inicial de trabalhos a fazer, que poderiam ser extraídos diretamente da contagem dos pacotes de trabalho do WBS. À medida que ocorre a **realização dos trabalhos**, os **trabalhos a fazer** se tornam **trabalhos feitos**.

A velocidade de finalização do projeto está relacionada à velocidade de **realização dos trabalhos**. E a velocidade da **realização dos trabalhos** é função da **produtividade** dos funcionários, do **número de funcionários trabalhando** e da **qualidade** com que os trabalhos são realizados. Dessa forma, podemos dar os nossos primeiros passos na construção de um modelo computacional que represente um projeto.

Assim, no nosso modelo inicial temos dois estoques (**trabalho a fazer**, **trabalho feito**), um fluxo (**realização de trabalho**) e quatro variáveis auxiliares (**qualidade**, **produtividade**, **produtividade média** e **número de funcionários trabalhando**).



O ciclo do retrabalho em projetos

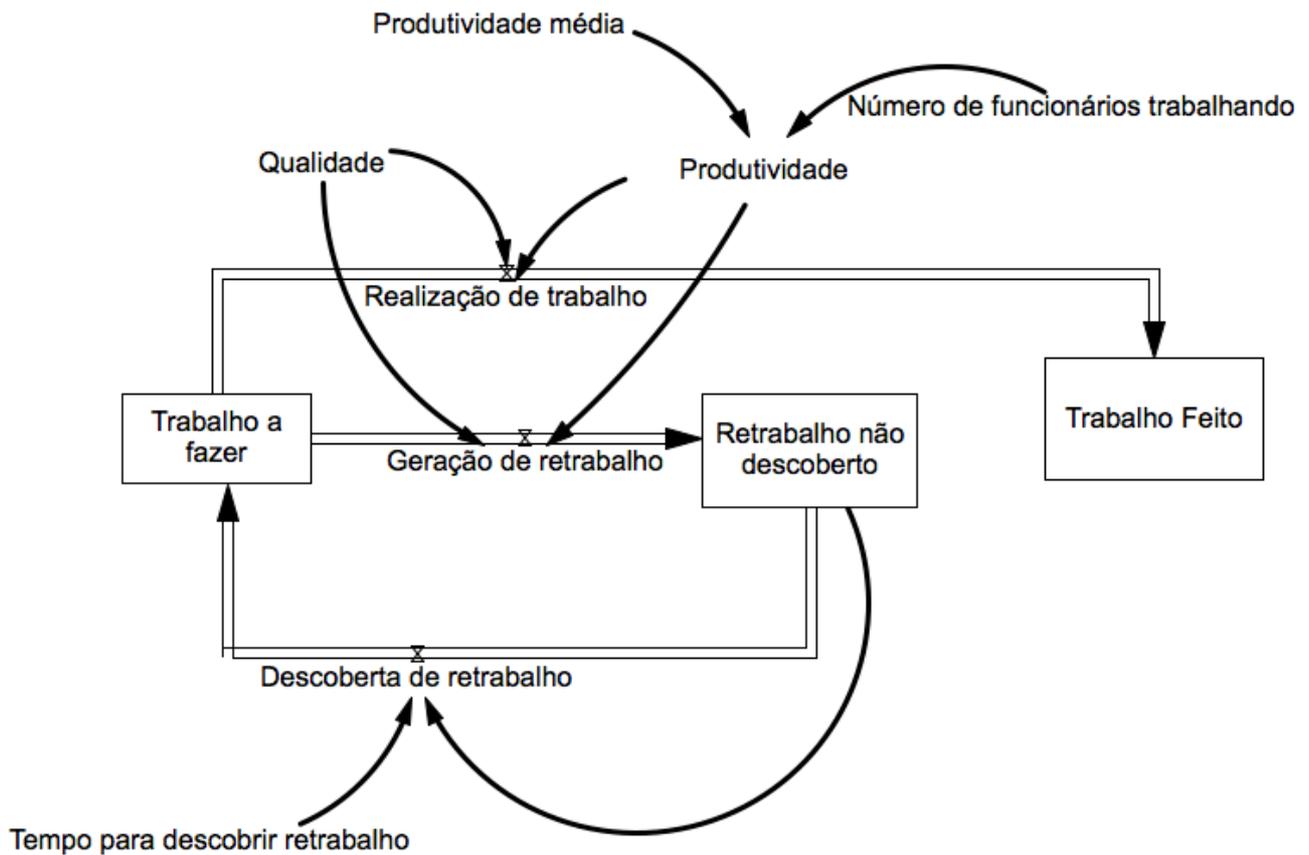
Porém, no mundo real, nem sempre o projeto se desenvolve conforme o planejado. Há diversos fatores que podem levar à criação de erros durante o processo de execução das tarefas. Esses erros podem ser criados devido a um mau entendimento dos requisitos do produto ou serviço a ser desenvolvido pela equipe de projeto, a falhas gerenciais de toda sorte, a erros por parte de fornecedores etc.



Constantemente o projeto passa por um processo de **geração de retrabalho**. Como sabemos, nem sempre um erro cometido é identificado imediatamente.

O erro pode permanecer “escondido” por um período considerável de tempo, até ser descoberto. Pode-se imaginar que os erros criados fiquem guardados em um estoque de **retrabalhos não descobertos** e que um dia, eventualmente, serão descobertos.

É possível considerar que exista um **tempo para descobrir o retrabalho** e que, uma vez esgotado esse tempo, os trabalhos feitos erroneamente retornariam ao **estoque de trabalhos a fazer**.



Modelo Computacional

Ao criar um modelo computacional é necessário definir as equações dos estoques e fluxos e das variáveis auxiliares. Eu poderia descrever aqui uma a uma, mas a leitura iria se tornar extremamente massante.

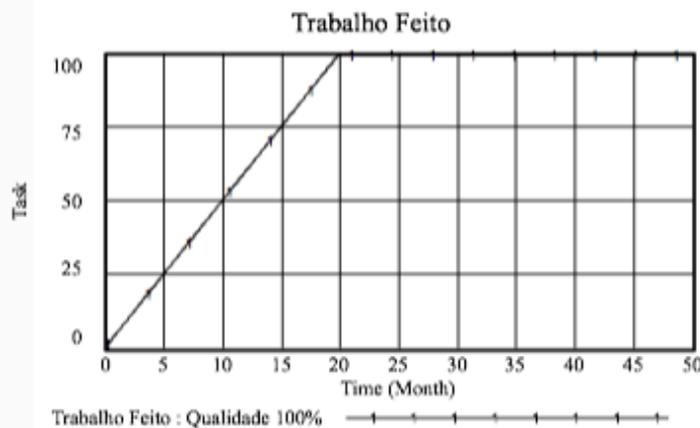
Ao invés disso, como fiz anteriormente, disponibilizei o modelo em Vensim no website de apoio ao livro. Àqueles que tiverem interessados em replicar a simulação que discutirei a seguir, basta fazer o download do arquivo e verificar como cada uma das variáveis foi definida.

O que farei a seguir é bem mais objetivo. Descreverei os valores das variáveis chaves e as dinâmicas que quero estudar.

Neste caso pretendo analisar o impacto da pressão gerencial sobre o projeto e suas conseqüências. A figura a seguir apresenta o modelo completo.

Cenário inicial

Vamos considerar que a qualidade é igual a 100%, ou seja, não há retrabalho. Quando o projeto terminará? Em 20 dias. São cinco funcionários, realizando uma tarefa por mês, logo $100/5 = 20$.



A estrutura das empresas e as consequências em projetos

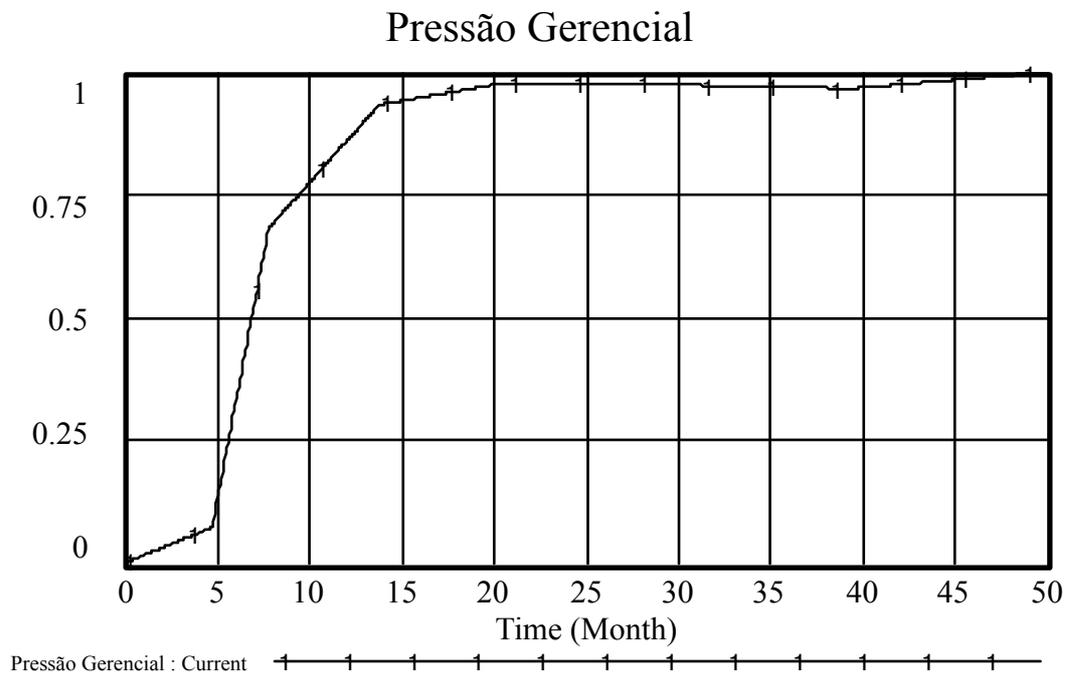
Muitas empresas possuem um departamento de vendas que procura clientes e vende projetos. Uma vez fechado o contrato, o departamento de projetos recebe a boa notícia de que deverá ser desenvolvido um produto com determinadas características e que deve ser entregue em uma determinada data. Esse é um cenário muito comum, principalmente em empresas que desenvolvem software.

A equipe de vendas é remunerada em função do número de vendas que realiza. A equipe de projetos é avaliada pelo número de projetos que consegue realizar no prazo.

E, o que é mais divertido, é que a equipe de projetos sequer tem a liberdade de discutir o prazo ou os recursos que tem. O gerente de projetos terá que se virar com a equipe que dispõe e ponto final. Qual a consequência disso? Pressão gerencial. De modo a tentar fazer com que o projeto seja realizado dentro do prazo, o gerente faz uso da única ferramenta ao seu dispor: a pressão. Via de regra no início do projeto a pressão é

pequena, mas a medida que o tempo passa e as coisas começam a dar errado a pressão vai aumentando mais e mais até atingir o máximo possível (100%).

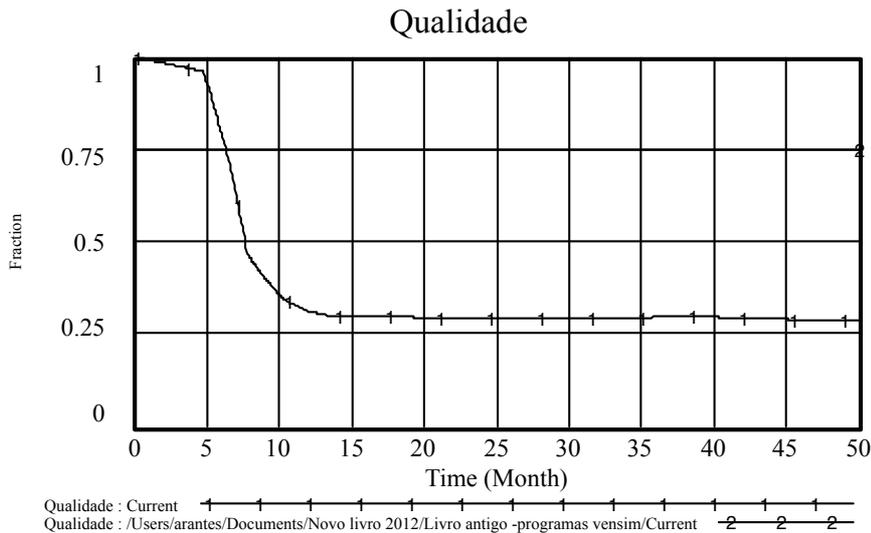
Poderíamos representá-la da seguinte forma :



Qual o efeito da pressão gerencial na qualidade?

Isso mesmo, maior pressão gerencial, maior fadiga, maior o estresse, maior a confusão.

Evidentemente que a qualidade irá sofrer. Podemos representar essa influência pelo gráfico a seguir.

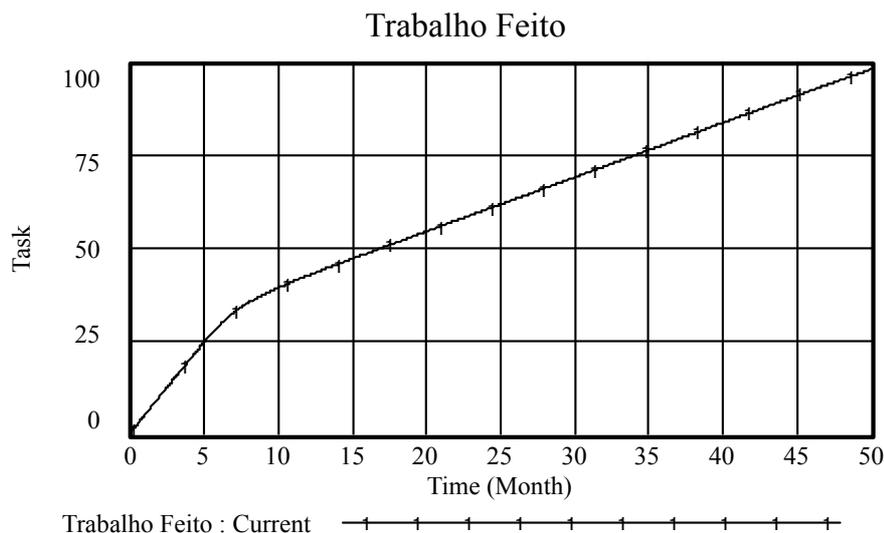


Análise das consequências

Descreverei os efeitos desse modo de gerenciar em termos de prazos e esforço de desenvolvimento.

Atrasos

Em relação à situação anterior (ausência de retrabalho) o projeto leva mais que o dobro do tempo para ser concluído. Na primeira simulação o projeto terminava na vigésima semana, agora vem a terminar na quinquagésima.



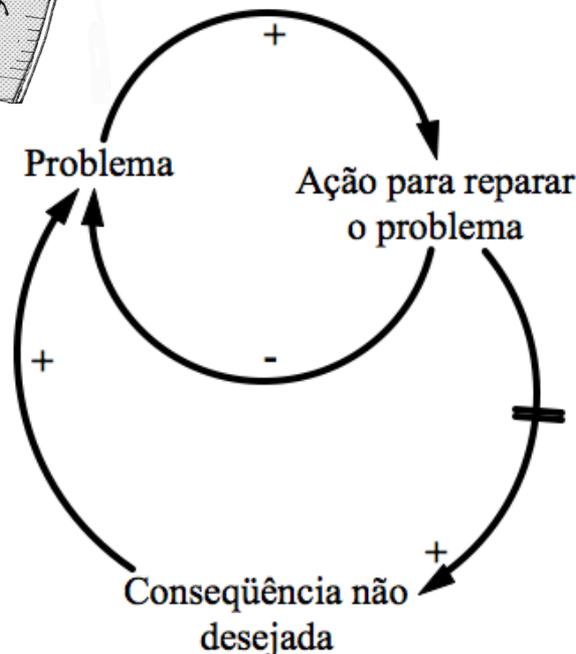
Capítulo 13– Arquétipos

Arquétipos são estruturas comuns de sistemas que produzem padrões de comportamento característicos (Meadows, 2000). Peter Senge foi o primeiro pesquisador a apresentar este conceito em dinâmica dos sistemas. Neste capítulo, apresentaremos os arquétipos mais conhecidos.

Arquétipo 1: Os consertos que estragam

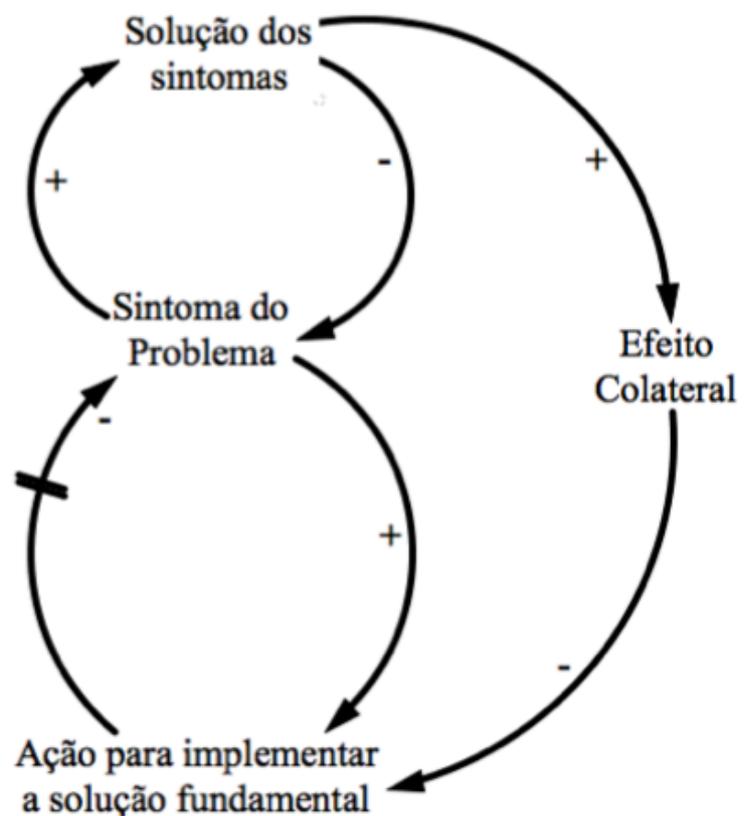


Este arquétipo está presente em inúmeras situações do nosso dia-a-dia e de projetos. Há um problema para ser resolvido, e sem um estudo mais aprofundado, é tomada uma ação rápida para resolvê-lo. A ação resolve o problema em um curto prazo; em um prazo maior, pode vir a criar consequências indesejáveis. Essas consequências irão agravar mais ainda o problema.



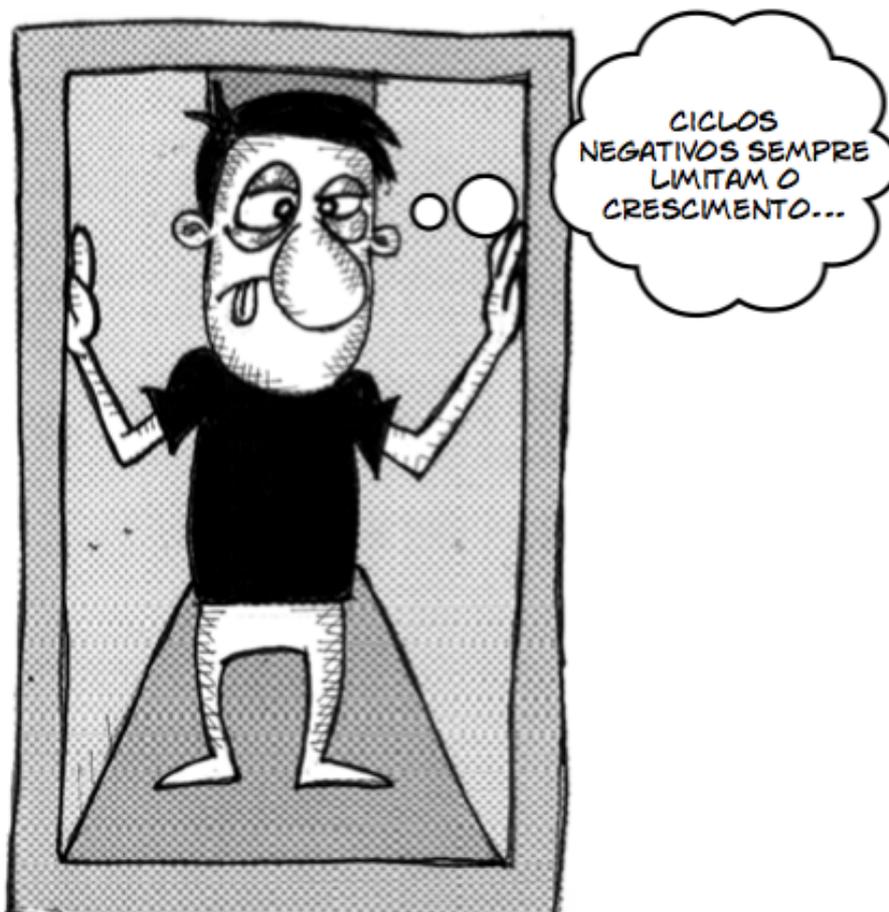
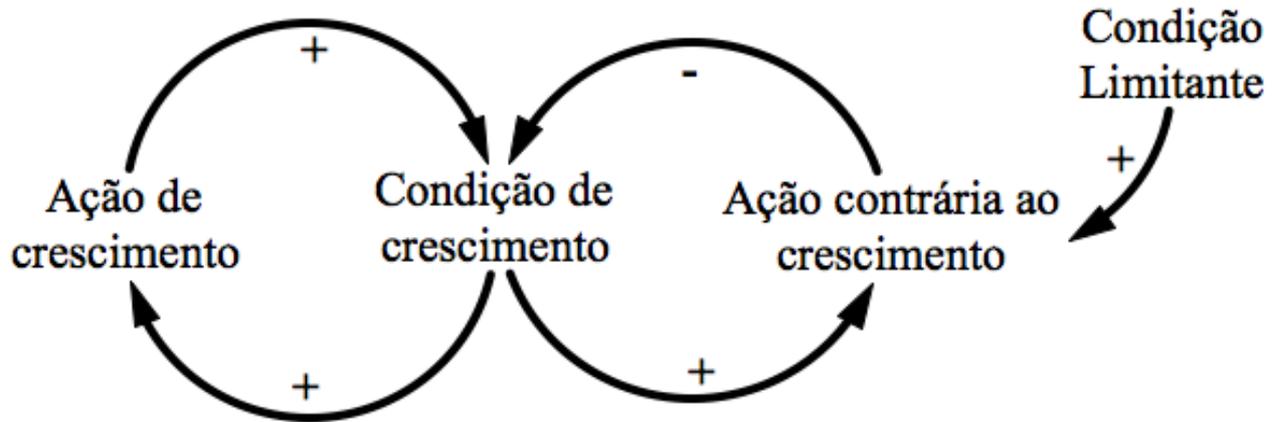
Arquétipo 2- Transferindo o fardo

Imagine que há um problema a ser resolvido e são tomadas ações que levam a uma solução paliativa. Essa solução paliativa reduz os sintomas do problema. A redução do sintoma faz com que diminuam ainda mais as ações para resolver o problema. Ao longo do tempo, a solução dos sintomas pode causar diversos outros efeitos colaterais que reduzirão ainda mais a vontade de se empreender as ações necessárias para resolver o problema principal.



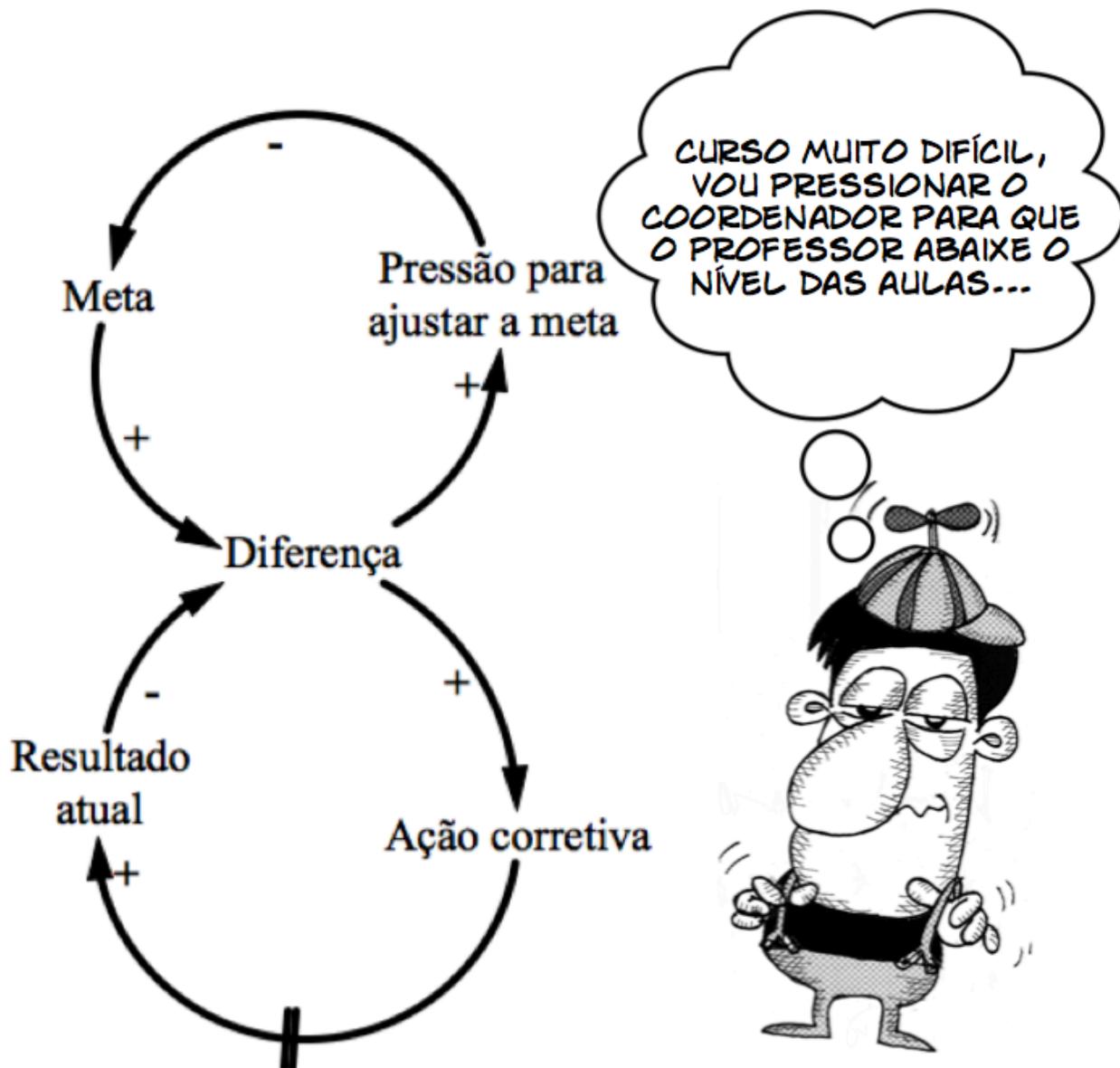
Arquétipo 3- Limites ao crescimento

Imagine uma situação em que uma ação de crescimento leva a criação de maiores condições de crescimento que vem a alavancar ainda mais o crescimento. Porém, como sabemos, todo ciclo positivo leva ao aparecimento de ciclos negativos que tendem a barrar esse crescimento.



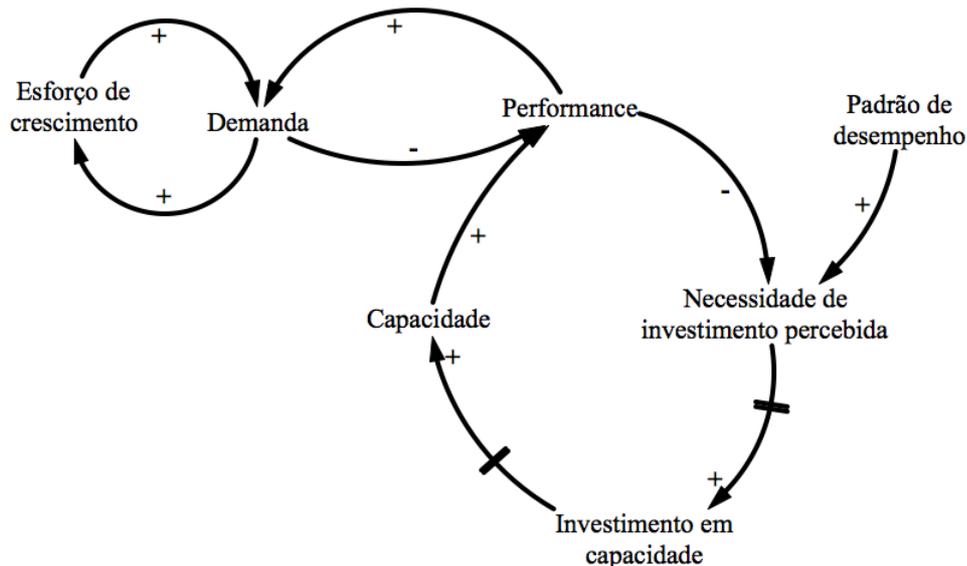
Arquétipo 4- Metas declinantes

Este arquétipo está presente em situações em que existe uma meta a ser atingida. Ao mesmo tempo em que a organização investe em ações para atingir esta meta, surgem pressões para que a mesma seja reduzida. Se a pressão for eficaz, a meta é reduzida. Com isso, as ações de melhoria não são tomadas e a meta nunca chega a ser atingida. O oposto ocorre quando a meta é alcançada. Nesse caso, a pressão leva a um aumento na meta, fazendo com que todos se esforcem para nova superação.



Arquétipo 5– Crescimento e Subinvestimento

Este arquétipo está presente quando se tem uma situação em que um recurso utilizado leva a um aumento na demanda. Quanto maior a demanda (maior número de usuários) menor a performance. Menor performance levará a menos usuários. A solução é investir na capacidade instalada de modo a aumentar a performance. Mas há atrasos envolvidos, o que faz com que quando se alcança a performance desejada já não haja tantos usuários.



UM BOM EXEMPLO
DESTE ARQUÉTIPO!



