

**12º Congresso da APDR
Visu, 15-17 Setembro de 2006**

**Tema
Recursos, ordenamento, desenvolvimento**

Modelo de interacção espacial para estimar o uso do solo.

Aplicação à Ilha Terceira

Paulo Silveira (paulosilveira@mail.angra.uac.pt)

Vanda Serpa (vandaserpa@mail.angra.uac.pt)

Tomaz Dentinho (tomaz.dentinho@mail.angra.uac.pt)

Universidade dos Açores – *Campus* de Angra do Heroísmo

Terra Chã, 9701-851 Angra do Heroísmo

Açores Portugal

Resumo:

Pretende-se com o presente trabalho estimar o uso do solo com base num modelo de interacção espacial com cinco actividades básicas, cinco actividades não básicas e uma actividade residencial. Primeiro são definidas diferentes zonas da ilha e medida a distância entre elas. Segundo, através de dados de clima, da orografia e do solo, e baseado em características de cada tipo de actividade, é estimada a área de cada zona com aptidão para cada um dos cinco tipos de uso: agricultura, horticultura, pastagem, floresta e uso urbano. As áreas por zona para cada aptidão são assumidas como os factores de atractividade do modelo de interacção espacial para cada actividade e para cada zona. De seguida determina-se a relação entre a população e o emprego não básico para cada uma das cinco actividades e calibram-se os parâmetros de atrito espacial e as atractividades residenciais tendo em atenção dados sobre a população, o emprego e sobre a ocupação do solo num período conhecido. Finalmente, é feita a simulação do modelo para o uso do solo actual e compara-se com a situação existente. Apresenta-se a aplicação do modelo ao caso particular da ilha Terceira – Açores.

Introdução

A ilha Terceira, de origem vulcânica, situa-se no grupo central do arquipélago dos Açores, com uma área aproximada de 400 km². A ilha alicerça-se sobre três grandes maciços estruturais (Figura 1), constituídos pelos estrato -vulcões dos Cinco Picos a leste, pelo maciço Guilherme Moniz - Pico Alto no centro e Santa Bárbara a oeste (França *et al*, 2005).

