

ESTIMATIVA DA PREFERÊNCIA POR MODALIDADES DE ACADEMIA ATRAVÉS DO PROCESSO MARKOVIANO

Paula Moreira Berbare¹ paulaberbare@yahoo.com.br

Homero da Silva Nahum Junior¹ junior_alema@yahoo.de

Mauro César Gurgel de Alencar Carvalho^{2,3} mcgac@coc.ufrj.br

Ana Cristina Lopes y Glória Barreto⁴ prof.anabarreto@yahoo.com.br

doi:10.3900/fpj.7.4.271.p

Berbare PM, Nahum Junior HS, Carvalho MCGA, Barreto ACLG. Estimativa da preferência por modalidades de academia através do processo markoviano. *Fit Perf J.* 2008 jul-ago;7(4):271-7.

RESUMO

Introdução: Objetivando comparar as predições de número de alunos no domínio do tempo através do processo de Markov e modelo linear em uma determinada academia de ginástica situada na Zona Oeste do Rio de Janeiro, foram analisados 367 alunos (179 mulheres e 188 homens) com idades entre 19 e 80 anos, freqüentadores regulares da academia entre julho/2004 e junho/2005. **Materiais e Métodos:** Os dados foram tomados do banco de dados da instituição, no qual a modalidade preferida era considerada como aquela com maior média de assiduidade em cada mês do período estudado. Inicialmente, foram estimadas as probabilidades condicionais para cada modalidade, as quais formaram a Matriz de Transição, após o que a teoria referente ao processo de Markov foi aplicada. **Resultados:** As predições assim obtidas foram comparadas àquelas do modelo linear (previamente existente na academia), em função do percentual médio de proximidade dos valores reais mensais, através do Teste de Mann-Whitney ($\alpha=0,05$). Em todos os meses o modelo markoviano demonstrou maior proximidade significativa dos valores reais. **Discussão:** Concluiu-se que esta aplicação estocástica, mantidas as condições iniciais, apresentava capacidade de predição do número de clientes externos por modalidade, superior à abordagem linear. Logo, cabe a extrapolação da aplicação, não dos resultados, por serem reflexos da organização do negócio da estudada academia.

PALAVRAS-CHAVE

Dermatoglifia, Aptidão Física, Esportes.

¹ Universidade Estácio de Sá - Rio de Janeiro - Brasil

² Colégio Pedro II - Rio de Janeiro - Brasil

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ - Coordenação dos Programas de Pós-graduação em Engenharia - COPPE - Programa de Engenharia Civil - PEC - Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia - LAMCE - Rio de Janeiro - Brasil

⁴ Centro Universitário Celso Lisboa - Rio de Janeiro - Brasil

Copyright© 2008 por Colégio Brasileiro de Atividade Física, Saúde e Esporte

Fit Perf J | Rio de Janeiro | 7 | 4 | 271-277 | jul/ago 2008

ESTIMATION OF PREFERENCE FOR ACADEMY METHODS THROUGH THE MARKOVIAN PROCESS

ABSTRACT

Introduction: Aiming to compare the linear model and the Markov process predictions for the amount of students along the domain of time at a certain gym club, placed in the West region of Rio de Janeiro City, 367 subjects were analyzed (179 females and 188 males), whose ages varied from 19 to 80 years old, who frequented the gym-club from July/2004 to June/2005. **Materials and Methods:** Data were collected from the gym database, where the preferred activity was considered as the one that had the higher mean in frequency during every month of the studied period. Firstly, conditional probabilities were estimated for each modality, which formed the Transition Matrix, after that the referred Markovian Process theory was applied. **Results:** The obtained predictions were compared to those from linear model (previously applied at the gym), due to the proximity of the average percentage of the month real values, through Mann-Whitney Test ($\alpha=0.05$). The Markovian model have demonstrated higher significant proximity to the real values for all months. **Discussion:** It was concluded that this stochastic application, presented superior capacity to predict the number of external clients by activity than linear approach, if maintained the initial conditions, so it is better to apply this extrapolation, rather than the results, because they reflect the business organization of the studied gym.

