

ESTUDOS I



FACULDADE de ECONOMIA da UNIVERSIDADE do ALGARVE

ESTUDOS I

Cidadania, Instituição e Património

Economia e Desenvolvimento Regional

Finanças e Contabilidade

Gestão e Apoio à Decisão

Modelos Aplicados à Economia e à Gestão

A Faculdade de Economia da Universidade do Algarve



Faculdade de Economia da Universidade do Algarve

2004

COMISSÃO EDITORIAL

António Covas
Carlos Cândido
Duarte Trigueiros
Efigénio da Luz Rebelo
João Albino da Silva
João Guerreiro
Paulo M.M. Rodrigues
Rui Nunes

FICHA TÉCNICA

Faculdade de Economia da Universidade do Algarve

Campus de Gambelas, 8005-139 Faro
Tel. 289817571 Fax. 289815937
E-mail: ccfeua@ualg.pt
Website: www.ualg.pt/feua

Título

Estudos I - Faculdade de Economia da Universidade do Algarve

Autor

Vários

Editor

Faculdade de Economia da Universidade do Algarve
Morada: Campus de Gambelas
Localidade: FARO
Código Postal: 8005-139

Compilação e Design Gráfico

Susy A. Rodrigues

Revisão de Formatação e Paginação

Lídia Rodrigues

Fotolitos e Impressão

Serviços Gráficos da Universidade do Algarve

ISBN

972-99397-0-5 - Data: 26.10.2004

Depósito Legal

218279/04

Tiragem

500 exemplares

Data

Novembro 2004

**RESERVADOS TODOS OS DIREITOS
REPRODUÇÃO PROIBIDA**

Evolução do número de caixas automáticas multibanco na região do algarve: projecções para 2010

Fernando Alberto Freitas Ferreira¹

Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Beja

Nuno Sidónio Andrade Pereira

Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Beja

Resumo

Existem diversos factores que têm vindo a influenciar e a promover profundas alterações no sector bancário em Portugal. Entre os principais, podemos salientar a inovação tecnológica e o crescente grau de exigência e conhecimento tecnológico dos clientes. Nesta perspectiva, parece lógico aceitar que a continua sofisticação dos sistemas de informação é uma potencial determinante de rentabilidade e poderá tornar-se numa forte fonte de vantagem competitiva. Tratando-se de uma das principais regiões turísticas do nosso País, o Algarve deverá promover, nos próximos anos, um aumento da sua actual capacidade de 550 caixas multibanco, no sentido de maximizar os efeitos decorrentes da evidente ligação existente entre as novas tecnologias e o Turismo. Dado o impacto que as caixas multibanco têm tido na modernização da Região desde o seu aparecimento, o principal objectivo deste estudo está directamente relacionado com uma aplicação do Modelo Epidémico, no sentido de projectar a evolução do número destas máquinas para os próximos anos.

Palavras-chave: Caixas Automáticas Multibanco, Modelo Epidémico, Algarve.

Abstract

There are several factors that have been influencing and creating deep changes in the Portuguese banking sector. Among these, we can highlight technological innovation and the increasing consumer's technological knowledge. It seems therefore logical to accept that the continuous sophistication of organizational information systems can become not only a potential determinant of profitability but also a strong source of competitive advantage. Being one of the most important tourism regions of the Portuguese territory, the Algarve should increase its current capacity of 550 Automated Teller Machines in order to maximize the tourism effects. Due to the great impact that those machines have been originated on this Region since their appearance, the main point of this paper is the application of the Epidemic Model in order to forecast their evolution for the next years.

Keywords: Automated Teller Machine, Epidemic Model, Algarve.

¹ Doutorando em Métodos Quantitativos, especialidade de Investigação Operacional, na Faculdade de Economia da Universidade do Algarve.

