FERRAMENTA GRÁFICA PARA AJUSTE DE CURVAS – "FEGAC"
XII INIC / VIII EPG - UNIVAP 2008 / II INIC Jr

João Paulo dos Santos Oliveira[1], Mauricio Eiji Bo[2], Maurício José Alves Bolzan[3]

UNIVAP/FCSAC, Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, S.J.Campos – SP.
[1]tako_takechi@hotmail.co.jp, [2]eijibo@gmail.com, [3]bolzan@univap.br

Resumo: Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de uma ferramenta gráfica desenvolvida com a linguagem de programação Java, que, mediante a entrada de dados, produza seu gráfico de dispersão (comumente chamada de XY) e, ainda, sua reta de ajuste y = a + bx. Dessa forma, a ferramenta permite ao usuário escolher o ajuste de acordo com sua necessidade e/ou experiência, dentre os que foram implementados (linear, exponencial, logarítmico, potencial, hiperbólico e quadrático) ou produzir automaticamente o melhor ajuste com base no cálculo dos coeficientes de determinação R^2. Todos os ajustes utilizam para cálculo dos coeficientes linear e angular *a* e *b*, respectivamente, o método dos quadrados mínimos.

Palavras-chave: Gráfico de Dispersão, Ajustes de Curvas, Coeficiente de Determinação, Java, Quadrados Mínimos.
Área do Conhecimento: I - Ciências Exatas e da Terra

Introdução

É bastante comum na engenharia a realização de testes de laboratório para a validação de sistemas reais. Os resultados são obtidos na forma de pontos cujo comportamento demonstra o relacionamento de uma variável independente (ou explicativa) com uma, ou mais, variável dependente (ou resposta). O gráfico destes pontos é chamado de diagrama de dispersão.
Entretanto, dado um diagrama de dispersão é pouco provável que haja uma curva que passe exatamente por cada ponto e que descreva fielmente o sistema observado em laboratório. A razão disto é que a obtenção de dados experimentais possui erros inerentes ao processo. Além do mais, algumas variáveis podem sofrer alterações durante a experiência o que irá provocar desvios na resposta. Dessa forma, para definir uma função analítica que descreva o sistema não se deve optar por uma forma polinomial interpoladora dos pontos fornecidos, e sim uma curva que melhor se ajusta a estes pontos levando em consideração a existência de erros que, em geral, não são previsíveis.
Uma tarefa importante para as mais diversas áreas da ciência é a observação e análise de determinado comportamento de um sistema que se expressa em uma relação entre duas variáveis. Por exemplo, considera – se a relação entre "época do ano" e "temperatura média". Se for analisado o período do ano que se encontra na estação de verão, provavelmente poderá ser encontrado um alto índice de chuvas. Quando se tem uma variável relacionada a um período de tempo de intervalos fixos, considera – se esta relação uma série temporal, que se caracteriza, portanto, por ser um conjunto de observações feitas seqüencialmente ao longo do tempo.
Uma forma bastante comum de expressar estes comportamentos é a construção de um gráfico de dispersão, ou comumente chamado gráfico XY. Os pontos são expressos em pares ordenados, que se organizam no eixo das coordenadas X (valores independentes) e no eixo das abscissas Y (valores dependentes ou variáveis).

Metodologia

Para o desenvolvimento do programa computacional proposto, foi escolhida a linguagem de programação JAVA (JDK 1.5), a biblioteca responsável pela geração dos gráficos JFreeChart (Versão 1.9) e o ambiente de desenvolvimento IDE JCreator (Versão 4.0).
Para que o aplicativo possa ser executado, é necessário que a máquina tenha instalado a Máquina Virtual Java(JRE) (www.sun.com).
Essas ferramentas juntas fornecem um ambiente completo para construção de aplicações sofisticadas, além de serem disponibilizadas gratuitamente para livre utilização. Também fornecem grande produtividade, performance, estabilidade, segurança e confiabilidade.
Abaixo está descrito, os cronogramas das principais atividades decorridas no processo:
▪Estudo teórico: Métodos dos Mínimos Quadrados;
▪ Construção dos algoritmos;
▪ Implementações em Java;
▪ Construção Visual (Interface gráfica);
▪ Traçado de gráfico;
▪ Prototipação das telas e gráficos;
▪ Integração do núcleo com a interface;
▪ Teste e aprovação dos protótipos;

▪ Aprovação do Sistema Final.

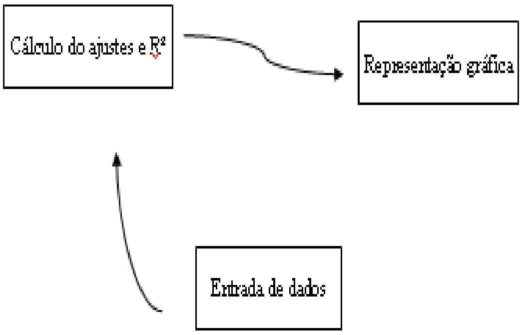

Figura 1. Diagrama de Fluxo inicial da ferramenta projetada para ajustar curvas.

