

115

Circular
TécnicaJuiz de Fora, MG
Setembro, 2017

Autores

Guilherme Nunes de SouzaMédico Veterinário, D.Sc.,
Pesquisador da Embrapa Gado de
Leite, Juiz de Fora, MG**Carla Christine Lange**Médica Veterinária, Ph.D.,
Pesquisadora da Embrapa Gado de
Leite, Juiz de Fora, MG**João Batista Ribeiro**Biólogo, D.Sc., Pesquisador da
Embrapa Gado de Leite, Juiz de
Fora, MG**Juliana França Monteiro de
Mendonça**Médica Veterinária, M.Sc.,
Doutoranda em Medicina
Veterinária/Universidade Federal
Fluminense, Niterói, RJ**Márcio Roberto Silva**Médico Veterinário, D.Sc.,
Pesquisador da Embrapa Gado de
Leite, Juiz de Fora, MG**Maria Aparecida Vasconcelos
Paiva e Brito**Farmacêutica Bioquímica, Ph.D.,
Pesquisador da Embrapa Gado de
Leite, Juiz de Fora, MG**Leandro Rubiale**Analista de sistemas, Analista da
Embrapa Gado de Leite, Juiz de
Fora, MG**Letícia Caldas Mendonça**Médica Veterinária, M.Sc., Analista
da Embrapa Gado de Leite, Juiz de
Fora, MG

Cálculo da média geométrica da contagem de células somáticas e contagem total de bactérias utilizando planilha eletrônica do Excel para comparação com os requisitos estabelecidos pela legislação federal

Introdução

O agronegócio do leite no Brasil vem sofrendo grandes transformações nos últimos anos e tem-se observado por parte do governo, das empresas de lácteos e dos produtores, grande esforço com o objetivo de proporcionar melhoria na qualidade do leite cru. Por parte do governo federal pode-se destacar duas importantes ações. A primeira foi a instituição da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle de Qualidade do Leite (RBQL) (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2002b), que tem como principal objetivo avaliar e monitorar a qualidade do leite cru produzido nos rebanhos bovinos leiteiros. A segunda ação foi a publicação das Instruções Normativas 51/2002 (IN51), 62/2011 (IN62) e 7/2016 (IN7), que definem limites mínimos para os indicadores de qualidade composicional e higiênico sanitária do leite (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2002a).

Em relação aos indicadores de qualidade higiênico sanitária do leite, foi estabelecida na legislação a necessidade de coletar pelo menos uma amostra de leite de tanque de refrigeração mensalmente para realizar a contagem de células somáticas (CCS) e contagem total de bactérias (CTB) em um laboratório da RBQL. Conforme estabelecido nas IN51, IN62 e IN7, os resultados de CCS e CTB do leite do tanque dos últimos três meses devem ser utilizados para calcular a média geométrica. Os valores das médias geométricas da CCS e CTB do tanque é que deverão ser usados para fins de comparação com os limites máximos de CCS e CTB estabelecidos na legislação vigente (Tabela 1).

Tabela 1. Limites máximos para contagem de células somáticas (CCS) e contagem total de bactérias (CTB) estabelecidos na Instrução Normativa 7/2016 para as regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil.

Período	CCS (células/mL)*	CTB (UFC/mL)*
01/07/2008 a 31/12/2011	750.000	750.000
01/01/2012 a 30/06/2014	600.000	600.000
01/07/2014 a 30/06/2018	500.000	300.000
A partir de 01/07/2018	400.000	100.000

* mínimo de uma análise mensal, com média geométrica sobre o período de três meses. UFC - Unidades Formadoras de Colônias; mL - mililitro.
FONTE: IN7/2016 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

A média geométrica é um tipo de média ou aproximação que indica a tendência central ou o valor típico de um conjunto de números usando o produto dos seus valores (ao contrário da média aritmética que usa a soma dos valores). A média geométrica é definida como a n-ésima raiz (onde n é a quantidade de termos) da multiplicação dos termos, conforme a equação:

$$\left(\prod_{i=1}^n a_i \right)^{1/n} = \sqrt[n]{a_1 a_2 \dots}$$

Como o cálculo da média geométrica pode ser facilmente realizado em planilha eletrônica do Excel, o objetivo dessa circular técnica é apresentar uma metodologia para calcular a média geométrica da CCS e CTB de rebanhos em planilha eletrônica do Excel, de forma que produtores, associações de

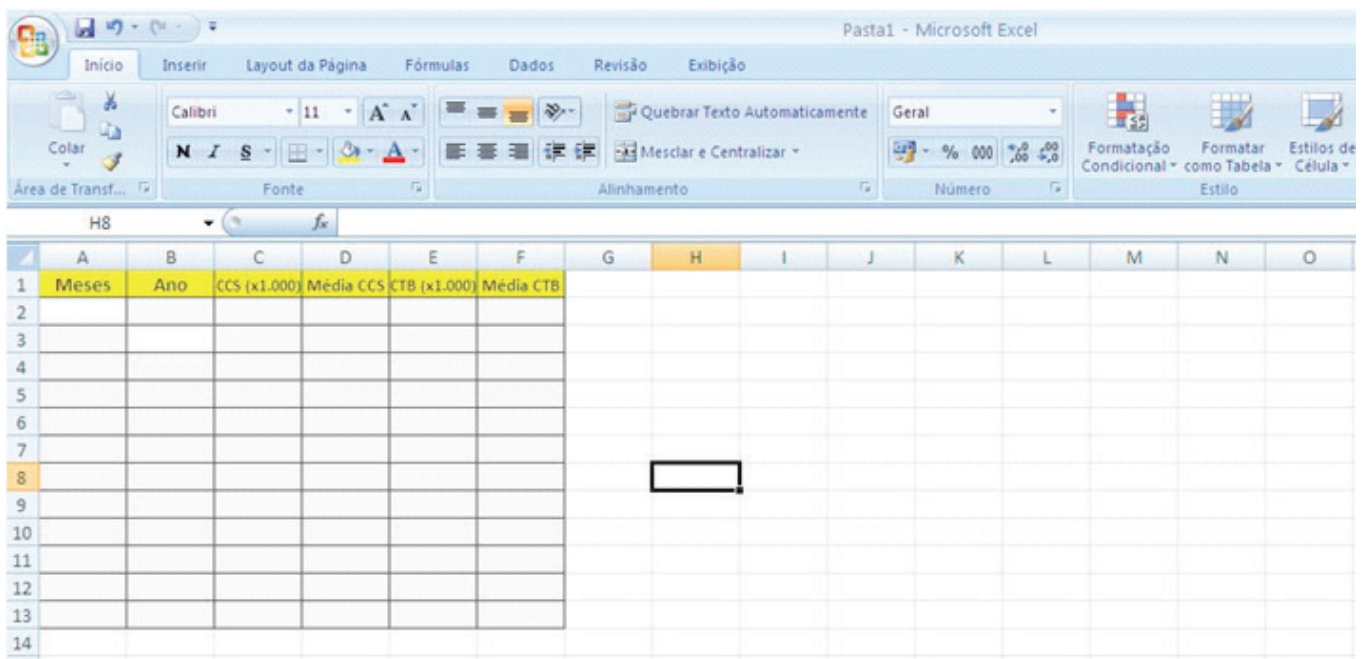
2 *Cálculo da média geométrica da contagem de células somáticas e contagem total de bactérias utilizando planilha eletrônica do Excel para comparação com os requisitos estabelecidos pela legislação federal*

