

Susceptibilidade antimicrobiana de *Salmonella* spp. isoladas de fazendas de carciniculturas no Estado do Ceará¹

Antimicrobial susceptibility of *Salmonella* isolated from shrimp farms in Ceará State, Brazil

Fatima Cristiane Teles de Carvalho², Norma Suely Evangelista Barreto³, Cristhiane Moura Falavina dos Reis⁴, Ernesto Hofer⁵ e Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira^{6*}

Resumo - O uso convencional de antibióticos, principalmente em cultivos intensivos, tem aumentado a resistência antimicrobiana, selecionando patógenos resistentes. Este trabalho objetivou testar a susceptibilidade antimicrobiana de 23 cepas de *Salmonella* spp., isoladas de água, sedimento e camarão, de quatro fazendas de carcinicultura no Estado do Ceará, a diferentes antimicrobianos comerciais. Os sorovares testados frente aos antibióticos foram *Salmonella* Newport 14 (61%), *Salmonella* Anatum 05 (22%), *Salmonella* Albany 03 (13%) e *Salmonella* Soahanina 01 (4%). As cepas isoladas apresentaram perfil de resistência à tetraciclina de 39% e sensibilidade intermediária de 61%. Para o ácido nalidixico, a resistência ficou em 17% e para a gentamicina em 04%. Perfil de multiresistência foi observado em 03 (13%) sorovares de *Salmonella* Albany e 01 (04%) de *Salmonella* Newport. Os resultados obtidos alertam quanto ao uso indiscriminado de antibióticos na carcinicultura, prática que contribui para a seleção de linhagens resistentes a estes antimicrobianos normalmente empregados no combate a infecções alimentares humanas.

Palavras-chave - Camarão marinho. Poluição. Atividade antimicrobiana.

Abstract - The conventional use of antibiotics, particularly in intensive aquaculture systems, has led to the increase of microbial resistance through pathogen selection. This study tested the antimicrobial susceptibility of 23 *Salmonella* strains isolated from water, sediment and shrimp muscle, at four shrimp farms in Ceará State, Brazil. The tested sorovars to antimicrobials were: *Salmonella* Newport 14 (61%), *Salmonella* Anatum, 5 (22%), *Salmonella* Albany 3 (13%) and *Salmonella* Soahanina 1 (4%). Results showed the following resistance profiles: tetracycline - resistance of 35% and intermediate sensitivity of 61%; nalidix acid - resistance of 17%; and gentamicin - resistance of 4%. Multiresistance profile was observed in three (13%) sorovars of *Salmonella* Albany and one (4%) sorovar of *Salmonella* Newport. These results show an evidence of antibiotics indiscriminate use by shrimp farmers and how it can contribute to the raise of bacteria strains resistant to antimicrobials usually used as a treatment of human food poisoning.

Key words - Shrimp farms. Pollution. Antibiotic activity.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 11/07/2008; aprovado em 09/09/2009

Parte da Dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais

²Instituto de Ciências do Mar-Labomar, UFC, Fortaleza-CE, Brasil, fctcarvalho@yahoo.com.br

³Bolsista DCR/Funcap/CNPq, Instituto de Ciências do Mar-Labomar, UFC, Fortaleza, CE, Brasil nsevangalista@yahoo.com.br

⁴Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, cristhianereis@ibest.com.br

⁵Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz, Rio de Janeiro-RJ, Brasil, hofer@uninet.com.br

⁶Centro de Ciências Agrárias/Labomar, UFC, Av. Abolição, 3207, Meireles, Fortaleza-CE, Brasil, 60.165-081, regine@labomar.ufc.br

Introdução

A contaminação do homem por bactérias Gram negativas através de alimentos é de interesse para a saúde pública. Nesse contexto, destacam-se os sorovares (que têm por base a composição antigênica das salmonelas com relação aos seus antígenos somáticos (O), flagelar (H) e capsular (Vi)) que podem estar estritamente adaptados a um hospedeiro em particular ou podem ser ubiqüitários (CAMPOS, 2005a).

A *Salmonella* tem sido um dos maiores agentes causadores de gastroenterites em humanos e animais. Segundo Alves et al. (2001) a salmonelose é uma das doenças zoonóticas mais prevalentes e, apesar das constantes inspeções por parte de órgãos competentes, os surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) estão aumentando, particularmente nos países ocidentais. Nos Estados Unidos da América, a cada ano, relata-se que esta bactéria é responsável por 800.000 a 4 milhões dos casos de doenças infecciosas e que, das 500 mortes registradas, as crianças representam o maior número de vítimas fatais. Isto ocorre porque *Salmonella* além de causar gastroenterite, em alguns pacientes, também causa infecções invasivas (PATERSON, 2006), incluindo septicemia e meningite, que ocorrem em 5 a 10% dos casos confirmados, principalmente entre crianças, idosos e pacientes com o sistema imune comprometido (CHIAPPINI et al., 2002). Ainda naquele país, as salmonelas não tifóides têm sido associadas ao consumo de peixes e crustáceos, sendo *Salmonella* Paratyphi e *Salmonella* Enteritidis encontradas em camarão e moluscos bivalves e *Salmonella* Typhi a principal bactéria associada a doenças veiculadas por moluscos (FELDHUSEN, 2000).

