

## Seroprevalência e fatores de risco da infecção por *Chlamydophila abortus* em caprinos do estado do Rio Grande do Norte, Brasil

Seroprevalence and Risk Factors of *Chlamydophila abortus* Infection in Goats of the State of Rio Grande do Norte, Brazil

Juscilânia Furtado Araújo<sup>1</sup>, Raymundo Rizaldo Pinheiro<sup>2</sup>, Alice Andrioli<sup>2</sup>, Francisco Selmo Fernandes Alves<sup>2</sup>, Patrícia Yoshida Faccioli<sup>2</sup>, Angela Maria Xavier Eloy<sup>2</sup>, Vanderlan Warlington Souza dos Santos<sup>3</sup>, Renato Mesquita Peixoto<sup>4</sup> & Ana Milena Cesar Lima<sup>5</sup>

### ABSTRACT

**Background:** Chlamydophilosis is a disease caused by the bacterium *Chlamydophila abortus*, responsible for reproductive damage in small ruminants, and economic losses to animal production. In addition, it is classified as a zoonosis once it presents symptoms similar to numerous bacterial and viral infections of the reproductive system, making clinical diagnosis difficult. The objective of this work was to estimate the seroprevalence of anti-*C. abortus* antibodies in goats and to identify the risk factors for the disease in two mesoregions of Rio Grande do Norte, Brazil.

**Material, Methods & Results:** This research was carried out in two mesoregions of the State of Rio Grande do Norte (Central Potiguar - CP and West Potiguar - WP) located in the Northeast of Brazil. These mesoregions together represent 83% of the regional herd. A total of 54 properties were studied. Those are distributed in seven municipalities: Afonso Bezerra, Angicos, Lages and Pedro Avelino, in the CP mesoregion; and Apodi, Caraúbas, and Mossoró, in the OP mesoregion. We used 540 animals from herds characterized as non-defined breed (NDB) and native breed, regardless of their productive functions, being frequent the consortium of caprine and ovine species. Blood samples were collected through jugular venipuncture by vacuum system with 5 mL tubes without anticoagulant. After collection, the tubes were centrifuged at 1500 g for 15 min. Detection of anti-*Chlamydophila* sp. antibodies was performed by the Complement Fixation Test. In parallel with the collection, a questionnaire was applied addressing general property and producer characteristics. Seroprevalence of chlamydophilosis in the CP mesoregion was 3.04% (7/230) for the animals and 26.1% (6/23) for the properties, whereas, in the WP mesoregion, the values were 4.2% (13/310) and 35.5% (11/31), respectively. In the final logistic regression model, no variable analyzed was considered to be associated with a higher probability of *C. abortus* positive properties. There was no significant difference ( $P = 0.76$ ) in the infection among the studied mesoregions. All the seven municipalities evaluated, had at least one positive property. No serology was found with titers greater than 1:32. The results of the suspects with titers of 1:16 were 3.9% (9/230) in the CP and 3.5% (11/310) in the WP mesoregion. None of the 82 breeding animals tested were *C. abortus* reagent, but three were suspected. The highest prevalence for the infection was seen in the matrices with 5.6% (18/321), followed by young females with 2.9% (1/35), young males with 1.2% (1/82) and breeding animals with 0% (0/82).

**Discussion:** The seroprevalence to *Chlamydophila abortus* found in the state of Rio Grande do Norte was lower than that found in most Brazilian states, and even in other countries. The presence of properties with positive animals displays a risk of dissemination of the disease in the region. In addition, the presence of suspect animals may indicate a much larger number of positive animals. The existence of false-negative animals in the herd can lead to difficulties in controlling and eradicating this disease. Although none of the breeding animals were reagent to *C. abortus* in the CF test, the possibility of venereal transmission should not be discarded. As some animals remained suspects, it may indicate an initial infection phase and seroconversion process, possibly characterizing future transmitters of the bacterium via semen. However, even though seroprevalence was numerically low, this disease should be a cause for concern due to its severity and spread capacity among herds, and especially because it is a zoonosis. We conclude that chlamydophilosis is present in goat breeding in the state of Rio Grande do Norte, Brazil, and female animals are more susceptible to *Chlamydophila abortus* infection.

