



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Secretaria de Defesa Agropecuária

Monitoramento sorológico para avaliação da
eficiência da vacinação contra a febre aftosa na zona livre

Relatório final



Departamento de Saúde Animal
Brasília, novembro de 2011



Monitoramento sorológico para avaliação da eficiência da vacinação contra a febre aftosa na zona livre

Relatório final - 2010/2011

1. Introdução

A partir de 2005, sob a coordenação do DSA/SDA/MAPA e com o apoio do PANAFTOSA, os serviços veterinários estaduais (SVEs) têm realizado estudos soropidemiológicos com o objetivo de monitorar a efetividade das campanhas de vacinação contra a febre aftosa nas unidades federativas (UFs) que compõem a zona livre da doença. Esses estudos fazem parte do conjunto de atividades de gerenciamento do Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (PNEFA) e, em complemento, buscam atender compromissos de certificação sanitária firmados com países importadores de carne bovina. Semelhante ao primeiro estudo realizado em 2005, o presente trabalho incluiu todas as UFs que fazem parte da zona livre de febre aftosa com vacinação.

2. Objetivo

Estimar a cobertura imunitária da população bovina entre 6 e 24 meses de idade das UFs localizadas na zona livre de febre aftosa com vacinação.

3. Documentos relacionados

- *Avaliação da imunidade populacional resultante das campanhas de vacinação contra a febre aftosa. Relatório final, agosto de 2007.*
http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/programa%20nacional%20sanidade%20aftosa/Assessment%20of%20the%20population%20immunity.pdf
- *Estudo epidemiológico para avaliação da eficiência da vacinação contra a febre aftosa na zona livre - Manual de Padronização das atividades / Agosto de 2010.*

4. Período

As atividades de planejamento, colheita de amostras e análise laboratorial foram conduzidas entre agosto de 2010 e setembro de 2011. Especificamente a colheita de amostras foi concentrada nos meses de setembro e outubro de 2010 (96% do total das amostras), antes da etapa de vacinação de novembro e, o máximo possível, distante da etapa de vacinação anterior, ocorrida em maio de 2010, conforme pode ser avaliado na Figura 01. Dessa forma, as amostras foram colhidas no terço final do período entre etapas de vacinação, permitindo avaliar a época de menor expectativa quanto à cobertura imunitária da população bovina.

Em todas as UFs foi avaliada a cobertura imunitária para os três tipos de vírus presentes na vacina comercializada no País (vírus O, A e C). Os trabalhos relacionados ao preparo e envio das amostras ao LANAGRO/MG ocorreram entre outubro e dezembro de 2010 e os resultados laboratoriais para os vírus O e A foram disponibilizados em abril de 2011 e para o vírus C no início de setembro de 2011.

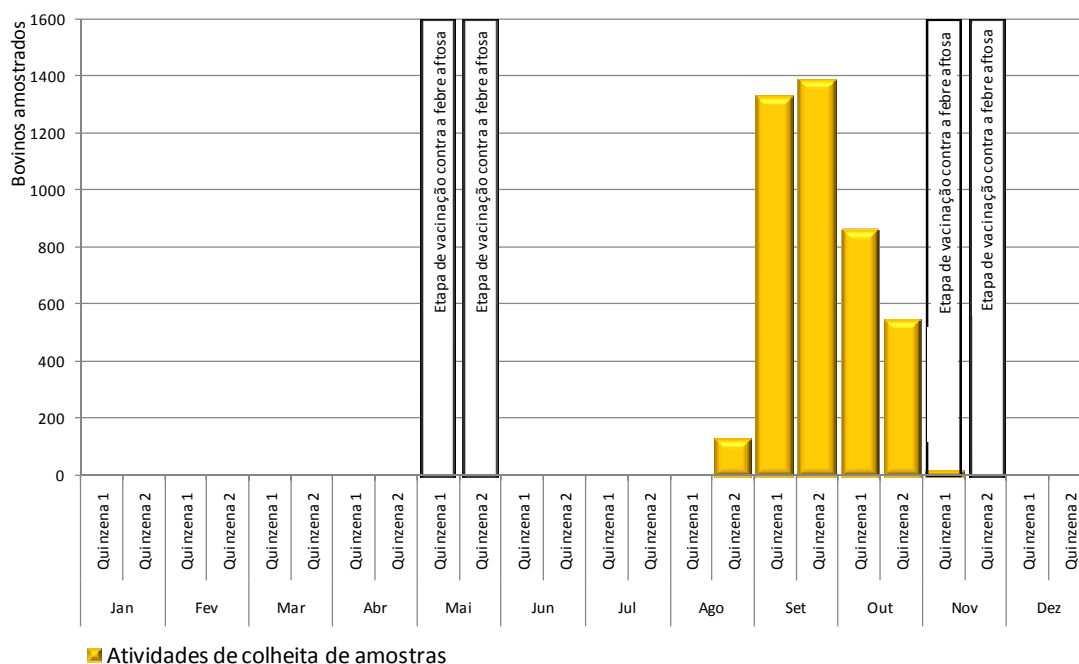


Figura 01. Período de colheita das amostras, com destaque para os meses de vacinação, 2010

5. Metodologia

Foram realizados estudos independentes para cada UF da zona livre de febre aftosa com vacinação. Especificamente nas UFs localizadas em regiões de fronteira internacional, foram realizados dois estudos independentes: um na região composta pelos municípios localizados na fronteira e outro na região representada pelos demais municípios do estado.

O DSA/SDA/MAPA, com apoio do PANAFTOSA, foi o responsável pelo delineamento amostral e pela seleção das propriedades. Esse trabalho foi realizado a partir das bases de dados de propriedades rurais disponibilizadas pelos SVEs envolvidos, que foram responsáveis pela realização de todas as atividades de campo, incluindo colheita de amostras e levantamento de informações como idade dos animais, número estimado de vacinações em cada bovino amostrado, marca das vacinas utilizadas nas últimas duas etapas de vacinação, tamanho do rebanho, entre outras.

Para cada UF e região de fronteira internacional foi determinada uma amostra estratificada por idade (6 a 12 meses e 13 a 24 meses) e por tamanho do rebanho (até 50 animais e mais de 50 animais) para estimar a proporção de animais protegidos em cada população sob investigação. No quadro abaixo é apresentado um resumo dos parâmetros utilizados para determinação do tamanho da amostra. O total previsto de amostras para cada subpopulação (UF) envolvida está apresentado na Tabela 1.

Estrato		Porcentagem esperada de protegidos	Parâmetros considerados na determinação do tamanho da amostra
Grupo etário	Tamanho do rebanho		
6 a 12 meses	Até 50 bovinos	70%	Nível de Confiança=95% Parâmetros do teste laboratorial: Sensibilidade e Especificidade = 0,8333 Erro de amostragem: 0,085
	Mais de 50 bovinos	75%	
13 a 24 meses	Até 50 bovinos	80%	
	Mais de 50 bovinos	85%	



Tabela 01. Previsão de amostras para cada subpopulação envolvida no estudo de eficiência da vacinação contra a febre aftosa

