

Artigo

## Zoneamento Econômico de Territórios de Bacias Hidrográficas - Importância Ecológica

*Paulo Pereira Martins Junior, Omar Campos Ferreira*

## Ciência e Tecnologia

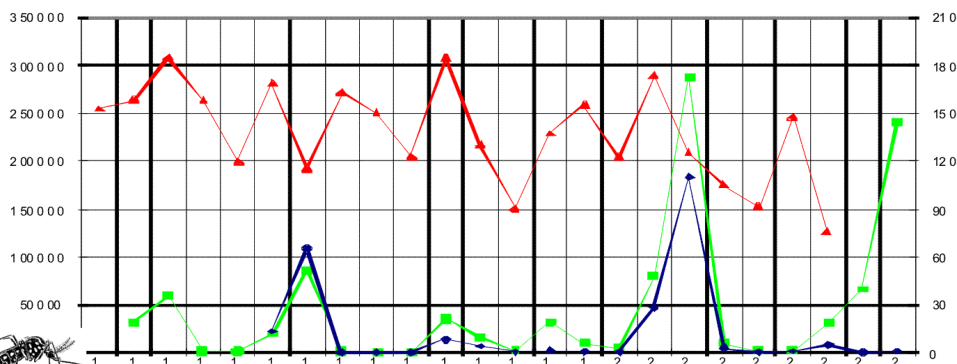
*Iberê Mariano da Silva*

Textos para Discussão

## Tratamento Logístico das Ocorrências Anuais de Dengue no Rio de Janeiro (1985 - 2008)

*José Israel Vargas, Carlos Feu Alvim,  
Omar Campos Ferreira, Pedro Maciel Corgozinho*

**IMPRESSO**  
ENVELOPAMENTO AUTORIZADO  
PODE SER ABERTO PELA ECT



**As Usinas Angra 1 e 2** são responsáveis por mais de 50% da energia consumida no Estado do Rio de Janeiro.

Uma energia limpa que gera empregos e desenvolvimento. Além disso, a Eletronuclear tem projetos de responsabilidade social que privilegiam o bem-estar das comunidades locais, a preservação da natureza e a saúde no trabalho.

**Eletronuclear.**

A energia do futuro é a energia da gente.



**ELETRONUCLEAR**  
ELETROBRÁS TERMONUCLEAR S.A.

**Eletróbrás**   
Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

Ministério de  
Minas e Energia



---

Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 Centro CEP 20040-005  
Rio de Janeiro RJ Tel (21) 2222-4816 Fax 2242-2085  
BH: Rua Jornalista Jair Silva, 180 Bairro Anchieta CEP 30310-290  
Belo Horizonte MG Tel./Fax (31) 3284-3416  
Internet :<http://ecen.com>.

---

Editor Gráfico: Marcos Alvim



**Economia e Energia** – <http://ecen.com>

Nº 71 Dezembro de 2008/Janeiro de 2009

ISSN 1518-2932

Versão em Inglês e Português disponível em: <http://ecen.com>

## Opinião

### **Ciência e Tecnologia**

*Iberê Mariano da Silva*

Nossa revista, em seus artigos de opinião, procura ser um fórum onde possam se manifestar diferentes pontos de vista de pessoas de expressão nos temas de sua especialidade. O autor, que exerceu importantes funções no setor tecnológico das Forças Armadas, encara explicitamente a Ciência e Tecnologia como expressão do “Poder Nacional de um Estado Soberano”, que é um ponto de vista pouco abordado no cenário nacional.

## Texto para Discussão

### **Tratamento Logístico das Ocorrências Anuais de Dengue no Rio de Janeiro (1985 - 2008)**

*José Israel Vargas, Carlos Feu Alvim, Omar Campos Ferreira e Pedro Maciel Corgozinho*

O tratamento logístico foi aplicado por Cesare Marchetti a inúmeros sistemas sociais e econômicos e tecnológicos, o professor José Israel Vargas o aplicou também a diversos sistemas com ênfase em casos brasileiros. A metodologia, que nasceu na análise de Volterra e Lotka de sistemas de competição biológica, volta a ser aplicada em seu campo original em assunto de vital importância para a saúde pública, cujo interesse extrapola ao dos estudiosos da área. No caso, a metodologia foi usada para prever uma possível epidemia de dengue no Estado do Rio de Janeiro em 2009.

## Artigo

### **Zoneamento Econômico de Territórios de Bacias Hidrográficas – Importância Ecológica**

*Paulo Pereira Martins Junior e Omar Campos Ferreira*

O artigo dá seqüência ao “Zoneamentos Ecológicos de Bacias Hidrográficas - Importância Econômica” publicado no No 69 desta revista. O zoneamento econômico é parte do processo para se atingir a produtividade econômica sustentável. A noção de sustentabilidade é retraçada de modo a integrar relações de produção diretamente ligadas à terra e aos custos de produção, procurando a integração entre o pensamento ambiental e o econômico.

## SUMÁRIO

<b>Ciência e Tecnologia</b> .....	3
<b>Tratamento Logístico das Ocorrências Anuais de Dengue no Rio de Janeiro (1985 - 2008)</b> .....	7
Resumo .....	7
Abstract .....	7
Palavras-chave.....	7
1. Introdução .....	8
2. Discussão.....	9
3. Conclusão .....	18
Agradecimento .....	18
Referências.....	19
<b>Zoneamento Econômico de Territórios de Bacias Hidrográficas – Importância Ecológica</b> .....	24
Resumo .....	24
Abstract .....	24
Palavras-chave.....	24
Introdução .....	25
Problemas .....	26
Objetivos .....	27
Fundamentação em Economia Física .....	27
Os Zoneamentos.....	29
A Questão Econômica e a Sustentabilidade Ecológica - Econômica.....	31
Áreas Totais – Nativa, Plantada e Recuperável .....	35
Conclusões.....	37
Referências .....	39

## Opinião

## Ciência e Tecnologia

Iberê Mariano da Silva (\*)

A área de ciência e tecnologia (C&T) é uma expressão do Poder Nacional de um Estado soberano, ao lado das expressões militar, psicossocial, econômica e política. Esta área é também um separador entre as nações que estão submissas e aquelas que almejam se projetar.

Em geral usa-se C&T como palavra composta. Não é. Ciência é uma coisa e tecnologia é outra. Num modo simplista, a ciência é a parte pura, que não tem dono e pertence a toda humanidade. Por exemplo, as leis de Newton, de Ohm, de Boyle-Mariotti, o modelo do átomo etc. Já a tecnologia é a parte que se comercializa. Vende-se, troca-se ou esconde-se. Em alguns acordos comerciais, uma das cláusulas é a transferência de tecnologia. Justo aqui, começa o nosso problema. Muitas vezes não são escolhidas pessoas com o pré-conhecimento necessário para recebê-la. Esta se perde, com prejuízo para a nação.

Vejam alguns problemas dos pesquisadores e cientistas. Em geral são tidos, por instituições não preparadas para eles, como “criadores de casos”. Isto é devido a estarem permanentemente vendo outra solução ou maneira de encarar um problema. O pesquisador e o cientista, em geral com coeficientes de associabilidade (QA) e de inteligência (QI) acima da média, têm que viver em grupos. Sua dinâmica de raciocínio, suas piadas, sua conversa e seus interesses são outros. É todo um estado emocional diferente. Para que isto ocorra, e que um Estado se beneficie de seus conhecimentos e sua produtividade, é necessária a existência de centros ou instituições de pesquisa.

Damos bolsas de estudo no exterior aos mais promissores e estes, em alguns anos, retornam. Ao voltarem, não encontram instituições de pesquisa onde possam dar continuidade às suas pesquisas e interesses, contribuindo com o que lá fora aprenderam. Frustram-se em uma série de problemas de caráter organizacional e administrativo, e de duas uma: ou voltam para o exterior ou se acomodam.

Dá-se a evasão de cérebros. O país fica no prejuízo. Não tem retorno do capital investido pelo contribuinte. Os que ficam, poucas vezes têm oportunidade de retransmitir seus conhecimentos. Envelhecem, não mais se aprimoram, desatualizam-se, sentem solidão tecnológica e, sem

animo, não passam o bastão para os mais jovens. Em relação à remuneração, acabam trocando seu idealismo e vocação pela realidade. Afastam-se da área de pesquisa.

Outro tipo de evasão de conhecimento ocorre devido à maneira esquisita de avaliação da Capes. Ganha pontos quem publica “papers” e artigos no exterior. Passamos de mão beijada, para institutos fora do país, os resultados das pesquisas de nossas universidades. Eles dão continuidade à pesquisa, transformam-na em tecnologia e pouco tempo depois estamos comprando os produtos.

Voltando aos problemas do pesquisador, ele tem que estar atento à mudança de políticas e às diretrizes personalistas. Num ano, seu trabalho é muito importante e é contemplado com verbas para prosseguir, logo em seguida o interesse pode desaparecer por completo. Outro problema é o fluxo de verba para pesquisa. O pesquisador pode ter hiatos de verbas, às vezes de meses, principalmente no reinício de cada exercício financeiro.

Um simples componente, do qual precise, leva meses para passar pela seção de compras, pela licitação e por outros processos burocráticos, até a entrega pelo fornecedor e os tramites do almoxarifado. Muitas vezes o pesquisador mais afoito em ver resultados sai e compra de seu próprio bolso.

Caso se trate de um equipamento, um aparelho, uma avaliação ou outra necessidade mais cara, quando chega o que foi solicitado, o pesquisador de há muito está em outra atividade. A lei N° 8.666, que foi feita para cercear roubos e dar transparência, não foi eficaz. Os desvios de verbas e roubos continuam, e os trabalhadores honestos são prejudicados.

Para deslanchar a área de C&T, várias medidas devem ser tomadas. Devem ser criados pólos tecnológicos e instituições de pesquisa bem aparelhados, reais e não apenas demagógicos. Deve haver um banco de dados que informe a pesquisa que está sendo realizada, sua localização e seu cronograma físico financeiro, de tal modo que outros pesquisadores em outras instituições possam somar esforços.

Deve-se divulgar ao contribuinte que apenas cerca de 10% das pesquisas chegam a um resultado positivo e lucrativo. Os outros 90% tem como resultado positivo mostrar que aquele não era o caminho. Deve-se estabelecer que os “royalties” pagos por uma inovação tecnológica devem ser repartidos (em porcentagens a serem discutidas) entre o grupo de pesquisadores, o financiador, a instituição na qual foi criada e a instituição à qual pertencem os pesquisadores.

Deve-se incentivar a triangulação entre institutos de pesquisa, universidades e a indústria. Na primeira cria-se e inova-se, na segunda difunde-se o novo conhecimento e na terceira produz-se o bem para que a sociedade tenha seu retorno. Tudo com seus lucros.

Vemos um exitoso exemplo praticado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Ela procura empresas e indústrias com problemas pontuais (ou é procurada por elas). São alocados, então, alunos que, de acordo com a necessidade, vão resolver os problemas através de trabalho de fim de curso e teses de mestrado ou de doutorado. As empresas doam para a universidade equipamentos que por ventura sejam necessários à pesquisa. E os alunos, por vezes, ao concluir o curso já se encontram empregados. Lucram todos.

Diversos inventores, pesquisadores e cientistas autônomos têm dificuldade de saber o que fazer ou a quem recorrer para levar à frente seus projetos, tanto no sentido financeiro como no mercadológico. Com isto, diversas inovações se perdem.

