



PLANOS DE INTERNET 3G SOB A ÓTICA DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Carine Girardi Manfio
Universidade Federal de Santa Maria
carinemanfio@hotmail.com

Cristiane Hahn
Universidade Federal de Santa Maria
crisfgh@yahoo.com.br

Ricardo Fajardo (Orientador)
Universidade Federal de Santa Maria
rfaj@ufsm.br

RESUMO

Este trabalho é resultado da disciplina de Modelagem Matemática do curso de Especialização em Educação Matemática da UFSM. O problema motivador foi a análise do plano de internet 3G mais vantajoso dentre três das empresas que oferecem o serviço no Brasil, através da modelagem matemática sob a ótica de Bassanezi. Assim, os dados foram coletados diretamente dos sites das empresas, e através do software CurveExpert fez-se a regressão linear. Com os gráficos plotados analisou-se geometricamente qual dos planos trazia maior custo-benefício.

Palavras-chave: Modelagem Matemática; Internet 3G.

INTRODUÇÃO

Atualmente as mais rápidas mudanças na sociedade estão acontecendo no patamar das tecnologias de informação e comunicação. Dentre elas, o avanço nas opções de internet é destaque, uma vez que esta tecnologia já faz parte do cotidiano da maior parte da população.

Inicialmente, por volta de 1980 foram criadas as redes sem fio 1G, que visavam apenas o tráfego de voz e eram baseadas na tecnologia analógica. Em substituição vieram as tecnologias digitais 2G que passaram a oferecer melhor qualidade de voz e serviços de dados. Dessa rede da segunda geração o GSM, TDMA e CDMA são alguns exemplos.



Com a adição de padrões 2,5G às redes 2G, é possível ter serviços de dados por pacotes e melhores taxas de transmissão. Através desta tecnologia já é possível navegar na internet, mesmo que apenas lentamente se comparado aos padrões atuais de velocidade.

A terceira geração de padrões e tecnologias de telefonia móvel, conhecida como 3G tem sua base em padrões digitais e oferece um aumento na capacidade de voz e cada vez mais, maiores taxas de transmissão de dados. Além disso, surge a banda larga móvel para serviços multimídia e internet, não em substituição a banda larga fixa, mas dando maior mobilidade e praticidade no acesso a internet.

A implantação das redes 3G em alguns países foi tardia devido a seus custos de implantação. Em muitos países as operadoras precisam construir redes completamente novas e licenciar novas frequências, uma vez que as redes 3G não usam as mesmas frequências de rádio que as 2G. Os Estados Unidos é uma exceção, e as empresas operam serviços da terceira geração na mesma frequência de outros serviços. Além disso, as despesas com atualização dos equipamentos para os novos sistemas é outro fator de atraso na implantação das redes 3G.

Uma das vantagens de se ter este modelo de acesso a internet é a mobilidade, uma vez que se pode levar e utilizar em qualquer lugar. Além disso, não é necessário assinar um provedor de acesso ou o telefone fixo, reduzindo consideravelmente o custo.

A internet 3G também se coloca como opção para pessoas que vivem em áreas que não são atendidas pela banda larga fixa. Em contrapartida, este serviço está sujeito a condições topográficas, distância do usuário em relação à antena, número de pessoas que compartilham o serviço na mesma região e até condições climáticas. Isto se deve ao fato de o meio de transporte ser o ar e a existência de vários obstáculos pode afetar a qualidade do acesso.

Várias operadoras de telefonia celular brasileiras oferecem serviços de internet da terceira geração tanto para celulares como para qualquer tipo de computadores. As placas e os modems 3G permitem que qualquer computador se conecte a internet com banda larga através de uma simples conexão USB. Os planos de acesso a essa tecnologia variam de operadora para operadora.



Assim, levando em conta a grande aceitação desta nova tecnologia pela população, acreditamos ser útil analisar os planos de acesso de três das operadoras brasileiras a fim de colaborar com uma melhor escolha do plano pelo usuário. Esta análise será feita através de um processo conhecido como *modelagem matemática*.