Notícia Publicada no jornal o Estado de São Paulo,
19/7/2012, de FERNANDO SCHELLER, MARINA GAZZONI

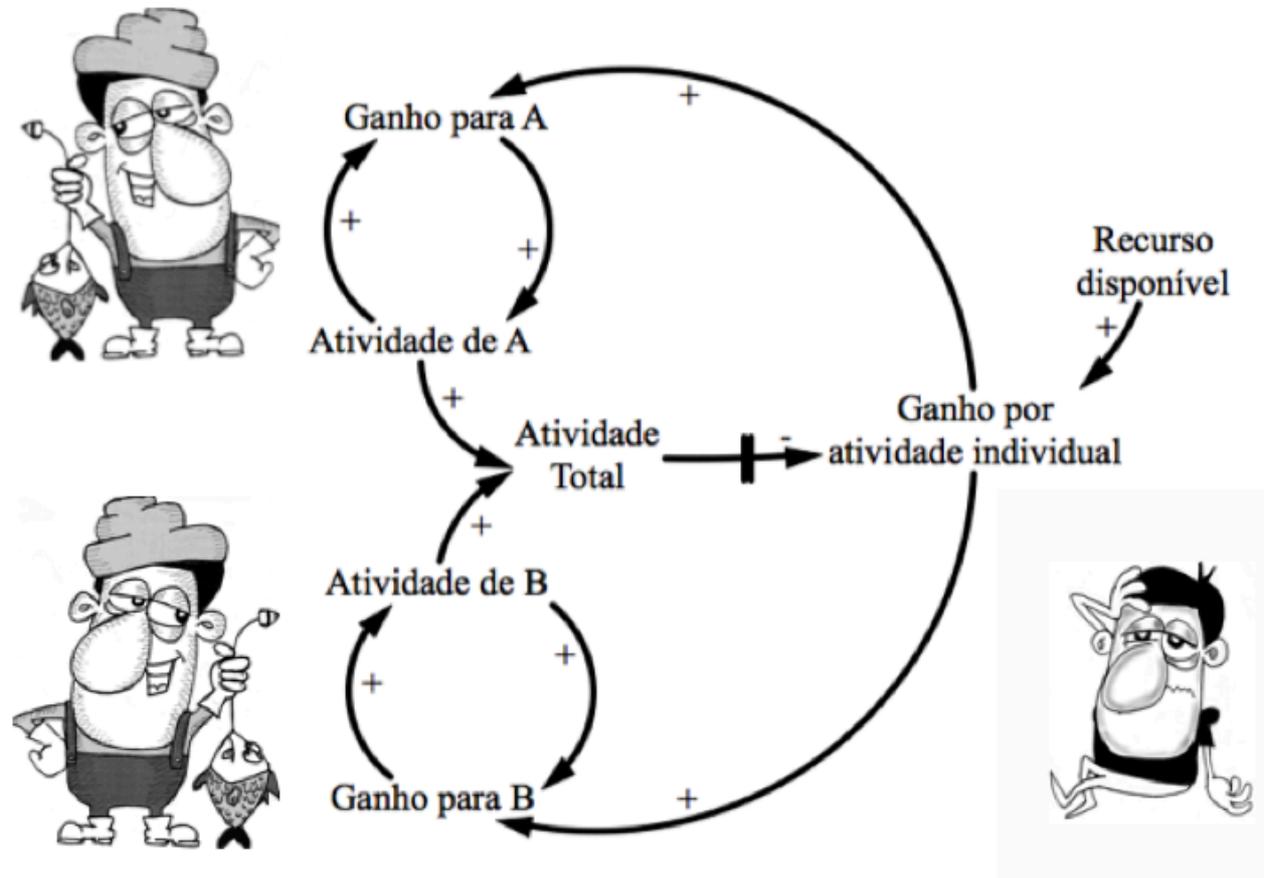
Alta das vendas não foi seguida de investimentos

Falta de rede suficiente para acompanhar o crescimento do número de consumidores provoca enxurrada de reclamações

A agressiva expansão da base de consumidores, que fez o mercado de celulares crescer 19% em um ano, para 255 milhões de linhas ativas no fim do primeiro trimestre de 2012, não foi acompanhada pelo investimento equivalente em rede das operadoras de telefonia celular. Isso gerou um aumento do número de reclamações nos órgãos de defesa do consumidor, que culminou ontem com a suspensão da venda de chips de TIM, Claro e Vivo.

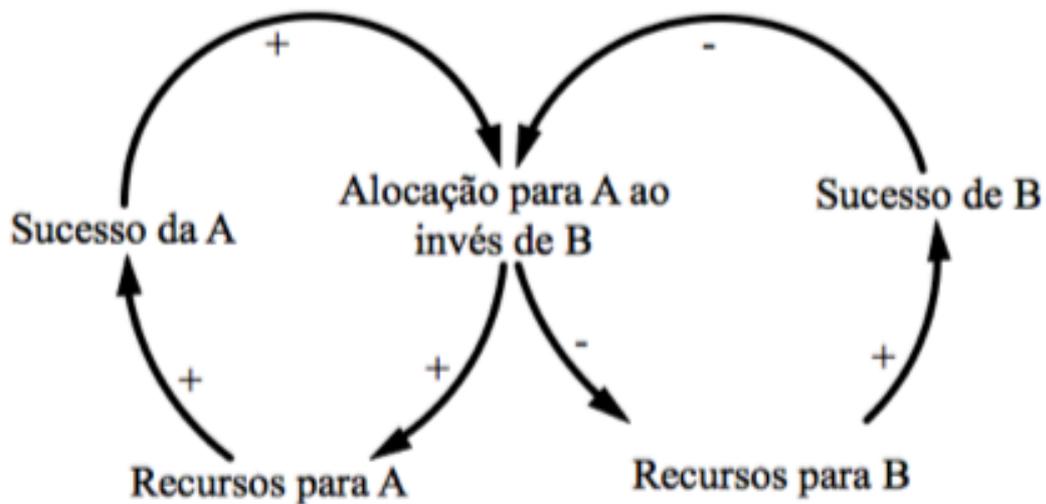
Arquétipo 6– A tragédia do bem comum

Este arquétipo está presente quando há um bem, que pertence a todos, e que é explorado sem restrições por todos. Quando cada um busca aumentar seu ganho individual todos perdem, pois os recursos se esgotam.



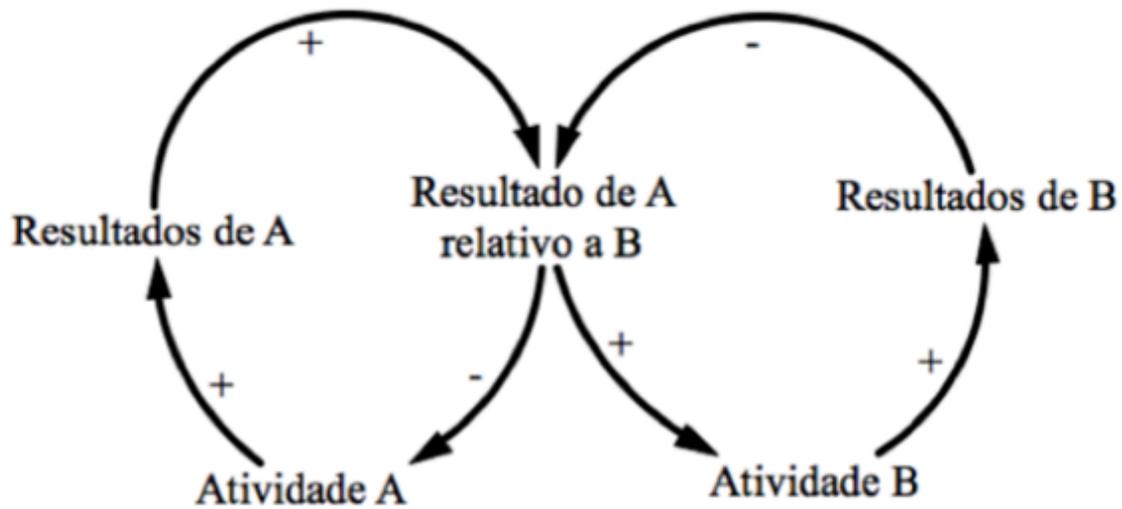
Arquétipo 7– Sucesso aos bem sucedidos

Este arquétipo representa uma situação em que dois ou mais atores (podem ser indivíduos, projetos, grupos de trabalho) competem pela mesma fonte de recursos. Aquele que começar a ter sucesso antes, acaba tendendo a receber mais e mais recursos o que vem a prejudicar o outro ator, não dando condições para que ele se desenvolva plenamente.



Arquétipo 8– Escalada

A escalada ocorre quando a ação de um competidor (ou adversário, ou inimigo) faz com que o segundo competidor se sinta ameaçado e tome medidas para se proteger. Porém tais medidas fazem com que o primeiro se sinta ameaçado, o que faz com que tome novas ações e assim sucessivamente.



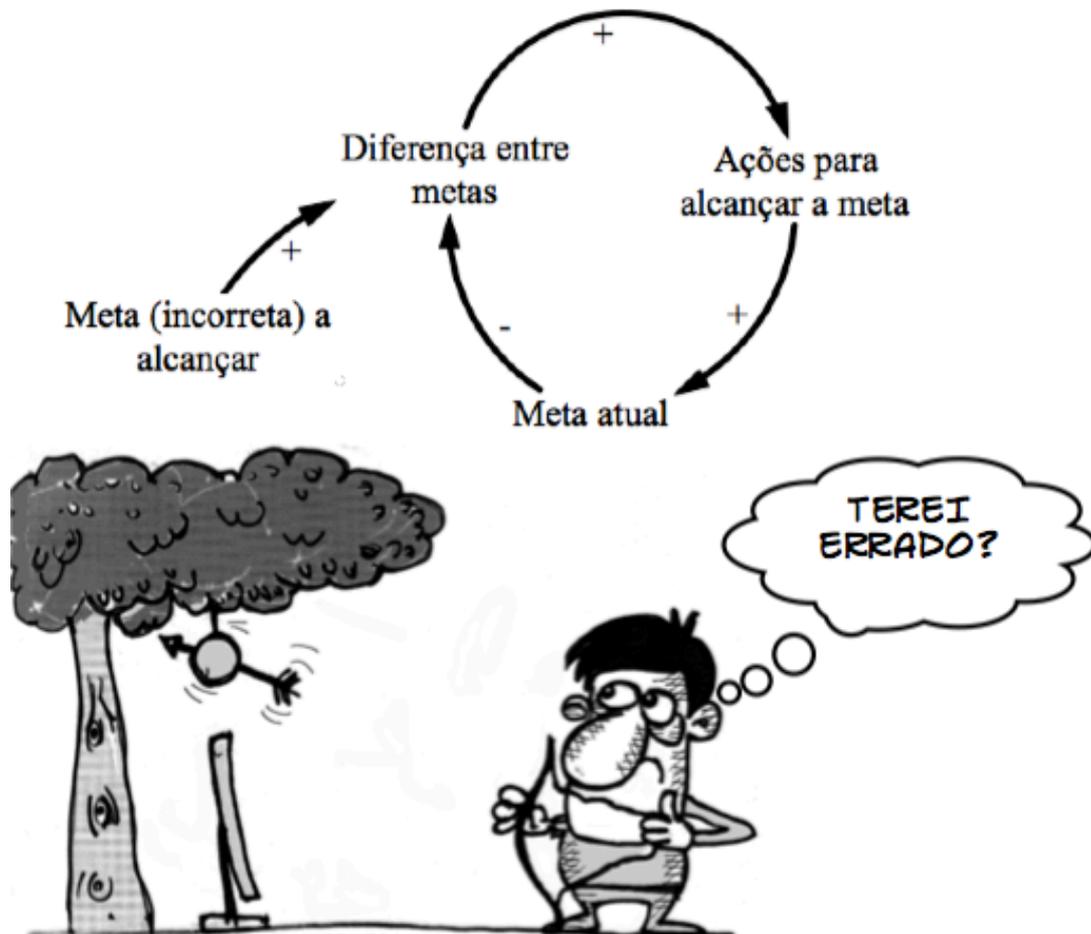
Arquétipo 9- Contornar as regras

Regras que são criadas para controlar um sistema podem levar criação de todo tipo de trapaças para burlar as regras. Porém essas trapaças levam a criação de regras ainda mais duras que levam a novas trapaças....



Arquétipo 10– Buscar a meta errada

Esta situação se dá, quando uma meta errônea é definida e o sistema trabalha de modo a alcançá-la.



Capítulo 14–O uso de mapas sistêmicos como ferramenta de auxílio à solução de problemas complexos

Provavelmente você deve estar se questionando: “*Tudo bem, entendi o que são relações causais e como criar mapas sistêmicos. Mas como posso usar isso na prática?*”

De diversas formas. Usamos mapas sistêmicos para representar dinâmicas presentes em uma determinada situação, em um problema que queremos resolver. Ao criar o mapa sistêmico, conseguimos entender como as diversas variáveis se relacionam. Entendendo o relacionamento entre as variáveis podemos pensar em ações coordenadas a serem tomadas de modo a resolver o problema em questão.

Um exemplo prático: o problema das enchentes no Rio de Janeiro

Vamos dar um exemplo voltado a Planejamento Urbano. Imagine que você é o Prefeito do Rio de Janeiro. Como você sabe, todo ano chove forte de dezembro a março. E quando chove muito forte ocorrem enchentes, desabamentos e mortes. É uma tragédia que vem se repetindo ano após ano.

Mas o que causa as enchentes? Quais são as variáveis envolvidas? Reflita um pouco. Provavelmente você pensou que os alagamentos são devidos a problemas de escoamento da água da chuva. Mas não só isso, não é mesmo?

Talvez o acúmulo de lixo nos bueiros e bocas de lobo contribua para o agravamento do problema. Será que a ocupação irregular das encostas tem algo a ver com os alagamentos?

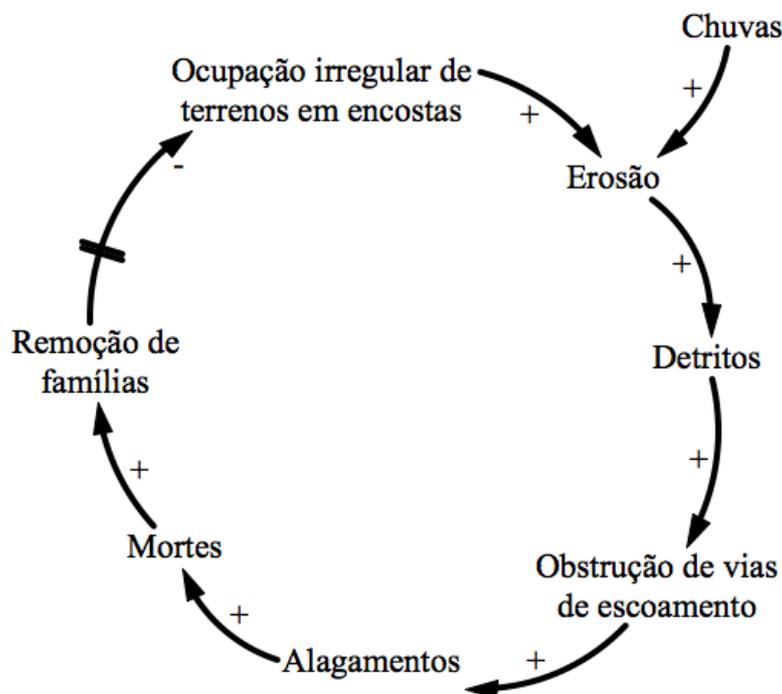
Como resolver um problema complexo como este? Sugiro uma abordagem em três passos. O primeiro passo é a criação de um mapa sistêmico. O segundo é a análise desse mapa e a introdução de variáveis que representem as ações que queremos empreender. O último passo é a proposição de programas e projetos para a solução do problema. Dito isto, vamos ao exemplo.



Primeiro Passo: Criação do mapa sistêmico

Como criar um mapa sistêmico? A maneira que eu faço é bastante intuitiva. Eu simplesmente começo a minha análise por uma variável qualquer. Que tal começarmos pela variável **chuva**?

Se as chuvas aumentarem, o que acontece? Aumenta a **erosão**. E se a erosão aumentar, o que acontece? Aumentam os **dejetos**. E se os dejetos aumentarem, o que ocorre? Aumentam as **obstruções das vias de escoamento**. Se aumentarem as obstruções, aumentam os **alagamentos**, o que faz com que as **mortes** aumentem. Quando ocorre um problema desse tipo o que as autoridades fazem imediatamente? Fazem a **remoção de famílias**. Com isso, reduz-se a **ocupação irregular de terrenos em encostas**, o que diminuirá a **erosão**.



Note que **chuva** é uma variável exógena. Não conseguimos controlar o volume das chuvas, por mais que desejemos. Será que o mapa criado está completo? Provavelmente não, há muitos outros aspectos a considerar. Poderíamos pensar nos desabamentos, na paralisação dos serviços devidos à chuva, no lixo criado pela ocupação irregular etc...

Vamos então acrescentar estas dinâmicas ao modelo. Quanto maior a **atratividade da cidade**, maior a **migração** de pessoas de cidades do interior. O **crescimento populacional** da cidade do Rio de Janeiro e a **migração** de pessoas de cidades do interior são dois fatores que causam o aumento da **necessidade de moradias**.

Mas o Rio de Janeiro é uma cidade espremida entre as montanhas e as praias, não há muito local para onde se expandir. E todo mundo quer morar próximo à praia

evidentemente. Maior **necessidade de moradias**, maior a **ocupação irregular de terrenos em encostas** dos morros.

Tal ocupação também causa o aumento na quantidade de **lixo** gerado, o que irá contribuir para a **obstrução das vias de escoamento** da cidade. Vimos que o aumento das **chuvas** também contribui para um aumento da erosão. E quanto maior a erosão, maior a **probabilidade de ocorrerem desabamentos**. E, é claro que, quanto maior a probabilidade, maior o número de **desabamentos**, o que infelizmente traz mais **mortes**.

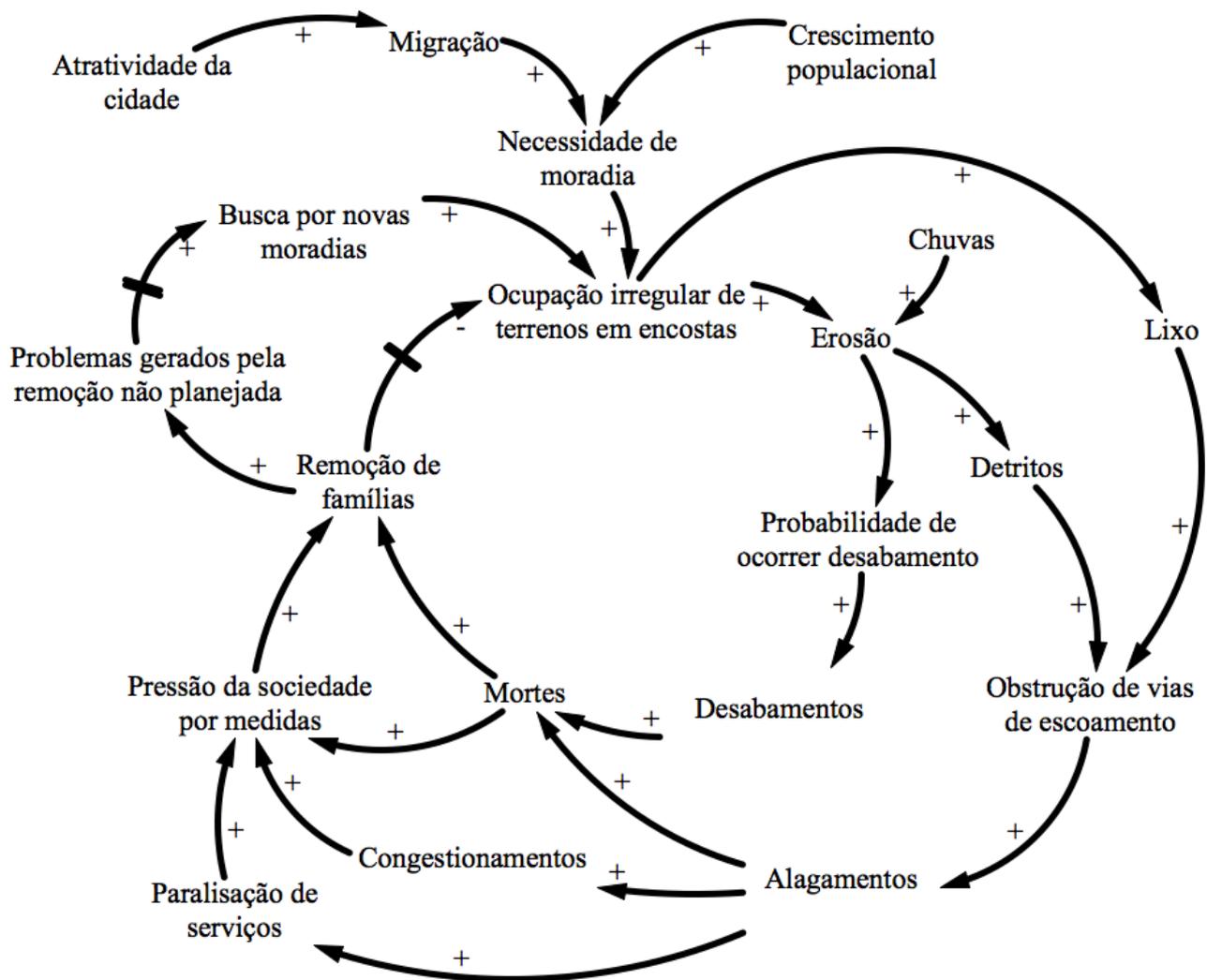
O aumento nos **alagamentos** leva também um aumento nos **congestionamentos** e **paralisação dos serviços**. E quando essas coisas medonhas começam a ocorrer aumenta a **pressão da sociedade** (em especial pela pressão da mídia) para a que a Prefeitura tome alguma medida.

Sabemos que quando pressionada, a Prefeitura faz rapidamente a **remoção de famílias** das áreas de risco. Quanto mais famílias são removidas, menor a **ocupação irregular dos terrenos em encostas**. Ufa, a Prefeitura solucionou o problema! Será que solucionou mesmo? Na verdade, não. Na maior parte das vezes as famílias são removidas “temporariamente” para equipamentos da prefeitura (escolas, clubes, etc...) enquanto “aguardam uma solução definitiva”.

O problema é que essa solução definitiva nunca chega. Inúmeros problemas são criados por essa remoção (conflitos, atritos, utilização inadequada de equipamentos da prefeitura, etc.) Portanto, maior **remoção de famílias**, maiores **os problemas gerados pela remoção não planejada**, o que leva a um aumento da **busca por novas moradias**. Você sabe onde esse pessoal vai parar? Isso mesmo, após algum tempo volta a ocupar irregularmente terrenos nas encostas...

Vamos introduzir essas dinâmicas no modelo anterior (Figura a seguir). Criado o mapa sistêmico, podemos pensar em definir quais as ações a tomar para solucionar o problema, que é o segundo passo.





Segundo Passo: Análise do mapa sistêmico e definição de linhas de ação a tomar

Dê uma olhada na figura anterior. Ela é um modelo que representa as principais dinâmicas presentes em alagamentos. Com certeza não é o melhor modelo do mundo. Com certeza não captura todas as relações causais envolvidas. Mas talvez capture as principais.

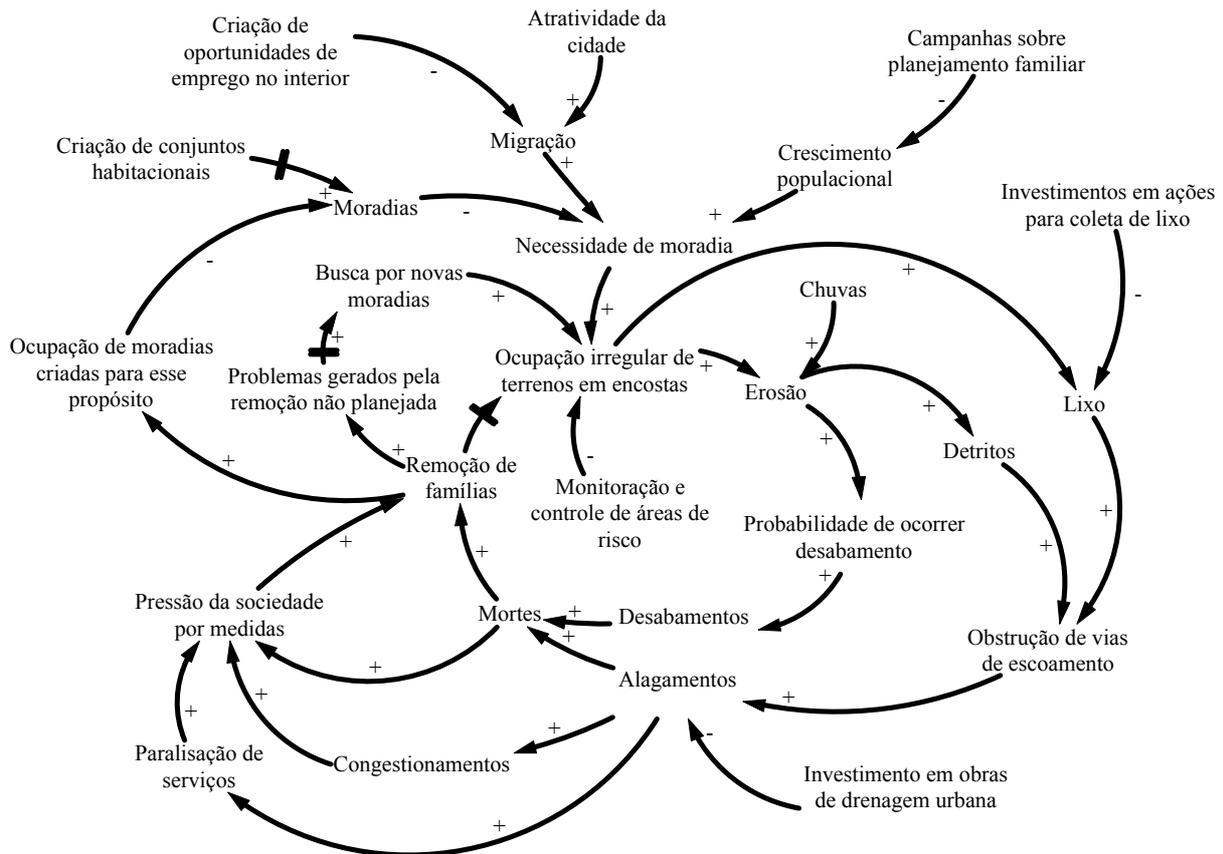
O modelo reflete o grau de conhecimento em um determinado assunto de quem o criou. Quanto melhor o entendimento da situação, melhor o modelo. Se você for um gestor, é interessante que crie modelos com base no maior número de informações possíveis. Se você puder contar com a ajuda de especialistas no assunto, melhor ainda. Quanto mais pessoas com conhecimento de causa estiverem envolvidas na criação de um mapa sistêmico, melhor.

Vamos partir da premissa de que o modelo criado seja bom o suficiente para a nossa análise.

O que o Prefeito deve evitar? Mortes e prejuízos decorrentes das enchentes. Quais seriam então as possíveis linhas de ação a tomar? Vamos listar algumas:

- **Ação 1** – Remover as famílias das áreas de risco.
- **Ação 2** – Criar moradias para as famílias a serem removidas.
- **Ação 3** – Monitorar e controlar as áreas de risco, para evitar novas ocupações.
- **Ação 4** – Investir em obras para drenagem urbana.
- **Ação 5** – Investir em ações para coleta de lixo.
- **Ação 6** – Evitar com que a população da cidade aumente descontroladamente.

Vamos introduzir estas ações no nosso mapa sistêmico:



Listamos um conjunto de seis grandes ações a tomar. A questão é, como realizá-las. Será que tais ações dependem apenas da Prefeitura?

Certamente não, a Prefeitura precisará de apoio da comunidade, de bancos de fomento, dos governos estadual e federal, da iniciativa privada, de ONGs etc... Cada ação poderá fazer parte de um programa. E cada programa pode ter diversos projetos. A Prefeitura será a responsável pela governança das ações. Mas o que vem a ser governança?

Segundo Elke Löffler:

“Governança tem como objeto a ação conjunta, levada a efeito de forma eficaz, transparente e compartilhada, pelo Estado, pelas empresas e pela sociedade civil, visando uma solução inovadora dos problemas sociais e criando possibilidades e chances de um desenvolvimento de um futuro sustentável para todos os participantes.” (Löffler, 2001)

Será que todas as ações terão a mesma duração?

Provavelmente não. Algumas ações podem ser de médio prazo, como por exemplo a criação de conjuntos habitacionais. Outras podem ser contínuas, como a remoção de lixo.



Será que todos os programas terão a mesma prioridade?

Não necessariamente. Alguns programas são emergenciais, outros rotineiros. Tenha em mente também que a prioridade está relacionada à quantidade de recursos disponíveis.

A Prefeitura realizará todas as ações?

Não, a Prefeitura articula a ação de uma rede. Como vimos, essa rede pode ser composta de bancos de fomento, órgãos de governo estadual e federal, ONGs, iniciativa privada, comunidades etc.

O próximo passo a seguir seria a estruturação de programas e projetos.

Terceiro passo–Criação de Programas e Projetos

Para resolver o problema das enchentes seria necessário criar vários programas, cada programa com vários projetos. À Prefeitura caberia definir as instituições e órgãos parceiros para cada programa, as prioridades, prazos e recursos. Vamos a seguir exemplificar a ideia para um único programa. Os demais programas seguiriam a mesma linha de raciocínio.

Exemplo de criação de um Programa: Programa “Minha casa não cai mais”

-As ações 1 e 2 (remoção de famílias de áreas de risco, criação de moradias para as famílias a serem removidas) estão relacionadas. Elas poderiam ser agrupadas em um programa amplo. Que tal nomear esse programa de “**Programa Minha casa não cai mais**”. Vamos definir os projetos que fariam parte do programa.

Programa Minha casa não cai mais: visa remover famílias de áreas de risco, dar moradia digna aos removidos.

Projetos do programa:

Projeto: “Salvando do Perigo”

Objetivo: promover a remoção e o assentamento em instalações provisórias para famílias das comunidades A, B e C instaladas em áreas críticas.

– duração: dois anos

– comunidades afetadas: A, B, C

– instituições envolvidas: Prefeitura, Comunidades A, B, C, BNDES.

Projeto: “Criação Lares Permanentes”

Objetivo: criar conjuntos habitacionais para famílias removidas.

– duração: quatro anos

– comunidades afetadas: A, B, C

– instituições envolvidas: Prefeitura, Comunidades A, B, C, BNDES, Empresas Privadas X, Y, Z.

Seguindo a mesma linha de raciocínio poderíamos pensar em vários outros programas, cada qual com um conjunto de projetos. A título de ilustração os programas poderiam se chamar:

- *Programa “Emprego na minha comunidade”* (envolvendo também o governo estadual, visa criar oportunidades de emprego no interior e zona rural, reduzindo assim a migração para a capital)
- *Programa “Muita calma nessa hora...”* (visa educar as comunidades, dando noções básicas de planejamento familiar)
- *Programa “Tô de olho em você!”* (Visa mapear, monitorar, controlar e assim evitar a ocupação de áreas de risco)
- *Programa “Não ao Sujismundo”* (Visa educar as pessoas quanto à destinação do lixo e realizar limpeza urbana)
- *Programa “Minboca em ação!”* (Ações relacionadas à drenagem urbana, limpeza de bocas de lobo, construção de “piscinões” etc.)

Conclusão

Neste exemplo procurei mostrar uma aplicação prática da teoria estudada. Mapas sistêmicos permitem ter o entendimento de um problema a ser resolvido.

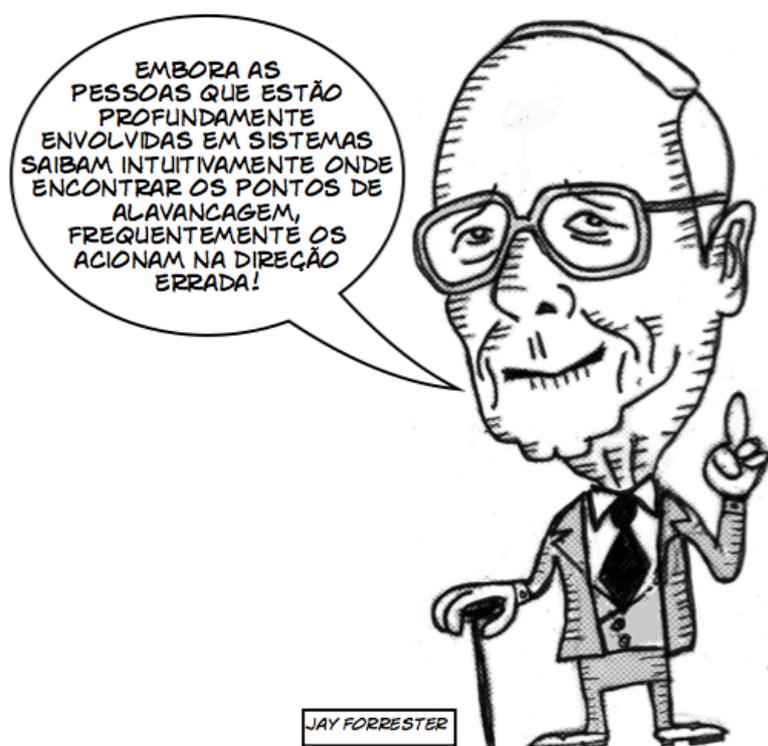
Problemas complexos geralmente não são resolvidos com ações simples: é necessário criar um conjunto de programas e projetos, coordenados e complementares.

