

# A DISCIPLINA DO PENSAMENTO SISTÊMICO<sup>1</sup>

James Jackson Griffith

*Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa,  
Minas Gerais, Brasil, 36570-000; griffith@ufv.br*

## INTRODUÇÃO

O pensamento sistêmico objetiva enxergar o todo, detectar padrões e inter-relacionamentos e aprender a reestruturar essas inter-relações de forma mais harmoniosa. Ele se desenvolveu como uma alternativa ao reducionismo, um modo de pensar muito difundido no Ocidente, mas, hoje, considerado simplório e prejudicial. Dentro desse amplo contexto cultural e institucional, o pensamento sistêmico começou, partindo de várias disciplinas e tradições intelectuais.

De acordo com Capra (1996), o pensamento sistêmico tem raízes teóricas na *biologia organísmica*, na *física quântica*, na *psicologia Gestalt* e na *ecologia*. É uma disciplina, e não uma tecnologia, porque constitui um regime de ordem livremente consentida pela pessoa ou grupo interessado. Entretanto, é possível “empacotar” (codificar) os princípios da *dinâmica de sistemas* como tecnologia de modelagem matemática (Bridgeland, 1998).

Os círculos de causalidade constituem a ferramenta principal do pensamento sistêmico. De acordo com esta visão, o mundo opera em circuitos de retroalimentação de reforço e balanceamento. O movimento desses ciclos em conjunto é considerado o comportamento geral do fenômeno ou evento sendo investigado.

## UMA BREVE HISTÓRIA DO PENSAMENTO SISTÊMICO

A seguinte história, resumida principalmente de Umpleby e Dent (1999), focaliza, para os fins desta apostila, o desenvolvimento institucional do pensamento sistêmico:

- Do Instituto de Pesquisa da Saúde Mental (MHRI) surgiu a **Teoria Geral de Sistemas**, um programa que começou nos anos de 1950 que procurava pensar de forma completamente abrangente sobre as interações entre seres humanos e ambiente. A liderança desse projeto incluiu James G. Miller, Anatol Rapoport, Kenneth Boulding, John Platt, Richard L. Meier e Walter Cannon. Embora Ludwig Von Bertalanffy, Margaret Mead e Richard Ericson não tenham trabalhado no MHRI, também contribuíram muito à Teoria Geral de Sistemas.

---

<sup>1</sup> Citação bibliográfica: GRIFFITH, J. J. *A disciplina do pensamento sistêmico*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, 2008.

- Os pesquisadores da Universidade de Pensilvânia e da Universidade *Case Western Reserve* desenvolveram a **Abordagem Sistêmica**, que enfatizava uma relação *produtor-produto*, em vez de preconizar o raciocínio *causa-efeito*. Outro conceito importante para esse grupo foi considerar as organizações como estruturas “circulares”. Concentrou seus esforços de desenvolvimento organizacional no planejamento interativo entre os níveis hierárquicos das instituições. Os pioneiros de pensamento dessa escola incluem E. A. Singer, Jr., C. West Churchman e Russell Ackoff.

- Durante a Segunda Guerra Mundial, os serviços estadunidense e britânico de inteligência aplicaram **Pesquisas Operacionais** ou **Análise de Sistemas** aos desafios militares, tais como, a decodificação de mensagens e o planejamento de táticas evasivas para proteger comboios navais. Durante a “Guerra Fria”, várias empresas de planejamento estratégico, como a *Rand Corporation*, continuaram esse tipo de estudo relacionado à atividade militar. Por meio de um pensamento mais sistêmico, contribuíram muito para a otimização da alocação de recursos e organização da logística.

- No Instituto de Tecnologia do Massachusetts (MIT) deu-se origem a **Dinâmica de Sistemas**, como consequência, em grande parte, do trabalho do Engenheiro Jay Forrester para desenvolver computadores e linguagens relacionadas à informática e simulação matemática. O trabalho desse grupo focalizou em como as perturbações aleatórias são capazes de acionar ciclos de retroalimentação, causando oscilações no sistema e desencadeando outras reações complexas. As situações modeladas por esses pesquisadores incluíram ciclos de comércio, dinâmica urbana, e previsões de esgotamento dos recursos ambientais mundiais. Entre aqueles que trabalharam na parte da modelagem ambiental global estavam Denis e Donella Meadows e Jorgen Randers. Esses autores e um co-autor externo, William Behrens III, foram muito reconhecidos na época por causa do livro publicado em 1972, **Os Limites ao Crescimento**.

- Um outro grupo do Instituto de Tecnologia de Massachusetts associou-se com a Universidade *Harvard* em trabalhos de consultoria junto a empresas e órgãos do governo. A aplicação do pensamento sistêmico desenvolvido por eles chamou-se **Aprendizagem Organizacional**. Os estudos concentraram-se na interação entre conjuntos de valores da sociedade e teorias comumente usadas por pessoas para explicar o cotidiano. Chris Argyris e Donald Schon foram os principais líderes desse grupo. Outro membro, Peter M. Senge, foi aluno tanto do Argyris como do Forrester, e publicou o livro **A Quinta Disciplina** (Senge, 1990), que popularizou o pensamento sistêmico no mundo inteiro.