SOBRE MODELAGEM MATEMÁTICA

Segundo Bassanezi (2004, p. 24) modelagem matemática é

(...) um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual.

Em consonância, Souza (2008, p. 05) coloca que a modelagem matemática é

um conjunto de procedimentos que visam abstrair, da realidade a nossa volta, um modelo matemático representativo desta realidade, o qual nos permite compreender melhor a relação entre os acontecimentos e o mundo, através de: análises, reflexões, deduções, predições. Este modelo deverá ser testado de diferentes maneiras para verificar em que grau corresponde à realidade analisada.

Um fator importante é considerar que, ao se utilizar este método de análise da realidade, sempre estamos trabalhando com aproximações do real. Nem sempre as técnicas e métodos matemáticos existentes em uma teoria são suficientes para obter os resultados desejados.

A modelagem de uma situação real, segundo Bassanezi (2004), deve seguir uma sequência de etapas: experimentação, abstração, resolução, validação e modificação. Também neste trabalho, para o estudo do plano de acesso a internet 3G mais vantajoso, serão utilizadas estas cinco etapas.

A primeira delas, a experimentação, é uma atividade laboratorial onde é feita a obtenção de dados. Na segunda etapa ocorre, entre outras, a seleção das variáveis com que se deseja trabalhar, cujas precisam estar claramente definidas. Além desta seleção, ocorre a formulação do problema em uma linguagem da área, que deve abordar exatamente o que se pretende resolver.



Ainda na etapa da abstração são formuladas as hipóteses. Estas dirigem a investigação e se referem à frequência de interrelação entre as variáveis. O levantamento de hipóteses se dá a partir da observação dos fatos, experiências pessoais, deduções lógicas, entre outros. A montagem do modelo matemático depende basicamente do grau de complexidade das hipóteses levantadas e da quantidade de variáveis que se relacionam.

Na etapa da resolução, se obtém o modelo matemático quando a linguagem natural das hipóteses é substituída por uma linguagem matemática coerente. A resolução de um modelo está ligada ao grau de complexidade empregado em sua formulação e muitas vezes só é possível ser feita através de métodos computacionais, que podem oferecer sugestões para futuras soluções analíticas.

A quarta fase se caracteriza pela validação do modelo proposto, aceitando-o ou não. Bassanezi (2004, p. 30) caracteriza um bom modelo como aquele que “tem capacidade de previsão de novos fatos ou relações insuspeitas”. A interpretação dos resultados pode ser feita com o uso de gráficos das soluções, que facilita a avaliação das previsões.

Na etapa da modificação, deve se levar em conta que alguns fatores ligados ao problema original podem provocar a rejeição ou aceitação do modelo. Nenhum modelo deve ser considerado definitivo, já que ele pode ser sempre melhorado. A reformulação dos modelos é uma das etapas fundamentais do processo de modelagem.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para (BASSANEZI, 2004) a etapa da experimentação é uma atividade laboratorial e nela se processa a obtenção de dados. A natureza do experimento e o objetivo da pesquisa são quase sempre ditam os métodos experimentais. A matemática na etapa da experimentação contribui de modo fundamental e direciona a pesquisa para facilitar os cálculos dos parâmetros envolvidos no modelo matemático.

A coleta de dados do referido trabalho deu-se a partir de visitas aos sites das três operadoras de internet 3G pesquisadas. Nos sítios eletrônicos, pôde-se fazer a coleta de dados, a



partir das tabelas demonstrativas do site. Cada operadora oferece nos primeiros meses de adesão, vantagens inclusas no pacote. No entanto, ao longo prazo todas elas mantêm-se estável, sem fornecer mais vantagens.

Desse modo, as tabelas abaixo se remetem as operadoras fornecedoras de internet 3G, cujos nomes não serão divulgados, sendo assim, atribuídos a elas nomes fictícios.

