Silva Lusitana ***16****(1): 115 - 122, 2008*
© EFN, Lisboa. Portugal

Estudo da Viabilidade da Floresta Face à Agro-Pecuária. Apresentação de uma Metodologia de Análise

Luísa Calado*, Tomaz Dentinho e Vasco Silva*****
*Engenheira Zootécnica
**Economista
***Engenheiro do Ambiente
Gabinete de Gestão e Conservação da Natureza. Universidade dos Açores, Terra Chã, 9701-851 AÇORES

Sumário. Nos Açores, a actividade agro-pecuária é a actividade dominante do sector primário, sendo a actividade florestal remanescente, dominada principalmente pela *Cryptomeria japonica* e *Eucalyptus globulus*. Estas duas espécies são aquelas que apresentam um maior interesse económico, sendo a Criptoméria a mais explorada na Região. O objectivo deste artigo é analisar a competitividade da actividade florestal face à actividade agro-pecuária, tendo em conta as condições edafo-climáticas, as diferentes alternativas tecnológicas, e as condições actuais de mercado. Desenvolvemos e aplicamos um modelo de programação linear com 123 variáveis e 77 restrições. O objectivo é incluir 10 tipos de diferentes condições edafo-climáticas, 3 tipos de gestão florestal. O modelo é calibrado através de métodos estatísticos para valores dos salários e pretende minimizar o erro entre o uso real e simulado do solo. São analisados os conflitos entre as duas actividades e elaboram-se cartas de uso de solo. Concluímos que a redução em 4% da margem bruta da venda de leite pode conduzir a um aumento do uso florestal do solo em mais de 50%.
Palavras-chave: actividade florestal; actividade agro-pecuária; programação linear; modelos; margem bruta

Study the Viability of the Forest Face to Dairy Farming. A Methodology Analysis Presentation

Abstract. In the Azores, dairy farming is the dominant activity of the primary sector, being forestry the remaining activity mainly dominated by *Cryptomeria japonica* and *Eucalyptus globulus*. These two species are those that present greater economic interest, being Cryptomeria the most exploited in the Region. The aim of this paper is to analyze the competitiveness of the forest activity regarding dairy farming, taking into account soil and climatic conditions, different technological alternatives and market and regulatory environment. We develop and apply a Linear Programming Model with 123 variables and 77 restrictions. The purpose is to include 10 different types of soil and climatic condiditions, and 3 different management types of forests. The model is calibrated with statistic analysis for wage values, in order to minimize the error between actual and simulated land use. Conflicts between forest activity and dairy farming are mapped and analyzed. We conclude that a reduction of 4% of the milk gross margin can lead to an increase of more than 50% in forest land use.
Key words: forest activity; farming activity; linear programming; models; gross margin

1º Autor E-mail: luisacalado@uac.pt

Étude de la Viabilité de la Forêt Face à l'Agro-Pastorale. Présentation d'une Méthodologie d'Analyse

Résumé. Aux Açores, l'activité agro-pastorale est l'activité dominante du secteur primaire, étant l'activité forestière restante dominée principalement par les espèces *Cryptomeria japonica* et *Eucalyptus globulus*. Ces deux espèces sont celles qui présentent un plus grand intérêt économique, étant la Cryptomeria l'espèce plus commune dans la Région. L'objectif de ce papier est analyser la compétitivité de l'activité forestière face à l'activité agro-pastorale, vu les conditions édapho-climatiques, différentes alternatives technologiques, et les conditions actuelles de marché. Nous développons et appliquons un modèle de programmation linéaire avec 123 variables et 77 restrictions. La finalité est d'inclure 10 types de différentes conditions édapho-climatiques, 3 types de forêt. Le modèle est calibré pour les valeurs du salaire afin de minimiser l'erreur entre l'utilisation réelle et simulée du sol. Sont analysés les conflits entre les deux activités et élaborés des cartes d'utilisation du sol. Nous concluons que la réduction de 4% de la marge grossière de la vente de lait peut conduire à une augmentation de l'usage forestier de la terre à plus de 50%.

