

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR- LABOMAR
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

**INFLUÊNCIAS EXÓGENAS NA QUALIDADE
BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA, SOLO E
CAMARÃO (*Litopenaeus vannamei*), EM QUATRO
FAZENDAS DE CAMARÃO DO ESTADO DO
CEARÁ.**

FÁTIMA CRISTIANE TELES DE CARVALHO

FORTALEZA- CE

Março/2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR- LABOMAR
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

**INFLUÊNCIAS EXÓGENAS NA QUALIDADE
BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA, SOLO E
CAMARÃO (*Litopenaeus vannamei*), EM QUATRO
FAZENDAS DE CAMARÃO DO ESTADO DO
CEARÁ.**

FÁTIMA CRISTIANE TELES DE CARVALHO

Dissertação Apresentada ao Mestrado em
Ciências Marinhas Tropicais do Instituto
De Ciências do Mar da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial
a obtenção do título de MESTRE.

Orientadora: Prof^a. Dra. REGINE HELENA S.DOS FERNANDES VIEIRA

FORTALEZA- CE

Março/2006

O bom carcinicultor

Regine Limaverde

Há que se ter cuidado como se faz.

Há que se ter esmero no que se faz.

Há que se ter envolvimento com o que se faz.

De que vale ter água, tanque e camarão
se não me esforço para dar o melhor de mim?

De que vale ter trabalhadores, homens rudes
se não sei comandá-los com gestos gentis?

Há que se estudar para se ser um bom técnico.

Há que se ler para se saber escrever.

Há que se ter amor para se poder liderar.

De que vale dinheiro, terras e poder

Se não se tem energia?

Se não se tem honestidade?

Para ser um bom carcinicultor, além do camarão,
é necessário terra, dinheiro, trabalho, gente,
estudo, liderança e vontade.

Só assim o negócio vinga.

Só assim o negócio permanece.

DEDICO

Aos meus pais, Gerardo e Maria de Jesus, e meu marido André Luís, meus maiores incentivadores, que sempre acreditaram no meu potencial, e me apoiaram nos momentos mais difíceis da vida. Obrigada por tudo!! Eu amo vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus, a quem atribuo toda minha força de vontade e determinação .

À Nossa Senhora, que sempre me cobriu com seu manto, nas horas mais difíceis da minha vida.

Ao André Luis (pretinho básico), pelo seu amor, dedicação, paciência, compreensão, amizade. Sem ti eu não teria chegado aqui. EU TE AMO.

Ao Dr. Ernesto Hofer pela orientação e contribuição nessa pesquisa, que mesmo distante se fez presente.

À Eliane Falavina dos Reis e Christiane Falavina dos Reis do Departamento de Bacteriologia da FIOCRUZ, por toda contribuição na identificação das cepas de *Salmonella*.

Ao Raul Madrid pela sua amizade e paciência.

Ao professor Aduino Fonteles, por sua contribuição no tratamento estatístico.

À minha amiga Gleire, companheira fiel, que nunca negou esforço para me ajudar em todos os momentos. Obrigada por sua amizade e por você existir.

Minha eterna admiração e amizade à Norma, que sempre me ensinou a nunca desistir dos meus ideais. Você é muito especial na minha vida, obrigada por todo carinho.

À minha amiga Osca, sempre prestativa e afetuosa. Muito obrigada por tudo.

À minha amiga Karla, sempre alegre e determinada, obrigada pelo apoio e amizade.

À Waleska, uma dádiva na minha vida, pois sua alegria contagiava o ambiente de trabalho e tudo se tornava mais fácil.

À tia Lidu e família por terem me acolhido com carinho e amor.

As tias Leonor, Mazé, Célia e Deusimar, que sempre me apoiaram e incentivaram minha vida acadêmica.

Às minhas amigas e companheiras de coleta Anahy e Luana. Sem vocês eu não teria conseguido realizar este trabalho. Muito obrigada.

Ao Ricardo por sua ajuda nas coletas.