- Os fabricantes japoneses e norte-americanos têm sido os principais beneficiados dos programas de outra vertente do pensamento sistêmico, o **Manejo de Qualidade Total**. Após a Segunda Guerra Mundial começou como um movimento para melhorar a então fraca competitividade do comércio exterior de Japão. Mais tarde, durante a década de 1980, como resposta para contrapor o sucesso do programa em Japão, o movimento foi amplamente difundido também nos Estados Unidos e Canadá. Hoje, as suas técnicas são mundialmente consagradas, sendo utilizadas tanto para melhorar o desempenho do setor público

quanto das empresas privadas. Os principais proponentes foram W. Edwards Deming (um consultor estadunidense que iniciou o programa no Japão na época pós-guerra e que foi “redescoberto” depois nos Estados Unidos), Joseph Duran e Phillip Crosby.

- Os organizadores das Conferências da Fundação *Macy* convidavam todo ano um grupo seletivo de pensadores. Eles conseguiram, nas suas reuniões, abranger todas as subdivisões da **Cibernética** (o próprio nome “cibernética” foi consagrado nessas reuniões). Patrocinadas por essa organização fundada em memória do filantropo Josiah Macy, Jr., dez reuniões ocorreram entre 1944 e 1954. Três escolas predominantes surgiram como consequência dessas conferências: 1) *A Cibernética de Wiener* – formado em filosofia na Universidade *Harvard*, Norbert Wiener desenvolveu modelos baseados em eventos futuros e não do passado numa tentativa de lidar com fenômenos teleológicos. Outros membros importantes dessa escola incluem o mexicano Arturo Rosenblueth e Ross Ashby; 2) *A Cibernética de Turing* – os membros dessa escola perceberam que podia ser necessário reinterpretar a história de acordo com a revelação de novos fatos. O caso específico que incentivou esse pensamento foi a revelação, feita muitas décadas depois, de que a decodificação de mensagens, lograda principalmente pelo cientista Alan Turing e outros especialistas britânicos, acelerou muito o término da Segunda Guerra Mundial na Europa; 3) *A Cibernética de McCulloch* – os cientistas dessa vertente desenvolveram experimentos epistemológicos baseados em redes neurais. Além do Warren McCulloch, incluem-se Walter Pitts, John von Neumann, o chileno Humberto Maturana e Heinz von Foerster. Nos anos de 1970, um ramo, chamado “cibernética de segunda ordem”, concentrou-se em incluir o observador dentro do domínio da observação científica. Segundo Umpleby e Dent (1999), uma consideração importante dessa segunda ordem é o dualismo entre tal construtivismo (fundamentado nas diferenças de interpretação entre os observadores) contrastado com o realismo.

- Mencionada, mas não descrita por Umpleby e Dent (1999) é a **Teoria da Complexidade**. Não obstante, considera-se importante incluir esta teoria na história aqui apresentada do pensamento sistêmico. Segundo Waldrop (1999), a complexidade é um fenômeno intermediário entre a ordem e o caos. A sua dinâmica, em termos operacionais, toma, principalmente, a forma de um mecanismo de retroalimentação compensatória que entra em função ao perturbar um sistema. É comum isso acontecer no caso dos eventos ecológicos. Reagindo à perturbação, a gama de forças e resistências envolvidas conseguem se auto-organizar na região intermediária entre as respostas caóticas do início e as mais ordenadas em longo prazo. Por meio dessas respostas sistêmicas surge uma condição emergente capaz de ser uma nova ordem. Duas organizações foram criadas para estudar tal complexidade: em 1984, George Cowan fundou, em Novo México, o Instituto Santa Fé, e em 1986, Stephen Wolfram iniciou trabalhos semelhantes no Centro para Sistemas Complexos na Universidade de Illinois. A lista dos contribuintes à Teoria da Complexidade é tão grande que apenas alguns, além do Cowan e Wolfram, podem ser citados, como, Ed Lorenz, Robert May, David Ruelle, Floris Takens, Benoit Mandelbrot, Ilya Prigogine, Michael Feigenbaum, Rene Thom, Chris Langton e Stuart Kauffman.