Mots clés: activité forestière; activité agro-pastorale; programmation linéaire; modèles; marge grossière

Introdução

Os recursos florestais nos Açores revestem-se de grande importância, não só pela utilização de espaços marginais relativamente à pastagem, mas pelo seu próprio interesse económico e como agente modelador da paisagem. As principais espécies exploradas em termos económicos são o eucalipto e a criptoméria. Actualmente, em termos de paisagem agrária, são as pastagens e as criptomérias que dominam. A expansão desta actividade nos Açores verifica-se em zonas de altitude média alta, em que a pastagem tem baixa produtividade. Com este trabalho pretende-se analisar a viabilidade económica da actividade florestal face à actividade agro-pecuária, em várias condições de maneio.

Metodologia

Os objectivos do trabalho resultam da confrontação dos problemas com as capacidades, tendo em atenção as capacidades do sistema de produção e da cadeia de valor de cada sistema de produção. Formula-se um modelo de programação matemática que resulta de acrescentar a actividade florestal, para vários tipos de solo e de maneio, ao modelo desenvolvido para as explorações agro-pecuárias dos Açores por SILVA (2001) e adaptado por DENTINHO (2003) para vários tipos de solos e maneios. E faz-se uma análise de sensibilidade para verificar a estabilidade do modelo face às várias políticas, e utiliza-se como caso de estudo a ilha Terceira.

O modelo, formulação e calibração

Formulou-se, calibrou-se e testou-se um modelo de programação linear que traduz a estratégia de optimização do uso do solo por parte dos agricultores, face a diferentes cenários de preços de produtos e de factores e ainda face a diferentes maneios e produtividades.

A formulação de um modelo de programação linear envolve a escolha das variáveis de decisão, a construção da função objectivo e a formalização das restrições.

Variáveis de decisão

O modelo é constituído por 123 variáveis de decisão sistematizadas em quatro grandes grupos:

a) a produção de culturas forrageiras;

b) a produção da floresta ;

c) a compra de ração e a produção e venda de carne e de leite;

d) a contratação de mão-de-obra.

A produção vegetal, forragens, floresta e matos (ver Quadros 1 e 2) encontram-se distribuídas de acordo com as características edafo-climáticas, isto é, o declive do solo (subdivide-se em três tipos, inferior a 7%, entre 7% e 25% e superior a 25%) e a altitude (inferior a 300 m, entre 300 m e 600 m e superior a 600 m). A combinação entre um determinado declive e uma determinada altitude criam uma classe de solo (que vai de I a X).

O Quadro 3 reúne um conjunto de variáveis de decisão. As varáveis de decisão para a quantidade de concentrado, os produtos animais, as horas de mão-de-obra e as transferências de produção.