Aos meus irmãos Joália, Joélia, Sinderley, sobrinhos Breno e João Davi, cunhados Wagner e Neta, por todo incentivo durante esta caminhada.

Aos meus sogros Brito e Crisantina por todo apoio, compreensão, paciência e amizade.

Aos colegas do mestrado: Renata Stock, Danielly, Aline, Rossana, Tatiana, Alexandra, Odete, João, Graça, Ítalo, Manuel, em especial minhas grandes amigas, Janisi (Janjan), Gardenny (Pink) e Renata (Sobral), que sempre me ajudaram nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

Às eternas Reginetes: Leyla, Hilda, Regina, Susy, Elenice, Flávia e Ana Márcia.

Às minhas colegas de laboratório: Danny, Isabel, Raquel, Rosa, Carol, Edirsana, Camila e Cláudia, por toda colaboração ao longo desta pesquisa.

Ao Luis (Buda) pela ajuda nas configurações dos mapas.

Ao Pedro Ernesto por toda ajuda prestada.

À Rosângela por toda a sua compreensão e paciência.

À Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (ABCC), pelo financiamento da minha dissertação

À FUNCAP pela concessão da bolsa de estudo durante o curso.

Ao Sr. Edílson, Jandeilson, Francisco, Sr. Chico, Jaqueline, Célia e Dona Zuíla.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha orientadora Regine Vieira (minha chefinha) uma pesquisadora de renome que tive o prazer de trabalhar, e que me ensinou que sem leitura não se faz Ciência, um exemplo de profissional. Obrigada por toda paciência, confiança, amizade e incentivo nos momentos mais desgastantes. Sua eterna reginete.

Ao Professor Gustavo (pai científico) a quem devo o meu aprendizado e desenvolvimento científico. Obrigada por sua amizade, confiança, e sobretudo por ter acreditado em mim no início da minha vida acadêmica. Sua eterna guguete

Índice

LISTAS DE TABELAS

LISTAS DE FIGURAS

RESUMO

ABSTRACT

| | | |
|--------------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 16 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 19 |
| 2.1 | Carcinicultura | 19 |
| 2.2 | <i>Litopenaeus vannamei</i> | 22 |
| 2.3 | Contaminação Ambiental | 23 |
| 2.4 | Grupo dos coliformes | 24 |
| 2.5 | <i>Escherichia coli</i> | 25 |
| 2.5.1 | <i>Escherichia coli</i> Enteropatogênicas Clássicas (EPEC) | 27 |
| 2.5.2 | <i>Escherichia coli</i> Enterotoxigênicas (ETEC) | 27 |
| 2.5.3 | <i>Escherichia coli</i> Enteroinvasoras (EIEC) | 27 |
| 2.5.4 | <i>Escherichia coli</i> Enterohemorrágica (EHEC) | 28 |
| 2.5.5 | <i>Escherichia coli</i> Enteroagregativa (EaggEC) | 28 |
| 2.5.6 | <i>Escherichia coli</i> Difusamente Aderente (DAEC) | 29 |
| 2.6 | <i>Salmonella</i> | 29 |
| 3 | MATERIAL E METODOS | 34 |
| 3.1 | Local de coleta | 34 |
| 3.2 | Coleta das amostras para análise de Coliformes fecais e <i>Escherichia coli</i> | 37 |
| 3.2.1 | Amostras de Água | 37 |
| 3.2.2 | Amostras de Sedimento | 37 |
| 3.2.3 | Amostras de Camarão | 37 |
| 3.3 | Coleta das amostras para análise de <i>Salmonella</i> | 37 |
| 3.3.1 | Amostras de Água | 37 |
| 3.3.2 | Amostras de Sedimento | 38 |
| 3.3.3 | Amostras de Camarão | 38 |