Introdução

O facto da difusão das novas tecnologias motivar fortemente a redefinição do sistema bancário e originar, igualmente, o aparecimento de um ambiente hostil e altamente competitivo, conduz a que a inovação tecnológica nos serviços financeiros seja uma realidade que não se deva escamotear (Hannan e McDowell, 1990). De facto, o processo de difusão das novas tecnologias tem sido comparado a uma “epidemia” e tem estado na base de investigação de inúmeros estudos académicos e científicos inseridos no domínio do sector financeiro¹. Com base neste pressuposto, o principal fluxo de investigação deste ensaio está directamente relacionado com uma aplicação do Modelo Epidémico, proposto por E. Mansfield, por forma a projectar a evolução do número de ATM², na Região do Algarve, até 2010. Importa ressaltar, desde já, que o facto do Algarve ser uma região turística por excelência e claramente afectado por alterações demográficas decorrentes dos fluxos de turistas, motiva a que se procure demonstrar que a inovação tecnológica pode funcionar como elemento indutor de competição em mercados com estas características, perspectivando toda uma mudança de atitude e filosofia de actuação das diferentes unidades do sistema e tornando-se, assim, num poderoso instrumento de gestão e competitividade regional num mundo tendencialmente mais globalizado. De resto, importa referir que o facto dos resultados deste ensaio se confinarem unicamente à Região do Algarve não olvida que o estudo possa ser analogamente aplicado a qualquer outra região, país ou continente.

1. Enfoque teórico e dados necessários à aplicação do modelo

Dada a sua simplicidade, o Modelo Epidémico é relativamente fácil de compreender tanto do ponto de vista conceptual como do ponto de vista matemático. Basicamente, o modelo propõe que o alastramento da inovação se assemelhe a um processo epidemiológico (Coombs *et al.*, 1987). Ou seja, é o contacto entre os agentes que efectivamente transmite a informação entre adoptantes e potenciais adoptantes. A troca de informação exhibe os custos e o conhecimento da inovação, reduzindo o risco e a incerteza dos potenciais adoptantes. Deste modo, o crescimento do número de adoptantes é inversamente proporcional à incerteza associada à respectiva inovação. Não obstante, apesar da taxa de difusão poder apresentar um crescimento contínuo, esse processo não poderá ser linear e indefinido dado que, para além dos últimos potenciais adoptantes serem os que apresentam maior relutância à adesão, em determinada altura já restarão poucos agentes para “infectar” e, assim, a curva de difusão estagna progressivamente até que o processo de difusão termina (Monteiro Barata, 2000).

Quando o processo de difusão se relaciona com a inovação tecnológica, o que se difunde é a informação sobre a própria inovação (Ferreira, 2003). Com efeito, estudos recentes³ revelaram que a interacção contínua e sistemática entre adoptantes e potenciais adoptantes promoveram alterações significativas na maturidade do processo inovatório. Nesta perspectiva, parece lógico aceitar que um dos elementos

¹ Ver, por exemplo: Coombs e outros (1987), Monteiro Barata (1996) e Ferreira (2003).

² ATM – *Automated Teller Machine*: Caixa Automática Multibanco.

³ Para mais desenvolvimentos, ver Monteiro Barata (1996) e Ferreira (2003).

fundamentais num processo de difusão é o fluxo de informação estabelecido entre o cumulativo de adoptantes e os potenciais adoptantes de uma mesma inovação (*Figura 1*).

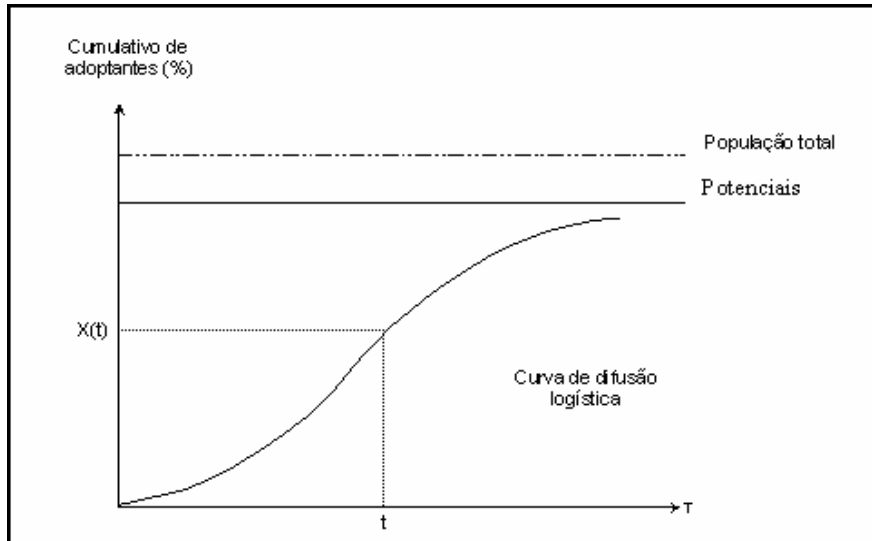


Figura 1 – Curva de difusão logística.