Quadro 1 -Variáveis de decisão para a forragem

Variáveis de Decisão				
Forragem		**Características Edafo-Climáticas**		
		Declive [%]	**Classe**	**Altitude [m]**
$X_{1\ a}\ X_3$	Pasto Feno	> 25	X	> 600
$X_{4\ a}\ X_6$	Pasto Feno	< 25	IX	
X_7	Pasto Lavas	< 25	VIII	300 - 600
$X_{8\ a}\ X_{10}$	Pasto Feno	> 25	VII	
$X_{12\ a}\ X_{14}$	Pasto Feno	7-25	VI	
$X_{15\ a}\ X_{17}$	Pasto Feno	< 7	V	
$X_{18\ a}\ X_{20}$	Pasto Silagem	> 25	VII	
$X_{21a}\ X_{23}$	Pasto Silagem	7-25	VI	
$X_{24\ a}\ X_{26}$	Pasto Silagem	< 7	V	
$X_{27\ a}\ X_{29}$	Pasto Pastoreio Directo	> 25	VII	
$X_{30\ a}\ X_{32}$	Pasto Pastoreio Directo	7-25	VI	
$X_{33\ a}\ X_{35}$	Pasto Pastoreio Directo	< 7	V	
$X_{36\ a\ X38}$	Milho /Outono Silagem	7-25	VI	
$X_{39\ a}\ X_{41}$	Milho /Outono Silagem	< 7	V	
X_{42}	Pasto Lavas	> 25	IV	0 - 300
$X_{43\ a}\ X_{45}$	Pasto Feno	> 25	III	
$X_{46\ a}\ X_{48}$	Pasto Feno	7-25	II	
$X_{49\ a}\ X_{51}$	Pasto Feno	< 7	I	
$X_{52\ a}\ X_{54}$	Pasto Silagem	> 25	III	
$X_{55\ a}\ X_{57}$	Pasto Silagem	7-25	II	
$X_{58\ a}\ X_{60}$	Pasto Silagem	< 7	I	
$X_{61\ a}\ X_{63}$	Pasto Pastoreio Directo	> 25	III	
$X_{64\ a}\ X_{66}$	Pasto Pastoreio Directo	7-25	II	
$X_{67\ a}\ X_{69}$	Pasto Pastoreio Directo	< 7	I	
$X_{70\ a}\ X_{72}$	Milho /Outono Silagem	7-25	II	
$X_{73\ a}\ X_{75}$	Milho /Outono Silagem	< 7	I	

Quadro 2 - Variáveis de decisão para a floresta e matos

Variáveis de Decisão				
Floresta e Matos		Características Edafo-Climáticas		
		Declive [%]	Classe	Altitude [m]
X_{76}	Floresta de Produção	> 25	X	>600
X_{77}	Floresta de Produção e Matos	< 25I	X	
X_{78}	Floresta de Produção	< 25	IX	
X_{79}	Floresta de Produção e Matos	> 25	IX	
X_{80}	Mato	7-25	X	
X_{81}	Mato	< 7	IX	
X_{82}	Floresta de Produção -Lavas	> 25	VIII	
X_{83}	Floresta de Produção e Matos -Lavas	7-25	VIII	300-600
X_{84}	Floresta de Produção	< 7	VII	
X_{85}	Floresta de Produção e Matos	> 25	VII	
X_{86}	Floresta de Produção	7-25	VI	
X_{87}	Floresta de Produção e Matos	< 7	VI	
X_{88}	Floresta de Produção	7-25	V	
X_{89}	Floresta de Produção e Matos	< 7	V	
X_{90}	Matos -Lavas	> 25	VIII	
X_{91}	Matos	> 25	VII	
X_{92}	Matos	7-25	VI	
X_{93}	Mato	< 7	V	
X_{94}	Floresta de Produção – Lavas	> 25	IV	0-300
X_{95}	Floresta de Produção e Matos - Lavas	7-25	IV	
X_{96}	Floresta de Produção	< 7	III	
X_{97}	Floresta de Produção e Matos	> 25	III	
X_{98}	Floresta de Produção	7-25	II	
X_{99}	Floresta de Produção e Matos	< 7	II	
X_{100}	Floresta de Produção	< 7	I	
X_{101}	Floresta de Produção e Matos	< 7	I	
X_{102}	Matos -Lavas	> 25	V	300-600
X_{103}	Matos	> 25	VII	
X_{104}	Matos	7-25	VI	
X_{105}	Mato	< 7	V	
X_{105}	Outros Usos Agrícolas	7-25	II	0 - 300
X_{106}	Outros Usos Agrícolas	< 7	I	

Quadro 3 - Variáveis de decisão para o concentrado, mão-de-obra, animais, e transferências de produção

Variáveis de Decisão							
Concentrado		Animais		Trabalho		Transferências de Produção	
X_{107}	Ração – I	X_{113}	Vaca	X_{116}	Horas	X_{122}	Emprego
X_{108}	Ração – II	X_{114}	Leite	X_{117}	Horas	X_{123}	População
X_{109}	Ração – III	X_{115}	Carne	X_{118}	Horas		
X_{110}	Ração – IV			X_{119}	Horas		
X_{111}	Ração – V			X_{120}	Horas		
X_{112}	Ração – VI			X_{121}	Horas		

Função objectivo

A função objectivo visa maximizar a margem bruta, para qualquer uma das actividades analisadas. Para o cálculo dos coeficientes das variáveis de decisão, consideraram-se as receitas, que foram contabilizadas como um factor positivo, e as despesas, como um factor negativo. O valor introduzido no modelo resultou do balanço entre as receitas e as despesas.