Em diversos países a resistência antimicrobiana bacteriana tem aumentado devido à prescrição excessiva de antibióticos por parte de médicos, o uso indiscriminado pelo público e o emprego dessas drogas nos cultivos intensivos de animais (HARAKEH et al., 2006). O uso de antibióticos nas rações, visando efeito profilático no tratamento de infecções animais como promotor de crescimento tem contribuído para a perpetuação de estirpes resistentes e patogênicas (PINTO, 2000). Assim, a aplicação de antibióticos, além de suprimir a microbiota intestinal normal, rompendo o efeito protetor, aumenta a vantagem competitiva das salmonelas antibiótico-resistente, favorecendo a ocorrência de salmoneloses (ELEY, 1994).

Baseado nisso, o objetivo desta pesquisa foi testar a susceptibilidade de cepas de *Salmonella* (isoladas de amostras de água, camarão e sedimento de viveiro de quatro fazendas de carcinicultura no Estado do Ceará) a diferentes agentes antimicrobianos, em virtude do crescente aumento da resistência a antibióticos em áreas de cultivo.

Material e métodos

As 23 cepas utilizadas nesta pesquisa foram isoladas de diferentes substratos (água, sedimento e camarão), em fazendas de carcinicultura (cultivo de camarão) localizadas na Bacia Metropolitana (Rio Choró), Fazenda 1 (F1); Bacia do Coreau (Rio Coreau), Fazenda 2 (F2); Baixo Jaguaribe (Rio Jaguaribe), Fazenda 3 (F3) e Bacia do Acaraú (Rio Acaraú), Fazenda 4 (F4), no período de junho de 2003 a março de 2004 (Figura 1). As coletas foram realizadas em três períodos sazonais: seco (24/06 a 9/09/2003), intermediário (23/11 a 15/12/2003) e chuvoso (7/02 a 22/03/2004). Os pontos de coletas foram: um local de risco (ponto externo - PEX) e dentro das fazendas (viveiro - VIV e camarão).

A identificação prévia das cepas seguiu a metodologia proposta no Bacteriological Analytical Manual (WALLACE; HAMMACK, 2005). As cepas, armazenadas em estufa B.O.D. a 15 °C, foram inoculadas em Caldo Tripticase Soja (TSB) (Difco) e incubadas a 35 °C por 24 h. Posteriormente foram realizados os testes de sorologia. Após a confirmação da presença de *Salmonella*, os sorovares foram submetidos ao teste de sensibilidade a agentes antimicrobianos, usando a metodologia proposta por Kirby-Bauer e a técnica ditada pelo Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2005). Para verificação da susceptibilidade das amostras foram utilizados os seguintes antimicrobianos da marca Oxoid: ácido nalidíxico-NAL (30 µg), ampicilina-AMP (10 µg), Cloranfenicol-CHO (30 µg), ciprofloxacina-CIP (5 µg), gentamicina-GEN (10 µg), nitrofurantoina-NIT (300 µg) e tetraciclina-TCY (30 µg). Nesse teste, os discos dos antimicrobianos eram mantidos sob refrigeração em temperaturas de aproximadamente 2 a 8 °C e dentro do prazo de validade.

A densidade da turbidez do inóculo equivalente a 0,5 da escala de MacFarland, ou seja, densidade de 10^7 - 10^8 UFC/mL, foi obtida usando espectrofotômetro. No espectrofotômetro a densidade requerida era alcançada quando a leitura de absorbância se encontrava no intervalo de 0,08 a 0,10, no comprimento de onda de 625 nm (WIKLER et al., 2005). Após o ajuste do inóculo, mergulhou-se um *swab* de algodão estéril na salina turva, pressionando-o firmemente contra a parede interna do tubo a fim de ser retirado qualquer excesso e os inóculos foram semeados nas placas contendo ágar Muller-Hinton. Após cinco minutos, com o auxílio de uma pinça flambada, os discos de antibiótico foram fixados nas placas e incubadas a 37 °C por 18 h. Em seguida, procedeu-se a medição dos halos de inibição em torno dos discos, com o uso de paquímetro. Foram empregadas como controle as cepas: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli*