Face ao exposto, poder-se-á afirmar que para uma determinada inovação que esteja ainda no início do seu processo de difusão, a informação disponível será escassa e, conseqüentemente, maior será o risco que lhe está associado. Com efeito, quanto maior for o cumulativo de adoptantes, maior será a informação disponível sobre essa mesma inovação e, logicamente, menor será o risco associado a uma conseqüente adopção. Neste ensaio, o que se analisa é o crescimento do número de Caixas Automáticas Multibanco na Região do Algarve. De acordo com os dados estatísticos facultados pela SIBS⁴, o número de ATM tem crescido por toda a Região e o actual limite de capacidade ronda as 550 caixas automáticas (*Tabela 1*).

⁴ SIBS – *Sociedade Interbancária de Serviços*. Trata-se de uma rede partilhada que supõe uma dialéctica do tipo cooperação/competição que molda as relações estabelecidas entre instituições bancárias e entre instituições bancárias e não bancárias. Sendo propriedade da totalidade ou da maioria dos seus membros, faz particular apelo à utilização das telecomunicações. (Ver Ferreira, 2003: 51).

(em Dezembro)

Fonte: SIBS (2003)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999*	2000	2001	2002	2003
FARO (DISTRITO)	58	91	121	137	147	184	229	273	329	389	446	472	502
ALBUFEIRA	6	10	13	19	20	23	26	29	37	44	60	64	73
ALCOUTIM	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	4
ALJEZUR	0	0	0	2	2	2	2	4	4	5	7	7	8
CASTRO MARIM	0	0	1	1	1	3	4	4	4	5	6	6	7
FARO	13	20	23	25	27	34	41	51	62	76	94	96	93
LAGOA	1	1	1	3	5	7	11	12	15	22	20	22	22
LAGOS	4	7	7	8	9	13	15	16	18	21	24	25	27
LOULÉ	11	18	22	21	23	34	41	52	60	64	65	74	79
MONCHIQUE	0	0	1	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2
OLHÃO	3	6	8	9	9	11	17	17	19	20	25	28	29
PORTIMÃO	8	12	17	17	18	19	24	32	41	48	58	62	66
S. BRAS ALPORTEL	0	1	1	2	2	3	4	4	4	5	6	6	7
SILVES	5	5	8	9	9	9	13	16	18	22	22	24	26
TAVIRA	2	4	7	7	7	10	10	12	17	22	25	25	26
VILA DO BISPO	0	0	0	1	1	2	2	4	7	8	7	8	10
V. REAL S. ANTÓNIO	5	7	12	11	12	11	14	15	18	22	22	21	23

* Dados de Dezembro de 1999 indisponíveis. A informação indicada corresponde às ATM em Janeiro de 2000.

Tabela 1 – Número de ATM na Região do Algarve (1991-2003).

No limite, o cumulativo de adoptantes N_t estará muito próximo do número máximo de potenciais adoptantes N^* (Figura 2).

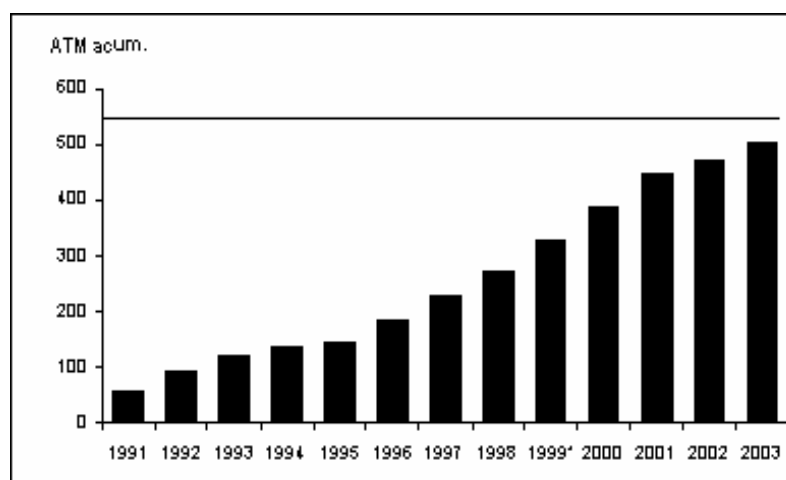


Figura 2 – Curva evolutiva das ATM na Região do Algarve (1991-2003).

