



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Solos

Ministério da Agricultura e do Abastecimento  
Rua Jardim Botânico, 1.024 CEP 22460-000 Rio de Janeiro, RJ  
Telefone (21) 274-4999 Fax (21) 274-5291  
<http://www.cnps.embrapa.br>

# PESQUISA EM ANDAMENTO

Nº 1, agosto 1999, p.1-5

ISSN 1516-702X



## MODELAGEM E OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS AGROSSILVIPASTORIS NO MUNICÍPIO DE LAGOA DOURADA, MICRORREGIÃO CAMPOS DAS VERTENTES, MG

Sergio Gomes Tôsto<sup>1</sup>

Eneida M. Goddi Campos<sup>2</sup>

Cesar das Neves<sup>3</sup>

A atual conjuntura econômica está evidenciando a tendência crescente pela globalização dos mercados integrados econômica e culturalmente, exigindo maior eficiência e qualidade nos processos e no desempenho dos sistemas produtivos.

Como os demais setores, também a agropecuária deverá se adaptar a esse novo cenário, onde é vital a redução dos custos e/ou maximização dos lucros, para se obter vantagens competitivas na presença de estratégias globais.

O presente trabalho tem por objetivo conceber qual a melhor forma de gerenciar e manipular o potencial regional dos sistemas produtivos locais, identificando as potencialidades competitivas dos sistemas produtivos quanto ao uso dos recursos disponíveis, assim como também quanto à viabilidade técnica da utilização de determinadas tecnologias. Para tal efeito, irá se confrontar as necessidades demandadas (por certo elenco de usos alternativos desejáveis) contra o grau de satisfação dessas necessidades (por parte dos sistemas produtivos).

A primeira etapa da pesquisa consistiu-se em desenvolver um modelo de programação linear, determinando as operações matemáticas e os parâmetros relevantes que viabilizassem o modelo, para subsidiar o gerenciamento de propriedades rurais.

A segunda etapa contemplou o estudo do reconhecimento e caracterização do ecossistema objeto da pesquisa, resultando num diagnóstico socioeconômico e geográfico da região, cujos dados serviriam para alimentar o modelo. Para tanto, além da pesquisa bibliográfica e coleta de dados secundários, foi aplicado um questionário a 50 produtores agrícolas locais, com o objetivo de traçar o perfil do agricultor e caracterizar os principais sistemas de produção, estratificando-os através da análise de *cluster*.

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico, 1.024, CEP 22460-000, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ.  
E-mail: [tosto@cnps.embrapa.br](mailto:tosto@cnps.embrapa.br)

<sup>2</sup> Prof., D.Sc., do Departamento de Ciências Econômicas da Fundação Ensino Superior de São João Del Rey (FUNREI), MG. E-mail: [eneida@funrei.com](mailto:eneida@funrei.com)

<sup>3</sup> Prof., Ph.D., da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Instit Engenharia (COPPE), RJ.



Entretanto, no decorrer da pesquisa de campo, tomou-se conhecimento do processo acelerado de degradação ambiental na região, ocasionado pela erosão do solo, em estágio avançado de evolução com inúmeros focos erosivos nos formatos laminar, sulcos e, principalmente, voçorocas.

A dimensão do fenômeno da erosão no município, num diagnóstico preliminar, permitiu observar a ocorrência de problemas econômicos, produtivos, sociais e ambientais, com sérios prejuízos para o produtor e a sociedade, numa economia eminentemente agropecuária.

Diante deste novo quadro, concluiu-se que os estudos e a aplicação do modelo deveriam prosseguir desde que fossem incorporados aos parâmetros todos esses impactos ambientais. Partiu-se, então, para os procedimentos de análise física e geográfica do município, para o confronto do uso atual *versus* o uso potencial (conforme aptidão agrícola), quantificação/evolução/projeção da erosão, identificação/seleção dos impactos econômicos/sociais/ambientais causados pela erosão e a conseqüente quantificação e valoração econômica dos mesmos.

Os métodos selecionados para cumprimento das etapas do estudo foram:

- pesquisa bibliográfica e consulta a banco de dados secundários;
- *survey* junto aos produtores agrícolas locais;
- tabulação e análise de dados através do pacote estatístico STATISTIC e do EXCEL;
- sistema de informação geográfica para mapeamento e delimitação de áreas geográficas, com o uso do ARC INFO e ARC VIEW;
- fotointerpretação de fotografias aéreas do projeto MG – 31 – IBC/GERCA, agosto/71 e projeto 03 - CEMIG, agosto/85;
- programação linear simples;
- método custo/benefício.