produtores, cooperativas e indústrias possam calcular adequadamente os valores que devem ser comparados com os limites de CCS e CTB estabelecidos na legislação.

Metodologia

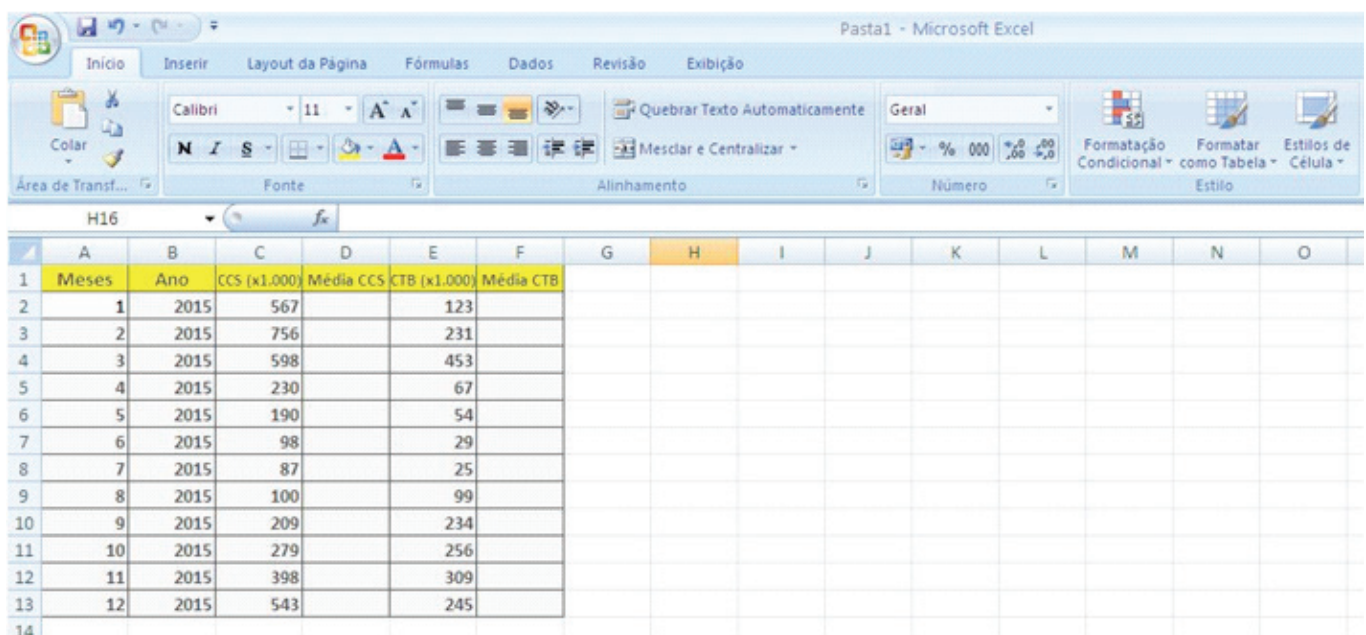
(1º Passo). Abra um arquivo em Excel e digite nas células A1, B1, C1, D1, E1 e F1, respectivamente, “Mês”, “Ano”, “CCS (x 1.000)”, “Média CCS”, “CTB (x 1.000)” e “Média CTB”, conforme Figura 1.

(2º Passo). Preencha as células da planilha de Excel, a partir da “Linha 2”, com as informações relacionadas ao mês, ano e contagem de células somáticas do rebanho nas colunas A, B, C e E, respectivamente, conforme Figura 2. Para o cálculo correto das médias geométricas, certifique-se de que nenhum dos valores inseridos nas células seja igual a zero.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Meses	Ano	CCS (x1.000)	Média CCS	CTB (x1.000)	Média CTB									
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															

Figura 1. Variáveis criadas na primeira linha de uma planilha de Excel para estimar a média geométrica da Contagem de Células Somáticas e da Contagem Total Bacteriana.

