

ISOLAMENTO DE *Salmonella* RESISTENTE A ANTIMICROBIANOS EM DUAS REGIÕES ESTUARINAS DO ESTADO DO CEARÁ, BRASIL

Isolation of antimicrobial-resistant *Salmonella* from two estuarine regions of Ceará State, Brazil

Francileide Vieira Figueredo¹, Fatima Cristiane Teles de Carvalho², Eliane Moura Falavina³, Ernesto Hofer³, Oscarina Viana de Sousa⁴, Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o de isolar e determinar o perfil de susceptibilidade a antimicrobianos de bactérias do gênero *Salmonella*, em 84 amostras de água no ambiente estuarino dos rios Acaraú e Jaguaribe, no Estado do Ceará, ambos com atividades de carcinicultura. As cepas foram testadas quanto à susceptibilidade a dez antimicrobianos: ácido nalidíxico, ampicilina, ciprofloxacina, ceftriazona, cloranfenicol, gentamicina, imipenem, nitrofurantoína, sulfametoxazol e tetraciclina. A Concentração Inibitória Mínima dos antimicrobianos seguiu a técnica de macrodiluição em caldo. No campo mediu-se o pH, a temperatura e a salinidade da água. Foram confirmadas 103 cepas de *Salmonella*, sendo 90 no Rio Acaraú e 13 no Rio Jaguaribe, pertencentes aos sorovares: *S. ser. Newport*, *S. ser. Saintpaul*, *S. ser. Panama*, *S. ser. Rubislaw*, *S. ser. Albany*, *S. ser. Anatum*, *S. ser. Corvallis*, *S. ser. Madelia*. O Rio Acaraú apresentou-se mais contaminado do que o Rio Jaguaribe, com 25% das cepas com resistência plasmidial e 75% cromossômica. Esses resultados ressaltam dois problemas de saúde pública: a presença de cepas de *Salmonella* resistentes a antimicrobianos e a possibilidade de contaminação humana pelo consumo dos crustáceos. Deve-se também considerar o prejuízo econômico gerado pela limitação na comercialização do camarão devido a exigências quanto à isenção desses patógenos nos sistemas produtivos.

Palavras-chaves: *Salmonella*, bactéria patógena, carcinicultura, poluição bacteriológica.

ABSTRACT

Main goal of this study was to isolate and determine the antimicrobial susceptibility of bacteria of the genus *Salmonella* in 84 water samples from the estuarine environment of Acaraú and Jaguaribe rivers, in Ceará State, both with shrimp farming activities. The strains were tested for susceptibility to ten antibiotics, namely nalidixic acid, ampicillin, ciprofloxacin, ceftriazone, chloramphenicol, gentamicin, imipenem, nitrofurantoin, trimethoprim and tetracycline. The Minimum Inhibitory Concentration in antibiotics was performed following the technique of broth macrodilution. Measurements of pH, temperature and salinity were taken in the field. Out of 103 confirmed *Salmonella* strains, 90 and 13 were found in Acaraú and Jaguaribe rivers, respectively, belonging to the serovars: *S. ser. Newport*, *S. ser. Saintpaul*, *S. ser. Panama*, *S. ser. Rubislaw*, *S. ser. Albany*, *S. ser. Anatum*, *S. ser. Corvallis*, *S. ser. Madelia*. Based on these results Acaraú River proved to be more contaminated than Jaguaribe River, with 25% and 75% of strains with plasmidial and chromosomal resistances. These results highlight two problems of public health: the presence of *Salmonella* strain resistant to antimicrobials and the possibility of human contamination through consumption of shellfish. Moreover, economic losses must be accounted for as derived from market limitations of farmed shrimp overseas due to requirements concerning the exemption of such pathogens in the productive systems.

Keywords: *Salmonella*, pathogenic bacterium, shrimp farming, bacteriological pollution.

¹ Professor do Departamento de Ciências Físicas e Biológicas da Universidade Regional do Cariri, Estado do Ceará.

² Pós doutoranda do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará

³ FIOCRUZ, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

⁴ Professor e pesquisador do Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará.

⁵ Professor do Departamento de Engenharia de Pesca e Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará. Bolsista de Produtividade do CNPq

INTRODUÇÃO

A transmissão da *Salmonella* ao homem, geralmente, ocorre através do consumo de água e alimentos contaminados, mas as chances são também elevadas quando se trata de condições hospitalares, ou através do contato com animais infectados entre veterinários e trabalhadores de granjas e fazendas de criação de cultivo (Trabulsi, 2008). A severidade da doença depende da virulência da cepa e das condições do hospedeiro humano (Hofer *et al.*, 1997).