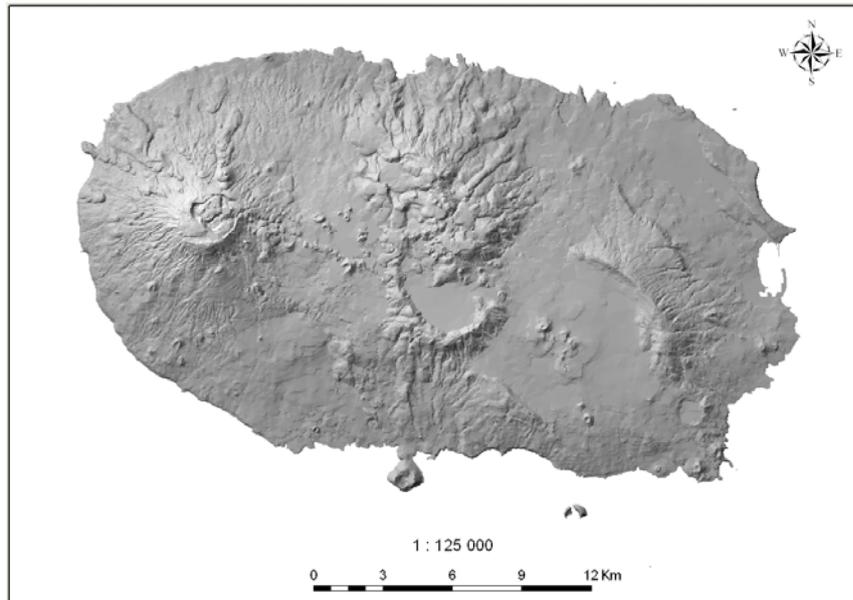


Figura 1. Modelo Digital de Terreno da Terceira

De acordo com o Censo de 2001 na Ilha da Terceira residem 55833 habitantes, divididos por dois municípios e respectivas cidades. Em Angra do Heroísmo residem 35581 habitantes, representando cerca de 64% da população da Ilha, divididos por dezanove freguesias, cinco das quais - Sé, Nossa Senhora da Conceição, São Pedro, São Bento e Santa Luzia - compõem a sede do Concelho, sendo as restantes catorze freguesias rurais - São Mateus, Posto Santo, Terra -Chã, São Bartolomeu, Cinco Ribeiras, Santa Bárbara, Doze Ribeiras, Serreta, Raminho, Altares, Ribeirinha, Feteira, Porto Judeu e São Sebastião. Na cidade da Praia da Vitória residem 20252 habitantes, representando os restantes 36%, sendo constituído por onze freguesias - Biscoitos, Quatro Ribeiras, Agualva, Vila Nova, São Brás, Lajes, Santa Cruz da Praia da Vitória, Fontinhas, Cabo da Praia, Porto Martins e Fonte do Bastardo (SREA,2001).

As actividades motoras ou básicas de economias abertas, às quais está associado o emprego básico, são as que geram receitas provenientes do exterior, quer como

contrapartida da exportação de bens e serviços, quer como transferências financeiras públicas e privadas. As principais actividades básicas exportadoras da Terceira estão associadas às cadeias de valor da agro-pecuária, da Base das Lajes, da pesca e do turismo. As transferências públicas são as que provêm do orçamento comunitário, nacional ou regional e não são pagas pelos contribuintes da Terceira. As transferências privadas são as remessas de emigrantes e os donativos privados que actualmente têm um peso reduzido na economia da Ilha.

Metodologia

Um modelo de interacção espacial distribui emprego e residentes pelas diferentes áreas da região tendo em conta as distâncias entre elas e as suas atractividades (Dentinho, 2005). Na adaptação feita neste artigo assume-se que a residência e cada tipo de emprego gera por sua vez um padrão de uso do solo baseado em coeficientes de uso do solo para cada actividade. As relações entre os sistemas económicos internos e externos podem ser explicadas usando a estrutura de um modelo básico (Hoyt, 1939; North, 1955; and Tiebout, 1956) de acordo com o qual as exportações, ou actividades básicas, são o factor de propulsão da economia, que determinam não só a sua dimensão mas também os padrões da produção local.

As equações (1) e (2) explicam o modelo. A população que vive em cada zona está dependente do emprego que é estabelecido nas outras zonas.

$$(1) T_{ij} = E_{ki} \{r \cdot W_j \exp(-a \cdot d_{ij}) / S_j [r \cdot W_j \exp(-a \cdot d_{ij})]\}$$

$$(2) P_j = \sum_i T_{ij}$$

Onde: T_{ij} = população que vive em j e que depende da actividade k em i ; E_{ki} = emprego no sector k na área i ; W_j = atractividade residencial de j ; r = inverso da taxa de actividade; a = parâmetro que define a atracção produzida pela distância; d_{ij} = distância entre i e j ; e P_j = residentes em j .

Por outro lado as actividades geradas em cada zona servem a população que vive em todas as outras zonas dentro de uma escala de serviço.

$$(3) S_{ikj} = P_i \{s_k \cdot V_{kj} \exp(-\beta \cdot d_{ij}) / \sum_j [s_k \cdot V_{kj} \exp(-\beta \cdot d_{ij})]\}$$

$$(4) E_{kj} = \sum_i S_{ikj}$$

Onde: S_{kj} = actividade gerada no sector k na zona j que serve a população em i ; E_{kj} = actividade no sector k para a zona j ; V_{kj} = atractividade para a actividade do sector k na

zona j; s_k = “quantidade” de actividade k por população; b = parâmetro que define o atrito produzido pela distância para as pessoas que procuram os serviços das actividades; d_{ij} = distância entre i e j; e E_{kj} = emprego no sector k na zona j.

A Figura 2 ilustra o funcionamento do modelo de interacção espacial. No momento inicial é possível estimar a população das diferentes áreas dependentes da actividade básica das várias áreas, apenas multiplicando a sua quantidade pela proporção de dependentes da actividade na área i, que vivem na área j $\{r.W_j \exp(-\alpha d_{ij}) / \sum_j [r.W_j \exp(-\alpha d_{ij})]\}$.