KEYWORDS

Dermatoglyphics, Physical Fitness, Sports.

ESTIMACIÓN DE LA PREFERENCIA POR LOS MÉTODOS DE LA ACADEMIA A TRAVÉS DEL PROCESO MARKOVIANO

RESUMEN

Introducción: Objetivando a comparar las predicciones del número de pupilas en el dominio del tiempo, con el proceso del Markov y del modelo lineal, en uno determinó a academia de gimnasia, situada en la zona al oeste de la ciudad de Río de Janeiro, habían analizado a 367 pupilas (179 mujeres y 188 hombres) con edades entre 19 y 80 años, que habían frecuentado regularmente a academia entre Julio/2004 y Junio/2005. **Materiales y Métodos:** Los datos habían sido tomados por la base de datos de la institución, en quien la modalidad preferida era considerada como aquella con mayor medio de la asiduidad en cada mes del período estudiado. Inicialmente, las probabilidades condicionales para cada modalidad habían sido la estima, que había formado la Matriz de Transición, después de lo que fue aplicada la teoría que se refería al proceso de Markov. **Resultados:** Las predicciones así conseguidas habían sido comparadas con las del modelo lineal (que existe previamente en la academia), en la función del porcentaje medio de la proximidad de los valores verdaderos mensuales, a través de la prueba de Mann-Whitney ($\alpha=0,05$). En cada mes el modelo de Markov que demostró a la mayor proximidad significativa de los valores verdaderos. **Discusión:** Se llegó a la conclusión de que esta solicitud estocástico, mantenido las condiciones de la inicial, presentadas la capacidad de la predicción del número de los clientes externos para la modalidad superior a subir linear, después cabe magnificar del uso, no de los resultados para ser reflejada de la organización del negocio de la academia estudiada.

PALABRAS CLAVE

Dermatoglyphia, Acondicionamiento Físico, Deportes.

INTRODUÇÃO

No contexto nacional, o domínio logístico por parte de gerentes de micro e pequenas organizações, não raramente, é superficial¹. Não sendo exceção, o ambiente de *fitness* necessita de instrumental que potencialize e facilite o planejamento estratégico, nos níveis operacional, tático e estratégico propriamente dito, tal como defendido por Ballou². Desta forma será possível desenvolver

uma cultura logística naquele setor, aspecto imperativo à sustentabilidade³. Isto exige a construção de sistemas de informações gerenciais^{4,5}, para que dados e informações se tornem conhecimento, levando à gestão empresarial sistematizada⁶, ou mais claramente, será possível respeitar o conceito de administração da produção⁷, o que, em última instância, desemboca na agregação de valor junto aos clientes internos e externos⁸ pela aproximação com a Organização⁹.

O desenvolvimento de ferramentas objetivas para o fornecimento de respostas e/ou informações gerenciais somente foi contemplado por Azeredo *et al.*¹⁰, que desenvolveram um modelo matemático para alocação de professores de hidroginástica na grade de horários de uma academia da cidade do Rio de Janeiro. A aplicação do processo de Markov é então desconhecida neste domínio, apesar de sua aplicabilidade em áreas diversas e sua flexibilidade, a qual possibilita a combinação com simulação de Monte Carlo, por exemplo.

Alfaro *et al.*¹¹ avaliaram a confiança filogenética pela comparação dos resultados amostrais obtidos por simulação de Monte Carlo associada à cadeia markoviana e aqueles obtidos por *bootstrapping*. O primeiro processo apresentou desempenho como preditor melhor do que o segundo, sobretudo no tocante ao ponto inicial de codificação do DNA. Da-Silva¹² desenvolveu um modelo de Markov para identificação de subsequências de DNA da *Xylella fastidiosa*, cujas regiões heterogêneas são de difícil reconhecimento. Todavia, o modelo de três estados implementado forneceu boa descrição, na avaliação do autor.

