

## UTILIZAÇÃO DO MAPLE NA RESOLUÇÃO DE UM PROBLEMA DE CONSUMO DE ENERGIA ELETRICA.

Paulo Cléber Mendonça Teixeira – clebermt@mail.uft.edu.br  
Layse Ribeiro - layse.ribeiro@hotmail.com  
Fiana Pinheiro de Araújo – fiana-pinheiro@hotmail.com  
Marcelia francisca Soares - Marcelia.medicina@hotmail.com  
Universidade Federal do Tocantins -

Tema: La Resolución de Problemas como Herramienta para la Modelización Matemática.

Modalidad: CB

Nivel educativo: Terciario - Universitario

Palabras clave: Modelagem de matemática; Maple; energia e consumo.

### Resumen

*O presente trabalho visa o ensino e aprendizagem do cálculo matemático utilizando o software Maple. O objetivo é identificar as potencialidades e os entraves das ferramentas desse software, capazes de interferirem no desenvolvimento de técnicas de resolução de problemas de matemática. Primeiramente fizemos um estudo sobre modelagem matemática no consumo de energia elétrica, levando em conta os tributos pagos no consumo de energia. Utilizamos as ferramentas relativas ao estudo de funções e taxas. Em seguida, realizamos um estudo de procedimentos para programar no Maple, ao tratar um problema do consumo de energia elétrica. Para isso, utilizamos um consumo residencial de energia elétrica, no município de Palmas – TO, no mês de dezembro 2012.*

### Introdução

O objetivo principal da Matemática é a representação da realidade por meio de conhecimento e instrumentos que permitam interpretar, criar significados e desenvolvimento lógico para resolver problemas, participar do meio em que vive. O valor pago pela energia que se consome em uma dada é calculado levando em conta o pagamento de alguns tributos federal, estadual e municipal. Seria bastante simples se fosse apenas coletada a leitura em kWh do medidor, subtrair da leitura dada no mês anterior e multiplicar pelo valor da tarifa do kWh. Na verdade esta é uma maneira simplificada de resolver este problema. Então, para encontrar o modelo que leve em conta todos os tributos embutidos na conta da luz, se faz necessários explicar quais são estes tributos e de que forma eles estão incluídos na conta da luz.

Optamos pela utilização da Modelagem Matemática, pois acreditamos que ela pode ser uma boa alternativa para contribuir no estabelecimento de relações mais consistentes entre os conteúdos matemáticos estudados em sala de aula e os conceitos matemáticos aplicados no cotidiano, colaborando para o desgarramento dos moldes tradicionais em

que o professor é visto como o elemento central da sala de aula, no qual “Ele apresenta o conteúdo oralmente, parte de definições e exemplos, segue com exercícios de fixação, e imagina-se que o aluno aprendeu pela reprodução” (SANTOS E BISOGNIN, 2007, p.101).

A idéia de utilizar a modelagem matemática e Software MAPLE numa aplicação da matemática voltada ao cálculo da conta de luz seja ela residencial, comercial, industrial ou rural, é para que os alunos aprendam a resolver problemas diários e sejam críticos em relação às realidades da vida, sendo capazes de identificar. Atualmente, com base em avanço tecnológico crescente, torna-se necessário o emprego de ferramentas programadas computacionais que contribuam para uma maior qualificação do ensino superior.

A Matemática e a informática estão presentes nas relações em sociedade, o que indica sua importância no processo de aquisição do conhecimento, na escola e na própria estrutura social. Com isso o ensino de Matemática deve assumir um compromisso com o educando e ao mesmo tempo com a sociedade.. Nesse sentido, Mendonça (1993, p. 13), destaca que:

A Modelagem Matemática é vista como um processo de sentido global que tem início numa situação real problematizada, para a qual buscaremos a solução através de um modelo matemático que traduzirá, em linguagem matemática, as relações naturais do problema de origem.

O trabalho com Modelagem Matemática traz mais motivação para os alunos e professores, pois facilita a aprendizagem, dá novo sentido aos conteúdos, promove o desenvolvimento do raciocínio lógico e dedutivo, incentiva a utilização da Matemática em outras áreas, desenvolve habilidades de exploração e compreensão da Matemática, contribuindo com o pensamento crítico (SCHEFFER; et al., 2006).

De acordo com Bassanezzi (2006, p. 16) a “Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.

No ambiente de aprendizagem de modelagem “os alunos podem desenvolver muitas ações, como realizar operações aritméticas, gerar equações, fazer desenhos, traçar gráficos e, principalmente, produzir discursos” (BARBOSA, 2007, P. 162).