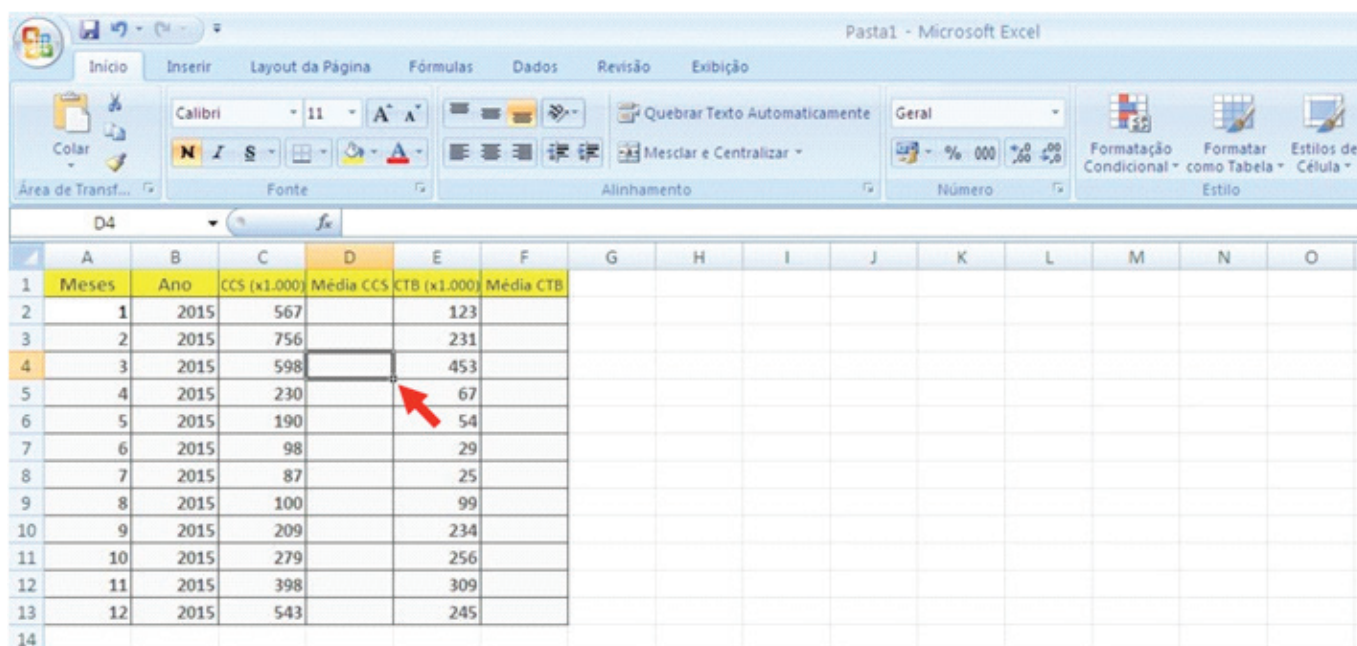


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Meses	Ano	CCS (x1.000)	Média CCS	CTB (x1.000)	Média CTB									
2	1	2015	567		123										
3	2	2015	756		231										
4	3	2015	598		453										
5	4	2015	230		67										
6	5	2015	190		54										
7	6	2015	98		29										
8	7	2015	87		25										
9	8	2015	100		99										
10	9	2015	209		234										
11	10	2015	279		256										
12	11	2015	398		309										
13	12	2015	543		245										
14															

Figura 2. Preenchimento das células da planilha de Excel com informações relacionadas aos meses, ano, contagem de células somáticas e contagem total de bactérias.

(3º Passo). Calcule a média geométrica da contagem de células somáticas (CCS) a cada três meses (C2, C3, C4), utilizando o recurso matemático do Excel. Para isso, clique com o botão esquerdo do mouse na célula D4, para que a primeira média geométrica (referente aos três primeiros meses) seja calculada corretamente (Figura 3).

(4º Passo). Em seguida, na aba “Fórmulas”, clique o cursor em *fx*, selecione a categoria Estatística e, em seguida, selecione a função “Média Geométrica”. Clique o cursor na opção OK (Figura 4).



	A	B	C	D	E	F
1	Meses	Ano	CCS (x1.000)	Média CCS	CTB (x1.000)	Média CTB
2	1	2015	567		123	
3	2	2015	756		231	
4	3	2015	598		453	
5	4	2015	230		67	
6	5	2015	190		54	
7	6	2015	98		29	
8	7	2015	87		25	
9	8	2015	100		99	
10	9	2015	209		234	
11	10	2015	279		256	
12	11	2015	398		309	
13	12	2015	543		245	
14						

Figura 3. Seleção da célula D4.

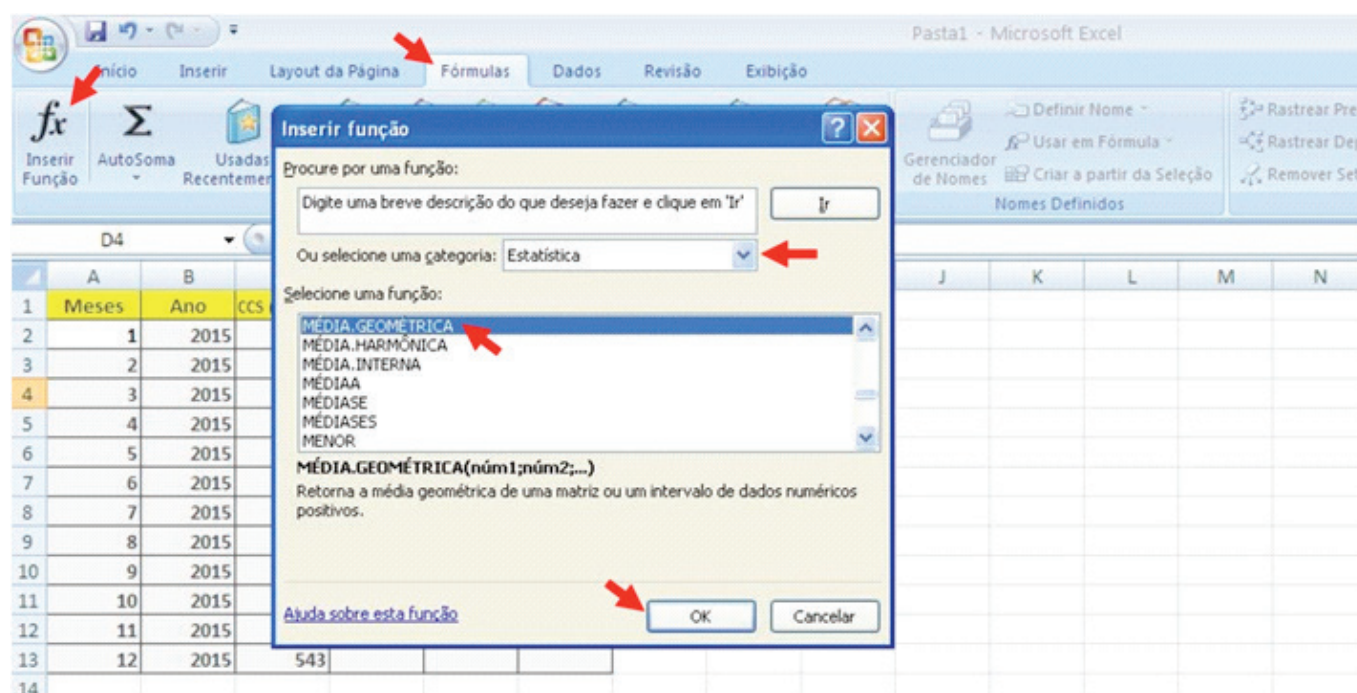


Figura 4. Seleção da função matemática “Média Geométrica”.