Outro fator que deve ser olhado de perto é o tocante ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). Patentes são caras e demoradas para pessoas físicas. Em diversas empresas existem soluções que valem patentes. O INPI poderia atuar mais. Se o número de patentes no Brasil é baixo, talvez esteja aí a causa. O INPI poderia se organizar mais e passar a ser aquinhoado com verbas mais compatíveis. O retorno é certo.

Olhando por outro prisma, diversas tecnologias nos são negadas e estão numa lista do Departamento de Defesa norte-americano. Por exemplo: grafite, pesquisa espacial, pesquisa nuclear, pesquisas em química fina, grafite nuclearmente puro, fibra de carbono, guiamento inercial etc. Várias vezes, nossos pesquisadores adquirem os conhecimentos nestas áreas. Assim que sabem que possuímos a tecnologia específica ou estamos a um passo dela, retiram a proibição e a comercializam mais barata. Nossos institutos param com a pesquisa e remanejam os pesquisadores. Tão logo deixamos de ser um potencial fabricante, o item é retirado do mercado e entra novamente na lista de proibições.

Outro óbice são organizações não-governamentais (ONG) estrangeiras, que fazem de tudo para criar embaraços e acabar com pesquisas que não lhes interesse que tenhamos. É o caso de transgênicos, células-tronco, supercondutores etc.

Sempre encontram uma brecha para parar a pesquisa: contratam os pesquisadores líderes, promovem a transferência de função dos institutos ou a movimentação de pesquisadores para outra área, interferem para o

fechamento de institutos, criam alvoroços na opinião pública (terrorismo utilizando a ignorância) ou motivam criação de leis auto-censurantes.

Hoje, não existe nação desenvolvida e verdadeiramente soberana sem uma atividade intensa de C&T.

(\*) General-de-brigada engenheiro militar na reserva, pós-graduado pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) e pela *École Nationale Supérieure de l'Aéronautique et l'Espace* (França), diplomado pelo Curso de Política, Estratégia e Alta Administração do Exército (CPAEx).



Texto para Discussão

## **Tratamento Logístico das Ocorrências Anuais de Dengue no Rio de Janeiro (1985 - 2008)**

*José Israel Vargas\* (jivargas@globo.com),  
Carlos Feu Alvim\* (feu@ecen.com),  
Omar Campos Ferreira\* e  
Pedro Maciel Corgozinho\*\* (maciel.c@hotmail.com)*

### **Resumo**

Neste ensaio tenta-se estimar a possível eclosão de epidemia de dengue examinando principalmente as variações temporais da doença, medidas pelas notificações de ocorrência do mal entre os anos 1986 e 2008 no estado do Rio de Janeiro. É proposto um critério que permitiria detectar surtos epidêmicos futuros, de modo a poder adotar medidas de prevenção e de possível atenuação de seus efeitos.

### **Abstract**

In this article it is tried to estimate the possible onset of dengue epidemic by examining mainly the temporal variation of the illness measured by the notification of its occurrence between 1986 and 2008 in the Rio de Janeiro state. It is suggested a criterion that would permit its early detection so that prevention and possible attenuation measures could be adopted.

### **Palavras-chave**

Dengue, epidemia, Rio de Janeiro, antecipação, pluviometria, temperatura.

\* Economia e Energia

\*\* Bolsista de iniciação científica do CNPq-UFMG

## 1. Introdução

Segundo a Organização Mundial de Saúde (1), dengue é a mais importante doença viral transmissível por vetor. De fato, segundo esta agência, 2,5 bilhões de pessoas vivem em áreas de risco de contaminação com o mal, e 50 a 100 milhões de casos são anualmente identificados, sendo que 500 mil assumem a forma hemorrágica, cuja mortalidade atinge, nesse caso, cerca de 5%.

De acordo com Relatório do Grupo Técnico de Assessoramento Regional da Organização Mundial de Saúde – OMS (Regional Sudeste da Ásia) de Setembro de 2007, o número de casos de dengue comunicados à Organização duplicou a cada dez anos nos últimos cinquenta anos. O relatório adverte ainda sobre a possibilidade de epidemias de novas doenças como a febre de *Chikungunya* que já causou, em anos recentes, epidemias na Índia e Itália e que tem como vetor o mesmo mosquito da dengue (2).

Não existe vacina, ou tratamento específico para a doença; a única maneira de controlá-la e preveni-la é pelo combate ao mosquito. Note-se que “sem água parada não existe mosquito, sem mosquito e alguém já infectado, não há dengue”.

O principal vetor do dengue é o mosquito *Aedes aegypti*, o mesmo responsável pela febre amarela. O contágio se faz pela fêmea adulta, que se alimenta de sangue humano. Para combater a doença é necessário conhecer a distribuição espacial e temporal do mosquito. Estes fatores dependem de parâmetros ambientais, como a precipitação pluviométrica (responsável pela umidade relativa) e a temperatura (cobertura de nuvens). Neste trabalho serão examinadas principalmente as variações temporais da própria doença, medidas pelas notificações de ocorrência do mal, entre os anos 1986 e 2008. A correlação entre a doença e fatores climáticos será abordada sucintamente.

Como apontado acima, a transmissão do dengue depende da população do mosquito transmissor, do número de pessoas já infectadas, da densidade demográfica da região e da temperatura ambiente. Quando o processo se torna crítico, ou seja, tal que para cada pessoa afetada exista a possibilidade de já haver outra pessoa infectada, pode ocorrer uma epidemia. A progressão do mal é descrito pela equação diferencial não linear de Volterra-Lotka (3) e (4),

$$dN(t) = a N(N^* - N) dt \quad (1)$$

onde  $N(t)$  é o número de infecções no tempo  $t$ , proporcional tanto a  $N$ , o número de indivíduos já infectados quanto a  $(N^* - N)$ , a população restante

potencialmente contaminável;  $N^*$  representa a população total suscetível;  $dt$  é o tempo de infecção em dado instante;  $a$  é uma constante que descreve a taxa de infecção.

Como é sabido o número de mosquitos é função da ocorrência de águas empoçadas, que dependem da intensidade pluviométrica e da temperatura, que criam o habitat propício a seu desenvolvimento. Por essa razão, a curva que descreve o número de comunicações sobre o mal acompanha, de modo geral, o comportamento pluviométrico das estações climáticas<sup>i</sup>.

Como a propagação é cíclica a população total suscetível  $N^*$  a cada ano varia com as condições no início do ciclo tanto do vetor mosquito como de doentes remanescentes e com a dinâmica das variáveis temperatura e chuvas ao longo do ano. Neste trabalho é realçada a importância dos doentes remanescentes nos meses de menor incidência como indicador da possível epidemia.

## 2. Discussão

Neste ensaio tenta-se descrever analiticamente o comportamento futuro dos casos de epidemia no Estado do Rio de Janeiro. O procedimento adotado consiste em procurar estimar, logo no início da estação das chuvas, a possível eclosão da epidemia, de modo a poder adotar medidas de prevenção e de possível atenuação de seus efeitos.

O exame do assunto apoiou-se nos dados disponíveis no portal da Secretaria de Saúde do Estado do Rio de Janeiro, que contem tanto valores mensais dos casos notificados de dengue clássico, como os relativos à doença sob sua forma hemorrágica, e com o número anual de mortes, decorrentes dessa forma do mal. As Tabelas obtidas do referido Portal encontram-se no Anexo I.

Os dados referentes às temperaturas médias mensais, bem como aqueles referentes à pluviometria, observados a partir de 1985, encontram-se no Anexo II. Eles foram fornecidos gentilmente pelo Doutor Antonio Divino Moura, diretor do Instituto Nacional de Meteorologia<sup>ii</sup>.

A ocorrência de dengue tem variado bastante ao longo dos anos. As maiores epidemias ocorreram nos anos de 2002 (288 mil casos

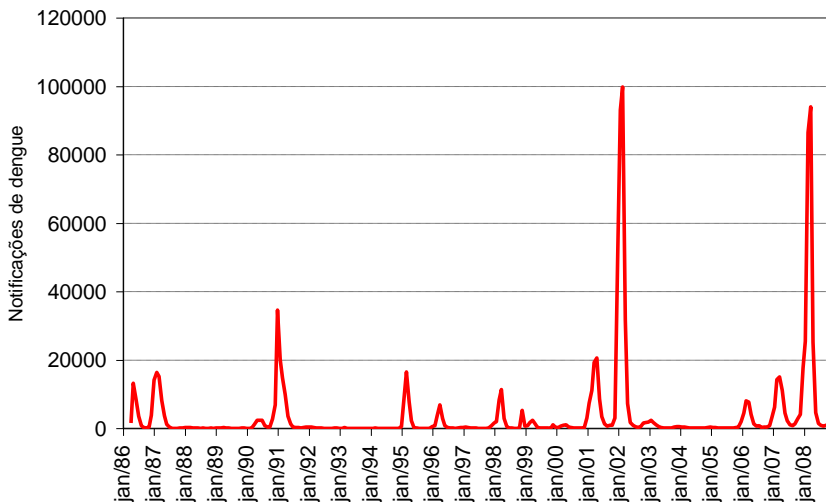
---

i- Palestra dada em dezembro de 2001 no International Institute of Climate Research da Universidade de Columbia por Mariane Hopp com o título “Desenvolvimento de um sistema de alerta do dengue”.

ii- Complementado com dados obtidos do banco de dados da Universidade de Delaware.

comunicados até setembro) e no ano de 2008 (260 mil casos comunicados até o mesmo mês). A Figura 1 mostra a evolução das ocorrências a partir de 1986. A curva representativa revela uma intensidade máxima, em torno do mês de março para a média mensal ao longo dos anos. Os meses de menor ocorrência são os de setembro e outubro, no início da estação de chuvas (ainda sob a influência, em termos de epidemia, da seca anterior).

**Notificações de casos de dengue no Estado do Rio de Janeiro (valores mensais)**



**Figura 1**

A Figura 2 mostra as curvas correspondentes aos anos de maior ocorrência de epidemia. Podem-se observar variações maiores que parecem estar relacionadas tanto com a alteração nos regimes de chuvas, como das temperaturas médias observadas no período.

### Notificações de casos de dengue no Estado do Rio de Janeiro para diversos anos

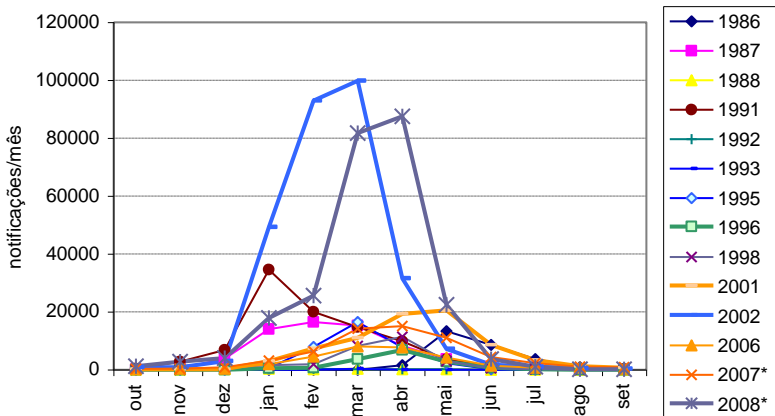


Figura 2

Estes dados permitem traçar curva representativa do total das variações mensais médias, ao somar as ocorrências observadas para cada mês, nos períodos anuais. Os dados correspondentes aos anos de 1986 a 2008 são, como se viu, disponíveis. Os valores assim obtidos, bem como os resultantes de ajuste logístico (solução da equação diferencial 1) são mostrados nas Figuras 3a e 3b. Pode-se observar boa concordância entre os valores médios observados a partir das tabelas de referência, com aqueles ajustados através da função logística.

