

Arredondamento de Moeda Aplicado em Serviços de Eletricidade e Telecomunicações e Suas Implicações Financeiras

*Francisco Koshino*¹, *Lucas Augusto de Sá*², *Vicente Machado Neto*³

¹Departamento de Eletrônica, UTFPR, Curitiba, Brasil, franciscokoshino@gmail.com

²Departamento de Eletrônica, UTFPR, Curitiba, Brasil, sigmaalfa@hotmail.com

³Departamento de Eletrônica, UTFPR, Curitiba, Brasil, vmachado@utfpr.edu.br

Resumo:

Este artigo avalia as possíveis fontes de erros nos resultados financeiros, devido aos diversos fatores envolvidos na prestação de serviços de energia e telecomunicações. As incertezas nas medidas e no manuseio da moeda aplicadas em planilhas são avaliadas de modo a produzir resultados consistentes, evitando prejuízos aos consumidores ou às prestadoras de serviços. Além dos princípios metroológicos, também, foram avaliadas as questões legais brasileiras, envolvendo este assunto.

Palavras-chave:

Metrologia, Incerteza de medição dos medidores de energia, Arredondamento, Tarifação de telecomunicações.

1. INTRODUÇÃO

A sociedade moderna não pode prescindir dos serviços de eletricidade e telecomunicações cujas facilidades se traduzem em conforto e utilidade para todos, mas há um preço nestes serviços a ser cobrado. Normalmente, os preços são definidos por contrato entre fornecedor e clientes, baseados em parâmetros técnicos e financeiros. Uma vez estabelecida à regra, cumprem-se os deveres e obrigações das partes a partir da medição do consumo dos serviços. Parece simples, mas as complicações aparecem quando se devem estabelecer as incertezas nas medições, bem como no tratamento numérico da moeda, quando milhares de itens devem ser computados.

Metrologia é a ciência da medição, que terá papel fundamental nos critérios a serem estabelecidos para a obtenção do custo final ao consumidor. Tanto na tarifação de energia como nos serviços de telecomunicações, os preços básicos são definidos com precisão de partes de centavos, seja por kWh ou por minutos de ligação telefônica. Estes valores serão multiplicados por milhares ou milhões na fatura final. Pequenas discrepâncias no manuseio destes valores podem acarretar diferenças significativas que se convertem em ganhos ou perdas para ambos os lados.

2. OBJETIVO

Neste artigo, serão avaliados quatro itens geradores de incertezas relacionados à composição dos

preços: o tratamento numérico nas planilhas, a questão legal quanto à regulamentação de arredondamento da moeda no Brasil, os erros dos medidores de energia dos consumidores e considerações sobre a precificação dos serviços de telecomunicações.

3. MÉTODO

Abaixo vamos desenvolver alguns itens que merecem destaque quando trata-se de arredondamentos.

3.1 Tratamento Numérico do Arredondamento

O arredondamento e compatibilização de valores são inerentes ao resultado da operação, à apresentação de resultados de medições, transações comerciais, sistemas de informação, dentre outros.

As regras de arredondamento de valores (veja a Tabela 1) apresentam os arredondamentos de valores estabelecidos pelo Sistema Internacional de Unidades (SI). Em metrologia e áreas correlatas, é sugerido que o arredondamento e compatibilização de valores sejam aplicados nos resultados finais, ou seja, na apresentação dos resultados, minimizando assim o possível erro.

A Tabela 1 mostra e define em conformidade com a Resolução nº 886/66 da Fundação IBGE o arredondamento.

Tabela 1 – Critérios de arredondamento segundo o IBGE.