UF	Região	Categoria	Amostra			
			Propriedades	Bovinos 6 a 12 m	Bovinos 13 a 24 m	Bovinos total
Acre	Fronteira	Até 50 bovinos	11	14	8	22
		Mais de 50 bovinos	17	103	68	171
		Total	28	117	76	193
	Não fronteira	Até 50 bovinos	9	11	7	18
		Mais de 50 bovinos	17	102	72	174
		Total	26	113	79	192
AC Total			54	230	155	385
Bahia		Até 50 bovinos	27	30	24	54
		Mais de 50 bovinos	14	73	67	140
		Total	41	103	91	194
Distrito Federal		Até 50 bovinos	40	48	32	80
		Mais de 50 bovinos	12	72	48	120
		Total	52	120	80	200
Espírito Santo		Até 50 bovinos	18	21	15	36
		Mais de 50 bovinos	16	92	68	160
		Total	34	113	83	196
Goiás		Até 50 bovinos	7	9	5	14
		Mais de 50 bovinos	17	93	81	174
		Total	24	102	86	188
Minas Gerais		Até 50 bovinos	24	30	18	48
		Mais de 50 bovinos	15	89	61	150
		Total	39	119	79	198
Mato Grosso do Sul	Fronteira	Até 50 bovinos	11	14	8	22
		Mais de 50 bovinos	17	100	70	170
		Total	28	114	78	192
	Não fronteira	Até 50 bovinos	3	4	2	6
		Mais de 50 bovinos	18	110	74	184
		Total	21	114	76	190
MS Total			49	228	154	382
Mato Grosso	Fronteira	Até 50 bovinos	4	6	2	8
		Mais de 50 bovinos	19	117	73	190
		Total	23	123	75	198
	Não fronteira	Até 50 bovinos	5	7	3	10
		Mais de 50 bovinos	18	115	67	182
		Total	23	122	70	192
MT Total			46	245	145	390
Pará		Até 50 bovinos	6	7	5	12
		Mais de 50 bovinos	18	108	72	180
		Total	24	115	77	192
Paraná	Fronteira	Até 50 bovinos	63	77	49	126
		Mais de 50 bovinos	9	56	34	90
		Total	72	133	83	216
	Não fronteira	Até 50 bovinos	30	35	25	60
		Mais de 50 bovinos	14	78	62	140
		Total	44	113	87	200
PR Total			116	246	170	416
Rio de Janeiro		Até 50 bovinos	22	25	19	44
		Mais de 50 bovinos	15	84	66	150
		Total	37	109	85	194
Rondônia	Fronteira	Até 50 bovinos	10	14	6	20
		Mais de 50 bovinos	17	108	66	174
		Total	27	122	72	194
	Não fronteira	Até 50 bovinos	18	25	10	35
		Mais de 50 bovinos	16	105	58	163
		Total	34	130	68	198
RÓ Total			61	252	140	392
Rio Grande do Sul	Fronteira	Até 50 bovinos	19	24	14	38
		Mais de 50 bovinos	16	89	71	160
		Total	35	113	85	198
	Não fronteira	Até 50 bovinos	39	50	28	78
		Mais de 50 bovinos	12	71	52	123
		Total	51	121	80	201
RS Total			86	234	165	399
Sergipe		Até 50 bovinos	48	54	42	96
		Mais de 50 bovinos	11	58	52	110
		Total	59	112	94	206
São Paulo		Até 50 bovinos	21	27	15	42
		Mais de 50 bovinos	16	106	54	160
		Total	37	133	69	202
Tocantins		Até 50 bovinos	9	12	6	18
		Mais de 50 bovinos	18	111	69	180
		Total	27	123	75	198
Total			786	2.584	1.748	4.332



O método analítico utilizado para avaliar o nível imunitário da população bovina foi o ensaio de imunoadsorção enzimática de competição em fase líquida (ELISA-CFL) padronizado pelo PANAFTOSA para detectar anticorpos específicos contra proteínas do capsídeo viral (proteínas estruturais ou capsídais). Informações sobre o referido ensaio estão apresentadas no relatório final publicado pelo DSA/SDA/MAPA em 2007. Em complemento, na Figura 2 é apresentada uma função de regressão logística resultado de análise estatística entre a resposta indireta (nível de anticorpos) e a resposta direta (resultado da PGP – prova de generalização podal), demonstrando a existência de correlação significativa entre títulos de anticorpos circulantes e proteção à PGP.

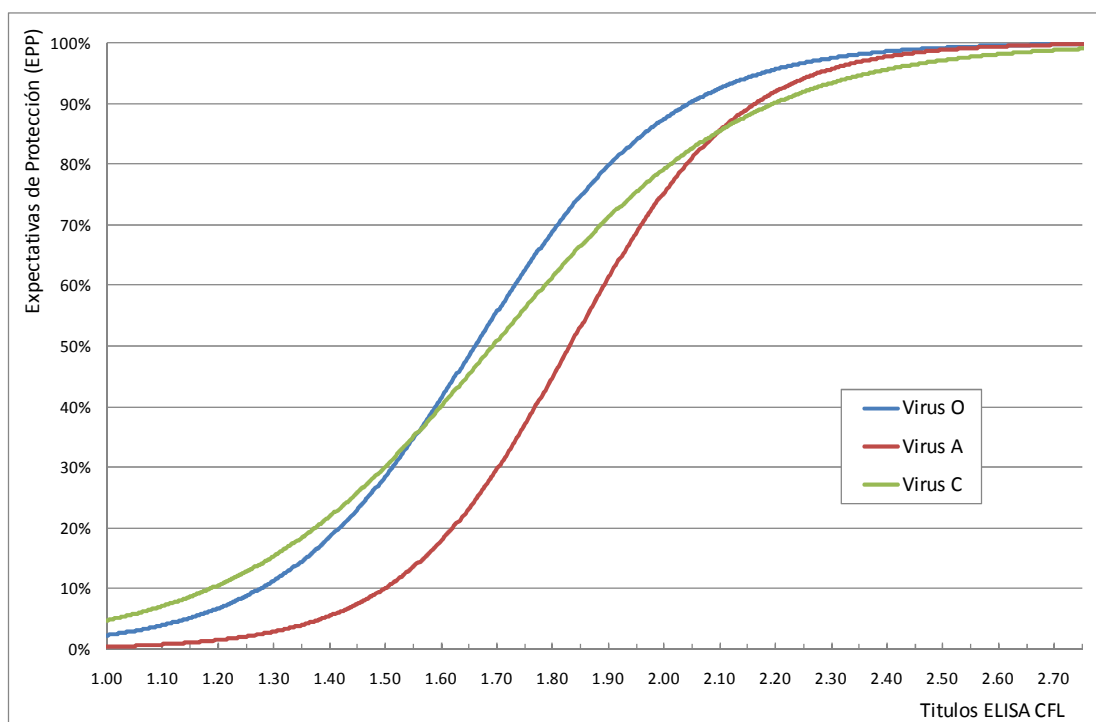


Figura 02. Expectativas de proteção – ELISA CFL (detector policlonal), segundo os tipos virais da febre aftosa (O, A e C)
Fonte: PANAFTOSA

O modelo tanto pode ser utilizado como uma função de regressão ou como uma função discriminante. No primeiro caso é possível estimar a expectativa de proteção (probabilidade de estar protegido) de um bovino com base no conhecimento de seu título de anticorpos e, no segundo, a partir do estabelecimento de um valor de corte (ou discriminante) classificar, com base no conhecimento do título de anticorpos de um bovino, se este pertence à população de bovinos protegidos ou não-protegidos quando exposto a 10.000 doses infectantes para bovinos (DIB 50%) de vírus da febre aftosa.

A sensibilidade e a especificidade do teste diagnóstico utilizado para avaliar o nível imunitário da população bovina estão determinadas pelo valor de corte a ser utilizado para classificar, com base no título de anticorpos medidos pelo ELISA-CFL, o bovino como pertencente à população de protegidos ou não-protegidos. Os bovinos, cujos soros apresentem título inferior àquele utilizado como valor de corte ou discriminante, são



classificados como não-protetidos enquanto que aqueles com títulos iguais ou superiores são considerados protegidos. Da sensibilidade e especificidade do método diagnóstico depende, ainda, o tamanho da amostra de bovinos determinada para a investigação.

Durante a fase de planejamento do atual estudo considerou-se a experiência do país acumulada a partir dos estudos realizados desde 2005, e, inicialmente, decidiu-se considerar na determinação do tamanho da amostra de bovinos, valores para a sensibilidade e especificidade do método diagnóstico iguais a 0,8333 para avaliação de qualquer das valências presentes nas vacinas contra a febre aftosa elaboradas e aplicadas no País. Inicialmente, a intenção foi definir rapidamente a informação sobre o tamanho da amostra para iniciar os trabalhos de colheita a campo e, no âmbito laboratorial, proceder a determinação dos valores de corte a serem considerados na avaliação de cada valência, correspondentes à sensibilidade e especificidade utilizadas na determinação do tamanho da amostra.