| | | |
|----------------|--|-----------|
| 3.4 | Análises Microbiológicas | 38 |
| 3.4.1 | Número Mais Provável (NMP) de Coliformes fecais e isolamento de <i>Escherichia coli</i> | 38 |
| 3.5 | <i>Salmonella..</i> | 41 |
| 3.5.1 | Pré-enriquecimento | 41 |
| 3.5.1.1 | Água | 41 |
| 3.5.1.2 | Camarão e Sedimento | 41 |
| 3.5.2 | Meio de enriquecimento | 41 |
| 3.5.3 | Plaqueamento diferencial, testes preliminares e sorologia | 43 |
| 3.6 | Estações Climáticas de coleta | 44 |
| 3.7 | Teste estatísticos | 44 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 46 |
| 5 | CONCLUSÕES | 71 |
| 6 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 73 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------------|--|----|
| Tabela 1. | Estimativa do Numero Mais Provável (NMP) de coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF), e <i>Escherichia coli</i> (EC), nas amostras de água das quatro fazendas durante três estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa). | 47 |
| Tabela 2. | Estimativa do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF) e <i>Escherichia coli</i> (EC), nas amostras de sedimento das quatro fazendas, durante três estações climáticas(seca, intermediária e chuvosa). | 53 |
| Tabela 3. | Estimativa do Numero Mais Provável (NMP) de coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF) e <i>Escherichia coli</i> (EC)/g nas amostras de camarão despedido e dentro da indústria, durante três estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa). | 58 |
| Tabela 4. | Número de isolados de <i>Salmonella</i> de acordo com os três substratos estudados (água, sedimento e camarão), nas quatro diferentes fazendas, durante três estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa). | 67 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Figura 1 | Localização da fazenda 1 e da área de risco situada no entorno do estuário do rio Choró. | 35 |
| Figura 2 | Localização da fazenda 2 e da área de risco situada no entorno do estuário do rio Coreaú. | 35 |
| Figura 3 | Localização da fazenda 3 e da área de risco situada no entorno do estuário do rio Jaguaribe. | 36 |
| Figura 4 | Localização da fazenda 4 e da área de risco situada no entorno do estuário do rio Acaraú. | 36 |
| Figura 5 | Esquema de análise para contagem de coliformes totais/fecais e <i>Escherichia coli</i> em camarão cultivado (despescado e processado) e em sedimento pelo método do Número Mais Provável (NMP) (adaptado de UBOLDI EIROA, 1982). | 40 |
| Figura 6 | Esquema para identificação de <i>Salmonella</i> a partir de isolados de amostras de água, sedimento e camarão coletadas em quatro fazendas situadas no Estado do Ceará (adaptado de UBOLDI EIROA, 1982). | 42 |
| Figura 7 | Soroaglutinação rápida para <i>Salmonella</i> | 43 |
| Figura 8. | Log de coliformes totais, coliformes fecais e <i>Escherichia coli</i> nas amostras de sedimento, nas diferentes estações estudadas (seca, intermediária e chuvosa) das quatro fazendas, situadas no Estado do Ceará. | 55 |
| Figura 9. | Isolados de <i>Salmonella</i> identificados das quatro fazendas situadas no Estado do Ceará estudadas nas diferentes estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa). | 64 |
| Figura 10. | Número de isolados de <i>Salmonella</i> identificados de acordo com o ponto de coleta, nas amostras de água nas quatro fazendas situadas no Estado do Ceará estudadas nas diferentes estações climáticas (seca, | 65 |

intermediária e chuvosa).