**Keywords:** chlamydophilosis, epidemiology, prevalence.

**Descritores:** clamidofilose, epidemiologia, prevalência.

<http://dx.doi.org/10.22456/1679-9216.85633>

Received: 10 April 2018

Accepted: 11 August 2018

Published: 27 September 2018

Article based on a Dissertation submitted by the senior author in partial fulfillment of requirements for the Master's Degree. <sup>1</sup>Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) & <sup>2</sup>EMBRAPA Caprinos e Ovinos (CNPACO), Sobral, CE, Brazil. <sup>3</sup>Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró, RN, Brazil. <sup>4</sup>Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, CE. <sup>5</sup>Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI, Brazil. CORRESPONDENCE: J.F. Araújo [laninha.araujo@hotmail.com - Tel.: +55 (88) 3677-4271]. Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Av. da Universidade n. 850. Campus da Betânia. CEP 62040-370 Sobral, CE, Brazil.

## INTRODUÇÃO

A caprinocultura é uma atividade de importância social e econômica no Brasil. Esta relevância ocorre pela espécie servir como fonte de proteína animal para o ser humano [24], contribuindo para o incremento financeiro do produtor.

Em geral, os animais são explorados de forma extensiva, com aumentos do contingente em função da rusticidade, adaptação ao ambiente e aos sistemas de produção, possibilitando a multiplicação de raças nativas, inclusive as menos produtivas [6].

No Rio Grande do Norte a caprinocultura tem recebido apoio público e privado para sua consolidação como atividade produtiva, devido às potencialidades do Estado em recursos naturais apropriados à exploração e às condições favoráveis do mercado [23]. Dessa forma, os cuidados com o aspecto sanitário são de suma importância e, com isso, doenças que podem causar danos à produção animal, devem ser investigadas e controladas.

Dentre as enfermidades que determinam perdas reprodutivas, evidencia-se a Clamidiofilose, uma doença infectocontagiosa causada pela bactéria *Chlamydophila abortus* (*C. abortus*), a qual é considerada uma das três principais causas de aborto em ovelhas e

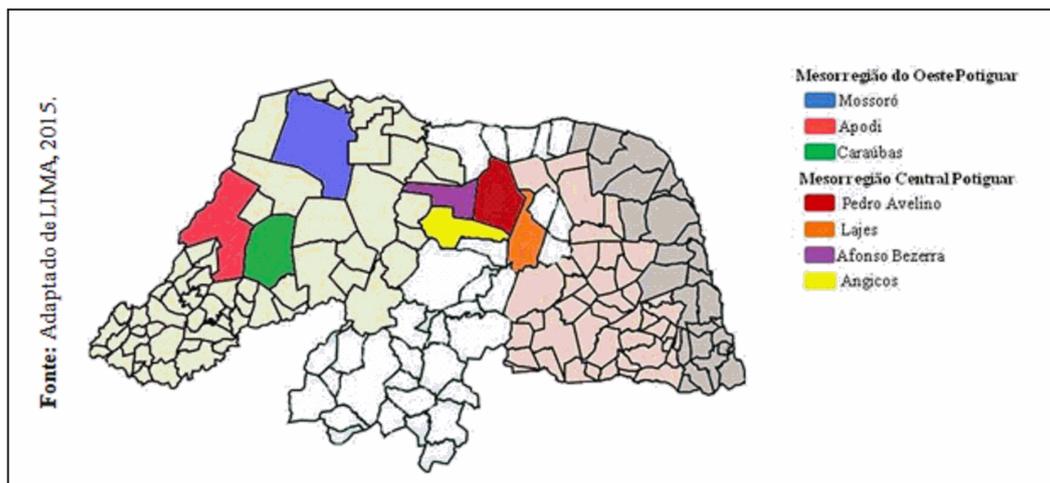
cabras em vários países do mundo [17]. Adicionalmente, é classificada como zoonose, representando risco a mulheres gestantes [1].