Capacidade (MB)	Valor (R\$)
100	29,90
250	49,90
500	69,90
1024	79,90
3072	89,90
5120	119,90
10240	199,90

Tabela 01: Dados referentes à Empresa A

Capacidade (MB)	Valor (R\$)
2048	69,90
5120	89,90
10240	119,90

Tabela 02: Dados referentes à Empresa B

Capacidade (MB)	Valor (R\$)
250	59,90
1024	89,90
4096	119,90
8192	199,90

Tabela 03: Dados referentes à Empresa C

Com o auxílio do software *CurveExpert*, conseguiu-se realizar uma aproximação geométrica mais precisa para os dados coletados. Este software é Shareware, ou seja, permite ser baixado e utilizado por um determinado período chamado de experimentação ou teste. Após esse tempo ele deixa de funcionar, e o usuário opta por comprar o pacote do software ou não.



O objetivo deste software é ajustar gráficos em curvas para Windows. As coordenadas dadas podem ser modeladas utilizando-se modelos de regressão linear, regressão não-linear, interpolação ou splines.

Os gráficos referentes às tabelas acima, foram todos realizados e aproximados pelo *CurveExpert*. Neste programa, os dados são colocados em uma planilha de acordo com as variáveis escolhidas para cada eixo cartesiano. Após, acessando no menu *tools* o botão “curve finder”, o programa coloca em uma lista todas as curvas que tentou plotar para encontrar a curva de melhor ajuste dos dados.

Além disso, o software deixa em evidência a curva que ele considera a mais adequada. Entretanto, cabe salientar que o gráfico plotado pelo *CurveExpert*, como sendo o mais aproximado dos dados, leva em conta apenas a maior quantidade de pontos pelos quais a curva passa. Isso não significa que seja um modelo adequado para fazer previsões.

Entra nesta situação o que Bassanezi (2004) coloca na quarta fase do processo de modelagem: a validação ou não do modelo. A título de exemplo, analisemos o caso da empresa A, cujo gráfico dado pelo programa está colocado abaixo:

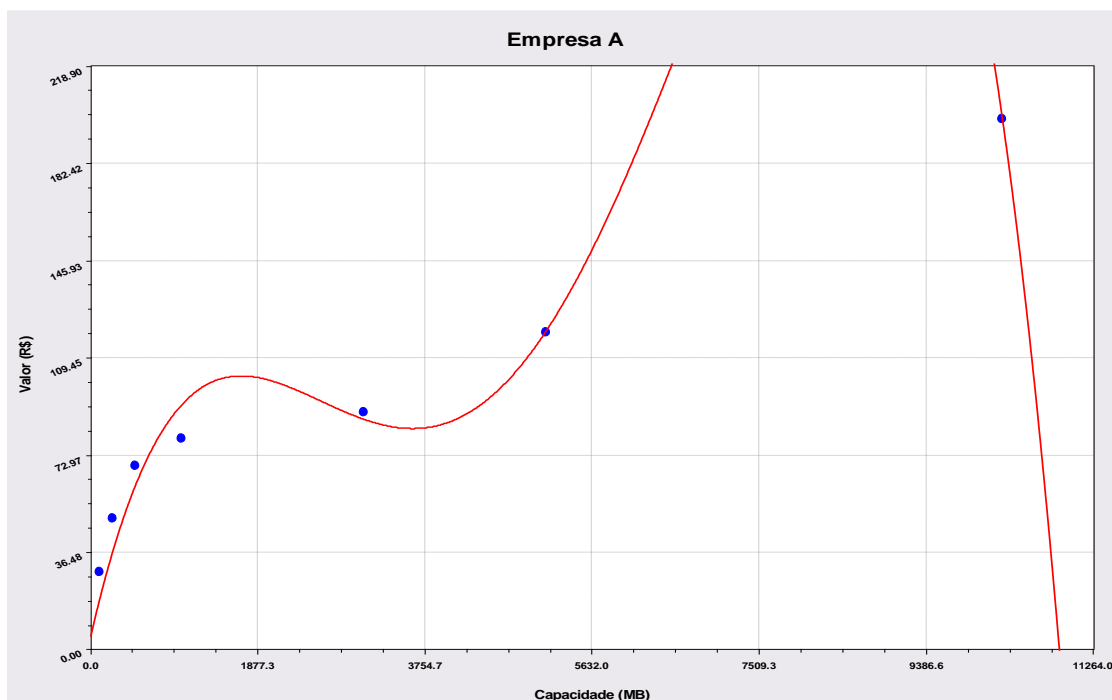




Figura 01: Gráfico referente à Tabela 01

A aproximação foi feita por uma expressão polinomial, que descreve uma situação irreal para o problema colocado. À medida que a capacidade a ser comprada aumenta, o valor pago por ela diminui, o que não valida a expressão como um modelo adequado, uma vez que quanto maior a franquia, maior deve ser o valor pago.

Da mesma forma, as expressões indicadas pelo programa para os dados das tabelas 02 e 03 foram analisadas segundo esta perspectiva. Assim, optou-se pela regressão linear, uma vez que esta foi a função que melhor se adaptou aos dados e seu contexto.

Em cada uma das funções lineares o coeficiente de correlação¹ ficou muito próximo de 1 o que valida o modelo adotado. Além disso, caso uma projeção seja feita os dados encontrados estarão de acordo com o problema real.

Assim, a função que obteve maior aproximação com os dados foi a função linear $f_A(x) = 3,92682083864 + 1,60127219989x$, com residual $r = 0,94416665$, e está representada no gráfico a seguir.

¹ O coeficiente de correlação mede em que grau e sentido (crescente/decrescente) verifica-se a relação linear entre duas grandezas e a correlação é dita perfeita quando é igual a 1 ou -1.

