

UM NOVO ALGORITMO PARA ARREDONDAMENTO DE RESULTADOS

Por Daniel Homrich da Jornada*

RESUMO: O presente artigo descreve, de forma sucinta, os critérios de arredondamento de resultados de medição que devem ser aplicados pelos laboratórios de ensaio e calibração. O trabalho mostra que o Microsoft Excel, *software* de planilha eletrônica mais popular entre os laboratórios, não atende aos critérios de arredondamento requeridos. Como solução para esse problema, é apresentado um novo algoritmo, o qual funciona como uma função suplementar para rodar no Microsoft Excel e pode ser utilizada pelo usuário como uma simples fórmula. A nova função, desenvolvida pela empresa Certificar, pode ser acessada gratuitamente.

1. INTRODUÇÃO

Conforme diretrizes do Guia para Expressão da Incerteza de medição, conhecido como GUM (ABNT/INMETRO, 2003), e requisitos do EA-4/02 (EA, 1999), dentre outros documentos orientativos na área da metrologia, convém que a incerteza de medição seja apresentada com, no máximo, dois algarismos significativos. Algarismos significativos correspondem aos dígitos diferentes de zero, contados a partir da esquerda até o último dígito diferente de zero à direita, caso não haja vírgula, ou até o último dígito (sendo zero ou não), caso haja uma vírgula (BEVINGTON e ROBINSON, 2003). Por exemplo, o número 0,034 possui dois algarismos significativos, porém três casas decimais. Cabe ressaltar que o resultado da medição deve, então, ser arredondado para o mesmo número de casas decimais apresentadas na incerteza de medição (EA,1999).

Quanto aos critérios de arredondamento a serem adotados pelos laboratórios, deve-se tomar como referência a norma ISO 31-0 (ISO, 1992). Assim, se o dígito a ser descartado no arredondamento for menor do que cinco, o arredondamento do resultado deve ser feito para baixo. Por outro lado, se o dígito a ser arredondado for maior do que cinco, o arredondamento deve ser feito para cima. Se o dígito a ser arredondado terminar em cinco, porém for seguido de números diferentes de zero, o arredondamento também será para cima (NIST, 2008).

A dúvida surge quando o dígito a ser descartado for exatamente cinco seguidos exclusivamente de zeros. Neste caso, a maioria dos *softwares* executa o arredondamento para cima. Um exemplo é o uso da função ARRED no Microsoft Excel ou a simples formatação da célula para o número de casas decimais desejadas neste *software*. Se for utilizada a referida função no arredondamento do número 0,045 para duas casas decimais usando o Microsoft Excel, teremos como resultado 0,05. Este tipo de arredondamento, chamado muitas vezes de aritmético, acarretará um erro sistemático, pois estará sempre adicionando um valor ao resultado (NIST, 2008). Por exemplo, se esse valor arredondado de 0,05 for utilizado como um dado de entrada em um cálculo subsequente, obtendo como novo resultado deste cálculo o valor de 0,165, o arredondamento desse número para duas casas decimais seria novamente para cima: 0,17. Ou seja, nesse caso seriam acumulados erros de arredondamentos. Por essa razão, esse tipo de critério de arredondamento deve ser evitado pelos laboratórios.

Alternativamente, a norma ISO 31-0 (ISO, 1992) estabelece que, na situação em que o dígito a ser descartado for exatamente cinco seguidos exclusivamente de zeros, o dígito precedente ao cinco deverá permanecer inalterado, caso seja par, ou deverá ser adicionado de uma unidade, caso seja ímpar. Quando o dígito precedente for zero, permanecerá inalterado (NIST, 2008). Exemplos:

- 0,045 arredondado para duas casas decimais deverá ser 0,04.
- 1,35 arredondado para uma casa decimal deverá ser 1,4.
- 4,005 arredondado para duas casas decimais deverá ser 4,00.

O uso do critério conforme a norma ISO 31-0 (ISO, 1992), comumente denominado de arredondamento bancário, reduz o erro final, pois o arredondamento varia ora para cima, ora para baixo, dependendo do dígito precedente ao arredondado. Tal fato, em geral, acaba compensando os erros de arredondamento. Por essa razão, o arredondamento bancário é preferível, em detrimento do arredondamento aritmético.