Nessa proposição o artigo em questão versar em construir modelos e um programa usando MAPLE, para ver o valor pago pela energia que se consome em uma dada residência, é levando em conta o pagamento de alguns tributos federal, estadual e

municipal.

Este trabalho justifica-se pelo fato de as Tecnologias de Informação Comunicação estar presentes em todos os aspectos da vida. Este é um fato que não se pode contestar. Diante da tecnologia, qualquer que seja, cabe avaliar sua oportunidade, sua pertinência, sua utilidade, seu custo, seu benefício. Se, fazendo este confronto, conclui-se por sua eficácia, sua eficiência, sua efetividade e, cabe utilizá-la.

### **Tributos na Conta da Luz.**

O PIS (Programa de Integração Social) e a COFINS (Contribuição para o Financiamento da seguridade Social) são tributos cobrados pela a União com o objetivo de manter programas sociais aplicáveis ao trabalhador.

“O ICMS é previsto na constituição, no artigo 155 da Constituição Federal, o qual incide nas operações relativas à circulação de mercadorias e serviços e é de competência dos governos estaduais e do Distrito Federal.” (ANEEL, 2008, p. 14). Este imposto é regulamentado pelo código tributário dos governos estaduais, por isso varia de estado para estado, sendo recolhido pela distribuidora e repassado integralmente para o Governo do Estado (ANEEL, 2008). No Tocantins, o imposto tem um percentual 25%. Alguns municípios ainda possuem a CIP, prevista no artigo 149-A da Constituição Federal, sendo aprovado nas Câmaras Municipais para ser efetivada a cobrança e repassada integralmente para o Município (ANEEL, 2008).

### **O Software Maple.**

O Maple é um software que abrange uma ampla gama de assuntos relacionados ao aprendizado e ao uso de recursos matemática com fins em si mesmos ou que sirvam de ferramentas de trabalho para matemáticos, engenheiros, físicos, acadêmicos e outro que necessitem de conhecimento na área de exatas.. O seu desenvolvimento começou em 1981 pelo Grupo de Computação Simbólica na Waterloo, no Canadá. Destes 1988, o Maple tem sido desenvolvido e comercializado pela Maplesoft, uma companhia canadense também baseada em Waterloo (MAPLESORT, 2012).

### **Maple e sua importância para a matemática.**

Dominar as linguagens e os códigos é de vital importância. Valem ressaltar a relevância de aproveitar o máximo possível as vantagens que a informática proporciona. O ensino de Matemática deve permitir ao aluno compreender a realidade e desenvolver capacidades cognitivas para enfrentar desafios e tornar-se capaz de vivenciar diferentes situações acadêmicas.

Como recurso a ser utilizado, o Maple é um sistema de matemática computacional comercial de uso geral. Constitui-se informaticamente, com o fim de criar expressões algébricas, simbólicas, permitindo o desenho de gráficos a duas ou a três dimensões.

### **Desenvolvimento do Modelo.**

O primeiro passo, para que realmente se pudesse começar a fazer algum tipo de cálculo relacionado ao consumo de energia, a equipe foi fazer uma entrevista com um gerente da concessionária de energia elétrica existente no Tocantins, CELTINS.

A matemática comercial contribui como subsidio teórico, pois para encontrar os valores modelos matemáticos da conta da luz nos baseamos na fórmula do preço de custo em função da taxa de lucro sobre o preço de venda.

O ICMS é um imposto que integra a sua própria base de cálculo (imposto calculado por dentro), ou seja, no preço de compra ou de venda do bem ou do serviço já está embutido o valor do ICMS destacado; assim; a sua alíquota efetiva a alíquota efetiva é superior a alíquota nominal.

Para encontrarmos a fórmula, considere o exemplo: na compra de uma roupa pelo valor de venda (PV) e tem uma taxa de lucro  $i$  sobre o preço de venda. Qual o preço de custo (PC) da roupa para a loja?

$$PV - L = PC \quad (01)$$

Onde: L é o valor do lucro.

Como a taxa de lucro ( $i$ ) incide sobre o valor o valor final, então:  $L = PV \cdot i$ . Logo o preço de custo é de:

$$\begin{aligned} PC &= PV - L \\ PC &= PV - PV \cdot i \\ PC &= PV \cdot (1 - i) \end{aligned} \quad (02)$$

No pagamento da conta da luz, o ICMS é pago sobre o valor final da conta da luz e também pagando ICMS sobre o PIS e o COFINS.

