
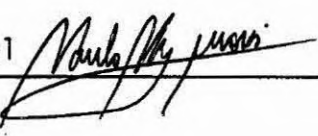
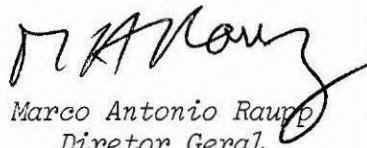


1. Publicação nº <i>INPE-3700-PRE/841</i>	2. Versão	3. Data <i>Novembro 1985</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DIN/DEP</i>	Programa <i>POPES/INFOR</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>CONTROLE DE ESTOQUE</i> <i>RECURSOS NATURAIS NÃO-RENOVÁVEIS</i> <i>PROCESSO MARKOVIANO DE DECISÃO</i>			
7. C.D.U.: <i>519.874</i>			
8. Título  <i>CONTROLE DO ESTOQUE DE UM RECURSO NATURAL NÃO-RENOVÁVEL: SOLUÇÃO APROXIMADA E UMA APLICAÇÃO</i>		<i>INPE-3700-PRE/841</i>	10. Páginas: <i>5</i>
			11. Última página: <i>3</i>
9. Autoria <i>Armando Zeferino Milicni (ITA)</i> <i>Paulo Renato de Moraes (INPE)</i>			12. Revisada por   <i>Luiz Antonio N. Lorena</i>
Assinatura responsável 			13. Autorizada por   <i>Marco Antonio Raupp</i> Diretor Geral
14. Resumo/Notas  <p><i>O objetivo deste trabalho é apresentar dois métodos de solução aproximada de uma equação integro-diferencial de argumento avançado, que surge no estudo de Deshmukh e Pliska (1980); relativo à determinação de políticas ótimas de consumo e exploração de recursos naturais não-renováveis. Como exemplo, é considerado o caso da otimização da exploração e consumo do petróleo extraído de reservas brasileiras. São estudados também os efeitos causados na política ótima de exploração e consumo devido a alterações em parâmetros tais como: custos de extração, preço do petróleo importado, taxa máxima de extração e investimento em exploração.</i></p>			
15. Observações  <i>Apresentado no 8º CNMAC - Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, Florianópolis, 16 a 20 de Setembro de 1985.</i>			

#### ABSTRACT

*Our main objective in this paper is to propose two methods for obtaining an approximate numerical solution to an integro-differential equation with advanced argument. This equation appears in Deshmukh and Pliska's (1980) paper, who considered the problem of determining optimal consumption and exploration policies for nonrenewable natural resources. As an example, we present a simplified application for the case of optimal consumption and exploration of Brazilian oil. We also study the effects on the optimal consumption and exploration policy caused by changes in parameters like: oil extraction costs, imported oil prices, maximum rate of oil extraction and investment on exploration for new sources of supply.*

CONTROLE DO ESTOQUE DE UM RECURSO NATURAL NÃO-RENOVÁVEL:

SOLUÇÃO APROXIMADA E UMA APLICAÇÃO

Armando Zeferino Milioni

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Paulo Renato de Moraes

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

e Tecnológico - CNPq

Caixa Postal 515 - 12200 - São José dos Campos - SP - Brasil

O objetivo deste trabalho é apresentar dois métodos de solução aproximada de uma equação íntegro-diferencial de argumento avançado, que surge no estudo de Deshmukh e Pliska (1980), relativo à determinação de políticas ótimas de consumo e exploração de recursos naturais não-renováveis.

Os autores citados estudaram o caso de um recurso natural (tal como petróleo, minério, etc) que é essencial e pode ser armazenado sem depreciação ao longo do horizonte de planejamento. Apesar do recurso não poder ser reproduzido, sua quantidade disponível pode ser aumentada pela exploração e procura de novas fontes. O processo de exploração envolve incertezas a respeito do tempo até a descoberta de uma nova jazida, assim como a respeito da quantidade de recursos lá existente. Esta incerteza pode ser controlada parcialmente pela intensidade de exploração escolhida pelo decisor. Além de ser possível aumentar o estoque disponível através

da exploração, este estoque pode diminuir devido ao uso. A cada instante de tempo, dada a quantidade conhecida de reservas do recurso, o problema do decisor é determinar as taxas ótimas de exploração e consumo, de modo a maximizar o valor esperado descontado da utilidade do consumo menos o custo de exploração sobre um horizonte de planejamento infinito, levando em conta as incertezas envolvidas.

O método aplicado pelos autores para resolver este problema é baseado em Morais (1977) e Morais e Pliska (1980), e consiste em desenvolver um modelo markoviano para o nível de reservas conhecidas e, então, aplicar a teoria de Processos Markovianos de Decisão para obter os controle ótimos. Sob certas condições, os autores demonstraram que a função que expressa o benefício social líquido esperado, em termos da política de consumo e exploração utilizada e do nível conhecido de reservas, é a única função contínua que satisfaz uma equação íntegro-diferencial estocástica de argumento avançado e sua condição inicial.

A importância dessa função decorre do fato de que, através dela, é possível encontrar os parâmetros que determinam qual a política ótima dentre aquelas pertencentes a uma certa classe de políticas de consumo e exploração.

Contudo, a equação acima referida só possui solução explícita conhecida para poucos casos particulares. Assim, o objetivo desse trabalho é apresentar dois métodos de obtenção da solução aproximada daquela equação, para casos mais gerais, desenvolvidos por Milioni (1983).

Como exemplo, é considerado o caso da otimização da exploração e consumo do petróleo extraído de reservas brasileiras. São estudados também os efeitos causados na política ótima de exploração e consumo devido a alterações em parâmetros tais como: custos de extração, preço do petróleo importado, taxa máxima de extração e investimento em exploração.

#### BIBLIOGRAFIA

- DESHMUKH, S.D.; PLISKA, S.R. Optimal consumption and exploration of nonrenewable resources under uncertainty. *Econometrica*, 49:(1):177-200, 1980.
- MILIONI, A.Z. *Resolução numérica de um modelo estocástico para otimização do consumo e exploração de um recurso não-renovável*. Tese de Mestrado em Pesquisa Operacional. São José dos Campos, ITA, 1983.
- MORAIS, P.R. *Optimal control of a storage system*. Ph.D. Thesis. Evanston, Northwestern University, 1977.
- MORAIS, P.R.; PLISKA, S.R. Controlled storage processes. In: Bensoussan, A.; Kleindorfer, P.; Tápiero, C.S., ed. *Applied Stochastic Control in Econometrics and Management Science*. Amsterdam, North-Holland, 1980. chap.6, p.181-202.