2. Especificações matemáticas do modelo epidémico

O processo de difusão de uma inovação tem uma demonstração matemática relativamente simples. O modelo simplificado de representação do crescimento populacional de organismos assume que a taxa de crescimento percapita é constante, ou seja:

$$\frac{dN_t}{dt} = \beta \cdot N_t, \quad (1)$$

onde $\beta > 0$ é o parâmetro que expressa as condições de maior ou menor dificuldade da difusão. Dado que define a inclinação da curva linearizada, este parâmetro β é também denominado grau de “*infecciosidade da doença*” (Monteiro Barata, 2000). Neste pressuposto, o modelo prevê um crescimento exponencial, na medida em que a solução da equação diferencial (1) é $N_t = N_o e^{\beta t}$, onde $N_o = N(t=0)$. Contudo, importa ter presente que este crescimento exponencial não é sustentável em termos reais, onde são levados em consideração os efeitos de lotação e limitação de recursos. Com efeito, biólogos e engenheiros demográficos assumem com frequência que a taxa de crescimento percapita se torna negativa para populações superiores a determinada capacidade N^* ⁵. Por questões de simplificação do modelo, é possível assumir que a taxa de crescimento percapita decresce linearmente com N_t e isto conduz-nos a:

$$\frac{dN_t}{dt} = \beta \cdot N_t \left(1 - \frac{N_t}{N^*} \right), \quad (2)$$

conhecida como *equação logística*. Por outras palavras, se representarmos a fracção de potenciais adoptantes que já adoptou a inovação no momento t por (N_t/N^*) , então dN_t/dt será a taxa de difusão. Dada a relação proporcional entre o número de adoptantes e o número de potenciais adoptantes que remanesce $(N^* - N_t)$, por manipulação matemática obteremos:

$$\frac{dN_t}{dt} = \beta \cdot (N_t / N^*) \cdot (N^* - N_t). \quad (3)$$

A equação (2) foi inicialmente sugerida por Verhust, em 1838, com o intuito de descrever o crescimento da população humana e, mais tarde, foi apresentada como *Lei Universal do Crescimento*⁶. Este modelo tem sido igualmente utilizado para descrever o crescimento de colónias de bactérias, derivando daí a sua denominação (Strogatz, 2000).

A equação (3) pode ser resolvida analiticamente por separação de variáveis e isto conduz-nos à seguinte solução:

$$N_t = \frac{N^*}{1 + e^{(-\alpha - \beta t)}}, \quad (4)$$

⁵ Para mais desenvolvimentos, ver Strogatz (2000).

⁶ Ver Pearl (1927).

onde α é o momento em que a curva de difusão logística inicia o seu movimento ascendente. Se a proporção cumulativa de adoptantes é dada por $n_t = N_t/N^*$, então:

$$n_t = \frac{1}{1 + e^{(-\alpha - \beta t)}}. \quad (5)$$

Importa referir que algumas das propriedades qualitativas da solução podem ser obtidas directamente a partir de (2). Parece evidente que (2) detém dois pontos fixos, nomeadamente: $N=0$ e $N=N^*$ e, no intervalo desses dois pontos, a função traduzirá um comportamento crescente da difusão de inovação até um determinado ponto de inflexão e, posteriormente, assumirá um comportamento de estagnação do processo. Este comportamento é, de resto, facilmente comprovado quando consideramos a derivada de primeira ordem da equação:

$$\delta\left(\frac{dN_t}{dt}\right) = \beta\left(1 - \frac{2N_t}{N^*}\right)\delta N_t. \quad (6)$$

Para uma variação δN_t sobre o ponto $N_t=0$, obteremos $\delta(dN_t/dt) = \beta \cdot \delta N_t > 0$ e o processo iniciar-se-á a partir de $N_t=0$. Por outro lado, para uma variação δN_t sobre o ponto $N_t=N^*$, obteremos $\delta(dN_t/dt) = -\beta \cdot \delta N_t$ e isto significa que a taxa de crescimento evolui com sinal oposto à variação. Neste caso, a movimentação de crescimento irá decair monotonamente e $N_t \rightarrow N^*$, com $t \rightarrow \infty$. Consequentemente, N^* será um valor assintoticamente estável para a população de potenciais adoptantes. De resto, se considerarmos uma condição inicial N_0 tal que $0 < N_0 < N^*/2$, a solução (4) traduzirá a denominada *curva sigmoide*, representada na *Figura 1*. Através da equação (2), é ainda possível verificar que $d^2N_t/dt^2 = 0$ origina $N_t = N^*/2$ e isto significa que o ponto de inflexão tem coordenadas $(t_{1/2}, N^*/2)$. Com efeito, a partir da equação (4) teremos:

$$t_{1/2} = -\alpha / \beta. \quad (7)$$

Teremos agora que estimar os três parâmetros do modelo: α , β e N^* .