Posteriormente, avaliou-se que o manejo de três diluições diferentes para os soros bovinos, determinadas pela utilização de valores de corte diferentes para cada valência das cepas vacinais, afetaria o desempenho do laboratório quanto à velocidade nas análises das amostras colhidas. Nesse contexto, decidiu-se considerar como ponto de corte para ELISA-CFL, o título 2,1 para qualquer das cepas vacinais. A esse valor de corte correspondem, respectivamente para as cepas O1 Campos, A24 Cruzeiro e C3 Indaial, as expectativas de proteção 0,9272; 0,8599 e 0,8577. Com base nas referidas expectativas de proteção, foram definidos, a partir da função logística de regressão, os valores de sensibilidade e especificidade para cada uma das cepas vacinais considerando o título de corte $\geq 2,1$ em ELISA-CFL, conforme quadro abaixo:

Valores de sensibilidade e especificidade e limites de 95% de confiança para os três tipos virais
Título em ELISA-CFL (valor de Corte $\geq 2,1$)

Cepa Vacinal	Sensibilidade (%)			Especificidade (%)		
	Valor	Limite inferior	Limite superior	Valor	Limite inferior	Limite superior
O1 Campos	81,67	74,74	88,59	85,71	78,23	93,20
A24 Cruzeiro	70,80	66,27	75,33	91,49	83,51	99,47
C3 Indaial	65,64	58,98	72,31	69,44	54,40	84,49

Fonte: PANAFTOSA

Uma vez que em cada subpopulação avaliada foram realizados testes laboratoriais independentes para cada cepa viral, o método para classificar o bovino como verdadeiramente protegido ou não-protetido pode considerar a aplicação dos testes de forma individual, em série ou em paralelo. No caso da interpretação individual, para cálculo da prevalência verdadeira utilizam-se os valores de sensibilidade e especificidade apresentados no quadro anterior. A utilização dos testes em série ou em paralelo implica em valores de sensibilidade e especificidade resultantes da combinação dos testes, de acordo com as seguintes possibilidades:



	<u>Sensibilidade</u>	<u>Especificidade</u>
• Avaliação dos três testes em paralelo	98,2%	54,5%
• Avaliação dos três testes em série	38,0%	99,6%
• Avaliação dos testes O e A em paralelo:	94,6%	78,4%
• Avaliação dos testes O e C em paralelo:	93,7%	59,5%
• Avaliação dos testes A e C em paralelo:	90,0%	63,5%
• Avaliação dos testes O e A em série:	57,8%	98,8%
• Avaliação dos testes O e C em série:	53,6%	95,6%
• Avaliação dos testes A e C em série:	46,5%	97,4%

Dos valores obtidos, observa-se que o melhor equilíbrio entre sensibilidade e especificidade é obtido na utilização dos testes dois a dois e em paralelo, optando-se, dessa forma, por esse método para interpretação dos resultados dos testes laboratoriais empregados. A utilização dos três testes em paralelo ou em série produz perdas expressivas nos valores de especificidade e sensibilidade, respectivamente. Por outro lado, a utilização dos testes dois a dois e em série produz forte prejuízo dos valores de sensibilidade.

Para determinação dos limites de confiança para a proporção verdadeira de protegidos foi utilizado o método proposto por Lew e Levy (1989)¹, estimador “Bayesiano”, como estimador da proporção verdadeira de protegidos em lugar do tradicional estimador de máxima verossimilhança da prevalência verdadeira e de sua variância na avaliação de estudos de triagem. Para cálculo das prevalências corrigidas (PC) foram utilizados o programa X(PLORE)² e o EpiTools epidemiological calculators³, na opção “Bayesian estimation of true prevalence from survey testing with one or two tests”.

6. Resultados e discussão

Na Tabela 2 são apresentadas informações sobre as amostras colhidas em cada subpopulação avaliada. Observa-se uma boa correspondência entre total previsto de amostras e total colhido (comparação com a Tabela 01). Em termos gerais, pequenas diferenças entre o total previsto e o total colhido de amostras de bovinos nos grupos etários considerados foram observadas na Bahia (quatro amostras), no Distrito Federal (quatro amostras), no Mato Grosso do Sul (duas amostras), no Mato Grosso (uma amostra), no Paraná (duas amostras) e no Rio Grande do Sul (duas amostras). O tempo médio entre a colheita e última vacinação variou de 3,3 meses na fronteira de Mato Grosso do Sul a 5,2 meses na fronteira do Rio Grande do Sul. O referido tempo médio para toda a zona livre de febre aftosa foi de 4,3 meses.

Nas Figuras 3 e 4 pode ser avaliada a distribuição geográfica dos municípios onde se localizam as propriedades rurais com colheita de amostras, e a distribuição espacial dessas, segundo tamanho de rebanho (até 50 bovinos e mais de 50 bovinos).

¹ Lew, R. A. & Levy, P. S. (1989) Estimation of prevalence on the basis of screening tests. *Statistics in Medicine*, v. 8, 1225-1230.

² David Meredith. (2001) Department of Mathematics, San Francisco State University San Francisco. CA 94132

³ Sergeant, ESG, 2009. EpiTools epidemiological calculators. AusVet Animal Health Services and Australian Biosecurity Cooperative Research Centre for Emerging Infectious Disease. Available at: <http://epitools.ausvet.com.au>.



Tabela 02. Total colhido de amostras, por tamanho de rebanho e grupos etários considerados, e tempo médio entre colheita e última vacinação contra a febre aftosa na propriedade

UF	Região	Categoria	Amostras				Tempo médio entre vacinação e colheita de amostras (dias)
			Propriedades	Bovinos 6 a 12 meses	Bovinos 13 a 24 meses	Bovinos total	
Acre	Fronteira	Até 50 bovinos	11	14	8	22	141
		Mais de 50 bovinos	17	103	68	171	135
		Total	28	117	76	193	137
	Não Fronteira	Até 50 bovinos	9	11	7	18	131
		Mais de 50 bovinos	17	102	72	174	126
		Total	26	113	79	192	128
AC Total			54	230	155	385	133
Bahia	Até 50 bovinos	26	34	26	60	138	
	Mais de 50 bovinos	15	65	69	134	132	
	Total	41	99	95	194	136	
Distrito Federal	Até 50 bovinos	40	48	30	78	148	
	Mais de 50 bovinos	12	70	48	118	151	
	Total	52	118	78	196	149	
Espírito Santo	Até 50 bovinos	18	21	15	36	106	
	Mais de 50 bovinos	16	92	68	160	117	
	Total	34	113	83	196	111	
Goiás	Até 50 bovinos	7	9	5	14	112	
	Mais de 50 bovinos	17	93	81	174	114	
	Total	24	102	86	188	114	
Minas Gerais	Até 50 bovinos	24	30	18	48	110	
	Mais de 50 bovinos	15	89	61	150	114	
	Total	39	119	79	198	112	
Mato Grosso do Sul	Fronteira	Até 50 bovinos	10	13	7	20	88
		Mais de 50 bovinos	18	102	70	172	106
		Total	28	115	77	192	100
	Não Fronteira	Até 50 bovinos	3	4	2	6	113
		Mais de 50 bovinos	18	111	73	184	112
		Total	21	115	75	190	112
MS Total			49	230	152	382	105
Mato Grosso	Fronteira	Até 50 bovinos	4	6	2	8	154
		Mais de 50 bovinos	19	117	73	190	154
		Total	23	123	75	198	154
	Não Fronteira	Até 50 bovinos	5	7	3	10	151
		Mais de 50 bovinos	18	114	68	182	151
		Total	23	121	71	192	151
MT Total			46	244	146	390	152
Pará	Até 50 bovinos	6	7	5	12	129	
	Mais de 50 bovinos	18	108	72	180	128	
	Total	24	115	77	192	128	
Paraná	Fronteira	Até 50 bovinos	63	77	49	126	124
		Mais de 50 bovinos	9	53	35	88	128
		Total	72	130	84	214	125
	Não Fronteira	Até 50 bovinos	30	35	25	60	129
		Mais de 50 bovinos	14	78	62	140	131
		Total	44	113	87	200	130
PR Total			116	243	171	414	127
Rio de Janeiro	Até 50 bovinos	20	24	16	40	138	
	Mais de 50 bovinos	17	85	69	154	136	
	Total	37	109	85	194	137	
Rondônia	Fronteira	Até 50 bovinos	10	14	6	20	140
		Mais de 50 bovinos	17	108	66	174	144
		Total	27	122	72	194	143
	Não Fronteira	Até 50 bovinos	18	25	10	35	143
		Mais de 50 bovinos	16	105	58	163	132
		Total	34	130	68	198	138
RO Total			61	252	140	392	140
Rio Grande do Sul	Fronteira	Até 50 bovinos	17	21	13	34	151
		Mais de 50 bovinos	18	93	71	164	160
		Total	35	114	84	198	155
	Não Fronteira	Até 50 bovinos	39	51	27	78	144
		Mais de 50 bovinos	12	67	54	121	156
		Total	51	118	81	199	146
RS Total			86	232	165	397	150
Sergipe	Até 50 bovinos	44	56	40	96	121	
	Mais de 50 bovinos	15	60	50	110	122	
	Total	59	116	90	206	121	
São Paulo	Até 50 bovinos	21	27	15	42	104	
	Mais de 50 bovinos	16	106	54	160	115	
	Total	37	133	69	202	109	
Tocantins	Até 50 bovinos	9	12	6	18	129	
	Mais de 50 bovinos	18	117	63	180	124	
	Total	27	129	69	198	126	
Total			786	2584	1740	4324	130