- Figura 11** Número de isolados para *Salmonella* identificados de acordo com o ponto de coleta, nas amostras de sedimento das quatro fazendas situadas no Estado do Ceará estudadas nas diferentes estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa). 65
- Figura 12.** Sorotipos do gênero *Salmonella* isolados dos três diferentes substratos estudados (água, sedimento e camarão), nas quatro fazendas situadas no Estado do Ceará estudadas nas diferentes estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa). 68

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo pesquisar a influência do meio exógeno à carcinicultura na qualidade bacteriológica da água, sedimento dos viveiros e no camarão de cultivo (*Litopenaeus vannamei*). Foram realizadas oito coletas em quatro Fazendas 1, 2, 3 e 4, sendo três de água (ponto externo-PEX, ponto de bombeamento-PB e viveiro-PV) e três de sedimento (PEX, PB e PV) e duas amostras de camarão (despescado e processado). As coletas foram realizadas em diferentes períodos sazonais (seco, intermediário e chuvoso), perfazendo um total de 288 amostras, sendo 108 de água, 108 de sedimento e 72 de camarão. Foi determinado o Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais (CT), fecais (CF), e de *Escherichia coli*, além da pesquisa e identificação de *Salmonella*. Os resultados mostram que a contaminação microbiológica das fazendas é feita predominantemente por CT e CF, com maior intensidade na estação intermediária. As Fazendas que apresentaram valores mais elevados de CF nas três estações foram as Fazendas 2 (PEX e PB) e 4 (PEX e PB) nas amostras de água e sedimento, respectivamente. Nenhuma amostra de camarão, das fazendas, apresentou valores acima do permitido para *E. coli* pela Comissão Europeia (CE). Porém se o parâmetro considerado for a presença de *Salmonella*, as Fazendas 4 e 2 não estariam habilitadas a exportar os crustáceos para países da União da Comunidade Europeia. E ainda, das águas da fazenda 3 também foram isoladas *Salmonella* o que facilmente poderia contaminar os camarões cultivados. Dentre as quatro fazendas, somente a Fazenda 1, não apresentou ambiente endógeno e exógeno contaminado com material fecal. A detecção de *Salmonella* e a presença de *E. coli* nas amostras de água e camarão é preocupante, uma vez que estes patógenos são de origem fecal e seu habitat é o trato intestinal dos animais de sangue quente e pecilotérmicos

Palavras-chave: **Camarão, *Escherichia coli*, *Salmonella*.**

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the influence of the environment upon marine shrimp farming with regard to bacteriological quality of the water, pond sediments and livestock (*Litopenaeus vannamei*). The study was carried out on four shrimp farms in Ceará (1, 2, 3 and 4). Of the eight samplings performed, 3 involved water (one outside the farm-PEX, one at the pumping site-PB, and one in the pond-PV); 3 involved sediment (at locations PEX, PB and PV), and two consisted of harvested and processed shrimp. Samplings were carried out in different seasons (dry, intermediary and rainy) and totaled 288 individual samples (108 water; 108 sediment; 72 shrimp). The most probable numbers (MPN) of total coliforms (TC), fecal coliforms (FC) and *Escherichia coli* were determined and samples were investigated for *Salmonella* strains. The bacteriological contamination observed on the shrimp farms was predominantly caused by TC and FC and was most intense during the intermediary season. Farms 2 and 4 yielded the highest concentrations of FC in water and sediment, respectively, at sampling locations PEX and PB during the three seasons. No shrimp sample presented *E. coli* values above those permitted by the European Commission (EU). However, on account of the *Salmonella* values observed, Farms 2 and 4 would be barred from exporting shrimp to the EU. In addition, water sampled at Farm 3 contained *Salmonella* strains capable of infecting the livestock. Only Farm 1 presented an exogenous and endogenous environment free of fecal contamination. The presence of *Salmonella* and *E. coli* in water and shrimp samples is disquieting, considering the fact that these pathogens are of fecal origin and that their natural habitat is the intestinal tract of warm-blooded animals.

Key words: **shrimp**, *Escherichia coli*, *Salmonella*.

1. INTRODUÇÃO

No momento em que a geração de emprego e renda representam os principais desafios para qualquer região brasileira, a carcinicultura desponta como atividade relevante para a promoção do crescimento e desenvolvimento econômico, em especial para a zona costeira dos Estados do Nordeste, ávidos por alternativas sustentáveis de exploração econômica.