Por ser uma doença zoonótica, a vigilância da salmonelose é descrita em todo o mundo, especialmente após o aparecimento de cepas multirresistentes a antimicrobianos, o que veio dificultar seu controle e tratamento. A Organização Mundial de Saúde (OMS) assinalou um aumento alarmante de estirpes de *Salmonella* resistentes aos antimicrobianos devido ao seu uso abusivo em criações intensivas (EUROSURVEILLANCE, 1997). Outro fato que muito contribui para o aparecimento de cepas resistentes é o uso de drogas antimicrobianas como fator de crescimento para animais, que as consomem misturadas às rações. Os antibióticos suprimem a microbiota intestinal normal, rompendo o efeito protetor, aumentando a vantagem competitiva das salmonelas antibiótico - resistentes favorecendo a ocorrência da salmonelose (Eley, 1994), o que constitui uma preocupação a mais para os órgãos de vigilância e o controle ambiental (Pinto, 2000).

A crescente demanda do mercado internacional por camarão, juntamente com o adensamento das fazendas de criação desse crustáceo nos estuários, e a ocorrência de doenças que comprometem a produção nas áreas litorâneas incentivaram o desenvolvimento da carcinicultura em águas interiores (Boaventura *et al.*, 2006). Diante desse panorama, muitas pesquisas são realizadas com o objetivo de minimizar as consequências negativas dessa atividade sobre o ambiente aquático, buscando na aquicultura uma produção lucrativa e sustentável que atenda às necessidades de um meio ambiente equilibrado.

A escassez de dados quantitativos da maioria dos países envolvidos com a aquicultura torna a avaliação dos riscos associados com o uso de drogas químicas uma tarefa difícil. Assim, as informações disponíveis sobre sua eficácia, metabolização, tempo de residência no tecido dos organismos cultivados e a ação sobre o meio ambiente estão restritas às regiões de climas temperados. Tais informações, porém, podem não se confirmar em climas tropicais,

onde a temperatura, o tipo de solo, a água e as espécies de criação apresentam diferentes características (Nogueira-Lima *et al.*, 2006). Assim, o objetivo desse trabalho foi o de isolar cepas de *Salmonella* de amostras de dois ambientes estuarinos (Norte e Sul do Estado do Ceará), ambos com atividades de carcinicultura, e testá-las quanto à susceptibilidade a antimicrobianos e, posteriormente, investigar as cepas resistentes encontradas quanto à origem, se plasmidial ou cromossômica.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas nos estuários dos rios Acaraú e Jaguaribe, onde foram escolhidos os seguintes pontos de amostragem: P1 - controle; P2 - situado antes da cidade, onde não há influência antropogênica; P3 - próximo a uma fazenda de carcinicultura; P4 - próximo à desembocadura do rio, com a seguinte localização geográfica identificada por meio de um equipamento do Sistema de Posicionamento Global (GPS) da marca Garmin III Plus: **Acaraú** - (P1): 02°55'08,8"S; 40°08'45,5"W; (P2): 02°55'10,1"S; 40°08'45,4"W; (P3): 2°53'00,9"S; 40°07'27,2"W); **Jaguaribe** - (P1): 04°40'18,2"S; 37°45'25,3"W; (P2): 04°34'32,4"S; 37°47'16,3"W; (P3): 04°33'10,8"S; 37°48'23,1"W; (P4): 04°25'34,1"S; 37°46'28,3"W (Figura 1).

Foram coletadas 36 e 48 amostras nos estuários Acaraú e Jaguaribe, respectivamente, com frequência quinzenal, perfazendo um total de 84 amostras, considerando-se a ocorrência de dois períodos sazonais: seco e chuvoso.

As amostras foram coletadas em duplicata com a ajuda de uma garrafa âmbar a uma profundidade de 30 cm de profundidade e, em seguida, filtradas em gazes medindo 2,5 m, dobradas e inseridas no interior das cestas de garrafa PET contendo furos em toda a extensão. As gazes foram imersas em 225 mL de Caldo Lactosado (CL) e ao término de cada coleta foram transportadas em caixas isotérmicas para o laboratório de microbiologia ambiental e do pescado no Instituto de Ciências do Mar/UFC para serem processadas e submetidas a análise microbiológica. A pesquisa de *Salmonella* seguiu a metodologia citada em Bacteriological Analytical Manual - BAM (Wallace *et al.*, 2009).