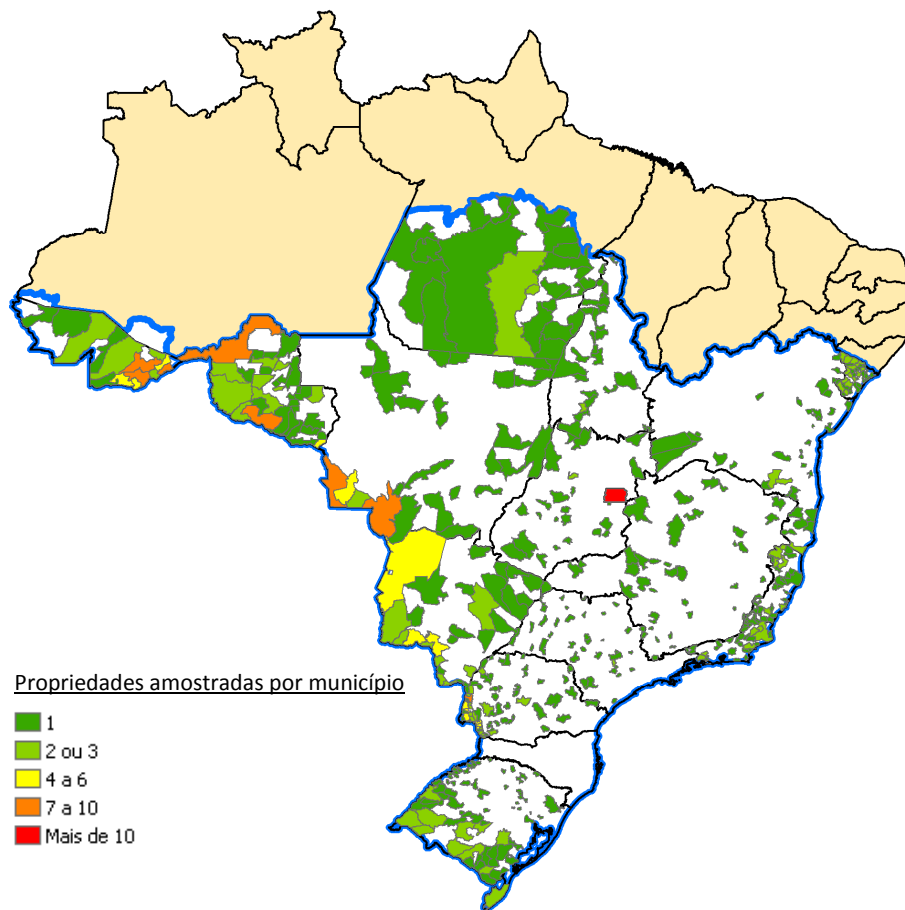


Figura 03. Distribuição dos municípios de localização das propriedades rurais com colheita de amostras

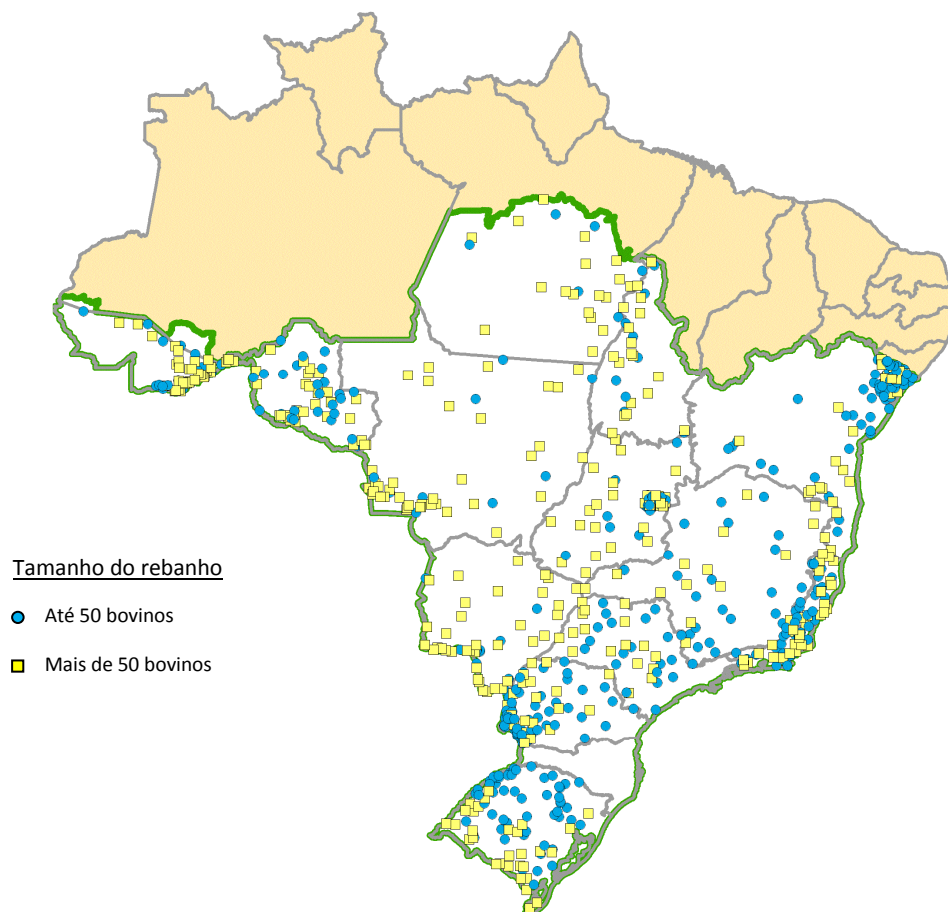


Figura 04. Localização geográfica das propriedades com colheita de amostras, segundo tamanho de rebanho



Na Figura 5, pode ser comparado, segundo a idade dos animais, o percentual de bovinos classificados como protegidos com a média do número declarado de vacinações dos bovinos amostrados (considerando apenas bovinos nascidos nas propriedades, de forma a trazer maior confiabilidade à informação). Como esperado, percebe-se, de forma geral, relação direta entre percentual de bovinos protegidos, idade declarada dos animais e número de vacinações, indicando boa consistência dos dados e resultados. Ainda de forma geral para toda a zona livre, o percentual de bovinos protegidos por tipo de vírus pode ser avaliado na Figura 6. Para os animais entre 6 e 12 meses de idade, a média da prevalência corrigida variou entre 70% e 73% e para os animais de 13 a 24 meses, entre 84% e 90%, valores dentro das faixas previstas para os referidos grupos etários (70% a 75% e 80% a 85%, respectivamente para os referidos grupos etários).