Programas com durações superiores ao exercício de um mandato de um prefeito, programas que são realizados ao longo de várias gestões. Ações desse tipo vêm sendo realizadas em cidades grandes tais como Barcelona, Bogotá etc. Espero que um dia possamos pensar sistemicamente e agir da mesma forma aqui no Brasil.



Capítulo 15–Pontos para Intervenção em um Sistema, segundo Donella Meadows

De todos os livros que li sobre pensamento sistêmico, apenas um (“Thinking of Systems”- de Donella Meadows) analisa as diversas formas de se intervir em um sistema. O que se busca é conseguir, por meio de uma pequena intervenção obter uma grande mudança no comportamento (Meadows, 2000). Os pontos onde essas intervenções ocorreriam seriam os chamados “pontos de alavancagem”.



A seguir apresentarei brevemente as ações que Donella propôs em seu livro. Procurei ser bastante sucinto e trazer exemplos do nosso dia a dia para ilustrá-los. Ao final do capítulo fiz um quadro comparativo entre as diversas ações.

As ações de alavancagem discutidas a seguir seguem a ordem de importância inversa, ou seja, as primeiras a serem apresentadas são aquelas de menor impacto e as últimas as de impacto mais elevado.

Ação de alavancagem número 1: Alterar parâmetros (números, constantes, taxas)

Alterar apenas os números envolvidos, mantendo a mesma estrutura do sistema não alterará muito o comportamento do sistema. Curiosamente, prestamos muita atenção nos parâmetros, acreditando que ao alterá-los resolveremos os problemas que enfrentamos.

Exemplos:

- A cada dia surge um novo imposto, aumentando o peso da carga tributária. Porém não se reduzem os desperdícios e as falcatruas. Ou seja, mais entra, mais sai, e os problemas não se resolvem, pois a estrutura do sistema não foi modificada.
- Aumentar mais a pena para criminosos não faz com que a criminalidade diminua significativamente.

Concluindo, alterar apenas parâmetros, em geral tem baixa alavancagem.



Ação de alavancagem número 2: Alterar os tamanhos dos estoques em relação aos fluxos

Ao se aumentar o tamanho de um estoque, ganha-se estabilidade.

Exemplos

- Uma empresa que tenha um bom estoque de um produto pode responder de um modo melhor a uma mudança de demanda. Mas por outro lado ter estoques grandes pode vir a ser muito custoso.
- Criar “piscinões” para resolver o problema das enchentes é uma ação que vem sendo tomada em várias cidades brasileiras, inclusive em São Paulo. Para que servem? Servem para atrasar a ida da água para os esgotos pluviais.

Construir “buffers” pode ser bastante caro. Assim, não tem uma boa alavancagem.

Ação de alavancagem número 3: Alterar a estrutura de estoques e fluxos

Essa seria a ação ideal para se resolver problemas sistêmicos. Sabemos que a estrutura de um sistema é responsável pelo seu comportamento, mudando a estrutura mudaríamos o comportamento.

Exemplos

- Já imaginou recriar uma cidade como a de São Paulo, priorizando o transporte coletivo ao invés do individual? Seria ótimo, porém os custos seriam impeditivos. E demoraria, muito, muito tempo até se conseguir re-estruturar a cidade.
- Imagine que pudéssemos alterar com rapidez estrutura antigas, feias e problemáticas, como, por exemplo, as estruturas de fiação elétricas em postes, tornando-as subterrâneas.

Ou seja, esta ação tem alta alavancagem, mas é muito difícil de se implementar na prática.

Ação de alavancagem número 4: Reduzir atrasos

Já estudamos que os atrasos causam oscilações em sistemas. Mas o problema é que os atrasos podem ser muito difíceis de serem modificados. Porém, se modificados, podem ter grande impacto nos sistemas.



Exemplos

- Imagine como seria bom acabar com o atraso que há em tornar um funcionário recém-contratado apto para fazer parte de um time de projeto composto por veteranos.
- Pense nos ganhos que teríamos se pudéssemos reduzir os atrasos presentes em cadeias de produção.

Ação de alavancagem número 5: Reforçar os loops de balanceamento

Loops de balanceamento surgem sempre que há dinâmicas que levam ao crescimento exponencial. Reforçá-los significa enfraquecer os loops que podem levar o sistema ao colapso.

Exemplos

- Imagine que o presidente do Brasil deseje tomar uma ação para conter, digamos, o desmatamento na Amazônia. Evidentemente que há muita gente que lucra com a destruição das florestas: madeiras, criadores de gado etc... Tanto maior a força das dinâmicas para desmatar, maior a força das ações tomadas para conter a devastação. Nem sempre reforçar os loops de balanceamento tem sucesso.
- Veja o caso do controle de pestes na lavoura. A cada ano são usados pesticidas mais potentes em maior quantidade. Mas o número de insetos resistentes ao veneno não para de crescer.

A ação de reforçar um loop de balanceamento pode ser fácil de se implementar, mas não é necessariamente um bom ponto de alavancagem.

Ação de alavancagem número 6: Reduzir a força dos loops de reforço



Sabemos que os ciclos positivos levam a um crescimento exponencial. E o crescimento exponencial leva ao esgotamento de recursos. É mais adequado reduzir a taxa de crescimento do que reforçar os ciclos negativos para barrar esse crescimento.

Exemplo

- Ao invés de deixar que a população de um país venha ter um crescimento explosivo e conseqüente colapso (por fome, por exemplo) é mais inteligente controlar a taxa de natalidade. Foi o que foi feito na China (apesar dos efeitos de segunda ordem que estudamos em capítulos anteriores).

Ação de alavancagem número 7: Mudar o fluxo de informações

A falta de informações pode causar sérios problemas. Por exemplo, ninguém sabe com absoluta certeza quanto petróleo há para ser descoberto, assim como ninguém sabe com exatidão a quantidade de peixes no mar, ou a quantidade de poluentes no ar. Há, é claro, estimativas.



Tornar esses números visíveis pode induzir um padrão de comportamento mais adequado. Donella conta em seu livro um caso curioso, sobre o posicionamento de registradores de consumo de energia. Mudar seu posicionamento, tornando-os visíveis aos moradores tornava o consumo menor.

Exemplo

- Em São Paulo temos o “impostômetro” que mostra, na web, quanto pagamos de imposto a cada minuto, hora, dia, mês e ano.
- Há alguns anos, um jornal de São Paulo, para tornar visíveis as promessas de campanha não realizadas pelo prefeito, criou um caricatura dele, com um nariz de Pinóquio. A cada mês que se passava e o prefeito não cumpria o que havia prometido como candidato, o nariz crescia um pouco. Ao término do mandato o nariz cobria praticamente toda a página do jornal.

Ação de alavancagem número 8: Usar regras (incentivos, punições, restrições)

Regras definidas de forma inteligente podem levar a ações que levem o sistema a pontos desejados. Por outro lado, regras mal definidas podem ter um impacto perverso no sistema.

Exemplos

- Imagine que, em São Paulo, se, a pessoa que quisesse ter um carro devesse provar antes que possui uma vaga na garagem onde pudesse guardá-lo.
- Ou que, para cada carro novo produzido, um velho obrigatoriamente, devesse ser levado para reciclagem.
- Ou que um novo produto só pudesse ser criado se fosse provado que ao fim de sua vida útil ele seria totalmente reciclado.



Ação de alavancagem número 9: Auto-organização

Um sistema que se auto-organiza seria capaz de criar, substituir ou modificar estruturas de acordo com as necessidades. Mas para tal precisaria de ter liberdade para se modificar.

Exemplos

- Imagine que no futuro poderemos vir a ter sistemas de manufatura flexíveis, permitindo criarmos produtos relacionados a mudanças nos cenários econômicos.
- Hoje em dia já se falam em navios de guerra flexíveis, que podem ser reconfigurados (mudando o conjunto de armas, por exemplo) em função das necessidades de combate.

Ação de alavancagem número 10: Mudar os objetivos do sistema

Mudar os objetivos faz com que os sistemas sejam totalmente re-estruturados de modo a alcançá-los.

Exemplos

- Já pensou em uma nação cujo principal objetivo fosse fazer com que seus habitantes fossem felizes? Que tal medir o desenvolvimento de uma nação não pelo PIB, mas pelo “Índice de Felicidade Interna”?
- Mudar os objetivos de sistemas podem levar a metas grandiosas ou a objetivos detestáveis, como os objetivos dos nazistas.

Ação de alavancagem número 11: Mudar os Paradigmas

Os paradigmas são as fontes dos sistemas (Meadows, 2000). A partir dos paradigmas que surgem os objetivos e as estruturas dos sistemas que levarão a consecução desses objetivos.

Exemplo

- Na área da tecnologia da informação constatemente surgem novos paradigmas. Mudou-se do desenvolvimento estruturado para desenvolvimento orientado a objeto, o que causou uma revolução no modo de se desenvolver sistemas de informação.
- Recentemente está em andamento, muito lentamente, uma mudança de paradigma de desenvolvimento, que pode vir a mudar o capitalismo selvagem e destrutivo para algo baseado em sustentabilidade.

Resumo

A seguir resumirei as ações de alavancagem por meio de uma tabela, para permitir uma análise em termos de facilidade de implantação e possíveis resultados que podem ser obtidos.

Ação de alavancagem	Facilidade de implementação	Resultados possíveis para as ações
Mudar parâmetros (números, constantes, taxas)	Fácil de implementar.	Pequeno, pois a mudança de um parâmetro não leva à mudança de estruturas.

Ação de alavancagem	Facilidade de implementação	Resultados possíveis para as ações
Alterar o tamanho dos estoques (buffers)	Difícil de implementar, pois os buffers geralmente são entidades físicas, difíceis de serem mudadas.	Podem levar a estabilização de um sistema. Por outro lado, podem tornar os sistemas inflexíveis.
Modificar a estrutura de estoques e fluxos (sistemas físicos e seus nós de intersecção)	Reconstruir sistemas físicos é muito lento e muito caro.	O resultado pode ser ótimo. Mas muitas vezes é quase impossível re-estruturar sistemas.
Reduzir Atrasos	Atrasos podem ser muito difíceis de serem corrigidos.	Se for possível alterar atrasos, o efeito pode ser grande.
Reforçar loops de balanceamento	Relativamente fácil de se alterar, pois estão relacionados as partes de informação e controle de sistemas.	O resultado está relacionado ao impacto que se quer consertar.
Reduzir a intensidade de Loops de reforço	Reduzir o ganho dos loops de reforço é mais efetivo do que fortalecer os loops de balanceamento.	Caso os loops de reforço não sejam contidos, podem levar o sistema ao colapso.
Fluxo de informação	Adicionar ou restaurar informação é muito mais fácil e barato do que reconstruir uma infraestrutura física.	Resolver problemas de fluxo de informação perdida pode solucionar muitos problemas de mal funcionamento nos sistemas.
Regras (incentivos, punições e restrições)	Difícil de mudar, pois quem tem poder para criar as regras pode criá-las em seu próprio benefício.	São pontos de alavancagem muito elevados.
Auto-organização	Difícil de implementar, pois encorajar auto-organização significa perder controle sobre um sistema	Pode levar a avanços técnicos e revoluções sociais.
Objetivos do sistema	Pode ser implementado apenas por aqueles que comandam os sistemas.	Poder de alavancagem muito elevado.

Ação de alavancagem	Facilidade de implementação	Resultados possíveis para as ações
Paradigmas	É muito difícil de mudar, pois há uma resistência muito forte à mudança.	Mudar o paradigma significa mudar o modo se pensar que leva a criação de sistemas

Tabela 1- Referência (Meadows, 2000)

Capítulo 16– Estudos de Caso

Nos capítulos anteriores explicamos as ferramentas básicas de modelagem (relações causais, mapas sistêmicos, estoques e fluxos). Discutimos também alguns exemplos de aplicações, para mostrar a utilidade dessas ferramentas. Mas para você realmente aprender a usá-las, é preciso que você faça alguns exercícios.

Quanto mais exercícios você fizer, mais familiarizado ficará. Como venho lecionando esta disciplina há mais de 10 anos, percebo que no início os(as) aluno(a)s têm uma certa dificuldade. Lêem um texto, mas não sabem quais dinâmicas são as mais importantes, quais devem ser representadas.

De modo a resolver esse problema, criei uma série de estudos de caso, em ordem crescente de dificuldade. Você notará que os primeiros estudos de caso são bastante simples. As variáveis a serem usadas aparecem em negrito, as relações causais são bastante óbvias. É como aprender a andar de bicicleta usando aquelas rodinhas laterais de apoio. À medida que você for fazendo mais exercícios, notará que os estudos de caso não são tão simples, que as variáveis não estão em negrito e que as relações causais já não são tão óbvias.

Isso foi feito de forma proposital. Quero que você, gradualmente, aprenda a andar de bicicleta sem fazer uso das rodinhas.

Os estudos de caso finais descrevem algumas dinâmicas reais presentes no dia a dia. Uma vez, ao final do curso um aluno me disse:

“Professor, este curso mudou o meu modo de pensar. Vejo sistemas à minha volta por onde vou e mentalmente começo a traçar as relações causais e a criar mapas sistêmicos. As estruturas dos sistemas saltam aos meus olhos, vejo o mundo de um modo diferente do que via anteriormente”.



Esse é o objetivo deste meu livro e dos cursos que leciono. Quero que você entenda as dinâmicas presentes no seu trabalho, na sua casa, no comércio, na indústria, nos programas de gerenciamento da qualidade, nas corporações, no meio ambiente, enfim, na sua vida. O mundo é sistêmico, temos que desenvolver essa habilidade para compreendê-lo melhor. Divirta-se com os exercícios!

Estudo de Caso 1– Criação de mapas sistêmicos passo a passo

Sinopse

Referência: Desenho “Os Simpsons”

Área de conhecimento: Gestão

Objetivo do estudo de caso:

Treinar o processo de criação de mapas sistêmicos, a partir de um texto. Neste exercício, para facilitar o processo de modelagem, as variáveis estão identificadas e marcadas em negrito. Os ciclos positivos e negativos também estão claramente identificados.

Estudo de Caso

Crie um mapa sistêmico para cada uma das dinâmicas a seguir.

Exercício 1 – “Stress e Bebida”

Obs: Mr. Burns, Homer são personagens da série “Os Simpsons”

Quanto maior a **pressão gerencial de Mr. Burns sobre Homer** no trabalho, maior o **nervosismo e agitação de Homer** ao chegar em casa. Ele combate o nervosismo com um maior **consumo de bebidas alcoólicas**. Maior consumo, maior a **ação relaxante da bebida**, o que reduz seu **nervosismo e agitação...**

Exercício 2 – “Homer alcoólatra”

Mr. Burns continua pressionando Homer no trabalho e Homer continua bebendo em casa. Quanto maior o seu **consumo de bebidas alcólicas**, maior sua **dependência de álcool**. Com o passar do tempo Homer passa a beber até no trabalho, o que faz com que sua **produtividade** caia. Vendo a produtividade de Homer cair, **Mr. Burns o pressiona ainda mais...**

Exercício 3 – “Engordando Homer”

A quantidade de gorduras armazenadas por Homer é influenciada positivamente pela **quantidade guloseimas devoradas** e negativamente pela **quantidade de calorias que ele queima**. Quanto mais **gorduras armazenadas**, maior a **dificuldade em realizar exercícios**. Quanto menos **exercícios físicos** ele realiza, menos calorias ele queima. Conseqüentemente fica cada vez mais gordo

Estudo de Caso 2– As dinâmicas básicas do Aquecimento Global (Ref. Documentário–“Uma verdade inconveniente”)

Sinopse

Referência: Filme “Uma verdade inconveniente”

Área de conhecimento: Meio Ambiente

Objetivo do estudo de caso:

Treinar o processo de criação de mapa sistêmicos, a partir de um texto. Neste exercício, para facilitar o processo de modelagem, as variáveis estão identificadas e marcadas em negrito. Os ciclos positivos e negativos também estão claramente identificados.

Observação: o modelo em questão é bastante simplificado, porém permite entender as principais dinâmicas envolvidas no aquecimento global.

Estudo de Caso

Parte da radiação emitida pelo sol é absorvida pela Terra, parte é refletida. Alguns gases, tais como o CO₂ e o CH₄ (Metano), fazem com que as ondas solares não retornem ao espaço, ficando “presas” na atmosfera terrestre.

1º Ciclo: a ação dos oceanos

Quanto maior a quantidade de **radiação absorvida**, maior a **temperatura do ar**. O aumento da temperatura do ar faz com que aumente a **temperatura dos oceanos**. Maior a temperatura dos oceanos, maior a **proliferação de fitoplanctons**, portanto maior a **fotossíntese realizada pelos fitoplanctons**, portanto levando a uma menor quantidade de **CO₂ na atmosfera**. Este é um ciclo claramente negativo, que leva à redução da quantidade de CO₂ na atmosfera, conseqüentemente levando a uma redução na **radiação absorvida**. Chamemos este ciclo de “**Ação dos oceanos**”.

2º Ciclo: a ação das florestas

As florestas também têm um papel importante na absorção do CO₂. Maior a **temperatura do ar**, maior a **velocidade de crescimento das plantas**, portanto maior a **fotossíntese realizada pelas plantas**, o que leva a uma redução na quantidade de **CO₂ na atmosfera** levando a uma redução na **radiação absorvida**. Nomearemos este ciclo de “**Ação das florestas**”, que também é um ciclo negativo.

3º Ciclo: a ação das calotas polares

Devido a ação desses dois ciclos, a temperatura da terra ficava de certa forma em equilíbrio. Mas algo vem ocorrendo desde a revolução industrial. A **ação poluidora do homem** (queima de combustíveis fósseis) contribui para o aumento da quantidade de **CO₂ na atmosfera**, o que tem levado a um aumento na **radiação absorvida** e

consequente aumento na **temperatura do ar** o que causa um aumento no **derretimento das calotas polares** portanto menor a **reflexão da radiação solar** consequentemente maior a **radiação absorvida** que fará com que a **temperatura do ar** aumente ainda mais. Denominaremos este ciclo de “ação das calotas polares”, um ciclo claramente positivo.

4º Ciclo: ação do permafrost

Maior a temperatura do ar, maior o **derretimento do permafrost** do Ártico, que causa a liberação de maior quantidade de **CH₄ na atmosfera**, o que aumenta ainda mais a **radiação absorvida**. Novamente, mais um ciclo positivo, que denominaremos de “ação do permafrost”.

Segundo Senge “*os atuais níveis de CO₂ são quase um terço mais altos do que em qualquer outra época nos últimos 650 mil anos*”. A terra tem uma capacidade de absorção de CO₂ estimada de 3 bilhões de toneladas/ano. A ação do homem, principalmente devido à queima de combustíveis fósseis tem levado a um fluxo de 8 bilhões de toneladas/ano. Portanto a cada ano o planeta recebe um acréscimo de cinco bilhões de toneladas de CO₂, que faz com que mais radiação solar seja absorvida. Senge conclui que “*se não igualarmos os volumes de emissão e remoção, em outras palavras, mediante a redução de 60% a 80% das emissões mundiais é provável que entremos numa era de mudança climática irreversível*”.

Exercício:

- 1) Crie um mapa sistêmico que represente as dinâmicas descritas.
- 2) Pense que ações o homem tem tomado em relação aos quatro ciclos descritos. Acrescente estas ações no modelo.

Estudo de Caso 3– Análise de estratégias governamentais (Ref. Filme “Invictus”)

Sinopse

Referência: Filme “Invictus”

Área de conhecimento: Estratégia, Gestão de Projetos

Objetivos do estudo de caso:

- 1) Entender como o pensamento sistêmico possibilita a eficácia de estratégias, programas e projetos.
- 2) Treinar o processo de criação de mapa sistêmicos, a partir de um texto e de um filme. Neste exercício, para facilitar o processo de modelagem, as variáveis estão identificadas e marcadas em negrito.

Estudo de Caso

Ao assumir a presidência da África do Sul, em 1994, Nelson Mandela herdou uma nação dividida entre negros e brancos (afrikaners). Durante os anos do “apartheid”, brancos e negros viviam se engalfinhando em um ciclo de hostilidade permanente. Maior o **ódio dos brancos aos negros**, maior o **ódio dos negros aos brancos** e vice-versa. Um exemplo típico de um ciclo positivo, que leva a uma escalada de ódios. E os ódios se tornaram ações. Quanto maior **ódio dos brancos aos negros**, maior o número de **ações dos brancos contra os negros**, o que fazia com que **ódio dos negros aos brancos** aumentasse. Por outro lado quanto maior **ódio dos negros aos brancos**, maior o número de **ações dos negros contra os brancos**, o que fazia com que **ódio dos brancos aos negros** aumentasse.

Nelson Mandela entendia perfeitamente essa dinâmica. Afinal ele passara 27 anos na prisão por incentivar ações dos negros para minar a supremacia branca. Mas ao ser eleito presidente da república ele percebeu que tinha que destruir esse ciclo vicioso. Afinal os brancos dominavam a polícia, as forças armadas e a economia, era vital para o progresso da África do Sul que esse ciclo de hostilidades tivesse um fim.

Mandela resolveu então tentar reverter essa dinâmica por meio de ações na área esportiva, em especial, no time de rugby da África do Sul, apelidado de “Springbok”. O time era formado quase que exclusivamente por jogadores brancos. Os negros, portanto, odiavam o time. Sempre que o time jogava, os negros torciam pelo time adversário com o intuito de irritar os brancos. Nelson Mandela, ao assumir o governo, percebeu que os recém-empossados dirigentes esportivos negros estavam se mobilizando para acabar de vez com o time de rugby, mudando o nome, uniforme e hino. Ele percebeu que essa ação iria incentivar ainda mais o ciclo de ódio recíproco. Esse ciclo vicioso tinha que ser detido. Mandela então tomou as seguintes medidas:

- 1) Convenceu os dirigentes esportivos negros a não modificar nada no time. Assim tudo foi mantido como estava, uniformes, hinos, etc.

- 2) Aproximou-se do time, em especial de seu capitão, que era branco. Passou a incentivar e apoiar o treinamento do time, dando todo apoio necessário. Em contrapartida solicitou que o time realizasse apresentações por todo o país, em especial em áreas de maioria negra. O time tinha um jogador negro, que era muito querido pelos negros. Mandela percebeu isso e fez o possível para colocá-lo também em destaque na mídia.
- 3) Criou um lema para o time “one team, one country” (um time, um país). A Copa do Mundo de rugby se aproximava, era a oportunidade de ouro para que a nação se unisse sob uma bandeira única, a da seleção nacional.

Como consequência, a comunidade negra começou a gostar do time de rugby; eles se viam representados na figura do jogador negro. Os jogadores brancos perceberam que eles representavam mais que um time: eles representavam uma nova nação. O maior **apoio ao treinamento e incentivo ao time** levou a um aumento no **número de vitórias**. Quanto maior o **número de vitórias** do time da África do Sul, maior o **sentimento de pertencer a uma nação única**, formada por brancos e negros.

Quanto maior o **número de apresentações do time por todo o país**, maior também o **sentimento de pertencer a uma nação única**.

Pode-se dizer a mesma coisa em relação à maior **exaltação de jogadores brancos e negros**, que também levava a um aumento no **sentimento de pertencer a uma nação única**.

E quanto maior esse sentimento, menor o **ódio dos negros aos brancos** e o **ódio dos brancos aos negros**.

A África do Sul acabou vencendo a Copa do Mundo de rugby e Nelson Mandela atingiu seu objetivo de reduzir o ódio entre brancos e negros por meio de uma ação na área do esporte.

Exercício: Represente as dinâmicas descritas, em especial a da escalada do ódio entre negros e brancos. Procure mostrar como as ações tomadas por Mandela levaram à diminuição dessa escalada.

Estudo de Caso 4– Gestão de Projetos: conflitos de interesse (Ref. Filme “Máquina de Guerra)

Sinopse

Referência: Filme “Máquina de Guerra”

Área de conhecimento: Gestão de Projetos

Objetivos do estudo de caso:

Entender uma dinâmica muito presente em projetos, a otimização dos ganhos individuais dos envolvidos em detrimento do próprio projeto.

Estudo de Caso

Depoimento do Major James Burton, da Força Aérea Americana, na CPI do Tanque Bradley

Deputada Sandra Lúcia –“Major, como você vê o papel do gerente de projetos, o Tenente-Coronel Smith? Porque ele sempre aprovava as solicitações de modificações feitas pelos generais?”

Major Burton –“Na verdade as solicitações de mudança não eram bem solicitações: eram quase ordens. Smith só pensava em ser promovido a general. Quanto mais solicitações de modificações ele aprovava, mais os generais ficavam satisfeitos, portanto mais pontos ele ganhava na sua ficha de avaliação ao generalato. E quanto mais pontos ele ganhava, maior o seu desejo de ser promovido e mais favorável ele ficava a atender novas solicitações. Ele visava atingir seus objetivos pessoais, acima de tudo.”

Deputada Sandra Lúcia –“E por que os generais desejavam realizar tantas modificações no projeto?”

Major Burton – “Talvez por uma razão semelhante. Os generais também tinham suas ambições, seus objetivos pessoais, apenas em um âmbito maior: eles almejavam alcançar cargos mais importantes, como Ministro da Defesa ou até mesmo Secretário de Estado. Eles desejavam deixar a sua marca naquele projeto, queriam usar o projeto do tanque como uma plataforma política para alçar vôos maiores. Um projeto de um veículo transporte de tropas não dá visibilidade alguma. Já um projeto de um veículo explorador, bem armado e equipado como um tanque e que de quebra ainda transporta tropa, chama muito mais atenção. É como o caso do político que prefere investir em viadutos ao invés de investir em redes de esgoto. O que é feito debaixo da terra ninguém vê. Já o viaduto, ah, esse sim, salta aos olhos de todos.”

Deputada Sandra Lúcia – “E como os generais e o Tenente-Coronel Smith se relacionavam?”

Major Burton – “De uma forma harmônica e muito eficiente. Quanto mais solicitações de mudanças Smith atendia, maior a massagem no ego dos generais, o que fazia com que desejassem sempre incluir uma ou outra solicitaçãozinha de modificação no projeto.

Evidentemente quanto mais modificações eram aprovadas, mais contentes ficavam os generais. Tanto os generais como Smith se favoreciam desse relacionamento lindo...”

Deputada Sandra Lúcia – “Eu acho que entendi tudo... o único probleminha é que nem Smith e nem os generais pagavam pelas mudanças. O contribuinte é quem pagava! Quanto maior o número de modificações no projeto, maior o retrabalho. Maior o retrabalho, maiores os atrasos e custos, o que levava gastos além do previsto. Por isso o Congresso vai criar uma comissão para determinar quais são as alterações finais a serem feitas para terminarmos de uma vez por todas com esse projeto horroroso, um monstro que não cessa de consumir recursos públicos!”

Exercício

Note que propositalmente não ressaltei em negrito quais as variáveis você deve usar para modelar. Escolha de acordo com o que julgar necessário.

- 1) Crie o mapa sistêmico para o caso em questão.
- 2) Como a otimização do ganho individual influencia no andamento do projeto?

Estudo de Caso 5– Ações para burlar as regras em projetos (Ref. Filme “Máquina de Guerra”)

Sinopse

Referência: Filme “Máquina de Guerra”

Área de conhecimento: Gestão de Projetos

Objetivos do estudo de caso:

Exemplificar o arquétipo “Contornar a regras” em situações de projeto.

Estudo de Caso

O filme “Máquina de Guerra” apresenta, de uma forma caricatural, algumas situações interessantes, muitas vezes presentes em projetos complexos. O projeto do tanque Bradley tinha prazo para finalização, quanto menor o **prazo para finalização**, maior a **pressão para finalização**, o que fazia que aumentasse a **pressão para aprovação dos testes**. O General Partridge estava sendo pressionado para que o projeto do veículo fosse concluído e o veículo passasse para a fase de produção. General Partridge queria que o auditor, o Coronel Burton, facilitasse o processo de aprovação do veículo. Não importava para o General se o veículo era seguro ou não, o que importava era que fosse aprovado nos testes e que o projeto andasse rumo à sua conclusão. Ninguém, exceto o auditor (Coronel Burton), estava preocupado com a qualidade do veículo.

Aspecto 1: Redução do rigor nos teste

No filme retratam-se várias situações curiosas. Quanto maior **pressão para aprovação dos testes**, menor o **rigor nos testes**. Isso ficou bem claro no caso dos testes de penetração. O veículo deveria ser testado com diversos foguetes, porém o teste realizado foi com o foguete romeno, de menor eficácia. Ou seja, reduzindo-se o **rigor nos testes**, aumentavam-se as **aprovações dos testes**, reduzindo portanto a **pressão para aprovação nos testes**.

Aspecto 2: Uso de atalhos gerenciais

O filme mostrava também um outro aspecto bastante presente em projetos: o uso de atalhos gerenciais, também conhecidos como “trapaças”. Quanto maior a **pressão para aprovação dos testes**, maiores as **trapaças**. Os tanques de combustível do veículo eram abastecidos com água quando eram realizados testes de impacto. A pólvora dos cartuchos era substituída por areia. As ovelhas que morreram no teste vaporífero foram rapidamente descartadas. Ou seja, o veículo sempre era aprovado nos testes. Maiores as **aprovações dos testes**, menor a **pressão para aprovação nos teste**.

Aspecto 3: Criação de barreiras

Quanto maior a **pressão para aprovação dos testes**, maior a **criação de barreiras ao trabalho do auditor**. A ideia aqui era vencer o auditor pelo cansaço, fazendo com que ele se rendesse e dispensasse a realização de testes. Essa dinâmica fica clara no momento em que o Coronel Burton solicita informações sobre o projeto e o general envia a ele uma montanha de documentos, inundando o escritório com caixas e mais caixas de memorandos e relatórios. Maior **criação de barreiras ao trabalho do auditor**, maior **pressão sobre o auditor**, maior número de **testes evitados**, reduzindo assim novamente a **pressão para aprovação dos testes**.

Aspecto 4: Justificativas para evitar testes

Quanto maior a **pressão para aprovação dos testes**, maiores as **justificativas para evitar testes**. O Major Sayers dizia que *“testar é uma ciência Coronel, não podemos sair colocando ovelhas no tanque Bradley para a realização de testes vaporíferos”*. Mas as ações dele e de seu comparsa, o Coronel Bach, visavam impedir a realização dos testes. Com esse intuito foi criado um “escritório de estudos para aquisição de ruminantes”. A ideia era evitar a realização de testes, devido à necessidade de se realizar estudos detalhados sobre o “protótipo ruminante”. A aquisição levaria meses o que inviabilizaria a realização de testes. Quanto maiores as **justificativas para evitar testes**, mais **testes evitados**, portanto menor a **pressão para aprovação**.