Para trabalhar esta atividade, coletamos os dados dos números com o gerente da concessionária de energia elétrica existente no Tocantins, CELTINS. Os impostos e seus valores; PIS: 1,23621%, COFINS: 5,690354, ICMS e informou também que na cidade de Palmas, temos a Contribuição de Iluminação Pública – CIP. O gerente informou que O valor da tarifa do kWh, hoje comprada no Tocantins é de R\$ 0,447510 (tarifa do mês de outubro época da pesquisa). A tarifa é dada em R\$/kWh (reais por

quilowatt-hora), que corresponde ao preço de quilowatt consumido em uma hora. Nessa tarifa são acrescidos os impostos.

### Situação Problema.

Qual é o modelo que representa o valor a pagar em função do consumo de Kwh para o consumidor, considerando que se têm os seguintes impostos: PIS, COFINS, ICMS e CIP? aplicaremos a equação (02), para fazermos nossa pesquisa.

Temos a equação:

$$i_2 = P(1 - i_1) \quad (03)$$

Onde,  $i_1$  é a taxa unitária de ICMS,  $i_2$  a taxa unitária de PIS e COFINS sem ICMS e  $P$  a taxa unitária de PIS e COFINS com ICMS.

Para encontrar a taxa unitária do PIS e COFINS com ICMS, isolamos  $P$

$$P = \frac{i_2}{(1 - i_1)} \quad (04)$$

Acrescentando na conta os percentuais dos impostos, temos:

$$T = T_1(1 - P) \quad (05)$$

Onde:  $T$  é o valor da tarifa do kWh estabelecido pela concessionária sem PIS e COFINS e  $T_1$  é o valor da tarifa do Kwh com PIS e COFINS.

Para calcular a conta da luz com impostos, usando a equação (05) e substituindo o valor  $P$  na equação e fazendo algumas operações matemáticas, obtemos a conta do Kwh com PIS e COFINS.

$$T_1 = T \cdot (1 - i_1) / (1 - i_1 - i_2) \quad (06)$$

Para encontrar o valor do consumo ( $C$ ), o cálculo é feito pela diferença da leitura atual com a anterior ( $L_m$ ) e multiplicamos pela equação (06), que é representada pela equação,

$$C = L_m [T \cdot (1 - i_1) / (1 - i_1 - i_2)] \quad (07)$$

A base do cálculo do ICMS é sobre o valor final do consumo, onde é representado pela equação,

$$I_1 = i_1 (C + I_1) \quad (08)$$

Isolando  $I_1$  que representa o valor pago em reais do ICMS, na equação (08), obtém-se,

$$I_1 = i_1 \cdot C / (1 - i_1) \quad (09)$$

O valor do CIP, é um valor fixo.

Para encontrar a equação que dará o valor a ser cobrado do consumidor (VCC) da conta de energia em uma casa é necessário adicionar as equações dadas por (07) e (09).

$$VCC = C + I_1 \quad (10)$$

Substituindo na equação (10), as equações (07) e (09) e fazendo algumas operações matemáticas, obtém-se,

$$VCC = L_m.T.[1/1-(i_1+i_2)] \quad (11)$$

Para encontrar o modelo matemático, acrescentaremos a CIP que é um valor fixo.

$$VCC = L_m.T.[1/1-(i_1+i_2)] + CIP \quad (12)$$

Assim, encontramos o modelo procurado, isto é, o valor a ser cobrado do consumidor.

### Situação Problema.

Usando os recursos disponíveis do Maple 12 é possível obter, o valor a ser cobrado do consumidor nomes de dezembro de 2012. Assim temos a equação utilizando Maple:

$$> i2 = P * (1 - i1); \quad i2 = P (1 - i1)$$

Para encontrar a taxa unitária do PIS e COFINS com ICMS, isolamos o P. Assim temos a equação:

$$> P = 12 / (1 - i1); \quad P = \frac{12}{1 - i1}$$

Acrescentando na conta os percentuais dos impostos, temos:

T = valor da tarifa do kWh estabelecido pela concessionária sem PIS e COFINS

T1 = valor da tarifa do Kwh com PIS e COFINS.

$$> T = T1 * (1 - P); \quad T = T1 (1 - P)$$

Para calcular a conta da luz com impostos, usando a equação (3) e substituindo o valor P na equação e fazendo algumas operações matemáticas, obtemos a conta do Kwh com PIS e COFINS.

$$> T1 = T * (1 - i1) / (1 - i1 - i2); \quad T1 = \frac{T(1 - i1)}{1 - i1 - i2}$$

Para encontrar o valor do consumo C, o cálculo é feito pela diferença da leitura atual com a anterior (Lm) e multiplicamos pela equação (4), que é representada pela equação,

C = consumo

Lm = diferença da leitura atual com a leitura anterior

$$> C = Lm * [T * (1 - i1) / (1 - i1 - i2)]; \quad C = Lm \left[ \frac{T(1 - i1)}{1 - i1 - i2} \right]$$

A base do cálculo do ICMS é sobre o valor final do consumo, onde é representado pela

equação,

$$> I1=i1*(C+I1); \quad I1=i1(C+I1)$$

Isolando **I1** que representa o valor pago em reais do ICMS, na equação (6), obtém-se,

$$> I1=i1*C/(1-i1); \quad I1 = \frac{i1 C}{1 - i1}$$

O valor do CIP, é um valor fixo. Para encontrar a equação que dará o valor a ser cobrado do consumidor (VCC) da conta de energia em uma casa é necessário adicionar as equações dadas por (5) e (7).