Os ajustes de curvas foram implementados utilizando para cálculo dos coeficientes angular e linear *a* e *b* de uma reta y = a + bx o método dos mínimos quadrados.

Este método consiste em minimizar simultaneamente as distâncias entre cada ponto (x, y) e uma curva que expressará a função f encontrada.

Existem outras funções que serão utilizadas que apresentam comportamento não – linear. Para que os cálculos utilizados de estimação de parâmetros possam ser utilizados por elas, é necessário efetuar um processo de *transformação* em suas variáveis. Esse processo resulta em uma função linear que possibilita, portanto, empregar o método dos mínimos quadrados. Ao final do processo, os dados são "deslinearizados". Dessa forma, foi necessário empregar o processo de transformação para os seguintes ajustes:

O Ajuste Linear é utilizado para aproximarmos os dados originais pela equação de uma reta no plano cartesiano (x; y):

y = ax + b; com a, b pertence R. Para isto, precisamos encontrar os pontos da função S do *Método dos Mínimos Quadrados:*

O Ajuste quadrático é um caso especial do modelo polinomial Y = a + b**1**X + b**2**X² + b **n**X^n para n = 2. Teremos, portanto três coeficientes para determinar. Pelo método dos mínimos quadrados.

O Ajuste Logarítmico é traduzido pela função y = a Ln(x) + b. Os coeficientes angular *a* e linear *b* são calculados mediante prévia transformação.

O Ajuste Hiperbólico é traduzido pela função y = a / x + b. Os coeficientes angular *a* e linear *b* são calculados mediante prévia transformação.

O Ajuste Exponencial é traduzido pela função y = e ^ a x * b. Os coeficientes angular *a* e linear *b* são calculados mediante prévia transformação.

O Ajuste Potencial é traduzido pela função y = x ^ a * b. Os coeficientes angular *a* e linear *b* são calculados mediante prévia transformação.

O Ajuste Automático será responsável por plotar o gráfico que tiver o melhor ajuste mediante os valores de x e y.

Resultados

Esta ferramenta permite a plotagem dos dados originais na forma de gráfico de dispersão, além de calcular e traçar automaticamente uma das curvas de ajuste linear, exponencial, logarítmico, potencial, hiperbólico, automático e quadrático, que será escolhida com base no cálculo do coeficiente de determinação R^2. Uma vez traçado o gráfico, as informações relativas ao nome da curva de ajuste e o coeficiente de determinação R^2 são exibidas ao usuário. Abaixo são exibidas algumas telas que demonstram suas funcionalidades:

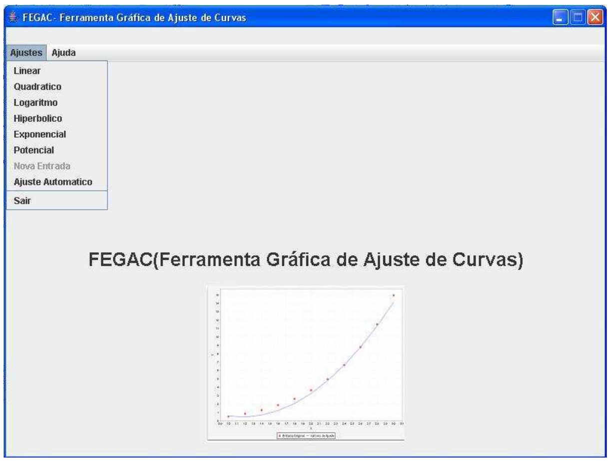

Figura 2. Interface gráfica da ferramenta computacional FEGAC "Menu principal"; Nesta Interface o usuário tem acesso as principais funcionalidades da ferramenta.

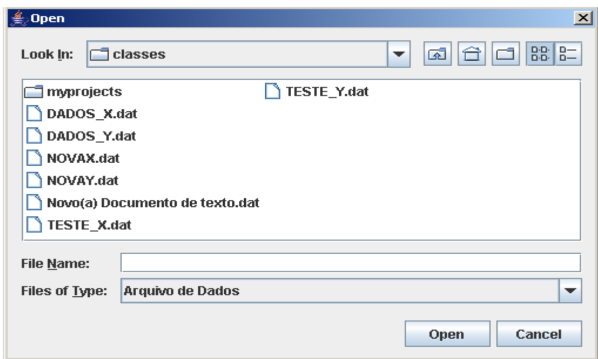

Figura 3. Interface gráfica da ferramenta computacional FEGAC "Seleção dos Dados"; Nesta interface,a ferramenta computacional FEGAC solicita que o usuário entre com os dados.