Procedendo-se ao novo enfoque da pesquisa, foram obtidos os seguintes resultados parciais:

MODELO DE PROGRAMAÇÃO LINEAR
$\text{Otimizar } Z = \sum_{j=1}^{m} c_j x_j$
$\text{Sujeito a: } \sum a_{ij} x_j \leq b_i$
$x_j \geq 0$

ONDE:

- $x_j$  → são as variáveis de decisão. Indicam quanto da alternativa  $j$  deve implementar-se para otimizar o sistema produtivo (em hectares);
- $c_j$  → mede o desempenho individual da alternativa  $j$ . Representa a contribuição da alternativa  $j$  para o desempenho do sistema;
- $a_{ij}$  → representam o consumo do recurso  $i$  pela alternativa  $j$  (p.ex., área total disponível na propriedade, fertilizante requerido, horas-homem/cultura, % de degradação anual do solo, m<sup>3</sup> de água disponível etc);
- $b_i$  → expressa a disponibilidade do recurso  $i$  no sistema produtivo em questão (inclinação do terreno, área mínima e máxima por atividade, etc).

Em termos de erosão, chegou-se aos seguintes dados e informações, conforme mostram as Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6:

**Tabela 1. Erosão total do município para o ano de 1985.**

Erosão total do município	
Tipo de erosão	Lagoa Dourada (ha)
Laminar	2.223,49
Sulcos	12,57
Voçorocas	410,22
Total	2.646,28

Fonte: dados da pesquisa.

**Tabela 2. Evolução dos processos erosivos entre os anos de 1966 e 1985, para a parte do município, comum às duas datas, ocupada pela bacia do rio Paraopeba.**

Tipo de erosão	1966	1985	Diferença	1966	1985	Diferença
	Quantidade	Quantidade		Área	Área	
Laminar	66	479	413	359,00	1.809,05	1.450,05
Sulcos	22	48	26	77,55	36,00	41,55
Voçorocas	80	95	15	598,45	327,30	271,15
Total	168	622	454	1.035,00	2.172,35	1.137,35

Fonte: dados da pesquisa.

**Tabela 3. Taxa de evolução anual do processo de erosão, por número de focos.**

Tipo de erosão	Taxa
Laminar	8,40%
Sulcos	- 4,00%
Voçorocas	- 3,00%
Geral	3,70%

Fonte: dados da pesquisa.

**Tabela 4. Simulação da evolução da erosão em algumas propriedades rurais, em anos, para a degradação da propriedade, sem a adoção de tecnologias conservacionistas.**

Propriedade	Área (ha)	Erosão atual (ha)	Nº de anos
1	50	0,1	173
2	50	1,0	109
3	100	0,1	192
4	100	1,0	128
Lagoa Dourada	49.200	2.646,28	81

Fonte: dados da pesquisa.

**Tabela 5. Previsão para o município de Lagoa Dourada.**

Ano	Área erodida	% da área total
1966	1.279,63	2,56%
1985	2.646,28	5,38%
1995	3.805,60	7,74%
2005	5.472,82	11,12%
2015	7.870,43	16,00%

Fonte: dados da pesquisa.

**Tabela 6. Incremento de focos de erosão.**

Ano	Foco de voçoroca	Foco de sulco	Foco de laminar
1966	80	22	66
1985	95	48	479
1995	103	61	686
2005	110	74	892

Fonte: dados da pesquisa.

A evolução entre os dois períodos (1966 a 1985) foi feita apenas numa área comum do município (área compreendida pela bacia do rio Paraopeba).

Com base na nova aptidão agrícola, definida a partir da análise do mapa de solos, chegou-se ao seguinte resultado, quanto às tecnologias e produtos potenciais recomendados:

**TECNOLOGIAS**

- terraceamento
- faixas de retenção vegetativa
- pastejo rotacionado

**PRODUTOS**

- nas planícies e terraços fluviais - culturas anuais (cereais e olericultura);
- nas vertentes - pastagem, silvicultura e fruticultura (citros e temperadas); e
- nos topos - vegetação preferencialmente nativa.

O avanço da pesquisa permitiu, ainda, identificar e descrever os principais impactos causados pela degradação do solo por erosão na economia local/regional. No momento, é possível listar os seguintes, ficando sua quantificação e valoração para uma etapa posterior:

- perda de área agricultável;
- perda de volume de terra;
- perda de nutrientes;
- gastos adicionais com fertilizantes;
- queda da produtividade;
- queda da produção;
- perda de benfeitorias/animais;
- taxa de êxodo rural;
- taxa de desemprego;
- gastos com reparos de turbinas de usinas hidrelétricas, devido a sedimentos na água de rios e reservatórios etc.

Os resultados parciais obtidos na caracterização do ecossistema, para a operacionalização do modelo proposto, permitiram constatar a necessidade de se incorporar, de forma imprescindível, os impactos ambientais ocasionados pelo mal uso do solo e emprego de técnicas/insumos incorretos no sistema produtivo da área em questão.

A partir daí será preciso, então, ajustar o modelo, as tecnologias e produtos alternativos, bem como os parâmetros mais relevantes, as limitações e restrições de fatores.

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
E DO ABASTECIMENTO**



Produção editorial  
*Embrapa Solos*  
Área de Comunicação e Negócios (ACN)