Após a identificação das cepas de *Salmonella* através da sorologia com o uso de soro polivalente O:H, estas foram encaminhadas ao laboratório de Enterobactérias da Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ no Rio de Janeiro, RJ para identificação dos sorovares.

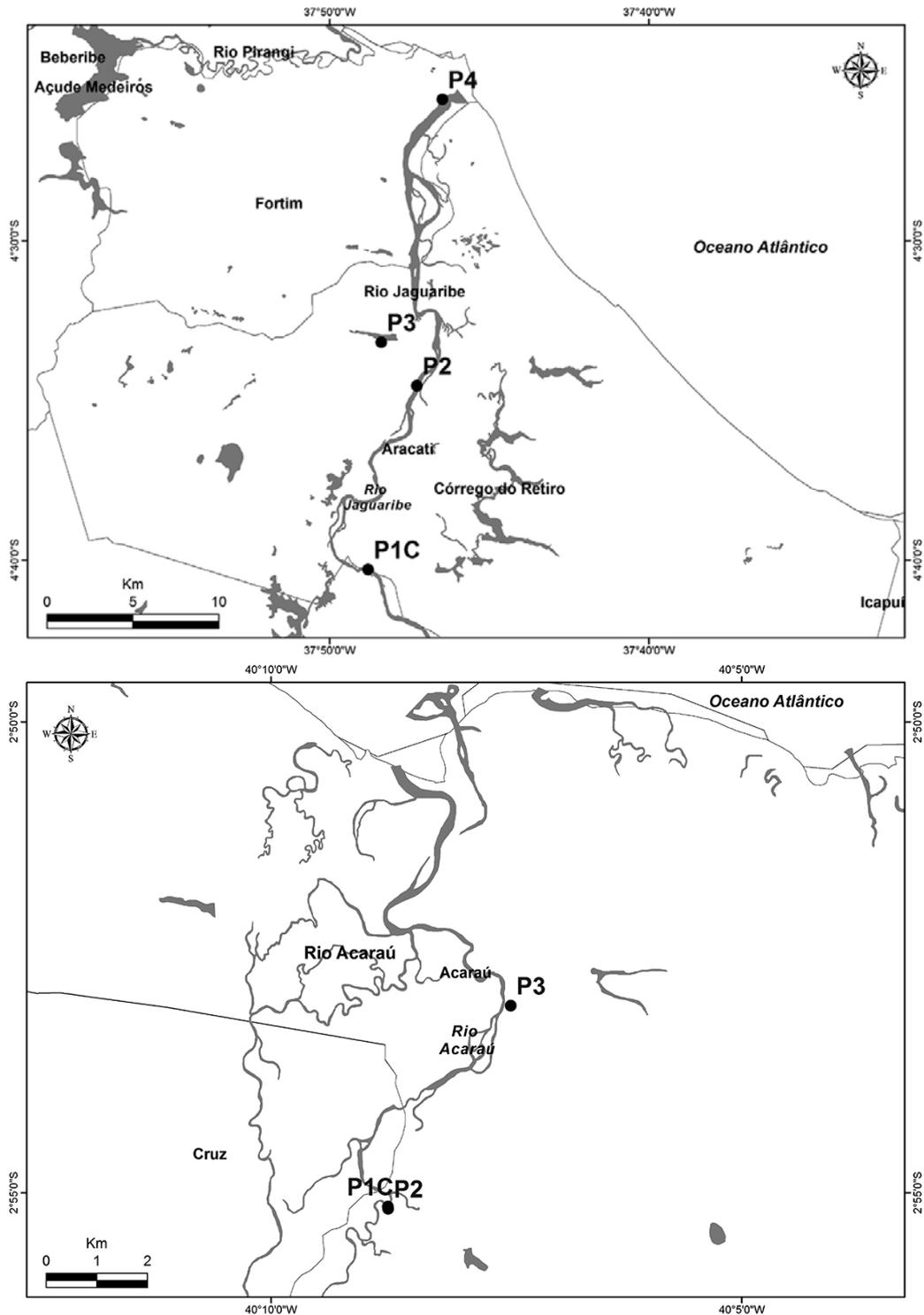


Figura 1 - Localização dos pontos de coleta nos estuários dos rios Acaraú e Jaguaribe, no Estado do Ceará.