O Brasil, em 2003, foi o país com a maior produtividade mundial, quase 6,5 toneladas anuais por hectare. A Tailândia, nesse ano, se classificou em segundo lugar, com metade da eficiência brasileira. Apesar disso, o preço do camarão brasileiro no exterior ainda era o menor entre os grandes produtores, chegando a US\$ 4.29/Kg de janeiro a junho no ano de 2004 (Rocha, 2004). Nos Estados Unidos, por exemplo, o produto nacional foi vendido ao longo de 2003 por um preço médio de todas as classificações de 4.46 dólares/Kg, enquanto os chineses, maiores produtores mundiais, venderam seu produto a 5.52 dólares/ Kg (Revista Globo Rural, 2005).

Para 2005 foi estimada uma produção de 157.000 toneladas e obtenção de divisas na ordem de 450 milhões de dólares. No primeiro semestre desse ano, 46,2% das exportações totais de produtos pesqueiros corresponderam ao camarão cultivado, e do total de camarões exportados, considerando os provenientes da pesca e aquicultura, 90,55% foram oriundos da carcinicultura (Madrid 2005).

O Brasil produziu em 2005, 65.000 toneladas, ocupando uma área de produção de 16.000 ha, alcançando uma produtividade de 4.063 kg/ha/ano. Segundo dados da ABCC (2005) as exportações do camarão cultivado nos principais Estados produtores recuaram 19,5% no volume e 16,5% no valor, quando comparadas às exportações de 2004. O Estado do Rio Grande Norte alcançou o primeiro lugar em produção e o Ceará, o segundo, seguidos pelos demais: Pernambuco, Bahia, Paraíba e Piauí (ABCC,2005).

Segundo Valença & Mendes (2004), o cultivo de camarão marinho vem se intensificando no mundo, sendo que nos últimos quatro anos a carcinicultura concentrou 97% da produção nacional nos Estados do Nordeste, sendo a maior parte dos empreendimentos localizados em áreas de mangues ou próximos a eles, onde a água é de boa qualidade, com as marés abastecendo os viveiros (Biodiversity Reporting Award, 2002). Em contrapartida, Maia (2005) cita que as

acusações de que o cultivo de camarão devasta os mangues, não resistem a realidade dos números demonstrados cientificamente por pesquisadores do LABOMAR/UFC.

Melo (2004) ressalta que o Brasil tem todas as condições de se tornar, em menos de dez anos, o maior produtor mundial de camarão criado em cativeiro, com exportações superiores a um bilhão de dólares. Segundo Wainberg (2004), a expansão da carcinicultura brasileira vem seguindo os mesmos passos de outros países, cujo desordenamento no processo de expansão, provocará um possível colapso ambiental e sanitário.

O desenvolvimento da aqüicultura costeira e do cultivo de camarões, em particular, tem gerado debates nos últimos anos sobre custos e benefícios sociais e ambientais (Naylor *et al.*, 1998;2000). A rápida expansão do cultivo de camarão em alguns países da Ásia e América Latina tem chamado a atenção para a necessidade de formular estratégias efetivas de manejo e gerenciamento (Boyd *et al.*, 2002; Koonse, 2002). Estas estratégias são necessárias para aumentar as contribuições positivas que o cultivo de camarão e outras formas de aqüicultura costeira podem realizar para o desenvolvimento econômico e a diminuição da pobreza em áreas costeiras, como também para controlar os impactos sociais e ambientais negativos que eventualmente possam acompanhar projetos mal planejados e regulamentados.

A fragilidade da infra-estrutura e dos serviços de saneamento básico na Região Nordeste e nos centros urbanos municipais localizados às margens dos rios, contribuem para a constante poluição microbiológica da água dos estuários, afetando de maneira direta sua qualidade. O despejo de efluentes sanitários sem tratamento nos corpos aquáticos, situação comumente encontrada na Região, é o principal responsável pela contaminação desses ambientes. A carga microbiana muitas vezes excede a capacidade natural de diluição do ambiente aquático, apresentando riscos para a saúde pública, incidindo diretamente na qualidade sanitária do camarão marinho cultivado. Haveria ainda de se considerar a contaminação biológica da água estuarina, principalmente por *Salmonella*, ocasionada pelos despejos dos matadouros públicos e privados, próximos aos rios, assim como dejetos derivados do escoamento das criações de animais terrestres nos períodos chuvosos.