VCC = valor cobrado do consumidor

$$> VCC=C+I1; \quad VCC=C+I1$$

Assim, utilizando o Maple encontramos o modelo procurado:

$$> CVV=Lm*[T*(1-i1)/(1-i1-i2)]+ CIP; \quad CVV=Lm \left[ \frac{T(1-i1)}{1-i1-i2} \right] + CIP$$

### Fazendo uma aplicação

Usando as informações da Conta de Energia Elétrica, da residencial de uma residência, nas 406 norte, Alameda 10, feita a leitura do consumo de energia elétrica do mês de dezembro de 2012, leitura de 31/12/2012 44420 a 30/11/2012 44182, tem-se o equivalente a 238 kWh. A tarifa por kWh foi aplicada a R\$ 0,447510, o percentual do PIS: 0,487600%, do COFINS: 2,24530%, e o ICMS: 25% e a CIP: R\$ 11,06, qual o valor pago pelo cidadão? Utilizamos o Maple para calcular o valor pago pelo cidadão:

$$> CVV:=[(238*0.42083)*(1/(1-0.027329-0.25))]+11.06 \quad CVV:= [149.6535508]$$

O valor pago, que consome 238 kWh com os impostos é de R\$ 149,6535508.

Acreditamos que essa atividade relacionada à modelagem, desenvolvidas através de conceitos básicos de matemática pode ser realizada via simulações com o Maple, utilizando ferramentas matemáticas com o objetivo de estímulo do próprio aprendizado do aluno na disciplina de matemática.

### Considerações Finais

O objetivo deste estudo foi encontrar um modelo que represente o valor a pagar em função do consumo de energia elétrica, contribuindo para esclarecer muitas dúvidas sobre quais são os impostos cobrados e como eles são acrescidos na fatura de energia elétrica. O ICMS cobrado na tarifa e no valor final do faturamento da energia elétrica foi uma descoberta que poucos consumidores estão cientes.

Com esta pesquisa, surgem algumas perspectivas de estudos futuros, Por exemplo, um tópico interessante que não foi explorado corresponde ao cálculo da energia elétrica



para a classe industrial, pois muitos alunos da Engenharia de Alimentos iram atuar na indústria de alimentos. Outra ênfase adotada poderia ser relacionada ao consumo de um cidadão e os componentes elétricos que o cidadão possui, obtendo um modelo que representasse o valor a pagar em função da quantidade de kWh, considerando o peso de cada item elétrico no cálculo do total de kWh, consumido mensalmente. Este tema faz com que os alunos da Engenharia de Alimentos reflitam sobre quais itens tem maior ou menor peso no gasto da energia elétrica e o que é possível fazer para que possa haver uma diminuição nos gastos do seu comércio ou na indústria. Ou seja, estes são alguns assuntos interessantes que podem ser explorados em sala de aula e adaptado pelo professor.

### Referencia

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica: **Por Dentro da Conta de Luz: Informação de Utilidade Pública**. 4 ed. Brasília: 2008. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Cartilha\\_1p\\_atual.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Cartilha_1p_atual.pdf)> Acesso em 15 novembro. 2012.

BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. **Modelagem matemática na educação matemática brasileira**: pesquisa prática educacionais. Recife: SMEM, 2007.

BASSANEZI, R. C. **Ensino aprendizagem com modelos matemáticos**: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2006.

MENDONÇA, M. C. D. **Problematização**: Um caminho a ser percorrido em Educação Matemática. Tese – UNICAMP, 1993.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa**. 2ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2008. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

SANTOS, L. M. M. & Bisognin, V.. **Experiências de ensino por meio da modelagem matemática na educação fundamental**. Barbosa, J. C.; Caldeira, A. D. & Araújo, J. L. Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007.

SCHEFFER, et al. **Matemática e tecnologias**: Modelagem Matemática. Erechim/RS: Edifapes, 2006.

Site oficial de representação do software Maple. Disponível em: <<http://www.maplesoft.com/products/Maple/index.aspx>>. Acesso em: 01 dez. 2012.