Uma vez confirmadas como de *Salmonella*, as cepas foram testadas quanto à susceptibilidade a 10 antimicrobianos de diferentes classes: Ácido nalidíxico - NAL (30µg), Ampicilina -AMP (10 µg), Ciprofloxacina - CIP (5 µg), ceftriaxona - CRO

(30µg), Cloranfenicol -CLO (30µg) , Gentamicina - GEN (10µg), imipenem -IPM (10µg), Nitrofurantoína - NIT (300 µg), Sulfametoxazol - SUT (25 µg) e Tetraciclina - TET (30µg), e de acordo com as normas do documento M2-A8 do National Committee for

Clinical Laboratory Standards – (CLSI, 2010). Foram utilizadas como controle desse experimento cepas de *Escherichia coli* ATCC 25922 e *Salmonella* ser. Anatum –IOC 4279-99.

As cepas submetidas ao teste de antibiograma que apresentaram perfil de resistência a qualquer antimicrobiano testado foram submetidas à cura plasmidial através da metodologia citada por Molina-Aja *et al.* (2002). A determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) dos antimicrobianos para os quais as cepas se mostraram sensíveis foi realizada segundo a técnica de macrodiluição de acordo com a metodologia citada no documento M7-A6 do National Committee for Clinical Laboratory Standards – CLSI (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperaturas nos dois rios, Acaraú e Jaguaribe, oscilou entre 29°C e 34°C e o pH variou na faixa de 6,79 - 8,46. Abraham *et al.* (2004) também mediram temperatura, pH e salinidade nas águas de abastecimento e descarte de fazendas de camarão controladas por fatores ambientais, tais como radiação solar, temperatura relativa do ar e chuvas. Enquanto os dois primeiros fatores promovem o aquecimento da água durante o dia, provocando a evaporação e um aumento nos valores da salinidade, as precipitações pluviométricas reduzem temperatura, pH e salinidade na água.

A maior quantidade de cepas de *Salmonella* (48,5%) foi isolada no ponto de coleta P1 (controle) do Rio Acaraú, onde o pH variou de 6,8 a 8,0 e a temperatura apresentou valores entre 30°C e 34°C, o que pode ter influenciado os resultados, uma vez que a temperatura ideal para *Salmonella* está na faixa de 35° - 37° C e sua exigência é de um pH neutro próximo a 7,0, segundo Franco & Landgraf (2004).

O Rio Jaguaribe apresentou positividade para *Salmonella* nos quatro pontos estudados apesar da alta concentração de sal em P4 (desembocadura em Fortim), fato que se opõe às exigências de sobrevivência da bactéria.

A maior incidência de *Salmonella* no ambiente aquático ocorreu nos meses com menor pluviosidade (novembro/2006 - janeiro/2007), período em que foram isoladas 60 cepas de *Salmonella* contra 43 no período chuvoso. Essa assertiva confirma os dados encontrados por Carvalho *et al.* (2009) nos rios cearenses, com maior isolamento de *Salmonella* no período seco, pois a diminuição do volume dos rios e a concentração da matéria orgânica facilitam a detecção de bactérias entéricas (Menezes *et al.*, 2006).

Foram confirmadas como *Salmonella* 103 cepas, sendo 90 (87,38%) e 13 (12,62% isoladas de amostras de água do estuário dos rios Acaraú e Jaguaribe, respectivamente (Tabela I). O estuário do Rio Acaraú apresenta o maior número de fazendas de criação de camarão no litoral oeste do Ceará, em número de trinta e duas concentradas em toda a extensão do estuário até a faixa litorânea, sendo que 13 delas em situação irregular (Campos, 2003). Foram observados animais (bovinos e equinos) banhando-se nas águas dos dois rios em todas as cidades ribeirinhas visitadas, razão pela qual não foi surpreendente a concentração de salmonelas nos dois estuários. A maior quantidade de cepas da bactéria-foco encontrada no ponto de controle (P1) contraria a premissa de que deveria estar isento de qualquer interferência antropogênica por causa da ocorrência de fezes de animais em suas margens. Da mesma maneira, o Ponto P2 (porto dos pescadores), do mesmo estuário, foi o segundo lugar em índice de contaminação com *Salmonella*. Carvalho *et al.* (2009) estudando quatro fazendas de carcinicultura no Ceará, incluindo uma no estuário do Rio Acaraú, também diagnosticaram esse mesmo ponto como o mais contaminado dentre os pesquisados. Os dados da presente pesquisa relacionados à localização dos pontos de coleta, em ambos os estuários, sugerem que a atividade de carcinicultura não parece ser o fator preponderante na contaminação de *Salmonella* nos estuários, uma vez que, os pontos mais contaminados do Rio Acaraú estavam situados antes da carcinicultura e os do Rio Jaguaribe ao longo delas. A ocorrência de salmonelas nos dois rios abastecedores de fazendas é um fato preocupante, uma vez que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2001) impõe sua ausência em 25 g de qualquer alimento, incluindo os pescados, em razão de todas as cepas de *Salmonella* serem patógenas ao homem (Franco & Landgraf, 2004).