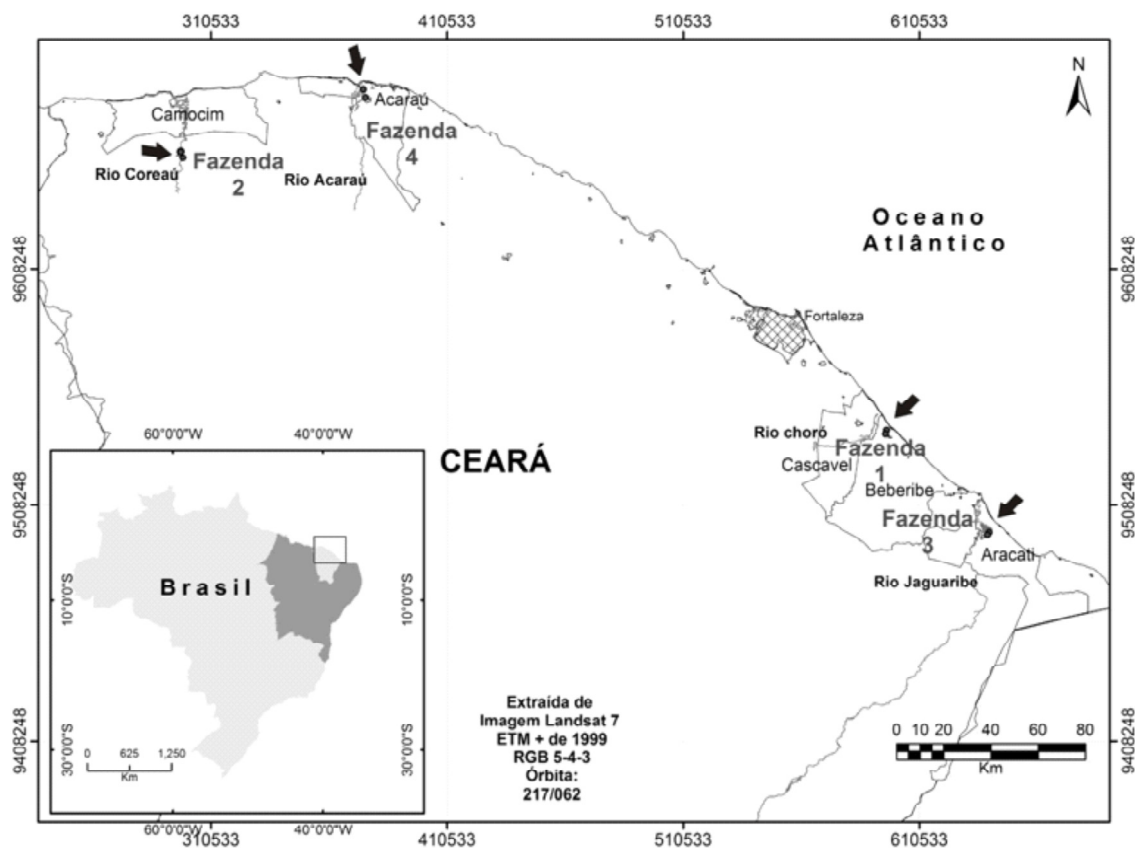


Figura 1 - Localização das quatro fazendas de carcinicultura no Estado do Ceará

ATCC 35218, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 e *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.

Resultados e discussão

Das amostras de água e sedimento (PEX e VIV) e camarão coletadas nas quatro Fazendas de cultivo, foram identificadas 23 cepas de *Salmonella*, sendo 15 (65%) provenientes das amostras de água, cinco (22%) do sedimento e três (13%) do camarão. Na estação intermediária ou de transição, foram obtidos 11 (48%) isolados de *Salmonella*, seguido por nove (39%) no período chuvoso e três (13%) no período seco (Tabela 1).

Analisando-se o período estudado como um todo, pode-se verificar que a maior predominância de salmonelas ocorreu na fazenda da Bacia do Jaguaribe, com 14 (61%) isolados, sendo nove (64%) cepas provenientes das amostras de água e cinco (36%) do sedimento. Desses, oito (57%) isolados foram obtidos no período intermediário e seis (43%) no período

chuvoso. Nenhum isolado de *Salmonella* foi encontrado no período seco, nos três substratos estudados. A fazenda da Bacia do Acarau apresentou cinco (22%) cepas de *Salmonella*, nos mesmos períodos sazonais que a Bacia do Jaguaribe, sendo quatro (80%) estirpes provenientes de amostras de água e uma (20%) do camarão. A fazenda de cultivo da Bacia do Coreau apresentou quatro (17%) cepas de *Salmonella*. Ao contrário das demais fazendas, a Bacia do Coreau apresentou três (75%) isolados de *Salmonella* no período seco, sendo uma cepa proveniente de amostra de água e duas de camarão. Na área de cultivo do rio Choró não foi verificada a presença de *Salmonella* em qualquer uma das amostras, em todo o período analisado (Tabela 1).