A representação de Fischer Pry (5) (ajuste de  $\ln(f/(1-f))$  onde  $f$  é a fração dos eventos em relação ao total no período, isto é  $N/N^*$ ) - que permite a linearização da função logística - é mostrada na Figura 4. O ajuste da reta obtida, a partir dos valores acima representados, permite determinar os coeficientes da curva logística original,  $Y = 1/(1+\exp(-ax+b))$ , que bem representa a equação ajustada (Figura 3b)<sup>iii</sup>.

À vista do sucesso do ajuste realizado, adotaram-se para exame os períodos transcorridos entre outubro do ano anterior e setembro do ano em curso. Este período foi utilizado para a integração da função logística (Figura 3a).

<sup>iii</sup> Referências gerais relativas ao modelo utilizado neste trabalho estão disponíveis no artigo do endereço:

[http://ecen.com/eee45/eee45p/prospeccao\\_tecnologica.htm](http://ecen.com/eee45/eee45p/prospeccao_tecnologica.htm).

Distribuição Mensal das Notificações

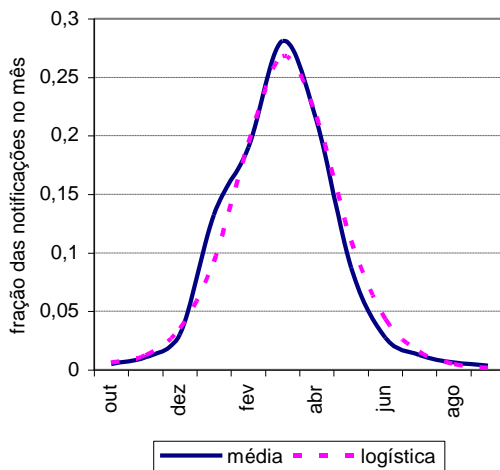


Figura 3a

Distribuição Mensal Acumulada

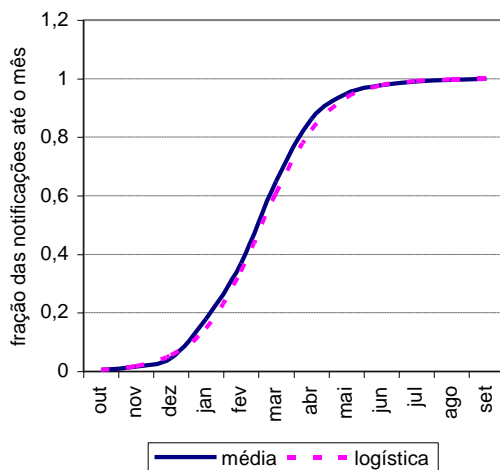
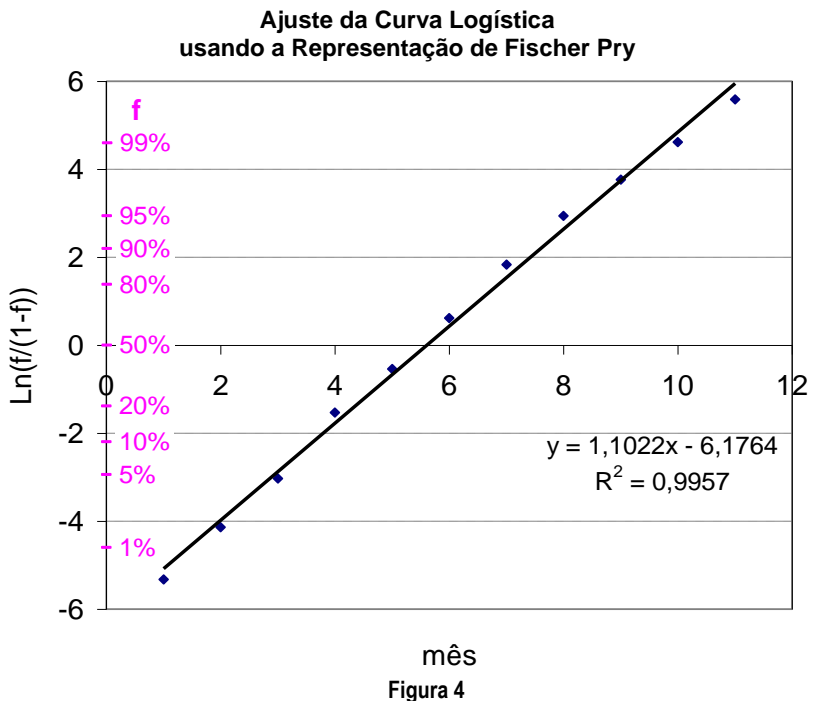


Figura 3b

**Nota:** A função logística, ou epidemiológica, é a solução da equação de Volterra – Lotka, frequentemente utilizada por biólogos e ambientalistas na descrição da competição darwinista entre espécies vivas

A própria natureza do fenômeno, para cuja efetivação torna-se necessária a presença simultânea de mosquitos e doentes, leva a perceber que a ocorrência de casos notificados nos meses secos (setembro e outubro) deve exercer grande influência sobre o comportamento da epidemia do período subsequente, renunciando-o. Na hipótese de uma transição pelos primeiros meses da estação de chuvas (setembro e outubro) sem a ocorrência da doença, a observação de um surto futuro dependeria da chegada, à região susceptível, de grande número de pessoas contaminadas provenientes de outras áreas geográficas (o que configura hipótese pouco provável) para o surgimento (inesperado) de surto epidêmico.

A propósito cabe notar que o *Aedes aegypti*, também transmissor da febre amarela, não tem gerado ocorrências dessa doença. Provavelmente pela ausência de indivíduos afetados, graças à vacinação generalizada contra este mal. Torna-se pois indispensável a manutenção, não só da vacinação, mas também do estrito controle do ingresso de indivíduos doentes nas regiões já assoladas por epidemias de dengue.

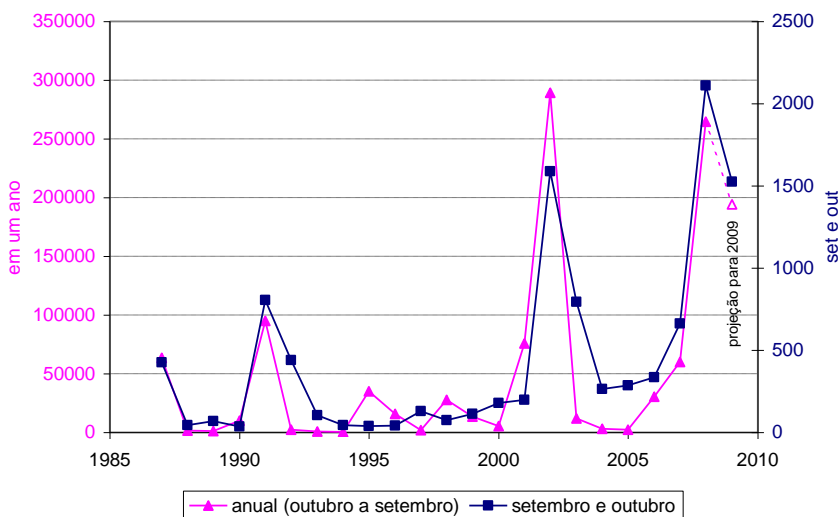


Retomando a problemática do dengue, torna-se claro que o conhecimento da distribuição das notificações ao longo do ano,

acompanhada da apuração dos casos de contaminação nos meses em que normalmente observa-se a menor incidência de notificações (agosto e setembro), permitiria avaliar, com antecedência, a probabilidade de ocorrência de surtos da moléstia, no decorrer do período chuvoso subsequente. Buscou-se, pois, correlacionar as notificações verificadas no período de menor incidência (último mês seco e primeiro do ciclo de chuvas) e o total de notificações anuais.

É, pois, claro que, idealmente, se deva buscar evidência da epidemia possível logo no início do ciclo de chuvas. O procedimento aqui proposto consistiria em tomar como base as notificações de setembro e outubro. Na Figura 5 estão representados os valores correspondentes, bem como os verificados no total do período (outubro a setembro). As notificações correspondentes aos dois meses (setembro e outubro) estão mostradas na ordenada da direita da Figura 5, em escala 100 vezes inferior àquela adotada para as notificações anuais.

**Notificações em Setembro e Outubro e Totais**



**Figura 5**

O exame dos resultados mostra que o uso deste critério permitiria detectar, com antecedência, os riscos de maiores surtos epidêmicos futuros, fixando-se, em conseqüência, como limiar um limite de 400 casos notificados de ocorrência, nos meses de setembro e de outubro do ano anterior. Esse critério teria permitido a previsão dos surtos de 1987, 1991, 2002, 2007 e de 2008; com exceção dos anos de 1992 e 2003.



Note-se que ambos foram seguidos por surtos importantes do mal. Como o mês de setembro coincide, freqüentemente, com o início do ciclo do ano anterior, parece natural que ele seja “contaminado” por tal fato. Neste caso, uma avaliação do ocorrido nos meses seguintes aos eventos apontados poderia ser útil ao futuro esclarecimento do assunto.

Cabe observar que, mesmo nos anos em que os casos de dengue não são significativos (2003, 2004 e 2005), o valor das notificações, nos dois meses secos, vem crescendo de forma sistemática. Disto resulta maior probabilidade de freqüência da epidemia.

Parece, pois, obvio que a ação das autoridades e da própria sociedade, com vista a promover a diminuição do numero de doentes, pela redução da população do transmissor, combatendo-o ainda nos meses secos, poderia quebrar o ciclo da epidemia.

No que se refere ao comportamento da doença em 2009, torna-se indispensável contabilizar de maneira definitiva os dados referentes a setembro e outubro de 2008. O total contabilizado, por dificuldades no diagnóstico ou retardo na transmissão de dados, varia significativamente nas estatísticas divulgadas nos meses seguintes. Esse total para os dois meses, contabilizados até janeiro de 2005, era de 1525, indicando alta probabilidade de desencadeamento da epidemia no ano corrente. Note-se que em dezembro de 2008 somente 633 casos haviam sido comunicados, o que já indicava uma alta probabilidade de epidemia.

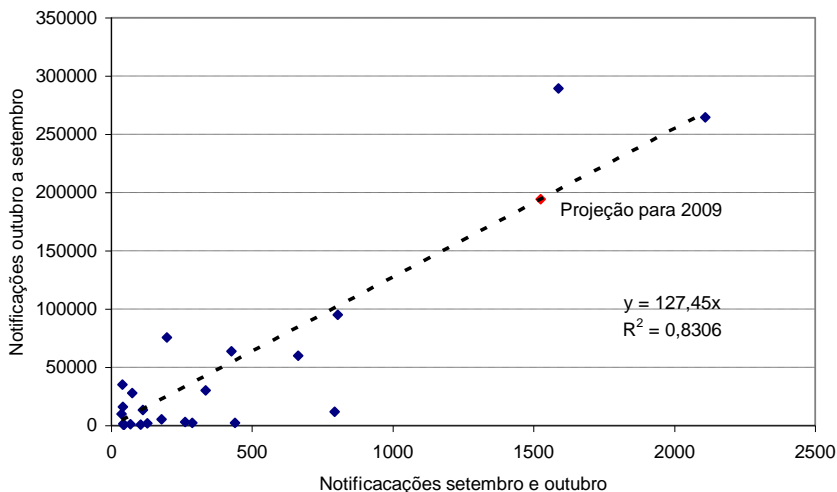
A Figura 6 mostra a representação dos dados do ciclo anual (outubro a setembro) em função da soma dos dados dos dois meses (setembro e outubro no ano anterior). A projeção provisória para 2009 seria de aproximadamente 200 mil casos de dengue notificados. Obviamente existem fatores, como uma súbita queda de temperatura ou escassez de chuvas, que podem interromper este processo. Os dados até agora, no entanto, indicam atenção máxima.