Num segundo passo, a população existente em cada área i, induz o desenvolvimento de actividades não básicas nas diferentes áreas, cuja estimativa é obtida pela multiplicação da população da área i por $\{s_k.V_{kj} \exp(-\beta d_{ij}) / \sum_j [s_k.V_{kj} \exp(-\beta d_{ij})]\}$. Num terceiro passo, a actividade não básica nas várias áreas é associada a uma maior população dependente ao longo das várias áreas. Os segundo e terceiro passos são repetidos iterativamente até o emprego total e a população total resultantes do modelo convergirem para os níveis consistentes de população total e emprego.

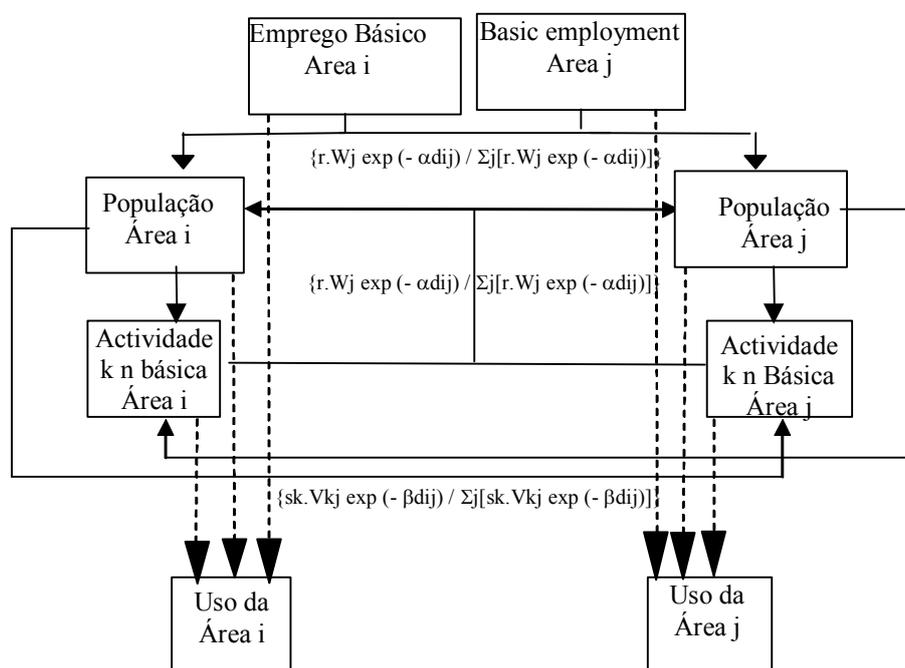


Figura 2 – Modelo de interacção espacial com padrões de uso do solo.

Existem também restrições relacionadas com a área que devem ser cumpridas.

$$(5) \sum_{ik} \sigma_{ik} S_{ikj} + \rho_j P_j + \sum_{ik} \sigma_{ik} E_{b_{ikj}} \leq A_j \text{ (para todas as zonas } j).$$

Onde σ_{ik} = área ocupada por um emprego do sector (k) na zona (i); e ρ_j = área ocupada por um residente na zona j.

A estrutura geral do sistema pode ser representada de uma forma simples, por um modelo com três blocos interrelacionados (Figura 2):

- em primeiro lugar o sistema económico externo, que integra as exportações e o mercado mundial – o motor das pequenas economias (Dommen & Hein, 1885);
- em segundo lugar, o sistema económico interno, que descreve as relações entre as exigências locais e as várias actividades (k), que cumprem essas exigências: urbe, hortus, ager, saltus and silvae.
- o terceiro bloco foca o uso dos recursos naturais, ou território, por cada uma das actividades.

Dados

Atractividade para cada zona e sector

A atractividade (V_{kj}) foi determinada pela avaliação das condições edafoclimáticas para cada um dos usos considerados: urbano, agrícola, hortícola, florestal e agro-pecuário. Os dados utilizados foram a temperatura, a precipitação, a altitude, o declive, o solo e a exposição solar. A atractividade V_{kj} de cada zona j para a actividade k é dada pela área com aptidão em cada uma das zonas. Cada uma das aptidões resultou de análises parciais feitas com base nos requisitos mínimos para cada actividade.