3. Principais resultados alcançados

O ajuste estatístico é concretizado por transformação linear da equação (5) e, desta forma, alcançaremos o seguinte resultado:

$$y = \alpha + \beta t, \quad (8)$$

onde

$$y = \ln\left(\frac{n_t}{1 - n_t}\right). \quad (9)$$

Esta simples transformação facilita-nos o cálculo de uma regressão linear sobre os valores apresentados na *Tabela 1*, onde a estimação dos parâmetros pode ser feita pelo *Método dos Mínimos Quadrados* no seguinte domínio (*Tabela 2*):

$$(t, y) = \left[t, \ln\left(\frac{n_t}{1-n_t}\right) \right] \quad (10)$$

t	N_t	$n_t=(N_t/N^*)$	$y=\ln[n_t/(1-n_t)]$
1991	58	0,10545	-0,92856
1992	91	0,16545	-0,70279
1993	121	0,22000	-0,54967
1994	137	0,24909	-0,47923
1995	147	0,26727	-0,43799
1996	184	0,33455	-0,29865
1997	229	0,41636	-0,14668
1998	273	0,49636	-0,00632
1999	329	0,59818	0,17280
2000	389	0,70727	0,38312
2001	446	0,81091	0,63230
2002	472	0,85818	0,78184
2003	502	0,91273	1,01947

Tabela 2 – Valores estimados pelo Método dos Mínimos Quadrados.

De acordo com os dados disponíveis, os resultados da estimação são:

$$\alpha = -704,578; \quad \beta = 0,3527; \quad N^* = 550; \quad r = 0,988 \quad (11)$$

Com estes resultados, e através da equação (7), obtemos $t_{1/2}=1997$ como ano de inflexão da curva logística calculada. Podemos analisar essa evolução na representação gráfica apresentada (*Figura 3*):

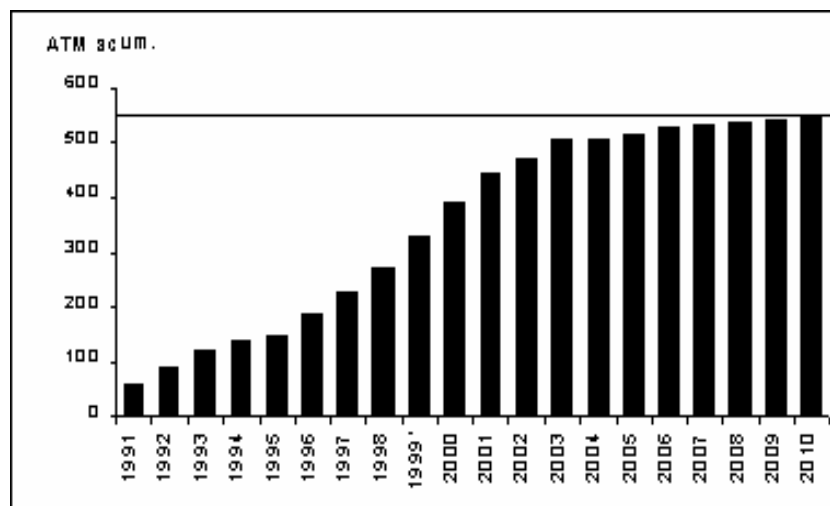


Figura 3 – Curva Logística das ATM na Região do Algarve.

Uma análise atenta à *Figura 3* permite-nos constatar que a curva apresentada é uma curva típica de difusão de um Modelo Epidémico, onde os valores acumulados tendem para o limite de capacidade. Com efeito, esta *curva sigmoide* reflecte uma dinâmica típica de cooperação positiva: a acção de um elemento do sistema influencia a afinidade dos restantes elementos no sentido de assumirem idêntico comportamento (Kauffman, 1993). Se assumirmos que este modelo descreve adequadamente o crescimento das ATM na Região do Algarve, podemos prever a sua evolução para os próximos anos. Por exemplo, teremos $N_{ATM}(2010) \cong 544$, que está muito próximo do limite de capacidade assumido.