Ainda no domínio da Biologia, Stern & Pupko¹³ investigaram a correlação de locais de uma proteína, admitindo-se que a mesma era composta por domínios lineares conservados e variáveis. As taxas de autocorrelação da sequência protéica foram estimadas através do modelo evolucionário, o qual demonstrou elevada correlação para locais próximos e baixa para aqueles distantes, explicada pela independência linear destes últimos. Baldi¹⁴ também obteve êxito na modelagem markoviana para identificação das características das famílias de proteínas globulina, imunoglobulina e quinase.

A mineração de dados coronarianos foi abordada por Giudici & Castelo¹⁵, através da junção da cadeia markoviana e Monte Carlo, objetivando melhorar a eficácia e confiança de um algoritmo gráfico pela redução da competitividade de modelos diversos aplicados simultaneamente ou pela adequada escolha de um modelo para mineração de dados. Reichenheim & Best¹⁶ elaboraram uma abordagem bayesiana com base no processo markoviano, usando a prevalência de baixa massa corporal em função da idade para estimar déficit de estatura em crianças.

No tocante ao domínio gerencial, Choi & Silvester¹⁷ simularam o controle de sistemas de fila, visando otimizar os recursos de redes multiserviço de celulares, obtendo sucesso na solução do problema, inclusive nas regiões de reuso dos recursos. Tauchen¹⁸, buscando alternativa às soluções de problemas por integração, comumente encontrados em economia, finanças e econometria, desenvolveu uma adequa-

da aproximação por cadeia finita de Markov para problemas univariados e vetores autoregressivos. Ainda no contexto econômico, Morais & Portugal¹⁹ aplicaram a mudança de regime, visando definir a assimetria no ciclo de negócios industriais no estado do Rio Grande do Sul. Os resultados se apresentaram altamente correlacionados com o índice oficial de médias ponderadas para aquela unidade da federação. Em 2002, Chauvet²⁰ teve objetivo similar, porém no contexto nacional e com base em dados trimestrais e anuais de produção.

Em outra investigação, Feng & Xião²¹ integraram a definição de preço e alocação de produtos perecíveis, o que possibilitou a redução na perda financeira em função da não-venda ou apodrecimento dos produtos. A aplicação como recurso em sistemas de informação para tratamento de dados, gerando informações/conhecimentos para reavaliação da estratégia, tática ou operação da organização foi estudada por Dastani *et al.*²² A previsão de manutenção preventiva de equipamentos industriais, objetivando reduzir perdas de produção por falha, foi avaliada por Lam²³ e Love *et al.*²⁴.

A consolidação e o estímulo fiscais, bem como o ajustamento fiscal (dívida/PIB) no período de 1994 e 1999 e o déficit primário brasileiro, foram modelados por cadeia de Markov por Rocha & Picchetti²⁵. Lima²⁶ estimou a taxa de desemprego necessária à estabilidade da inflação. A consideração temporal foi especificada por cadeia markoviana oculta, demonstrando significância estatística ($\alpha=0,05$) entre as taxas de inflação e desemprego.

Na Física, Baltz e Gondolo²⁷ utilizaram a associação da cadeia de Markov com Monte Carlo para

Tabela 1 - Frequência de alunos por modalidade no instante 0

Modalidade	Total
Alongamento	38 (10,35%)
Ciclismo	48 (13,08%)
Dança	17 (4,63%)
Hidroginástica	51 (13,90%)
Local	61 (16,62%)
Luta	7 (1,91%)
Musculação	103 (28,07%)
Natação	37 (10,08%)
Yoga	5 (1,36%)
Total	367