Aptidão ao uso urbano

A aptidão urbana foi determinada através da análise de três parâmetros relativos ao território: altitude, declives e exposição de vertentes (Gonçalves e Dentinho, 2005).

As classes de declive consideradas no modelo são: 0-10% (apta); superior a 10 (não apta). As temperaturas médias anuais inferiores a 13°C e a humidade média anual superior a 90% foram também consideradas inaptas.

Os fracos declives e baixas altitudes tornam a parte Nordeste e Sul da ilha Terceira apta para o uso urbano, com excepção da zona central onde se verifica temperaturas médias

anuais inferiores a 13°. Para além do mais a humidade relativa média anual ultrapassa os 90° (Figura 3).

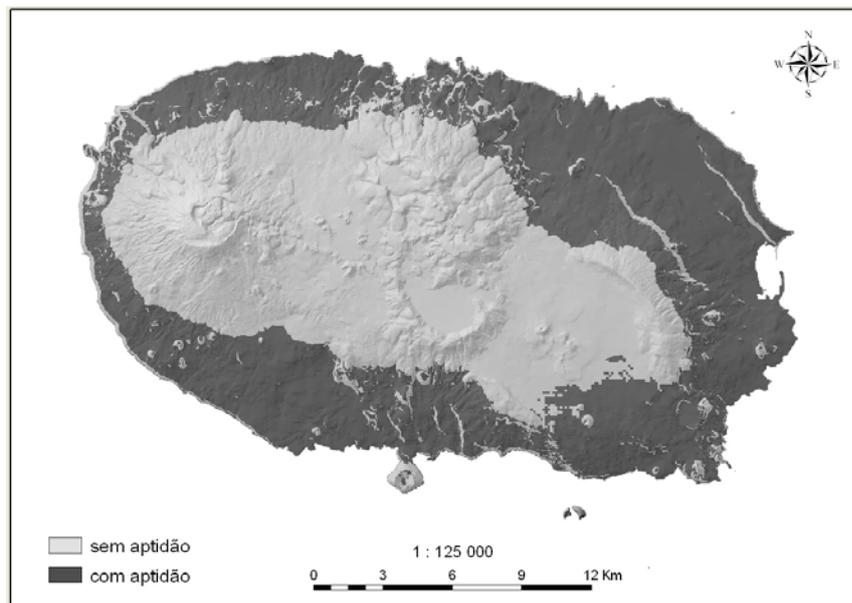


Figura 3 - Aptidão do território ao uso urbano da Ilha Terceira.

Aptidão ao uso hortícola e frutícola

O actividade escolhida como representativa dos produtos horto-frutícolas foi a produção de laranja. Segundo Morin (1985) as exigências climatológicas desta cultura estão relacionadas com o somatório de temperatura acumulado ao longo do ciclo de crescimento (todo o ano), os valores de temperatura média nos meses da estação fria, a precipitação anual e a percentagem de precipitação que ocorre nos meses de Verão (Junho, Julho e Agosto).

Deste modo, tomou-se os seguintes valores: a precipitação total anual deve estar acima dos 1000 mm e a percentagem de precipitação nos meses mais quentes dividida em duas classes (0-10%, e >10%). O modelo exclui as zonas com percentagem inferior a 10% (Gonçalves & Medeiros, 2005).

As mesmas classes estão definidas para os critérios somatório de temperatura, em graus dia, para os valores 0-2400, e superiores a 2400º/dias. A temperatura da estação mais fria (Janeiro a Março) está dividida em duas classes: <10°C, e >10 °C (Gonçalves & Medeiros, 2005). Considerou-se não apto, as áreas em que somatório de temperatura seja inferior a 2400º/dias e com temperatura inferior a 10° C na estação mais fria.