Portanto, como estudos relacionados à soropidemiologia e determinação dos fatores de risco da Clamidiofilose em caprinos no Brasil são escassos, e por conta da severidade dessa doença, objetivou-se estimar a soroprevalência de anticorpos anti-*C. abortus* em caprinos e identificar os fatores de risco para a enfermidade em duas mesorregiões do Rio Grande do Norte.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Localização

A pesquisa foi realizada em duas mesorregiões do estado do Rio Grande do Norte (Central e Oeste Potiguar) situadas no Nordeste do Brasil, sendo que essas mesorregiões representam juntas 83% do rebanho potiguar [13]. Foram estudadas 54 propriedades com maior representatividade da caprinocultura para o Estado ou para a mesorregião, distribuídas em sete municípios: Apodi, Caraúbas e Mossoró, na mesorregião Oeste Potiguar, e Afonso Bezerra, Lajes, Pedro Avelino e Angicos, na mesorregião Central Potiguar (Figura 1).



**Figura 1.** Municípios amostrados para pesquisa de anticorpos anti-*Chlamydophila abortus* em caprinos, no estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

A escolha da área de estudo obedeceu a critérios mínimos capazes de assegurá-la como efetivos domínios de recomendação para propostas tecnológicas a serem disponibilizadas em programas de desenvolvimento e de controle de doenças. Três critérios foram utilizados para selecionar os municípios que participaram do estudo: constituir uma mesorregião relevante em densidade de rebanho caprino; apresentar

produtores ou instituições que demonstrassem interesse em participar do projeto; dispor de uma estrutura mínima institucional de apoio ao projeto para o fortalecimento das cadeias produtivas de caprinos (Secretaria de Agricultura, Instituto de Defesa de Inspeção Agropecuária do estado do Rio Grande do Norte – IDIARN e Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio Grande do Norte – EMATER-RN).

### Animais

Foram utilizados 540 animais oriundos de rebanhos caracterizados basicamente por animais sem raça definida (SRD) e nativos, indistintamente de funções produtivas, sendo frequente o consorciamento das espécies caprina e ovina.

### Procedimento experimental

A amostragem não probabilística foi utilizada para selecionar os produtores. Este método foi empregado porque não existe uma listagem representativa dos produtores caprinos no Estado estudado, o que torna impossível uma amostragem ao acaso. Como universo amostral foram selecionadas propriedades cadastradas nas associações de criadores de caprinos, secretarias de agricultura e agências de defesa agropecuária, ou atendidas por técnicos das empresas de extensão.

O número mínimo de amostras a serem testadas (n) foi calculado estatisticamente [4] considerando uma prevalência mínima esperada da doença de 6%, erro amostral de 30% e grau de confiança de 95%. A amostragem em cada propriedade foi estratificada segundo a composição aproximada dos rebanhos, definida como 60% de matrizes, 35% de animais jovens e todos os reprodutores. Foram coletadas amostras sanguíneas de dez animais por propriedade amostrada.

Os animais foram escolhidos aleatoriamente, sendo selecionados fêmeas e machos com idade menor que um ano, além de matrizes e reprodutores. A coleta de sangue ocorreu através da venipuntura da jugular, por sistema à vácuo, com tubos<sup>1</sup> de 5 mL sem anticoagulante. Após a coleta, os tubos foram centrifugados em centrífuga (Excelsa<sup>®</sup> II 206 BL)<sup>2</sup> não refrigerada a 1.500 g por 15 min, os soros foram transferidos para microtubos<sup>3</sup> e acondicionados em gelo em embalagem isotérmica (isopor), e encaminhados a Embrapa Caprinos e Ovinos, onde foram estocados a -20°C.

Paralelamente, durante as visitas realizadas às unidades produtoras selecionadas, foi aplicado um questionário abordando características gerais da propriedade e do produtor; força de trabalho; características de produção e comercialização agropecuária; perfil tecnológico da produção de caprinos e manejos sanitário, alimentar e reprodutivo.

O exame laboratorial foi realizado pelo Instituto Biológico de São Paulo pela técnica de Reação de Fixação de Complemento (FC) para a determinação de anticorpos anti-*Chlamydophila* sp. [18]. Foram utilizadas microplacas<sup>4</sup> com os soros teste nas diluições de 1:16 a 1:512.