Dentre as 103 cepas de *Salmonella* isoladas figuram: *S. ser. Newport* (30%), *S. ser. Panama* (24%), *S. ser. Saintpaul* (17%), *S. ser. Anatum* (11%), *S. ser. Rubislaw* (6%), *S. ser. Madelia* (4%), *S. subs enterica* (4%), *S. ser. Albany* (3%) e *S. ser. Corvalis* (1%). Os sorovares *S. ser. Newport*, *S. ser. Anatum* e *S. ser. Albany* são comuns nas águas dos rios aqui investigados, fato também descrito por Parente *et al.* (2011) e Carvalho *et al.* (2009). Esses resultados podem sinalizar a ocorrência desses sorovares na população das cidades estudadas com consequente eliminação através do esgoto sanitário jogado nas águas dos rios investigados. Os sorovares de *Salmonella* são largamente distribuídos na natureza e, através de detritos

orgânicos de origem animal, penetram no ambiente aquático e persistem por longo tempo, portanto assegurando sua transmissão para novos hospedeiros (Winfield & Groisman, 2003).

Poucas cepas (apenas 4%) mostraram-se resistentes aos antimicrobianos testados, com destaque óbvio da tetraciclina por ser um dos antibióticos mais antigos para o tratamento, sendo também usado como promotor de crescimento para animais aquáticos (Fuzihara, 2001), apesar de ter sido banida como aditivo alimentar desde 1998 (Rossi, 2005).

Das 103 cepas testadas contra os antimicrobianos, 90, isoladas das águas do Rio Acaraú, foram sensíveis aos antimicrobianos testados. Esse fato é justificado por elas terem sido isoladas em pontos situados antes do deságue das carniculturas, significando que não tiveram contacto com essas substâncias químicas, o que não é verdade para aquelas coletadas nas águas do Jaguaribe. Na Tabela I pode-se observar que de 13 cepas isoladas das águas deste rio, 3 (23%) apresentaram resistência a mais de um antimicrobiano e 7,7% foram resistentes a pelo menos um deles.

Tabela I - Identificação das cepas de *Salmonella* isoladas em amostras de água dos rios Acaraú e Jaguaribe, no Estado do Ceará, no período novembro/2006 - maio/2007.

Sorovares	Acaraú	Jaguaribe	Total
<i>Salmonella</i> ser. Albany	-	3	3
<i>Salmonella</i> ser. Anatum	8	3	11
<i>Salmonella</i> ser. Corvallis	1	-	1
<i>Salmonella</i> ser. Enterica	3	1	4
<i>Salmonella</i> ser. Madelia	4	-	4
<i>Salmonella</i> ser. Newport	29	2	31
<i>Salmonella</i> ser. Panamá	25	-	25
<i>Salmonella</i> ser. Rubislaw	5	1	6
<i>Salmonella</i> ser. Saintpaul	15	3	18
Total de cepas	90 (87,38 %)	13 (12,62 %)	103

Foram observados três diferentes perfis de multiresistência: AMP- NAL- CLO- NIT- SUT- TET; NAT, SUT, TET e SUT -TET (Tabela II). O primeiro foi para o sorovar *S. ser. Saintpaul*, o segundo para *S. ser. Newport* e o terceiro para *S. ser. Albany*, todos isolados das águas do Rio Jaguaribe. Além disto uma

Tabela II - Perfil de multi-resistência das cepas de *Salmonella* isoladas de amostras de água do Rio Jaguaribe, no período novembro/2006 - maio/2007, frente aos antibióticos testados.