A periodicidade dos casos de dengue notificados e a ocorrência de maiores chuvas e maiores temperaturas é um fenômeno bem estabelecido e tem como motivo o comportamento da população de mosquitos e a consequente infecção de doentes. O comportamento médio está mostrado na Figura 7.

Quanto ao crescimento observado das notificações nos períodos de mínima incidência, é possível que ele decorra, seja pela maior eficiência da vigilância sanitária no período em foco, seja ocorrência de temperaturas crescentes, que propiciaria maior eclosão de ovos do transmissor. As

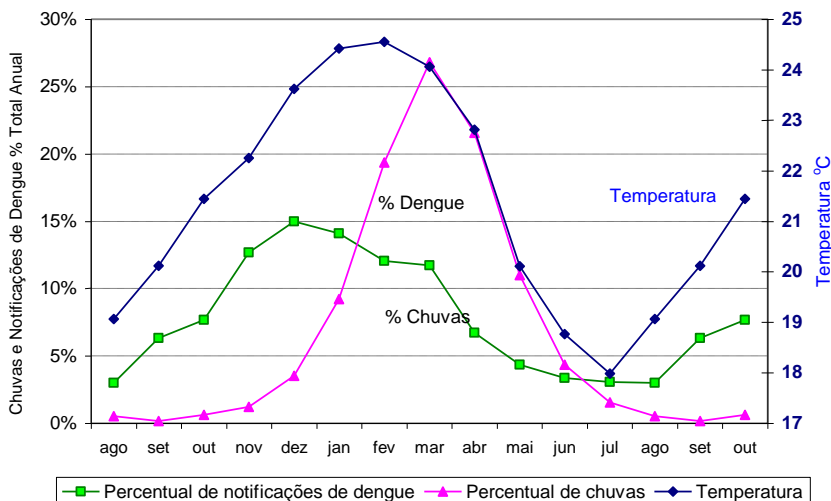
Figuras 8 e 9 ilustram as relações qualitativas entre a ocorrência do mal e as variáveis ambientais

**Notificações Anuais em Função das dos Meses Set/Out**



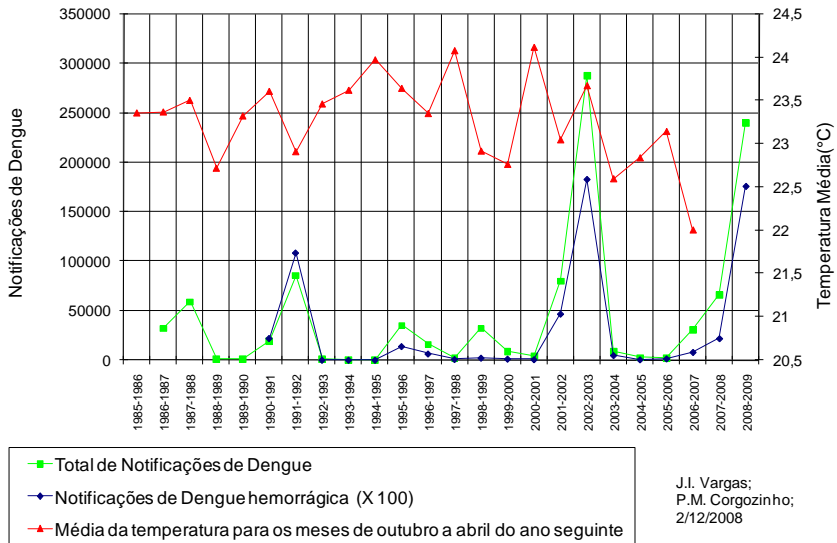
**Figura 6**

**Comportamento Médio das Notificações, Chuvas e Temperatura**



**Figura 7**

**Temperaturas médias nos meses de outubro a abril do ano subsequente; número total de notificações de dengue clássica e de dengue hemorrágica**



**Figura 8**

**Média para a precipitação pluviométrica transcorrida nos meses de outubro a abril do ano subsequente; número de comunicações de dengue e de dengue hemorrágica no Estado do Rio de Janeiro (1985-2008)**

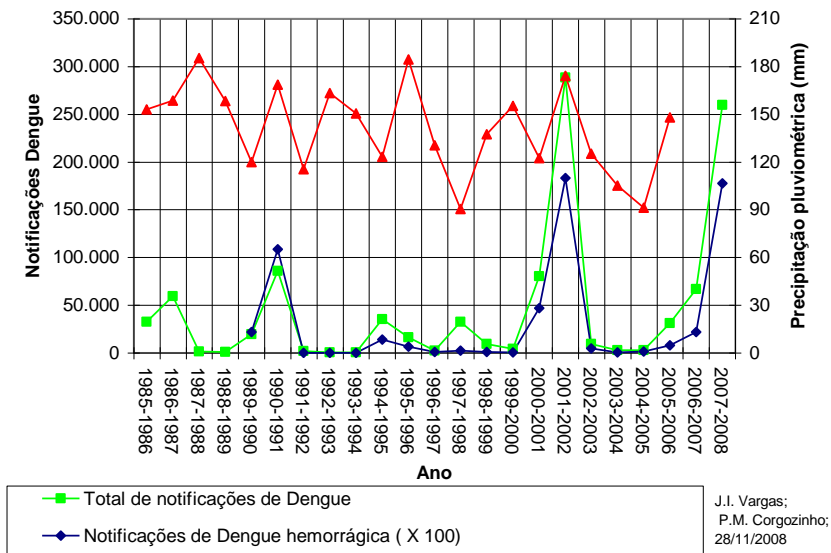


Figura 9

O exame dessas figuras sugere que as correlações examinadas são qualitativamente fiéis, mas não permitem estabelecer relações evidentes entre os dados médios das notificações com as médias de temperatura e de precipitação pluviométrica. Como pode ser observado na Figura 7, existe um ciclo anual com defasagem de poucos meses entre o comportamento médio da temperatura atmosférica e as precipitações pluviométricas.

### 3. Conclusão

Caso a hipótese da existência de um gatilho, evidenciado pelo numero de comunicações realizadas nos meses iniciais do período de chuvas (setembro e outubro) se verifique e, na falta de atuação eficaz tanto do poder publico quanto da sociedade em geral no período, é provável que o Estado do Rio venha a ser vitima de nova epidemia de dengue, no ano corrente. No futuro, a atuação preventiva sugerida deveria iniciar-se já no início do ciclo de dengue nos meses acima indicados. Conforme recomendação da Organização Mundial de Saúde(2) seria necessário agilizar o sistema de informações para propiciar as necessárias intervenções.

Os instrumentos analíticos utilizados no presente trabalho deverão ser aplicados ao tratamento de ocorrências em outras regiões do país.

### Agradecimento

Pedro Maciel agradece à UFMG e ao CNPq pela concessão de uma bolsa de iniciação científica e ao professor José Israel Vargas pela orientação.

Os autores agradecem à Dra. M. Carvalho Dias, Diretora do CPETEC os dados meteorológicos cedidos.

## Referências

1 – World Health Organization (2009) acessado em 19/01/2009.

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>

2 - World Health Organization (2008) *First Meeting of Regional Technical Advisory Group (RTAG) on Dengue SEA-DEN-6* acessado em 19/01/2009

[http://203.90.70.117/PDS\\_DOCS/B3132.pdf](http://203.90.70.117/PDS_DOCS/B3132.pdf)

3 – Volterra, V. (1931). *Leçon sur la Theorie Mathematique de la lute pour la Vie*. Paris: Gauthier - Vilars

4 - Lotka, A. J. (1925). *Elements of physical Biology*. Baltimore M. D.: Williams & Wilkins Co.

5 - Fisher, J. C., & Pry, R. (1971). Simple substitution model for technology change. *Technological Forecasting and Social Change* , 3, Nº1, 75-88.

ANEXO I - Tabela A1- Distribuição de casos de dengue notificados Estado RJ

Anos/Meses	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	
1986	-	-	-	1.603	13.258	8.594	
1987	14.074	16.422	15.217	8.182	3.696	1.129	
1988	302	205	297	143	116	86	
1989	123	99	93	213	160	88	
1990	55	44	104	1.140	2.423	2.383	
1991	34.636	20.036	14.783	9.903	3.565	1.290	
1992	437	357	244	91	90	80	
1993	62	50	300	43	18	8	
1994	28	23	77	14	20	23	
1995	586	7.817	16.442	7.743	2.235	124	
1996	499	744	3.673	6.873	2.866	738	
1997	308	370	289	158	100	75	
1998	1.554	1.917	8.272	11.359	2.950	528	
1999	667	835	1.770	2.437	1.459	319	
2000	289	318	612	923	1.003	392	
2001	3.055	7.435	11.086	19.287	20.596	8.530	
2002	49.280	93.016	99.861	31.642	7.208	1.672	
2003	1.797	2.390	1.755	1.000	545	263	
2004	508	341	443	211	132	76	
2005	358	256	218	167	126	157	
2006	1.920	4.515	8.036	7.685	4.153	1.355	
2007*	3.229	6.261	14.225	15.019	11.050	4.452	
2008*	17.647	25.416	86.502	94.046	25.157	4.609	
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1986	3.611	793	246	181	426	3.795	32.507
1987	351	58	22	21	74	109	59.355
1988	31	77	48	20	67	58	1.450
1989	48	19	13	23	83	182	1.144
1990	2.341	779	406	399	2.798	6.813	19.685
1991	403	217	249	191	242	376	85.891
1992	47	38	39	66	91	78	1.658
1993	9	17	24	20	34	38	623
1994	34	20	16	23	6	3	287
1995	85	65	21	20	53	49	35.240
1996	203	82	75	53	127	292	16.225
1997	43	37	47	28	67	782	2.304
1998	154	85	55	57	122	5.329	32.382
1999	137	113	96	83	63	1.104	9.083
2000	199	150	102	95	96	102	4.281
2001	3.386	1.303	657	931	926	3.023	80.215
2002	985	502	272	522	1.522	1.763	288.245
2003	140	100	104	159	415	574	9.242
2004	84	112	128	159	192	308	2.694
2005	115	191	146	189	267	390	2.580
2006	626	841	326	337	423	837	31.054
2007*	2.293	1.085	847	1.262	2.777	4.053	66.553
2008*	1.514	890	641	884	1251	865	259.422

FONTE: SESDEC-RJ/SAS/SVS/CVE/DTI/SDTVZ

Tabela A2 - Distribuição de Casos Dengue Hemorrágica - Estado RJ

Anos/ Meses	Número de Casos												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1990	-	-	-	2	2	10	7	5	1	3	29	161	220
1991	565	261	145	85	26	1	1	-	1	-	1	-	1.086
1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1993	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	3	57	51	9	11	2	-	-	1	3	1	-	138
1996	1	2	12	26	20	1	-	1	-	-	-	-	63
1997	1	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	1	7
1998	2	-	5	13	-	-	1	-	-	-	-	-	21
1999	-	3	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	11
2000	-	-	-	2	1	-	2	-	-	-	-	-	5
2001	15	22	49	80	140	71	14	5	5	12	15	39	467
2002	412	624	538	186	21	10	9	-	1	4	16	10	1.831
2003	9	14	8	8	3	1	1	-	-	2	-	1	47
2004	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	4
2005	-	-	3	1	3	-	-	2	-	2	1	1	13
2006	5	8	10	17	16	10	3	2	1	3	2	2	79
2007*	8	6	47	40	46	16	14	4	6	5	9	17	218
2008*	264	528	645	264	57	14	2	1	-	-	-	-	1.776

Dados da Secretaria Estadual de Saúde do Rio de Janeiro em Janeiro de 2009

Tabela A3 – Óbitos por Dengue Hemorrágica (DH) e Outras Formas Estado do Rio de Janeiro

Anos	DH/SCH	Outras	Anos	DH/SCH	Outras
1990	15	-			
1991	24	-	2000	-	-
1992	-	-	2001	13	-
1993	-	-	2002	91	-
1994	-	-	2003	-	-
1995	-	-	2004	-	-
1996	-	-	2005	2	1
1997	1	-	2006	12	-
1998	3	-	2007*	22	15
1999	3	-	2008*	100	140

FONTE: SESDEC-RJ/SAS/SVS/CVE/DTI/SDTVZ

\* 2007 e 2008: dados SINAN-RJ sujeitos à revisão e atualizados em 22/01/2009.