No Brasil, a carcinicultura não recorre à prática comum observada em outros países, como no sudeste asiático, da utilização de fezes de galinhas como fonte de alimentação para os peneídeos (camarões) nos viveiros (REILLY; TWIDDY, 1992), ou colocar esterco animal como fertilizante nos criadouros (BHASKAR et al., 1995). A detecção dessa bactéria no ambiente significa que o

Tabela 1 - Número de cepas de *Salmonella* isoladas de acordo com o local de coleta e a natureza das amostras durante os três períodos estudados

Períodos	Amostras	Locais				Total
		Choró	Coreaú	Jaguaribe	Acaraú	
Seco	Água	0	1	0	0	1
	Sedimento	0	0	0	0	0
	Camarão	0	2	0	0	2
Intermediário	Água	0	1	4	2	7
	Sedimento	0	0	4	0	4
	Camarão	0	0	0	0	0
Chuvoso	Água	0	0	5	2	7
	Sedimento	0	0	1	0	1
	Camarão	0	0	0	1	1
Total		0	4	14	5	23

mesmo deve estar recebendo um constante aporte fecal, que pode ser atribuído à população ribeirinha ou mesmo à presença de animais (aves, bovinos e suínos), presentes nas Fazendas, contribuindo dessa forma para o aumento da contaminação do ambiente.

Dos 23 isolados de *Salmonella* obtidos, foram identificados quatro sorotipos: *Salmonella* Anatum, *Salmonella* Newport, *Salmonella* Soahanina e *Salmonella* Albany (Figura 2).

A presença de *Salmonella* Newport (isolada das fazendas das Bacias do Jaguaribe e Coreaú), *Salmonella* Soahanina e *Salmonella* Albany (Bacia do Jaguaribe) e *Salmonella* Anatum (Bacia do Acaraú) sugere que esta contaminação ocorre pela presença de animais. *Salmonella* Anatum é um sorotipo comumente isolado de

equínos, bovinos, cães, gatos, aves domésticas (FRANCO; LANDGRAF, 1996) e rações para animais (HOFER; SILVA, 1998), embora já tenha sido isolada de casos de salmonelose em humanos (KRAUSE et al., 2001).

Salmonella Newport foi relatada por Parente (2005) ao estudar a água de viveiro, em duas fazendas de camarão, no litoral oeste do Ceará. Para Bhaskar et al. (1995) a incidência desse microrganismo em amostras de sedimento se deve ao fato da sobrevivência no substrato, podendo posteriormente, ser transferido para a água e o camarão.

A ocorrência deste patógeno em amostras de água e camarão é de grande interesse para a saúde pública, uma vez que, a legislação vigente impõe sua ausência em 25 g de amostra de qualquer alimento, incluindo os pescados (ANVISA, 2001). Por outro lado, o uso de antibióticos utilizados na aquicultura tem chamado a atenção dos pesquisadores, devido à resistência apresentada pelos diversos microrganismos, principalmente os patogênicos. A aparição de cepas resistentes a antibióticos, além de ser um problema ecológico, é um problema médico, social, econômico e ético, dado que as infecções produzidas por essas bactérias resistentes apresentam maior morbidade e mortalidade (CABELLO, 2004).

Para Silva e Duarte (2002) existe um consenso em diversos países de que o uso indiscriminado de antibióticos na produção animal tem sido uma das causas do aumento da resistência antimicrobiana. No Chile, a restrição de antibióticos na medicina ocorre desde 1998, no entanto, o uso dessas drogas na avicultura e aquicultura permanece totalmente sem controle (CABELLO, 2004). No Brasil, o uso de antibióticos na piscicultura é baseado na Instrução Normativa nº. 42, de 20 de dezembro de 1999, que permite a aplicação de tetraciclina, eritromicina e oxitetraciclina, sendo esta última, ministrada na ração para tratamento de furunculose e eritrodermatite