Utilizou-se como antígeno a cepa S26/3 de *C. abortus* na diluição 1:50 e o complemento na diluição correspondente a duas unidades fixadoras de complemento. O título de anticorpos foi considerado como a recíproca da maior diluição de soro que apresentou 50% de fixação do complemento. Amostras com título igual ou superior a 32 foram consideradas positivas e com título igual a 16 foram consideradas suspeitas [16]. Vale enfatizar que a presença de apenas um animal sororreagente ao teste de FC, caracterizou o criatório como positivo. Nos animais, quanto à titulação, somente foram considerados positivos aqueles com títulos superiores a 1:16.

### Análise estatística

Os dados obtidos a partir dos questionários foram tabulados em planilha eletrônica, e transferidos para o software estatístico IBM<sup>®</sup> SPSS<sup>®</sup> Statistics versão 21.05 para realização das análises de possíveis fatores de risco.

Foi realizada análise univariável, na qual cada variável independente foi cruzada com a variável dependente, como condição sanitária da propriedade. As que apresentassem um valor de  $P \leq 0,2$  pelo teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) [25] teriam que ser selecionadas e direcionadas para a análise multivariável, utilizando-se a regressão logística múltipla [10], visando à definição de um modelo que melhor identificasse os fatores de risco. Entretanto, a maioria dos fatores não apresentou significância na análise univariada, sendo assim não foi realizada análise multivariada, com exceção do fator sexo, porém não houve significância. O nível de significância adotado na análise múltipla foi de 5%. O ajuste do modelo final foi verificado com o teste existente na literatura [10], no qual um  $P \geq 0,05$  indica que o modelo está ajustado.

Para identificação dos possíveis fatores de risco foi retirado da análise as propriedades que se apresentaram somente como suspeitas, isto é, aquelas que apresentaram pelo menos um animal suspeito (1:16) e nenhum animal positivo (maior ou igual a 1:32).

## RESULTADOS

A soroprevalência de Clamidiofilose no Rio Grande do Norte foi de 3,7% (20/540). Na mesorregião Central Potiguar a positividade foi de 3,04% (7/230) para os animais e 26,1% (6/23) para as propriedades. No Oeste Potiguar, os valores foram de 4,2% (13/310) e 35,5% (11/31), respectivamente (Tabela 1). Não se constatou diferença significativa ( $P = 0,76$ ) da infecção entre as mesorregiões estudadas.

**Tabela 1.** Prevalência de propriedades positivas e de animais soropositivos e suspeitos para a infecção por *Chlamydophila abortus* em caprinos do estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

Mesorregião	Prevalência por propriedades		Prevalência por animais		
	Total	Positivas (%)	Total	Soropositivos (%)	Suspeitos (%)
Central Potiguar	23	6 (26,1)	230	7 (3,04)	9 (3,9)
Oeste Potiguar	31	11 (35,5)	310	13 (4,2)	11 (3,5)
Total	54	17 (31,5)	540	20 (3,7)	20 (3,7)

Dentre os sete municípios avaliados todos apresentaram pelo menos uma propriedade positiva, ressaltando que a presença de apenas um animal sororreagente ao teste de FC, caracterizou-se o criatório como positivo. Não se observou sorologia com títulos maiores que 1:32.

Na Tabela 1 evidencia-se ainda que o resultado dos suspeitos, com titulações de 1:16, foi de 3,9% (9/230) na mesorregião Central Potiguar e 3,5% (11/310) no Oeste Potiguar.

Os resultados referentes ao número de animais positivos, por sexo, nas mesorregiões envolvidas neste estudo estão dispostos na Tabela 2. Pode-se afirmar que houve associação significativa ( $P < 0,05$ ), pois 5,3% (19/356) das fêmeas foram soropositivas, enquanto que somente 0,6% (1/164) eram machos.

Neste estudo o macho que se apresentou como positivo pertencia à categoria macho jovem. Nenhum dos 82 reprodutores analisados foi sororreagente para *C. abortus*. É importante destacar que dentre os reprodutores pesquisados, três se apresentaram como suspeitos (1:16).

Quanto à variável raça, analisando as possíveis associações entre a frequência de animais positivos em

relação ao tronco racial de caprinos, não foi observada diferença estatística significativa ( $P \geq 0,05$ ) [Tabela 3]. De acordo com a porcentagem, os caprinos SRD apresentaram prevalência de 4,1% (20/492), enquanto a de caprinos de raça nativa foi de 0,0% (0/28).