Condições	Procedimentos	Exemplos
< 5	O último algarismo a permanecer fica inalterado.	53,24 passa a 53,2
> 5	Aumenta-se de uma unidade o algarismo a permanecer.	42,87 passa a 42,9 25,08 passa a 25,1 53,99 passa a 54,0
=5	(i) Se ao 5 seguir em qualquer casa um algarismo diferente de zero, aumenta-se uma unidade no algarismo a permanecer.	2,352 passa a 2,4 25,6501 passa a 25,7 76,250002 passa a 76,3

= 5	(ii) Se o 5 for o último algarismo ou se ao 5 só seguirem zeros, o último algarismo a ser conservado só será aumentado de uma unidade se for ímpar.	24,75 passa a 24,8 24,65 passa a 24,6 24,7500 passa a 24,8 24,6500 passa a 24,6
-----	---	--

Cabe ressaltar que, não se devem efetuar arredondamentos sucessivos (ex.: 17,3452 passa a 17,3 e não para 17,35; para 17,4). Caso se faça necessário um novo arredondamento, recomenda-se o retorno dos dados, originalmente, gerados.

3.2 Tratamento Numérico em Software Excel

Apesar da definição dos critérios de arredondamento da ABNT, os softwares não tratam estes arredondamentos na forma padrão. Analisaremos o caso específico do Excel, porém o mesmo raciocínio é extensivo para qualquer sistema que trata dos algoritmos de arredondamento.

Nos softwares modernos temos diversas opções de arredondamentos configuráveis, a saber: arredondamento explicado para menos, para mais, aritmético, Banker's Rounding, aleatório, alternativo. Além disso, temos as limitações de ponto flutuante, as opções de arredondamento de moeda e arredondamento de valores decimais, para maiores detalhes vide, como implementar os procedimentos de arredondamento personalizado [7]. É necessário o entendimento dos métodos disponíveis no software para assegurar o resultado desejável de forma consistente com a legislação em vigor.

Será apresentado a título de exemplo, como uma aplicação inadequada da função ARRED(C1;2), que pode causar uma inconsistência no resultado final de uma operação com moeda.

Tabela 2 - Exemplo planilha Excel

linha	Custo kWh	Arredon.	Consumo kWh	Valor R\$
1	0,42849	R\$ 0,43	10.000,00	4.300,00
2	0,42849	R\$ 0,43	10.000,00	4.284,90

Na primeira linha, o custo do valor arrendado está correto, considerando a sua forma matemática com o valor final, $R\$ 0,43 \times 10.000 = R\$ 4.300,00$, porém, o arredondamento indevido gerou um valor superior ao valor a ser cobrado. Na segunda linha, foi aplicada a configuração Moeda, mas se manteve oculto o número com sua precisão verdadeira, o resultado corresponde ao valor correto a ser cobrado.

3.3 Valores inferiores a um centavo

Houve questionamentos quanto à existência de precificações de valores inferior a 01 centavo, tendo em vista, que esta é a menor moeda manuseável no país, porém, a LEI Nº 9.069, DE 29 DE JUNHO DE 1995 que dispõe sobre o Plano Real, o Sistema Monetário Nacional, estabelece as Regras e Condições de Emissão do REAL, os Critérios para Conversão das Obrigações para o REAL, e dá outras providências, em seu parágrafo 5 que diz:

§ 5º Admitir-se-á fracionamento especial da unidade monetária nos mercados de valores mobiliários e de títulos da dívida pública, na cotação de moedas estrangeiras, na Unidade Fiscal de Referência – UFIR e na determinação da expressão monetária de outros valores que necessitem da avaliação de grandezas inferiores ao centavo, sendo as frações resultantes desprezadas ao final dos cálculos (Diário Oficial da União - Seção 1 - 30/06/1995, Página 9621 (Publicação Original).

Apesar da regulamentação da existência de valores inferiores a R\$ 0,01 (um centavo) é de praxe definir as regras de arredondamento em editais, de modo a evitar controvérsias.

Assim como nas contas de energia, temos valores com frações de centavos, em tarifas de telecomunicações, por exemplo, podemos encontrar em contratos de prestações de serviços em telefonia algo como: preço unitário por minuto tarifável excedente à franquia de R\$0,11555.

Algumas concorrências públicas são ganhas por empresa com preços de até R\$0,00001 menores que seus concorrentes.

Estamos tratando de frações de centavo, mas perante a Lei, ocorrem situações onde valores mesmo com frações de centavos geram transtornos. Segue um exemplo:

Um centésimo de um real. Por esse valor o BVA Factoring Ltda. quase teve um processo arquivado. Quase, porque a Primeira Turma do Supremo Tribunal Federal deu provimento ao Recurso Extraordinário interposto pela empresa e anulou acórdão do Conselho do 1º Juizado Especial Cível de Belfort Roxo, no Rio de Janeiro.