É nesse ambiente, com maior ou menor grau de contaminação, que os produtores de camarão realizam suas atividades, podendo fazer pouco para evitar ou diminuir os impactos negativos, tanto no próprio cultivo como na qualidade do produto processado.

Por todas as razões expostas é que o presente trabalho pretende avaliar a influência exógena em quatro Fazendas do Estado do Ceará através da quantificação de coliformes totais, fecais e de *Escherichia coli* e da pesquisa de *Salmonella* em amostras de água sedimento e camarão durante três estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1-Carcinicultura

O cultivo de camarões peneídeos tem crescido desde seu começo experimental há mais ou menos três décadas, tornando-se uma indústria de bases mundiais, que proporciona não apenas centenas de milhares de empregos envolvendo mão-de-obra especializada e não especializada, mas também bilhões de dólares em renda, sendo uma fonte de produtos alimentares de alta qualidade (Lightner *et al.*, 1998).

Mundialmente a aquicultura está crescendo mais de 10% ao ano, quando comparada à criação de animais terrestres (3%) e pesca (1,5%) (GESAM, 2001). Em 2003, foi produzido em 50 países emergentes 1.630.000 t de camarão cultivado. Esse dado representa 35,2% de toda a produção mundial do crustáceo (cultivado e capturado), que é de 4.630.000 t /ano (Panorama da Aqüicultura, 2004).

O rápido crescimento mundial do cultivo do camarão marinho nas últimas duas décadas, notadamente nos países costeiros tropicais emergentes da Ásia e das Américas teve, e continua tendo, por base de sustentação a crescente demanda do produto no mercado internacional, o atrativo nível de rentabilidade do agronegócio e a capacidade de gerar renda, emprego e divisas para o desenvolvimento dos países produtores (ABCC, 2004).

Segundo Ornard *et al.* (2004) a produtividade da carcinicultura marinha brasileira é a maior do mundo. Tendo como indicador anual 1,68 t/ha em 1998, a produção brasileira alcançou o patamar de 6,4 t/ha/ano em 2003. A produtividade média dos carcinicultores cearenses em 2002 foi a maior dentre os Estados, atingindo 7,25 t /ha.

No Brasil, o cultivo do camarão marinho registrou crescimento elevado e consistente de seus principais parâmetros de desempenho desde o início de sua produção comercial em 1996 até 2003. No entanto, confrontando em 2004 com problemas que afetaram seu desempenho global (produtividade, produção e exportações), a produção total caiu de 90.190 toneladas para 75.904 toneladas - (15,85%), enquanto a produtividade caiu de 6.084 kg/ ha/ ano para 4.573 kg/ ano (-24,84%) e as exportações de US\$ 226,0 milhões para US\$198 milhões (-12,40%) (Rodrigues ,2005).

Embora o Brasil se encontre entre os principais países produtores de camarão no mercado internacional, o preço do camarão brasileiro no exterior é o menor entre os grandes produtores. No período de jan/2004 a jun/2005, o Brasil comercializou 199.896 toneladas (US\$ 839,8 milhões) para o mercado internacional, correspondendo a 31,68% em volume e a 35,97% em valor; foram destinados ao mercado americano. Entretanto, alterações têm sido registradas no direcionamento dessas exportações nos últimos anos, diminuindo sensivelmente as que se destinaram para os EUA. O camarão brasileiro exportado para esse país é prioritariamente congelado/descabeçado nas classificações 41/50, 51/ 60, 61/70 e > 70 (Madrid, 2005)

O Brasil teve um acréscimo em 2004 na exportação de camarão para Espanha. Esse aumento das importações espanholas permitiu que o Brasil consolidasse sua posição como segundo maior fornecedor de camarão para esse mercado, perdendo apenas para Argentina. O aumento das exportações brasileiras para a Espanha tem sido surpreendente, tendo passado de quatro mil toneladas em 2001 para quase 18.000 em 2004 (Panorama da Aquicultura, 2005).