4. Conclusão e recomendações para futuras aplicações

Dada a sua simplicidade e relativa facilidade no tratamento de dados, o Modelo Epidémico tem tido inúmeras aplicações em diversas áreas científicas (Monteiro Barata, 1996). Não obstante, tem sido igualmente alvo de diversas críticas pois, por exemplo: defende que tanto os adoptantes como a inovação têm características estáticas; assume que todos os adoptantes se inserem num meio envolvente homogéneo e, por outro lado, dá particular relevo à posição dos adoptantes em detrimento da posição dos inovadores (lado da oferta) (Coombs e outros, 1987). Em resposta a estas limitações, têm surgido inúmeros modelos alternativos como, por exemplo, o modelo *Probit*⁷ que é um modelo probabilístico em que a inovação obedece a critérios específicos, nomeadamente à dimensão das organizações. Importa referir contudo que, apesar de constituírem um passo importante e genuíno em termos de investigação, nenhum destes modelos foi tão testado como o Modelo Epidémico. Além disso, estudos recentes têm demonstrado que as *curvas sigmoides* são as que melhor se adaptam ao processo de difusão de uma determinada inovação (Monteiro Barata, 2000). De resto, dado o seu carácter simplificado e meramente exploratório, importa deixar bem claro que este ensaio deverá ser interpretado apenas como uma aplicação académica de um método quantitativo, derivado do Modelo Epidémico, no

⁷ Para mais desenvolvimentos, consultar Coombs *et al.*, 1987: 125.

sector bancário e a nível regional. Nesta perspectiva, uma análise comparativa deverá ser levada a cabo no sentido de apurar a validade dos valores estimados.

Agradecimentos

O presente artigo representa o prolongamento natural da investigação de Fernando Ferreira, materializada na sua já concluída dissertação de mestrado em Ciências Económicas e Empresariais. Por conseguinte, os autores gostariam de manifestar o seu agradecimento ao Professor Doutor José Manuel Monteiro Barata (ISEG/UTL), pelo tempo disponibilizado na orientação da respectiva dissertação e pelo rigor e ensinamentos transmitidos ao longo de todo o processo. O agradecimento deve, igualmente, ser estendido à Faculdade de Economia e respectivo Conselho Científico, pela oportunidade concedida com a promoção desta edição.

Referências

- Coombs, R.; P. Saviotti e V. Walsh (1987) *Economics and Technological Change*, Rowman & Littlefield, 93-134.
- Ferreira, F. (2003) *Inovação Tecnológica no Sistema Financeiro Português: Evolução e Perspectivas*, Coimbra, Pé de Página Editores.
- Ferreira, F.; N. Pereira e P. Cravo (2003) Application of the Epidemic Model to Forecast the Number of POS in the Portuguese Banking Sector, *Business Excellence '03 – Proceedings of the First International Conference on Performance Measures, Benchmarking and Best Practices in New Economy*, Guimarães, University of Minho and University of Massachusetts-Dartmouth, 126-129.
- Ferreira, F.; N. Pereira; F. Dias e F. Teixeira (2003) Forecasting the Growth of ATM in the Portuguese Banking System, *Proceedings of the Sixth International Conference on Electronic Commerce Research-ICECR6*, Dallas/Texas, University of Texas and Southern Methodist University, 526-531.
- Ferreira, F.; N. Pereira e F. Teixeira (2003) Forecasting the Growth of ATM and POS in the Portuguese Banking System, *Proceedings of the IADIS International Conference www/Internet 2003*, Vol. II, Algarve, IADIS, 989-994.
- Hannah, T. e J. McDowell (1990) The Impact of Technology Adoption on Market Structure, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 72, N°1, 164-168.
- Kauffman, S. A. (1993) *The Origins of Order Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford.
- Monteiro Barata, J. (1996) *Inovação nos Serviços: Sistemas e Tecnologias de Informação e Competitividade no Sector Bancário em Portugal*, Dissertação de Doutoramento em Economia, Lisboa, ISEG/UTL.

Monteiro Barata, J. (2000) Evolução da ATM: Projecções para 2010, *Revista do Instituto de Formação Bancária*, N°47.

Pearl, R (1927) The Growth of Population, *Quart. Rev. Biol.*, N°2, 532.

SIBS–Sociedade Interbancária de Serviços (2004), online em <http://www.sibs.pt> [9 Janeiro 2004].

Strogatz, S. H. (2000) *Nonlinear Dynamics and Chaos*, Perseus Publishing.