explorar a supergravidade mínima com implicações na matéria escura, encontrado resultados superiores aos métodos convencionais. Há ainda aplicações no setor agropecuário, como o trabalho de Gonçalves *et al.*²⁸ referente à detecção de locos de características quantitativas em cromossomos específicos de suínos; Freitas *et al.*²⁹ ao modelarem o crescimento do rebanho brasileiro de bovinos; e Andrade Junior *et al.*³⁰, que simularam (Monte Carlo) a precipitação pluviométrica nas regiões de Teresina e Parnaíba (PI), sendo a determinação do processo de precipitação realizada por markov. Finalmente, Economou³¹ propôs um modelo para controle do processo de imigração diante de situações de catástrofes, o que aumentaria a demanda por recursos alimentares, financeiros e de infra-estrutura, juntamente com o direcionamento rápido de mão-de-obra. Os resultados foram adequados a estas necessidades.

Discussões técnicas sobre o processo de Markov foram desenvolvidas por Arrifano & Oliveira³² através de um sistema de controle com base na lógica difusa, no qual havia saltos não-lineares que seguiam o comportamento markoviano. Dyer *et al.*³³ apresentaram um catálogo de teoremas sobre a combinação de distintos modelos de Markov. Santos *et al.*³⁴ desenvolveram algoritmos para modelos ocultos de Markov, nos quais as probabilidades são intervalares, o que favoreceu a resolução de problemas de Avaliação, Decodificação e Estimativa de Parâmetros.

Objetivo

Comparar as previsões de número de alunos no domínio do tempo, através do processo de markov e modelo linear.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma academia de Jacarepaguá, Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, junto a 367 alunos (52,80%) que a freqüentaram continuamente no período de julho/2004 a junho/2005, sendo 179 mulheres e 188 homens. Os dados foram tomados do banco de dados da academia, considerando mensalmente a maior assiduidade em número de sessões semanais entre as modalidades Musculação (MU), Ciclismo (CI), Hidroginástica (HI), Natação (NA), Ginástica Localizada (GL), Alongamento (AL), Yoga (YO), Luta (LU) e Dança (DA).

Inicialmente, foi necessário estimar as probabilidades condicionais para cada modalidade, as quais, conforme determinado por Clarke & Disney³⁵, formaram a Matriz de Transição (P), após o que a teoria referente ao processo markoviano foi aplicada. A probabilidade condicional surge quando, dados os eventos A e B, sabendo-se da ocorrência de A, por exemplo, estima-se a probabilidade de ocorrência de B ($\Pr[A | B]$), através de $\Pr[A | B] = \Pr[A \cap B] / \Pr[B]$ ³⁶.

A partir disto, o processo de Markov foi desenvolvido, portanto P detinha característica contínua, por conseguin-

Tabela 2 - Matriz de Transição

	MU	CI	HI	NA	GL	AL	YO	LU	DA
MU	0,53	0,12	0,10	0,05	0,16	0,03	0,00	0,00	0,01
CI	0,29	0,46	0,04	0,04	0,15	0,02	0,00	0,00	0,00
HI	0,25	0,05	0,40	0,07	0,16	0,07	0,00	0,00	0,00
NA	0,19	0,11	0,14	0,36	0,15	0,05	0,00	0,00	0,00
GL	0,20	0,08	0,11	0,04	0,50	0,05	0,00	0,00	0,02
AL	0,21	0,05	0,16	0,08	0,18	0,29	0,00	0,00	0,03
YO	0,20	0,20	0,20	0,00	0,20	0,00	0,20	0,00	0,00
LU	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00
DA	0,12	0,00	0,29	0,06	0,06	0,12	0,06	0,00	0,29

MU: Musculação; CI: Ciclismo; HI: Hidroginástica; NA: Natação; GL: Ginástica Localizada; AL: Alongamento; YO: Yoga; LU: Luta; DA: Dança