1. Max $Z = \sum_{jik} C_{jik} X_{jik} + \sum_g P_g Y_g + \sum_s \mu_s R_s + \sum_s W_s L_s$

Em que: Z= margem bruta total; C_{jik} = margem bruta por actividade j, de intensidade i, no solo k; X_{ijk} = área de actividade do tipo j de intensidade i, no solo k; P_g = margem bruta da actividade g, Y_g = actividade animal g; μ_s = custo do concentrado por bimestres s; R_s = = toneladas de concentrado por s; W_s = custo da mão-de-obra por s; L_s = horas de mão-de-obra por s.

Restrições

As restrições utilizadas no modelo são relativas aos factores limitativos das respectivas actividades. O modelo é constituído por 77 restrições, referentes à área, à quantidade mínima de concentrado, às necessidades nutritivas dos animais, à mão-de-obra geral e especializada, e às transferências para a produção forrageira, produção de leite, e de carne. As áreas são distribuídas em função das condições edafo-climáticas, nomeadamente altitude, declive e tipo de solo. As restrições relacionadas com a alimentação e mão-de-obra foram contabilizadas por bimestre de I a IV.

Área

2. $\sum_{kji} X_{jik} \leq A_k$ em que j = 1,…6, i = 1,…3 e k = 1,…10

Trabalho

3. $\sum_{kji} X_{jik} W_s L_{sjik} \leq 0$, em que s = 1,…6

Alimentação

4. $\sum_{jiks} a_s X_{jik} + \sum a_s R_s \geq a_{sg} Y_{gs}$

Equilíbrio alimentar

5. $\sum_{jiks} m^a_{jik} Xji \geq {}_s m_g{}^a Y_g$

Dados

Os dados referentes à agro-pecuária, floresta e mão-de-obra foram obtidos em modelos anteriores (SILVA, 2001) e (CALADO, 2003). Para calibrar o modelo recorreu-se ao método estatístico do qui-quadrado e aos coeficientes de elasticidade. O teste do qui-quadrado destinou-se a comparar proporções de áreas para cada um dos usos. Os coeficientes de elasticidade foram calculados a partir dos dados de REIS (2002) e foram utilizados para introduzir novas formas de produzir forragens. O modelo é calibrado para valores do salário a fim minimizar o erro entre o uso real e simulado do solo.

Resultados e simulações

Com base no modelo formulado e calibrado foi possível simular a ocupação do solo para os diferentes usos, atendendo aos preços e subsídios existentes. Pelo ajustamento dos preços através da calibração, foi possível obter alguns resultados preliminares.

Na Figura 1 verifica-se que abaixo dos 300 metros de altitude, a ilha é ocupada em grande parte por zona agrícola, sendo a produção de forragem a mais representativa. A floresta e os matos surgem nas zonas mais altas e essencialmente na zona Norte da ilha.

Na Figura 2 verifica-se que há um erro considerável na ocupação do solo.

Os critérios utilizados para delinear os mapas mostram que neste cenário, a floresta ocupa áreas com elevado declive e solos marginais, enquanto a agricultura ocupa solos a baixa altitude, com menor declive e com maior aptidão produtiva. O erro verificado poderá ter três justificações prováveis: um erro na classificação do solo nessas áreas; a acessibilidade, ou seja, distância relativa das explorações à fábrica transformadora de leite; e o facto de ser uma zona de baldios em que o uso do solo não visa a maximização do lucro.