- O dualismo *construtivismo/realismo* anteriormente descrito por Umpleby e Dent (1999), como parte da Cibernética de McCulloch, e os conceitos autocatalíticos da Teoria da Complexidade se juntam em ainda mais uma vertente, o **Pensamento “Feedback”**. O conceito da retroalimentação é muito entrelaçado com as tradições intelectuais do pensamento sistêmico. De acordo com G. P. Richardson (1991), as pessoas que mais contribuíram para fazer uma ponte entre o conceito da retroalimentação, como vinha sendo usado na engenharia, e as ciências sociais foram Norbert Wiener, Kurt Lewin, Karl Deutsch, Arnold Tustin, A. W. Phillips e Herbert Simon. Essa junção aconteceu durante o período de 1943 a 1953. A retroalimentação evoluída nas ciências sociais assimilou duas tradições intelectuais já consagradas da engenharia: 1) dos servomecanismos (fundamentada na modelagem matemática desenvolvida em biologia e economia, que acabou sendo mais ligada à sociologia) e 2) da cibernética (oriunda principalmente de lógica formal e da fisiologia, o que especialmente contribuiu para os conceitos de auto-referência e homeostase). Segundo Umpleby e Dent (1999), os predecessores filosóficos para a cibernética incluem Bertrand Russell, Ludwig Wittgenstein e Ronald Fisher. Cada uma dessas duas abordagens (dos servomecanismos e da cibernética) é uma maneira autoconsistente e independente de enxergar o mundo. Por outro lado, pelo fato de ter havido duas tradições, pode-se, hoje, interpretar a retroalimentação em sistemas sociais de duas maneiras distintas, porém complementares (Richardson, 1991).

## CONCEITOS BÁSICOS DO PENSAMENTO SISTÊMICO

Anderson e Johnson (1997, tradução nossa, p. 2) definem sistema como “um grupo de componentes interligados, inter-relacionados ou interdependentes, que formam um todo complexo e unificado”. Segundo os mesmos autores (1997, tradução nossa, p.3-5), as cinco características essenciais de um sistema são as seguintes:

1. *Todas as partes necessitam estar presentes para garantir o funcionamento ótimo do sistema;*
2. *É necessário fazer um arranjo específico das partes para que o sistema consiga alcançar a sua meta;*
3. *Os sistemas realizam as suas metas específicas e próprias dentro de sistemas ainda maiores;*
4. *Os sistemas mantêm a sua estabilidade por meio de flutuações e ajustes;*
5. *Existem fluxos de retroalimentação (“feedback”) em sistemas.*

Os sistemas são construídos de *estruturas*. A estrutura é a maneira na qual os componentes do sistema estão inter-relacionados como um todo, ou seja, é a *organização* do sistema. A organização consiste mais em inter-relacionamentos do que em objetos do sistema em si, por isso, a estrutura é invisível. Apesar da dificuldade de enxergá-las, é possível compreender a importância de estruturas por meio do conceito da pirâmide “Estrutura/Padrões/Eventos”, mostrada na Figura 1. Os componentes desta pirâmide são os seguintes:

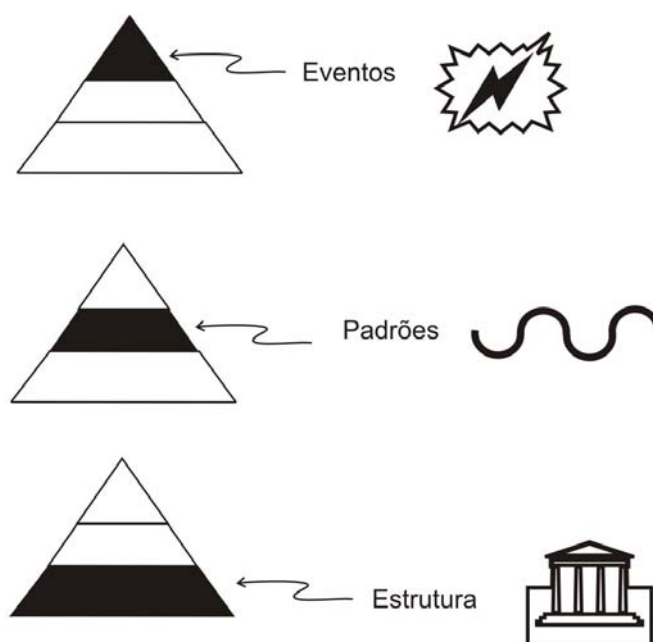


Figura 1 – Os três níveis de gestão ambiental aplicando o pensamento sistêmico.

*Eventos* - são representados pelo ápice da pirâmide porque, os rápidos acontecimentos cotidianos compõem o enfoque principal de um mundo globalizado, sujeito a mudanças constantes. A habilidade de perceber e entender eventos tão rápidos é parecida com tirar e observar fotografias das ocorrências, pois assim, consegue-se congelar os momentos assim que acontecem.

*Padrões* - são as tendências de mudanças dos eventos no transcorrer do tempo. A compreensão dos padrões que caracterizam uma série de eventos é um nível mais profundo do pensamento sistêmico em relação à mera observação momentânea.

*Estrutura* - é a base da pirâmide porque significa a compreensão ainda mais profunda da organização do sistema em questão. É uma explicação da organização em termos dos inter-relacionamentos do sistema. Estes inter-relacionamentos podem ser desenhados nos chamados “círculos de causalidade”, assunto a ser tratado mais adiante neste texto.