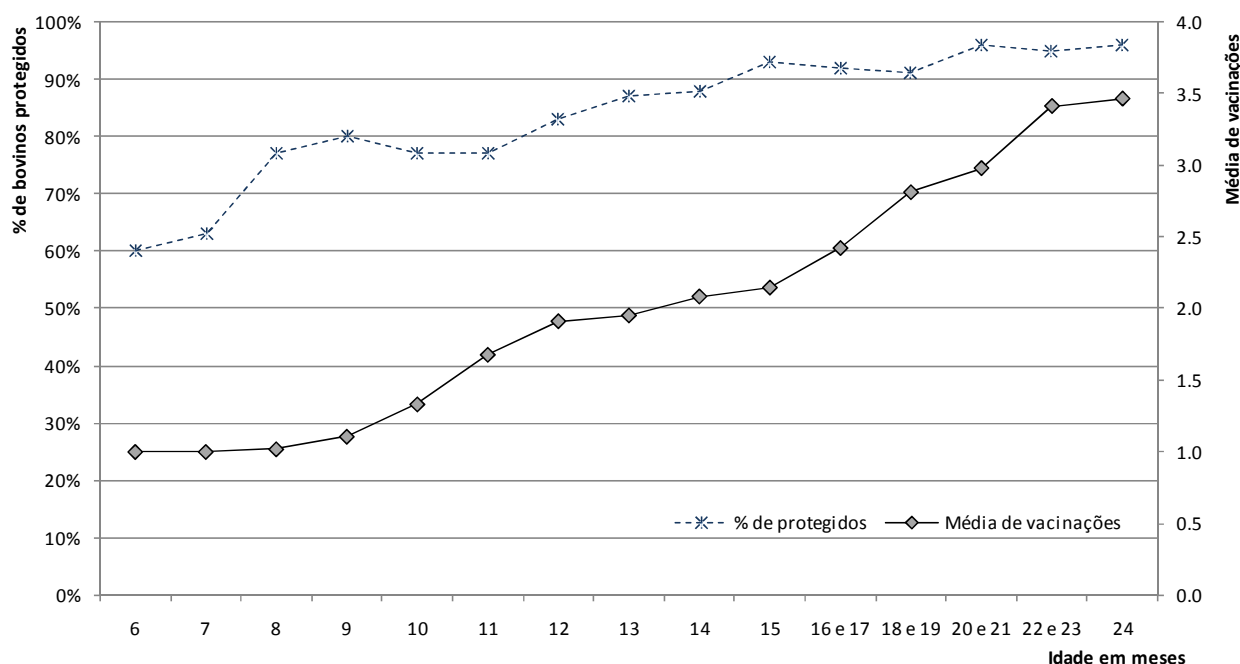


Figura 05. Prevalência observada de bovinos protegidos e média de vacinação contra febre aftosa, por idade em meses

Grupo etário	Vírus	Bovinos		PO	PC (IC 95%)		
		Testados	Protegidos		Média	LI	LS
6 a 12 m	O	2584	1725	67%	73%	68%	78%
	A	2584	1880	73%	71%	63%	62%
	C	2584	2017	78%	70%	62%	78%
13 a 24 m	O	1740	1482	85%	90%	87%	93%
	A	1740	1508	87%	84%	77%	90%
	C	1740	1588	91%	84%	77%	90%

PO = prevalência observada; PC = prevalência corrigida
IC = intervalo de confiança; LI = limite inferior do IC
LS = limite superior do IC

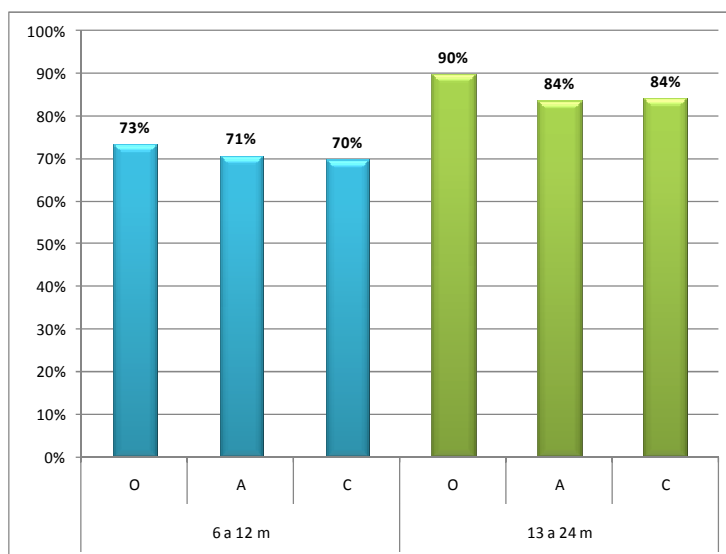


Figura 06. Prevalência observada e corrigida de bovinos protegidos, segundo grupo etário e tipo de vírus



Na Tabela 3 são apresentados os resultados das prevalências observadas (PO) e corrigidas (PC) obtidas por UF envolvida no estudo, segundo a avaliação dois a dois e paralela dos testes realizados para os vírus O, A e C. Tabelas completas, incluindo intervalo inferior e intervalo superior para a PC, com 95% de confiança, estão disponibilizadas nos Anexos 1 a 3, respectivamente para os grupos avaliados "O ou A"; "O ou C" e "A ou C".

Os valores médios da cobertura imunitária da população bovina localizada na zona livre como um todo, medidos no terço final de um ciclo de vacinação, variaram de 75% a 92%, dependendo do agrupamento considerado para os tipos de vírus envolvidos. Das 16 UFs que constituem a atual zona livre de febre aftosa com vacinação, em 10 (62,5% do total) foram obtidos valores superiores a 80% para a cobertura imunitária média, independente dos grupos de vírus avaliados. As UFs onde foram observadas as menores médias de cobertura imunitária estão representadas pelo Distrito Federal (57% a 64%); Bahia (61% a 68%) e Sergipe (69% a 76%). Valores entre 70% e 79% foram registrados no Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e Espírito Santo.

Tabela 03. Prevalência observada (PO) e prevalência corrigida (PC) de bovinos protegidos, considerando a avaliação dois a dois e paralela dos testes laboratoriais, por UF envolvida.