Quanto ao sistema de criação, a prevalência da infecção por *C. abortus* nos caprinos submetidos ao sistema semi-intensivo foi de 41,5% (17/41), enquanto nos rebanhos criados extensivamente de 0,0% (0/2). As propriedades que fazem consorciação das duas espécies (caprinos e ovinos) apresentaram positividade para *C. abortus* ( $P \geq 0,05$ ) de 56,3% (9/16) e as que não fazem consorciação 22,2% (2/9). As propriedades que não separam os animais por idade apresentaram soroprevalência ( $P \geq 0,05$ ) de 41,0% (16/39), enquanto as que separam foi de 25% (1/4).

Ressalta-se que dentre os animais soropositivos para Clamidiofilose, de acordo com as categorias matriz, fêmea jovem, macho jovem e reprodutor, os que apresentaram maior prevalência para a infecção foram as matrizes com 5,6% (18/321), seguido das fêmeas jovens com 2,9% (1/35), machos jovens com 1,2% (1/82) e reprodutores com 0% (0/82).

**Tabela 2.** Prevalência de Clamidiofilose, por sexo, do estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

Variável		RFC						Total	P
		Positivo		Negativo		Suspeitos			
		N	%	N	%	N	%		
Sexo	Macho	1	0,6	163	97,6	3	1,8	167	100,0
	Fêmea	19	5,1	337	90,3	17	4,6	373	100,0

\*Variável selecionada pelo Qui-Quadrado ( $P \leq 0,20$ ). N- Número; (%)- Porcentagem; RFC- Reação de Fixação de Complemento.

**Tabela 3.** Prevalência de Clamidiofilose, por raça, no estado do Rio Grande do Norte, Brasil.

Variável		RFC						Total	P
		Positivo		Negativo		Suspeitos			
		N	%	N	%	N	%		
Raça	Nativo	0	0,0	28	100,0	0	0,0	28	100,0
	SRD	20	3,9	472	92,2	20	3,9	512	100,0

\*Variável selecionada pelo Qui-Quadrado ( $P \leq 0,20$ ). N- Número; (%)- Porcentagem; RFC- Reação de Fixação de Complemento; SRD- Sem Raça Definida.

## DISCUSSÃO

A soroprevalência encontrada para *Chlamydomphila abortus* no estado do Rio Grande do Norte foi inferior à encontrada em outros estados brasileiros como em Pernambuco, de 10,3% [19], Paraíba, de 9,3% e 19,7% [7,22], e Piauí, de 6,3% [14]. Por outro lado, foi superior a prevalência determinada no estado de Alagoas, de 1,17% [3]. Já nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Bahia, em trabalhos com soros de caprinos e ovinos, apresentaram juntos um percentual de 12,0% de positivos entre os caprinos, mas nenhum positivo entre os ovinos através da Reação de Fixação de Complemento [20]. Convém salientar que todos os estudos citados realizaram Reação de Fixação de Complemento, e que não há relatos anteriores de estudos sorológicos da infecção por *C. abortus* no estado do Rio Grande do Norte.

Valores de prevalência superiores aos encontrados no presente trabalho já foram reportados mundialmente: Estados Unidos, com 23% em caprinos [17]; Jordânia, com 21,8% em pequenos ruminantes [2]; Turquia, com 13,98% em ovinos [8]; Lituânia, com 26,9% em ovinos [5]; e China, com 20,9%, em ovinos [11].

A Reação de Fixação de Complemento, de acordo com a OIE [18] tem a possibilidade de detectar anticorpos produzidos advindos de infecção natural ou aqueles produzidos pós-vacinação. Como no Brasil não existe a vacina comercial contra *C. abortus*, os resultados indicam a presença da infecção nos animais do Rio Grande do Norte.

A presença de propriedades com animais positivos demonstra risco de disseminação da enfermidade na região. Adicionalmente, a presença de animais suspeitos pode significar um número bem maior de animais positivos [19]. Neste estudo encontrou-se um baixo número de animais com títulos de anticorpos 1:16 anti-*C. abortus*, dito como suspeitos, o que pode significar animais com títulos ainda crescentes ou com reação cruzada com outra espécie de *Chlamydomphila*. Neste caso, testes sorológicos pareados poderiam ser realizados para esclarecer este diagnóstico. A existência de animais falso-negativos no rebanho pode levar a dificuldades no controle e erradicação desta enfermidade.