ANEXO II - Tabela A4 - Pluviometria média mensal no Estado do Rio de Janeiro (valores em mm)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
1985	425	203	225	105	49	44	5	37	128	83	162	249	1715
1986	104	184	179	110	31	5	84	56	49	50	126	313	1290
1987	207	122	127	166	82	95	10	19	79	117	125	239	1386
1988	135	409	146	126	98	77	42	10	51	160	198	193	1645
1989	175	186	110	86	58	81	96	35	109	80	129	154	1300
1990	118	119	118	120	50	26	64	82	105	105	112	139	1160
1991	275	176	231	140	42	34	34	54	88	85	104	156	1419
1992	144	108	136	76	36	12	51	40	113	97	333	166	1312
1993	171	175	98	102	45	61	12	13	69	90	107	229	1172
1994	188	55	227	158	61	52	24	22	20	71	163	131	1170
1995	122	184	142	50	103	20	24	24	107	216	149	217	1359
1996	155	252	207	95	64	61	36	43	122	122	242	209	1609
1997	143	65	86	46	63	36	30	32	43	87	188	110	929
1998	97	71	49	31	30	29	29	30	42	80	95	98	679
1999	230	133	230	97	55	57	49	30	72	89	165	231	1438
2000	252	129	172	47	30	30	43	71	106	86	152	251	1369
2001	96	78	132	62	105	40	55	30	82	167	242	235	1324
2002	183	184	155	52	74	47	29	51	80	48	125	162	1188
2003	271	63	170	38	30	29	28	29	37	45	76	82	897
2004	174	218	90	51	30	28	30	29	33	58	138	150	1028
2005	110	69	75	38	33	29	35	33	98	98	222	186	1026
2006	139	167	153	70	37	38	35	61	123	97	168	263	1352

**Nota:** Essa tabela foi obtida da média dos dados referentes às 18 estações pluviométricas do Estado do Rio de Janeiro obtidos do banco de dados da Universidade de Delaware, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia.



Tabela A5 - Temperatura mensal média no Estado do Rio de Janeiro (valores em °C)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1985	22,5	24,5	23,9	22,6	19,5	17,7	17,4	19,6	19,1	21,0	21,9	22,6
1986	24,5	25,2	24,7	23,7	21,7	19,0	17,5	20,0	20,1	21,3	23,6	23,3
1987	24,6	24,5	23,3	23,1	20,4	18,0	19,1	18,5	19,2	21,3	23,1	23,6
1988	26,2	24,0	24,0	22,3	20,2	17,2	15,8	18,2	20,4	20,2	21,1	23,2
1989	23,8	23,9	24,1	22,8	19,1	18,7	16,7	18,7	19,6	19,8	21,5	22,9
1990	25,5	24,4	24,8	24,4	19,9	19,0	18,0	18,1	19,8	22,4	24,3	24,1
1991	23,6	24,3	23,7	22,8	20,3	19,6	17,7	18,9	19,2	21,4	22,2	24,7
1992	24,1	22,4	23,2	22,4	21,1	20,0	18,1	18,6	20,0	21,7	21,9	22,9
1993	25,1	24,8	24,5	23,2	20,3	18,4	18,9	18,4	20,6	22,3	23,6	24,1
1994	23,6	26,0	23,8	22,0	21,3	18,7	18,8	18,7	20,6	22,4	23,2	25,0
1995	25,9	24,9	24,2	22,4	20,2	19,0	19,9	20,7	20,8	20,9	22,5	23,8
1996	25,6	25,5	24,4	22,8	19,4	18,4	17,2	18,7	20,0	21,5	22,2	24,7
1997	24,4	25,2	23,2	22,2	19,9	18,9	18,8	19,2	21,4	21,6	22,7	25,0
1998	25,0	25,6	25,1	23,5	20,3	17,4	18,3	20,2	20,5	21,5	20,0	23,1
1999	24,7	25,1	24,4	21,7	19,4	18,6	18,6	18,2	21,0	19,6	20,5	23,0
2000	24,0	24,9	24,1	23,2	20,4	18,9	17,5	19,1	20,1	23,0	22,2	24,1
2001	25,2	25,8	25,0	23,6	19,9	19,8	18,0	19,7	20,3	21,0	22,3	23,5
2002	23,9	22,8	24,6	23,2	20,4	19,8	17,9	31,1	19,4	23,0	22,9	23,7
2003	23,9	25,6	23,9	22,8	19,8	19,9	18,4	18,0	19,6	21,2	22,4	23,6
2004	23,0	22,9	22,8	22,3	19,3	18,2	17,2	18,2	21,4	20,9	22,3	22,8
2005	23,7	23,2	23,8	23,1	20,7	19,2	17,7	20,1	19,9	22,8	21,6	22,5
2006	24,5	24,8	24,0	22,0	18,9	18,2	18,1	19,5	19,8	21,0	21,6	23,5

**Nota:** Esses dados foram obtidos da média da soma das observações das 18 estações meteorológicas do Estado do Rio de Janeiro, obtidos do banco de dados da Universidade de Delaware, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia.

Artigo:

# Zoneamento Econômico de Territórios de Bacias Hidrográficas – Importância Ecológica

Paulo Pereira Martins Junior<sup>\*,\*\*</sup>

Omar Campos Ferreira<sup>\*\*\*</sup>

## Resumo

O zoneamento econômico tem necessidade de ser amplamente discutido e consensuado para diversos métodos, com os quais se possam obter respostas próprias para as questões do diagnóstico, das perdas geo-ambientais, dos potenciais, das transformações operacionalizáveis e dos critérios de sucessos a serem perseguidos em relação com a produtividade econômica sustentável. A noção de sustentabilidade é retraçada de modo a integrar relações de produção diretamente ligada à terra e os custos de produção enquanto operação lógica, de certa forma na procura de integração entre o pensamento ambiental e o econômico. Este zoneamento é uma parte da seqüência dos Zoneamentos ecológicos, Zoneamentos econômicos, Zoneamento ecológico-econômico, Desenho de Uso Optimal das Terras de Bacia Hidrográfica, DUOT<sup>®</sup> e, por fim, a Certificação Econômica e Geo-ambiental de Bacia Hidrográfica, CQGB<sup>®</sup>.

## Abstract

Economical zoning needs to be widely discussed and a consensus should be reached regarding the different methods that will permit to obtain appropriate answers to questions relative to geo-environmental losses, potentials, transformations that can become operational and success criteria aiming at sustainable economical productivity. The sustainability notion is formulated so that it will integrate production relationships directly linked to the land and production costs regarded as logical operation aiming at the integration in some way of the environmental notion and the economical one. This zoning is part of a sequence of the Ecological Zonings, Economical Zoning, Ecological-economical Zoning, Design of Optimal Use of Hydrographic Basins- DUOT, and finally the Economical and Geo-environmental Certification of Hydrographic Basin – CQGB.

## Palavras-chave

Zoneamento, produtividade econômica, ecologia, sustentabilidade, uso da terra, bacia hidrográfica, planejamento agro-ambiental.

## Introdução

O zoneamento econômico – ZE-N – de um território tem, sem dúvida, uma feição bivalente porque, ao mesmo tempo em que é econômico, deve ser fundamentado sobre um zoneamento ecológico – ZE-L – (Martins Jr. et al. 2006 a,b). Este permite indicar os fundamentos das atividades econômicas, sobretudo quando são desenvolvidas em íntima relação com o uso das terras, dos corpos d'água e dos ecossistemas e vegetação natural.

Economicamente um zoneamento pode ser realizado sob três aspectos: (1) o zoneamento *ad natura*, ZE-Nan – nos quais as atividades econômicas, de quaisquer tipos, são reconhecidas em suas realidades possíveis dentro das condições norteadas pelo zoneamento ecológico; (2) o zoneamento diagnóstico – ZE-Nd – que retrança a realidade econômica atual de um território e (3) o zoneamento econômico das potencialidades e expansão econômicas – ZE-Np – de tipos: (a) potencialidades não efetivamente descobertas e/ou descritas, (b) potencialidades não exploradas, embora sabidas e (c) ambas as situações de (a) e (b) , sobretudo quando avanços tecnológicos possam tornar explícitas novas possibilidades. Trata-se, portanto, dos três tipos de ZE-N. Ao fim, deve-se estabelecer um Modelo Integrado de Zoneamento Ecológico-econômico – ZEE, que é o modelo integral dos aspectos de zoneamentos com o qual se estabelecem as bases cognitivas para o planejamento e para a construção dos elementos de auxílio à decisão.

O zoneamento ecológico – ZE-L, e o econômico – ZE-N, são necessariamente baseados em múltiplas ciências, e são técnicas fundamentais para o planejamento regional ambiental tanto quanto para o planejamento sócio-econômico, como o conjunto de procedimentos interdisciplinares básicos para o Ordenamento do Território.

Podem-se citar diversos zoneamentos atuais que têm sido realizados no País, tais como o ZEE de Minas Gerais, realizado na Universidade de Lavras, e o ZEE do Estado do Maranhão. O Estado do Rio de Janeiro possui lei que dá diretrizes ao ZEE – Lei 4.063 de 02/01/2003. Em pesquisas anteriores (Projeto MDBV, 2002-2004) (Martins Jr. et al., 1993-a, 1993-b, 1994-a, 1994-b, 1998) utilizaram-se da noção de “classificações de terras em áreas homogêneas com grupos de sub-bacias de n-ordens” como efetivos modos de zoneamentos multi-sistemas, tendo como aspecto fundamental delinear áreas homogêneas para o gerenciamento de terras. A dissertação de Oliveira (2004) aponta para outro aspecto fundamental da abordagem ZEE.