Devido aos valores de precipitação e temperatura praticamente toda a parte litoral da Ilha é apta para a cultura dos citrinos, com excepção da zona situada a Oeste. A baixa temperatura associada à altitude é deste modo o principal factor limitante para a produção de laranja na ilha Terceira uma vez que a precipitação em toda a ilha é mais que suficiente (Figura 4).

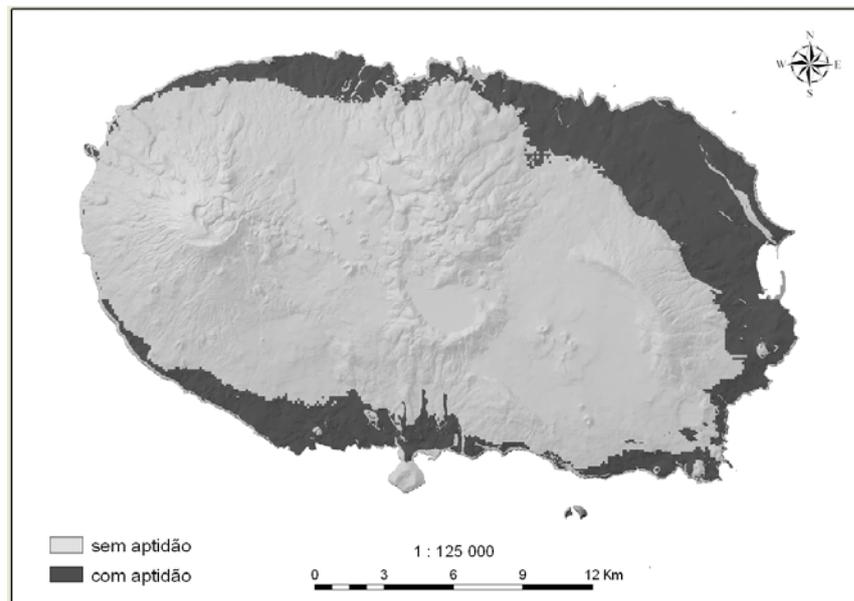


Figura 4 - Aptidão do território ao uso hortícola da Ilha Terceira

Aptidão ao uso agrícola

A avaliação da aptidão agrícola foi efectuada com base em apenas uma cultura cerealífera, o trigo. Os critérios de aptidão à cultura do trigo utilizados consideram que a cultura ocorre na Primavera, com colheita no final do mês de Julho. A temperatura deverá estar entre 1200 e os 1600 ° dias, com temperatura base de 0°C e o limite de temperatura mínima igual a 6°C (Gonçalves & Monjardino, 2005). Dos valores com aptidão foram excluídas as classes vulcanológicas correspondentes a escoadas lávicas, que inclui-se nos solos da classe VII. Verifica-se pela Figura 5 que as áreas de não aptidão para estas culturas correspondem a declives demasiado acentuados ou a locais onde as exigências de temperatura não são satisfeitas.

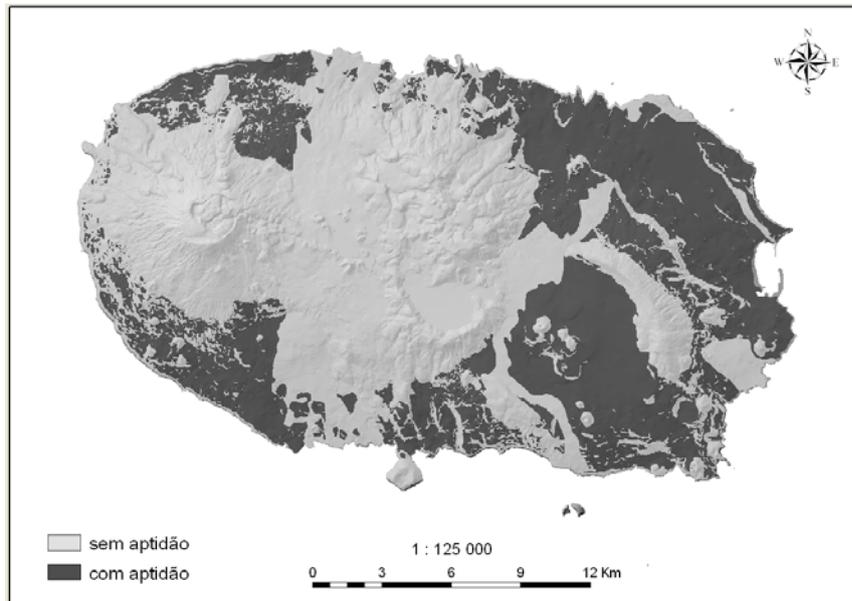


Figura 5 - Aptidão do território ao uso agrícola da Ilha Terceira.

