

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Simulação do crescimento populacional do Sul do Maranhão usando o Método de Equações Diferenciais de Runge-Kutta

Sergio N. Turibus¹

Departamento de Matemática, UEMA, Balsas, MA

Rainara R. Botelho²

Departamento de Agronomia, UEMA, Balsas, MA

1 Introdução

Os desafios que enfrentamos todos os dias, estão ligados a vida e ao prolongamento dessa. Um fator importante relacionado a sobrevivência, é a necessidade de ter alimentos com qualidade, para saciar a demanda crescente do mundo.

A região do Sul do Maranhão é uma região próspera devido as suas terras cultiváveis, com isso, a região a cada ano vem crescendo devido a esse fator (Agronegócios).

A simulação do crescimento populacional da região do Sul do Maranhão permitirá a análise de dados futuros possibilitando os ajustes em diversos setores da sociedade. Os dados iniciais para gerar os resultados da simulação será fornecido pelo Censo 2000 e 2010 do IBGE [1]. O método usado para a simulação será o de Runge-Kutta das equações diferenciais, para a equação do modelo logístico de Verhulst, o qual considera para cada região um limite de crescimento [2]. Esse limite de crescimento será determinado por mínimos quadrados e a implementação da simulação, será realizada por meio de programas construídos em base C++ [3].

Os resultados mostram que os municípios com taxa de crescimento elevada, são os que se destacam na produtividade agrícola, diferente dos demais, que apresentam um crescimento econômico aparentemente constante ao longo do tempo.

2 Métodos de Simulação

O método de Runge-Kutta de quarta ordem consiste na determinação das soluções numéricas das equações diferenciais por aproximação [4]. Nas equações abaixo, os valores de K_1 , K_2 , K_3 e K_4 são:

$$k_1 = f(x_n, y_n) \tag{1}$$

¹sergioturibus@professor.uema.br

²rainara2006@hotmail.com.br

$$k_2 = f\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2}k_1\right) \quad (2)$$

$$k_3 = f\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2}k_2\right) \quad (3)$$

$$k_4 = f(x_n + h, y_n + hk_3) \quad (4)$$

$$y_{n+1} = y_n + \frac{h}{2}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \quad (5)$$

O modelo de Verhulst, considera que a população não cresce infinitamente, pois existe um limite de crescimento dado pela variável K na equação (6).

$$P(t) = \frac{P_0 K}{P_0 + (K - P_0)e^{-rt}} \quad (6)$$

3 Conclusões

Os resultados da análise dos dados da simulação, mostram que alguns municípios da região do Sul do Maranhão, no futuro terão crescimento monótono, enquanto outros municípios terão elevada taxa de crescimento.

O método de Runge-Kutta gerou dados precisos em relação a equação de Verhulst, sendo os resultados coerentes com os dados preliminares apresentados pelo IBGE para o futuro dessa região.

Agradecimentos

A Universidade Estadual do Maranhão pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=210140>. Acesso em 20 Outubro. 2016
- [2] Verhulst, Pierre-François. Deuxième mémoire sur la loi d'accroissement de La population. Mémoires de l'Académie Royale des Sciences des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, Bruxelles, v.20, p.1-32, 1847.
- [3] H.M. Deitel e P.J. Deitel trad. Carlos Arthur Lang Lisboa e Maria Lúcia Lang Lisboa. *C++: como programar*. 3.ed. - Porto Alegre : Bookman, 2001.
- [4] L. C. Barroso, M. M. A. Barroso, F. F. Campo Filho, M. L. B. Carvalho, M. L. Maia, *Cálculo Numérico com aplicações*. 2ª Ed. São Paulo: Harbra, 1987.