Aspecto 5: Intimidação

Por fim, o Coronel começa a ser ameaçado, física e mentalmente. “Se você enviar mais um relatório ao Congresso, esmago seu crânio!”. Maiores as **ameaças ao auditor**, maior a **pressão sobre o auditor**, o que levaria a um maior número de **testes evitados**.

Exercícios

- 1) Crie o mapa sistêmico para o estudo de caso proposto. Identifique as principais dinâmicas.
- 2) Você já notou procedimentos semelhantes aos estudados na empresa onde trabalha? Liste pelo menos uma situação similar que você já presenciou para cada dinâmica estudada.

Estudo de Caso 6– A dinâmica do stress em projetos (Ref. Artigo “The rework cycle”)

Sinopse

Referência: The rework cycle (Cooper, 1993)

Área de conhecimento: Gestão de Projetos

Objetivos do estudo de caso:

Modelar as dinâmicas que levam ao retrabalho em projetos.

Estudo de caso

Imagine que você participa de um projeto de criação de um *website*. Suponha que o número de tarefas a fazer é relativamente pequeno e a sua complexidade é baixa. O ambiente de trabalho é o melhor possível e, como o projeto vem sendo bem gerenciado, o estresse é muito baixo. Há um bom clima de colaboração entre os envolvidos e a pressão gerencial é pequena. As pessoas costumam conversar animadamente na copa enquanto tomam café. Nessas conversas informais vários aspectos técnicos do desenvolvimento do *website* são discutidos. Enfim, mais do que o salário, o que faz com que as pessoas gostem da firma é o ambiente familiar e a descontração. Você e os demais desenvolvedores têm tempo suficiente para criar com calma, tornando o produto o mais atraente possível. Muito bem, digamos que esse projeto foi um sucesso estrondoso e, em razão disso, a sua firma foi contratada para realizar mais três projetos de desenvolvimento de *websites*!

Agora começamos a sair do cenário de fantasia e passamos a retratar o cenário do mundo real, ao qual estamos mais acostumados. Com um aumento no número de tarefas a fazer, o gerente de projetos começa a ser cobrado pela alta administração para que faça com que os projetos avancem. O gerente, sentindo o peso da responsabilidade em seus ombros, começa a pressionar as equipes de desenvolvimento para que se empenhem em finalizar as tarefas.

Esta estratégia até que dá bons resultados por um certo tempo. O aumento de pressão sobre a equipe ocasiona um aumento no esforço de desenvolvimento. O ambiente já não é tão descontraído como antes, o gerente de projetos já não é tão querido e as pessoas já não socializam tanto na copa quanto antigamente. Mas as tarefas são finalizadas a tempo, e é isso que importa para a alta administração, afinal “tempo é dinheiro”. Assim, o aumento do esforço de desenvolvimento leva a um aumento na taxa de finalização de tarefas que, em última instância, leva a uma redução no número de tarefas ainda por fazer. Satisfeita com o andamento dos três projetos, a firma resolve abraçar mais um. Afinal, quem faz três, faz quatro. A firma não pode se dar ao luxo de perder uma oportunidade de negócios. Lógica da alta administração: *“A equipe é boa, basta aumentar um pouco a pressão sobre o gerente que ele fará com que os projetos avancem. E tem mais, vamos acabar com essa perda de tempo dos bate papos na copa! Vamos também retirar aquela*

maldita máquina de café que só dá prejuízo”.

Mas, infelizmente, esse modo de pensar pode trazer consequências desastrosas.

A manutenção prolongada da pressão gerencial começa a se fazer notar, os desenvolvedores começam a dar sinais de cansaço e a qualidade do código gerado começa a piorar. Os erros se tornam mais frequentes, aumenta a quantidade de programas que necessitam de retrabalho. Os projetos começam a patinar.

O gerente, pressionado por todos os lados, resolve tomar medidas para controlar melhor o projeto, tentando apagar o incêndio. Começa a promover reuniões cada vez mais amiúde. As reuniões de acompanhamento passam de uma a duas vezes por semana. Nas primeiras reuniões, ele cobrava a participação apenas dos líderes dos times. Mas essas reuniões não foram muito efetivas. Devido ao número enorme de problemas que surgiam sem parar, muitas vezes havia a necessidade de se buscar uma informação específica com determinada pessoa, e esta não estava presente na reunião.

De modo a contornar este tipo de problema, o gerente de projetos começa a convocar mais e mais pessoas para as reuniões. As reuniões vão se tornando cada vez mais longas e improdutivas. A grande maioria dos convocados tem uma participação muito pequena, permanecendo calada a maior parte do tempo, sendo consultada uma vez ou outra ao longo da reunião, que se estende por horas a fio. Essas reuniões são tensas. Cada um procura responsabilizar o outro pelo atraso do projeto e pelo retrabalho.

As reuniões longas e infrutíferas fazem com que o moral da equipe fique cada vez mais baixo. E o que é pior, perder tempo em reuniões longas atrasa ainda mais o projeto.

As pessoas, que já estão desmotivadas, agora começam a querer abandonar o barco. Os integrantes da equipe, com melhor qualificação profissional e de mais fácil assimilação pelo mercado, começam a buscar oportunidades em outras empresas, abandonando o projeto. Com a perda de recursos humanos, as pessoas que permanecem se vêem obrigadas a trabalhar mais e mais, tentando cobrir as tarefas dos que partiram. O projeto começa a esfacelar, entrando na famosa “espiral da morte”. Contratam-se desenvolvedores, a equipe de projeto começa a virar noites e mais noites; terminar no prazo se torna uma questão de honra, e o “heroísmo” é enaltecido. As técnicas de gestão são deixadas cada vez mais de lado...

Exercício:

- 1) Crie um modelo (usando ciclos de realimentação) que represente a dinâmica descrita. Preste atenção: nem tudo o que foi descrito é relevante para o modelo. Tente identificar três ciclos: o primeiro, de finalização de tarefas. O segundo, o de geração de tarefas pelo retrabalho. O terceiro, o do esfacelamento do projeto, a “espiral da morte”.
- 2) Baseado no estudo de caso, quais são as suas recomendações para evitar que projetos entrem na “espiral da morte”?
- 3) Você já presenciou dinâmica similar na sua empresa? O que foi feito para resolver o problema?

Estudo de Caso 7– A dinâmica do crescimento e declínio de empresas (Ref. Documentário “Microsoft compra o DOS”)

Sinopse

Referência: Documentário “Microsoft compra o DOS”

Área de conhecimento: Estratégia empresarial, Inteligência de Negócios

Objetivos do estudo de caso:

Analisar dinâmicas de crescimento e declínio de empresas. Neste estudo de caso não identifiquei em negrito quais são as variáveis, escolha as que você considere relevantes para a criação do mapa sistêmico.

Estudo de caso

No início dos anos 80, em uma jogada genial, Bill Gates fez um contrato com a IBM, prometendo fornecer o sistema operacional para os computadores pessoais que seriam desenvolvidos por ela. A *Microsoft* venderia o programa Basic por 400.000 dólares à IBM e, para cada computador vendido, cobraria apenas 1 dólar pelo sistema operacional MS-DOS. A contrapartida era que a IBM permitisse que a *Microsoft* vendesse também o MS-DOS para quem bem entendesse. A estratégia era bastante vantajosa para a *Microsoft*, pois, quanto mais sistemas operacionais vendidos, maior a parcela de mercado conquistada. Como era o início da revolução dos computadores pessoais, era fundamental que o MS-DOS se tornasse o sistema operacional padrão, pois isso alavancaria ainda mais as vendas dos outros programas da *Microsoft*. A arquitetura dos PCs da IBM foi copiada pelos competidores: com isso as vendas do sistema operacional e dos programas da *Microsoft* explodiram.

O que é bastante curioso nessa dinâmica é o fato de que, quanto mais sofisticados e complexos os programas, maior a necessidade de recursos de *hardware*. Isso alavancou a venda de novos computadores mais possantes, o que levou ao ciclo positivo de crescimento da *Microsoft*.

Como sabemos, sempre que há ciclos positivos naturalmente surgem ciclos negativos que limitam o crescimento exponencial. No caso da *Microsoft*, que dinâmicas você poderia descrever?

Sim, *software* livre contribui para a redução das vendas. Os concorrentes lutam para conquistar a sua parcela de mercado também. A pirataria tem um efeito duplamente nefasto: quanto mais programas são pirateados, menores são as vendas da *Microsoft*, o que naturalmente força uma subida nos preços de seus produtos. Afinal a empresa tem que pagar todos os custos de desenvolvimento. Mas aumentar os preços faz com que os piratas atuem ainda mais, o que torna a situação ainda pior.

Exercício: Identifique o(s) ciclo(s) positivos que levaram a um aumento das vendas dos produtos da *Microsoft*. Crie diagramas causais, descrevendo também as dinâmicas que contribuíram para a desaceleração desse crescimento.

Estudo de caso 8– Competição empresarial (Ref. Documentário “A guerra dos Navegadores”)

Sinopse

Referência: Documentário “Download- the true story of Internet: A guerra dos Navegadores

Área de conhecimento: Estratégia empresarial, Inteligência de Negócios

Objetivos do estudo de caso:

Analisar dinâmicas de concorrência empresarial, estratégias, ações e suas consequências, benefícios e malefícios.

Estudo de Caso

O lançamento pela Netscape do Navigator pegou a Microsoft de surpresa. A Netscape deu início a um ciclo positivo, que levou a um crescimento exponencial de suas vendas e ao domínio do mercado de navegadores. Quanto maior a parcela **de mercado conquistada pela Netscape**, maiores **as vendas do Navigator** e vice-versa.

A Microsoft então desenvolve o Internet Explorer e começa a competir por uma fatia de mercado com a Netscape. Maior a **parcela de mercado conquistada pela Microsoft**, menor a **parcela de mercado conquistada pela Netscape** e vice-versa.

A Netscape ridicularizou os produtos da Microsoft (em especial o Windows), o que fez com que aumentasse o **desejo da Microsoft em dominar o mercado de software para a Internet**. Maior desejo, mais **ações da Microsoft para destruir a Netscape**.

Segundo o documentário, foram três as ações tomadas:

1. **Aprimoramento do Internet Explorer**
2. **Distribuição gratuita do Internet Explorer** junto com o Sistema operacional Windows
3. **Imposição do produto (Internet Explorer) aos clientes da Microsoft**

A primeira ação levou ao aumento da **necessidade de aprimoramento do Netscape Navigator**, o que levou a um aumento nas **despesas da Netscape**, conseqüentemente a uma redução do **lucro da Netscape**. Cumpre lembrar aqui que a Netscape só tinha um produto, não podia, portanto, oferecê-lo gratuitamente como a Microsoft fazia.

O aumento da **distribuição gratuita do Internet Explorer** fez com que as **vendas do Navigator** caíssem, o que fez com que as **receitas da Netscape** caíssem, o que fez com que o **lucro da Netscape** caísse ainda mais. Caindo o lucro caía a **possibilidade de crescimento da Netscape** o que reduziria a **parcela de mercado conquistado pela Netscape**.

O laço em torno do pescoço da Netscape começava a apertar. Por um lado, o investimento em constante aprimoramento do produto aumentava suas despesas. Por outro lado a queda das vendas reduzia suas receitas.

A terceira ação da Microsoft (**imposição do produto aos clientes da Microsoft**) agravou ainda mais a situação, uma vez que fez com que as **vendas do Navigator** caíssem ainda mais, vindo a causar a falência da empresa.

Porém a Microsoft não escapou ilesa de suas ações. **O aumento das ações da Microsoft** para destruir a Netscape levou a um aumento das **ações do governo americano contra a Microsoft**, o que levou a uma redução dos **lucro da Microsoft**.

A ação levou a um sentença judicial que obrigava a divisão da Microsoft em duas empresas. Foi um baque terrível para Bill Gates, pois isso poderia levar a uma grande queda nos **lucros da Microsoft**, o que poderia vir a impactar na **possibilidade de crescimento da Microsoft**, o que poderia vir a reduzir a **parcela de mercado conquistado pela Microsoft**.

Felizmente para a Microsoft a sentença acabou sendo anulada, ou seja, a Microsoft sobreviveu a esse embate, mas sofreu sérios arranhões em seu prestígio.

Exercício:

Crie um mapa sistêmico do estudo de caso em questão e responda as seguintes questões:

- 1) Quais as oportunidades e ameaças que o confronto com a Microsoft traria para a Netscape?
- 2) Quais os pontos fortes e fracos de ambas as empresas?
- 3) Qual foi a estratégia adotada pela Microsoft?
- 4) Como a Microsoft implementou esta estratégia?
- 5) Qual foi a estratégia adotada pela Netscape?
- 6) Quais os riscos que a Microsoft correu ao implementar essa estratégia?

Estudo de Caso 9– As dinâmicas do ciclos de extração, produção, consumo e descarte (Ref. Documentário “A história das coisas”)

Sinopse

Referência: Documentário “A história das coisas”

Área de conhecimento: Sustentabilidade, Modelos mentais, Engenharia de Produção

Objetivos do estudo de caso:

Analisar dinâmicas globais consequentes do modelo capitalista.

Os ciclos da extração e produção

Com o advento da revolução industrial, surge a produção em massa. Aumenta-se então a **atividade extrativista**. Como sabemos, o **aumento da atividade extrativista** leva a um aumento no **extrativismo animal**, no **extrativismo mineral** e no **extrativismo vegetal**, o que leva a um aumento na quantidade de **matéria-prima para a produção**. Quanto mais **matéria-prima para produção** tivermos, quanto mais **mão-de-obra disponível para produção** e quanto mais **energia disponível para produção**, maior a **produção**. Porém quanto mais produzimos, maior a **necessidade de matérias primas**, o que leva a um aumento da **atividade extrativista**. É um ciclo claramente positivo, que leva a busca contínua por matérias-primas.

Efeitos colaterais dos ciclos da extração e produção

Maior o **extrativismo animal**, maior o **número de espécies extintas**. Quer um exemplo? Basta analisar as consequências da atividade pesqueira. Ou as do comércio de animais silvestres. Maior o **extrativismo mineral**, maior o **número de jazidas de minérios esgotadas**. Maior o **extrativismo vegetal**, maior o **número de florestas derrubadas**. A soma dos três efeitos leva a um aumento da **degradação ambiental do planeta**. Com o aumento da degradação ambiental aumenta a **necessidade de se extrair em novos locais**. E com isso aumentamos ainda mais a **atividade extrativista**.

Um efeito do aumento da produção é o aumento na quantidade de **lixo industrial gerado**. O lixo industrial, somado ao **lixo doméstico**, levam a um aumento na **quantidade total de lixo** que leva a um aumento na **poluição**, que leva a um aumento na **degradação do planeta**. Ia me esquecendo... maior poluição leva a mais **problemas de saúde e mortes**, o que reduz a **mão de obra disponível para produção**. Mas não se preocupe com isso, a taxa de crescimento populacional da Terra é de 2% ao ano, os recursos perdidos poderão ser facilmente substituídos!

O ciclo obsolescência programada

Para que esse modelo funcione adequadamente é necessário que os produtos sejam criados com o propósito de serem substituídos. Faz sentido, afinal as fábricas não podem parar de produzir! Portanto quanto maior a **compra de bens**, maior a **utilização do bem**, maior o **desgaste do bem**, o que leva a um aumento na **necessidade de substituição**, o que leva a um aumento no **desejo de consumir**. Ah, sim, maior desgaste, maior a **quantidade de lixo doméstico gerado**, mas isso é um detalhe irrelevante... Você é obrigado a consumir para repor o bem que quebrou. O custo para consertar é propositalmente alto, muitas vezes vale mais a pena comprar um produto novo do que consertar o antigo... Maior desejo, maior **compra de bens**. Ou seja, cada vez compramos cada vez mais bens de pouca durabilidade. E quanto maior a **compra de bens**, maior a **necessidade de fabricar novos bens**, o que faz com que a **produção** aumente. Ou seja, o ciclo do consumo impulsiona o ciclo da produção. Quanto maior a produção, maior a **quantidade de bens de consumo de pouca durabilidade**, conseqüentemente menor o **preço dos bens de consumo**. Menor preço, maior **compra de bens**, essa é a razão para a produção em massa!

O ciclo de obsolescência percebida

Quanto maior a **compra de bens**, maior o **lucro das empresas**, portanto maior o **investimento em propaganda**. A propaganda visa aumentar o nosso **sentimento de infelicidade com o bem atual**. E quanto mais infelizes ficamos, maior o **desejo de consumir**, maiores as **compras de bens**. Comprar reduz um pouco o **sentimento de infelicidade com o bem atual**. É a famosa “terapia das compras”.

Lobby e incentivos governamentais

Quanto maiores os **lucros das empresas**, mais fortes e poderosas elas ficam, maior o seu **poder de influência**. As empresas “convencem” então os governos a incentivar a produção. Afinal elas geram empregos, geram impostos. Por que não fazer com que o governo dê uma mãozinha nos negócios? Maiores os **incentivos governamentais** mais **vantagens fiscais para empresas**, conseqüentemente maior **produção**. Os incentivos podem se dar na forma de mais **energia disponível para a produção**, o que aumenta ainda mais a **produção**.

Exercício

- 1) Crie um modelo dinâmico para o texto anterior. O que podemos então concluir do estudo de caso em questão?
- 2) Como as soluções propostas “química verde”, “lixo zero”, “produção em circuito fechado”, “energia limpa”, “reciclagem” e “economias locais vivas” podem influenciar nessa dinâmica?
- 3) Como a educação pode auxiliar a resolver esse problema?

Estudo de Caso 10– Estratégias para venda de produtos/serviços (Ref. Consultoria em Clínica)

Sinopse

Referência: Consultoria prestada a uma clínica de atendimento psicológico

Área de conhecimento: Estratégias de vendas de produtos e serviços

Objetivos do estudo de caso:

Analisar a dinâmica de um conjunto de ações de modo a impulsionar vendas.

Estudo de Caso

Ludmila trabalha em uma clínica de atendimento psicológico em conjunto com outras três psicólogas e um médico psiquiatra. A clínica se chama “Cuca Legal” e está situada na Vila Indiana. Infelizmente, o número de clientes é baixo, por isso ela gostaria de tomar algumas ações para tornar a clínica mais conhecida, aumentando o número de clientes. O texto a seguir é um resumo da conversa que ela teve com o consultor de empresas Dr. Bob François Pierre de Galileu.

– Bob, como posso atrair mais clientes para a minha clínica?

– Olha Ludmila, talvez seja interessante tomar uma série de ações integradas que permitam uma maior exposição da marca. O que você vem fazendo para divulgar a sua clínica?

– Bem, nós não investimos quase nada em divulgação. Até temos um website, que infelizmente não é muito visitado. Participamos também de algumas atividades comunitárias, basicamente feiras e eventos, mas, francamente, o retorno é muito baixo.

– Ok, vamos pensar sistemicamente. Acho que você precisa aumentar os seus investimentos em divulgação. Olha, que tal divulgar a clínica nas rádios, jornais e TVs? Maior o **investimento em divulgação**, maior a **divulgação nas rádios, jornais e TVs** o que levaria a uma maior **exposição da marca**...

– Bob, eu não sei se isso é possível. Se fosse uma loja tudo bem, mas anunciar uma clínica psicológica... acho que tem alguma regulamentação que proíbe isso. E eu também não tenho grana para investir nesses meios, é muito caro...

– Que tal, então, pensarmos em marketing viral? Quanto maior o **investimento em divulgação** maiores as **ações de marketing viral**, que levarão a uma maior **exposição da marca**, o que levará...

– Bob, o que você chama de marketing viral?

– Propaganda voltada para “infectar” redes sociais. Crie um vídeo muito divertido e interessante e passe aos seus amigos. Se o vídeo for legal, eles vão passar aos amigos deles. Coloque sutilmente alguma informação sobre a clínica no vídeo e “infecte” o número maior possível de pessoas. Lembra do vídeo que te mostrei, chamado “Massagista de Modelos”? No vídeo aparece um massagista reclamando da árdua tarefa de fazer massagens em lindas modelo todo dia. No final do vídeo, uma curta propaganda da empresa que o criou. O vídeo fez o maior sucesso no Youtube, todo mundo comentou. É essa a ideia...

- Entendi. O que mais você acha que eu deveria fazer?
- Que tal então publicar artigos em revistas? A maior **publicação de artigos** aumenta a **exposição da marca**. O mesmo se pode dizer quanto a **participação em ações comunitárias, em congressos e em eventos locais**.
- Bob, entendi como o ciclo se fecha! Essas ações levam a maior **exposição da marca** o que leva a uma maior **atratividade do produto**, conseqüentemente maior **número de clientes!** E quanto mais clientes, maiores serão as nossas **receitas**, o que fará com que o **lucro** aumente. Maiores lucros, mais **investimentos em divulgação!** Puxa, que legal!!! E tem um outro aspecto: quanto maior o número de clientes, maior a **propaganda gratuita** (a tal de propaganda de boca) o que pode trazer mais clientes!
- Ludmila, lembre-se que nem tudo é perfeito. Quanto maiores os seus **investimentos em propaganda**, maiores as suas **despesas**, conseqüentemente menor o seu **lucro...**
- É, Bob, e tem um outro lado que eu não havia pensando; quanto maior a minha **participação em ações comunitárias, em congressos e em eventos locais** e quanto mais **artigos** eu publicar, menor o **tempo disponível para atender os clientes**. Se eu dedicar menos tempo a cada cliente, a **qualidade do serviço prestado** pode cair. E se cair a qualidade do serviço a **propaganda gratuita** pode cair também, o que pode levar a queda de **clientes...** oh, meu Deus!
- É minha cara, todo ciclo positivo traz dinâmicas negativas que naturalmente tendem a barrar o crescimento... mas podemos pensar também na **criação de factóides** que podem levar a...
- “Factóides”?
- Sim, coisas curiosas que a mídia adora. Imagine uma ação curiosa, criada propositalmente para chamar a atenção da mídia. Um cachorro morder uma pessoa é um fato. Uma pessoa morder um cachorro é um factóide! Não quero dizer que você deva sair mordendo cachorros por aí, o que eu quero dizer é que você pode criar factóides interessantes relacionados a atendimentos psicológicos. Tem uma faculdade em São Paulo que se especializou em criar factóides que atraem a atenção da mídia. Cada factóide gerado faz com que o nome da faculdade apareça em todo lugar...
- A-Ah! Eu acho que sei qual é a faculdade a qual você se refere! Legal, vou pensar nessa história com carinho... mas que benefícios a criação de factóides pode me trazer?
- Olha Ludmila, quanto maior o número de **factóides**, maior a **atenção da mídia** conseqüentemente maior a **divulgação em jornais, rádios e TVs...** Propaganda gratuita, isso não é ótimo?
- Sem dúvida Bob Galileu!
- Bob e Ludmila partem felizes para pensar em como criar projetos para implementar as ideias discutidas e deixam para você o exercício a seguir.

Exercício:

- 1) Crie um mapa sistêmico que represente as ações discutidas para atrair um número maior de clientes para a Clínica Cuca Legal. Discuta em grupo como usar as estratégias discutidas para alavancar a venda de produtos/serviços de seu interesse.

Estudo de Caso 11– Análise de decisões gerenciais (Ref. Arquétipo “Consertos que estragam”)

Sinopse

Referência: Arquétipo Consertos que Estragam

Área de conhecimento: Decisões de negócios, Estruturação organizacional

Objetivos do estudo de caso:

Analisar as conseqüências de decisões gerenciais

Estudo de Caso

Em 1995, Charles Lágrimas assume a presidência da empresa **High Tech Widgets** do Brasil (**HTW Brasil**), filial da **HTW International**, uma multinacional presente em 60 países. A **HTW Brasil** desenvolve equipamentos eletrônicos. É uma empresa ágil e versátil que sempre lança novos produtos para se manter competitiva. Charles quer que a empresa se torne mais lucrativa e que suas ações tenham um valor mais elevado no mercado. Como conseguir isso? Melhorando os seus indicadores financeiros, em português claro, aumentando a sua lucratividade. Reuniu-se com os diretores financeiros e administrativos, os senhores Lip e Alex Brachulleta.

-“Lip, precisamos reduzir custos! Você precisa tomar as ações necessárias para reduzir estoques e reduzir gastos. Lembre-se das palavras chaves: Just-in-time, Reengenharia. O que você sugere?” Lip coça a cabeça e dispara:

-“Sim, sr. Presidente, acredito que devemos reduzir a folha de pagamentos. Que tal criarmos um programa de demissão voluntária?” Charles concorda:

-“Isso mesmo. Brachulleta, que tal identificar quais departamentos apresentam maior “gordura” e começar por lá?” Brachulleta complementa:

-“Dois departamentos, no meu entender, são problemáticos; o de Engenharia e o de Vendas. O Departamento de Engenharia possui muitos engenheiros seniores, cujos salários são altos. Para você ter uma ideia, se eu demitisse um engenheiro sênior, poderia pagar o salário de três engenheiros juniores. E você sabe, os engenheiros mais jovens têm mais disposição e acabaram de sair da universidade, portanto estão mais familiarizados com as tecnologias modernas. Acho que os engenheiros mais velhos acabam ficando um tanto ultrapassados... O outro departamento problemático é o de Vendas. Há muitos vendedores! Precisamos mesmo de tanta gente? Que tal demitir os menos produtivos e investir na qualificação dos que ficarem? Podemos qualificá-los para que trabalhem também no Serviço de Atendimento ao Cliente. Assim, matamos dois coelhos com uma cajadada, reduzimos custos e ganhamos em produtividade!”

-“Muito bem, senhores, mãos à obra!” Charles encerra a reunião.

Brachulleta e Lip têm trabalho árduo pela frente: identificam as gorduras, promovem demissões. As ações são bem-sucedidas. Ano após ano as despesas caem e a lucratividade aumenta (Figura 1). Os indicadores financeiros melhoram, as ações são valorizadas. A **HTW Brasil** é a filial mais lucrativa da **HTW International**. Em

reconhecimento pelo seu trabalho, Charles é alçado ao cargo de Superintendente da **HTW-South America**, com sede em Miami. Ele comandará as 20 filiais da América Latina. Lip é promovido a presidente da **HTW Brasil** e Brachulleta se torna seu vice-presidente.

Ano	Receitas	Despesas	Lucro
1990	30	20	10
1991	30	20	10
1992	30	20	10
1993	30	20	10
1994	30	20	10
1995	30	20	10
1996	30	19	11
1997	30	18	12
1998	29	17	12
1999	29	16	13
2000	28	15	13

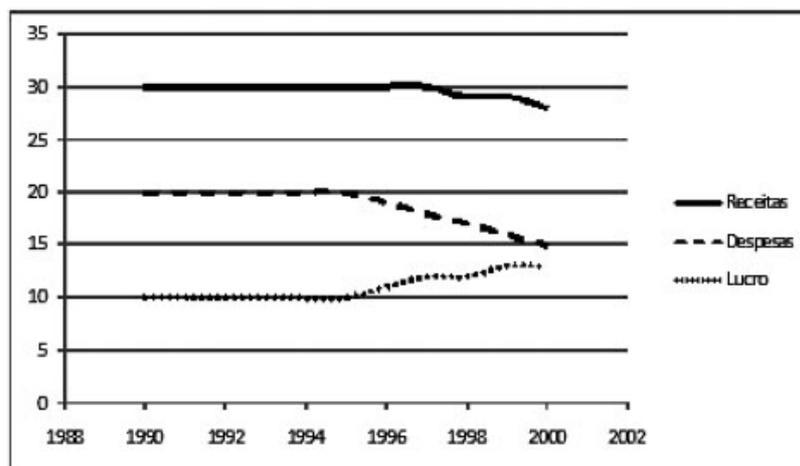


Figura 1- A ações surtem efeito desejado

Mas nem tudo são flores para a **HTW Brasil**. Após a saída de Charles, a empresa começa a enfrentar dificuldades para lançar produtos inovadores. Lip reúne seus diretores e procura entender o motivo. A resposta é surpreendente: alguns dos melhores engenheiros seniores aproveitaram o programa de demissão voluntária, receberam seus direitos e abriram seus próprios negócios. Os novos engenheiros, apesar de motivados e inteligentes, eram inexperientes, sendo incapazes de lançar produtos inovadores. Com isso, a habilidade de crescimento da empresa ficava seriamente ameaçada. Lip, então, propõe aos seus diretores:

-“Vamos ligar para os nossos ex-funcionários e contratá-los como consultores! Tudo bem, vai sair um pouco mais caro, mas compensará!” As despesas começam a aumentar e, curiosamente, as vendas começam a cair.

Os vendedores, apesar de se desdobrarem, não conseguem dar conta de suas funções. A lucratividade da empresa despenca pela primeira vez em vários anos (Figura 2) a HTW Brasil se torna deficitária. Lip e Brachulleta são demitidos.

Ano	Receitas	Despesas	Lucro
1990	30	20	10
1991	30	20	10
1992	30	20	10
1993	30	20	10
1994	30	20	10
1995	30	20	10
1996	30	19	11
1997	30	18	12
1998	29	17	12
1999	29	16	13
2000	28	15	13
2001	27	15	12
2002	25	16	9
2003	25	16	9
2004	24	18	6
2005	20	20	0
2006	19	22	-3
2007	20	23	-3

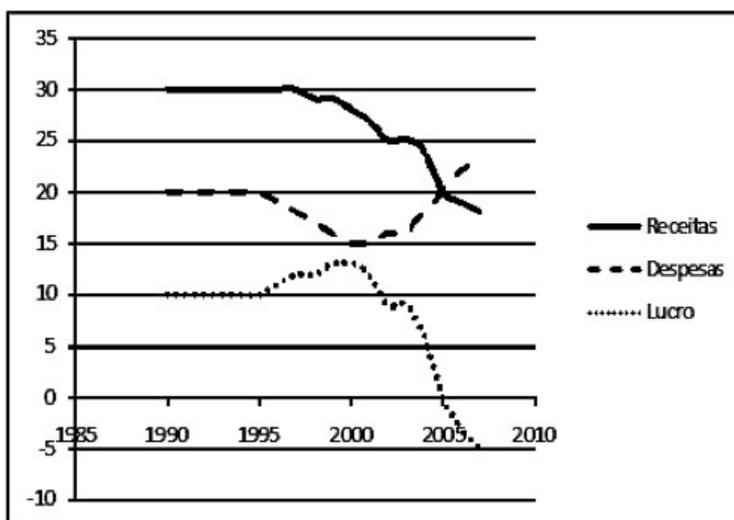


Figura 2- Os problemas estruturais aparecem

Exercício:

1) Identifique quais são as estruturas causadoras dos padrões de comportamento descritos. Crie diagramas causais que expliquem a dinâmica. Você já presenciou comportamento semelhante em empresas onde trabalha ou trabalhou?

Estudo de Caso 12 – A dinâmica da produção de alimentos – 1ª parte (Ref. Documentário “Food Inc.”)

Sinopse

Referência: Documentário “Food Inc.”

Área de conhecimento: Dinâmicas presentes na produção de alimentos

Objetivos do estudo de caso:

Analisar os efeitos colaterais da produção de alimentos em escala industrial.

Estudo de Caso

O contínuo aumento da **população** do País das Maravilhas fez com que a **necessidade de alimentos** aumentasse. A solução encontrada para suprir essa demanda foi aumentar a produtividade do campo, desenvolvendo a produção agrícola e a pecuária em escala industrial. Buscava-se a produção em massa e a padronização dos alimentos: carne, milho, refrigerante, batata e maçã para todos. A carne produzida no País das Maravilhas tinha que ter a mesma consistência, o mesmo sabor. O mesmo vale para a batata frita e as maçãs. Alimentos padronizados e baratinhos!