Tabela 3 - Vetor de Probabilidade Limite

	MU	CI	HI	NA	GL	AL	YO	LU	DA
	0,33	0,14	0,15	0,07	0,24	0,06	0,00	0,00	0,01

Tabela 4 - Resultados do Teste de Mann-Whitney

Instante	Valor-p
julho/2005	0,03
agosto/2005	0,02
setembro/2005	0,04
outubro/2005	0,00
novembro/2005	0,00
dezembro/2005	0,00
janeiro/2006	0,01
fevereiro/2006	0,02
março/2006	0,02
abril/2006	0,00
maio/2006	0,03
junho/2006	0,02

te as probabilidades de transição foram estimadas por integração da função densidade de probabilidade, o que foi feito no software *add-in* para o Microsoft® Excel 2000, *OR Models and Methods*, versão *freeware* desenvolvido pelo *Operation Research Group* (Grupo de Pesquisa Operacional), *University of Texas*. O modelo linear contrastado ao markoviano havia sido desenvolvido pela própria academia e era comumente empregado como preditor do número de alunos.

A comparação entre os modelos se deu em função do percentual médio de proximidade com os valores reais mensais correspondentes ao período de julho/2005 a junho/2006, em seguida aplicou-se o teste de Mann-Whitney ($\alpha=0,05$) para comparar o número de pessoas/modalidade mensalmente, tendo por configuração:

H0: μ predição markoviana = μ predição linear

H1: μ predição markoviana \neq μ predição linear

RESULTADOS

Os resultados encontram-se nas Tabelas 1, 2, 3 e 4.

DISCUSSÃO

A maior concentração de alunos se deu na Musculação, com aproximadamente 28,07% (Tabela 1), seguida da Ginástica Localizada, Hidroginástica e Ciclismo. As menores se concentraram nas Lutas, no Yoga e na Dança. Talvez, isto tenha ocorrido em função da predominância de indivíduos adultos e adolescentes.

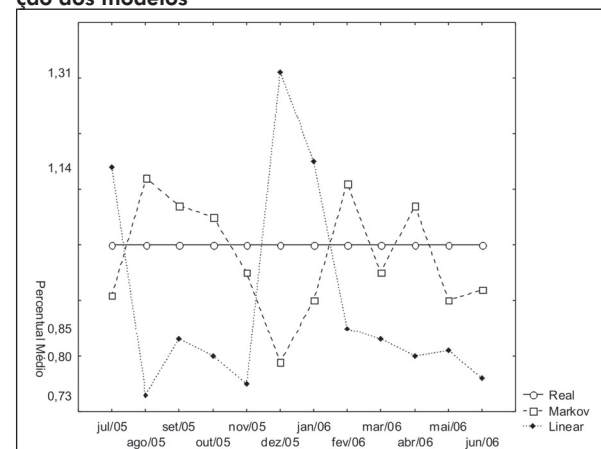
Logo, a essência do planejamento deveria se concentrar neste público, o que favoreceria a fidelização³⁷ do mesmo e o desenvolvimento da cultura de prática de atividade física.

Senso comum é que a Musculação e a Ginástica Localizada são as modalidades características de uma academia. Além disto, é imperativo destacar que as atividades anteriores, o Ciclismo de Academia e a Hidroginástica, naturalmente dispõem de uma maior oferta de horários e professores, o que favorece a busca pelo ingressante na instituição. Soma-se a este quadro a intensificação da mídia em geral sobre aquelas modalidades, potencializando-as como captadoras de alunos.

A Matriz de Transição (P) (Tabela 2) indicou que, a priori, cerca de 53,00% das pessoas que se associaram à academia para a prática de Musculação, se mantiveram nela após a primeira transição, enquanto que o Ciclismo, a Hidroginástica, a Nataação e a Ginástica Localizada receberam, respectivamente, 12,00%, 10,00%, 5,00% e 16,00% dos alunos daquela modalidade. Assim, a Musculação apresentou-se com a maior capacidade de retenção de alunos, seguida da Ginástica localizada (50,00%) e o Ciclismo (46,00%). Além disto, à exceção de Yoga, Luta e Dança, as modalidades apresentaram considerável capacidade de receber alunos de outras modalidades.