Cada nível da pirâmide permite um grau relativo de gerenciamento. Segundo Anderson e Johnson (1997), os administradores estão limitados a *reagir* aos eventos. Entretanto, há mais liberdade de ação em *adaptar-se* aos padrões e, ainda mais, ao criar *transformações* por meio das estruturas. É no nível das estruturas que o administrador encontra maior poder de mudança sobre sua instituição. O gerente inteligente saberá, a cada nível, atuar ou utilizar técnicas que afetam simultaneamente os três.

## PENSAMENTO SISTÊMICO E MODELAGEM

Os métodos de diagnóstico sistêmico podem ser aplicados em um amplo campo de problemas físicos e sociais, incluindo questões de ambiência. Senge (1990) descreve o pensamento sistêmico como uma abordagem desenvolvida para enxergar um problema como um conjunto completo formado pelas conexões e variáveis em uma ou mais voltas de retroalimentação, seja de reforço (R) ou de balanceamento (B).

Estes volteios podem ser desenhados como diagramas esquemáticos (ou seja, figuras que representam não a forma dos objetos, mas as suas relações e funções). Tais desenhos se chamam “círculos de causalidade” e o conjunto desses círculos é chamado “diagrama de influência”.

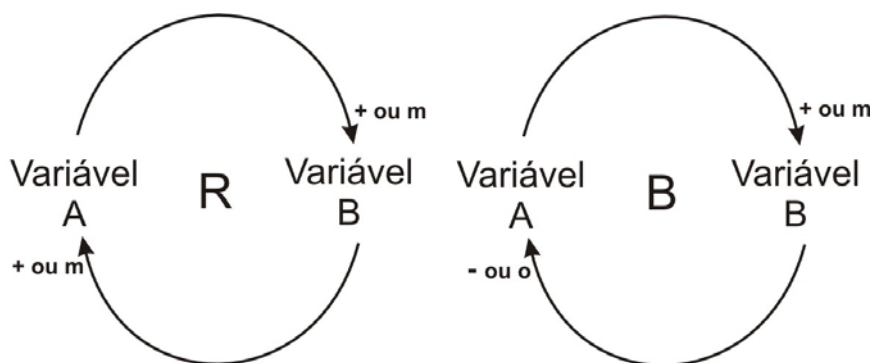


Figura 2 – Círculos de causalidade (R = Reforço; B = Balanceamento).

Os círculos de causalidade consistem de variáveis (que podem aumentar ou diminuir no decorrer do tempo) interligadas por conectores (arcos com setas que indicam direção ou sentido de causalidade). Há duas possíveis relações entre as variáveis: na primeira, uma variável aumenta (ou diminui) enquanto a outra também aumenta (ou diminui). Alternativamente, na segunda situação, uma variável aumenta (ou diminui) enquanto a outra diminui (ou aumenta). No primeiro caso, o sinal é positivo (“+”); no segundo, negativo (“-“).

O gerente deve usar processos de aprendizagem colaborativa para resolver junto com sua equipe os desafios institucionais, e não por meio de comando e controle. Uma vez capacitada em pensamento sistêmico, a equipe conseguirá identificar as principais variáveis e o padrão de inter-relacionamentos sistêmicos que constituem o problema. Quando todos alcançarem a mesma percepção, deverão decidir quais são os “pontos de alavancagem” dentro do modelo para aplicar soluções eficazes. A listagem e priorização desses pontos de atuação conjunta para resolver os desafios detectados constituem-se no planejamento estratégico do sistema. São ações promotoras de mudanças efetivas da situação em que se encontra a organização.

Muitas vezes, o conjunto completo mostra um comportamento problemático e sistêmico que pode ser encontrado em muitas outras situações. Essa repetição de padrões pode ser modelada por meio de *arquétipos*. Por sua vez, esses arquétipos podem servir, da maneira descrita a seguir, como pontos de partido para diagnosticar sistemas.

## OS ARQUÉTIPOS DE SISTEMAS

Os pensadores sistêmicos, principalmente do grupo associado ao Instituto de Tecnologia de Massachusetts, têm formulado oito arquétipos (Senge, 1990; Anderson e Johnson, 1997). Cada um é representado por um círculo de causalidade que retrata uma “história” comum que ocorre quando certos ingredientes ou variáveis começam a interagir de uma maneira normalmente problemática. Os arquétipos representam o desencadeamento de um comportamento estrutural que costuma seguir uma dinâmica padronizada, independentemente da situação física ou social em que ocorrem. Esses cenários podem ser bastante diversos, desde inter-relacionamentos familiares até situações cotidianas que ocorrem no local de trabalho. Muitas vezes, os problemas que parecem, à primeira vista, ser únicos acabam sendo causados pela mesma estrutura sistêmica, o arquétipo.