4 Cálculo da média geométrica da contagem de células somáticas e contagem total de bactérias utilizando planilha eletrônica do Excel para comparação com os requisitos estabelecidos pela legislação federal

(5º Passo). Uma nova janela chamada “Argumentos da Função” se abrirá automaticamente. Digite em “Num 1” C2:C3:C4 e clique novamente em OK (Figura 5).

(6º Passo). Após calcular o produto da média geométrica de CCS, selecione a célula D4 e posicione o cursor no canto inferior direito desta célula. Nesta situação, o cursor irá sofrer uma transformação e tomará o formato de uma cruz, conforme indicação na Figura 6.

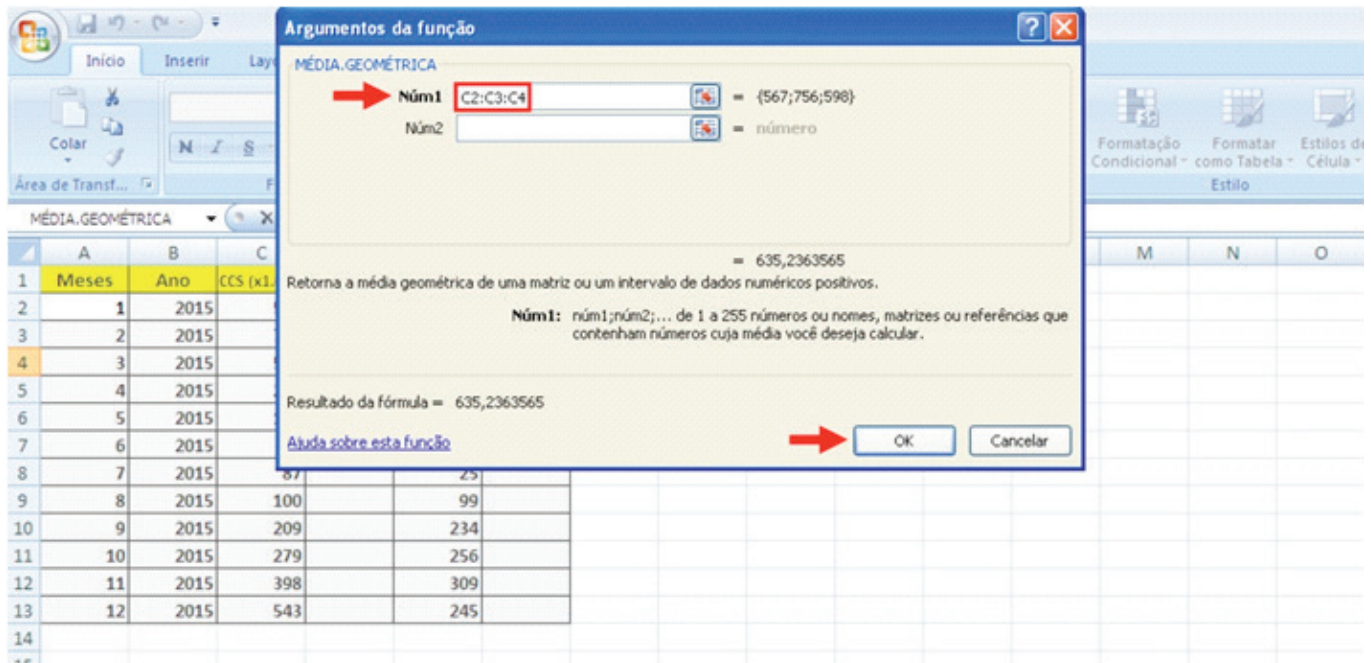


Figura 5. Janela automática “Argumentos da Função”.