O vetor de Probabilidade Limite (II) após 1238 transições (Tabela 3) indicou que Musculação, Ginástica Localizada, Hidroginástica e Ciclismo concentraram aproximadamente 86,00% do total de alunos, enquanto que Yoga, Luta e Dança teriam somente 1,00%. Logo, mantidas as condições iniciais, seria conveniente a retirada do quadro destas últimas modalidades, a concentração de recursos nas quatro anteriores e um estudo de investimento em Nataação e Alongamento. Tal estudo, conforme recomendado por Hijjar³⁸, deve ser feito junto

Figura 1 - Representação do percentual médio de predição dos modelos



ao cliente externo, visando a identificação de oportunidades de melhoria, o que provavelmente favoreceria a fidelização.

Primordial é considerar que a transição não depende exclusivamente da modalidade corrente preferida pelo aluno. Todavia, a aproximação considerada é válida pela influência da cultura organizacional da academia, bem como a disponibilidade de horários, as quais somente se tem contato quando praticante e, portanto, foram representadas na assiduidade.

A probabilidade de transição depende, obviamente, do número disponível de modalidades. *A priori*, quanto maior a quantidade, menor deve ser o percentual migrante em cada uma das modalidades. Há também de se considerar que o preço ao consumidor e o custo para a academia influenciam a transição, porém tais dados não foram disponibilizados, o que fatalmente refletiu em carência para as estimativas.

Todavia, estas limitações se impuseram de forma similar e interveniente aos dois modelos avaliados, assim não foi possível explicar as diferenças constantes na Figura 1 em função dos aspectos anteriormente citados. Salienta-se que os modelos markoviano e linear apresentaram estimativas com erros percentuais, respectivamente, nos intervalos [5,00; 12,00] e [14,00; 27,00], excetuando-se o mês de dezembro/2005. Logo, o efeito protetor ao planejamento teve presença mais constante em Markov, possibilitando melhor reserva e distribuição de recursos, as quais, instintiva e tradicionalmente, são realizadas com cerca de 10,00% de margem de erro. Assim, a abordagem linear comprometeu o planejamento em todos os meses do ano, o que somente aconteceu no markoviano em agosto/2005 (2,00%) e dezembro/2005 (11,00%).

A comparação entre os modelos demonstrou a existência de diferenças estatisticamente significativas ($\alpha=0,05$) para todo período de um ano considerado, aspecto esperado em função da maior proximidade do modelo markoviano aos valores reais observados, possibilitando à academia a mais adequada gestão de capacidade e demanda nos serviços, fundamentos logísticos a qualquer Organização³⁷.

Em função disto, a agregação do modelo de Markov a um sistema de informação gerencial, pode favorecer a identificação de oportunidades de melhoria do serviço³⁸, sobretudo no condizente à reserva de horários e alocação de professores por modalidade, potencializando a capacidade competitiva da instituição³⁹, especialmente se considerados os aspectos: 1) motivacionais dos clientes, tal como apontado por Souza *et al.*⁴⁰, para mulheres entre 25 e 45 anos, praticantes de musculação; e 2) de aderência à atividade física conforme discutido por Ortiz *et al.*⁴¹

Em última análise, a consideração estocástica da flutuação de alunos entre as modalidades mostrou-se como uma ferramenta de qualidade ao aperfeiçoamento do serviço⁴², pela coordenação do compartilhamento de informações⁴³, o que é particularmente fundamental à manutenção do funcionamento de organizações de pequeno porte, tal como demonstrado por Prates⁴⁴ no interior paulista.

O processo de markov demonstrou que, mantidas as condições iniciais, a sua capacidade de predição do número de clientes por modalidade era superior ao linear. Obviamente que a localização da organização influenciou os resultados, pois atendia a um público específico que, portanto, não necessariamente detinha comportamento similar àquele que, por ventura, poderia ser identificado em outras regiões da cidade do Rio de Janeiro. Em razão disto, cabe extrapolação da aplicação, e não dos resultados, a outras instituições ou situações.