Na Fundação CETEC, juntamente com a Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, alguns projetos têm sido marcantes para o desenvolvimento de

métodos de zoneamentos, a saber: — Projeto MDBV (1992-1994); Projeto MPEH (1995-1997); Projeto CRHA (2002-2006); Projeto GZRP (2007-2008). Com eles se obteve o desenvolvimento de um “triplo sistema de instrumentos de planejamento regional agro-ambiental”, dos quais o primeiro sistema divide-se em três sub-sistemas — o Zoneamento Ecológico (ZE-L), o Zoneamento Econômico (ZE-N), com suas três versões, e o Zoneamento Ecológico-econômico (ZEE) com bases em referências das seguintes ciências, engenharias e temas: — Economia Física EF, Geologia ambiental Ga, Geologia estrutural Ge, Litologia Lt, Estratigrafia Es, Geotecnia Gt, Pedologia Pd, Aptidão de solos AS, Impactos Ambientais IA, Hidrologia Hd, Hidrogeologia HG, Zonas de Recarga de Aquíferos (ZRAs) e Áreas Precisas de Recarga (APRs) de aquíferos (Martins Jr. et al., 2006), Botânica Bt, Técnicas de Conservação TC, Análise de Impactos sobre os biomas AI, Climatologia CI, Análise exergética AE, Implicações das Mudanças Climáticas IMC, Engenharia Florestal EF, Engenharia Elétrica EE, Engenharias Agrônômica EAn e Agrícola EAc, Economia Ec, Lógica Interdisciplinar (LI) e Inteligência Artificial (IA).

Esse triplo Sistema de Instrumentos de Gestão (SIGest) com zoneamentos se insere de modo renovado também no desenvolvimento de um novo ramo de conhecimento proposto como Geociências Agrárias e Ambientais - GAA (Martins Jr., 1998). Dois outros sistemas, contudo, deverão ser tratados em artigos vindouros.

## **Problemas**

A questão central no zoneamento econômico, ZE-N, é voltada para três aspectos fundamentais:

(1) o diagnóstico – ZE-Nd, que deve ter uma feição própria para os objetivos de cada tipo de planejamento que se deseje realizar, portanto podendo ocorrer diversos diagnósticos com olhares específicos,

(2) zoneamento das relações de potenciais – ZE-Np, tais como para a produção agro-florestal e pastoril cujo tema, embora não alvo específico desse artigo, deve tratar da questão do que é “o ideal para que as ações e os projetos executivos devam atender para manter os pontos de vista de ambas condições de sustentabilidade — a ambiental e a econômica”. A condição de economicidade é necessariamente retro-alimentada, no tempo, pela sustentabilidade ambiental. No caso de ocorrer degradação ou não-sustentabilidade, as atividades econômicas, e especialmente as agrícolas, poderão se tornar em condições quase nulas ou nulas, ao longo de determinado tempo e

(3) o outro problema central do ZE-N é o da articulação do pensamento geo-ambiental, com foco em análise de sistemas com o pensamento econômico, os quais podem ambos focar a simples descrição de “o que é” para a descrição valorativa de “o que deve ser” como também a descrição de “o que pode ser” dada as mais variadas condições de preservação, conservação e tecnologia de ganhos operacionais e de produtividade.

## **Objetivos**

(1) Apresentar aspectos epistemológico-metodológicos, alguns conteúdos, e aplicações utilitárias dos ZE-N e (2) desenvolver alguns aspectos lógicos, ecológicos e econômicos como parte própria dos ZE-N para se chegar a uma modelagem mais adequada dos zoneamentos econômicos das bacias hidrográficas.

## **Fundamentação em Economia Física**

Zonear economicamente um território é classificá-lo em áreas homogêneas ecológicas, como base dos processos de zoneamento, e então reclassificá-lo em bases econômicas a partir da base ecológica. Toda essa operação implica em integrar a totalidade das informações, que virão a formar quadros cognitivos específicos, e que pressuponham e identifiquem, de fato, a existência de estruturas ambientais na Natureza, bem como articulem essas estruturas da Natureza com as atividades econômicas atuais e potenciais. Assim, todo ZE-N deve ser um conjunto de zoneamentos, como “zoneamentos a múltiplos cenários”, em virtude das amplas opções econômicas em função da variação das relações de demandas versus possibilidades e ofertas.

Após os procedimentos da abordagem disciplinar inicial, o binômio - Zoneamento Ecológico e Zoneamento Econômico - constitui, efetivamente, o terceiro procedimento com as “Abordagens Pluridisciplinar e Interdisciplinar”, para a elaboração de produtos essenciais para a gestão, tanto a rural quanto a das cidades, nos territórios das bacias.

Um sistema de cognição para a gestão econômica deve conjugar os três zoneamentos econômicos – ZE-Nan, ZE-Nd e ZE-Np – no âmbito de uma teoria econômica, especialmente a Teoria de Economia Física.

Pode-se definir Economia Física no contexto da Economia Clássica, embora esse conceito seja ainda de pequena disseminação. A Economia clássica trata das relações de produção, consumo, comércio de bens etc., usando conceitos próprios como: — capital, valor, renda, custo de oportunidade, taxa de desconto e outros que tais.

Ao longo dos séculos, diferentes temas têm ocupado a atenção dos economistas: — a disponibilidade de recursos naturais e a renda das nações, a acumulação de capital, a importância do trabalho humano, o papel da tecnologia no crescimento da produção, etc. Adotando diferentes modelos para cada situação estudada, a Economia Clássica não logrou desenvolver, todavia, um modelo suficientemente geral para abranger as diversas tendências manifestadas. Exprimindo as variáveis econômicas em termos monetários, encerrou-se em si mesma, ignorando o ambiente da produção que, ao fim, representa a fronteira última para o desenvolvimento humano em todos os seus aspectos.

Economistas com percepção das relações produção-ambiente, como Georgescu-Roegen (1970) e Robert Ayres (1973) como também Odum (1996) e outros têm proposto aplicar as leis da Física, em especial as da Termodinâmica, ao fenômeno econômico. Alguns modelos já são usados para otimizar física e economicamente a conversão da energia (vd. Termo-economia) e para distribuir custos entre co-produtos de uma indústria, entre outros objetivos. As leis da Física envolvidas na Economia são as leis da Conservação da Massa e Energia (Primeira Lei da Termodinâmica) e a do Crescimento da Entropia (Segunda Lei da Termodinâmica) em sistema isolado.

O conceito de *valor* associado a essas leis corresponde à função termodinâmica exergia<sup>1</sup>, medida em Joule, que pode ser entendida como “energia disponível”, resultante da aplicação conjunta das leis básicas mencionadas. A exergia é calculável para qualquer substância, a partir do histórico de formação dos elementos químicos com base na Lei de Nernst (Terceira Lei da Termodinâmica), que estabelece ser nula a entropia das substâncias cristalinas puras à temperatura do zero absoluto (-273,2°C ou 0°K).

Nessa sistemática, a agregação de valor é descrita pelo aumento da exergia do sistema, causada pela aplicação de algum trabalho mecânico sobre esse mesmo sistema. Do mesmo modo, a depreciação de qualquer sistema é descrita pelo decréscimo da exergia, devido a fenômenos irreversíveis que ocorrem no interior do sistema de produção. O dano ao meio ambiente é avaliado diretamente pela exergia dos rejeitos da produção e do consumo. Em contrapartida a conveniência da reciclagem é feita pela comparação da exergia do rejeito com a exergia do produto, em alguma etapa intermediária da produção.

---

<sup>1</sup> A variação da exergia de um sistema, definida como o trabalho máximo que se pode obter ao levar um sistema termodinâmico do estado atual, descrito pela energia interna e a entropia do sistema, ao estado de equilíbrio com o ambiente é dada pela equação  $E = U - T_0S$ , sendo  $T_0$  a temperatura do ambiente. A exergia no estado de equilíbrio com o ambiente é nula.

Cabe ainda ressaltar que os sistemas naturais, que são sistemas abertos, possuem também exergia. Assim, podem-se citar algumas situações, tais como: (1) exergia hídrico-motriz, de fato disponível, para produção de eletricidade; (2) exergia dos solos, proporcional às relações e demandas das plantas agrícolas em função do húmus e dos micro-nutrientes; (3) exergia da fotossíntese na produção de produtos naturais, como frutos, madeiras e biomassa e (4) exergia de princípios ativos em plantas da farmacopéia, etc. Assim a exergia é, de fato, o fator energético conversível em trabalho, tanto químico, natural e industrial, e que pode ser convertida em recursos financeiros que são apenas recursos simbólicos dos sistemas de produção – naturais e/ou antrópicos. Nesse sentido, a exergia tem uma relação imediata com a eficiência da produção, quaisquer que sejam os seus tipos, bem como a eficiência dos produtos em gerar trabalho, sendo trabalho um conceito amplo que pode ser, neste caso, indicado na forma de “serviço para o homem”.

A exergia pode também ser entendida como a parte energética da “informação” contida em uma substância química, por exemplo. Todavia, a exergia seria nesse caso, a parte da informação que pode exercer trabalho sobre o meio-ambiente, enquanto em termos ambientais uma substância química pode inclusive decompor sua exergia, isto é, a energia livre que é parte da energia interna total, e também pode, eventualmente, decompor sua energia retida na estrutura.

A informação em geral, em se tratando de substâncias químicas é equivalente a toda a energia interna contida em uma substância, excetuada aquelas específicas dos átomos, salvo a fissão nuclear. Bem entendido que a energia interna total equivale à informação. Mas não é igual a esta, já que a forma e a informação devem ser consideradas unidades fundamentais do Universo.

## **Os Zoneamentos**

São os procedimentos a serem necessariamente baseados nas Abordagens Pluridisciplinar e Interdisciplinar (Martins Jr., 2002). Devem ser desenvolvidos com diferentes métodos, alguns já consagrados. Não existem ainda amplos consensos sobre os pontos de vista teórico e metodológico, bem como de conteúdos e semiótica. Pode-se definir esses zoneamentos como uma metodologia com produtos que integram práticas e consensos entre os diversos tipos de zoneamentos já realizados no País; assim:

- Zoneamento Ecológico é uma base de informações cartográficas e textual (alfa-numérico) na qual todos os aspectos ecológicos da infraestrutura e da dinâmica da biosfera, litosfera e hidrosfera locais e da

atmosfera são agrupados em um quadro caracterizador dos processos naturais vigentes e das estruturas dos diversos subsistemas ecológicos, de modo a classificar o território em áreas homogêneas.

Já a questão econômica se coloca para um

- Zoneamento Econômico como o método e o produto, com bases cartográficas, no qual a realidade econômica atual é diagnosticada bem como os potenciais econômicos usados, ou não, de uma bacia hidrográfica devem ser também identificados e reportados ao zoneamento ecológico; o método principal para o zoneamento econômico deve se basear, principalmente, na Análise Exergética e na Análise de Produção (Georgescu-Roegen, idem; Robert Ayres, idem).

Essas definições parecem amplas o suficiente para conter as três variedades de zoneamentos econômicos propostos. Por outro lado, para se normatizarem esses conceitos, aponta-se para os seus aspectos predominantes de: (1) diagnóstico; (2) reconhecimento conceitual entre diferentes sistemas naturais e culturais; (3) os paradigmas especialistas para realizar o diagnóstico e por fim (4) as representações da realidade.

Ao assim se normatizar o conceito, pode-se perceber a amplitude de questões com as quais se devem tratar em um zoneamento. Enumeram-se algumas questões como: (1) zoneamentos da vegetação natural, da agricultura e pastagens; (2) erosão, processos erosivos e estruturas susceptíveis à mesma; (3) climas e relações plantas / terra / água; (4) impactos antrópicos; (5) produção agrícola no espaço e no tempo; (6) os modelos de produtividade; (7) sistemas de transporte, de fontes produtivas e de impactos dos mesmos sobre os sistemas naturais; (8) áreas sistemicamente sensíveis e áreas com impactos já existentes; (9) distribuição demográfica e fontes de produção; (10) logística existente para localização das atividades, indústrias rurais e cidades bem como para os sistemas de transporte; (11) situações e impactos das minerações; (12) condições para controle e/ou exclusão de uso insumos, etc. Esses exemplos permitem indicar quão longe se pode ir com zoneamentos que, a rigor, podem ser tantos quantas forem as necessidades de se perceber, estudar e poder planejar as ações da sociedade no e sobre o ambiente.