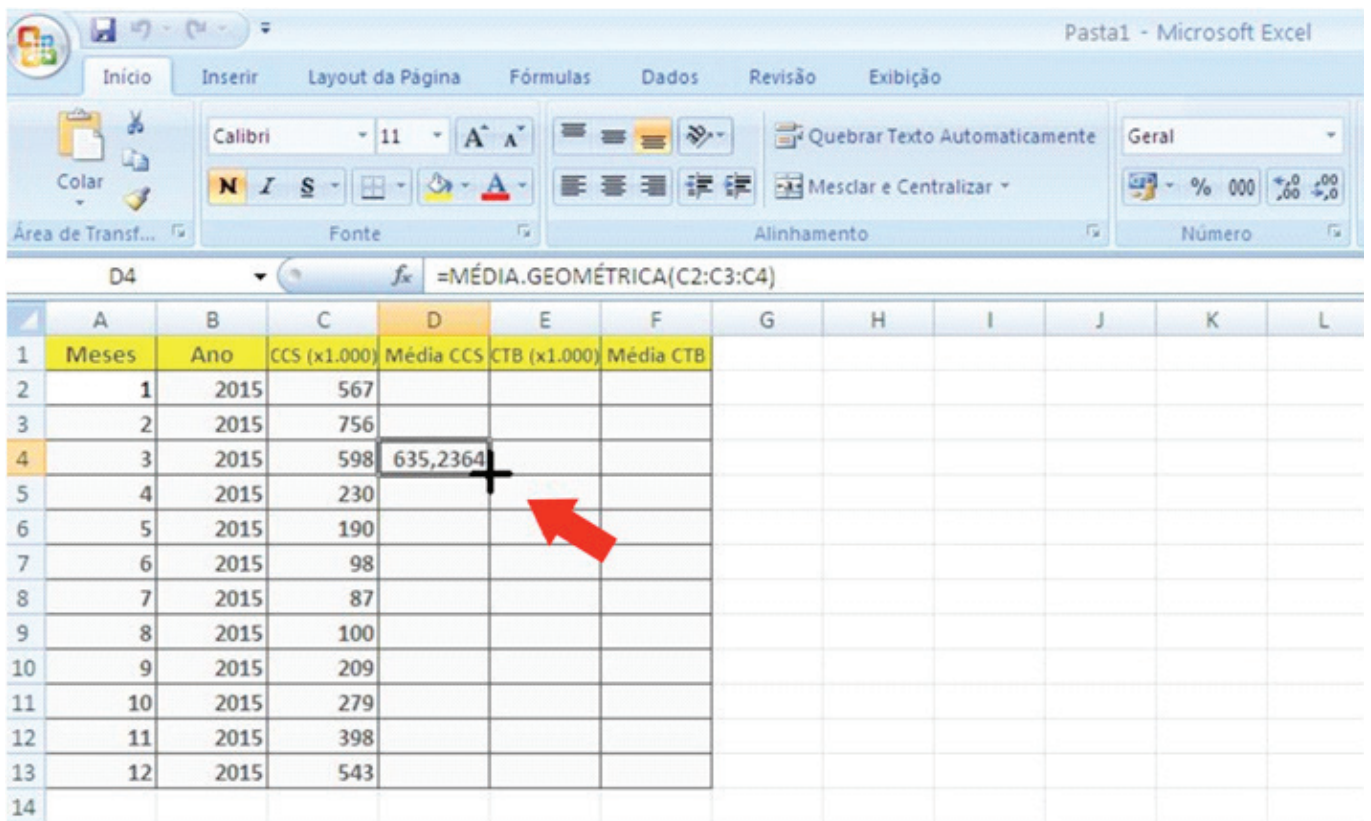
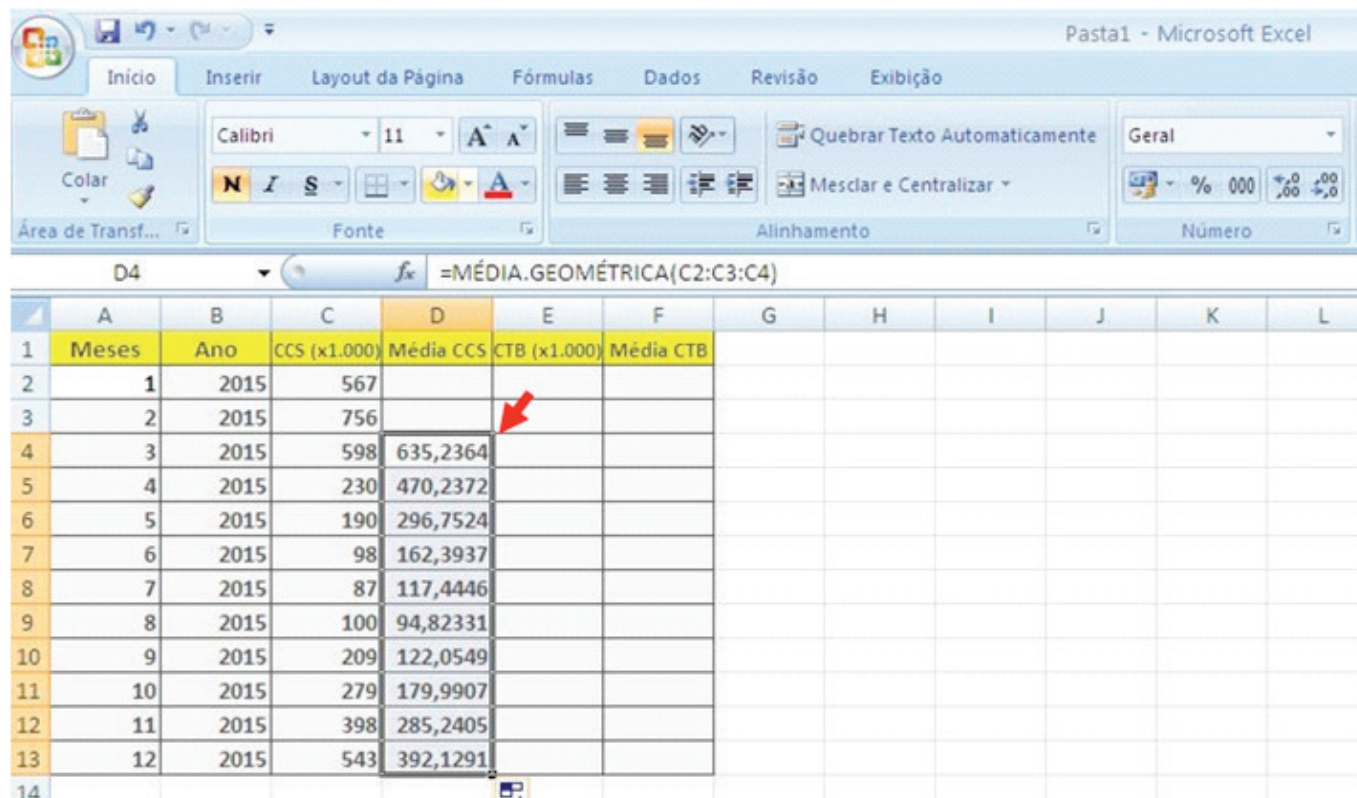


Figura 6. Transformação do cursor quando posicionado no canto inferior direito da célula D4.