O Juizado aplicou a pena de deserção a Recurso da empresa sob o argumento de que não foi pago R\$ 0,01 de preparo (custas judiciais necessárias para o recebimento e o processamento de um recurso). A deserção de um recurso é o seu não recebimento, e conseqüente arquivamento, por falta de pagamento do preparo.

O Recurso foi interposto para apelar da decisão do Juizado, que julgou procedente Ação de Indenização por dano moral ajuizada contra a

empresa. O valor do preparo para a tramitação do Recurso foi efetuado da seguinte maneira: R\$ 76,59 de custas e 10% desse valor, ou seja, R\$ 7,65, a título de contribuição para a Caixa de Assistência dos Advogados do Rio de Janeiro. A Secretaria do Juizado informou que o preparo estaria incompleto no item relativo à Caixa de Assistência, pois o valor correto dos 10% das custas seriam R\$ 7,659. Assim, estaria faltando o valor de R\$ 0,009, que foi arredondado para R\$ 0,01. Por esse motivo, o Conselho do Juizado aplicou a pena de deserção no julgamento do Recurso. A empresa, então, interpôs Recurso para que a decisão fosse anulada. Alegou violação ao contraditório e à ampla defesa (artigo 5º, inciso 55 da Constituição Federal) e sustentou que o artigo 42, parágrafo 1º, da Lei 9.099/95 só é constitucional com a interpretação que exclua a pena de deserção nas hipóteses em que as cifras não expressem valor monetário, ou seja, as inferiores a R\$ 0,01. Como o Recurso foi indeferido na origem, a empresa opôs Agravo de Instrumento no Supremo, que foi improvido pelo relator da matéria, ministro Sepúlveda Pertence, num primeiro momento. Entretanto, ele reconsiderou a decisão e, ao prover o Agravo, determinou a sua re-autuação como Recurso Extraordinário. "Tem razão ao meu ver a recorrente, ao sustentar que não podia ter recolhido o valor exigido, R\$ 7,659, pelo simples e evidente motivo de que esse valor não existe em nosso sistema monetário. Nem haveria cogitar do arredondamento para cima. Se a recorrente houvesse pago R\$ 7,66, o banco não teria como dar-lhe um milésimo de real de troco", disse nesta terça-feira (6/4) o relator. Segundo ele, "ao exigir da recorrente o cumprimento da condição impossível de ser satisfeita, a decisão recorrida, além de negar-lhe, na prática, a prestação jurisdicional demandada, cerceou claramente seu direito de defesa, ofendendo o artigo 5º, inciso 55, da Constituição". Assim, ele conheceu do RE e lhe deu provimento para anular o acórdão recorrido e determinar que, afastada a deserção, seja realizado novo julgamento do Recurso pelo 1º Juizado Especial Cível de Belfort Roxo. Os demais ministros votaram com o relator [5].

3.4 Medidores de Energia

Os medidores de energia do tipo indução, tipicamente instalados nas residências, têm o seguinte princípio de funcionamento: quando um condutor de comprimento L é percorrido por uma corrente i e se encontra na presença de um campo magnético B , irá surgir uma força cujo sentido será estabelecido pela regra da mão esquerda. O fenômeno descrito acima é o

da interação eletromagnética. Os medidores de indução seguem este princípio cuja equação é dada por

$$F = B \cdot i \cdot L \cdot \sin \beta$$

Onde: β é o ângulo entre o campo magnético B e a direção de $i \cdot L$.

Equação 1- Medidores de energia calculo da força.

O fluxo da bobina de corrente j_i , ao atravessar o disco, induzirá uma corrente i_L , que irá interagir com o fluxo da bobina de potencial j_v , dando origem a um conjugado em relação ao eixo de suspensão do disco M , fazendo o disco girar.