UF	Grupo etário de 6 a 12 meses						Grupo etário de 13 a 24 meses						Total (6 a 24 meses)					
	Vírus O ou A		Vírus O ou C		Vírus A ou C		Vírus O ou A		Vírus O ou C		Vírus A ou C		Vírus O ou A		Vírus O ou C		Vírus A ou C	
	PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC
AC	85%	84%	89%	91%	90%	96%	92%	94%	96%	98%	96%	98%	88%	88%	92%	96%	92%	99%
BA	60%	45%	61%	37%	61%	45%	82%	80%	86%	85%	86%	91%	71%	65%	73%	61%	73%	68%
DF	60%	51%	62%	40%	62%	47%	83%	81%	85%	81%	85%	88%	69%	64%	71%	57%	71%	64%
ES	80%	77%	81%	74%	76%	73%	82%	80%	82%	76%	78%	77%	81%	78%	81%	76%	77%	75%
GO	76%	73%	83%	79%	83%	86%	95%	96%	98%	97%	97%	97%	85%	84%	90%	92%	89%	96%
MG	82%	79%	83%	79%	84%	88%	94%	94%	94%	95%	92%	96%	86%	86%	87%	87%	87%	94%
MS	91%	93%	89%	90%	92%	98%	97%	98%	97%	99%	97%	99%	94%	96%	92%	96%	94%	99%
MT	77%	73%	80%	74%	80%	82%	97%	98%	98%	98%	98%	99%	84%	84%	87%	87%	87%	94%
PA	80%	77%	85%	83%	85%	89%	96%	97%	97%	97%	97%	97%	86%	86%	90%	92%	90%	96%
PR	77%	74%	81%	77%	81%	82%	89%	90%	91%	93%	90%	96%	82%	81%	85%	84%	85%	90%
RJ	79%	76%	80%	73%	80%	80%	80%	77%	85%	82%	85%	88%	79%	77%	82%	77%	82%	84%
RO	85%	84%	89%	90%	90%	97%	97%	98%	98%	98%	98%	99%	89%	90%	92%	96%	93%	99%
RS	71%	67%	73%	61%	73%	68%	84%	83%	87%	87%	87%	93%	77%	73%	79%	72%	79%	79%
SE	61%	53%	69%	53%	67%	57%	89%	89%	89%	89%	90%	94%	73%	69%	78%	72%	77%	76%
SP	85%	84%	84%	81%	86%	92%	94%	95%	93%	93%	94%	96%	88%	88%	87%	87%	89%	96%
TO	83%	81%	81%	75%	86%	91%	97%	99%	99%	97%	99%	97%	88%	88%	87%	86%	90%	97%
Total	78%	68%	81%	70%	81%	84%	91%	86%	92%	87%	92%	88%	83%	75%	85%	77%	86%	92%

Como esperado, os valores mais críticos foram observados no grupo de bovinos de 6 a 12 meses de idade. Para esse grupo etário, estima-se uma cobertura imunitária média variando de 70 a 75%, entretanto, valores baixos foram observados no Distrito Federal (40% a 51%); Bahia (37% a 45%), Sergipe (53% a 57%) e Rio Grande do Sul (61% a 68%). Os valores médios observados para o grupo etário de 13 a 24 meses foram considerados, de forma geral, satisfatórios, com os menores índices registrados no Rio de Janeiro (77% para o agrupamento O ou A) e Espírito Santo (76% para o agrupamento O ou C e 77% para o agrupamento A ou C).

Os resultados das prevalências médias obtidas nas regiões de fronteira e não-fronteira, das seis UFs onde foram realizados estudos independentes para as referidas regiões, estão sintetizados na Tabela 4. Dos resultados obtidos, as maiores diferenças foram observadas no Rio Grande do Sul. No referido Estado, os índices obtidos na região de fronteira são significativamente superiores àqueles obtidos no restante da UF (teste binomial para prevalências de amostras independentes; $p = 0,0007$, grupo etário de 6 a 12 meses; $p = 0,0284$, grupo etário de 13 a 24 meses), demonstrando, claramente, uma menor cobertura imunitária nas regiões internas do Rio Grande do Sul. Nas demais UFs avaliadas, diferenças significativas dos percentuais de bovinos protegidos foram observadas em alguns estados, limitadas a agrupamentos de testes virais e grupos etários, entretanto, todas ocorrendo dentro de níveis satisfatórios de cobertura imunitária.



Tabela 04. Prevalência observada (PO) e prevalência corrigida (PC) de bovinos protegidos, considerando a avaliação dois a dois e paralela dos testes laboratoriais utilizados, segundo as regiões de fronteira e não-fronteira.

UF	Região	Grupo etário de 6 a 12 meses						Grupo etário de 13 a 24 meses						Total (6 a 24 meses)					
		Vírus O ou A		Vírus O ou C		Vírus A ou C		Vírus O ou A		Vírus O ou C		Vírus A ou C		Vírus O ou A		Vírus O ou C		Vírus A ou C	
		PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC	PO	PC
AC	Fronteira	84%	82%	85%	83%	85%	90%	95%	95%	96%	96%	96%	97%	88%	88%	90%	92%	90%	96%
	Não fronteira	86%	85%	93%	95%	94%	97%	90%	90%	96%	96%	97%	88%	88%	94%	97%	95%	98%	
	Total	85%	84%	89%	91%	90%	96%	92%	94%	96%	98%	96%	98%	88%	88%	92%	96%	92%	99%
MS	Fronteira	89%	89%	85%	83%	88%	93%	95%	95%	96%	96%	95%	97%	91%	92%	90%	91%	91%	97%
	Não fronteira	94%	95%	92%	94%	96%	98%	100%	98%	99%	97%	100%	98%	96%	98%	95%	98%	97%	99%
	Total	91%	93%	89%	90%	92%	98%	97%	98%	97%	99%	99%	97%	94%	96%	92%	96%	94%	99%
MT	Fronteira	75%	71%	80%	73%	80%	80%	96%	96%	97%	97%	97%	97%	83%	81%	86%	86%	86%	92%
	Não fronteira	79%	75%	81%	75%	81%	82%	99%	98%	99%	97%	99%	97%	86%	85%	88%	88%	88%	94%
	Total	77%	73%	80%	74%	80%	82%	97%	98%	98%	98%	98%	99%	84%	84%	87%	87%	87%	94%
PR	Fronteira	74%	69%	80%	73%	79%	79%	85%	83%	87%	86%	91%	78%	75%	83%	79%	82%	85%	
	Não fronteira	81%	78%	83%	79%	82%	85%	94%	95%	94%	95%	93%	96%	87%	86%	88%	89%	87%	93%
	Total	77%	74%	81%	77%	81%	82%	89%	90%	91%	93%	90%	96%	82%	81%	85%	84%	85%	90%
RO	Fronteira	84%	82%	85%	83%	87%	92%	99%	98%	99%	97%	99%	97%	89%	90%	90%	92%	91%	97%
	Não fronteira	85%	85%	92%	95%	92%	97%	96%	96%	97%	96%	97%	97%	89%	89%	94%	97%	94%	98%
	Total	85%	84%	89%	90%	90%	97%	97%	98%	98%	98%	98%	99%	89%	90%	92%	96%	93%	99%
RS	Fronteira	80%	77%	83%	79%	83%	86%	89%	89%	93%	94%	93%	96%	84%	83%	87%	87%	87%	94%
	Não fronteira	63%	55%	64%	43%	64%	50%	79%	76%	81%	76%	81%	83%	69%	64%	71%	57%	71%	64%
	Total	71%	67%	73%	61%	73%	68%	84%	83%	87%	87%	87%	93%	77%	73%	79%	72%	79%	79%
Total		78%	68%	81%	70%	81%	84%	91%	86%	92%	87%	92%	88%	83%	75%	85%	77%	86%	92%

Os resultados observados para cobertura imunitária da população bovina, segundo a categoria de tamanho de rebanho, podem ser avaliados na Tabela 5. Como observado em trabalhos anteriores, a cobertura imunitária da população bovina localizada em rebanhos com mais de 50 animais mostra-se superior à cobertura observada na população bovina das propriedades com até 50 cabeças ($p < 0,0001$). As diferenças significativas foram observadas no Distrito Federal ($p = 0,0187$); Minas Gerais ($p < 0,0001$); Paraná ($p = 0,0004$); Rio de Janeiro ($p = 0,0076$); Rondônia ($p = 0,0289$); Rio Grande do Sul ($p = 0,0186$); Sergipe ($p = 0,0175$) e São Paulo ($p = 0,0138$), registrando-se que o baixo número de observações para rebanhos com até 50 bovinos em Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará e Tocantins, não permitiu avaliação precisa nesses estados.

Tabela 05. Prevalência observada de bovinos protegidos, segundo a categoria tamanho de rebanhos, considerando avaliação paralela dos testes laboratoriais para as três cepas virais.