Para todos os efeitos considera-se o tipo de zoneamento ZE-N, como parte de uma Abordagem Interdisciplinar – AI, indispensável para o planejamento da sustentabilidade, quaisquer que sejam as condições em que esteja uma dada região. Anterior a essa Abordagem, necessita-se dos consagrados estudos especialistas das várias ciências com a Abordagem disciplinar e a cartografia disciplinar clássica.



### A Questão Econômica e a Sustentabilidade Ecológica - Econômica

Em bacias hidrográficas, a questão econômica se focaliza tanto no potencial quanto na produção de energia, na agricultura, silvicultura, pastagens, vias, logística e indústrias rurais, quando essas existirem fora das áreas urbanas e de vilas. Embora áreas urbanas façam parte de bacias hidrográficas, essas mesmas áreas merecem tratamento especial, por suas óbvias conseqüências sobre o meio circundante.

A questão econômica deve ser vista com as seguintes variáveis: (1) área total plantada; (2) índice de continuidade da área total plantada; (3) índice de descontinuidade floral da bacia e seu impacto no(s) bioma(s); (4) índice de interligação de florestas e de maciços florestais; (5) produtividade nas diversas categorias de produtores e de campos agrícolas; (6) mobilização de capital; (7) endividamento dos produtores; (8) lucros; (9) agregação de valor nas proximidades geográficas; (10) usos de insumos; (11) riscos ambientais; (12) inclusão social nas diversas categorias de produtores; (13) uso ou não de processos efetivos de conservação de solos; (14) processos efetivos de conservação da água; (15) sucessos de medidas e de formas de produção que sejam ecológicas e econômicas; (16) potenciais não usados e potenciais disponíveis e (17) a produção efetiva de energia, entre outros. Esses 17 aspectos permitem elaborar modelos econômicos nos quais entram as relações de ganhos por área plantada, e sobre o qual se deve computar toda perda de integridade do ecossistema de modo a levá-lo para a condição de risco ambiental e à inadequação para a vida vegetal e animal. Retoma-se, portanto, um exemplo de uma equação lógica para se constituírem algumas relações de Ecologia- economia com algumas variáveis (Tabela 1) (Martins Jr, 1998).

**Tabela 1** – Quadro de variáveis lógicas, ecológicas e econômicas e símbolos operacionais lógicos propostos (atualizado de Martins Jr., 1998).

Variáveis		Símbolos lógicos
área total da bacia –	Atbh	(>) reporta-se a, conecta-se e/ou depende de.
área total plantada –	atp	
índice de continuidade da área total plantada	lcatp	() é produzido por.
índice de descontinuidade floral do bioma	ldf	(↔) reciprocamente se produzem.
interligação de florestas e de maciços florestais	ifmf	(∠) veto de uma opção e/ou de uma escolha, ou de alguma ação.
produtividade final nas diversas categorias de produtores –	pdcp	(→) preferências do público que produzem preços de mercado, estrutura de preços, lógica de preços.
mobilização de capital –	mc	
endividamento dos produtores –	ep	
lucros –	ls	(—) existência de um mercado que produz a satisfação de e/ou induz as preferências individuais.
agregação de valor nas proximidades –	avp	
usos de insumos -	usi	
riscos ambientais –	rsa	(β) interdependência dos níveis bióticos e da infra-estrutura geológica como a totalidade do ecossistema.
usos, ou não, de processos de conservação de solos –	cs	
processos de conservação da água –	pca	(↑) dependência vertical dos ecossistemas para com os níveis mais internos e/ou profundos dos geo-sistemas.
sucessos de medidas e de formas de produção que sejam ecológicas e econômicas -	see	
potencial energético -	ptE	[ ] conjunto de valores agregáveis por diversas relações.
produção de energia -	prE	(↓) restrição de uso da terra.
Valor da sustentabilidade –	Vs	

Apresentam-se abaixo duas equações lógicas, como exemplos de aplicações para análise das condições econômicas em um zoneamento ZE-N. Aquelas servem para estabelecer as bases de desenvolvimento de um sistema lógico de descrição dos usos econômicos para várias condições (vide Tabela 1):

*Condição 1:*

Vs (>) [ atp + lcatp + ldf ] << Atbh<sub>ordem-n</sub> é uma possível medida diagnóstica do valor de sustentabilidade expressa em exergia ou em energia, que é a exergia reportada à constante solar, segundo (Odum, 1996). (1)

*Condição 2:*

pdcp (>) [ [ mc – ep ] < ls } (2)

medida em exergia, no caso da agricultura em energia.

Cabe ainda salientar que os cálculos financeiros são aqueles já consagrados nas ciências econômicas, enquanto em Economia Física pode-se prosseguir com todo o balanço econômico, com as avaliações medidas e/ou estimadas de exergia das diversas fases produtivas, e somente ao fim expressar tudo em unidades financeiras, se necessidade houver.

Os aspectos econômicos são múltiplos e podem se combinar de diferentes modos. Nesse sentido, deve-se procurar apreender aqueles que podem ser gerais o suficiente para indicarem as relações entre a sociedade e a Natureza no que diz respeito aos recursos renováveis, ou aos não-renováveis, do modo que devem ser descritos em um ZE-N. O sentido de desenvolvimento auto-sustentado pode ser traduzido numa equação simples cujas variáveis são as seguintes (Tabela 2; in Martins Jr, 1998).

**Tabela 2** – Variáveis de relações entre sistemas naturais de produção renováveis e não-renováveis e variáveis econômicas e lógicas (atualizado de Martins Jr., 1998).

▪ disponibilidade do recurso renovável [Drr],	▪ custo de transporte [Ct],
▪ disponibilidade do recurso não-renovável [Drn],	▪ custo e dispêndio de energia [Cde]
▪ viabilidade de extração e transformação [Vet],	▪ valor agregado [Va]
▪ sustentabilidade dos ecossistemas envolvidos	
▪ [Se]	▪ demanda de mercado [Dm],
▪ agregação de tecnologia primária [Atp],	▪ impactos locais [il]
▪ agregação de tecnologia avançada [Ata],	impactos tardios no ciclo do recurso natural-produtos-resíduos [it].

De modo distorcido, as gerações dos séculos XVI ao XX negligenciaram um princípio ético básico, o de que “a Terra não é nossa, mas das gerações vindouras”.

Dois exemplos notáveis no Brasil são os de desmatamento do Vale do Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro para as plantações de café no tempo do Império à República Velha, quando essas áreas perderam seus potenciais agriculturáveis e a migração da produção de café passou para o Estado de São Paulo. O resultado é uma terra depauperada de difícil recuperação, embora ainda seja passível de recuperação. O desmatamento do Vale do Rio Doce foi realizado sem que tenhamos aprendido as lições do passado, sob o intento principal das empresas metalúrgicas e siderúrgicas situadas nesta bacia hidrográfica e alhures, na década de 1980.

Por certo que os preços ambientais agregados aos produtos atuais já deveriam, de fato, começar a agregar o passivo ambiental produzido pelas empresas que devem hoje à Nação a solução desse problema maior. Como agregar à Microeconomia industrial e à Macroeconomia social o custo real dessa restauração, sem inviabilizar um processo industrial? No entanto, o problema existe e sem uma lógica que associe mitigação com interesses sócio-econômicos, tanto quanto a experiência o demonstre, ficará inviável o processo econômico para os séculos vindouros, e assim os ecossistemas que restam progredirão para irreversibilidade, inexoravelmente.

O que ocorreu de fato é que os processos industriais implantados no Vale do Rio Doce não foram avaliados de modo algum quanto ao custo ambiental, daí decorrendo a devastação ecológica em que está o Vale. Como efetivamente agregar este custo à política ambiental e à política de preços industriais através dos dois princípios, o do imposto e o de controle atual da qualidade? Será isto uma causa perdida?

Consideremos os aspectos abaixo como critérios que devem ser usados como parte de uma equação formal de viabilidade eco-sustentada de empreendimentos. São os seguintes fatores a indicar a viabilidade eco-sustentada de exploração e/ou de produção de qualquer recurso numa perspectiva eco-sustentada (Tabela 3).

**Tabela 3** – Fatores de viabilidade econômica e ecológica das atividades produtivas em relação com uma bacia hidrográfica (atualizado de Martins Jr., 1998).

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ acesso ao recurso,</li> <li>▪ disponibilidade do recurso,</li> <li>▪ valor de mercado,</li>   <li>▪ demanda e oferta relativas do recurso,</li> <li>▪ finalidades para seu emprego,</li> <li>▪ justificativa ética das finalidades,</li>   <li>▪ impactos sobre a área geográfica de extração,</li> <li>▪ conservação das áreas sistemicamente importantes,</li> <li>▪ valores da extração, transporte e transformação em relação com os possíveis impactos sobre o ambiente,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ problemas relativos à degradação ambiental paisagística,</li> <li>▪ impactos específicos sobre as águas,</li> <li>▪ disponibilização ou não de tecnologias limpas,</li> <li>▪ competitividade em função do custo das tecnologias mais eficientes e limpas,</li> <li>▪ retorno social em forma de impostos ambientais, e investimentos sociais,</li> <li>▪ relação com a gestão da bacia hidrográfica na condição usuário-pagador poluidor ou não,</li> <li>▪ possível efeito agregador de incremento populacional na vizinhança da área de produção ou extração.</li> </ul>
---	--

Esses são alguns dos aspectos de ordem econômico-social que influem na perspectiva das relações da Ecologia e Economia no caso de extração de recursos naturais, tanto quanto no caso de implantação de indústrias e de projetos agro-pastoris florestais. Nestes ainda pode ocorrer demanda excessiva de quantidade de água, o que pode, por sua vez, provocar estresse ambiental na bacia hidrográfica.

#### Áreas Totais – Nativa, Plantada e Recuperável

Esse conceito implica que em todo território encontraremos áreas com vegetação em diversos estados de alteração, áreas plantadas com agricultura e/ou com bosques mono-específicos e também áreas que podem ser entendidas a serem replantadas para atenderem exigências ecológicas e/ou ecológico-econômicas. Planejar o ordenamento regional do território para se estimar a área total replantável, garantidos os interesses geo-ecológicos entre rochas/ geoformas/ solos/ áreas agrícolas e agriculturáveis e os interesses econômicos tem como uma equação fundamental:

$$\Sigma S_F = S_{BH} \pm S_{RS} - S_{Gi} - S_{Si} - S_{CvR} \pm S_{Ad} \pm S_{Av} \pm S_P - S_U - S_{OE} - S_{Ca} \quad (3)$$

onde:

- $\Sigma S_F$  - área total disponível para reflorestamento e/ou florestamento
- $S_{BH}$  - área total da bacia
- $S_{RS}$  - área de rochas de formações superficiais sensíveis ou meta-estáveis
- $S_{Gi}$  - áreas de geoformas mais ou menos inadequadas
- $S_{Si}$  - áreas de solos mais ou menos inadequados
- $S_{CvR}$  - áreas de cobertura vegetal remanescentes e legal
- $S_{Ad}$  - áreas com agricultura
- $S_{Av}$  - áreas agricultáveis
- $S_P$  - áreas de pastagens
- $S_U$  - áreas urbanas e urbanizáveis
- $S_{OE}$  - áreas de obras de engenharia
- $S_{Ca}$  - áreas de corpos d'água
- $\pm$  - significa poder utilizar ou não para finalidades florestais.