O mesmo ocorre para o fluxo da bobina de potencial j_v . Este, ao atravessar o disco, induzirá uma corrente i_v que irá interagir com o fluxo da bobina de corrente j_i , resultando em um conjugado que será sempre no mesmo sentido do anterior. Como a bobina de potencial é fortemente indutiva, o seu fluxo j_v é atrasado 90° em relação ao fluxo da bobina de corrente j_i . Todo medidor vem especificado com o valor da constante K_d , que representa o valor da energia elétrica registrada por revolução do disco e expressa em watt-horas.

Um princípio que pode parecer simples, mas que na prática requer um enfrentamento de diversos problemas técnicos, tais como: influências nas variações de corrente, de tensão, do fator de potência, frequência, temperatura, posição do aparelho, da influência de sobrecarga, além dos problemas mecânicos inerente ao projeto. Muitos melhoramentos ocorreram ao longo dos anos e normatizações com muitos detalhes foram adotadas por empresas concessionárias nas especificações dos medidores.

O IMETRO regulamenta a precisão de calibração dos medidores monofásicos conforme tabela 3.

Tabela 3 - Anexo 3 , Tabela 13 - Ensaio de exatidão para os medidores monofásicos (Portaria Inmetro n.º 88 , de 06 de abril de 2006).

Condição	Porcentagem da corrente nominal	Fator de Potência	Erro Máximo Admissível (%)
1	10	1	2,00
2	100	1	1,50
3	100	0,5 ind.	2,00

Com envelhecimento dos medidores, ocorrem desgastes em mancais e alterações nas magnetizações e nos componentes que podem gerar erros negativos ou positivos. Erros positivos desfavorecem o consumidor, enquanto os negativos geram prejuízos às concessionárias.

Um outro aspecto que influencia na precisão dos medidores é a natureza da carga, os equipamentos eletrônicos largamente utilizados nas residências

possuem características não lineares, gerando harmônicos que influenciam nos resultados das medidas.

Conforme citado por Velasco [4]

“Ao analisar os resultados referentes aos ensaios dos medidores bifásicos no sistema equilibrado, quando aplicado distorções harmônicas na tensão e na corrente, percebeu-se que os erros estavam presentes em todos os ensaios, porém, eles tornam-se maiores com o aumento do nível de distorção harmônica da corrente. Os resultados que apresentaram erros superiores a $\pm 2\%$, ou seja, erros superiores aos permitidos pela classe de exatidão dos medidores, foram aqueles quando os medidores foram submetidos aos ensaios com os perfis de corrente BI2, T11 e T13, perfis estes que apresentam nível de distorção harmônica total de corrente de 42,3%, 46,8% e 24,7%, respectivamente. (2007, Velaco, p. 102)

3.5 Tarifação em Telecomunicações

A Anatel, órgão regulador das telecomunicações no Brasil, adotou a tarifação das ligações por minuto, a partir de 31 de julho de 2007. Neste modo de tarifação, algumas regras foram definidas para tempos mínimos. A partir desta implantação, as empresas de telecomunicações começaram a contagem dos minutos, tais como:

Plano Básico de Minutos: *Cobra-se um mínimo de 30 segundos, e o tempo de utilização adicional é tarifado a cada 6 segundos. Somente serão tarifadas as chamadas com duração superior a 3 segundos.*

Plano Alternativo de Serviços de Oferta Obrigatória (Pasoo): *Cobra-se uma Tarifa de Completamento de Chamada, além do tempo de utilização, que é tarifado a cada 6 segundos. A tarifa de completamento equivale ao valor de 4 minutos (<http://www.anatel.gov.br>).*

Normalmente, as tarifas consideram a duração do serviço. Além do próprio preço se torna importante avaliar, também, o esquema de medição. Muitas tarifas DDD e DDI cobram o primeiro minuto inteiro como tarifação mínima. Depois do primeiro minuto, o intervalo passa a ser de 6 segundos. Algumas companhias continuam a cobrar por minuto. Para o consumidor, o menor intervalo é vantajoso porque todas as sobras dos minutos são regalos para as companhias.