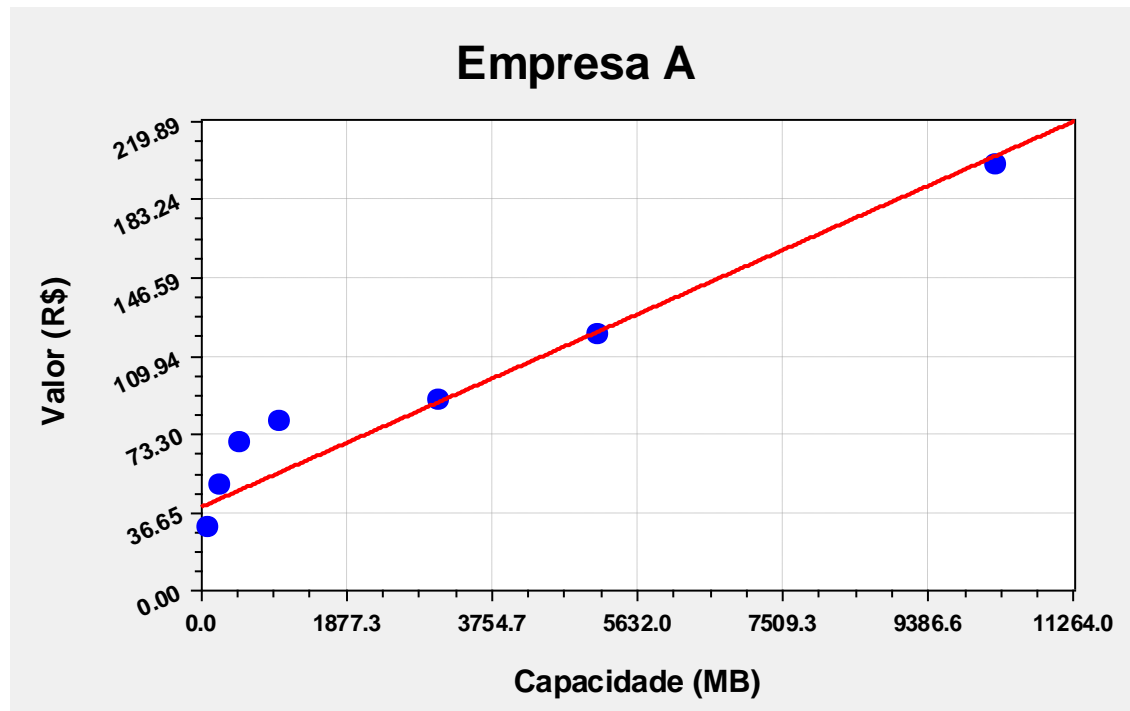


Figura 02: Gráfico referente à Tabela 01

Na empresa B a função que melhor aproximou os pontos obtidos através das tabelas de preço, foi a linear dada através da lei de formação $f_B(x) = 2,50229074890 + 1,03175764042x$, com residual $r = 0,90199301$.

Empresa B

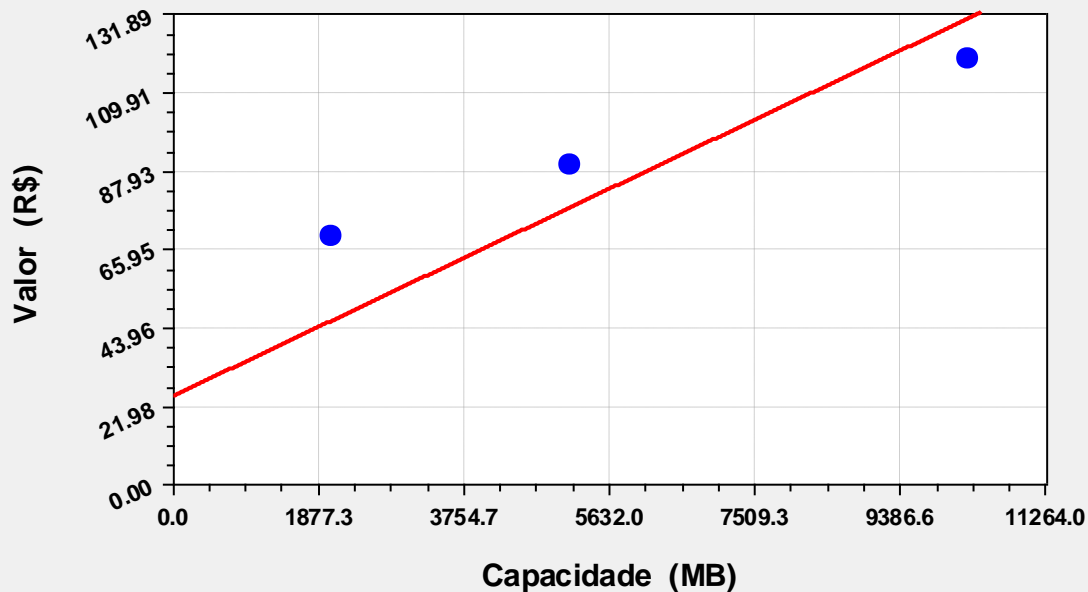


Figura 03: Gráfico referente à Tabela 02

Em contrapartida, a terceira empresa de internet 3G, denominada empresa C, ao serem colocados os valores na tabela do programa, seu comportamento deu-se a partir da função linear $f_c(x) = 3,97986411117 + 1,99533103113x$, apresentando um residual $r = 0,93617413$, como aconteceu com os gráficos anteriores.