Os oito arquétipos podem ser utilizados para descrever e diagnosticar situações de gestão ambiental, visando o melhoramento do gerenciamento. Eisenack et al. (2006) recomendam a construção de arquétipos como um método formal para analisar sistemas sócio-ecológicos. Para um exemplo da aplicação de arquétipos à filosofia ambiental (conceitos de revitalização de áreas degradadas urbanas), vide Griffith e Berdague (2006). Griffith (2007a) tem usado arquétipos para diagnosticar situações de recuperação ambiental de modo geral.

Aproveita-se, aqui nesta apostila, a oportunidade para sugerir que, de agora em diante, ampliemos o conceito de arquétipo, divergindo, em alguns casos, do seu uso costumeiro. Senge (1990) e Anderson e Johnson (1997), se limitam, aparentemente, a aplicar os arquétipos somente para representar situações de entropia e desgaste. Vários dos seus exemplos parecem ser fundamentos na chamada economia de retornos decrescentes. Deve-se questionar se não existem, também, arquétipos para representar e modelar fenômenos emergentes, no sentido positivo. É possível imaginar, como Griffith (2007b) fez por meio de uma “holarquia” de recuperação ambiental, arquétipos que tratem de economias de retornos crescentes e situações de sinergia ecológica.

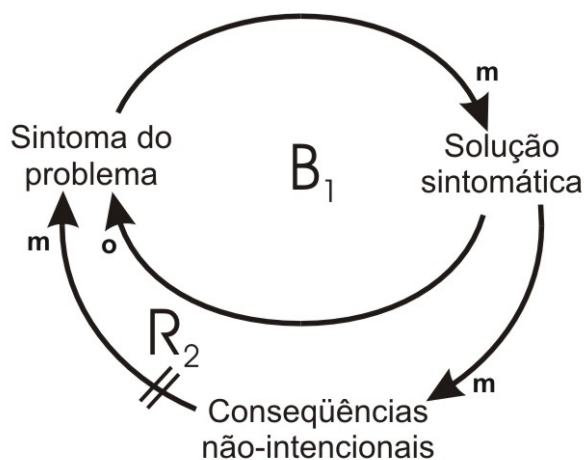
A relação seguinte descreve os oito arquétipos convencionais e os círculos de causalidade correspondentes<sup>2</sup>.

**Consertos que Pipocam** – Todos nós somos forçados, de vez em quando, a atuar como “bombeiros”, recorrendo a táticas de caráter temporário para lidar com problemas urgentes. Muitas vezes, a tática aplicada é precária, o conserto sendo um

---

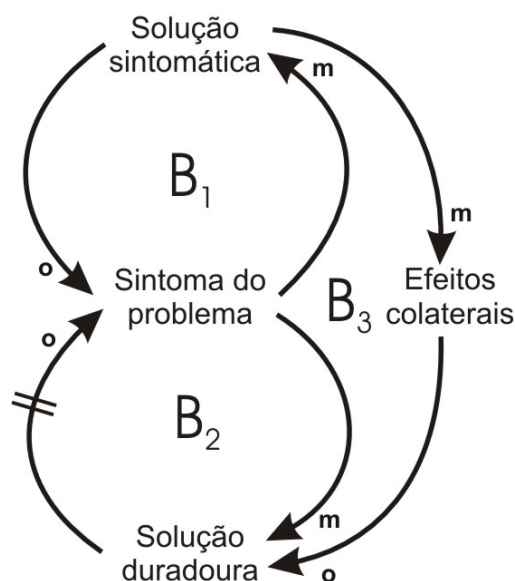
<sup>2</sup> As fontes das figuras ilustrando os oito arquétipos são Anderson e Johnson (1997, Apêndice D) e Senge (1990, Apêndice 2). A seqüência original usada por esses autores para apresentar os arquétipos foi alterada para os fins desta apostila.

“quebra galho”. É capaz de aliviar os sintomas do problema, mas, na maioria das vezes, a “solução sintomática” não atende às suas verdadeiras causas. Ao contrário, costuma agravar o problema devido às conseqüências não-intencionais associadas ao “quebra galho”.



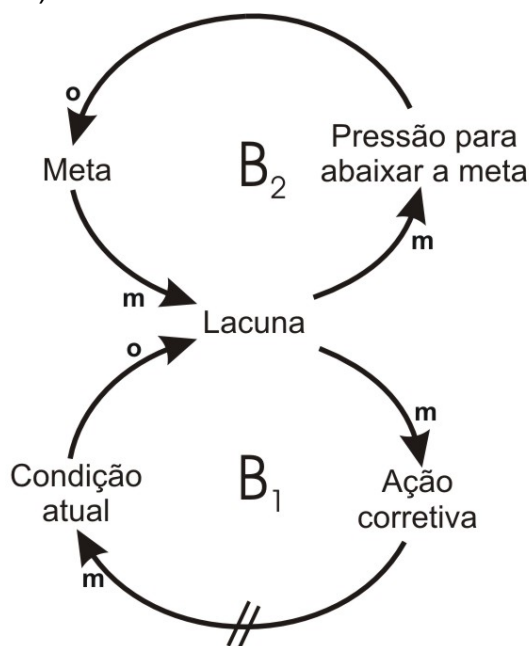
**m** = mesma direção de mudança; **o** = oposta