Aptidão à pastagem

Segundo Gonçalves & Calado (2005) a aptidão da pastagem depende da classe do solo, do declive, da temperatura e precipitação. O modelo considera apenas o declive inferior a 30% como apto e exclui solos da classe VI e VII. As áreas da classe cuja temperatura é inferior a 12,5°C e a precipitação é inferior a 1300 mm foram consideradas não aptas.

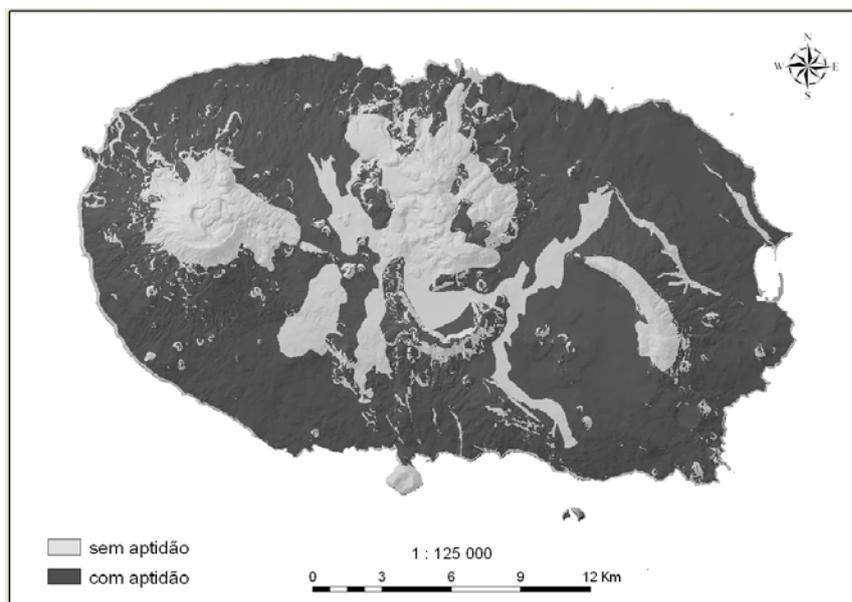


Figura 6- Aptidão do território à pastagem da Ilha Terceira.

Utilizando as classes referidas e valores de produtividades medidas para o território da ilha Terceira, verificou-se que a influência dos dois critérios é equilibrada, deste modo a ilha Terceira apresenta uma percentagem elevada de área com elevada aptidão para a

pastagem, excluindo-se apenas o vulcão de Santa Bárbara a Oeste e a zona Central do Pico Alto, devido ao declive e altitude.

Aptidão ao uso florestal

A aptidão do território para a floresta é semelhante à aptidão para a pastagem sem a restrição do declive, deste modo, depende apenas dos valores de altitude, que representam de uma forma indirecta as variáveis temperatura e precipitação.

Visto que as zonas aptas correspondem a zonas cuja altitude é inferior a 700 metros, a ilha Terceira apresenta elevada percentagem de área com aptidão para a floresta (Figura 7)