UF	População bovina localizada em rebanhos com até 50 bovinos			População bovina localizada em rebanhos com mais de 50 bovinos		
	Testados	Protegidos	Prevalência observada	Testados	Protegidos	Prevalência observada
Acre	40	34	85%	345	321	93%
Bahia	60	41	68%	134	101	75%
Distrito Federal	78	48	62%	118	91	77%
Espírito Santo	36	28	78%	160	133	83%
Goiás	14	11	79%	174	158	91%
Minas Gerais	48	32	67%	150	142	95%
Mato Grosso do Sul	26	25	96%	356	338	95%
Mato Grosso	18	15	83%	372	324	87%
Pará	12	10	83%	180	163	91%
Paraná	186	146	78%	228	207	91%
Rio de Janeiro	40	27	68%	154	132	86%
Rondônia	55	47	85%	337	316	94%
Rio Grande do Sul	112	80	71%	285	234	82%
Sergipe	96	68	71%	110	93	85%
São Paulo	42	33	79%	160	147	92%
Tocantins	18	14	78%	180	165	92%
Total	881	659	75%	3.443	3.065	89%



7. Considerações finais

Os resultados obtidos indicam cobertura imunitária para febre aftosa satisfatória na população bovina de 6 a 24 meses localizada na maior parte das UFs integrantes da zona livre de febre aftosa com vacinação. Entretanto, buscando o fortalecimento dos índices de proteção imunitária, as etapas de vacinação devem ser reforçadas em algumas UFs, com destaque para a população de animais jovens dos Estados da Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Paraná (fronteira), Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul (não-fronteira) e Sergipe. Particularmente no Estado do Rio de Janeiro e na região de não-fronteira do Rio Grande do Sul, os baixos níveis de proteção imunitária foram registrados em ambos os grupos etários, indicando a necessidade de revisão das campanhas de vacinação nessas localidades.

De forma geral, a população bovina localizada nos rebanhos com até 50 bovinos apresentou menores índices de proteção imunitária, indicando a necessidade dos SVEs fortalecer e ampliar as estratégias para o atendimento às pequenas propriedades rurais, com destaque para o Distrito Federal (62%); Minas Gerais (67%); Bahia (68%); Rio de Janeiro (68%); Rio Grande do Sul (71%) e Sergipe (71%).



Anexo 1

Resultados da análise em paralelo dos testes para os vírus O e A, segundo UF e região avaliada

UF	Região	Grupo etário de 6 a 12 meses						Grupo etário de 13 a 24 meses						Total (6 a 24 meses)					
		Total	Prot	PO	PC	LI	LS	Total	Prot	PO	PC	LI	LS	Total	Prot	PO	PC	LI	LS
AC	Fronteira	117	98	84%	82%	73%	92%	76	72	95%	95%	89%	100%	193	170	88%	88%	82%	94%
	Não fronteira	113	97	86%	85%	76%	94%	79	71	90%	90%	81%	99%	192	168	88%	88%	81%	94%
	Total	230	195	85%	84%	78%	90%	155	143	92%	94%	89%	99%	385	338	88%	88%	84%	92%
BA	Todo estado	99	59	60%	45%	37%	64%	95	78	82%	80%	69%	91%	194	137	71%	65%	56%	74%
DF	Todo estado	118	71	60%	51%	39%	63%	78	65	83%	81%	70%	93%	196	136	69%	64%	55%	73%
ES	Todo estado	113	90	80%	77%	66%	87%	83	68	82%	80%	68%	91%	196	158	81%	78%	71%	86%
GO	Todo estado	102	78	76%	73%	61%	84%	86	82	95%	96%	91%	100%	188	160	85%	84%	77%	91%
MG	Todo estado	119	97	82%	79%	70%	89%	79	74	94%	94%	88%	100%	198	171	86%	86%	77%	92%
MS	Fronteira	115	102	89%	89%	81%	96%	77	73	95%	95%	89%	100%	192	175	91%	92%	87%	97%
	Não fronteira	115	108	94%	95%	90%	100%	75	75	100%	98%	94%	100%	190	183	96%	98%	95%	100%
	Total	230	210	91%	93%	88%	97%	152	148	97%	98%	96%	100%	382	358	94%	96%	93%	99%
MT	Fronteira	123	92	75%	71%	60%	81%	75	72	96%	96%	91%	100%	198	164	83%	81%	74%	89%
	Não fronteira	121	95	79%	75%	65%	86%	71	70	99%	98%	93%	100%	192	165	86%	85%	79%	92%
	Total	244	187	77%	73%	66%	81%	146	142	97%	98%	95%	100%	390	329	84%	84%	79%	89%
PA	Todo estado	115	92	80%	77%	67%	88%	77	74	96%	97%	91%	100%	192	166	86%	86%	80%	93%
	Fronteira	130	96	74%	69%	59%	80%	84	71	85%	83%	72%	94%	214	167	78%	75%	67%	83%
PR	Não fronteira	113	91	81%	78%	68%	88%	87	82	94%	95%	89%	100%	200	173	87%	86%	80%	93%
	Total	243	187	77%	74%	66%	81%	171	153	89%	90%	84%	96%	414	340	82%	81%	76%	86%
RJ	Todo estado	109	86	79%	76%	65%	87%	85	68	80%	77%	65%	89%	194	154	79%	77%	69%	85%
	Fronteira	122	102	84%	82%	73%	91%	72	71	99%	98%	93%	100%	194	173	89%	90%	84%	95%
	Não fronteira	130	111	85%	85%	76%	93%	68	65	96%	96%	90%	100%	198	176	89%	89%	84%	95%
Total	252	213	85%	84%	78%	90%	140	136	97%	98%	95%	100%	392	349	89%	90%	86%	94%	
RS	Fronteira	114	91	80%	77%	67%	87%	84	75	89%	89%	80%	98%	198	166	84%	83%	76%	90%
	Não fronteira	118	74	63%	55%	43%	67%	81	64	79%	76%	63%	88%	199	138	69%	64%	55%	72%
	Total	232	165	71%	67%	58%	74%	165	139	84%	83%	76%	91%	397	304	77%	73%	67%	79%
SE	Todo estado	116	71	61%	53%	41%	65%	90	80	89%	89%	80%	97%	206	151	73%	69%	60%	77%
SP	Todo estado	133	113	85%	84%	76%	92%	69	65	94%	95%	88%	100%	202	178	88%	88%	82%	94%
TO	Todo estado	129	107	83%	81%	72%	90%	69	67	97%	99%	97%	100%	198	174	88%	88%	82%	94%
Total		2.584	2.021	78%	68%	66%	70%	1.740	1.582	91%	86%	84%	88%	4.324	3.603	83%	75%	74%	77%

Prot = total de bovinos considerados protegidos; PO = prevalência observada; PC = prevalência corrigida;
LI = limite inferior e LS = limite superior do intervalo de confiança de 95% da PC



Anexo 2

Resultados da análise em paralelo dos testes para os vírus O e C, segundo UF e região avaliada