**Transferindo o Fardo** – Muito parecido com “Consertos que Pipocam”, este modelo descreve a seguinte escolha gerencial: ao ser confrontado com os sinais óbvios da existência de um problema, podem-se tratar tais sintomas de duas maneiras: 1) aplicar uma solução sintomática (o que normalmente não se comprova satisfatório porque se limita a atender aspectos superficiais e reduz a pressão para implantação de uma solução mais duradoura) ou 2) aplicar uma solução fundamental (essa é a melhor escolha porque vai à raiz do problema).

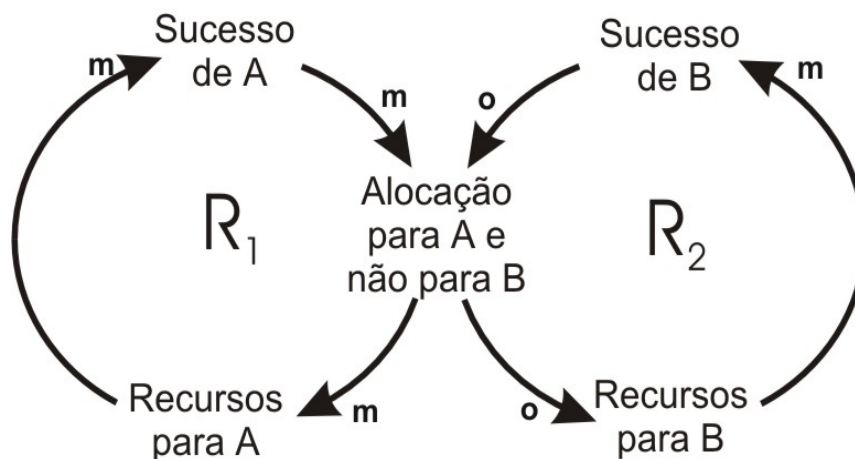




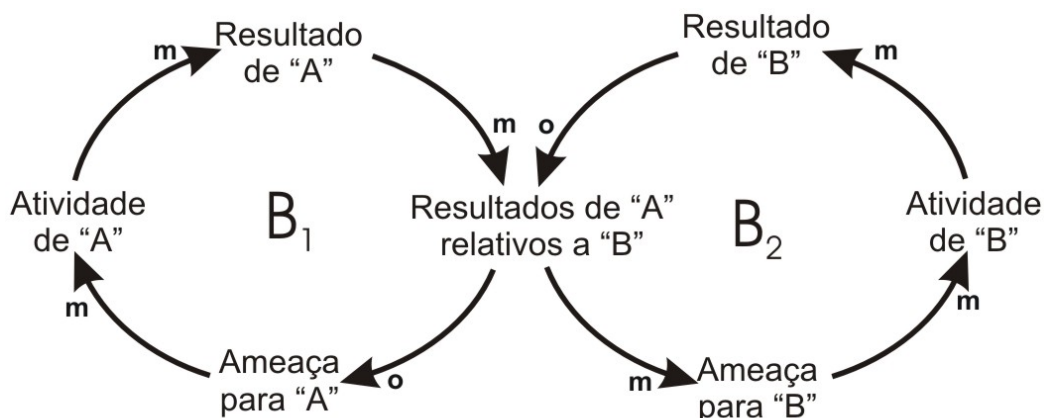
**Metas a Deriva** – Uma vez estabelecida uma meta, pode ser difícil mantê-la. Mesmo havendo esforços para cumprir o marco, pode surgir uma lacuna ou brecha entre o ideal almejado e a situação real. O gerente tem duas alternativas: a lacuna pode ser eliminada por meio de ações corretivas, visando o cumprimento do alvo original (a melhor escolha). A outra opção é ofuscar o desvio do ideal por meio de um rebaixamento da meta (esta decisão resultará numa eventual deterioração da situação do sistema em geral).