Cepa	Espécie	Local de coleta	Perfil de Sensibilidade		
			Sensível	Intermediário	Resistente
64	<i>S. ser. Saintpaul</i>	P1	CIP, IPM, GEN	CRO*	AMP, NAL, TET, NIT, SUT, CLO
69	<i>S. ser. Newport</i>	P2	AMP, NAL,	-	SUT, TET
70	<i>S. ser. Albany</i>	P3	AMP, NIT, SUT, CLO, CRO, IMP, GEN,	-	NAL, SUT, TET
72	<i>S. ser. Albany</i>	P4	AMP*, NIT, SUT, CLO, CRO, IMP, GEN, NAL	-	TET

*Subpopulação

quarta cepa, também de *S. ser. Albany* foi resistente a TET. O antimicrobiano presente em todos os perfis de multiresistência foi a tetraciclina. No Brasil é muito comum o uso de oxitetraciclina (família das tetraciclinas) em piscicultura comercial para o controle de doenças bacterianas e como medida profilática (Pereira Junior *et al.*, 2006). O fato da constante resistência à TET é preocupante uma vez que, em casos de surto de cólera, a droga de escolha é tetraciclina (ou doxaciiclina), o que compromete o tratamento clínico dos afetados (Campos, 2004). A resistência apresentada pelos microrganismos aos antimicrobianos é tida como uma forma de poluição genética, ou seja, a introdução de novo material ou a transferência de genes ao ambiente (Paul *et al.*, 1991), o que força as bactérias patogênicas a desenvolverem numerosas estratégias para resistir à ação das drogas incluindo sua modificação, inativação ou exclusão (Grohmann *et al.*, 2003).

Segundo Wang *et al.* (2008), os antimicrobianos oxitetraciclina, tetraciclina e cloranfenicol são largamente utilizados na prática veterinária como aditivos da alimentação para promover o crescimento devido ao seu amplo espectro de ação contra bactérias e o seu baixo custo. Hatha *et al.* (2003) afirmam que os antimicrobianos pertencentes ao grupo das tetraciclinas são amplamente utilizados para tratar e prevenir enfermidades na aquicultura, porém tem-se observado maior frequência de isolamento de bactérias resistentes a essa droga oriundas do ambiente aquícola.

Carvalho (2012), pesquisando a susceptibilidade aos antimicrobianos de cepas de *Salmonella* isoladas de amostras ambientes, encontrou 16,5% dos isolados resistentes a tetraciclina, resultado que ficou

abaixo daqueles determinados neste trabalho. Pesquisa realizada por Melo *et al.* (2011) sobre o perfil de susceptibilidade a antimicrobianos de cepas de *Vibrio parahaemolyticus*, isolados de amostras frescas e refrigeradas do camarão *Litopenaeus vannamei* em supermercados de Natal, Rio Grande do Norte, também confirma a presença de cepas resistentes a AMP.

Das quatro cepas (resistente e multi-resistentes) que sofreram a cura plasmidial, apenas uma delas perdeu o fenótipo de resistência, uma cepa de *S. ser. Albany* que havia sido resistente somente a TET.

Dentre os grupos de plasmídios mais estudados e amplamente distribuídos na célula estão os plasmídeos R, que conferem resistência a antibióticos e a vários outros inibidores de crescimento. Nos dois casos o resultado corresponde à resistência múltipla, sendo capazes de autoduplicação independente de replicação cromossômica (Trabulsi & Alterthum, 2008). Atualmente, os plasmídios de resistência são considerados um dos principais problemas na medicina clínica (Madigan *et al.*, 2010).

As cepas de *S. ser. Saintpaul*, *S. ser. Newport* e uma de *S. ser. Albany* resistentes a AMP, CLO, NAL, NIT, SUT, TET e a CRO (intermediário) mantiveram esse mesmo caráter o que leva à suspeita de resistência relacionada a genes cromossômicos. Este tipo de resistência depende de mutação espontânea, um evento raro, e quase sempre é dirigida a uma só droga e a frequência dessa transferência é relativamente baixa, razão por que seu impacto clínico é menor que o da resistência plasmidial. Entretanto, constatou-se que a resistência observada nesse estudo estava dirigida a duas ou mais drogas, o que exacerba o fato (Alterthum, 2008).

Quando testadas a Concentração Inibitória Mínima (CIM) dos antimicrobianos AMP, CLO, CRO, NAL, NIT, SUT, TET para as cepas de *S. ser. Saintpaul*, *S. ser. Newport*, *S. ser. Albany 1* e *2*, constatou-se que o maior valor, sem eficiência, foi o apresentado para SUT ($> 500 \mu\text{g}/\text{mL}$) pelas três primeiras estirpes. A quarta cepa (*S. ser. Albany 2*), foi sensível a esse antimicrobiano, porém resistiu a $500 \mu\text{g}/\text{mL}$ a AMP.