Apesar disto, outras abordagens estocásticas, por exemplo através de série temporal e teoria das filas, podem fornecer modelos com maior capacidade de predição e outros indícios necessários ao planejamento estratégico da organização. Neste mesmo norte, a modelagem em função do preço cobrado, período do dia, dicotomia sexual e faixa etária podem refinar os resultados e conclusões aqui obtidos.

REFERÊNCIAS

1. Fleury PF, Wanke P, Figueiredo KF. Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas; 2000.
2. Ballou RH. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. São Paulo: Bookman; 2001.
3. Bowersox DJ, Closs DJ. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos. São Paulo: Atlas; 2001.
4. Graeml AIR. Sistema de informação: o alinhamento da estratégia de TI com a estratégia corporativa. São Paulo: Atlas; 2000.
5. Oliveira DPR. Sistema de informações gerenciais: estratégias táticas operacionais. São Paulo: Atlas; 2001.
6. Beuren IM. Gerenciamento da informação: um recurso estratégico no processo de gestão empresarial. São Paulo: Atlas; 1998.
7. Chiavenato I. Administração da produção: uma abordagem introdutória. Rio de Janeiro: Campus; 2005.
8. Churchill Jr GA, Peter JP. Marketing: criando valor para os clientes. São Paulo: Saraiva; 2005.
9. Christopher M. A logística do marketing: otimizando processos para aproximar fornecedores e clientes. São Paulo: Futura; 2001.
10. Azeredo FP, Cruz KA, Valle JÁ, Lima SB, Costa AV, Ramos AT, *et al.* Modelo de programação binária para alocação de professores. In: XXVIII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte. 2005, São Paulo. Anais do XXVIII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte. Celafiscs. 2005. p. 299-299.