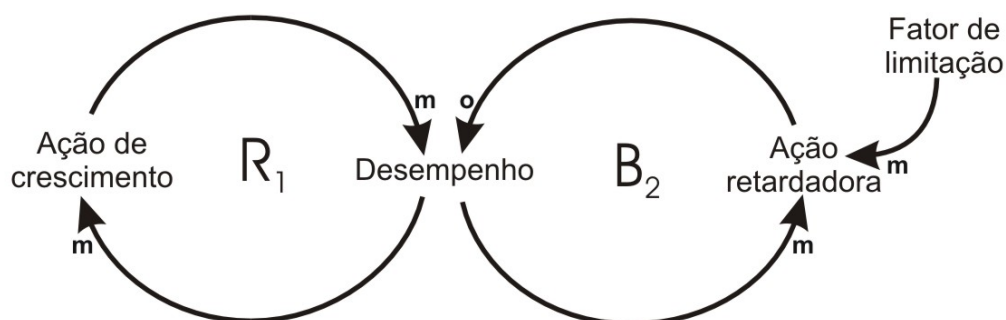
**Sucesso para o Bem-Sucedido** – Se para uma pessoa ou grupo (Parte A) fossem alocados mais recursos que para outra pessoa ou grupo igualmente capaz (Parte B), o recipiente, ou recipientes, originalmente mais beneficiados normalmente se sairão melhor (lograr um sucesso maior) que a outra parte. E, em alocações futuras, a Parte A continuará reforçando sua situação privilegiada, aproveitando cada vez mais a vantagem obtida inicialmente.



**Escalada** – Novamente, é um caso com duas partes numa situação de competição. Entretanto, desta vez, as ações da Parte A não são somente enxergadas pela Parte B como ameaçadoras, mas provocam, também, uma ação vingativa e semelhante feita pela Parte B. Isso cria entre as duas partes um efeito reforçador na forma de um “8” que pode crescer exponencialmente no futuro.

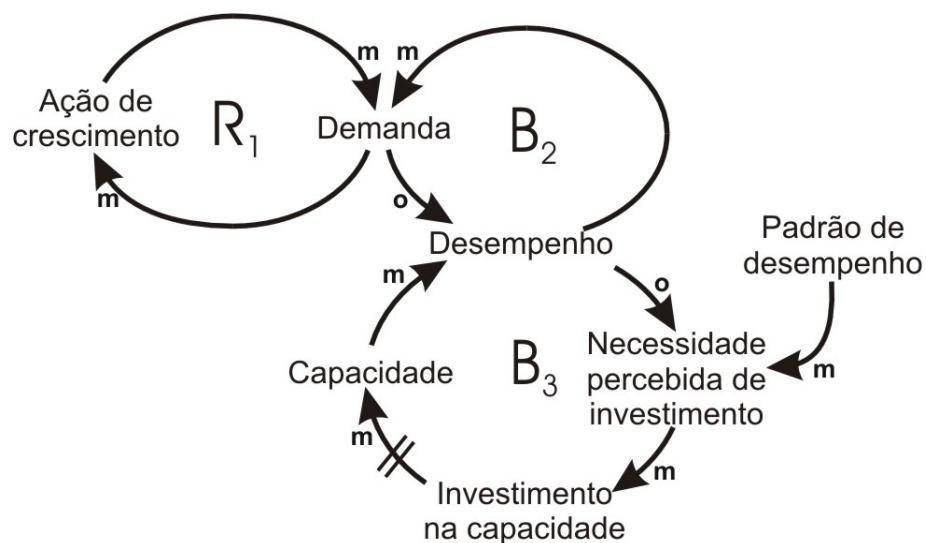


**Limites ao Crescimento** – Um dos postulados fundamentais do pensamento sistêmico afirma que nada pode crescer para sempre. Em alguma instância no ciclo de crescimento, algum fator limitante interferirá com o processo de reforço. O sistema normalmente sinaliza com bastante clareza quando se está aproximando seu limite. Mesmo fazendo esforços para manter o ritmo anterior de crescimento, tais tentativas serão em vão, devido à nova dinâmica de balanceamento.