UF	Região	Grupo etário de 6 a 12 meses						Grupo etário de 13 a 24 meses						Total (6 a 24 meses)					
		Total	Prot	PO	PC	LI	LS	Total	Prot	PO	PC	LI	LS	Total	Prot	PO	PC	LI	LS
AC	Fronteira	117	100	85%	83%	71%	96%	76	73	96%	96%	88%	100%	193	173	90%	92%	84%	99%
	Não fronteira	113	105	93%	95%	87%	100%	79	76	96%	96%	89%	100%	192	181	94%	97%	93%	100%
	Total	230	205	89%	91%	84%	98%	155	149	96%	98%	94%	100%	385	354	92%	96%	92%	100%
BA	Todo estado	99	60	61%	37%	20%	55%	95	82	86%	85%	71%	98%	194	142	73%	61%	48%	74%
DF	Todo estado	118	73	62%	40%	23%	56%	78	66	85%	81%	65%	98%	196	139	71%	57%	44%	70%
ES	Todo estado	113	91	81%	74%	59%	89%	83	68	82%	76%	59%	94%	196	159	81%	76%	65%	87%
GO	Todo estado	102	85	83%	79%	65%	94%	86	84	98%	97%	91%	100%	188	169	90%	92%	85%	99%
MG	Todo estado	119	99	83%	79%	66%	93%	79	74	94%	95%	85%	100%	198	173	87%	87%	79%	96%
MS	Fronteira	115	98	85%	83%	70%	96%	77	74	96%	96%	88%	100%	192	172	90%	91%	84%	99%
	Não fronteira	115	106	92%	94%	86%	100%	75	74	99%	97%	90%	100%	190	180	95%	98%	93%	100%
	Total	230	204	89%	90%	83%	97%	152	148	97%	99%	94%	100%	382	352	92%	96%	93%	100%
MT	Fronteira	123	98	80%	73%	58%	88%	75	73	97%	97%	89%	100%	198	171	86%	86%	76%	95%
	Não fronteira	121	98	81%	75%	61%	90%	71	70	99%	97%	90%	100%	192	168	88%	88%	79%	96%
	Total	244	196	80%	74%	64%	85%	146	143	98%	98%	95%	100%	390	339	87%	87%	81%	93%
PA	Todo estado	115	98	85%	83%	70%	96%	77	75	97%	97%	90%	100%	192	173	90%	92%	85%	99%
PR	Fronteira	130	104	80%	73%	59%	88%	84	73	87%	86%	71%	100%	214	177	83%	79%	68%	89%
	Não fronteira	113	94	83%	79%	65%	93%	87	82	94%	95%	87%	100%	200	176	88%	89%	80%	97%
	Total	243	198	81%	77%	67%	87%	171	155	91%	93%	86%	100%	414	353	85%	84%	77%	91%
RJ	Todo estado	109	87	80%	73%	57%	89%	85	72	85%	82%	66%	97%	194	159	82%	77%	66%	88%
RO	Fronteira	122	104	85%	83%	71%	96%	72	71	99%	97%	90%	100%	194	175	90%	92%	86%	99%
	Não fronteira	130	120	92%	95%	87%	100%	68	66	97%	96%	88%	100%	198	186	94%	97%	93%	100%
	Total	252	224	89%	90%	84%	97%	140	137	98%	98%	94%	100%	392	361	92%	96%	93%	100%
RS	Fronteira	114	95	83%	79%	66%	93%	84	78	93%	94%	85%	100%	198	173	87%	87%	79%	96%
	Não fronteira	118	75	64%	43%	26%	60%	81	66	81%	76%	58%	93%	199	141	71%	57%	44%	70%
	Total	232	170	73%	61%	49%	73%	165	144	87%	87%	77%	97%	397	314	79%	72%	64%	81%
SE	Todo estado	116	80	69%	53%	36%	70%	90	80	89%	89%	77%	100%	206	160	78%	72%	61%	84%
SP	Todo estado	133	112	84%	81%	69%	94%	69	64	93%	93%	82%	100%	202	176	87%	87%	78%	96%
TO	Todo estado	129	104	81%	75%	60%	89%	69	68	99%	97%	90%	100%	198	172	87%	86%	78%	95%
Total		2.584	2.086	81%	70%	68%	72%	1.740	1.609	92%	87%	85%	89%	4.324	3.695	85%	77%	76%	79%

Prot = total de bovinos considerados protegidos; PO = prevalência observada; PC = prevalência corrigida;
LI = limite inferior e LS = limite superior do intervalo de confiança de 95% da PC



Anexo 3

Resultados da análise em paralelo dos testes para os vírus A e C, segundo UF e região avaliada

UF	Região	Grupo etário de 6 a 12 meses						Grupo etário de 13 a 24 meses						Total (6 a 24 meses)					
		Total	Prot	PO	PC	LI	LS	Total	Prot	PO	PC	LI	LS	Total	Prot	PO	PC	LI	LS
AC	Fronteira	117	100	85%	90%	80%	100%	76	73	96%	97%	90%	100%	193	173	90%	96%	91%	100%
	Não fronteira	113	106	94%	97%	91%	100%	79	76	96%	97%	90%	100%	192	182	95%	98%	95%	100%
	Total	230	206	90%	96%	92%	100%	155	149	96%	98%	95%	100%	385	355	92%	99%	96%	100%
BA	Todo estado	99	60	61%	45%	26%	63%	95	82	86%	91%	80%	100%	194	142	73%	68%	56%	80%
DF	Todo estado	118	73	62%	47%	30%	64%	78	66	85%	88%	74%	100%	196	139	71%	64%	51%	77%
ES	Todo estado	113	86	76%	73%	58%	89%	83	65	78%	77%	60%	100%	196	151	77%	75%	64%	87%
GO	Todo estado	102	85	83%	86%	74%	99%	86	83	97%	97%	91%	100%	188	168	89%	96%	90%	100%
MG	Todo estado	119	100	84%	88%	77%	99%	79	73	92%	96%	87%	100%	198	173	87%	94%	87%	100%
MS	Fronteira	115	101	88%	93%	43%	100%	77	73	95%	97%	89%	100%	192	174	91%	97%	92%	100%
	Não fronteira	115	110	96%	98%	93%	100%	75	75	100%	98%	92%	100%	190	185	97%	99%	96%	100%
	Total	230	211	92%	98%	94%	100%	152	148	97%	99%	95%	100%	382	359	94%	99%	97%	100%
MT	Fronteira	123	98	80%	80%	67%	93%	75	73	97%	97%	90%	100%	198	171	86%	92%	85%	99%
	Não fronteira	121	98	81%	82%	70%	95%	71	70	99%	97%	91%	100%	192	168	88%	94%	87%	100%
	Total	244	196	80%	82%	72%	91%	146	143	98%	99%	95%	100%	390	339	87%	94%	89%	98%
PA	Todo estado	115	98	85%	89%	79%	100%	77	75	97%	97%	91%	100%	192	173	90%	96%	92%	100%
PR	Fronteira	130	103	79%	79%	66%	92%	84	73	87%	91%	80%	100%	214	176	82%	85%	76%	94%
	Não fronteira	113	93	82%	85%	72%	97%	87	81	93%	96%	89%	100%	200	174	87%	93%	87%	100%
	Total	243	196	81%	82%	73%	91%	171	154	90%	96%	91%	100%	414	350	85%	90%	84%	95%
RJ	Todo estado	109	87	80%	80%	66%	94%	85	72	85%	88%	75%	100%	194	159	82%	84%	75%	94%
RO	Fronteira	122	106	87%	92%	83%	100%	72	71	99%	97%	91%	100%	194	177	91%	97%	93%	100%
	Não fronteira	130	120	92%	97%	91%	100%	68	66	97%	97%	89%	100%	198	186	94%	98%	95%	100%
	Total	252	226	90%	97%	92%	100%	140	137	98%	99%	95%	100%	392	363	93%	99%	97%	100%
RS	Fronteira	114	95	83%	86%	75%	98%	84	78	93%	96%	88%	100%	198	173	87%	94%	87%	100%
	Não fronteira	118	75	64%	50%	33%	67%	81	66	81%	83%	67%	98%	199	141	71%	64%	51%	76%
	Total	232	170	73%	68%	57%	80%	165	144	87%	93%	86%	100%	397	314	79%	79%	72%	87%
SE	Todo estado	116	78	67%	57%	40%	74%	90	81	90%	94%	85%	100%	206	159	77%	76%	65%	87%
SP	Todo estado	133	115	86%	92%	83%	100%	69	65	94%	96%	87%	100%	202	180	89%	96%	90%	100%
TO	Todo estado	129	111	86%	91%	82%	100%	69	68	99%	97%	90%	100%	198	179	90%	97%	92%	100%
Total		2.584	2.098	81%	84%	81%	86%	1.740	1.605	92%	88%	86%	90%	4.324	3.703	86%	92%	90%	94%

Prot = total de bovinos considerados protegidos; PO = prevalência observada; PC = prevalência corrigida;
LI = limite inferior e LS = limite superior do intervalo de confiança de 95% da PC