11. Alfaro ME, Zoller S, Lutzoni F. Bayes or bootstrap? a simulation study comparing the performance of bayesian Markov chain Monte Carlo sampling and bootstrapping in assessing phylogenetic confidence. *Mol Biol Evol.* 2003;20(2):255-66.
12. Da-Silva CQ. Hidden Markov models applied to a subsequence of the *Xylella fastidiosa* genome. *Genet Mol Biol.* 2003;26(4):529-35.
13. Stern A, Pupko T. An evolutionary space-time model with varying among-site dependencies. *Mol Biol Evol.* 2006;23(2):392-400.
14. Baldi P. Hidden Markov models of biological primary sequence information. *Process Nat Acad Sci.* 1994;(91):1059-63.
15. Giudici P, Castelo R. Improving Markov chain Monte Carlo model search for data mining. *Mach Learn.* 2003;50:1-2.
16. Reichenheim ME, Best NG. A Bayesian approach to estimate the prevalence of low height-for-age from the prevalence of low weight-for-age. *Cad Saúde Pública.* 2000;16(2):517-31.
17. Choi J, Silvester JA. Simulation of controlled queuing systems and its application to optimal resource management in multiservice cellular networks. *J. Braz. Comp. Soc.* 1999;5:3.
18. Tauchen G. Finite state Markov-chain approximations to univariate and vector autoregressions. *Economics Letters.* 1986;20:177-81.
19. Moraes IAC, Portugal MS. Um novo índice coincidente para a atividade industrial do Estado do Rio Grande do Sul. *Estud Econ.* 2007;37(1):35-70.
20. Chauvet M. The Brazilian business and growth cycles. *Rev Bras Econ.* 2002;56(1):75-106.
21. Feng Y, Xiao B. Integration of pricing and capacity allocation for perishable products. *European Journal of Operational Research.* 2005;168(1):17-34.
22. Dastani M, Hulstijn J, Van Der Torre L. How to decide what do ? *European Journal of Operational Research.* 2005;160(3):762-84.
23. LAM Y. An optimal maintenance model for a combination of secondhand-new or outdated-updated system. *European Journal of operational Research.* 1999;119(3):739-52.
24. Love CE, Zhang ZG, Zitron MA and Guo R. A discrete semi-Markov decision model to determine the optimal repair/replacement policy under general repairs. *European Journal of operational Research.* 2000;125(2):398-409.
25. Rocha F, Picchetti P. Fiscal adjustment in Brazil. *R Bras Econ.* 2003;57(1):239-52.
26. Lima ECR. The Nairu, unemployment and the rate of inflation in Brazil. *R Bras Econ.* 2003;57(4):899-930.
27. Baltz EA, Gondolo P. Markov chain Monte Carlo exploration of minimal supergravity with implications for dark matter. *J High Energy Phys.* 2004;52:10.
28. Gonçalves TM. Modelos alternativos para detecção de locos de características quantitativas (QTL) de carcaça e crescimento nos cromossomos 4, 5 e 7 de suínos. *R Bras Zootec.* 2005;34(5):1540-52.
29. Freitas AR. Modelagem do crescimento populacional do rebanho bovino brasileiro. *R Bras Zootec.* 2005;34(6 supl):2225-32.
30. Andrade Junior AS, Frizzone JA, Sentelhas PC. Simulação da precipitação diária para Parnaíba e Teresina, PI, em planilha eletrônica. *Rev Bras Eng Agríc Ambient.* 2001;5(2):271-8.
31. Economou A. On the control of a compound immigration process through total catastrophes. *European Journal of operational Research.* 2003;147(3):522-9.
32. Arrifano NSD, Oliveira VA. State feedback fuzzy-model-based control for markovian jump nonlinear systems. *Rev Control Autom.* 2004;15(3):279-90.
33. Dyer M, Goldberg LA, Jerrum M, Martin R. Markov chain comparison. *Probability Surveys.* 2006;3:89-111.
34. Santos AV, Dimuro GP, Barboza LV, Costa ACR, Reiser RHS, Campos MAC. Probabilidades intervalares em modelos ocultos de Markov. *TEMA Tendências em Matemática Aplicada e Computacional.* 2006;7(2):361-70.
35. Clarke AB, Disney RL. Probabilidade e processos estocásticos. Rio de Janeiro:LTC; 1979.
36. Meyer S. Introdução à probabilidade e estatística. São Paulo:McGraw-Hill; 1965.
37. Figueiredo KF. Gestão da capacidade e da demanda em serviços logísticos. In: Figueiredo KF, Fleury PF, Wanke P, organizadores. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. São Paulo: Atlas; 2003. p.210-23.
38. Hiiijjar MF. Utilizando pesquisas de serviço ao cliente para identificação de oportunidades de melhoria. In: Figueiredo KF, Fleury PF, Wanke P, organizadores. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. São Paulo: Atlas.2003. p.145-53.
39. Oliveira AC. Tecnologia de informação: competitividade e políticas públicas. *Revista Administração de Empresas.* 1996;36(2):34-43.
40. Souza LMN, Junior HSN, Ramos VM. Fatores motivacionais que influenciam mulheres entre 25 a 45 anos na adoção e manutenção da prática da musculação. *Anais do XXVIII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte.* São Paulo:Celafiscs; 2005. p. 306
41. Ortiz M, Isler G, Darido SC. Atividade física e aderência: considerações preliminares. *R Bras Ciênc Esporte.* 1999;21(1):842-6.
42. Figueiredo KF, Wanke P. Ferramentas da qualidade total aplicadas no aperfeiçoamento do serviço logístico. In: Figueiredo KF, Fleury PF, Wanke P, organizadores. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos. São Paulo: Atlas; 2003. p.196-209.
43. Furtado PG, Carvalho MFH. Compartilhamento da informação como elemento de coordenação da produção em cadeia de suprimento. *Gest Prod.* 2005;12(1):39-53.
44. Prates GA. Tecnologia de informação em pequenas empresas: analisando empresas do interior paulista. *Revista Administração On Line.* 2003;4(4):1-13.

Recebido: 17/04/2008 – Aceito: 25/06/2008