2. NOVO ALGORITMO DESENVOLVIDO

Na maioria dos casos, os laboratórios adotam *softwares* de planilha eletrônica para cálculos e apresentação de resultados de ensaio e calibração, sendo o mais famoso deles o Microsoft Excel. Contudo, esse *software* não possui função de arredondamento bancário (MICROSOFT, 2007). Tal situação configura-se em um problema em potencial, pois o arredondamento bancário é o critério oficial para atendimento a requisitos de acreditação e reconhecimento de competência técnica de laboratórios.

Para solucionar o problema em questão, a equipe da Certificar, empresa de consultoria especializada em metrologia com unidades em Porto Alegre e Rio de Janeiro, desenvolveu um novo algoritmo para rodar em Microsoft Excel, versão 2003 ou posterior. A função age como um suplemento do *software* e é acionada como uma simples fórmula em qualquer planilha que o usuário deseje trabalhar.

Para utilizar a função, basta o usuário digitar em qualquer célula de sua planilha a fórmula “=ArredCertificar(NÚMERO;CASAS)” onde *NÚMERO* representa o número que se deseja arredondar (pode ser o próprio número ou uma referência a outra célula que contenha tal valor) e *CASAS* representa o número de casas decimais para o qual se deseja realizar o arredondamento (igualmente, pode ser o próprio número de casas decimais ou uma referência a outra célula que contenha tal valor).

Por exemplo, ao aplicar a função “=ArredCertificar(0,045;2)”, a fórmula retornará o valor 0,04, que é justamente o resultado que se obtém pela aplicação do arredondamento bancário, diferentemente do arredondamento aritmético realizado pela função ARRED do Microsoft Excel. Outra vantagem do novo algoritmo é com relação a valores arredondados que terminam em zeros. Por exemplo, se o número 0,3003 for arredondado para três casas decimais usando a função interna do Microsoft Excel “=Arred(0,3003;3)”, será obtido como resposta o número 0,3. Os zeros à direita não serão exibidos automaticamente pelo *software*. Utilizando a nova função “=ArredCertificar(0,3003;3)”, retornará automaticamente o número 0,300.

O algoritmo foi elaborado utilizando a linguagem de programação *Visual Basic for Application* (VBA) e encontra-se disponível para *download* gratuito em: <http://arredondamento.portalcertificar.com.br>. Instruções para a instalação encontram-se no *website*.

3. CONCLUSÕES

Conforme diretrizes da ISO 31-0 (ISO, 1992), os resultados de ensaio e calibração devem ser arredondados utilizando os critérios do arredondamento bancário. Assim, se o dígito a ser descartado no arredondamento for igual a cinco, seguidos de zeros, o arredondamento será para cima quando o dígito precedente ao cinco for ímpar. O arredondamento será para baixo quando o dígito precedente for par.

O presente artigo apresentou, de forma sucinta, os problemas em utilizar a função interna do Microsoft Excel, pois esta não atende ao critério de arredondamento bancário. Como solução, foi desenvolvido pela empresa Certificar um novo algoritmo que funciona como um suplemento do referido *software*. O algoritmo se mostra extremamente simples de ser utilizado na rotina de qualquer laboratório e, ao mesmo tempo, é eficaz, pois atende plenamente aos critérios de arredondamento adotados internacionalmente na área de metrologia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) e INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). **Guia para a Expressão da Incerteza de Medição**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, INMETRO, 2003. 120 p.

BEVINGTON, Philip R; ROBINSON, D. Keith. *Data reduction and error analysis for physical sciences*. 3a. edição. SS: McGraw Hill: New York, 2003.

EUROPEAN CO-OPERATION FOR ACREDITATION (EA). EA-4/02 – *Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration*. 1999. 79 p. Disponível em: <<http://www.europeanaccreditation.org>>. Acesso em: 13 jan. 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 31-0: Quantities and units - Part 0 : General principles, Annex B, Guide to the rounding of numbers**. Geneva, 1992.

MICROSOFT. **Como Implementar Procedimentos de Arredondamento Personalizados**. Revisão 28 dez. 2007. Disponível em <<http://support.microsoft.com/kb/196652/pt>>. Acesso em 13 jan. 2010.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). **S11: Guide for the Use of International System of Units (SI) - NIST Special Publication**. Ed. 2008. Disponível em: <<http://physics.nist.gov/Pubs/SP811/appenB.html>>. Acesso em 12 jan. 2010.

* **Daniel Homrich da Jornada** é consultor na area de metrologia, sendo Diretor Técnico da Certificar. Telefones: (21) 2527-0539 / (51) 3379-0480. E-mail: daniel@portalcertificar.com.br