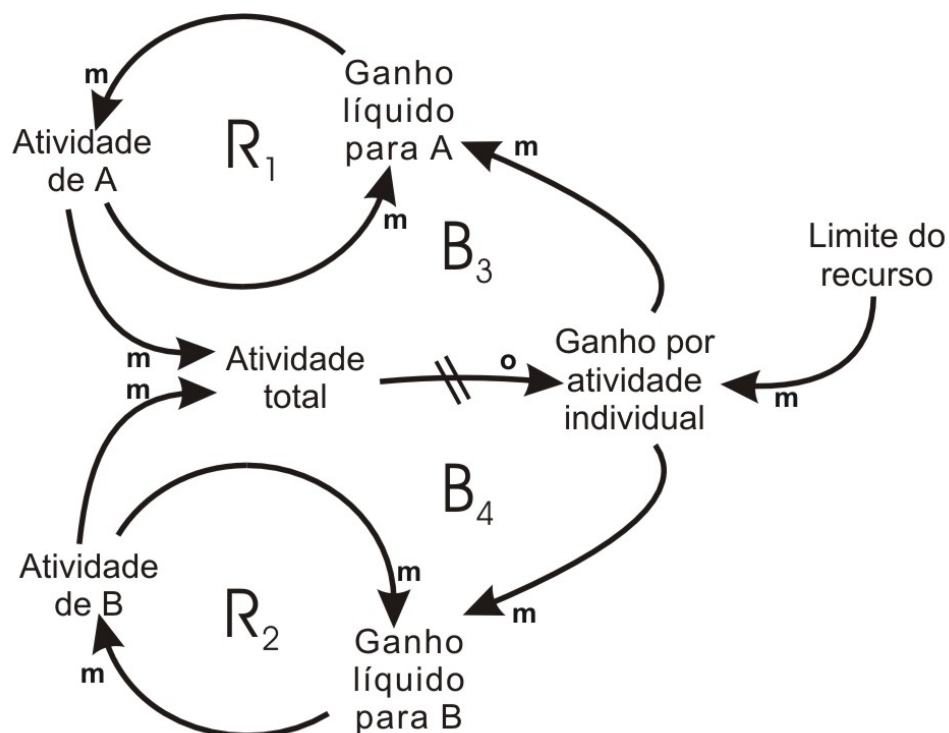


**Crescimento e Sub-investimento** – Este arquétipo é uma extensão do arquétipo anterior porque descreve uma dinâmica que acontece, muitas vezes, ao enfrentar *Limites ao Crescimento*. Ele afirma que os fatores limitantes podem ser alterados se os responsáveis fizerem investimentos para aumentar a capacidade do sistema. Entretanto, se não reagirem com rapidez, o sistema chegará aos seus limites. Ao invés de fazer novos investimentos, muitos gerentes escolhem a solução mais fácil para reduzir as metas de desempenho. Isso desencadeia um espiral descendente porque o abaixamento de metas resulta numa diminuição das expectativas de modo geral. Por sua vez, isso reduz ainda mais a percepção da necessidade de fazer

novos investimentos. A dinâmica inteira se torna um círculo vicioso semelhante ao dilema já descrito anteriormente como *Metas a Deriva*.



**Tragédia da Propriedade em Comum** – Se o uso total de um recurso de propriedade comum ultrapassar a capacidade de sustentação do sistema, tal recurso ficará sobrecarregado. Ao passar desse limiar, o recurso começará a se deteriorar e os benefícios colhidos diminuirão cada vez mais para todos os usuários. Não obstante, desde que alguns desses consigam obter algum benefício, mesmo sendo pequeno, eles continuarão explorando o recurso. Cientes de que o recurso está acabando, se esforçarão cada vez mais para captar o valor remanescente, agravando ainda mais a deterioração do recurso.



## REFERÊNCIAS

ANDERSON, V.; JOHNSON, L. **Systems thinking basics**: from concepts to causal loops. Cambridge, MA: Pegasus Communications, 1997.

BRIDGELAND, D. Technology versus discipline: why I am not a systems thinker. **The System Thinker**, v.9, n.2, p. 9-10, 1998,

CAPRA, F. **A teia da vida**: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo, SP: Cultrix, 1996.

EISENACK, K.; LÜDEKE, M.; KROPP, J. Construction of archetypes as a formal method to analyze social-ecological systems. In: IDGEC SYNTHESIS CONFERENCE: INSTITUTIONS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE FACE OF GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE, 2006, Bali. Panel paper...Santa Barbara, CA: UCSB, 2006. Disponível em: <[http://www2.bren.ucsb.edu/~idgcec/papers/Klaus\\_Eisenack.pdf](http://www2.bren.ucsb.edu/~idgcec/papers/Klaus_Eisenack.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2008.

GRIFFITH, J. J. Applying systemic thinking for teaching disturbed-land reclamation in Brazil. **Environmental Philosophy**, v.4, n.1,2, p. 163-178, 2007.

GRIFFITH, J. J. Cinco subsistemas de recuperação ambiental: Uma proposta de gestão holônica. In: **Recuperação de áreas mineradas**: a visão dos especialistas brasileiros, ed. José Maria F. Alba (Brasília, DF: Embrapa), 2007.

GRIFFITH, J. J.; BERDAGUE, C. Autopoiese urbana e recuperação ambiental. **Saneamento Ambiental**, ano 16, n.120, p. 65-70, 2006.

MEADOWS, D.H.; MEADOWS, D.L.; RANDERS, J; BEHRENS W.W.III. **The limits to growth**. New York, NY: Potomac Associates, 1972.

RICHARDSON, G.P. **Feedback thought in social science and systems theory**. Waltham, MA: Pegasus Communications, 1991.

SENGE, P.M. **A quinta disciplina**: arte, teoria e prática da organização de aprendizagem. 12. ed. São Paulo, SP: Best Seller, 1990.

UMPLEBY, S.A.; DENT. The origins and purposes of several traditions in systems theory and cybernetics. **Cybernetics and Systems: An International Journal**, v.30, p. 79-103, 1999.

WALDROP, M. M. **Complexity**: the emerging science at the edge of order and chaos. New York, NY: Touchstone, 1992.