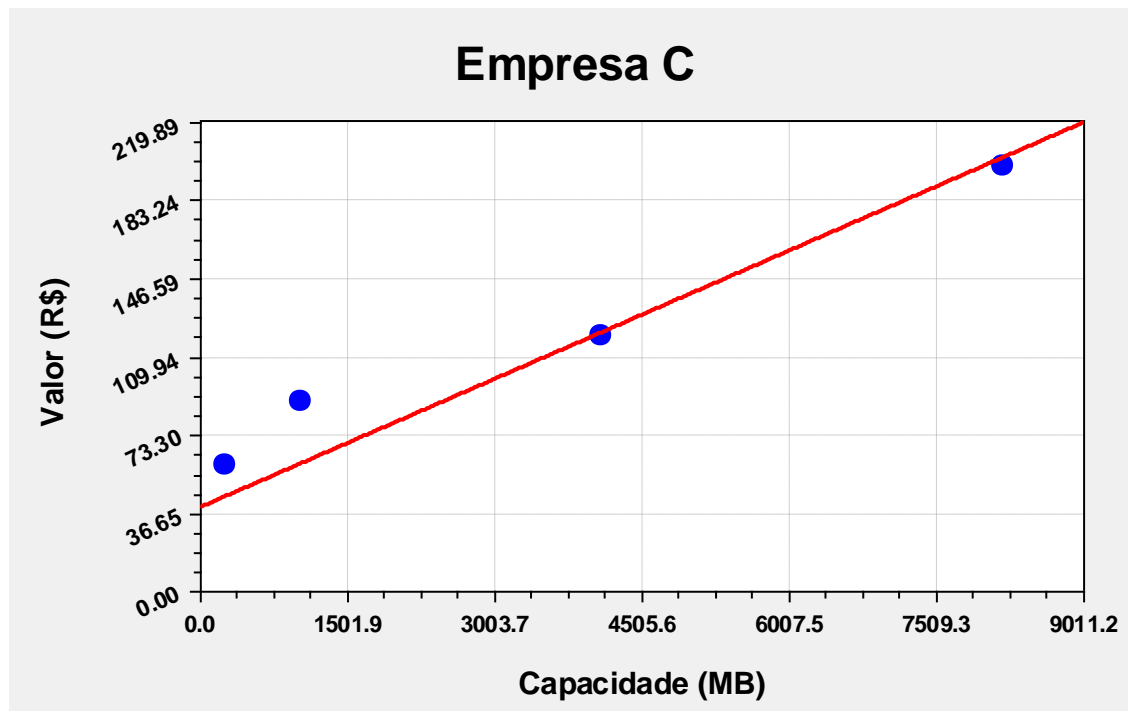


Figura 04: Gráfico referente à Tabela 03

Utilizando o software WinPlot e as três leis de formação que definem as funções que melhor se aproximam dos planos de internet 3G, travamos o intervalo de 250 ao infinito e chegamos na seguinte situação:

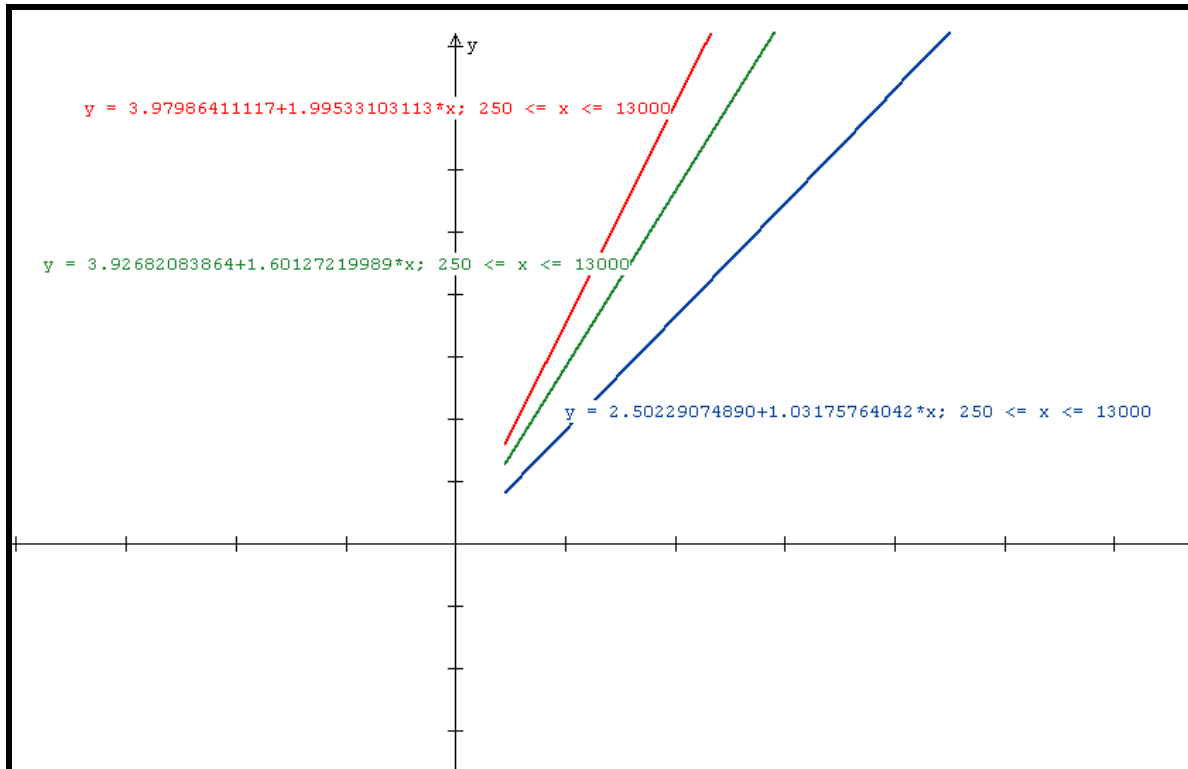


Figura 05: Gráfico referente as três operadoras

Portanto, podemos concluir que o gráfico de menor inclinação (coeficiente angular) é o plano de internet mais vantajoso. Devemos considerar que o sinal de internet das três empresas atenda a área de cobertura desejada. Assim, se tomarmos nos gráficos que representam as aproximações, qualquer $x_1 \in D(f_A), D(f_B), D(f_C)$, sempre existirá a seguinte relação: $f_C(x_1) > f_A(x_1) > f_B(x_1)$. Logo a internet 3 G de menor preço, de fato, é a da empresa B.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, cabe salientar aqui as dificuldades de formular um modelo, tendo em vista que nenhum integrante do grupo havia trabalhado com modelagem matemática até o momento.



O primeiro passo foi entender o que modelagem matemática viria a ser e após escolher um tema do cotidiano que pudesse ser estudado através de um modelo matemático.

A primeira idéia, que parecia ser interessante e motivaria uma pesquisa era a do índice de evasão dos acadêmicos do curso de Matemática da UFSM nos últimos cinco anos. Como os dados coletados eram muito dispersos, e o tempo disponível para fazer a modelagem do problema era pouco, optou-se por escolher outro tema: plano de internet 3G mais vantajoso.

Neste processo uma das etapas cruciais foi entender que um bom modelo não exigia que a curva passasse por todos ou a maior quantidade de pontos, mas se aproximasse da melhor forma de todos os dados e fosse condizente com as previsões. Assim, optou-se pela regressão linear.

Outro ponto importante foi o auxílio das ferramentas computacionais. Por meio delas conseguiu-se expressar as curvas da melhor forma possível e em um intervalo de tempo muito pequeno.

Cabe colocar ainda, que o modelo será válido em regiões que tenham a mesma cobertura para cada uma das três empresas. Além do mais, os dados analisados não levaram em conta promoções que as empresas possam estar ofertando. Assim, assinar um plano que inicialmente lhe dá descontos ou modem grátis e afins pode parecer mais vantajoso, mas isto geralmente não é verificado em longo prazo.

Cabe a cada consumidor elencar suas necessidades no uso da internet e analisar qual o plano que pode pagar e que atenda os requisitos para os quais deseja utilizar o produto. Acima de tudo, deve estar ciente do contrato feito com a operadora, uma vez que o uso de forma “indevida” pode elevar o preço a ser pago.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSANEZI, R. C.; **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2004.

BIEMBENGUT, M. S. & HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 3.ed. São Paulo: Contexto, 2003.



SOUZA, E. S. R. A modelagem matemática como metodologia para o ensino-aprendizagem de física. **Anais...** VI Encontro Paraense de Educação Matemática Universidade do Estado do Pará 03 a 05 de setembro de 2008 - Belém – Pará – Brasil.