Madukosiri *et al.* (2009) encontraram valores inferiores de CIM para TET e AMP ($2 \mu\text{g}/\text{mL}$) em 35 isolados de *S. ser. Typhi* provenientes de amostras fecais de pacientes hospitalizados, mas discordam dos resultados da pesquisa e exigem o monitoramento de cepas com perfis de resistência. Das quatro cepas testadas, TET foi o antimicrobiano menos eficaz e para o qual todas elas exigiram um CIM de

35 a $40 \mu\text{g}/\text{mL}$. A resistência às tetraciclinas ocorre por aquisição de plasmídios de resistência. As proteínas denominadas Tet (Tet A, B, C e D) uma vez formadas, deslocam-se dos ribossomos para a membrana citoplasmática, provocando a saída quase imediata do antimicrobiano da célula o que impede sua ação (Alterthum, 2008).

Conclui-se que longos períodos de seca, associados à falta de infraestrutura das regiões estudadas geram impactos negativos no meio ambiente que afetam, sobremaneira, a qualidade da água exigida para a criação do camarão e comprometem sua exploração econômica. Além disso, no Rio Acaraú foi encontrada mais contaminação com *Salmonella* do que no Rio Jaguaribe (87,38%). A presença de *Salmonella* em rios que abastecem fazendas de carcinicultura aponta para dois problemas de saúde pública: presença de estirpes antibiótico-resistentes e a possível contaminação humana através do consumo de camarão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abraham, T.J.; Ghosh, S.; Nagesh, T.S. & Sasmal, D. Distribution of bacteria involved in nitrogen and sulphur cycles in shrimp culture systems of West Bengal, India. *Aquaculture*, Amsterdam, v.239, n.1- 4, p.275-288, 2004.
- Alterthum, F. Mecanismos de ação dos antimicrobianos e mecanismos de resistência, p.79-84, in Trabulsi, L.R. & Alterthum, F. (eds.), *Microbiologia*. Atheneu, 4ª edição, São Paulo, 2008.
- Boaventura, M.; Canuto, A. & Ferreira, A. Novas diretrizes no cultivo de camarão cinza *Litopenaeus vannamei* para o controle das enfermidades. *Revista de Aquicultura & Pesca*, São Paulo, n.17, p.25-28, 2006.
- BRASIL. *Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução, RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em 11 mar. 2007.
- Campos, AA. A zona costeira do Ceará: diagnóstico para a gestão integrada. *AQUASIS*, 293 p., Fortaleza, 2003.
- Campos, L.C. *Salmonella*, p.319-328, in Trabulsi, L.R. & Alterthum, F. (eds.), *Microbiologia*. Atheneu, 4ª edição, São Paulo, 2008.
- Carvalho, F.C.T. *Salmonella spp. e Escherichia coli em ambientes de cultivo de camarão* (*Litopenaeus van-*