A questão econômica também se apóia sobre as questões ecológicas ou de adequação planta / água / solos / climas-microclimas de modo que as relações específicas entre produção de biomassa para energia – BE - e biomassa para alimentação – BA - se colocam de modo crítico no País.

Efetivamente, a direção para as opções sobre as áreas plantáveis para essas duas situações se apresenta atualmente sob foco de interesses políticos e econômicos nacionais e internacionais. O fato de que a população cresce no planeta, que mais pessoas podem comer melhor, de que o capital internacional atua de modo especulativo sobre os alimentos ante as pressões críticas dos preços da fonte de energia de maior exergia (como petróleo) faz com que as opções por terras devam obedecer à seguinte equação geral:

$$\Sigma S_{pAE} \equiv S_{BH} - S_{Ad \text{ tradicionais}} - S_{CvR} - S_{Ca} + (\text{eventual fração } S_{Ad} + S_P + \text{áreas de semi ou total estabulamento de gado } S_{stEg} \ll S_P) - S_{pag} \quad (4)$$

$\Sigma S_{pAE}$  - área total plantável para produção de energia de biomassa e produção alimentar

- $S_{BH}$  - área total da bacia
- $S_{Ad}$  - áreas com agricultura
- $S_{CvR}$  - áreas de cobertura vegetal remanescentes e legal
- $S_{Ca}$  - áreas de corpos d'água

- S<sub>p</sub> - áreas de pastagens  
S<sub>stEg</sub> - áreas de semi-estabulamento do gado  
S<sub>pag</sub> - áreas de plantio de forragem para o gado

## Conclusões

Fica claro que os zoneamentos ecológicos – ZE-L, e o zoneamento econômico – ZE-N, servem de base para o zoneamento integrador ecológico-econômico - ZEE. Como se viu anteriormente, são três os tipos de ZE-N, e assim as escolhas e os modos de apresentá-los serão mais interessantes de serem usados conforme as questões econômicas a serem consideradas, e que podem ser melhor tratadas em cada método de representação. A representação de aplicações econômicas totais constitui um legítimo produto para a gestão ambiental e econômica dos biomas e bacias hidrográficas.

Entre questões como reflorestamento, erosão, construção de rodovias, de canais, de hidrovias, produção de energia hidroeétrica, etc., diversas são as combinações dos três ZE-N baseados nos zoneamentos ZE-L, inclusive com mapeamentos disciplinares diversos, que podem articuladamente fornecer informações importantes para se compreender as questões das relações das atividades e obras humanas com o meio-ambiente. Foca-se com eles tanto o ponto de vista das estruturas naturais quanto dos processos geológicos, em seus sentidos mais amplos.

A Economia, se representada em tabelas, diagramas, organogramas, fluxogramas, em UML (*unified modelling language*) e em relações com os sistemas da Natureza, permitirá que os mapas sejam auto-explicativos, desde que as relações sejam mostradas com semiótica própria. As Tabelas 1 e 3 apresentam algumas formas de se indicarem questões econômicas com uso de equações lógicas. Por sua vez, as equações (3) e (4) abrem, especialmente, o campo lógico das questões para o “Desenho de Uso Optimal do Território” (DUOT<sup>®</sup>), desenho esse no qual se passa dos zoneamentos a um desenho geral, normativo ideal sobre a totalidade de um território, conservadas todas as condições de sustentabilidade. A esses vários tipos de equações devem se juntar a análise da Economia Física com a Análise exergética, ou com a Análise de entropia dos sistemas, com o ciclo dos materiais, da produção ao descarte, como o passo para se organizar um quadro geral de todas as ações de conservação, preservação, mitigação e uso optimal do território de uma bacia hidrográfica.

A “temática geo-ambiental / econômica” abre assim, após a execução dos ZE-L e ZE-N um novo passo que deve se seguir para o processo da gestão ecológica-econômica do território e das relações homem / Natureza, a saber, o Zoneamento Ecológico-econômico integrado propriamente dito - ZEE, a partir dos amplos métodos aqui discutidos.

\* Fundação CETEC. Av. J.C. da Silveira 2000. Horto. 31.170-000 Belo Horizonte, MG. [paulo.martins@cetec.br](mailto:paulo.martins@cetec.br); Tel.: +55 (31) 3489-2250; FAX +55 (31) 3489-2227.

\*\* Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Geologia. Programa de Pós-graduação.

\*\*\* Organização Economia & Energia (OSCIP): Rua Jornalista Jair Silva, 180, Bairro Anchieta, 30310-290, Belo Horizonte, MG, Tel.: +55 (31) 3284-3416;



## Referências

DE ANDRADE, L. M. G. *Uso Optimal do Território de Bacia Hidrográfica com Fundamentos no Conceito de Geociências Agrárias e Ambientais - Bacia do Ribeirão Entre Ribeiros no Vale do Rio Paracatu*. Ouro Preto: DISSERTAÇÃO para o M.Sc. UFOP-EM-DEGEO. Área de concentração de Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais. Dissertação de Mestrado. 2007.

AYRES, R. Resources, Environment and Economics, 1973.

CANTISANO, M. A. M. *Zoneamento Estrutural de uma Fonte de Sedimentos, Sub-bacia das Codornas, Quadrilátero Ferrífero*. Ouro Preto: DISSERTAÇÃO para o M.Sc. UFOP-EM-DEGEO. Área de concentração de Geologia Ambiental e Conservação de Recursos Naturais. Dissertação de Mestrado, 1999.

DAVIS, J.C. *Statistics and Data Analysis in Geology*. New York: John Wiley & Sons. 1973. 550p.

GEORGESCU-ROEGEN. The Entropy Law and the Economic Problem. 1970.

MARTINS Jr., P.P., GASTELOIS, B.R.C.J., ROSA, S.A.G. Conceitos e Metodologia para Mapeamento de Capacidade Assimilativa de Cursos d' Água e da Qualidade da Água em Bacia Hidrográfica. VII SIMP. BRAS. SENS. REMOTO. ANAIS VII. 1993-a. p.190-197.

MARTINS Jr., P.P., ROSA, S.A.G. Das Variáveis Significativas para um Geoprocessamento Cartográfico das Bacias Hidrográficas. Conceitos de Produtos Aplicativos Funcionais. X CONGR. BRAS. REC. HÍDRICOS. ANAIS X. Gramado. 1993-b.

MARTINS Jr, P.P., ROSA, S.H.G., César, F.M., GASTELOIS, B.R.J. Zoneamento Geológico-ecológico do Alto Rio das Velhas. XXX CONGR. BRAS. GEOL. ANAIS XXX. Camboriu. 1994-a. p.66-67.

MARTINS Jr., P.P., ROSA, S.A.G., CÉSAR, F.M. Zoneamento em Áreas Homogêneas da Alta Bacia do Rio das Velhas com Base nas Características dos Geo-sistemas. VI SIMP. QUANTIFICAÇÃO GEOCIÊNCIAS. ANAIS VI. Rio Claro. 1994-b.

MARTINS Jr., P.P., CANTISANO, M.A.M., VIANA, R.F., Vieira. R.F. 1998. Environmental Impact Assessment of Natural and Anthropologically Induced Erosion Process in 4<sup>th</sup> Degree Codornas Drainage Basin. Boston: 4<sup>th</sup> INTERNATIONAL

SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTAL GEOTECHNOLOGY AND GLOBAL SUSTAINABLE DEVELOPMENT. August 9-12. 1998.

MARTINS Jr., P.P. 1998. Fundamentos Conceituais para o Desenvolvimento e a Prática das Geociências Agrárias e Ambientais. **A TERRA EM REVISTA**. No. 4. outubro. p.:10-15.

MARTINS Jr., P.P., CANTISANO, M.A.M., VIANA, R.F., Vieira. R.F. Environmental Impact Assessment of Natural and Anthropologically Induced Erosion Process in 4<sup>th</sup> Degree Codornas Drainage Basin. *Annals of the 4<sup>th</sup> International Symposium on Environmental Geotechnology and Global Sustainable Development*. Boston. 1998. August 9-12.

MARTINS Jr., P.P. *Epistemologia Fundamental – Um Estudo Introdutório sobre a Estrutura do Conhecimento e a Aplicação Prática da Epistemologia na Pesquisa Científica*. Belo Horizonte: Fundação CETEC / UFOP-EM-DEGEO. **Apostila Pré-livro**. 2000. 169p.

MARTINS Jr., P.P., ENDO, I., CARNEIRO, J.A., NOVAES, L.A.d'A., PEREIRA, M.A.S., VASCONCELOS, V.V. Modelo de Integração de Conhecimentos Geológicos para Auxílio à Decisão sobre Uso da Terra em Zonas de Recarga de Aquíferos. Belo Horizonte e Ouro Preto: **REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS**. 04/36. 2006-a.

MARTINS Jr., P.P., ROSA, S.A.G., CANTISANO, M.A.M., L. de ANDRADE M. G. Zoneamentos Ecológicos de Bacias Hidrográficas - Importância Econômica. 2008. **REVISTA ECONOMIA & ENERGIA – ECEN**. [www.ecen.com](http://www.ecen.com) No. 69. Revista digital ISSN 1518-2932. Agosto-Setembro 2008. p.:3-25.

ODUM, H.T. *Environmental Accounting – Emergy and Environmental Decision Making*. New York: John Wiley & Sons. 1996. 370p.

OLIVEIRA, I.S.D. de. A Contribuição do Zoneamento Ecológico Econômico na Avaliação do Impacto Ambiental: Bases, Propostas Conceituais. São Carlos: DISSERTAÇÃO de Mestrado. 2004. Esc. Eng<sup>a</sup>. Ambiental.

ROSA, S.A.G., MARTINS Jr., P.P. PROJETO MDBV. Metodologia para o Enquadramento Científico de Curso d'Água no Contexto de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica. Belo Horizonte: Memória Técnica do CETEC. Projeto 1992-1994. Relatório II – 1ª Etapa. 1993. 74 p.

PROJETO CRHA. Conservação de Recurso Hídrico no Âmbito da Gestão Ambiental e Agrícola de Bacia Hidrográfica. Belo Horizonte e Ouro Preto: Projeto MCT / FINEP / Fundo Setorial CT-Hidro2002. 2003-2006. Relatório Final Tomos I a III.  
[www.cetec.br/crha](http://www.cetec.br/crha)

MOREIRA, C.V.R., FERREIRA, O.C., MARTINS Jr., P.P. 2003. Aplicação da Termodinâmica para a Avaliação do Equilíbrio das Redes Fluviais - a bacia do rio Santo Antonio. **REVISTA ECONOMIA & ENERGIA, ECEN** [www.ecen.com](http://www.ecen.com) Nº 36 JAN-FEV 2003. Revista digital ISSN 1518-2932. 2003.

VIANA, R.F. *Parametrização e Regionalização de Atributos Físicos para a Dinâmica de Erosão na Bacia das Codornas*. Viçosa: DISSERTAÇÃO para o M.Sc. Dept. Eng<sup>a</sup> Civil. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Geotecnia Ambiental. 1998.

---

**Revista - Economia e Energia e.e.e Economy and Energy**

Editor Chefe: Carlos Feu Alvim [feu@ecen.com ]

Organização **Economia e Energia - e.e.e - OSCIP**

Diretora Superintendente: Frida Eidelman [frida@ecen.com ]

**Apoio:**



**Ministério da  
Ciência e Tecnologia**



**Remetente:**

**Revista - Economia e Energia**

Rio: Av. Rio Branco, 123 Sala 1308 - Centro

CEP - 20040-005 Rio de Janeiro - RJ