No Brasil a infecção em ovinos e caprinos por *Chlamydomphila* spp. não é bem conhecida, embora já haja relatos da presença do agente nessas espécies. A

ocorrência de *C. abortus* em rebanhos de pequenos ruminantes já foi diagnosticada sorologicamente em alguns outros estados brasileiros [7,19-22].

Nesta pesquisa denotou-se que as fêmeas tiveram um percentual maior de positividade para *C. abortus* do que os machos (Tabela 2), resultado esse diferente do que se observou no Piauí, onde foi evidenciado frequência relativa similar para machos e fêmeas ao analisarem soro de caprinos daquele Estado [14].

Embora nenhum dos reprodutores terem apresentado sororreagentes para *C. abortus* no teste de FC, a possibilidade de ocorrência da transmissão venérea não pode ser descartada, pois como alguns permaneceram suspeitos pode indicar animais em processo inicial da infecção e soroconversão, sendo futuros transmissores da bactéria via sêmen.

Quanto aos fatores de risco, embora os principais para a infecção por *C. abortus* em caprinos serem representados pela raça, manejo, tipo de exploração e regime de monta natural [19], no presente estudo nenhum desses teve relação com a soropositividade ( $P > 0,05$ ) [Tabela 4]. Além disso, possivelmente, o maior contato entre os animais aglomerados deve ter contribuído para a transmissão da enfermidade, determinando o maior percentual de animais positivos no sistema semi-intensivo de produção. Situação essa similar a trabalhos realizados em Pernambuco, Paraíba e Piauí, onde foi evidenciada que o fator de risco do sistema de criação em rebanhos caprinos e ovinos determinou maior prevalência em animais criados no sistema semi-intensivo ou intensivo [14,19,22].

A partir dos dados da tabela 4 denota-se que a existência de consorciação de pequenos ruminantes, de certo modo, determinou maior percentual de animais positivos para *C. abortus*. No Piauí ao analisar soro de ovinos e caprinos, observou-se que um maior percentual de positividade para Clamidofilose foi encontrada nos ovinos, os quais apresentaram 8,2%, frente aos 6,3% dos caprinos [14]. Dessa forma, o manejo sanitário, reprodutivo e nutricional dos animais, em geral, é considerado como medida importante no controle das diversas enfermidades, sendo o manejo sanitário, fundamental na barreira para entrada de doenças no rebanho, bem como a separação dos animais. Além disso, se há separação por idade, os caprinos jovens estão menos predispostos à infecção, tendo em vista que a eliminação do agente, normalmente, se encontra no grupo de matrizes gestantes [16].

**Tabela 4.** Análise univariada dos possíveis fatores de risco associados à infecção por *Chlamydophila abortus* em caprinos no estado do Rio Grande do Norte.

Variável	Total de Propriedades	Propriedades Positivas	P
Sistema de criação			
Semi-intensivo	41	17 (41,5%)	0,511**
Extensivo	2	0 (0,0%)	
Finalidade da criação			
Produção de leite	1	0(0,0%)	0,598
Produção de carne	12	4 (33,3%)	
Mista	30	13 (43,3%)	
Consortiação de caprino-ovinos			
Sim	34	15(44,1%)	0,281**
Não	9	2(22,2%)	
Higiene das instalações			
Sim	41	16(39,0%)	1,000**
Não	2	1(50,0%)	
Capacitação da mão-de-obra			
Sim	16	9(56,3%)	0,84*
Não	27	8(29,6%)	
Origem das matrizes			
Próprio rebanho	17	7(41,2%)	0,955*
Rebanhos externos	19	8(42,1%)	
Origem dos reprodutores			
Próprio rebanho	9	4(44,4%)	1,000**
Rebanhos externos	30	12(40,0%)	
Separa animais recém-adquiridos			
Sim	18	8(44,4%)	0,576*
Não	25	9(36,0%)	
Separa por sexo			
Sim	3	2(66,7%)	0,552**
Não	40	15(37,5%)	
Separa por idade			
Sim	4	1(25,0%)	1,000**
Não	39	16(41,0%)	

\*Variável selecionada pelo Qui-Quadrado ( $P \leq 0,20$ ). \*\*Variável selecionada pelo teste Exato de Fisher ( $P \leq 0,20$ ).