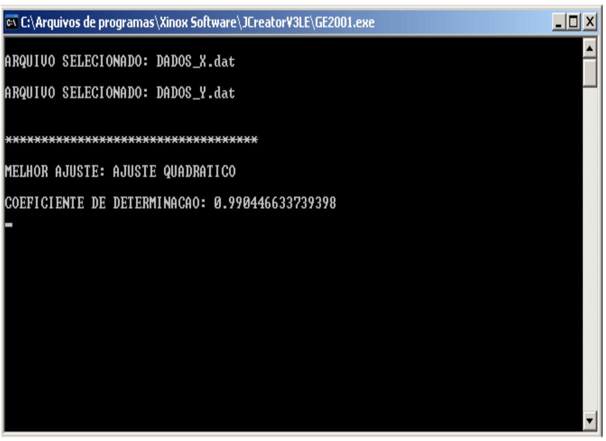

Figura 4. Interface Modo-Texto da ferramenta computacional FEGAC.Nesta interface modo-texto, o usuário visualiza os resultados do processamento realizado pela ferramenta.

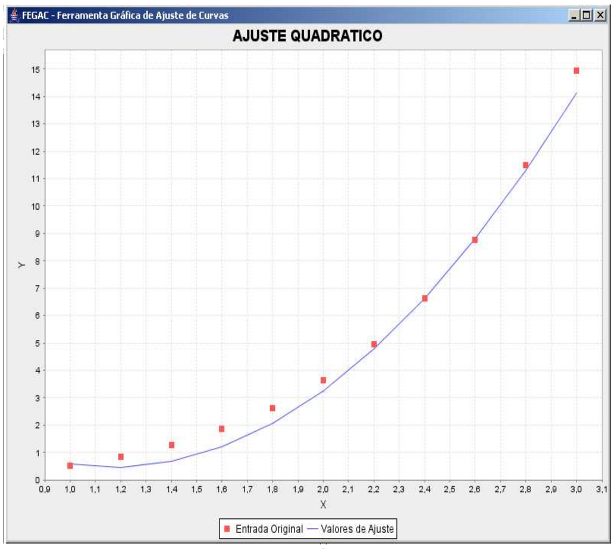

Figura 5. Interface gráfica da ferramenta computacional FEGAC "Plotagem dos Dados"; Nesta Interface, a ferramenta computacional realiza a plotagem dos dados, juntamente com o ajuste escolhido pelo usuário no Menu Principal (Figura 2) ou o melhor ajuste caso o usuário tenha escolhido o "Ajuste Automático".

Discussão

Na versão posterior da ferramenta, uma possível implementação seria disponibilizar ao usuário a possibilidade ajustar n-série temporais, ou seja, implementar um ajuste de curvas múltiplas, afim de exemplificar diversas série temporais para um mesmo estudo.
Uma das vantagens de se obter uma curva que se ajusta adequadamente a estes pontos, é a possibilidade de prever os valores da função (variável dependente) para valores da variável explicativa que estão fora do intervalo fornecido. Ou seja, é possível fazer uma extrapolação com uma aproximação razoável.

Conclusão

O sistema desenvolvido auxilia o usuário na realização da produção de gráficos de dispersão e sua grande contribuição está no fato de calcular e plotar automaticamente ou manualmente a melhor curva de ajuste dentre as que foram implementadas.
Levando-se em conta que populações humanas tendem à estabilidade, observamos que os modelos Linear, Exponencial (com autovalor dominante maior que 1), não se adequam à modelagem da população brasileira pois os mesmos não são limitados superiormente.
Já o modelo Hiperbólico, pode ser tomados com valores assintóticos e limitados superiormente e, teoricamente, poderiam ser utilizados para modelar as populações que tendem a se estabilizar no futuro (como é o caso de populações humanas).
No entanto, vimos que os dados dos últimos censos da população brasileira apontam diminuição da taxa de crescimento apenas nas duas últimas décadas, o que faz com que os valores do modelo hiperbólico não sejam adequados.

Referências

- FONSECA, Jairo Simon; MARTINS, Gilberto de Andrade; TOLEDO, Geraldo Luciano. Estatística Aplicada – 2ª Edição – São Paulo. Editora Atlas, 1985.

- DEITEL, H.M. Java, Como Programar – H.M Deitel e P.J. Deitel; Tradução: Carlos Arthur Lisboa. – 4ª Edição – Porto Alegre. Editora Bookman, 2003.

- Cálculo Numérico (com aplicações); Leônidas C. Barroso, Magali M. A. Barroso, Frederico F. Campos, Márcio L. B. Carvalho, Miriam L. Maia; Editora Harbra; Segunda edição; 1987.

- Cálculo Numérico - Características Matemáticas e Computacionais dos Métodos Numéricos; Décio Sperandio, João T. Mendes, Luiz H. Monken e Silva; Prentice- Hall; 2003.

- Bassanezzi, R. C. *Ensino e Aprendizagem com Modelagem Matemática.* São Paulo: Editora Contexto. 2002.

- Boldrini, J. L. et alli. *Álgebra Linear.* 3a. Ed. Rio de Janeiro: Harbra. 1986.

- Howard, A. *Álgebra Linear com Aplicações.* 8a. Ed. Porto Alegre: Bookman. 2001.