O ideal e mais justo seria uma tarifação por segundo. Independente desta situação ideal, ainda temos uma questão a ser avaliada, toma-se o exemplo de preço de minutos excedido como apresenta a tabela 4. A forma cobrada pela operadora supõe um valor para 6 segundos com precisão de 6 casas decimais. Porém, nos extratos detalhados da operadora, os valores são arredondados na casa dos centavos, e tendo

o resultado final consistente com a soma dos valores das parcelas apresentadas. Verifica-se uma inconsistência nesta apresentação, uma vez que o valor real com 6 casas decimais não foram consideradas.

Tabela 4 – Tarifação de uma operadora.

Valor do Minuto Excedente em R\$	Valor de 6 segundos em R\$
0,21364	0,021364

4. CONCLUSÕES

Considerando a medição de um produto, por exemplo, o comprimento de um fio de ouro em mm sendo um mensurando, e o resultado da medida dado por um valor K (fixo), multiplicado pelo valor real do mensurando, teremos como resultado um valor com a incerteza multiplicado por K e o resultado da medida obtida pelo sistema de medição.

Ao considerar o caso das incertezas dos medidores de energia, podemos afirmar que resultado da medida, considerado K o preço do kWh, o valor a ser computado terá a mesma incerteza. Por exemplo, uma conta de luz com valor de R\$1.000,00 teria uma incerteza de R\$15,00, maior que o rendimento médio mensal da poupança, de 0,6% (Base de dados do Portal Brasil® e ABECIP - Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança.).

Ao levar em conta que o valor do K (preço do produto) tem cinco algarismos significativos depois da vírgula, o arredondamento dos valores parciais, nos casos do detalhamento das contas telefônicas, deveriam estar devidamente, especificadas. Caso contrário, chegamos às inconsistências apresentadas no tratamento numérico por erros de arredondamentos.

Apesar dos esforços empreendidos por órgãos fiscalizadores e sistematizações metrológicas definidas por entidades como a ABNT, as incertezas serão inevitáveis nos resultados das tarifações.

Uma forma de minimizar os conflitos gerados por tais inconsistências seria munir ambas as partes, consumidor e fornecedor, com ferramentas de aferição das medições.

Com o atual nível de desenvolvimento tecnológico, especialmente da microeletrônica e informática, acredita-se que tais medidas são implementáveis.

A importância da Metrologia está presente no dia a dia do cidadão na medida em que as inovações tecnológicas oferecem facilidades, mas que trás consigo mudanças de paradigmas nos conceitos de engenharia não previstos, em espaços de tempo muito curtos, como é o caso das profusões de cargas não lineares e os novos formatos de comunicações de dados, cada vez mais rápidas, onde bilhões de dados são transmitidos em milissegundos.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT, IMETRO e SBM. **Guia para expressão da incerteza de medição**. ISBN 85-86768-03-0, 2ª Ed. Rio de Janeiro: Serifa Editoração e Informática S/C Ltda, 1998.
- [2] ABNT NBR 5891:1977. **Regras de arredondamento na numeração decimal**. 1ª ed., 1p., ABNT, 1977.
- [3] SUPORTE MICROSOFT. **Como implementar os procedimentos de arredondamento personalizado**, 2011. Acessado em :(<http://support.microsoft.com/kb/196652/pt-br>)
- [4] VELASCO, LOANA NUNES. **Análise Experimental de Erros de Medição de Energia Elétrica Ativa em Medidores Eletromagnéticos Tip Indução**. 2007. 2978. 188p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – UNESP – Ilha Solteira.
- [5] CONSULTOR JURIDICO, **Falta de pagamento de R\$ 0,01 de custas não arquivava processo REF. 347.528**, RJ2000. Disponível em: http://www.conjur.com.br/2004-abr-06/falta_pagamento_001_ao_arquivar_processo . Acesso em: 26 junho 2011.
- [6] ANATEL, **Tarifação por minuto: Tire as suas dúvidas no portal da Anatel**. DF. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/Acesso> em: 26 junho 2011. Acesso em: 26 junho 2011.
- [7] MICROSOFT, **Como implementar os procedimentos de arredondamento personalizado**. Disponível em <http://support.microsoft.com/kb/196652/pt-br>, consultada em 07 de julho de 2011.