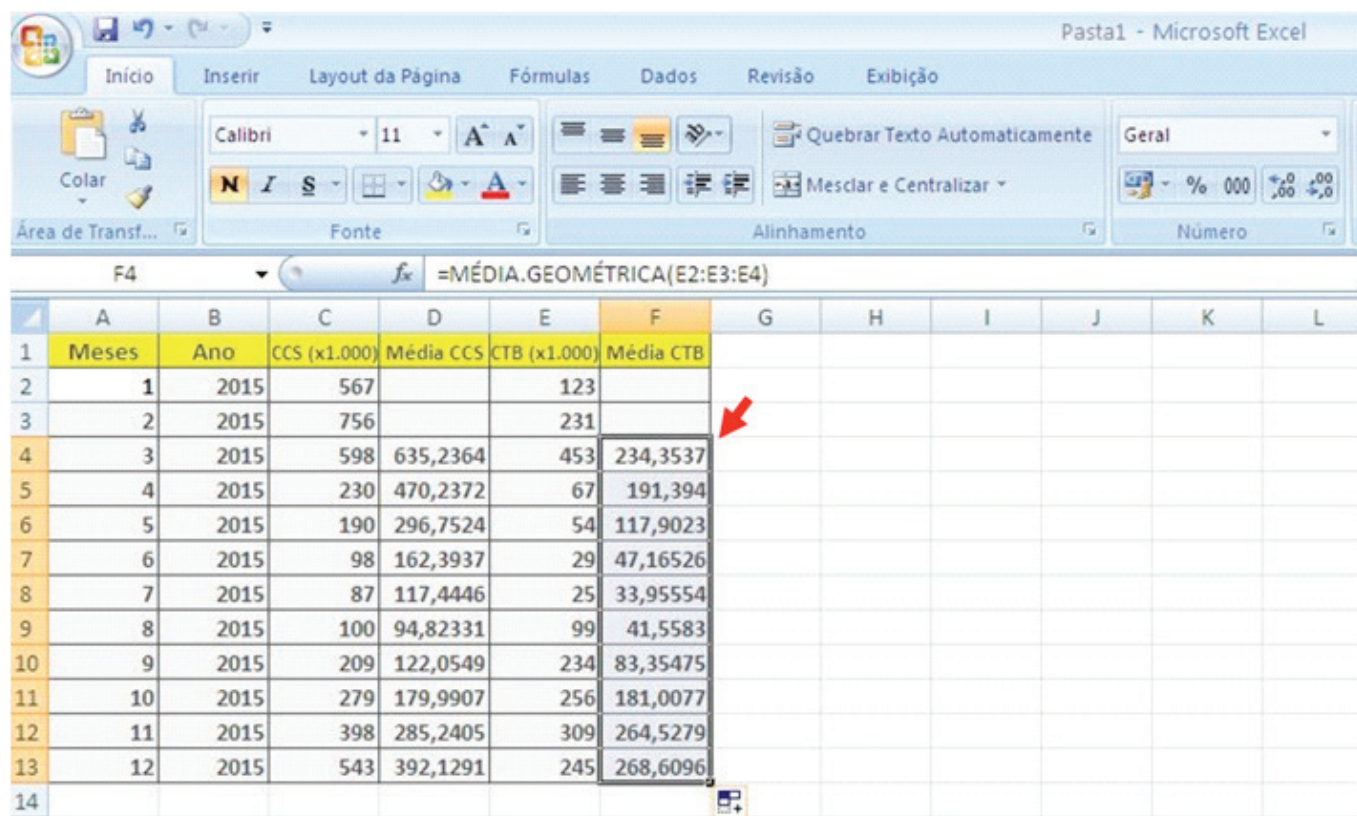
(7º Passo). Após transformação do cursor, dê dois cliques no canto inferior direito da célula D4 que o Excel calculará, automaticamente, o valor da média geométrica da contagem de células somáticas (CCS) nas células abaixo (Figura 7).

(8º Passo). Calcule a média geométrica a cada 3 meses da contagem total de bactérias (CTB) conforme foi realizado para a contagem de células somáticas (CCS), como apresenta a Figura 8.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Meses	Ano	CCS (x1.000)	Média CCS	CTB (x1.000)	Média CTB						
2	1	2015	567									
3	2	2015	756									
4	3	2015	598	635,2364								
5	4	2015	230	470,2372								
6	5	2015	190	296,7524								
7	6	2015	98	162,3937								
8	7	2015	87	117,4446								
9	8	2015	100	94,82331								
10	9	2015	209	122,0549								
11	10	2015	279	179,9907								
12	11	2015	398	285,2405								
13	12	2015	543	392,1291								

Figura 7. Média Geométrica de CCS calculada a cada 3 meses para as demais células.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Meses	Ano	CCS (x1.000)	Média CCS	CTB (x1.000)	Média CTB						
2	1	2015	567		123							
3	2	2015	756		231							
4	3	2015	598	635,2364	453	234,3537						
5	4	2015	230	470,2372	67	191,394						
6	5	2015	190	296,7524	54	117,9023						
7	6	2015	98	162,3937	29	47,16526						
8	7	2015	87	117,4446	25	33,95554						
9	8	2015	100	94,82331	99	41,5583						
10	9	2015	209	122,0549	234	83,35475						
11	10	2015	279	179,9907	256	181,0077						
12	11	2015	398	285,2405	309	264,5279						
13	12	2015	543	392,1291	245	268,6096						

Figura 8. Cálculo da Média Geométrica para contagem total de bactérias (CTB).

(9º Passo). Para melhor avaliação do desempenho em reduzir a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem total de bactérias (CTB), construa um gráfico. Selecione a coluna “Média CCS”, mantenha pressionada a tecla “Control” (Ctrl) no teclado e selecione também a coluna “Média CTB”. Em seguida, na aba “Inserir”, selecione a função “Linhas” e escolha o tipo de gráfico.

(10º Passo). Com o gráfico escolhido, selecione o “título do gráfico” com o cursor, que estará dentro de uma caixa de texto. Em seguida, digite o título desejado, por exemplo “Variação mensal da média geométrica de CCS (x 1.000 células/mL) e CTB (x 1.000 UFC/mL)”, conforme indicado na Figura 10.