Contudo, mesmo que, numericamente, a soroprevalência tenha sido baixa, esta doença deve ser motivo de preocupação devido sua severidade e disseminação entre os rebanhos e, principalmente, por se tratar de uma zoonose. Associado a isso, existe ainda o fato que um único animal contaminado pode trazer risco aos trabalhadores que os manuseiam [1]. Nesse contexto, a confirmação sorológica da infecção por *C. abortus* em rebanhos caprinos do estado do Rio Grande do Norte se reveste de importância em função do que representa para cadeia produtiva, bem como seus impactos econômicos para a região semiárida do Nordeste brasileiro.

## CONCLUSÃO

A Clamidiofilose está presente nas criações de caprinos no estado do Rio Grande do Norte, com as fêmeas apresentando-se mais susceptíveis a infecção por *Chlamydophila abortus*.

Diante destes achados, é necessária a implantação de sistemas de vigilância epidemiológica no controle desta enfermidade em caprinos para evitar a propagação da doença ao longo do Estado. Além disto, deve-se ampliar o conhecimento desta enfermidade, inclusive sobre em quais condições o agente é eliminado.

MANUFACTURERS

<sup>1</sup>BD Vacutainer®. São Paulo, SP, Brazil.

<sup>2</sup>FANEM® Ltda. Guarulhos, SP, Brazil.

<sup>3</sup>Eppendorf. Hamburg, Germany.

<sup>4</sup>Techno Plastic Products AG. Trasadingen, Switzerland.

<sup>5</sup>OSB Software. São Paulo, SP, Brazil.

**Funding.** The work was financially supported by Funcap [Project number BP2-0107-00240.01.00/15], CNPq/MAPA/

SDA [Project number 578438/2008-9], and EMBRAPA [Project number 02.13.10.003.00.05].

**Ethical approval.** This work is part of the Dissertation of the first author. The research project was approved by the Ethics Committee for the Use of Animals (CEUA) under number 012.12.