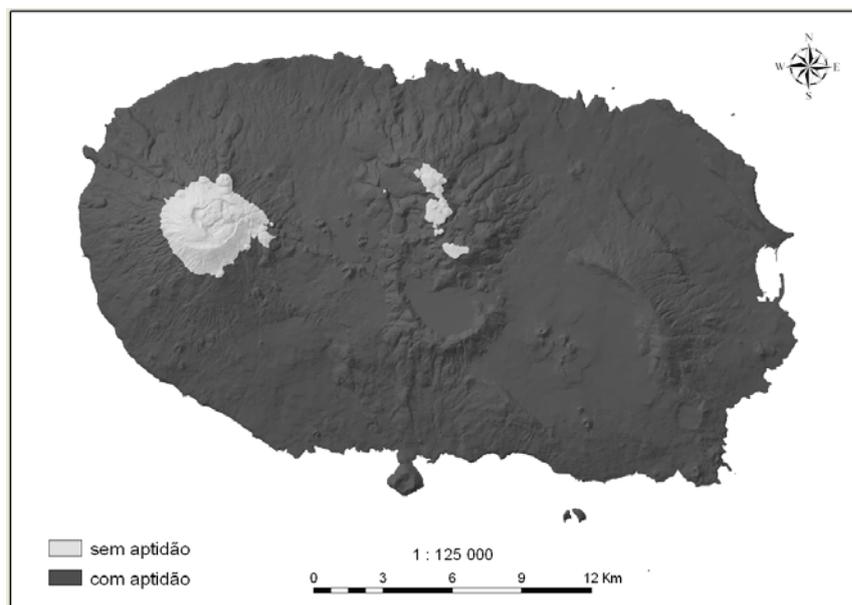


Figura 7- Aptidão do território ao uso florestal da Ilha Terceira.

Para efectuar as simulações com vista a obter o padrão de uso de solo para cada século e para cada zona, distribuiu-se as cinco actividades dentro de cada zona (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição das actividades e população por zonas no Século XX na Ilha Terceira.

		Emprego Básico				
	População	Uso Urbano	Uso Hortícola	Uso Agrícola	Uso Pastagem	Uso Florestal
Zona A	25218	3000	-	-	271	-
Zona B	4558	-	-	-	362	-
Zona C	3285	-	-	-	301	-
Zona D	18412	2185	-	-	567	-
Zona E	4403	23	-	-	267	-

Resultados

Usando os dados de população recolhidos no último Censo da Região Autónoma dos Açores no ano de 2001, efectuaram-se simulações para obter padrões de uso do solo para este período e para cada zona. De seguida, com os resultados obtidos para cada zona, as cinco actividades foram distribuídas dentro destas tendo por base os coeficientes de atractividade e considerando uma hierarquia para os cinco sectores. Considerou-se o uso urbano como preferencial, seguindo-se o uso agrícola, hortícola, pastagem e por fim a floresta.

A Figura 8 ilustra o resultado da simulação, efectuada para o século XXI, quando a população da Terceira era de 55833 habitantes.

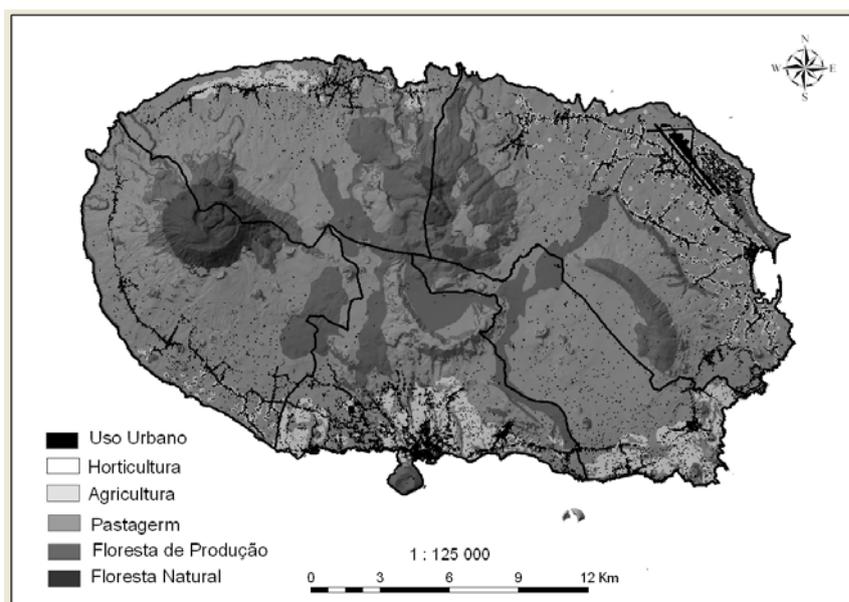


Figura 8. Carta de Ocupação do território estimada para o Século XXI para a Ilha da Terceira.