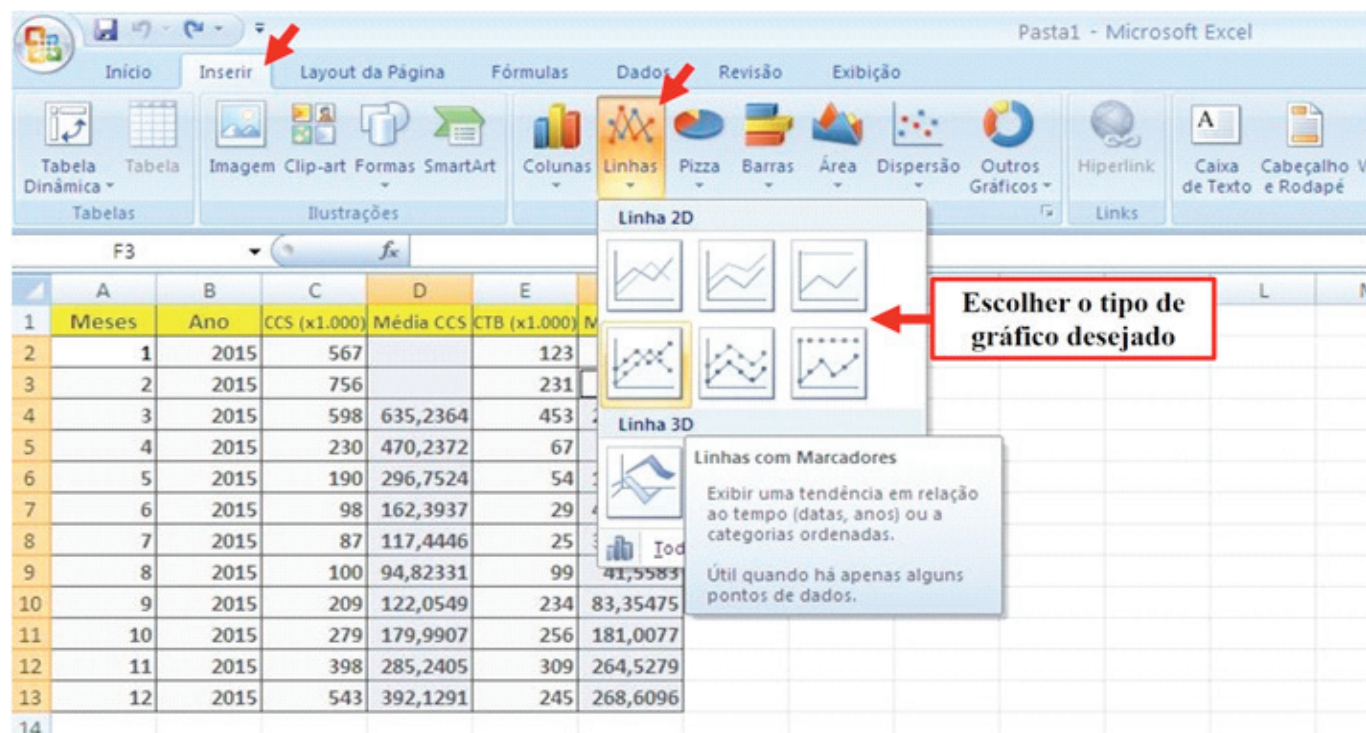


Figura 9. Construção de gráfico a partir das médias geométricas calculadas para CCS e CTB.

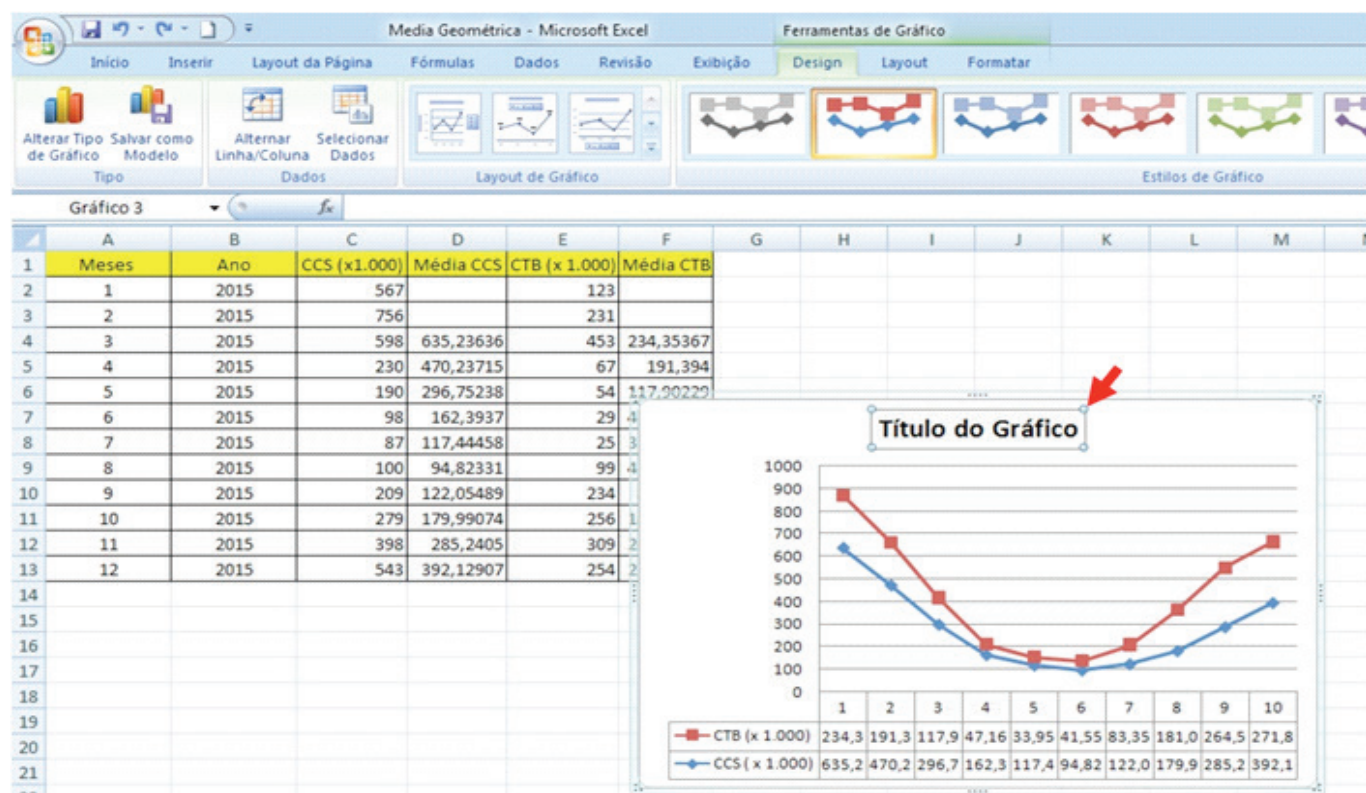


Figura 10. Alteração do título do gráfico.

(11º Passo). Para inserir os valores das médias geométricas no gráfico, basta selecioná-lo com o cursor e, em “Ferramentas do Gráfico”, selecione

a aba “Design”, para, então selecionar o *layout* onde apareçam as médias abaixo da área do gráfico (*layout* 5), conforme Figura 11.