Ou seja, maior **necessidade de alimentos**, maior a **necessidade de alimentos padronizados**, o que levou a uma maior **produção agrícola em larga escala** e uma maior **produção de animais em escala industrial**. Isso foi conseguido por meio de dois milagres: o milagre da Engenharia de Alimentos e a Produção Científica de Carne.

O milagre da Engenharia de alimentos: milho como componente de todos os alimentos!

A engenharia de alimentos soube fazer um bom uso do milho. Estima-se que hoje em dia 90% dos gêneros alimentícios do País das Maravilhas tenham como componente o milho ou a soja. Do milho extrai-se o xarope de milho rico em frutose, que é matéria-prima para refrigerantes, queijos, bolachas, ketchup, molho de salada, manteiga de amendoim, geléia etc. Vamos denominar esses alimentos de “milho derivados”. O aumento da **produção agrícola em larga escala** fez com que a **produção de milho** aumentasse. Portanto, quanto maior a **produção de milho**, menor o **preço do milho** o que levou a um menor **preço dos produtos “milho derivados”**. Quanto menor o preço, maior a **venda de produtos milho derivados**, portanto maior o **consumo dos produtos milho derivados**. Maior consumo, menor **necessidade de alimentos padronizados**. Que bom, é um ciclo negativo que enche a barriga da população daquele país. E por que não usar o milho para encher a barriga do gado, das aves e dos peixes?

Produção Científica de carne: transformando herbívoros, aves e peixes em milhívoros

O menor **preço do milho** levou a uma maior **utilização do milho como alimento para animais**, o que, aliado a maiores investimentos em “**fábricas de animais**” (variável exógena), fez com que a **produção de animais em escala industrial** aumentasse cada vez mais. Essa maior produção fez com que o **preço da “carne padronizada”** caísse, o que fez com que aumentasse a **venda da carne padronizada**, o que levou a um aumento no **consumo de carne padronizada**. Maior consumo, menor **necessidade de alimentos padronizados**. Que bom, mais um ciclo negativo que só faz encher a barriga da população daquele país!

Lucro, lucro e lucro!

O aumento nas **vendas de milho – derivados** aliado a um aumento nas **vendas de carne padronizada** fez com que os lucros das grandes corporações aumentasse. Maior o **lucro das grandes indústrias alimentícias**, maior o **desejo de expandir** os negócios. Com isso aumentou-se o número de **cadeias de supermercados** e de **cadeias de restaurantes fast-food**. Aumentou-se também o **investimento em fábricas de animais** (ôba, esta variável não é mais exógena!).

O **desejo de expandir** levou também a uma maior **aquisição de pequenas propriedades**, e também a um maior **desmatamento**, o que levou a um aumento na quantidade de **terra utilizada pelas indústrias alimentícias**, o que em última instância levou a um aumento da **produção agrícola em larga escala**. É claro que só ter terra não basta para aumentar a produção: foi necessário também que se elevasse o consumo de **água para irrigação, pesticidas e fertilizantes**, que são **derivados do petróleo**. Ou seja, o petróleo impulsiona a agricultura, que por sua vez impulsiona a pecuária. Em outras palavras, o petróleo é transformado em milho, que é transformado em porco, em boi e peixe e coca-cola! E só dá lucro!

Parte do **lucro** obtido pelas indústrias alimentícias foi usado para fazer lobby para que leis que favorecessem as grandes corporações responsáveis pelo milagre fossem aprovadas. Nada mais justo. Portanto, quanto mais eficientes as **ações dos lobistas**, maiores o **subsídios do governo** para a produção agropecuária industrial e menor o **poder das agências reguladoras da qualidade dos alimentos**. Com isso consegue-se aumentar cada vez mais a **produção em agrícola em larga escala e a produção de animais em escala industrial**.

Mas nem tudo é perfeito no País das Maravilhas

Transformar herbívoros e milhívoros não deu muito certo. No estômago do gado evoluiu uma bacteriazinha chamada E. Coli 157, que acabou parando nos hambúrguers e acabou matando muitas pessoas. Ou seja, o **aumento no consumo de carne padronizada** levou ao aumento do **número de doenças e mortes** decorrentes da ingestão desses alimentos, causando um aumento do **medo da população em**

consumir produtos pouco saudáveis. A parcela mais esclarecida da população começou a buscar por alimentos orgânicos. O aumento da **necessidade de alimentos orgânicos** fez com que aumentassem a **produção** e as **vendas de produtos orgânicos**. De olho nesse novo mercado, as grandes indústrias alimentícias aumentaram a cada ano as **aquisições de “fazendas orgânicas”**. Ou seja, elas acendem uma vela a Deus e outra ao Diabo. Se o movimento por uma alimentação mais saudável prosperar, mais elas lucram. Se não prosperar, elas vão lucrar do mesmo jeito!

Exercício:

- 1) Crie um mapa sistêmico que represente as dinâmicas descritas.
- 2) Discuta qual o futuro do País das Maravilhas se nada for feito
- 3) Defina quais as principais ações a tomar para resolver os problemas descritos.

Estudo de Caso 13– A dinâmica da produção de alimentos–2ª parte (Ref. Documentário “Food Inc.”)

Sinopse

Referência: Documentário “Food Inc.”

Área de conhecimento: Dinâmicas presentes na produção de alimentos

Objetivos do estudo de caso:

Analisar sete dinâmicas apresentadas no documentário.

Estudo de Caso

1ª Dinâmica – Ciclo de escravidão dos criadores de aves

Logo no começo do filme, uma senhora, criadora de aves, descreve como as grandes empresas processadoras de carne de aves conseguem submeter os criadores a um processo de escravidão. Podemos entender da seguinte forma: maiores os **investimentos dos criadores de aves nos galpões** (eles se endividam para adequar seus galpões as exigências das processadoras), maiores as **dívidas bancárias dos criadores de aves**, o que leva a uma maior **dependência de encomenda das processadoras de aves**. Mas os processadores querem manter os criadores sob seu jugo, portanto quanto maior a dependência, maiores as **demandas dos processadores de carne por melhorias nos galpões de confinamento**, o que leva a uma necessidade de maiores **investimentos dos criadores de aves nos galpões!**

2ª Dinâmica – “O casamento entre ciência e tecnologia”

Um pouco mais adiante, o filme conta um problema que surgiu devido ao confinamento do gado e alimentação à base de milho, o surgimento da Bactéria E.Coli 157. Como as corporações resolvem o problema? Criando equipamentos monstruosos que dão banhos de amônia na carne! Ou seja, maior **produção em massa de alimentos**, mais **problemas criados pela produção em massa**, mais **soluções high-tech para consertar o problema da produção** o que leva a mais produção. Porém é de se esperar que novos problemas surjam, uma vez que ninguém mudou a estrutura que causa o problema. Ou seja, aumentam ainda mais os **problemas criados pela produção em massa de alimentos**

– *“Devemos mesmo alimentar gado com milho? Viramos uma nação de técnicos que se preocupam demais com “como” ao invés de se preocupar com “por que?”*” – é a observação que faz um pequeno fazendeiro, chocado com o absurdo da solução.

3ª Dinâmica – “Não alimentamos gado com galinhas mortas!”

Esse mesmo fazendeiro explica como o gado é criado em sua fazenda: “Não alimentamos o gado com milho ou com galinhas mortas. Se alimentássemos com milho, precisaríamos transportar milho e remover os excrementos para algum lugar. Aqui temos o ciclo completo...”

O que significa ter o ciclo completo lá?

Significa que maior **quantidade de pastagem**, maior o **rebanho**, que por sua vez reduz a **quantidade de pastagem**. Porém a pastagem não é aniquilada pois quanto maior o rebanho, maior o **abate para venda de carne**, o que reduz o **rebanho**. Note também que quanto maior o **rebanho**, maior a **quantidade de adubo** (excrementos), o que aumenta a **quantidade de pastagem**.

4ª Dinâmica – A difícil escolha entre comer alimentos saudáveis ou comprar remédios

Uma dinâmica muito interessante que é mostrada no filme tem a ver com as consequências do barateamento de alimentos ricos em açúcares e gorduras. A dinâmica da produção industrial faz com que seja mais barato comer em *fast-foods* do que comer uma alimentação saudável. É apresentado o caso de um motorista de táxi que sofre de diabetes, devido aos seus hábitos alimentares. Poderíamos entender essa dinâmica da seguinte forma: Maior **consumo de comida barata** (*fast-food*), maior **ingestão de gorduras e açúcares**, maior o **desenvolvimento de doenças** o que leva a um maior **gasto com remédios**. Porém esses gastos levam a uma redução nos **recursos necessários para se comprar alimentos saudáveis**, o que incentiva o consumo de *fast-food*!

5ª Dinâmica- Uma vela pra Deus, outra pro Diabo

Outra dinâmica retratada no filme é a do crescimento nas vendas de alimentos orgânicos. Mas como isso acontece? A dinâmica é bem curiosa: quanto maior a **venda de alimentos em escala industrial**, menor a **venda de alimentos orgânicos** (e vice-versa). Porém quanto maior a **venda de alimentos orgânicos**, maior o **interesse das grandes redes varejistas por produtos orgânicos**, o que leva a uma maior **aquisição de produtos orgânicos** que alavancará a **venda de produtos orgânicos**. Ou seja, as grandes redes varejistas acendem aqui uma vela a Deus. Por outro lado, quanto maior a **venda de alimentos criados em escala industrial**, maior o **interesse das grandes redes varejistas por produtos criados em escala industrial**, o que leva a uma maior **aquisição de produtos criados em escala industrial** que alavancará a **venda de produtos criados em escala industrial**. Ou seja, as grandes redes varejistas acendem aqui uma vela ao Diabo. Para o grande varejista pouco importa o que é vendido: a única regra é vender o que o consumidor quer comprar. Um ponto interessante é que quanto maior o **número de doenças e mortes decorrentes da ingestão de alimentos contaminados** (subproduto da produção de alimentos em escala industrial), maior a

desconfiança do consumidor, que passará a procurar por alimentos orgânicos, alimentando a **venda de alimentos orgânicos**.

6ª Dinâmica: “O mundo segundo a Monsanto”

O documentário termina contando um caso curioso, o das sementes transgênicas comercializadas pela Monsanto. Poderíamos entender essa dinâmica da seguinte forma: maior a **utilização de sementes transgênicas**, maior a **necessidade de compra de novas sementes**, maior a **compra de sementes do fornecedor** (no caso, a Monsanto) o que leva a uma maior **utilização de sementes transgênicas**. Porém, quanto maior o seu uso, maior a **contaminação de fazendas de fazendeiros contrários ao uso de transgênicos**, o que leva a uma maior **pressão do fornecedor de sementes transgênicas para a adoção de suas sementes** (essa pressão se dá na forma de processos judiciais!), o que leva a uma maior **utilização de sementes transgênicas**.

Exercício:

Represente as seis dinâmicas, usando mapas sistêmicos.

Estudo de Caso 14–A dinâmica da gestão da qualidade (Ref. Artigo “Getting Quality the Old-Fashioned Way”)

Sinopse

Referência: “Getting Quality the Old-Fashioned Way: self-confirming attributions in the dynamics of process improvement, de Nelson Reppening e John Sterman”

Área de conhecimento: Dinâmicas da gestão da qualidade do processo e produto

Objetivos do estudo de caso:

Discutir como a dinâmica da qualidade do processo influencia a qualidade do produto.

Estudo de caso

Doctor Evil, diretor da empresa “Evil Enterprises”, estava enfrentando um sério problema no projeto de desenvolvimento de uma super-armagem de destruição em massa. Para conseguir terminá-la até o Natal, era preciso que conseguisse manter uma taxa de produção de 500 evil-devices/mês. A arma precisava de pelo menos 10.000 evil-devices para funcionar corretamente, porém, pelo andar da carruagem, ela não ficaria pronta a tempo, pois, de cada 500 evil-devices/mês, pelo menos 100 apresentavam defeitos. Inconformado, ele marcou uma reunião com Eloisa, a sua gerente de qualidade.

–“Senhorita Eloisa, faça alguma coisa! Precisamos reduzir o número de defeitos, urgentemente!”

Eloisa resolveu agir. Ela procurou lembrar tudo o que aprendeu ao longo do curso de pós-graduação em Gestão de Projetos, de modo a treinar melhor os evil-colaboradores em qualidade. Todos teriam que dedicar uma parte de seu tempo de trabalho a ações que levassem a melhoria dos processos. Ela estipulou que pelo menos duas horas por dia deveriam ser dedicadas ao estudo dos processos e a ações de melhoria. Os funcionários ponderaram que, com isso, teriam menos tempo para se dedicar à correção dos defeitos presentes nos evil-devices. Eloisa os acalmou dizendo que a melhoria dos processos levaria a uma redução gradual do número de novos defeitos. Ela passou a liderar as atividades dos times de qualidade. Um mês se passou e Doctor Evil realizou uma inspeção surpresa nas linhas de produção que criavam evil-devices para o projeto. Ficou irritadíssimo com o acúmulo de produtos defeituosos pelos corredores e vociferou:

–“Eloisa, assim, não dá pé! O número de evil-devices com defeito está cada vez maior! Faça qualquer coisa, mas semana que vem eu não quero ver nenhum evil-device aguardando retrabalho! Bota esse povo pra trabalhar! Você não está controlando adequadamente os seus trabalhadores! Ai de ti se eu pegar alguém fazendo corpo mole!”

Desesperada, ela toma duas ações:

- 1) Aloca recursos para o retrabalho dos evil-devices;
- 2) Segue à risca as ordens de Doctor Evil e aumenta a pressão sobre os funcionários, passando a controlar as atividades diárias, as horas-extras e tudo mais.

As ações de Eloisa surtem efeito rapidamente. O número de defeitos é reduzido naquela semana. Porém as ações de melhoria dos processos são abandonadas. No mês seguinte, o número de evil-devices defeituosos salta de 100 para 200, apesar de todo controle e da ação dos 10 novos evil-colaboradores na redução dos defeitos!

Desafio:

- 1) Represente as dinâmicas presentes por meio de estoques e fluxos.
- 2) Explique por que as ações não estão surtindo o efeito desejado.
- 3) Apresente duas sugestões para resolver de vez o problema do projeto.

Estudo de Caso 15 – Pensamento sistêmico & Gestão de Projetos

Sinopse

Referência: Entrevista feita por Miriam Leitão aos professores André Uranis e Fleury.

Área de conhecimento: Governança, Gestão de Projetos.

Objetivos do estudo de caso:

Discutir metodologia de resolução de um problema sistêmico passo a passo

O **crescimento populacional** da cidade do Rio de Janeiro e a **migração** de pessoas de cidades do interior são dois fatores que causam o aumento da **necessidade de moradia**. Mas o Rio de Janeiro é uma cidade espremida entre as montanhas e a praia, não tem muito local para onde se expandir. E todo mundo quer morar próximo à praia evidentemente.

Maior necessidade de moradia, maior a **ocupação irregular de terrenos** nas encostas dos morros. Tal ocupação também causa o aumento na quantidade de **lixo** gerado, o que irá contribuir para a **obstrução das vias de escoamento** da cidade. Árvores são derrubadas e moradias são construídas, amontoadas uma sobre as outras.

Maior ocupação irregular leva, portanto, a uma maior **erosão** do solo. O aumento das **chuvas** também contribui para um aumento da erosão. E quanto maior a erosão, maior a **probabilidade de ocorrerem desabamentos**. E, é claro que quanto maior a probabilidade de ocorrer, maior o **número de desabamentos**, o que infelizmente traz mais **mortes**. Mas a erosão também faz com que aumentem os **dejetos**. Conseqüentemente aumenta a **obstrução das vias de escoamento**, o que leva a um aumento nos **alagamentos**.

O aumento nos alagamentos leva a um aumento nos **congestionamentos**, nas **mortes** e na **paralisação dos serviços**. E quando essas coisas horríveis começam a ocorrer aumenta a **pressão da sociedade** (em especial pela pressão de jornais e coberturas jornalísticas) para a que a prefeitura tome alguma medida. Pressionada, a prefeitura aumenta a **remoção de famílias** das áreas de risco.

Quanto mais famílias são removidas, menor a ocupação irregular dos terrenos nas encostas. Ufa, a Prefeitura solucionou problema! Será que solucionou mesmo?

Na verdade, não. Na maior parte das vezes as famílias são removidas “temporariamente” para equipamentos da prefeitura (escolas, clubes, etc..) enquanto “aguardam uma solução definitiva”. O problema é que essa solução definitiva nunca chega. Inúmeros problemas são criados por essa remoção (conflitos, atritos, utilização inadequada de equipamentos da prefeitura etc.)

Portanto, maior remoção de famílias, maiores **os problemas gerados pela remoção não planejada**, o que leva a um aumento da **busca por novas moradias**. Você sabe onde esse pessoal vai parar? Isso mesmo, volta a ocupar irregularmente terrenos nas encostas...

Exercício

- 1) Crie um mapa sistêmico que representa o problema descrito.
- 2) Pense quais são as causas dos problemas descritos. Acrescente ao modelo algumas variáveis que representem ações a serem tomadas para resolver o problema.
- 3) Nomeie programas (conjuntos de projetos) que permitam uma ação sistêmica para a solução do problema estudado.

Estudo de Caso 16– Lições aprendidas das dinâmicas presentes em um projeto: O projeto da Estrada de Ferro Transiberiana (Ref. Documentário–History Channel)

Sinopse

Referência: Documentário “A Estrada de Ferro Transiberiana”-History Channel.

Área de conhecimento: Análise post-mortem de um projeto.

Objetivos do estudo de caso:

Discutir decisões gerenciais tomadas e seus impactos.

Estudo de Caso (Resumo do Documentário)

No final do século XIX, a Rússia era um país atrasado, dominado por uma aristocracia que lutava para permanecer no poder, controlando as massas. O Czar Alexandre III desejava perpetuar a permanência de sua família na direção do país, mas, para conseguir o seu intento, ele precisava do apoio popular. Neste contexto, era importante que realizasse projetos sociais que trouxessem benefícios à população angariando assim o apoio de que tanto necessitava.

Porém a Rússia tinha inúmeros problemas sérios. Havia constantes revoltas (como, por exemplo, as ações de revolucionários siberianos) e ameaças externas (China e Japão). Além disso, devido ao seu imenso território, a Rússia sofria de um grave problema de comunicação: para que uma mensagem atingisse todo o território, poderiam levar meses ou até mesmo anos.

Nesse contexto, a criação de uma ferrovia que interligasse a Rússia seria uma ótima solução. Essa ferrovia possibilitaria a integração nacional, facilitando o transporte de bens e pessoas e minimizando, assim, o problema de comunicação. Além disso, auxiliaria na defesa do país, por facilitar a movimentação de tropas para o interior e para as regiões cobiçadas pela China e Japão. Poderia também contribuir para a colonização da Sibéria.

Além dessas vantagens, os recursos recebidos pela utilização da ferrovia poderiam ser empregados em novos projetos sociais, fazendo com que o Czar tivesse o apoio popular, de que tanto necessitava. Alexandre III, empolgado com as perspectivas, declarou que *“a ferrovia seria a estrada que levaria a Rússia ao poder, dando início a uma nova era de paz e de prosperidade”*.

Porém criar essa ferrovia implicava superar enormes desafios, dentre eles cruzar os três maiores rios da Rússia, atravessar uma floresta de dimensões gigantescas e contornar o maior lago do mundo. Esses desafios eram agravados pois os operários deveriam enfrentar o clima mais severo do planeta e construir por sobre um terreno congelado. Como se não bastasse, o inclemente inverno russo limitava a construção a apenas 4 meses por ano.

Ciente das dificuldades envolvidas, o Czar Alexandre nomeou um comitê para estudar a viabilidade do projeto. Após um estudo do projeto, o comitê declarou que o projeto era inviável. As razões apontadas eram as seguintes:

- 1) não havia recursos financeiros. Mesmo se fossem utilizados todos os recursos do tesouro russo, só seria possível criar metade da ferrovia;
- 2) não havia siderurgias suficientes para abastecer a ferrovia de todo o aço necessário para a confecção dos trilhos;
- 3) não havia carvão suficiente para operar a ferrovia;
- 4) não havia no país mão de obra com a qualificação necessária; Inconformado com o parecer, o Czar decide destituir o comitê.

Alexandre III não tinha tempo a perder, o projeto deveria começar logo. Assim, ele nomeia Serguei Nagev como Gerente do Projeto e lhe dá o prazo de dez anos para a sua conclusão.

Serguei Nagev tinha um grande problema para solucionar: por um lado não tinha os recursos necessários para realizar o projeto, por outro tinha a limitação de tempo imposta pelo clima severo da Sibéria. Ele precisava desesperadamente cortar custos e otimizar o processo de construção da ferrovia.

Visando a resolução desses problemas, ele decidiu:

- 1) reduzir o escopo do projeto e, com isso, cortar custos de material. Em vez de criar uma ferrovia com linha dupla e trilhos de 45 kg/m, seria construída uma ferrovia de linha simples e trilhos leves de 25 kg/m. Resolveu também reduzir o número de dormentes, em vez de 2.000 dormentes por quilômetro de trilho seriam usados 1.500 dormentes/km;
- 2) reduzir o custo da mão de obra, utilizando presidiários. As condições de trabalho eram desumanas. Os presidiários trabalhavam do nascer ao pôr-do-sol e à noite eram acorrentados à cama para não fugir. A comida também era precária: eles se alimentavam dos animais (mulas/cavalos) que eram abatidos por estarem fracos e adoentados. Em contrapartida, cada dia de trabalho reduziria um dia na pena. Apesar de totalmente abominável, essa prática permitiu reduzir o custo do projeto;
- 3) realizar a maior parte da construção durante os quatro meses de clima ameno, por meio de engenharia concorrente. Seis trechos da ferrovia seriam construídos simultaneamente. Como o inverno limitava a construção a apenas 4 meses por ano, o tempo útil para construção era de 40 meses. Como o tamanho da ferrovia era de 9.600 Km, deveriam ser construídos 240 km/mês para cada trecho. Cada um dos seis trechos da ferrovia seria abastecido por meio de suprimentos que chegariam ao local de destino por meio de uma combinação de transporte marítimo (Mar Ártico) e fluvial (rios). As pontes e túneis seriam construídos no inverno, quando o solo estivesse congelado.

Com essas medidas Serguei Nagev conseguiu reduzir o custo do projeto em 75%, tornando assim o projeto viável.

O projeto começou em ritmo acelerado e sem um planejamento detalhado. Os engenheiros não tiveram nem tempo e nem recursos para mapear os cerca de 9.000 km por onde a ferrovia deveria passar. Os levantamentos topográficos foram, em sua maioria, fictícios.

As linhas ferroviárias foram traçadas sem nenhuma confirmação no local. Assim, no desenrolar do projeto, volta e meia “surgiam” colinas e “brotavam” rios ao longo do trajeto da ferrovia. A cada vez que um acidente geográfico não previsto surgia, os custos do projeto aumentavam.

O envio de suprimentos pelo Mar Ártico também veio a se tornar impraticável: devido à fúria do mar, toda uma frota foi a pique, ocasionando a perda de toneladas de trilhos, de inúmeras peças, dormentes e sobressalentes. A solução foi suprir a ferrovia por meio de estradas de ferro provisórias, o que atrasou o projeto e o encareceu ainda mais.

Porém novos problemas surgiram ao longo do projeto. A ferrovia deveria passar por florestas de solo congelado. Assim que as árvores eram cortadas, expunha-se o solo à ação do sol. O descongelamento levava ao surgimento de pântanos, que possibilitaram o aparecimento de milhões de mosquitos. Esses mosquitos picavam os operários incessantemente, tornando a sua vida um inferno. Além disso, disseminavam inúmeras doenças. Essas doenças levavam a uma redução dos recursos do projeto, levando a mais atrasos e a aumento nos custos.

Apesar das medidas de redução de custos tomadas, Serguei ainda necessitava desesperadamente de recursos financeiros. Visando solucionar o problema o governo russo começou uma busca de recursos no exterior vendendo ações do empreendimento. Entretanto, não foi divulgado aos acionistas que os trabalhadores que construíam a ferrovia eram presidiários e que a velocidade do trem seria baixa (25 km/h). A busca por recursos financeiros logrou êxito e, com isso, o projeto teve um novo fôlego.

Mas a sorte de Serguei Nagev mudou com a morte de Alexandre III em um acidente ferroviário. Serguei foi apontado como bode expiatório, sendo demitido. Nicolau II foi empossado como o novo Czar.

Naquele momento, o projeto enfrentava o seu desafio final: a construção dos últimos 300 km. Porém a ferrovia teria que passar pelo Lago Baikal, o maior lago do mundo com 636 km de comprimento, 79 km de largura, 1637 m de profundidade e cercado por montanhas de granito. Havia duas soluções possíveis: a primeira seria fazer com que a ferrovia circundasse o lago. Para isso, seria necessário construir inúmeros túneis, o que viria a encarecer ainda mais o projeto. A segunda alternativa seria a construção de uma barca, que ligaria os dois extremos da ferrovia.

Após algumas avaliações, a segunda alternativa foi escolhida, sendo encomendada a construção de uma barca quebra gelo pela Inglaterra. Essa barca deveria ser capaz de transportar 120 passageiros, 28 vagões e 12 locomotivas, a uma velocidade de 13 nós. A barca deveria ser capaz de quebrar uma camada de gelo de 1.2 metros de espessura. A construção da barca, chamada “Baikal”, demorou dois anos. A Barca foi desmontada e enviada por trem. O projeto da barca levou a um atraso de dois anos no projeto da Ferrovia Transiberiana. Entretanto, a barca nunca funcionou. No inverno, ela não

conseguia romper a barreira de gelo que se formava sobre o lago, que chegava a 3 metros de espessura. Nas outras estações, as fortes tempestades não permitiam a sua utilização. Assim, o projeto da barca Baikal foi totalmente inútil: além de consumir uma quantidade enorme de recursos, levou a atrasos ainda maiores no projeto da ferrovia.

O plano B (cortar as montanhas contornando o lago Baikal) precisou ser executado. Foram criados 38 túneis e 260 Km de trilhos através das montanhas que circundavam o lago.

Apesar dos problemas enfrentados, finalmente a ferrovia chegou ao fim. Feliz e exultante, o Czar Nicolau II declarou ao mundo que a Transiberiana marcava “*uma nova era do poderio militar russo no Oriente*”. Como consequência, em 8/fev/1904 o Japão bombardeia a ferrovia.

Durante a guerra Russo-Japonesa, a ferrovia se mostrou ineficaz no transporte de tropas. Os trilhos arrebentavam por não aguentar o peso da carga (armamentos e soldados). A combinação do uso de menos dormentes por km com aço leve provocava inúmeras quebras e descarrilamentos. O fato de a ferrovia ter sido construída em linha simples impedia que soldados fossem enviados ao front ao mesmo tempo em que se removiam os feridos. Devido a esse fato, a Transiberiana acabou sendo vista pela população russa como a culpada pela derrota militar.

Assim, o projeto da Ferrovia Transiberiana e a Guerra Russo-Japonesa fizeram sangrar o tesouro russo. Os recursos que poderiam ter sido empregados para modernizar as Forças Armadas e em programas sociais foram consumidos pelo projeto. A crise devido à falta de recursos se agravou ainda mais com derrota russa na Primeira Guerra Mundial. Essa sequência de fatos levou à Revolução Russa, que culminou no assassinato do Czar Nicolau II e de sua família. Assim, a ferrovia que deveria levar a Rússia à prosperidade acabou trazendo a guerra, a fome e a revolução.

Exercícios

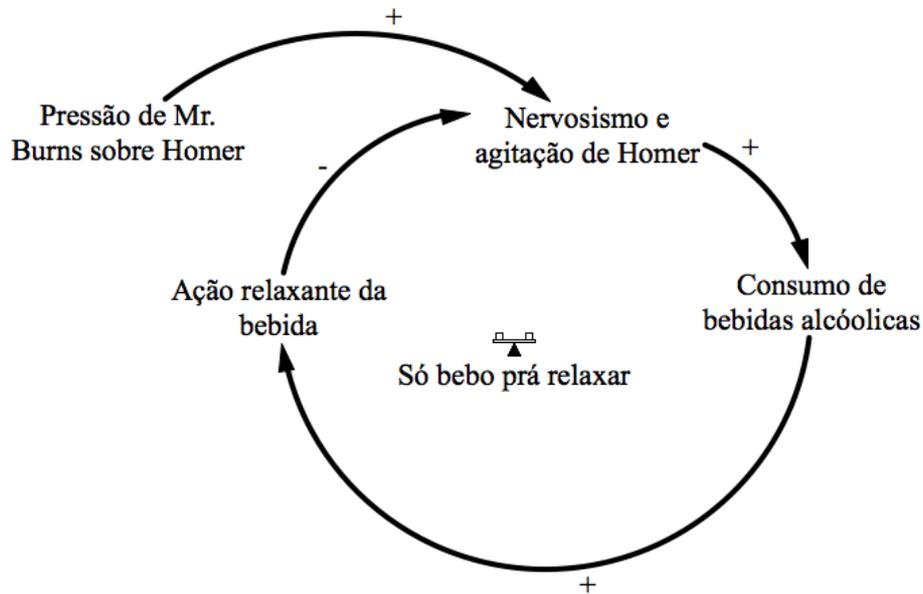
- 1) Crie uma dinâmica que represente a tentativa do Czar permanecer no poder, por meio de projetos sociais.
- 2) Desenvolva um modelo que mostre as consequências das ações de Seguei Naguev para acelerar a construção da ferrovia.
- 3) Represente, em um modelo dinâmico, as ações de desmatamento e as consequências para o projeto.
- 4) Mostre como o subprojeto da Barca do Lago Baikal contribuiu para o insucesso do projeto da ferrovia.
- 5) Que lições você aprendeu deste estudo de caso?