Resultou desta simulação a exploração de todo o território, sendo a principal actividade, para todo o território, a agricultura devido ao aumento do número dos bovídeos, sendo neste século a mais valia da economia da Ilha. Estas pastagens vão ocupar as áreas que antes eram ocupadas pelo uso agrícola.

Observa-se ainda que a floresta de produção ocupa o centro da Ilha, e nos locais de maior altitude ainda preside a floresta natural.

O uso urbano tende a situar-se junto ao litoral, e tende a aumentar junto aos grandes núcleos populacionais, criando zonas dormitório.

Conclusão

Pretendeu-se com este trabalho demonstrar como é que os modelos de interacção espacial podem ser utilizados para explicar os padrões de uso do solo, baseada em dados de emprego básico, produtividade da terra, produtividade do trabalhos e coeficientes entre emprego não básico e população.

Este trabalho faz parte de uma série de trabalhos que tem vindo a ser desenvolvidos e já incluíram a evolução do uso de solo na Ilha do Corvo, na Ilha Graciosa e na Ilha de São Jorge. De futuro pretende-se estimar a evolução do uso do solo durante os séculos de povoamento da Ilha Terceira, recolhendo dados históricos sobre demografia e principais exportações.

Referências Bibliográficas

Azevedo, E.M.V.B. (1996). *Modelação do Clima Insular à Escala Local – Modelo CIELO aplicado à Ilha Terceira*. Tese de Doutoramento. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.

Dentinho, T. C. P., (2005). *Modelos Gravitacionais*. In: *Compêndio de Economia Regional*, 22. 2ª Edição. Coimbra: APDR. Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Regional.

Dentinho, T., Meneses J.G.A. (1996) - Sustainable Development of Urban Areas. Lessons from the Smallest City. 36th European Congress of ERSA ETH Zurich, Switzerland 26 - 30 August 1996

Dommen & Hein (1985), - Foreign Trade in Goods and Services. The Dominant Activity of Small Islands. in *States, Microstates and Islands*, P. Croom Helm London.

França, Z., Cruz, J. V., Nunes, J.C. & Forjaz, V.H. (2005). *Geologia dos Açores: uma perspectiva actual*. Ponta Delgada: Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.

Gonçalves, J. and Dentinho, T. (2005) – Atractividade Urbana nas Ilhas dos Açores. In Estudo das Aptidões do Território dos Açores, ed. Gonçalves, J. and Azevedo, E. (2005). Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.

Gonçalves, J. and Medeiros, C. (2005) – Atractividade para os Citrinos nas Ilhas dos Açores. In Estudo das Aptidões do Território dos Açores, ed. Gonçalves, J. and Azevedo, E. (2005). Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.

Gonçalves, J. and Monjardino, P. (2005) – Atractividade para os cereais nas Ilhas dos Açores. In Estudo das Aptidões do Território dos Açores, ed. Gonçalves, J. and Azevedo, E. (2005). Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.

Gonçalves, J. and Calado, L. (2005) – Atractividade para a Agro-pecuária nas Ilhas dos Açores. In Estudo das Aptidões do Território dos Açores, ed. Gonçalves, J. and Azevedo, E. (2005). Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.

Hoyt, H. (1939) – *The structure and growth of residential neighbourhoods in American cities*, Washington, U.S. Printing Office.

Morin, Charles (1985) – Cultivo de Cítricos – Instituto Interamericano de Cooperacion para la agricultura; San Jose, Costa Rica.

North, D.C. (1955) – “Location theory and regional economic growth”, *Journal of Political Economy*, June 243-58.

S.R.E.A., (2001). *Anuário Estatístico dos Açores 2001*. Angra do Heroísmo: S.R.E.A.

Tiebout, C.M. (1956) – “A pure theory of local public expenditures”. *Journal of Political Economy*, 64, 416-24.