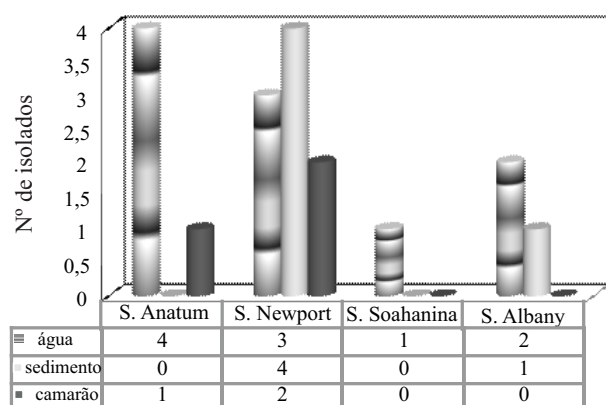


Figura 2 - *Salmonella* isoladas dos três substratos estudados (água, sedimento e camarão), em quatro fazendas de carcinicultura, situadas no Estado do Ceará

na carpa (*Cyprinus carpio*). Nos camarões, esses mesmos antibióticos são recomendados como medida profilática contra o agente da necrose hepatopancreática (NPH), bem como nas doenças determinadas por bactérias psicrófilas na septicemia hemorrágica por *Pseudomonas*, *Edwardsiella* e *Aeromonas* (BRASIL, 1999).

O perfil de susceptibilidade aos antimicrobianos testados, classificados em seis grupos (betalactâmicos, tetraciclina, nitrofuranos, aminoglicosídeos, cloranfenicol e quinolonas) foi de 100% para os aminoglicosídeos, cloranfenicol, nitrofuranos e betalactâmicos, 78,3% para as quinolonas e 0% para as tetraciclina (Figura 3).

Embora um elevado percentual de cepas sensíveis aos antimicrobianos empregados, tenha sido observado, ressalta-se a resistência encontrada às quinolonas (ácido nalidixico). A resistência às quinolonas é cromossômica, sendo a transferência da resistência rara e surge da difusão de clones de amostras mutantes (LIMA et al., 2006), que alcançam o ambiente através de esgotos de resíduos animais, bem como por excretas humanas (REINTHALER et al., 2003). A resistência às tetraciclina ocorre por aquisição de plasmídeos resistentes. Isto ocorre devido às proteínas Tet (A, B, C e D) que, uma vez formadas, localizam-se na membrana citoplasmática, provocando a saída quase imediata do antibiótico da célula (ALTERTHUM, 2004). Este mecanismo de transferência exerce um papel crucial na resistência de genes bacterianos espalhados no ambiente (HARAKEH et al., 2006).

A determinação do perfil de resistência aos sete antimicrobianos está apresentada na Tabela 2. Nove (39%) cepas de *Salmonella* foram resistentes à tetraciclina e três (13%) ao ácido nalidixico. As cepas apresentaram 100%

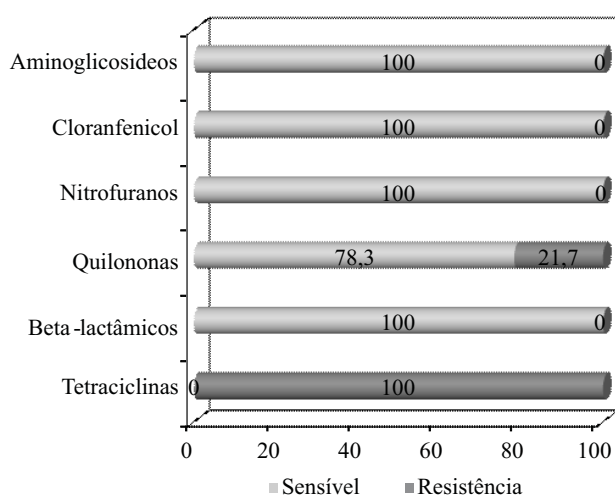


Figura 3 - Susceptibilidade antimicrobiana de *Salmonella* para os principais grupos de antimicrobianos testados

de sensibilidade aos antibióticos ampicilina, cloranfenicol, ciprofloxacina e nitrofurontoina. Foram observados ainda, 14 (61%) cepas com resistência intermediária a tetraciclina e uma (4%) ao ácido nalidixico e gentamicina. Levando-se em conta as estirpes resistentes e resistência intermediária, todos os sorovares testados apresentaram resistência à tetraciclina (Tabela 2), pois o uso de antimicrobianos com sensibilidade intermediária e classificados como sensíveis, somente faz seleção as cepas resistentes. Cortez et al. (2006) ao testarem a susceptibilidade de 29 cepas de *Salmonella* spp. isoladas de abatedouro aviário no Estado de São Paulo, no período de março de 2003 a agosto de 2004, relataram resistência a esse antibiótico em 21 (72,4%) dos isolados.