Na figura 3 a zona agrícola reduz-se significativamente, expandindo-se o espaço florestal.

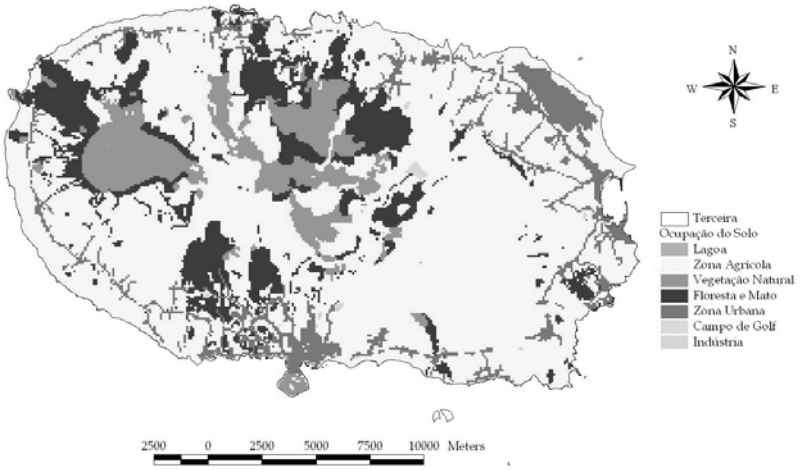


Figura 1 - Ocupação actual do solo

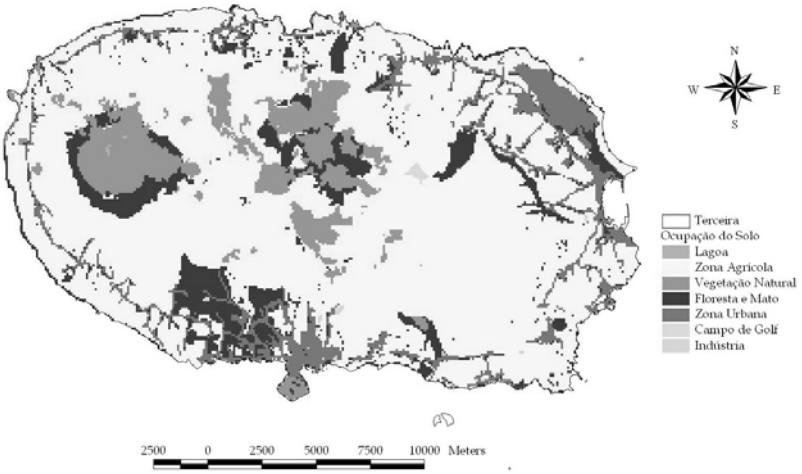


Figura 2 - Ocupação do solo simulada

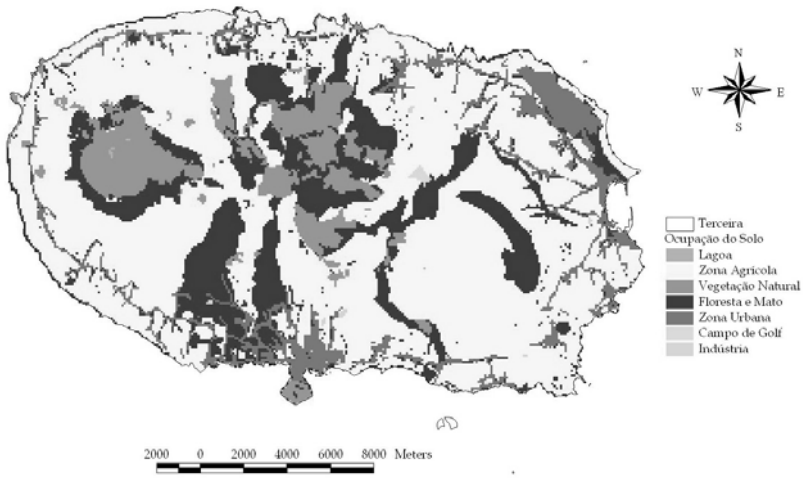


Figura 3 - Ocupação do solo sem subsídio à agro-pecuária

Análise de sensibilidade

Relativamente à análise de sensibilidade, verificou-se que o uso do solo poderá alterar-se se houver alguns ajustamentos nas margens brutas de algumas variáveis de decisão. Nomeadamente os valores de margem bruta relacionados com a floresta na zona alta e média, e o preço do leite, são as que apresentam maior sensibilidade a alteração. Estas alterações variam entre 1% e 6% para a floresta respectivamente, enquanto o preço do leite permite uma redução de 4%. Estas alterações significam um incremento em mais de 50% de área para floresta relativamente à área actual.

Discussão

A metodologia aplicada permitiu traçar mapas com os usos reais e potenciais do solo e verificar que há uma reacção às políticas de apoios e subsídios à actividade agro-pecuária. Reacção que se manifesta no acréscimo da área ocupada pela floresta quando o modelo é simulado sem ter em conta os subsídios à agro-pecuária. Em relação aos mapas traçados para as simulações, verificou-se que há zonas que apresentam um uso que não está de acordo com o uso actual, e crê-se que isso se deve a três possíveis razões: um erro na classificação do solo nessas áreas; a acessibilidade, ou seja, distância relativa das explorações à fábrica transformadora de leite; e o facto de ser uma zona de baldios em que o uso do solo não visa a maximização do lucro.

Quanto à análise de sensibilidade, os resultados obtidos apontam no sentido de que pequenas modificações no sistema de mercado podem alterar o actual uso da terra. No entanto, há uma reacção distinta nos agentes relativamente às políticas aplicadas à produção florestal e à produção agro-pecuária. Constata-se que a floresta apresenta maior inércia a alterações, uma vez que o retorno da actividade é realizável apenas a longo prazo, ao