Capítulo 17- Solução dos Estudos de Caso

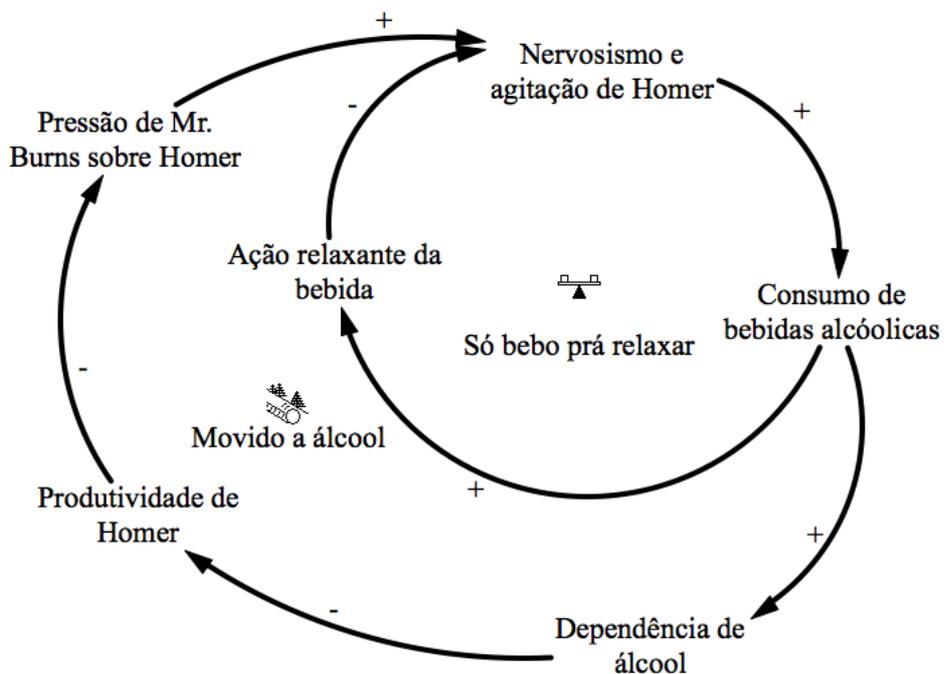


Solução para o Estudo de Caso 1- Criação de mapas sistêmicos passo a passo

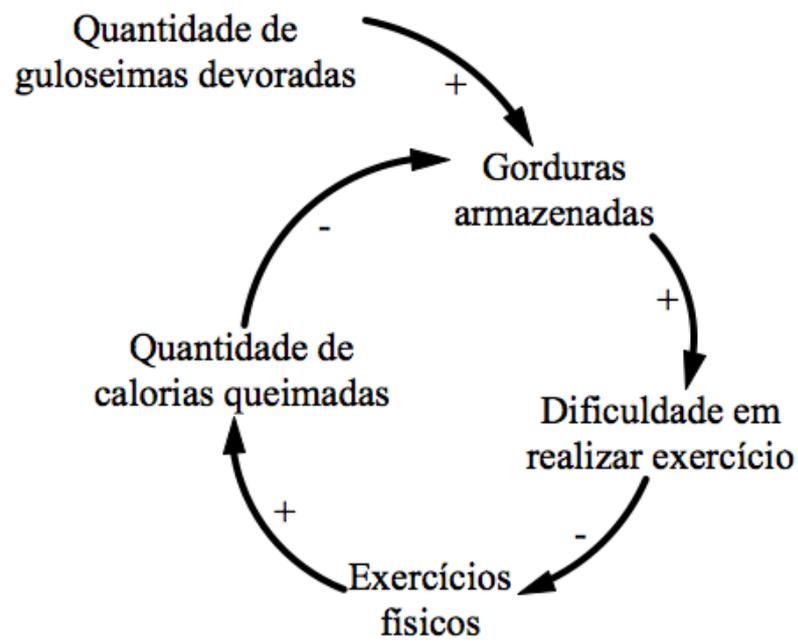
Solução do Exercício 1



Solução do Exercício 2

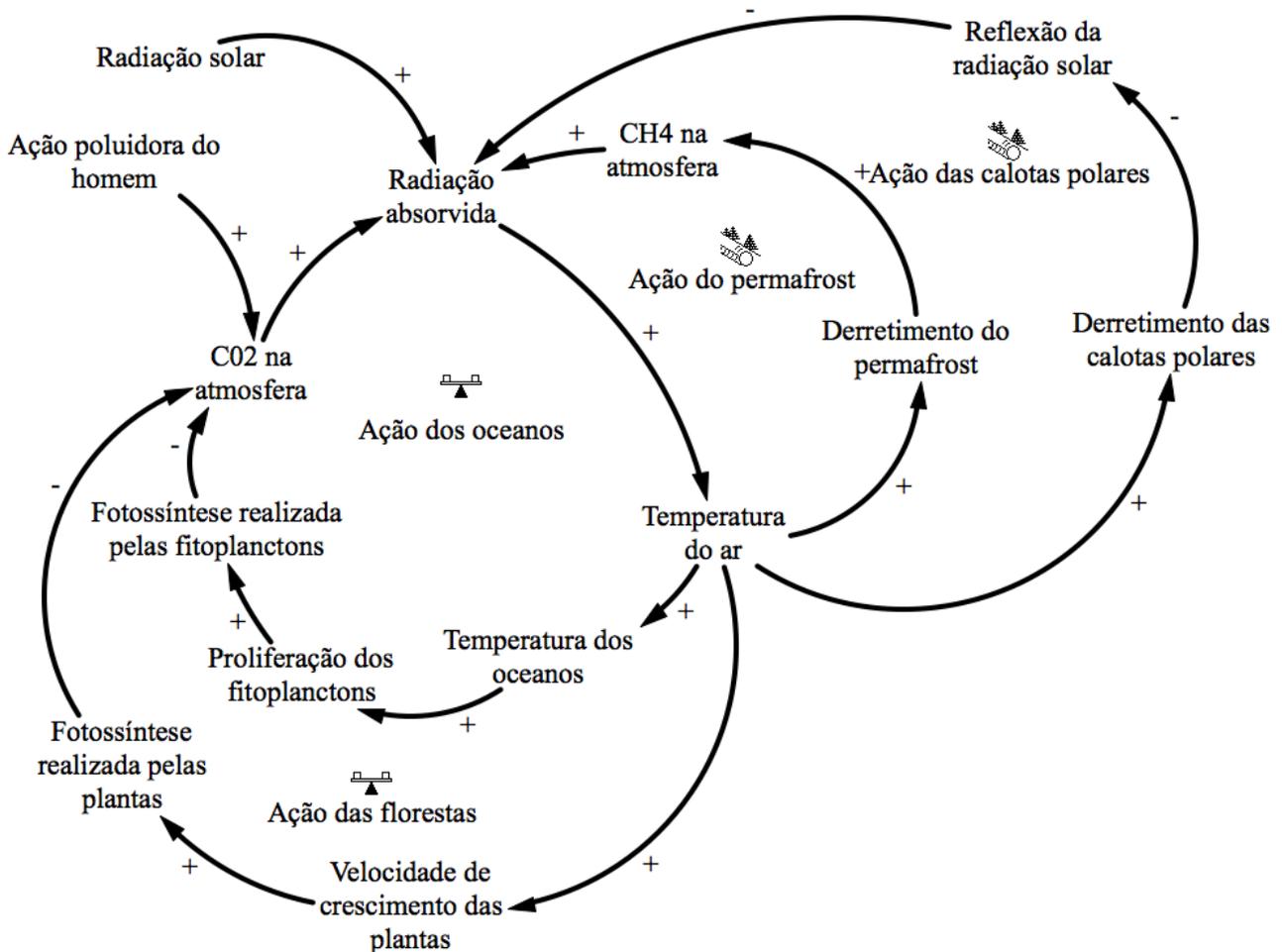


Solução do Exercício 3

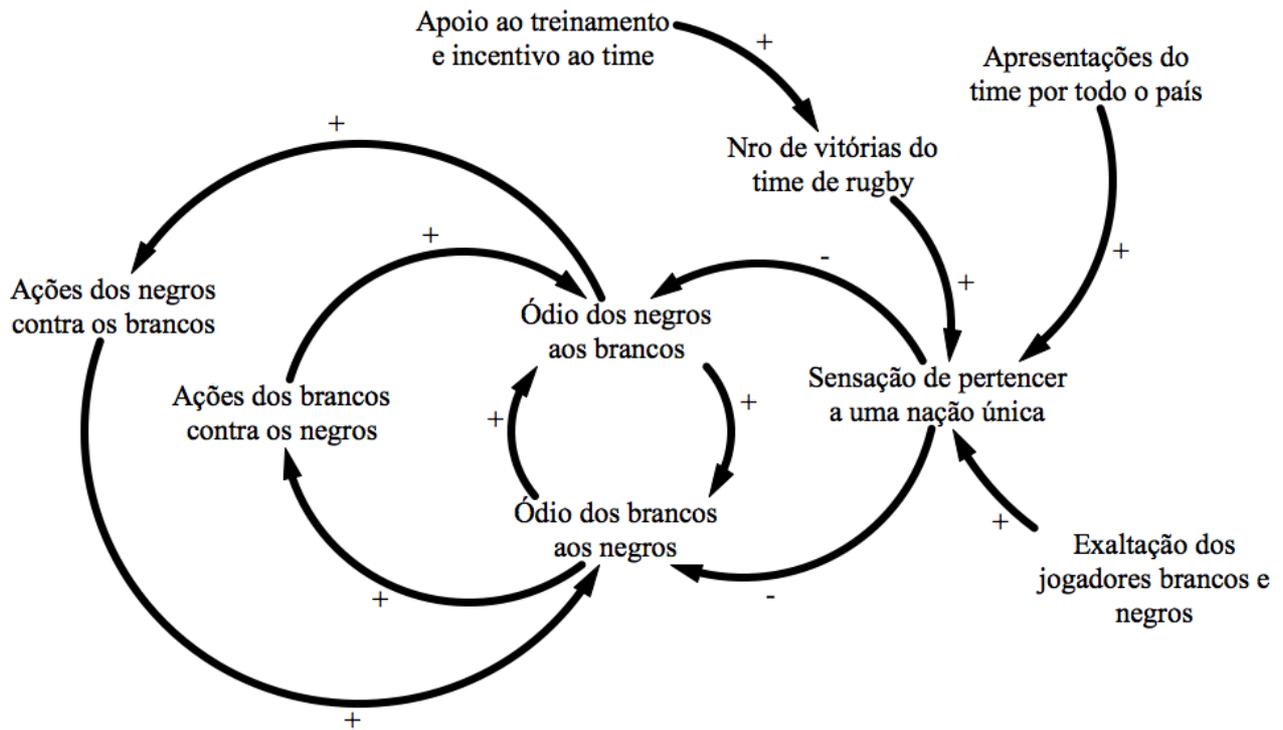


Solução para o Estudo de Caso 2- As dinâmicas básicas do Aquecimento Global

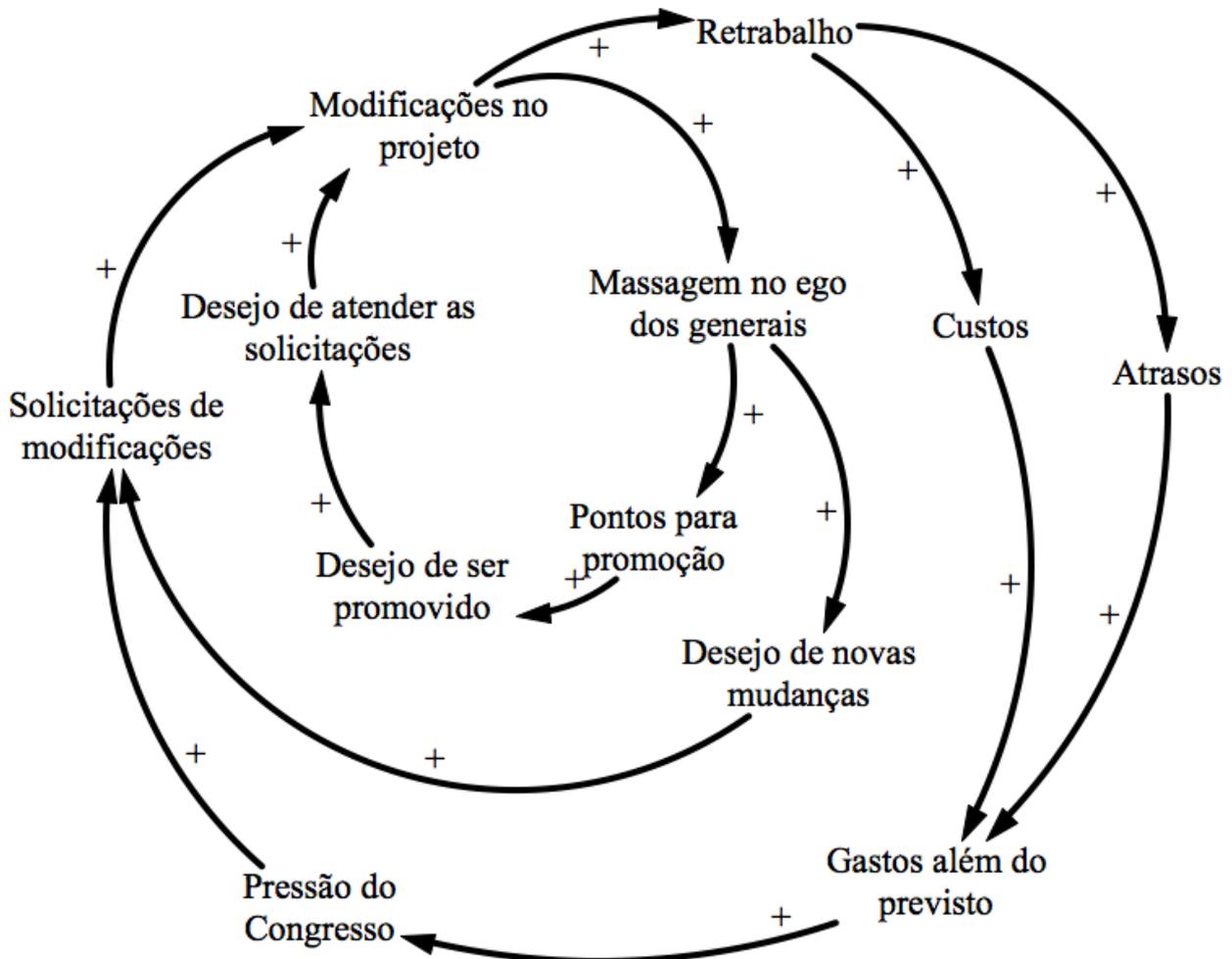
A dinâmica do aquecimento global, aqui estudada, é na verdade uma simplificação do problema. Baseia-se no modelo proposto por Ford (Ford,1999). Para simplificar não incluímos no modelo os efeitos devido às ações das nuvens.



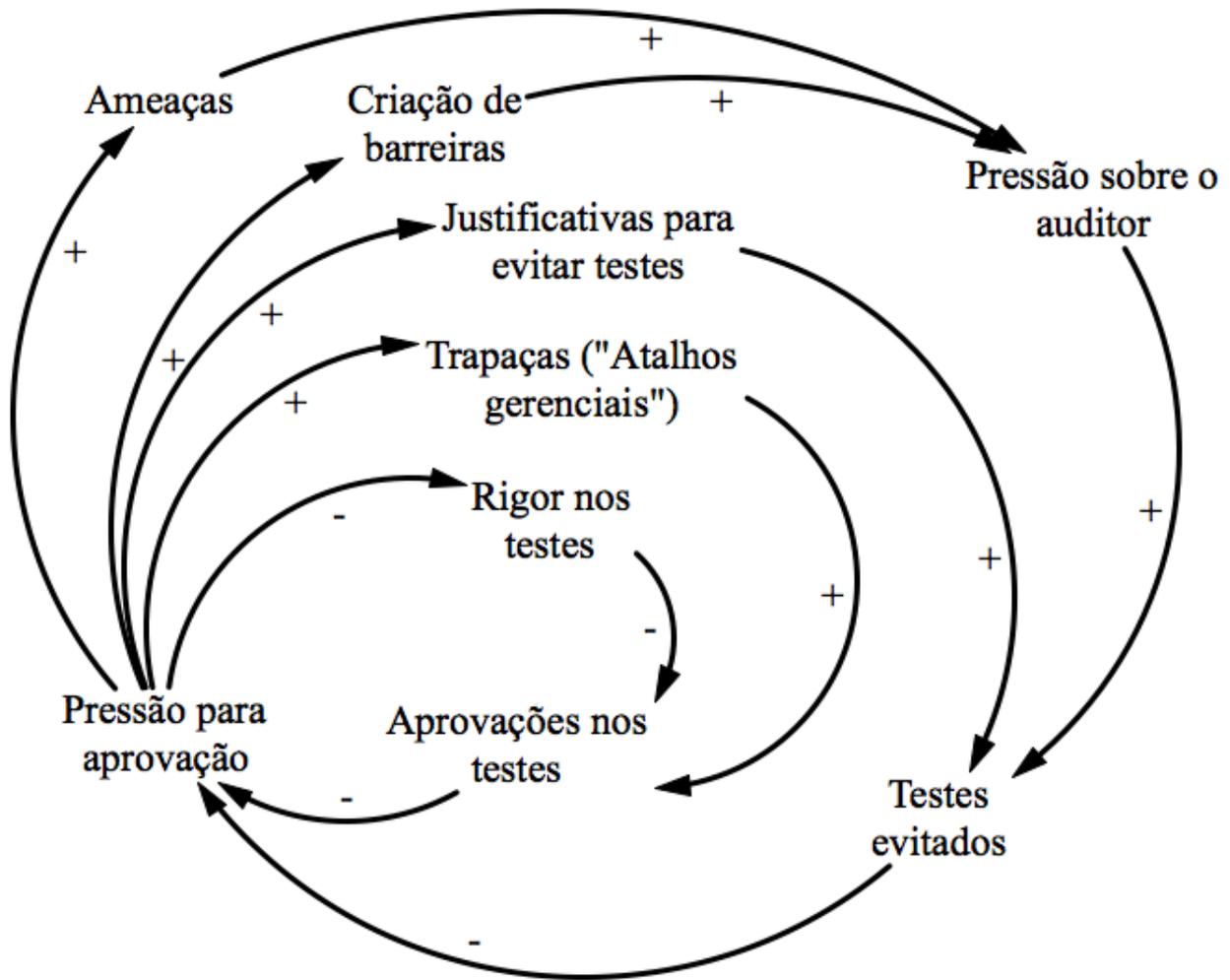
Solução do Estudo de Caso 3- Análise de estratégias governamentais



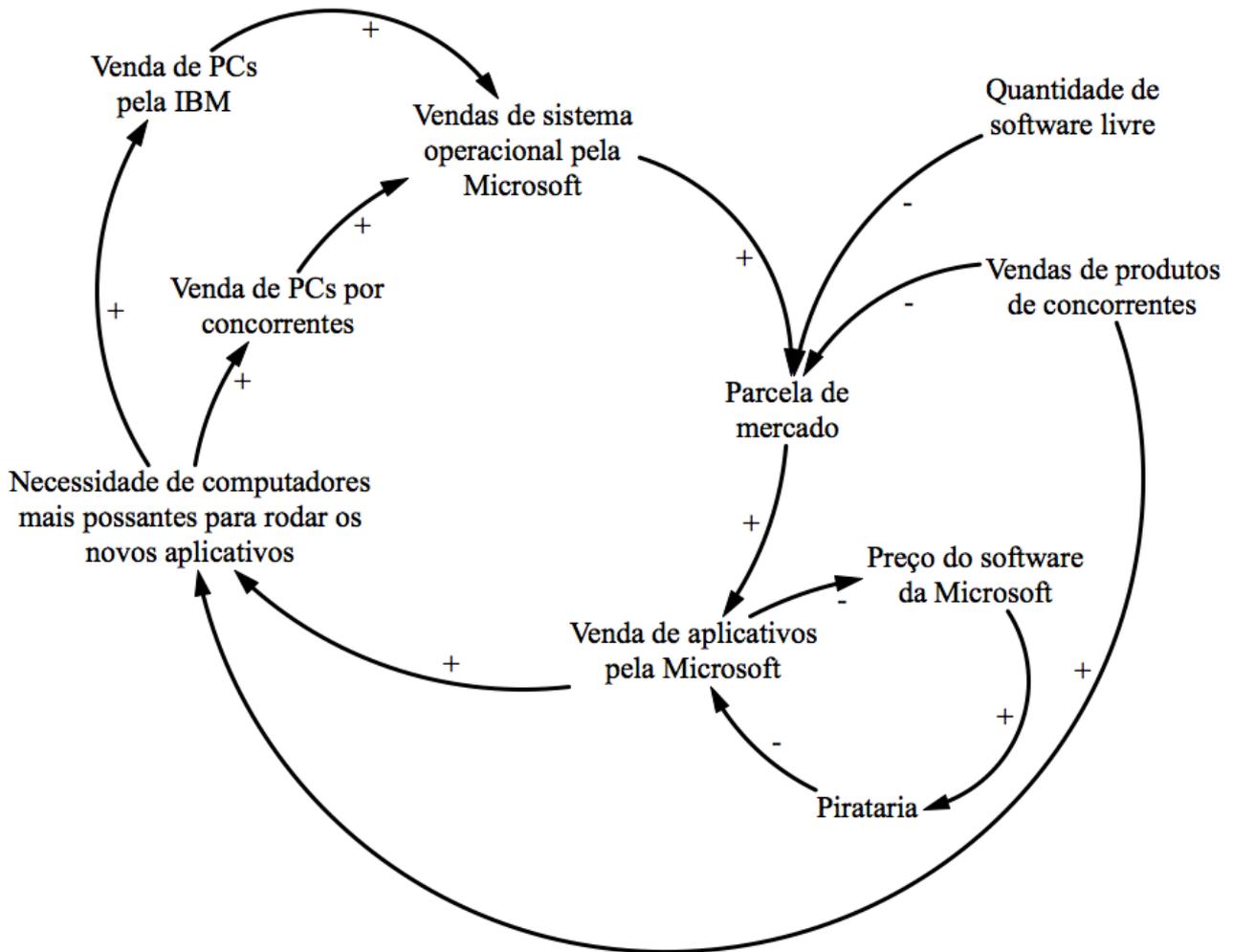
Solução do Estudo de Caso 4- Gestão de Projetos: conflitos de interesse



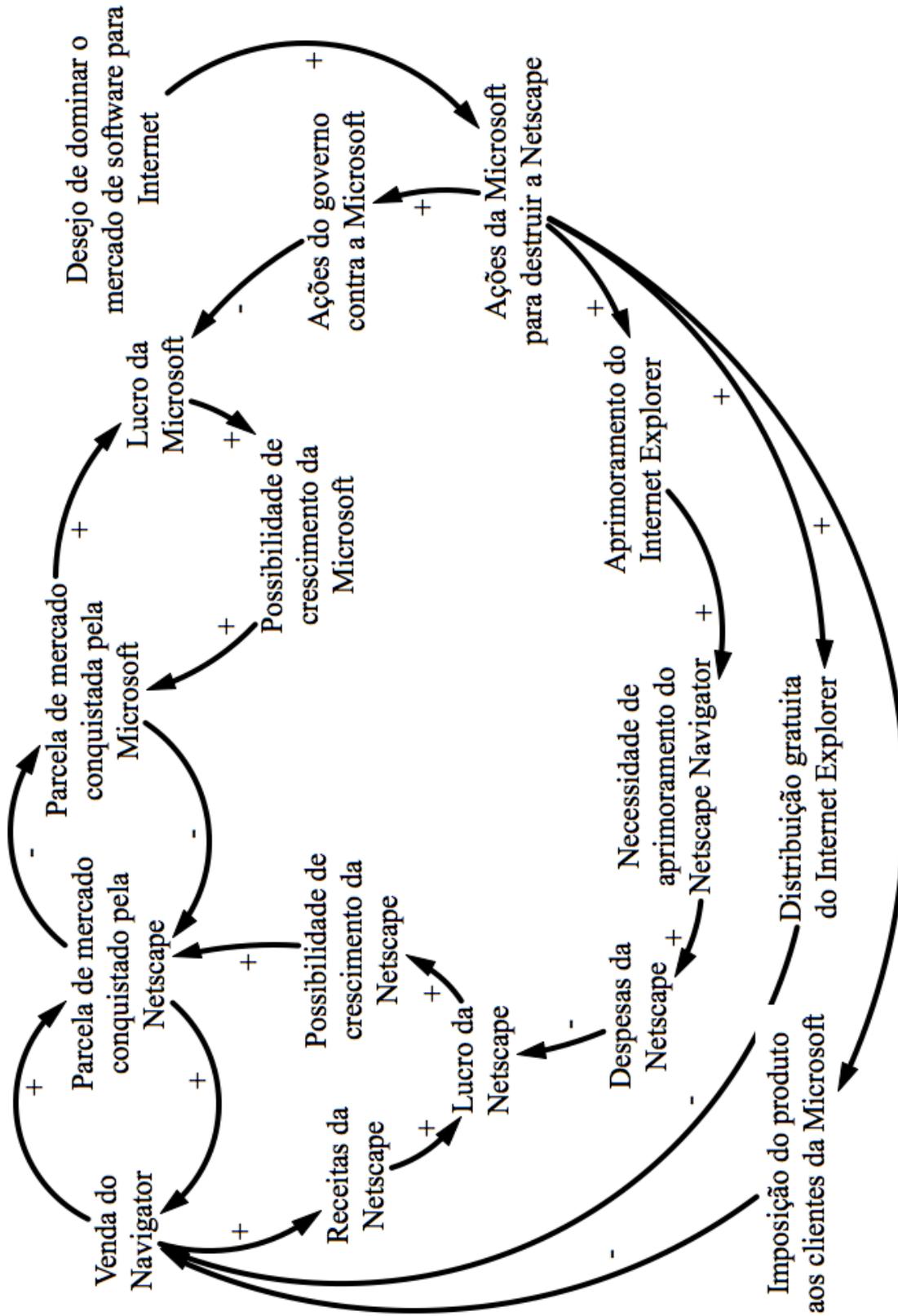
Solução do Estudo de Caso 5- Ações para burlar as regras em projetos



Solução do Estudo de Caso 7- A dinâmica do crescimento e declínio de empresas

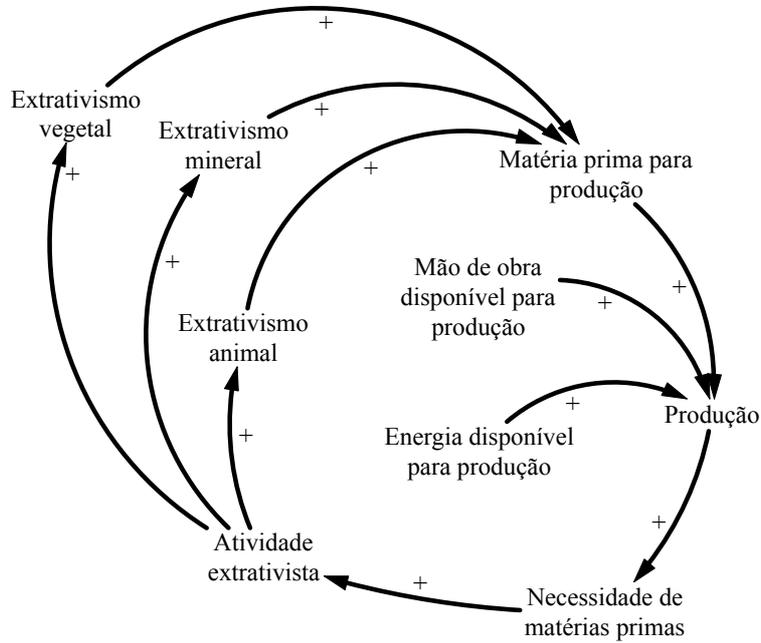


Solução do Estudo de caso 8- Competição empresarial

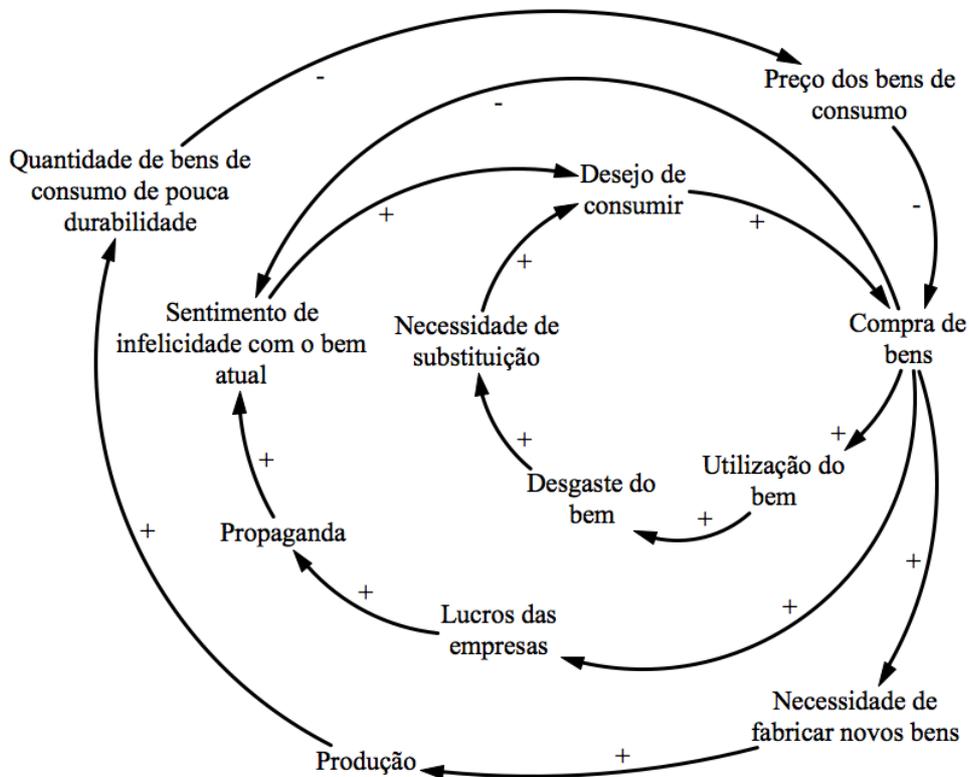


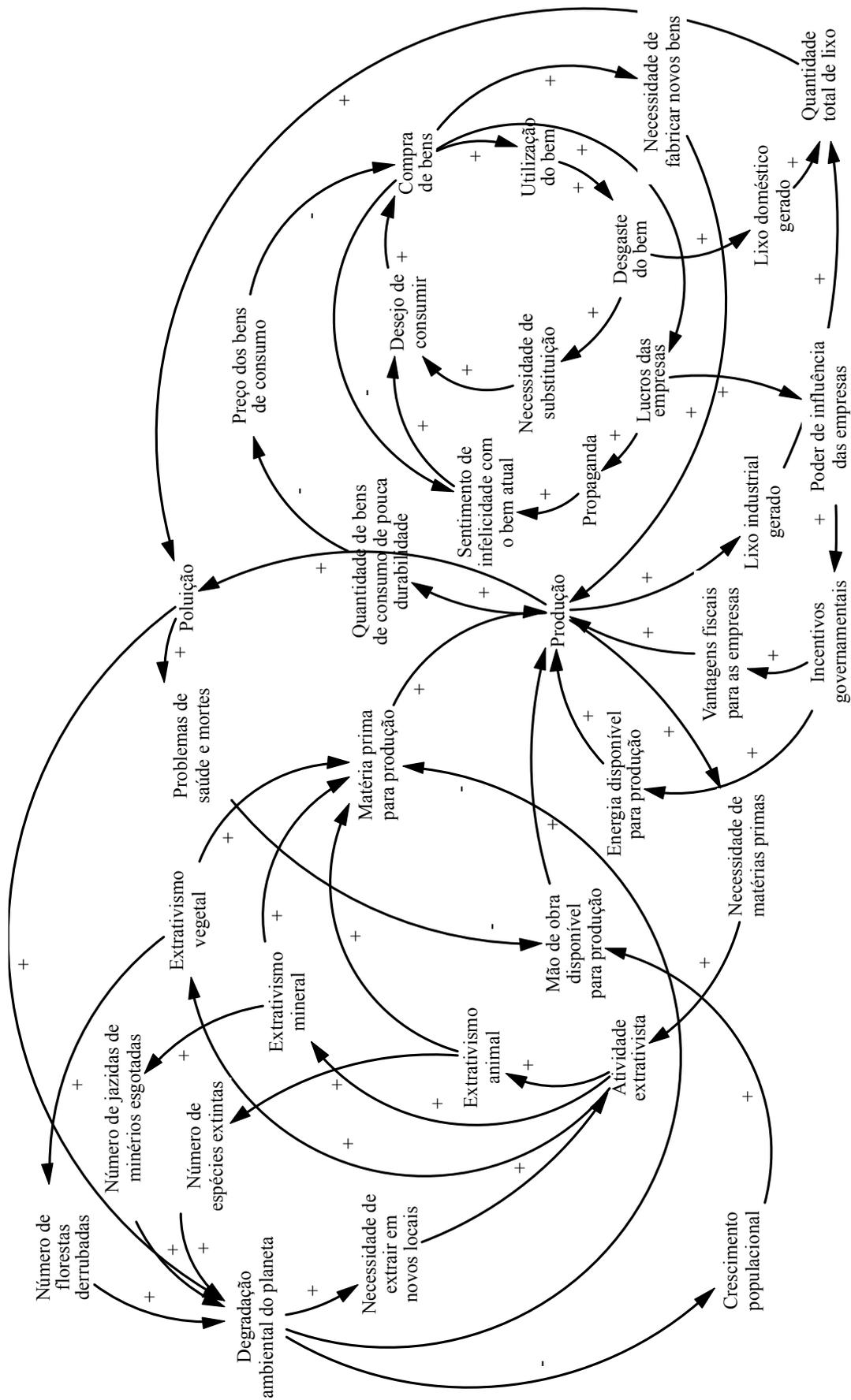
Solução do Estudo de Caso 9- As dinâmicas do ciclos de extração, produção, consumo e descarte