Na Tabela 2, observa-se ainda que a bactéria isolada na Bacia do Jaguaribe apresentou maior perfil de resistência e que em algumas estirpes, essa resistência foi observada em até três antimicrobianos de diferentes classes: TE, NAL, CN. Múltipla resistência foi observada tanto em amostras de água como de sedimento. Para Cabello (2006) drogas residuais que permanecem no sedimento, exercem forte pressão seletiva, alterando a composição da microflora do sedimento e selecionando bactérias resistentes aos antibióticos.

Cepas de *Salmonella* Albany provenientes da fazenda Jaguaribe apresentaram resistência a dois antimicrobianos (TE e NAL), enquanto *Salmonella* Newport, também da mesma fazenda, apresentou resistência intermediária a três antimicrobianos (TE, NAL e CN) (Tabela 2). A presença desses sorovares no camarão e resistentes a tetraciclina (Tabela 2) é preocupante, uma vez que estes microrganismos podem causar graves infecções em humanos. Furushita et al. (2003) estudando a similaridade entre genes bacterianos resistente às tetraciclina isolados de peixes de criação e isolados clínicos no Japão, observaram elevada similaridade, sugerindo que os mesmos podem ser obtidos a partir da mesma fonte.

A resistência intermediária para *Salmonella* observada neste trabalho para o ácido nalidixico e a gentamicina, sugere resistência cruzada para os antimicrobianos. Schmidt e Cardoso (2003) analisando *Salmonella* isolada em sistemas de criação de suíno encontraram cepas resistentes a gentamicina em 6,2%. Casos de resistência às quinolonas têm sido descritos em surtos e em casos endêmicos na Ásia (CAMPOS, 2005a). A amplitude de transmissão da resistência antimicrobiana entre bactérias de ambientes aquáticos e terrestres foi recentemente demonstrada por Cabello (2006) ao relatar resistência às quinolonas mediada por plasmídeo entre patógenos humanos gram-negativos.

Tabela 2 - Ocorrência de resistência e múltipla resistência a antimicrobianos (MAR) nas cepas de *Salmonella* isoladas de diferentes substratos (água, sedimento e camarão), em três fazendas de carcinicultura, situadas no Estado do Ceará

Local	Origem	Amostra	Isolados	Resistência	MAR
F2	PEX	Água	1. <i>Salmonella</i> Newport	TE*	0,14
	PEX	Água	2. <i>Salmonella</i> Newport	TE*	0,14
	CAMARÃO	Camarão	3. <i>Salmonella</i> Newport	TE*	0,14
	CAMARÃO	Camarão	4. <i>Salmonella</i> Newport	TE*	0,14
F3	PEX	Água	5. <i>Salmonella</i> Newport	TE*	0,14
	PEX	Água	6. <i>Salmonella</i> Newport	TE	0,14
	PEX	Água	1. <i>Salmonella</i> Soahanina	TE	0,14
	VIV	Água	7. <i>Salmonella</i> Newport	TE*	0,14
	VIV	Água	8. <i>Salmonella</i> Newport	TE*	0,14
	PEX	Água	1. <i>Salmonella</i> Albany	TE, NAL	0,29
	PEX	Água	2. <i>Salmonella</i> Albany	TE, NAL	0,29
	PEX	Água	9. <i>Salmonella</i> Newport	TE*	0,14
	VIV	Água	10. <i>Salmonella</i> Newport	TE*, NAL*, CN*	0,43
	PEX	Sedimento	11. <i>Salmonella</i> Newport	TE*	0,14
	PEX	Sedimento	12. <i>Salmonella</i> Newport	TE*	0,14
	PEX	Sedimento	13. <i>Salmonella</i> Newport	TE*	0,14
	PEX	Sedimento	14. <i>Salmonella</i> Newport	TE	0,14
	PEX	Sedimento	1. <i>Salmonella</i> Albany	TE, NAL	0,29
F4	PEX	Água	2. <i>Salmonella</i> Anatum	TE*	0,14
	PEX	Água	3. <i>Salmonella</i> Anatum	TE	0,14
	PEX	Água	4. <i>Salmonella</i> Anatum	TE*	0,14
	PEX	Água	5. <i>Salmonella</i> Anatum	TE*	0,14
	CAMARÃO	Camarão	6. <i>Salmonella</i> Anatum	TE	0,14

F2 - Bacia do Coreaú, F3 - Bacia do Jaguaribe e F4 - Bacia do Acaraú. TCY - tetraciclina, NAL - Ácido Nalidixico, AMP - Ampicilina, GEN - Gentamicina, CHO - Cloranfenicol, CIP - Ciprofloxacina, NIT - Nitrofurantoina. * Cepas com resistência intermediária ao antibiótico.