contrário da agro-pecuária. Para completar este trabalho há necessidade de realizar novas pesquisas, no sentido de aumentar a capacidade de medir e entender indicadores de gestão florestal. Pesquisa que deverá ter em conta a legislação aplicada à actividade florestal, estatística florestal, serviços florestais, uso da terra, modelos florestais, marketing de produtos florestais, produtos não madeireiros, instituições florestais, dados sócio-económicos, florestas em espaços urbanos, etc.

Bibliografia

ALVES, M., 1982. *Técnicas de Produção Florestal*. Instituto Nacional de Investigação Científica. Lisboa.

BARROS, De., 1997. *Estudo da Produção de dois Povoamentos de Eucalyptus globulos Labill E Eucalyptos nitens (Deane & Maiden) Maiden*. Relatório Final de Licenciatura Em Engenharia Agrícola. Universidade dos Açores.

CALADO, L., DENTINHO, T., 2003. *A Rentabilidade da Beterraba Sacarina versus a Agro-pecuária nos Açores.*

KAZMIZER, J., 1976. *Estatística Aplicada a Economia e Administração*. Schaum Mcgraw-Hill, São Paulo, Brasil.

LIEBERMAN, J., HILLIER, S., 2001. *Introduction to Operations Research*. Mcgraw-Hill, International Edition.

REIS, C., dos, 2002. *Contributo para A Modelação do Potencial Agrícola ao Território – Uma Rede Neuronal Aplicada às Explorações Leiteiras da Ilha Terceira*. Relatório Final de Tese de Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza. Universidade dos Açores.

SILVA, S., da, 2001. *Analisis Multicriterio de la Eficiência Económica da las Explotaciones Agroganaderas de las Azores*. Relatório Final de Tese de Doutoramento. Universidade de Córdoba e Universidade dos Açores.

TIETENBERG, T., 2003. *Environmental and Natural Resource Economics*, Sixth Edition. Addison Wesley, International Edition.

Entregue para publicação em Novembro de 2006
Aceite para publicação em Abril de 2007