- namei) no Estado do Ceará. Tese de Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar, Universidade de Federal do Ceará, 82 p., Fortaleza, 2012.
- Carvalho, F.C.T.; Barreto, N.S.E.; Reis, C.M.F.; Hofer, E. & Vieira, R.H.S.F. Susceptibilidade antimicrobiana de *Salmonella* spp. isoladas de fazendas de carcinicultura no Estado do Ceará. *Rev. Ciên. Agron.*, Fortaleza, v.40, n.4, p.549-556, 2009.
- CLSI. *Methods for broth dilution susceptibility testing of bacteria isolated from aquatic animals*. Clinical and Laboratory Standard Institute, v.26, n.24, p. 1-50, 2010.
- CLSI/NCCLS. *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: nineteenth informational supplement*. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, v.29, n.3, p.1-149, 2010.
- Eley, A.R. *Microbial food poisoning*. Chapman & Hall, 191 p., London, 1994.
- EUROSURVEILLANCE. Vigilância da resistência das salmonelas aos antibióticos. Disponível em: <<http://www.ceses.org/eurosurv>>. Acesso em 20 dez.1997.
- Franco, B.D.G.M. & Landgraf, M. *Microbiologia dos alimentos*. Atheneu, 182 p., São Paulo, 2004.
- Fuzihara, T.O. *Frequência e características de Salmonella em abatedouros de pequeno e médio portes da região do grande ABC*. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 98 p., São Paulo, 2001.
- Grohmann, E.; Muth, G.; Espinosa, M. Conjugative plasmid transfer in grampositive bacteria. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, New York, v. 67,n. 2, p.277-301, 2003.
- Hatha, A.A.M.; Maqbool, T.K. & Kumar, S.S. Microbial quality of shrimp products of export trade produce from aquaculture shrimp. *Intern. J. Food Microbiol.*, Amsterdam, v.82, n.3, p.213-221, 2003
- Hofer, E.; Silva Filho, S.J. & Reis E.M.F. Prevalência de sorovares de *Salmonella* isolados de aves no Brasil. *Pesq. Veter. Brasil.*, Rio de Janeiro, v.17, n.2, p.55-62, 1997.
- Paul, J.H.; Frischer, M.E. & Thurmond, J.M. Gene transfer in marine water column and segment microcosms by natural plasmid transformation. *Appl. Environ. Microbiol.*, Washington, v.57, n.5, p.1509-1515, 1991
- Parente, L.S.; Costa, R.A.; Vieira, G.H.F.; Reis, E.M.F.; Hofer, E.; Fonteles-Filho, A.A. & Vieira, R.H.S.F. Bactérias entéricas presentes em amostras de água e camarão marinho *Litopenaeus vannamei* oriundos de fazendas de cultivo no Estado do Ceará, Brasil. *Braz. J. Veter. Res. Anim. Sci.*, São Paulo, v.48, n.1, p.46-53, 2011.
- Pereira Jr., D.J.; Figueiredo, H.C.P.; Carneiro, D.O. & Leal, C.A.G. Concentração inibitória mínima de oxitetraciclina para isolados de *Aeromonas hydrophila* obtidos de diferentes fontes. *Ciên. Agrotecnol.*, Lavras, v.30, n.6, p.1190-1195, 2006.
- Pinto, P.S.A. Aspectos sanitários da salmonelose como uma zoonose. *Hig. Alim.*, São Paulo, v.14, n.71, p.39-43, 2000.
- Popoff, M.Y.; Bockemuhl, J.; Brenner, F.W.; Gheesling, L.L. Supplement 2002 (n. 46) to the Kauffmann-White scheme. *Res. Microbiol.*, Amsterdam, v.155, n.7, p.568-570, 2004.
- Rossi, A.A. *Biossegurança em frangos de corte e saúde pública: limitações, alternativas e subsídios na prevenção de salmoneloses*. Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 111 p., Florianópolis, 2005.
- Madigan, M.T; Martinkon, J.M.; Dnlap, V.P & Clark, D.P. *Microbiologia de Brock*. Artmed, 12ª edição, 1160 p., Porto Alegre, 2010.
- Madukosiri, C.H.; Edike, T. & Ghandi, E.O. Comparative studies of susceptibility of *Salmonella* Typhi to antibiotics and some plant extracts. *Nigerian J. Biochem. Mol. Biol.*, v.24, n.1, p.16-21, 2009.
- Melo; L.M.R.; Almeida, D.; Hofer, E; Reis; C.M.F.; Theophilo, G.N.D.; Santos, A.F.M.m & Vieira, R.H.S.F. Antibiotic resistance of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from pond-reared *Litopenaeus vannamei* marketed in Natal, Brazil. *Braz. J. Microbiol.*, São Paulo, v.42, n.4, p.1463-1469, 2011.
- Molina-Aja, A.; Garcia-Gasca, A.; Abreu-Grobois, A.; Bolán -Mejía, C.; Roque, A. & Gomez-Gil, B. Plasmid profiling and antibiotic resistance of *Vibrio* strains isolated from cultured penaeid shrimp. *FEMS Microbiol. Lett.*, Malden, v.213, n.1, p.7-12, 2002.
- Nogueira-Lima, A.C.; Gesteira, T.C.V. & Mafezoli, J. Oxytetracycline residues in cultivated marine shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) (Crustácea, Decapoda) submitted to antibiotic treatment. *Aquaculture*, v.254, p.748 -757, 2006
- Trabulsi, L.R. & Alterthum, F. *Microbiologia*. Atheneu, 5ª edição, 760 p., São Paulo, 2008.
- Wallace, H.A. & Hammack, T.S. *Salmonella*, in U.S. Food and Drugs Administration, *Center for Food Safety & Applied Nutrition. Bacteriological Analytical*

Manual online. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/~bam/bam-4a.html>> Acesso em 10 out. 2009.

Wang, L.; Yang, H.; Zhang, C.; Mo, Y. & Lu, X. Determination of oxytetracycline, tetracycline and chloramphenicol antibiotics in animal feeds using subcritical water extraction and high performance

liquid chromatography. *Analytica Chimica Acta*, Amsterdam, v.619, n.1, p.54-58, 2008.

Winfield, M.D. & Groisman, E.A. Role of nonhost environments in the lifestyles of *Salmonella* and *Escherichia coli*. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.69, n.7, p.3687-3694, 2003.