Extração e produção

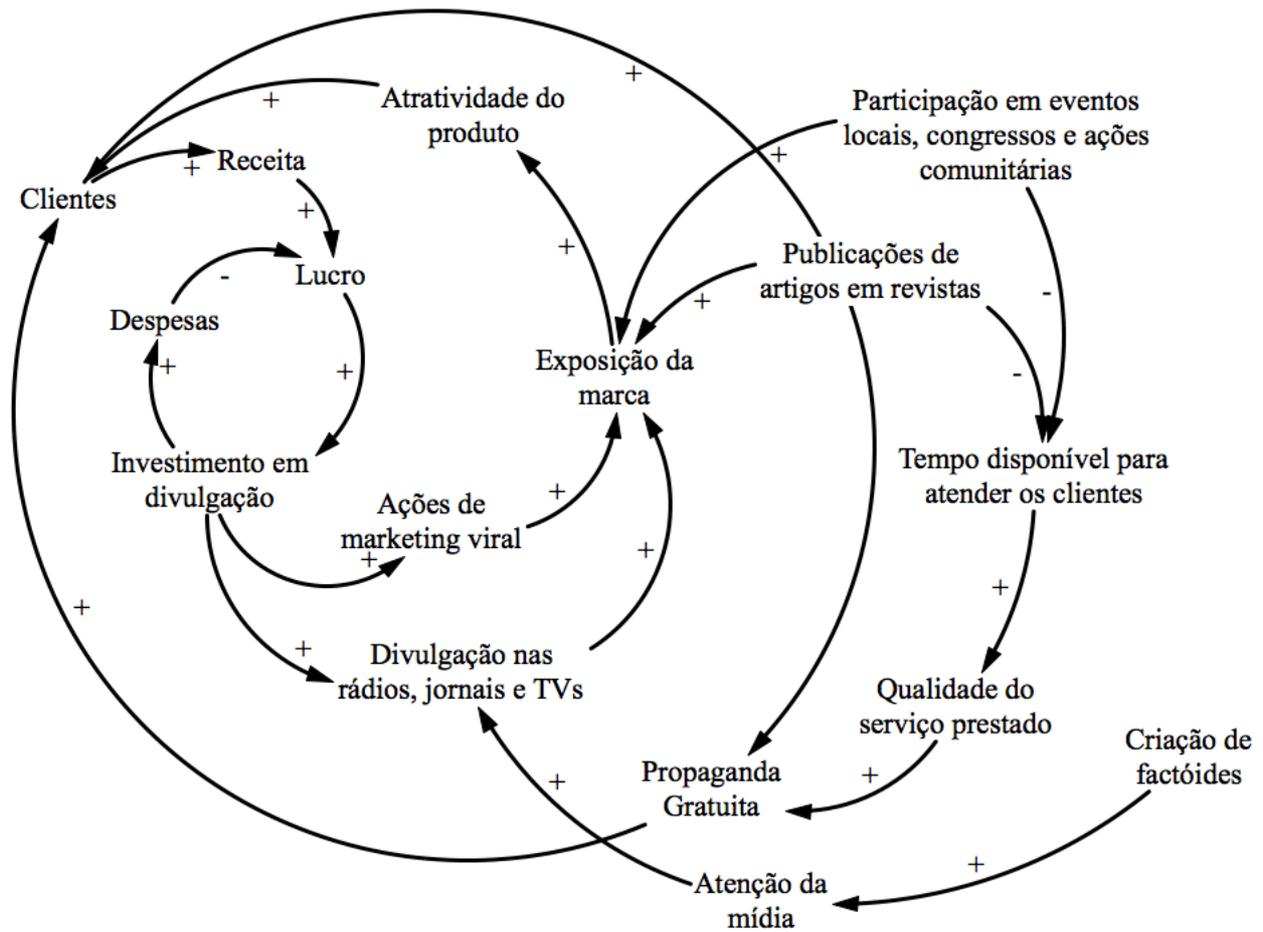


Obsolescência programada e obsolescência percebida





Solução do Estudo de Caso 10- Estratégias para venda de produtos/serviços

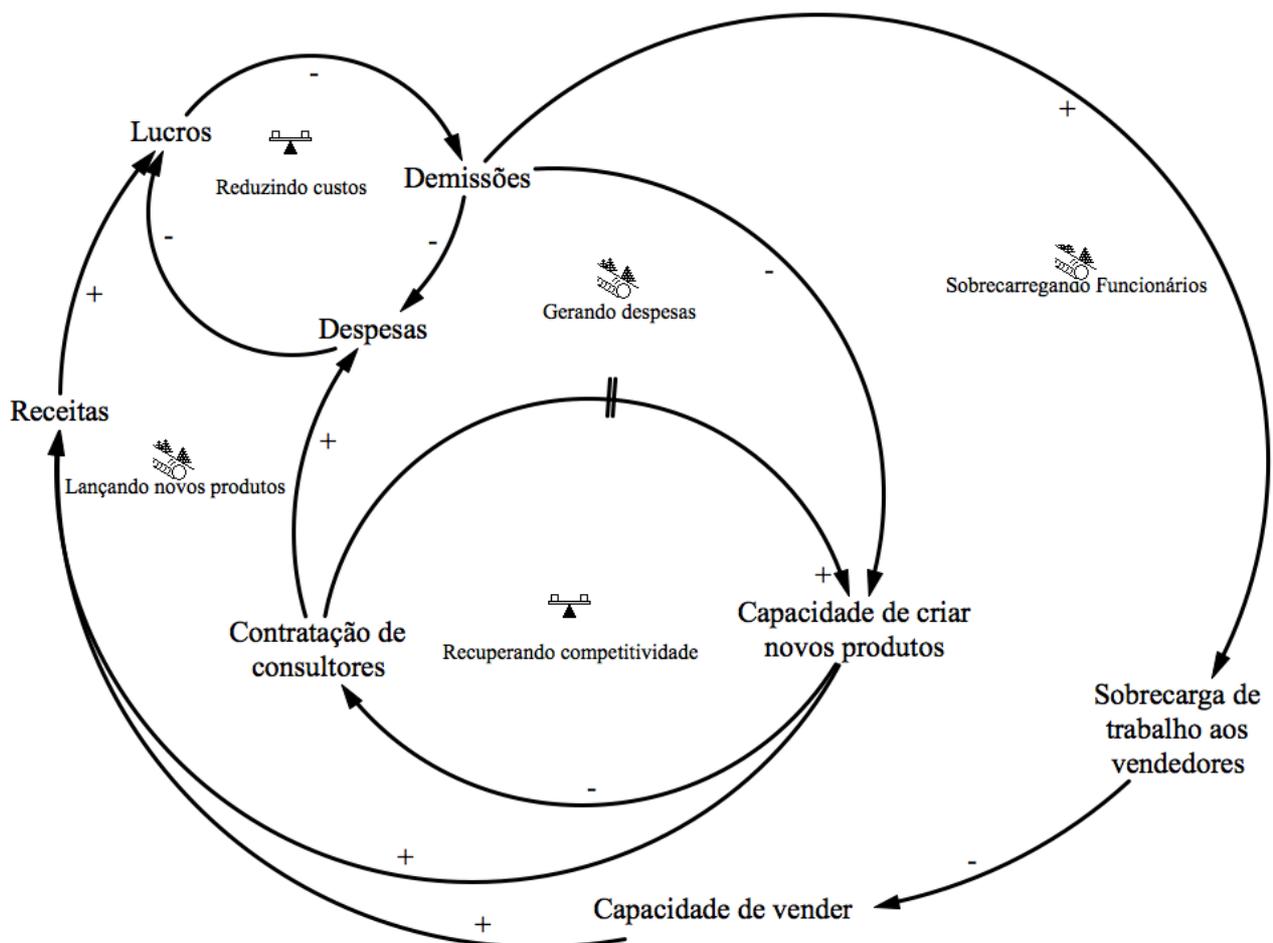


Solução do Estudo de Caso 11- Análise de decisões gerenciais

As ações de Charles Lágrimas levam à redução imediata de despesas. Porém gradualmente a empresa começa a perder a sua capacidade de criar novos produtos. O mesmo se dá em relação à sua capacidade de vender. As despesas caem fortemente e as receitas também caem, mas em um ritmo menor. A lucratividade aumenta, apesar de Charles estar destruindo a capacidade de criação e de vendas da empresa.

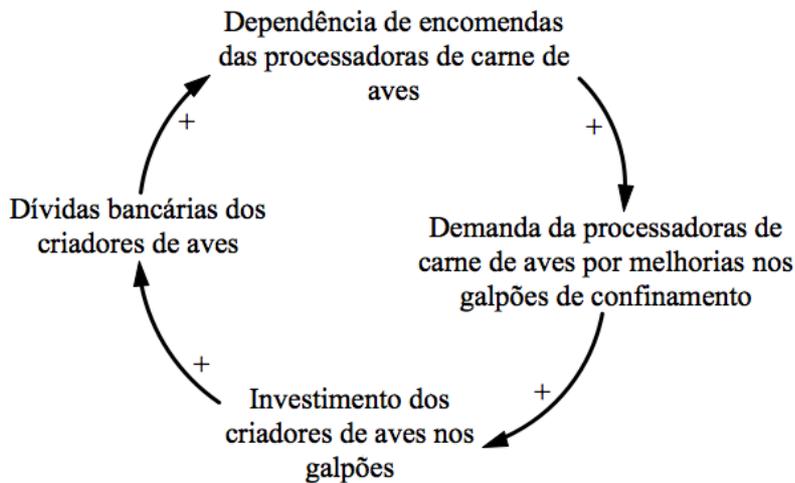
Mas a HTW International não percebe isso: os indicadores apontam que a HTW Brasil teve um aumento de 30% em seus lucros! Ponto para Charles, que ganha a sua promoção e deixa os problemas para Lip e Brachulleta. Lip e Brachulleta tentam recuperar a capacidade de criação da empresa, investindo na contratação de consultores.

Porém leva tempo para recuperar a capacidade produtiva. Já o aumento das despesas é imediato e as receitas começam a cair de modo mais acelerado, devido à sobrecarga de trabalho dos vendedores. Ou seja, a lucratividade começa a despencar. Antes que os resultados das ações reparadoras surtam algum efeito, ambos são demitidos.

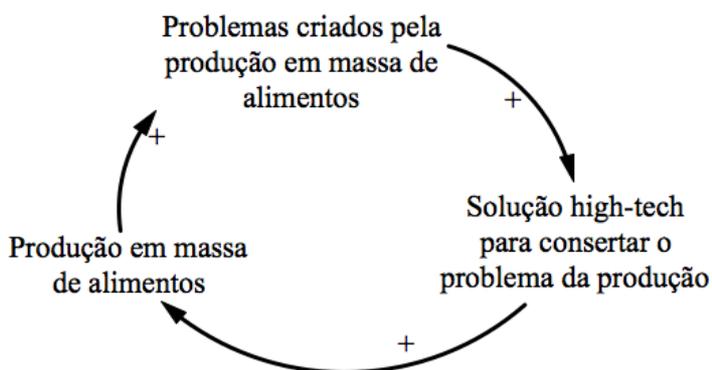


Solução do Estudo de Caso 13- A dinâmica da produção de alimentos-2ª parte

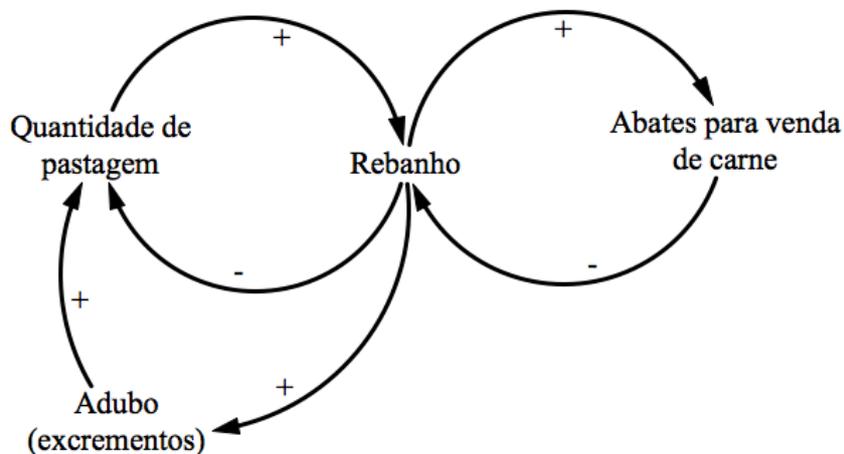
Dinâmica 1 - Escravidão dos produtores



Dinâmica 2- As soluções que criam problemas



Dinâmica 3- A dinâmica da fazenda



Dinâmica 4- Doenças

Solução do Estudo de Caso 14–A dinâmica da gestão da qualidade

Obs: As dinâmicas presentes neste estudo de caso são baseadas no brilhante artigo intitulado *Getting Quality the Old-Fashioned Way: self-confirming attributions in the dynamics of process improvement*, de Nelson Reppening e John Sterman. Os autores generosamente disponibilizaram este artigo na página do grupo de pesquisas do MIT. Coloquei um link no meu site www.joaoarantes.com.br.

Análise

Qual era o problema que ocorria na Evil Enterprises? Havia um número elevado de peças defeituosas sendo criadas. Mas por que essas peças apresentavam defeitos?

Provavelmente porque os processos utilizados não eram adequados. Poderíamos supor, por exemplo, que existiam máquinas mal calibradas. Ou então, que alguns funcionários não as estivessem usando adequadamente. Quem sabe as falhas eram decorrência da baixa qualidade da matéria-prima, entregue pelo fornecedor? Talvez todos os problemas apontados estivessem ocorrendo ao mesmo tempo. Enfim, qual a causa de 100 peças defeituosas em cada lote de 500? Descobrir isso era a missão de Eloisa, que precisava corrigir o que havia de errado com os processos (Figura 1)

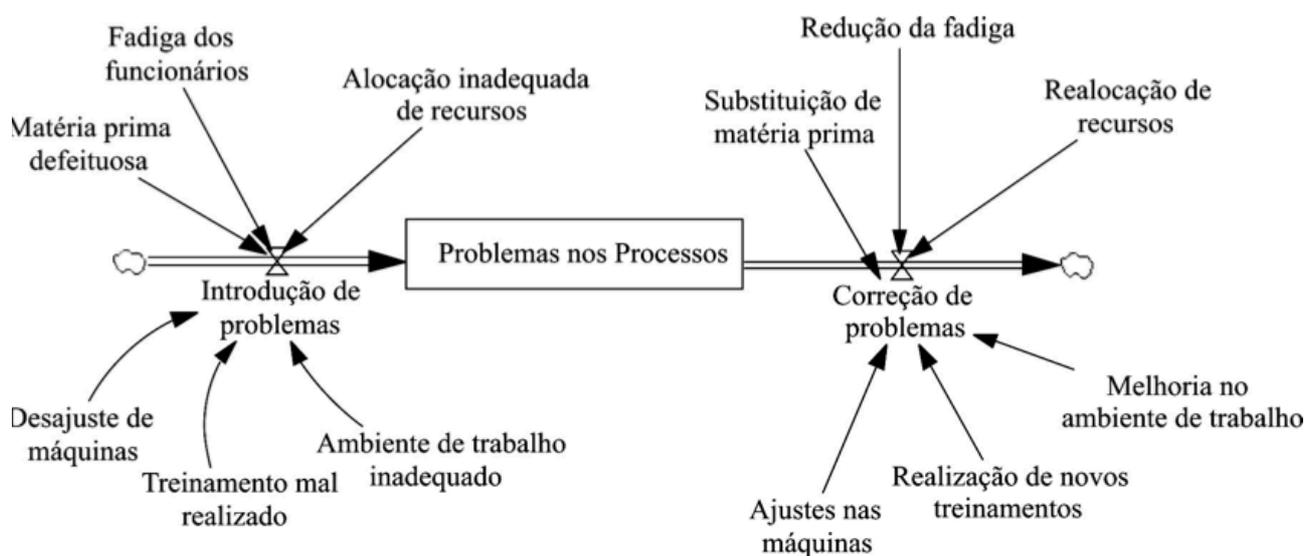


Figura 1 – Problemas podem ser introduzidos nos processos e corrigidos prontamente, uma vez que sejam identificados. O problema é identificá-los corretamente... (adaptado de Reppening & Sterman, 1997)

Problema introduzido	Problema no processo	Defeito introduzido
Matéria prima de má qualidade	Problemas na montagem	Produto frágil
Treinamento mal realizado	Máquinas mal ajustadas	Produto fora das especificações
Calor excessivo no ambiente de trabalho	Falhas em equipamentos eletrônicos	Produto mal ajustado

Podemos, então, criar um modelo simples, composto de dois estoques e quatro fluxos, conforme representado na Figura 2:

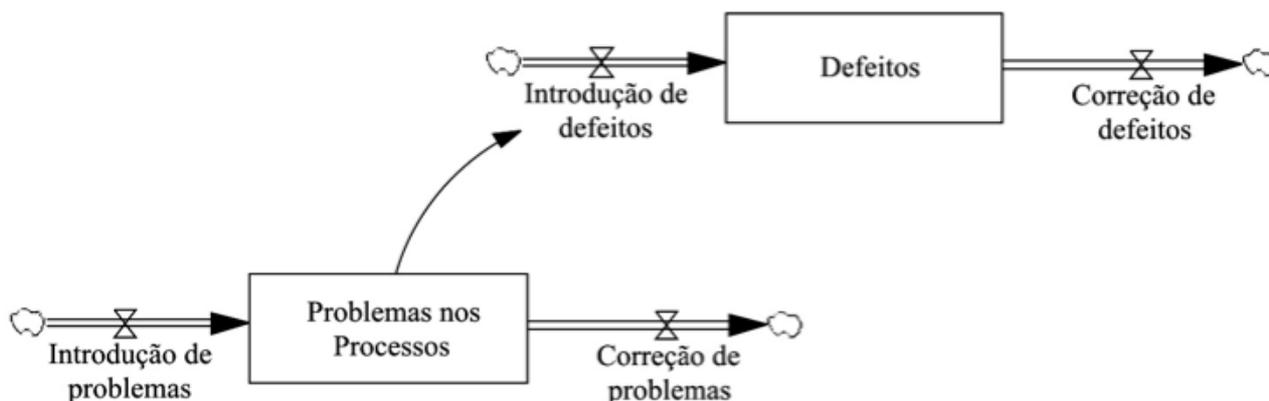


Figura 2 – Os problemas presentes nos processos fazem com que defeitos sejam introduzidos (referência: Reppening & Serman, 1997)

Como sabemos, a Evil Enterprises tem a capacidade de produzir 500 evil-devices por mês (representados, na Figura 3, pela variável **Número de peças produzidas**). Porém, dessas quinhentas, 100 são defeituosas. Essas peças defeituosas se acumulam pelos corredores, até que um dia os defeitos sejam corrigidos. Imagine que a cada mês 50 peças sejam corrigidas. O **número de peças corretas criadas** seria igual ao **número de peças produzidas** (500/mês) – Peças defeituosas (100/mês) + Peças corrigidas (50/mês), totalizando em 450. Mas o número de peças corretas desejadas era 500. Logo, a **diferença entre o desejado e o alcançado** é de 50 peças/mês.

Quando Eloisa propôs estudar os processos, ela visava à redução do número de peças defeituosas; queria “abrir a válvula” **correção de problemas** reduzindo, assim, o fluxo de **introdução de defeitos**. Dessa forma, os defeitos seriam corrigidos e a meta de produzir 500 peças corretas por mês seria atingida. O problema é que pode levar tempo para identificar os problemas nos processos. E, enquanto os problemas não são identificados e corrigidos, o número de peças defeituosas vai se acumulando pelos corredores. O estudo de caso afirma que Eloisa resolveu reservar duas horas diárias do trabalho de seus colaboradores para realização de ações de melhoria na qualidade dos processos. Entretanto, eles deixaram de corrigir defeitos por duas horas todos os dias.

Como consequência, o número de peças corrigidas cai de 50/mês para, digamos, 10/mês. Doctor Evil vê as peças se acumularem pelos corredores, a pilha cresce a olhos vistos.

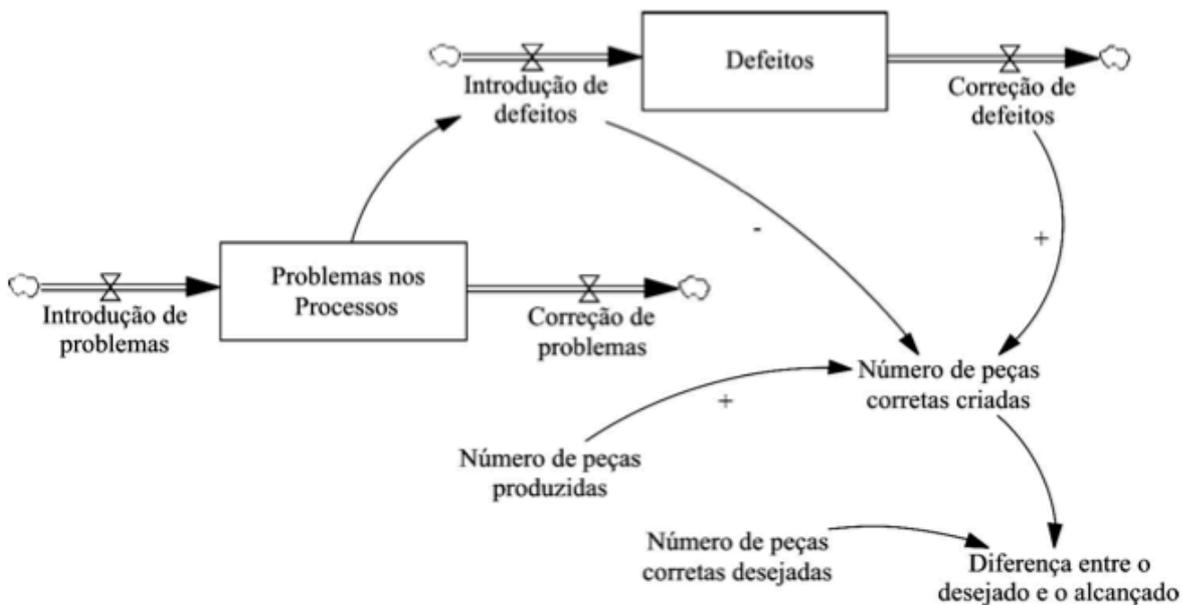


Figura 3 – As ações gerenciais visam à redução da diferença entre a produção desejada e a produção efetivamente realizada (referência: Reppening & Sterman, 1997)

Cego de raiva, ele toma uma ação que, em última análise, é contrária aos seus próprios interesses. Quando ele determina que Eloisa tome ações imediatas para reduzir o número de peças defeituosas que se acumulam pela fábrica, na verdade, ele está dizendo nas entrelinhas: “*abandone as ações de melhoria dos processos e tome todas as medidas possíveis para consertar os defeitos*”.

Eloisa, que preza pelo seu emprego, vai fazer exatamente o que foi ordenado. Ela vai imediatamente direcionar parte de seus recursos para a **correção de defeitos**. Com isso, a pilha de peças defeituosas começará a diminuir e ela sofrerá uma pressão menor de Doctor Evil. Mas, na prática, o que ela fez foi incentivar a dinâmica que chamei de “**enxugando o gelo**” (Figura 4), pois as causas dos problemas, os **problemas nos processos**, não foram atacadas.

Doctor Evil determinou também que Eloisa colocasse o pessoal para trabalhar. Tradução literal: *aumente a pressão gerencial!*

Eloisa não se faz de rogada: abre seu manual de pequenas maldades gerenciais e começa a utilizar todas as ferramentas de tortura. Ela vai passar a controlar tudo, desde a hora em que o funcionário chega até o número de minutos que ele fica no banheiro. Pede relatórios disso, daquilo e daquilo outro também. Vai de escritório em escritório, de oficina em oficina perguntando, checando, cobrando e infernizando.

Todavia, seus funcionários também prezam por seus empregos. Sob fogo cerrado, começam a produzir mais. O foco passa a ser a quantidade e não a qualidade. Afinal, tem sempre uma equipe que vai corrigir os defeitos criados. Chamei essa dinâmica de **trabalhando alucinadamente**, pois acho que esse nome descreve bem essa situação de horror gerencial. Mas a pressão gerencial excessiva acaba fazendo com que os funcionários fiquem fatigados. Fadiga traz erros, que fazem com que a válvula **introdução de problemas** seja aberta (Figura 4).

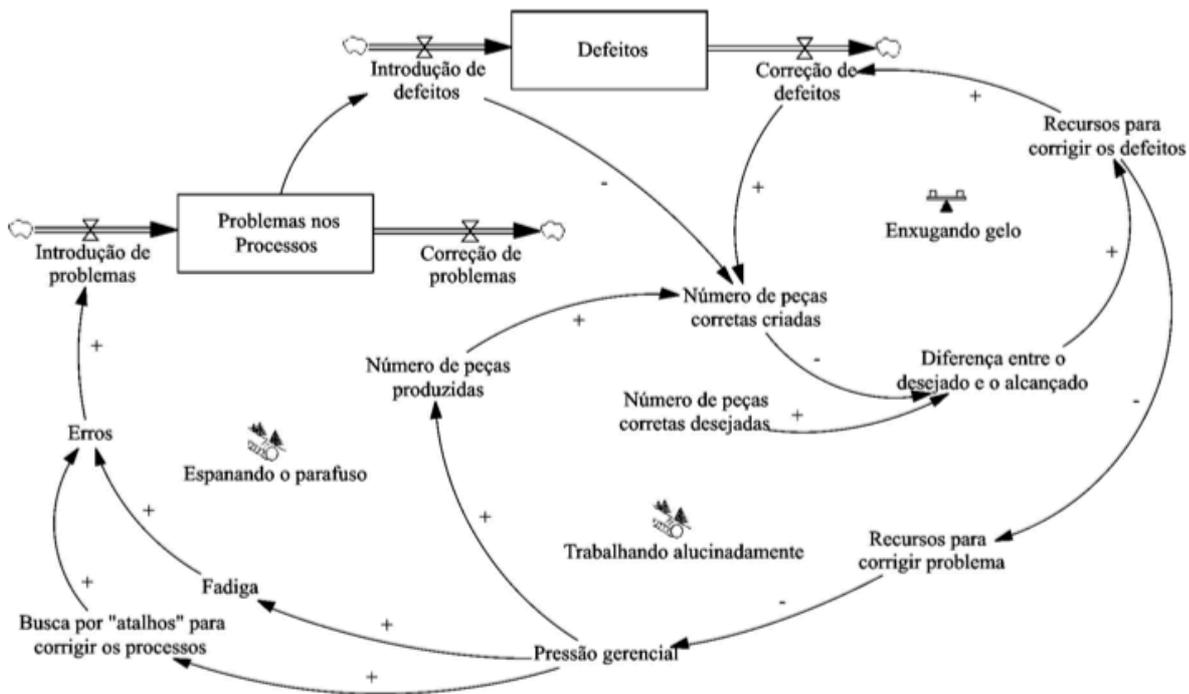


Figura 4 – Doctor Evil faz com que Eloisa mude o foco de suas atividades, enterrando de vez as suas ações de melhoria da qualidade (adaptado de Reppening & Serman, 1997)

Enfim, seguir as recomendações de Doctor Evil traz dois efeitos:

- 1) O número de peças defeituosas é reduzido rapidamente. Mas, em pouco tempo, volta a aumentar, uma vez que os processos problemáticos não foram corrigidos.
- 2) Os funcionários da Evil Enterprises nunca mais irão acreditar em programa nenhum de melhoria da qualidade. Ficará marcado em suas mentes: “ações visando à melhoria de qualidade não trazem resultado prático algum, trazem apenas maior retrabalho, maior pressão gerencial e muito aborrecimento”.

Duas possíveis sugestões para evitar esse tipo de problema

Primeira sugestão: investir na utilização de metodologias de gerenciamento da qualidade. Metodologias de gestão da qualidade permitem identificar os problemas nos processos. Elas procuram orientar na criação de condições que levem a uma melhoria contínua. Metodologias, tais como CMM, TQM, PSP, TSP e Seis Sigma, apresentam ferramentas que auxiliam a identificação de problemas nos processos e apresentam sugestões de como corrigi-los. Porém tenha em mente que há um custo envolvido e leva tempo para se alcançar o resultado esperado.

Segunda sugestão: definir objetivos concretos de melhoria, com prazos claramente definidos e metas claras. No nosso estudo de caso, ficou claro que Doctor Evil considerava que as ações de Eloisa deveriam surtir um efeito imediato: melhorar tudo num toque de magia, instantaneamente. Mas, infelizmente, ainda não foi inventado tal método gerencial. Qualidade tem custo. Qualidade envolve treinamento, aprendizagem e mudança na cultura organizacional.