**Declaration of interest.** The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERENCES

- 1 Aisen E.G. 2008. *Reprodução ovina e caprina*. São Paulo: MEDVET, 203p.
- 2 Al-Qudah K.M., Sharif L.A., Raouf R.Y., Hailat N.Q. & Al-Domy F.M. 2004. Seroprevalence of antibodies to *Chlamydophila abortus* shown in Awassi sheep and local goats in Jordan. *Czech Academy of Agricultural Journals*. 49: 460-466.
- 3 Anderlini G.A. 2009. Aspectos epidemiológicos das infecções *Toxoplasma gondii*, *Neospora caninum* e *Chlamydophila abortus* em caprinos no estado de Alagoas. 152f. Recife, PE. Tese (Doutorado em Ciência Veterinária) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- 4 Astudillo V.M. 1979. *Encuestas por muestro para estudios epidemiologicos en poblaciones animales*. Rio de Janeiro: Organización Panamericana de la Salud – Centro Panamericano de Fiebre Aftosa, 60p.
- 5 Bagdonas J., Petkevicius S., Russo, P., Pepino H. & Uma S. 2007. Prevalence and epidemiological features of ovine enzootic abortion in Lithuania. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 10(4): 239-244.
- 6 Embrapra Caprinos. 2008. Plano Diretor da Unidade - Embrapa Caprinos. Sobral: Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos, 46p.
- 7 Farias A.E.M., Higino S.S.S., Azevedo, S.S., Costa D.F., Santos F.A., Santos C.S.A.B., Piatti R.M. & Alves C.J. 2013. Caracterização epidemiológica e fatores de risco associados à infecção por *Chlamydophila abortus* em ovinos deslançados do semiárido brasileiro. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 33(3): 286-290.
- 8 Gokce H.I., Kaçar C., Genç O. & Sozmen M. 2007. Seroprevalance of *Chlamydophila abortus* in aborting ewes and dairy cattle in the North-East part of Turkey. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*. 51: 9-13.
- 9 Gutierrez A.N. 1982. Interações de recursos e características econômicas dos criadores de ovinos e caprinos no sertão do Ceará, Nordeste do Brasil: resultados preliminares. (Boletim de Pesquisa, 3). Sobral: EMBRAPA-CNPC, 49p.
- 10 Hosmer D.W. & Lemeshow S. 2000. *Applied Logistic Regression*. 2nd edn. New York: John Wiley and Sons, 375p.
- 11 Huang S.Y., Wu S.M., Xu M.J., Zhou D.H., Danba C., Gong G. & Zhu X.Q. 2013. First record of *Chlamydia abortus* seroprevalence in Tibetan sheep in Tibet, China. *Small Ruminant Research*. 112(1-3): 243-245.
- 12 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2014. Disponível em: <www.ibge.br/sidra>. [Accessed online in September 2016].
- 13 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estados e Regiões 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/index.php>. [Accessed online in September 2016].
- 14 Leopoldo T.B., Pinheiro R.R., Alves F.S.F., Porfírio K.P., Rêgo W.M.F., Diniz B.L.M., Cardoso J.F.S. & Paula N.R.O. 2016. Fatores de risco na transmissão e soroprevalência da infecção de *Chlamydophila abortus* a ovinos e caprinos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 51(5): 654-660.
- 15 Lima A.M.C. 2015. Brucelose ovina: soroprevalência e análise dos fatores de risco nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Sergipe. 80f. Sobral, CE. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Vale do Acaraú.
- 16 Longbottom D. & Coulter L.J. 2003. Animal chlamydioses and zoonotic implications. *Journal of Comparative Pathology*. 128(4): 217-244.
- 17 Moeller Junior R.B. 2001. Causes of caprine abortion: diagnostic assessment of 221 cases (1991-1998). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 13(3): 265-270.
- 18 OIE - World Organization for Animal Health. 2010. Enzootic abortion in ewes (ovine chlamydiosis). Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. Disponível em: <http://www.oie.int/eng/normes/mmanual>>. [Accessed online in September 2016].

- 19 Pereira M.F., Peixoto R.M., Piatti R.M., Medeiros E.S., Mota I.O., Azevedo S.S. & Mora R.A. 2009. Ocorrência e fatores de risco para *Chlamydophila abortus* em ovinos e caprinos no estado de Pernambuco. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 29(1): 33-40.
- 20 Piatti R.M., Scarcelli E.P. & Genovez M.E. 2006. Pesquisa de anticorpos anti-*Chlamydophila* spp. em soros de caprinos e ovinos. *Biológico*. 68: 93-95.
- 21 Salaberry S.R.S., Lara M.C.C.S.H., Piatti R.M., Nassar A.F.C., Castro J.R., Guimarães E.C. & Lima-Ribeiro A.M.C. 2010. Prevalência de anticorpos contra os agentes da Maedi-visna e Clamidiofilose em ovinos no Município de Uberlândia, MG. *Arquivos do Instituto Biológico*. 77(3): 411-417.
- 22 Santos C.S.A.B., Piatti R.M., Azevedo S.S., Alves C.J., Higinio S.S.S., Silva M.L.C.R., Brasil A.W.L. & Gennari S.M. 2012. Seroprevalence and risk factors associated with *Chlamydophila abortus* infection in dairy goats in the Northeast of Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 32(11): 1082-1086.
- 23 Silva E.A.J. 2001. Diagnostico da cadeia produtiva agroindustrial da caprinovinocultura do Rio Grande do Norte: comportamento analítico dos sistemas de produção de caprinos e ovinos, 2. SEBRAE-RN/Sintec. Natal: SEBRAE, 146p.
- 24 Uzêda R.S., Pinheiro A.M., Fernández S.Y., Ayres M.C.C., Gondim L.F.P. & Almeida M.A.O. 2007. Seroprevalence of *Neospora caninum* in dairy goats from Bahia, Brazil. *Small Ruminant Research*. 70(2-3): 257-259.
- 25 Zar J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th edn. Upper Saddle River: Prentice Hall, 663p.