As infecções por *Salmonella* geralmente são tratadas com drogas como as cefalosporinas de terceira geração e as fluorquinolonas. Entretanto, ao levar em consideração a transferência plasmidial que ocorre entre os microrganismos, a resistência apresentada à tetraciclina é grave, uma vez que, em casos de surtos como, por exemplo, de cólera, estirpes resistentes irão comprometer o tratamento clínico, devido à tetraciclina ou doxaciiclina ser a droga de escolha para a terapia da doença (CAMPOS, 2005b). Pessoas infectadas com *Salmonella* Typhi e resistente ao ácido nalidixico têm apresentado maior duração da doença quando tratados com fluorquinolonas (FAO, 2006).

Para Silva e Duarte (2002) o extensivo uso das quinolonas em aves tem sido facilitado por uma legislação de prescrição muito flexível, pelo aparecimento de genéricos para uso em ração e água que apresentam menor custo quando comparados aos primeiros produtos aprovados e, sem dúvida, pela eficácia contra as salmonelas. Segundo Cabello (2004), o uso de fluorquinolonas na aquíicultura do Chile tem gerado problemas de resistência bacteriana aos antimicrobianos, principalmente na medicina humana. As quinolonas também atuam como drogas sinérgicas com a gentamicina ou a ceftazidina contra *Pseudomonas* (TAVARES, 2001).

Os resultados do índice MAR (Múltipla Resistência a Antimicrobianos) estão apresentados na Tabela 2. Do total de cepas estudadas, três (13%) apresentaram índice MAR (Múltipla Resistência a Antimicrobianos) igual ou superior a 0,29, ou seja, resistência a dois ou mais antimicrobianos dos seis antimicrobianos usados. Quando considerados os diferentes ambientes analisados, observou-se que os isolados do sedimento e água apresentaram uma e duas cepas, respectivamente, com MAR 0,29 (resistência a duas drogas), enquanto outro isolado da água apresentou MAR de 0,43 (resistência a três drogas). A maior incidência de múltipla resistência observada nos isolados da água sugere um alto risco de transferência entre a microbiota, o que pode ser determinante para a difusão e prevalência da resistência antimicrobiana no ambiente.

Estes resultados servem de alerta para que se realize um maior monitoramento das estirpes bacterianas isoladas nos cultivos de camarão, em virtude do uso indiscriminado de antibióticos no tratamento de infecções e a adição na ração animal, contribuindo dessa maneira para a emergência de resistência entre cepas de *Salmonella* e outras bactérias. Por outro lado, a prudência quanto ao uso de agentes antimicrobianos é um pré-requisito para a minimização das bactérias resistentes a droga antimicrobianas, embora esta prudência por si só, não seja suficiente para controlar esta emergente ameaça à saúde pública (HARAKEH et al., 2006).

Conclusão

A resistência adquirida de *Salmonella* devido à utilização inadequada de antimicrobianos usados em doses sub-terapêuticas nas fazendas de carcinicultura, além de selecionar agentes bacterianos resistentes, compromete a saúde das pessoas envolvidas, bem como a terapia dos animais, promovendo a disseminação de estirpes resistentes. Os resultados obtidos evidenciaram que a elevada resistência à tetraciclina nas cepas de *Salmonella*, sugere o uso excessivo desse antibacteriano nos cultivos de camarão e que a sua aplicação na aquíicultura mesmo em baixas concentrações, deve ser evitada.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, RJ através do Prof. Dr. Ernesto Hofêr pela identificação sorológica das cepas e ao Prof. Dr. Raul Malvino Madrid que foi um grande colaborador na realização deste trabalho. Agradecemos ainda as agências FUNCAP e ABCC pelo suporte financeiro.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 12 nov. 2005.
- ALTERTHUM, F. Mecanismo de ação dos antibacterianos e mecanismos de resistência. In: TRABULSI, L. R. (et al.). **Microbiologia**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2004. cap. 9, p. 79-84.
- ALVES, L. M. C. et al. Toxinfecção alimentar por *Salmonella* Enteritidis: relato de um surto ocorrido em São Luís-MA. **Higiene Alimentar**, v. 15, n. 80-81, p. 57-58, 2001.
- BHASKAR, N. et al. Incidence of *Salmonella* in cultured shrimp *Penaeus monodon*. **Aquaculture**, v. 138, n. 1-4, p. 257-266, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa MA nº 42, de 20 de dezembro de 1999 - Altera o Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal - PNCR, e os Programas de Controle de Resíduos em Carne - PCRC, Mel - PCRM, Leite - PCRL e Pescado - PCRP. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF. 1999. Seção 1.
- CABELLO, F. C. Antibióticos y acuicultura em Chile: consecuencias para la salud humana y animal. **Revista Médica do Chile**, v. 132, n. 08, p. 1001-1006, 2004.
- CABELLO, F. C. Heavy use of prophylactic antibiotics in aquaculture: a growing problem for human and animal health and for the environment. **Environmental Microbiology**, v. 08, n. 07, p. 1137-1144, 2006.
- CAMPOS, L. C. *Salmonella*. In: TRABULSI, L. R. (et al.). **Microbiologia**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2005a. cap. 43, p. 319-328.
- CAMPOS, L. C. *Vibrio cholerae*. In: TRABULSI, L. R. (et al.). **Microbiologia**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2005b. cap. 45, p. 337-343.
- CHIAPPINI, E. et al. Results of a 5-year prospective surveillance study of antibiotic resistance among *Salmonella* enterica isolates and ceftriaxone therapy among children hospitalized for acute diarrhea. **Clinical Therapeutics**, v. 24, n. 10, p. 1585-1594, 2002.
- CORTEZ, A. L. L. et al. Resistência antimicrobiana de cepas de *Salmonella* spp. isoladas de abatedouros de aves. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 02, p. 157-163, 2006.
- ELEY, A. R. **Microbial food poisoning**. London: Chapman & Hall, 1994. 191 p.
- FELDHUSEN, F. T. The role of seafood in bacterial foodborne diseases. **Microbes and Infection**, v. 2, n. 13, p. 1651-1660, 2000.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO) **Report of a joint FAO/OIE/WHO expert consultation on antimicrobial use in aquaculture and antimicrobial resistance**. Seoul, Republic of Korea, 2006.

- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos alimentos. São Paulo: Manole, 1996. 187 p.
- FURUSHITA, M. et al. Similarity of Tetracycline Resistance Genes Isolated from Fish Farm Bacteria to Those from Clinical Isolates. **Applied Environmental Microbiology**, v. 69, n. 09, p. 5336-5342, 2003.
- HARAKEH, S.; YASSINE, H.; EL-FADEL, M. Antimicrobial-resistant patterns of *Escherichia coli* and *Salmonella* strains in the aquatic Lebanese environments. **Environmental pollution**, v. 143, n. 02, p. 269-277, 2006.
- HOFER, E.; SILVA, S. J. Sorovares de *Salmonella* isolados de matérias-primas e de ração para aves no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 18, n. 01, p. 21-27, 1998.
- KRAUSE, G.; TERZAGIAN, R.; HAMMOND, R. Outbreak of *Salmonella* serotype Anatum infection associated with unpasteurized orange juice. **Southern Medical Journal**, v. 94, n. 12, p. 1168-1172, 2001.
- LIMA, R. M. S. et al. Resistência a antimicrobianos de bactérias oriundas de ambiente de criação e filés de tilápias. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 01, p. 126-132, 2006.
- PARENTE, L. S. **Condições Higiênicas-Sanitárias de duas Fazendas de cultivo de camarão marinho no estado do Ceará**. 2005. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- PATERSON, D. L. Resistance in Gram-negative bacteria: Enterobacteriaceae. **The American Journal of Medicine**, v. 119, n. 6A, p. S20-S28, 2006.
- PINTO, P. S. A. Aspectos sanitários da salmonelose como uma zoonose. **Higiene Alimentar**, v. 14, n. 73, p. 39-43, 2000.
- REILLY, P. J. A.; TWIDDY, D. R. *Salmonella* and *Vibrio cholerae* in brackishwater cultured tropical prawns. **International Journal of Food Microbiology**, v. 16, p. 293-301, 1992.
- REINTHALER, F. F. et al. Antibiotic resistance of *E. coli* in sewage and sludge. **Water Research**, v. 37, p. 1685-1690, 2003.
- SCHMIDT, V.; CARDOSO, M. R. I. Sobrevivência e perfil de resistência a antimicrobianos de *Salmonella* sp. isoladas em sistema de tratamento de dejetos de suínos. **Ciência Rural**, v. 33, n. 05, p. 881-888, 2003.
- SILVA, E. N.; DUARTE, A. *Salmonella* Enteritidis em aves: retrospectiva no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas**, v. 04, n. 02, p. 85-100, 2002.
- TAVARES, W. **Manual de antibióticos e quimioterápicos antifeciosos**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 1216 p.
- WALLACE, H. A.; HAMMACK, T. S. *Salmonella*. In: U.S. FOOD AND DRUGS ADMINISTRATION, CENTER FOR FOOD SAFETY & APPLIED NUTRITION. **Bacteriological Analytical Manual on line**. FDA/CFSAN. 2005. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/~bam/bam-4a.html>>. Acesso em: 12 out. 2005.
- WIKLER, Matthew A. et al. **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: fifteenth Informational Supplement**. Wayne, Pensilvânia: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2005.