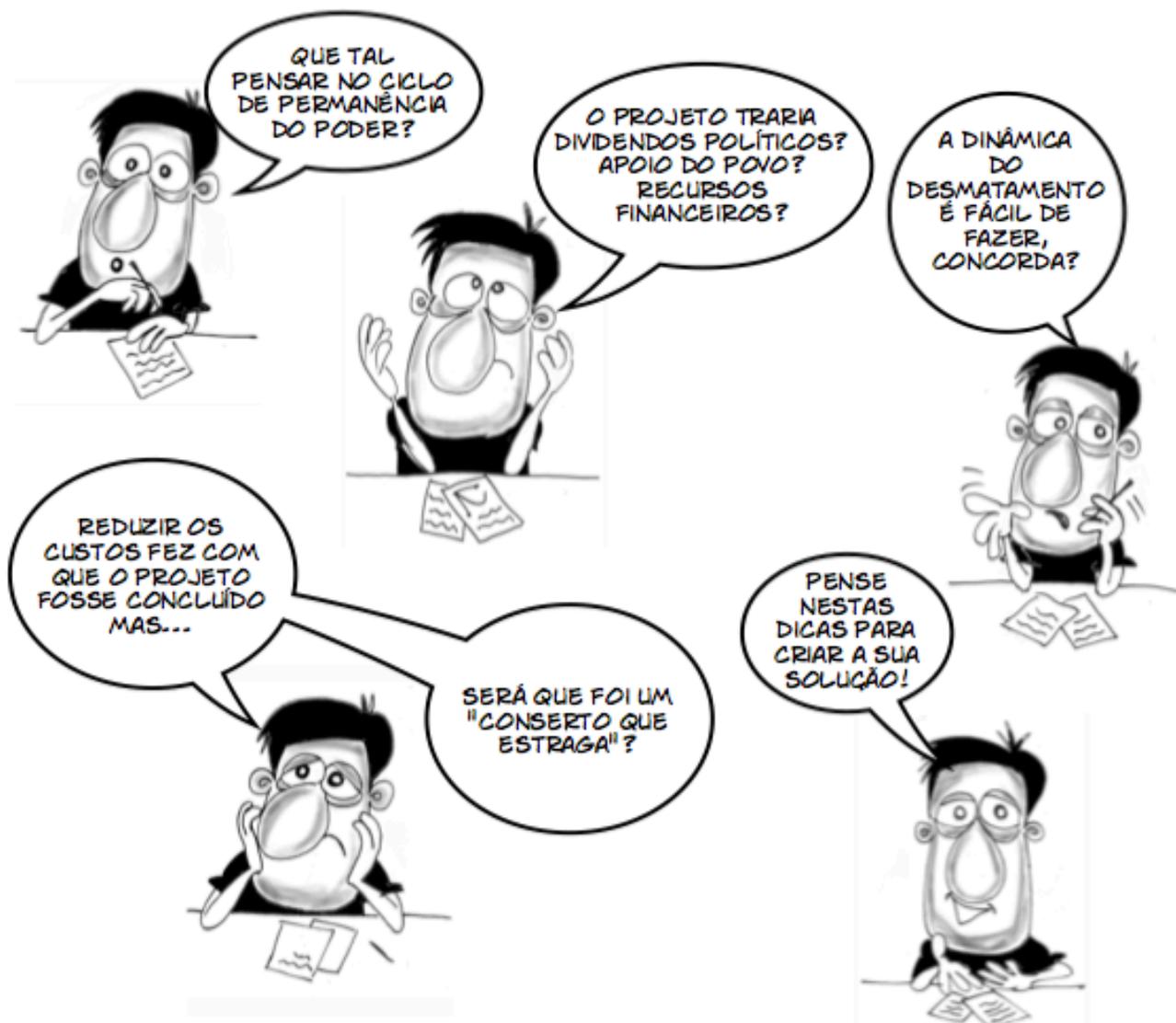
Solução do Estudo de Caso 15–Pensamento Sistêmico & Gestão de Projetos

Este exercício já foi explicado no capítulo 14, detalhadamente. Eu criei este estudo de caso como síntese do capítulo, com o único intuito de usá-lo em sala de aula. Os alunos lêem o estudo de caso e nós vamos, juntos, passo a passo, criando a solução (como proposto no capítulo 14).



Solução do Estudo de Caso 16– Lições aprendidas das dinâmicas presentes em um projeto: O projeto da Estrada de Ferro Transiberiana

Não detalharei aqui a solução. Acredito que o leitor, nesta altura do campeonato, já tenha plena condições de criar o modelo por si só. Mas darei algumas dicas...



Capítulo 18–Considerações finais & Crônicas

Quando eu era pequeno, lia muito os livros do Monteiro Lobato. Ao chegar ao final de cada livro eu ficava um pouco triste pois as histórias interessantes tinham terminado. Procurei tornar este livro o mais interessante possível. Não sei se consegui. Mas, enfim, neste capítulo fecharei o livro com algumas crônicas curtas, relacionadas ao que estudamos e com a atividade que venho me dedicando nos últimos anos, o ensino em cursos de pós-graduação. Boa diversão!

Estudar? Prá que?

Era setembro de 1998 mas eu me lembro como se fosse hoje. Eu havia acabado de chegar ao MIT e feito inscrição em uma matéria do programa de mestrado. Havia uma folha de papel pregada no quadro de avisos informando que todos os alunos inscritos na matéria deveriam passar na secretaria e falar com a secretária. Jeane era uma secretária muito simpática que me deu as boas vindas e disse:

- *“Espere um pouco, tem um material para você ler.”*

Ela me entregou um calhamaço com dezenas de artigos e inúmeros capítulos de livro. O material era bem vasto, devia ter umas quinhentas páginas. Fiquei surpreso com aquilo tudo e perguntei:

- *“Nossa, terei de ler isso tudo para o curso?”*

Ela sorriu e respondeu:

- *“Que nada, leia isso para a próxima aula. A cada semana você receberá um novo volume.”*

Era sexta-feira de manhã, a primeira aula seria na segunda-feira às 13 horas. Passei o final de semana mergulhado naquele material, lendo, lendo e lendo. Começava a ler às 7 da manhã e só parava de ler por volta das 11 da noite. Na primeira aula a professora entrou, deu as boas vindas ao curso, olhou para a turma e escolheu um aluno aleatoriamente. Por azar, eu fui o escolhido:

- *“João, o que você entendeu sobre tal, tal e tal assunto?”*

A aula foi um debate intenso sobre o que havíamos lido. A professora conduzia uma troca de idéias, ela não perdia tempo repetindo o que já tínhamos lido. Partia do princípio que todos haviam estudado, o que era verdadeiro. Ao término da aula recebemos um novo volume e uma listinha de exercícios para a próxima semana. A lista de exercícios só tinha dez questões, mas cada uma com tópicos que começavam com a letra “A” e iam até a letra “Z”. Agora, além de ler a teoria tínhamos que fazer listas infinitas de exercícios.

As outras matérias do mestrado do MIT eram assim também, para cada uma havia uma quantidade enorme de artigos para ler e enormes listas de exercícios. Além disso, tínhamos também que realizar trabalhos em grupo. E provas. E muita discussão e análise

em sala. Os meus dias em Boston se resumiam a acordar, escovar os dentes, comer, ler, fazer listas de exercícios, assistir aulas, comer, ler, fazer listas de exercícios, comer de novo, ler, fazer mais exercícios e dormir. De segunda a segunda. Procurava reservar pelo menos uma hora diária para atividades físicas. Corria cedinho pelo parque ou ia nadar antes de dormir (a piscina ficava aberta até às 23 horas). E assim passei dois anos e meio.

Experiência ruim? Pelo contrário, foi um dos melhores períodos da minha vida. As aulas eram maravilhosas, a vida no Campus era intensa. Havia inúmeros clubes de estudantes que promoviam as mais diversas atividades, tais como escaladas, festivais gastronômicos, passeios de barco, festas, churrascos. Todo dia havia inúmeras atividades gratuitas no campus, tais como cinema, música, dança, coral. O problema era arrumar um tempinho para participar, mas a gente fazia malabarismos e dava um jeito.

O MIT era um mundo a parte onde todos estudavam, todos escreviam muito, todos realizavam projetos, todos liam muito, todos trabalhavam duro. Ao final de cada período estávamos todos exaustos. Mas felizes, pois tínhamos aprendido muitos conceitos interessantes. Por isso talvez que o MIT tenha 78 ganhadores do Prêmio Nobel.



Outro dia, como professor, eu pedi a meus alunos de pós-graduação que lessem um capítulo do meu livro, de umas 15 páginas, para a aula da semana seguinte. Uma aluna me disse indignada:

-“O senhor só pode estar brincando, como eu vou conseguir ler 15 páginas em uma semana?”.

Pense um pouco nesta crônica, do ponto vista sistêmico. Será que a estrutura do ensino do Brasil contribui para os padrões de comportamento dos alunos e professores?

Acabando com a preguiça “desgramada”

-"Ler dá uma preguiça desgramada", disse o presidente Lula ao inaugurar a Bienal do Livro de São Paulo, Folha de São Paulo

Era uma vez uma faculdade. Naquela instituição, durante as aulas, os professores projetavam slides em uma tela branca. Eles faziam o uso de datashow e de algum software próprio para apresentações.

Após a aula, enviavam seus slides aos alunos que os imprimiam e decoravam para a prova. Na prova verificava-se se que os alunos tinham conseguido decorar bem todos os slides. Não era exigido muito além disso, os testes eram na verdade uma avaliação da capacidade de memorização. Ao final de cinco anos, ao se formarem, os alunos eram exímios decoradores de slides. Eles tinham desenvolvido a capacidade de decorar uma quantidade muito grande de informações e usá-las em provas. Infelizmente, após as provas, todos esqueciam rapidamente tudo que haviam decorado. A maior parte deles sequer chegou a abrir um livro ao longo de todo o curso!

Eu, como a maior parte dos professores, uso slides nas minhas aulas. São muito práticos, servem para realçar alguns conceitos. Às vezes projeto uma única figura e fico debatendo com os estudantes por vários minutos.

Alguns aluno(a)s costumam solicitar que eu envie as notas de aulas (coletânea de slides) para ele(a)s, mas eu não costumo fornecê-las. Por que sou tão cruel?

Por vários motivos. O primeiro motivo é que acho importante que os alunos desenvolvam a capacidade de leitura. Ao invés de entregar um slide onde apresento um resumo de um artigo que li, solicito que eles leiam o artigo que usei para criar os slides.

Ou recomendo a leitura dos capítulos do livro correspondentes à minha aula.

Já ouvi várias reclamações:

“Ah, professor, mas o artigo é muito grande, não tenho tempo para lê-lo!”

“O livro tem muita informação, os capítulos tem dezenas de páginas! Cansa ler. O slide torna tudo muito mais simples”.

“O artigo está em inglês, não em português. Eu não falo inglês!”

Infelizmente a vida é complexa, os problemas que enfrentamos nas empresas podem ser bastante complicados. Para resolvê-los temos que ter a capacidade de buscar informações, pesquisar por conta própria. As informações que necessitamos não se encontram organizadas na forma de slides disponíveis para download. Se tivermos a sorte de encontrar um artigo que ajude a resolver um problema, provavelmente ele estará escrito em inglês. Se você passou o tempo todo da faculdade evitando ler textos em

inglês irá sofrer um bocado mais tarde quando precisar lê-los rapidamente.

Slides são resumos, nada mais que isso. Slides servem como ponto de apoio ao professor, para ajudá-lo a não se esquecer de discutir alguns pontos importantes em sala. Só isso.

Slides não podem ser substitutos à leitura dos textos de referência. A leitura de um livro (ou de um artigo) tem um sabor todo especial. Lendo você exercita seu cérebro, você cria imagens mentais, você pode até achar aspectos interessantes que o professor esqueceu (ou não teve tempo de abordar em sala). Lendo você ganha vocabulário. Nada substitui o hábito de ler.

Já pensou se, ao invés de ler o livro “O Sítio do Picapau Amarelo” de Monteiro Lobato, você lesse uma apresentação em slides resumindo os pontos principais da obra? Já pensou que ótimo seria ler “Os Lusíadas” em slides?



O rodízio de veículos de São Paulo

Você sabe de onde surgiu a idéia do rodízio de veículos de São Paulo? Há uma lenda que diz que a idéia foi de Fábio Feldman e que visava reduzir a poluição na cidade nos meses de inverno. Uma boa idéia, diga-se de passagem.

Mas por que no inverno? Porque há a tal da inversão térmica que faz com que os poluentes fiquem presos sobre nossas cabeças como um colchão de ar. Nessa época do ano somos premiados com doses cavaleares de poluição.

Há duas formas de resolver este problema: a primeira é utilizar ventiladores gigantes para dissipar esse colchão de poluentes; a segunda é reduzir a quantidade de gases emitidos pelos escapamentos dos nossos carros. Pena que os tais ventiladores gigantes ainda não existam, portanto a única opção que nos resta é poluir menos.

Quando foi aplicado pela primeira vez, o rodízio funcionou muito bem: a poluição caiu e o trânsito melhorou! Os resultados foram tão bons que foi decidido ampliar o rodízio para o ano inteiro, não apenas no inverno.

Curiosamente o resultado alcançado foi o oposto do esperado: todo mundo resolveu comprar um segundo carro, driblando marotamente a lei. É claro que a precariedade dos transportes coletivos contribuiu para essa decisão. Como a maioria das pessoas não tinha dinheiro para comprar um carro novo, carros velhos foram adquiridos. Mas carro velho quebra mais. E quando quebra, cria congestionamentos. E carro velho também polui mais.

O comportamento de sistemas pode ser contra-intuitivo. Quando todos visam otimizar seus ganhos individuais a coletividade perde.

Mas o que nossos políticos sugerem para resolver o problema? Maiores restrições! Que tal proibir a circulação de veículos duas vezes por semana, ao invés de apenas uma vez? Brilhante, não?

Pode ter certeza de que se houver mais restrições partiremos para comprar um terceiro carro, um quarto e um quinto. Mais restrições só agravarão ainda mais a situação.

Como, então, resolver esse problema?

Nossos governantes precisam ter um mínimo de visão sistêmica. Precisam entender quais são as estruturas dos sistemas que determinam os padrões de comportamento observados. Precisam entender as realimentações, precisam entender as conexões.

É fácil imaginar a cidade de São Paulo como uma banheira cheia de carros. Pela torneira de entrada entram os veículos licenciados, digamos 500 por dia. Pelo ralo de saída saem os veículos descartados, digamos, 100 por dia. Onde ficam os 400 restantes?

Circulando por São Paulo. Poluindo. Congestionando. Quebrando. Infernizando. Fazendo com que a banheira transborde.

Será que a indústria automobilística tem a sua parcela de culpa nesse problema?

Será que o governo, ao incentivar a produção e consumo de carros, contribui para o agravamento da situação?

Quanto maior o incentivo à produção de carros, pior fica a nossa vida por aqui. Restringir a circulação não é uma solução, é uma medida paliativa. O que se deve fazer é atuar nos fluxos de carros que entram e que saem desse sistema complexo que é a cidade de São Paulo.

Que tal criar leis que criem restrições ao licenciamento? Que tal só licenciar um novo carro se um carro velho for descartado? Que tal definir um tempo de vida útil para veículos e proibi-los de circular dentro dos limites da cidade ao término desse período? Que tal fazer

investimentos pesados em transporte coletivo? Que tal tentar entender que há um limite, há número máximo de carros que a cidade consegue suportar?

Por que então nossos ilustres governantes não fazem isso?

Há várias respostas: a indústria automobilística gera empregos, gera impostos, gera votos. Mas contribui terrivelmente para o agravamento dos problemas urbanos.

Dificultar o licenciamento de carros também não é uma medida popular. Não dá votos.

Mas o pior problema, no meu entendimento é a falta de visão sistêmica nossa e dos nossos governantes. Enquanto nossos políticos se preocuparem mais com a sua permanência no poder e menos com a saúde e bem estar de seus eleitores continuaremos a viver em uma cidade cada vez mais poluída, caótica e congestionada. Enquanto procurarmos egoisticamente resolver apenas nossos problemas individuais



ignorando os problemas coletivos estaremos contribuindo para o agravamento da situação.

Falando bobagem com muita convicção...

Há mais de vinte anos atrás eu era oficial de Marinha, Segundo-Tenente do Corpo de Fuzileiros Navais, Comandante de Pelotão. Uma vez por ano o Batalhão onde eu servia participava de uma operação na Marambaia. Ficávamos durante uma semana realizando exercícios diários de tiro. Atirávamos com os mais diversos armamentos, fuzis, metralhadoras, morteiros, lança rojão, etc.

Ao final de cada dia os oficiais tinham uma reunião com o Comandante do Batalhão. Ele escolhia aleatoriamente um oficial e fazia várias perguntas sobre o exercício realizado durante o dia e sobre o armamento utilizado. Enquanto os oficiais respondiam ele fazia uma expressão bem séria e tomava notas, usando canetas coloridas. Uma tarde ele chamou um oficial e perguntou:

“Fulano, o seu pelotão atirou hoje como o morteiro de 60 milímetros. Então me diga, qual é o alcance máximo do armamento?”

“Cinco mil metros!”- respondeu Fulano prontamente.

“Cadência de tiro?”- perguntou o comandante.

“50 tiros por minuto!”- respondeu Fulano sem titubear.

“Peso do armamento?”- retrucou o Comandante.

“50 quilos!”- respondeu Fulano novamente, com uma expressão no rosto de que tinha certeza absoluta do que falava.

“Ótimo, parabéns Fulano!”- deu-se por satisfeito o Comandante.

Por coincidência eu lera o manual daquele armamento naquele dia. Todas as informações prestadas estavam totalmente erradas. Porém fiquei quieto. Assim que pude conversei com Fulano em particular.

“Fulano, eu li o manual, parece-me que o alcance da arma é de 1.000 metros e a cadência de tiro é de 15 tiros por minuto. Será que o manual está errado?”

Fulano olhou para os lados, certificou-se de que ninguém ouvira a nossa conversa e me segredou:

“Não, o manual está certo. Eu é que não tinha a menor idéia da resposta correta! Mas não tive dúvida, enchi o peito e falei com convicção. João, quando você não souber algo, responda qualquer besteira, mas com muita convicção! Pode ter certeza que ninguém ousará lhe contradizer!”

Fiquei pensando no conselho. Dia seguinte, sentei-me atrás do Comandante, por dois motivos. Eu não queria que ele me visse e chamasse para responder às perguntas e também estava bastante curioso em saber o que ele anotava. Ele escolheu um outro oficial para o interrogatório e começou a perguntar:

“Beltrano, hoje seu pelotão atirou com o lança rojão. Diga-me qual é...”

Enquanto o oficial respondia o Comandante rabiscava com a mesma expressão de seriedade. Observei discretamente as anotações. Ele começou desenhando um par de pernas femininas, bem torneadas, com uma caneta marrom. Fez nova pergunta ao oficial, que nesse momento já suava de nervosismo. Enquanto Beltrano sofria para responder, o Comandante caprichava no desenho das nádegas. Nova pergunta, novo desenho.

Desta vez trocou de caneta e desenhou uma calcinha, bem sexy. Pintou-a de azul. Percebi o seu padrão de comportamento: toda tarde, enquanto sofríamos para responder às suas perguntas, ele se divertia desenhando mulatas gostosas, de biquini colorido, à beira-mar. E o pior é que todos imaginavam que ele estava tomando notas das respostas e avaliando seriamente os oficiais!

Releia o capítulo sobre modelos mentais. Que características dos modelos mentais estão ilustrados nesta crônica?



Exportando cérebros

MIT e Harvard recebem milhares de candidatos aos seus programas de pós-graduação. Muitos dos candidatos não são norte-americanos, são oriundos do mundo inteiro, de países como a China, Índia, Japão, Rússia e Brasil. A demanda faz sentido, afinal são as melhores faculdades americanas, provavelmente as melhores do mundo.

Como há um número muito maior de candidatos do que de vagas elas podem se dar ao luxo de escolher os melhores dentre os melhores candidatos.

Imagine que você é um estudante de um país em desenvolvimento, como o Brasil. Você estudou aqui, desde o ensino fundamental até a faculdade. Vamos supor que você tenha estudado nas melhores instituições de ensino brasileiras e tenha se destacado como um dos melhores alunos. Quem pagou a sua formação?

Seus pais provavelmente investiram uma boa parte do salário deles no pagamento das mensalidades das escolas privadas em que você cursou o ensino fundamental e médio.

Eles investiram não apenas recursos financeiros, mas também o tempo deles na sua formação. Eles acompanharam a sua trajetória passo a passo, perderam noites de sono acompanhando os seus estudos, gastaram o que podiam e o que não podiam para que você se tornasse um bom aluno. Não esqueça de contabilizar as aulas de inglês, as aulas de reforço de matemática etc. etc. e etc.

Digamos que você correspondeu ao investimento de seus pais. Passou no vestibular, entrou para a melhor universidade pública do seu país!

Agora foi a vez do Brasil pagar pela sua formação. Cada cidadão, por mais humilde que fosse, pagou um pouco do custo da Universidade pública que você cursou. Eles pagaram os salários de seus professores, os computadores dos laboratórios, os livros das bibliotecas, até mesmos as mesas e cadeiras que você usou.

Novamente você correspondeu ao investimento da nação, foi um dos melhores alunos. Aproveitou e fez rapidamente o mestrado, na mesma instituição. Suponha que ao terminar o mestrado, você tenha resolvido se candidatar ao programa de doutorado do MIT. Você enfrentou dificuldade para obter uma bolsa de doutorado financiada pela FAPESP ou CNPQ, mas teve sorte de conseguir uma bolsa de estudos da própria universidade americana. E para lá você partiu, feliz da vida. Como era esperado, você também se destacou nos EUA. A bolsa de estudos de US\$ 1.800,00(mil e oitocentos dólares) permitiu que você se mantivesse muito bem por lá, sem luxos, mas sem aflições. Em cinco anos você concluiu o seu doutorado nos EUA. Ao terminar, você decidiu ser professor. Há duas opções possíveis:

1) Voltar ao Brasil. Prestar concurso para uma universidade pública. Viver de um salário fixo, que é independente da sua produção científica. Sofrer para conseguir financiamentos para suas pesquisas.

2) Ficar nos EUA. Ganhar um salário proporcional à sua produção. Esse salário seria muitas vezes superior ao salário pago no Brasil. Você teria acesso também a pesquisa de ponta, obteria financiamento fácil e rápido.

Para você, ficar nos EUA é um ótimo negócio. Para as universidades americanas, o retorno em relação ao investimento feito na sua formação é excelente. Para os EUA é



fantástico importar cérebros a um custo ínfimo. Quem é o grande perdedor dessa história?

Pense um pouco: será que esta crônica ilustra o arquétipo “sucesso aos bem sucedidos”?

O jeitinho brasileiro

Você vai atravessar a rua. No momento em que pisa na faixa de pedestre, os motoristas dos carros, ao invés de frearem, aceleram para passar antes de você!

Você está no meio da fila do cinema. Um grupo de pessoas chega, cumprimenta alguém que está no começo da fila e entra alegremente na sua frente como se nada tivesse acontecido. Você protesta e é agredido verbalmente pela malta.

Você vai a uma consulta médica. O médico diz que o valor da consulta é de \$400,00 reais com nota fiscal. Mas se você não fizer questão da nota, sai por \$250,00.

Você combina com a sua operadora de TV a cabo a instalação da linha na segunda-feira pela parte da manhã. Porém a instalação só é realizada, após muita reclamação, na sexta da semana seguinte, às 20:00.

Você foi severamente prejudicado por alguém, que atentou contra sua vida, de seus familiares ou contra o seu patrimônio. Você processa essa pessoa/empresa. Após um ano, ocorre a primeira audiência. Após dez anos finalmente sai a sentença. Ao ler a decisão judicial fica claro para você que o juiz mal leu o processo e acabou favorecendo o malfeitor. Você pode recorrer, mas tenha certeza que levará mais uns dez anos para obter nova sentença.

Você trabalha 12 meses por ano. Quatro, só para pagar impostos. Mas boa parte do dinheiro que pagamos acaba sendo desviada para alguma maracutaia. Essa maracutaia será amplamente divulgada nos jornais. Nenhuma providência será tomada, esse desvio nunca será apurado e espertalhões ficarão ricos a sua custa.



Você elege novos políticos. Eleitos, a primeira providência que eles tomam é aumentar os próprios salários em 100%. Você vai ao cinema. O casal sentado na fileira de trás fica conversando alto durante a sessão. Você pede silêncio educadamente e recebe um desaforo como resposta. Você compra um produto, ele vem com defeito. Você liga para o serviço de atendimento ao cliente que lhe informa que sua queixa será prontamente atendida e você será contatado. Esse contato nunca ocorrerá e você perderá horas e horas tentando resolver o

problema sem sucesso.

Você vai a uma pizzaria. Na hora de pagar, percebe que o valor cobrado está errado, bem acima do devido. Você reclama, o garçom faz cara feia, demora quinze minutos e traz uma nova conta. Errada novamente.

Você contrata um marceneiro para criar uma prateleira de livros. Ele traz as madeiras cortadas com dimensões erradas e faz a montagem de qualquer jeito, deixando tudo torto. Nem pense em reclamar, pois ele pode te ameaçar de morte.

Provavelmente você já enfrentou algumas situações semelhantes às que citei. Pergunta: por que as coisas são assim no Brasil? Quais são as estruturas dos sistemas responsáveis por esses padrões de comportamento? Pense um pouco. Será que tem a ver com a maneira com a qual educamos os nossos filhos? Será que tem a ver com os modelos mentais dominantes?

O inferno são os outros

Você tem um objetivo a alcançar, digamos passar no vestibular da USP. Quanto mais você estudar, mais você irá se aproximar desse objetivo. Enquanto você luta para atingir essa meta poderá receber palavras de incentivo para continuar se esforçando ou ouvir comentários do tipo:

-“Há muitos candidatos concorrendo ao vestibular da USP. Por que você não tenta uma faculdade menos concorrida? USP não é prá você...”

Comentários maldosos podem minar a sua vontade de estudar, fazendo com que você reduza os seus objetivos e acabe prestando vestibular para uma faculdade menos concorrida. Por outro lado, comentários assim podem mexer com o seu brio, fazendo com que aumente ainda mais a sua vontade de vencer. Imagine outra situação. Você gostaria de ter um livro publicado e envia o seu texto a uma editora. Você recebe a seguinte resposta do editor:

-“Agradecemos o material enviado, no entanto não temos interesse em publicá-lo.”

Mais um exemplo de um comentário devastador para a sua auto-estima. Você pode se sentir um lixo, pode desistir de vez de escrever. Ou pode fazer com que você se esforce ainda mais, melhore o material e o envie a outra editora. Você já passou por isso inúmeras vezes na vida. Provavelmente já te disseram que você não tinha talento para matemática, que você desenhava mal, que cantava mal, que escrevia mal, que lecionava mal, que em suma você era um ser inadequado, fraco, imprestável.

O que você fez com essas críticas? Ficou deprimido? Deixou de estudar matemática? Desistiu de desenhar? Nunca mais cantou? Perdeu a vontade de escrever? Abandonou a escola onde lecionava?

O inferno são os outros. Se você estiver aprendendo uma nova habilidade, pode ter certeza que sempre surgirá alguém para lhe criticar, para lhe desestimular. Quando você finalmente dominar essa habilidade, fique certo que outras pessoas surgirão e encontrarão novos defeitos no que você faz para criticar também.



Por que algumas pessoas são tão críticas? Será que é por pura inveja? Ou será que elas projetam em você todas as angústias e frustrações delas próprias? Talvez ambas as coisas. Mas de fato não importa porque os outros se comportam assim, o que importa é o que você vai fazer com as críticas alheias. Se você usar as críticas como combustível para alimentar a sua vontade de atingir suas metas, ótimo. Ouça as críticas, mas não se deixe abalar por elas. Pelo contrário, use-as a seu favor. Mantenha as metas que você estabeleceu, independentemente do que os outros digam ou falem. Curiosamente, os mais críticos são sempre aqueles que nunca tiveram coragem ou vontade de perseguir metas

realmente desafiadoras.

As situações descritas ilustram um arquétipo. O arquétipo que exemplifiquei é conhecido por “**Metas declinantes**”. Ele mostra que a influência de terceiros pode levar à erosão de nossos objetivos. A imagem que os outros têm de você pode influenciar a imagem que você tem de si próprio.

The End



Referências Bibliográficas

- AMARAL, J. A. A.** *Tecnologia da Informação*. São Paulo: Scortecci Editora, 2001.
- BARTLETT, A.**, The essential exponential!, CMSE, 2004
- BISILLIAT M., VILLA BÔAS, O., VILLAS BÔAS, C.**, *Xingu território tribal*, Cultura Editores Associados, 1990.
- BLACK, L.** *Notas de Aula*. MIT IAP – Course, 1999.
- BOAS, C. V.** *Almanaque do Sertão*. Rio de Janeiro: Editora Globo, 1997.
- BOSSEL, H.** *Systems and Models: complexity, dynamics, evolution, sustainability*, Books on Demand GmbH, Nordersted, Germany, 2007
- COOPER, K.** *The Rework Cycle*. PMNETwork, PMI, Fevereiro, 1993.
- CHUNG, T.** *Qualidade Começa em Mim: Manual de Neurolinguística de Liderança e Comunicação*. Osasco: Editora Novo Século, 2002.
- DONNER, D.** *The Logic of Failure*. Editora Perseus Books, 1997.

- FORD, A.** *Modelling the Environment: An introduction to System Dynamics Modeling of Environmental Systems.* Insland Press, 1999.
- FORRESTER, J.** *The Beginning of System Dynamics.* International Meeting of the System Dynamics Society, Alemanha: 1989.
- GORDON, R.** *A Assustadora História da Medicina.* São Paulo: Ediouro, 1993.
- HALLIDAY, J. & CHANG, J.** *Mao: Uma História Desconhecida.* São Paulo: Companhia das Letras, 2006.
- HARTMANN, T.** *The last hours of ancient sunlight,* Three Rivers Press, 1999
- HINES, J.** *Notas de Aula.* MIT – Course, 1999.
- KIRKWOOD, C.W.** *System Dynamics Methods: A Quick Introduction.* College of Business of the Arizona State University, 1998.
- LEVITT, S. D & Dubner, S. J.** *Freakonomics: o lado oculto e inesperado de tudo o que nos afeta.* Editora Campus, 2005.
- LOFTUS, M.** *The Black Death,* <http://www.insecta-inspecta.com/fleas/bdeath/>, 2006.
- LYNEIS, J.** *Notas de Aula.* MIT Systems and Project Management Course, 2000.
- MEADOWS, D., Randers, J., MEADOWS D.,** *Limits to growth: the 30-year update,* 2004, Chelsea Green Publishing Company
- MEADOWS, D.** *Thinking in Systems.* Chesea Green, 2010.
- MICROSOFT.** Encarta 2002.
- MICROSOFT.** Síndrome da Imunodeficiência Adquirida. Enciclopédia Encarta, 2002.
- MITTELSTAEDT, R. E.** *Seu Próximo Erro Será Fatal?.* Wharton School Publishing, 2005.
- OECH, R. V.** *Um Chute Na Rotina: Os Quatro Processos Essenciais do Processo Criativo.* Editora de Cultura, 1994.
- PISIG, R.M,** *Zen and the art of motorcycle maintenance: an inquire into values,* Harper Torch, New Yorl, 1976
- PMI.** *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide).* Project Management Institute. Newtown Square, Pennsylvania, USA. 2000 Edition.
- POWELL, B.** *Project Systems: Distinguishing Fact from Fantasy,* <http://www.systems-thinking.org>, 2003.
- REPENNING, N. & STERMAN, J. D.** *Getting Quality the Old-Fashioned Way: self-confirming attributions in the dynamics of process improvement.* Working Paper 3952-97, 1997.
- RICHARDSON, G.** *Problems with causal loops,* System Dynamics Review. Vol. 2, no 2. Summer,1986.
- RICHARDSON, G.** *Problems with causal loops revisited,* System Dynamics Review. Vol. 13. no 3. Autum, 1997.
- SAVITZ, S.** *The Madness of Chairman Mao.* http://www.geocities.com/savitz_1999/madmao.htm, 1998.
- SCHIMIDLI, D.** *Prohibition and its effects.* <http://prohibition.8m.com/prohibition.html>, 1999.
- SENGE, P.** *A Quinta Disciplina: Arte e Prática da Organização que Aprende.* Editora Best Seller, 1990.
- SHIBA, S. & WALDEN, D.** *Four Practical Revolutions in Management.* Editora Productivity Press, 2000.

STERMAN, J. D. *Business Dynamics*. Editora McGraw-Hill, 2000.
UJAVARI, S. C. *A História e Suas Epidemias: A Convivência com os Microorganismos*. Editora Senac, 2003.
VARELLA, D. *Por um Fio*. Editora Companhia das Letras, 2004. **TURBAN.** *Tecnologia da Informação para Gerenciamento*. Editora Bookman, 2002.
WIND Y., CROOK C., GUNTHER R., *A força dos modelos mentais*, Bookman, 2005