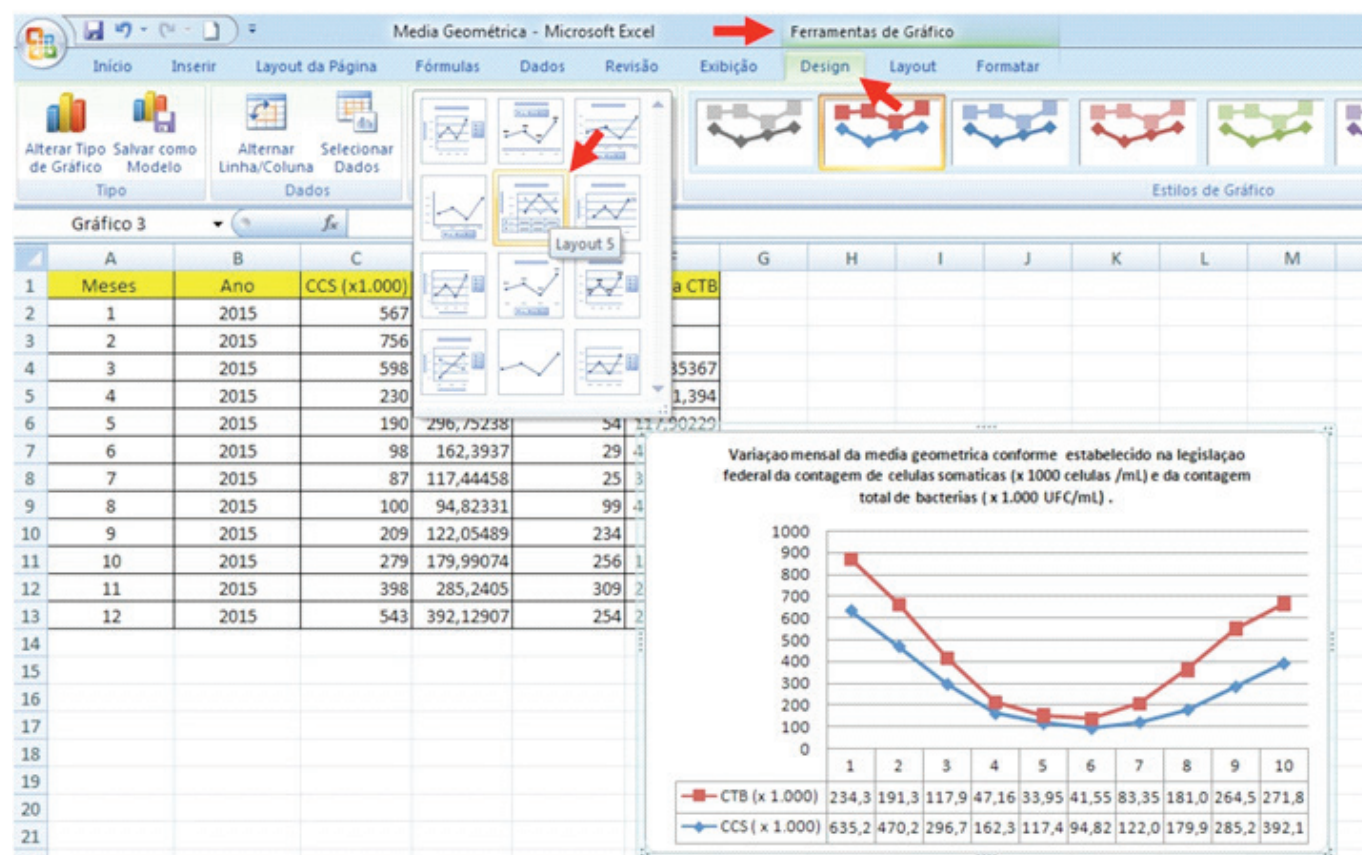


Figura 11. Seleção do *layout* do gráfico contendo os valores das médias geométricas calculadas para CCS e CTB.

Interpretação dos Dados

Com as médias geométricas calculadas e o gráfico pronto é possível avaliar se o leite produzido em determinada propriedade está ou não de acordo com os requisitos mínimos de qualidade (CCS e CTB) estabelecidos pela legislação (IN7/2016).

Para exemplificar, considere os valores de CTB e as médias geométricas calculadas para esse item na Figura 8. Observa-se que no mês 3 o valor de CTB obtido na análise mensal foi 453.000 UFC/mL, ou seja, acima do padrão máximo exigido pela legislação de 300.000 UFC/mL. Entretanto, a legislação determina que a média geométrica dos últimos 3 meses é que deve ser levada em consideração para avaliar se o leite produzido atende ou não às exigências estabelecidas pela legislação, e não a(s) análise(s) realizadas naquele mês. No caso do mês 3, a média geométrica calculada é de aproximadamente 234.000 UFC/mL, ou seja, o leite produzido atendeu aos padrões mínimos de qualidade exigidos pela legislação.

Considerações finais

Observa-se que apesar de uma análise pontual da CCS ou CTB dentro dos últimos três meses apresentar valor acima ou abaixo do limite estabelecido na legislação, quando considerada juntamente com os valores dos dois meses anteriores, a média geométrica desses meses pode atender ou não ao limite vigente estabelecido, como exemplificado anteriormente. Um valor extremo no conjunto de resultados dos últimos três meses não impacta tanto no resultado final da média geométrica como ocorre na média aritmética.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 37, de 18 de abril de 2002. Instituir a Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite, com objetivo de realizar análises laboratoriais para fiscalização de amostras de leite cru, recolhidas

em propriedades rurais e em estabelecimentos de laticínios. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 18 abr. 2002a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Dispõe sobre regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte de leite. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 18 set. 2002b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Dispõe sobre regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte de leite. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 29 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 7, de 4 de maio de 2016. Dispõe sobre regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte de leite. **Diário Oficial da União**, Brasília (DF), 4 mai. 2016.

Circular Técnica, 115

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Gado de Leite
Rua Eugênio do Nascimento, 610 – Bairro Dom Bosco
Fone: (32)3311-7400
Fax: (32)3311-7401
www.embrapa.br/fale-conosco/sac



1ª edição
1ª impressão: Web

Comitê de publicações

Presidente *Pedro Braga Arcuri*
Secretária-Executiva *Inês Maria Rodrigues*
Membros *Jackson Silva e Oliveira, Leônidas Paixão Passos, Alexander Machado Auad, Fernando César Ferraz Lopes, Francisco José da Silva Lédo, Pêrsio Sandir D'Oliveira, Fábio Homero Diniz, Frank Ângelo Tomita Bruneli, Nívea Maria Vicentini, Letícia Caldas Mendonça, Rita de Cássia Bastos de Souza, Rita Palmyra da Costa, Virginia de Souza Columbiano Barbosa*

Expediente

Supervisão editorial *Guilherme Nunes de Souza*
Tratamento das ilustrações e editoração eletrônica
Carlos Alberto Medeiros de Moura