Segundo a ABCC (2005), a Espanha vem se destacando no maior mercado importador de camarões do Brasil, participando com 44,6% das exportações brasileiras para o mercado Europeu, no período de janeiro e agosto de 2005. O segundo lugar está sendo ocupado pela França com 43,4%, seguida pela Holanda com 8,2% e por Portugal com 2,3%.

A carcinicultura, atividade concentrada no Nordeste e que envolve pequenos produtores, gerou em 2003, US\$ 226 milhões em exportações. Quando comparado a 1997, esse volume não ultrapassava US\$ 2,8 milhões (Revista Rural, 2004). Dessa forma, bastaram apenas seis anos para que a produção de camarão cultivado em viveiros no litoral deixasse de ser uma experiência exótica e se consolidasse como uma das mais promissoras atividades econômicas do Nordeste (Aqualider, 2003).

O Estado do Ceará, em 2004, foi o segundo maior produtor de camarão do País, atingindo cifras de 65 milhões e 18 mil dólares com a sua exportação, perdendo somente para o Rio Grande do Norte (Eugênio, 2005). De acordo com o segmento agronegócio do Nordeste, o cultivo de camarão tem superado tradicionais atividades econômicas como a fruticultura irrigada, castanha de caju, cacau e

derivados, soja e outros grãos, bem como a lagosta, que até recentemente se destacava como o principal produto de exportação do setor pesqueiro brasileiro (Rocha, 2003).

Segundo a ABCC (2005), ocorreu um decréscimo em 2004 com relação a 2003; devido ao altos índices pluviométricos ocasionando desequilíbrio no ambiente aquático, que afetou a qualidade da água, acarretando o estresse no camarão, abrindo caminhos para manifestações de enfermidades. A ação do antidumping também foi um dos fatores que colaborou com este decréscimo. Devido aos fatos citados ocorreu uma diminuição no preço do camarão (Madrid 2005).

O cultivo de camarão marinho teve início na Ásia onde os fazendeiros colhiam safras provenientes dos viveiros abastecidos por mares. O cultivo moderno tal qual como conhecemos, surgiu na década de 30, quando cientistas japoneses iniciaram trabalhos de larvicultura com o camarão *Marsupenaeus japonicus*, obtendo as primeiras pós-larvas produzidas em laboratório (Shrimp EST Genome Project, 2004).

No Brasil, a carcinicultura teve início na década de 70. Entretanto, a prática de cultivo de camarão em termos empresariais somente teve início nos anos 80, com a utilização de uma espécie exótica: *Penaeus japonicus*. Ainda nessa década, a falta de pesquisas que possibilitassem o alcance de uma produtividade economicamente aceitável e ante a inadaptação do *P. japonicus* às baixas salinidades, a carcinicultura brasileira redirecionou seus objetivos para as espécies nativas: *P. subtilis*, *P. schmitti*, *P. brasiliensis* e *P. paulensis*. Devido à baixa produtividade e a pouca lucratividade dessas espécies, diversas Fazendas de cultivo na região Nordeste foram desativadas. Na década de 90 a opção pelo cultivo do *Litopenaeus vannamei*, espécie exótica nativa da costa do Pacífico, com capacidade de adaptação às mais variadas condições e locais de cultivo, contribuiu para torná-la a principal espécie da carcinicultura brasileira (Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2004).

2.2-Litopenaeus vannamei

O Camarão *Litopenaeus vannamei* é uma espécie encontrada naturalmente desde a porção leste do Oceano Pacífico, na altura de Sonora, no México, até a altura de Thumbes, norte do Peru. É uma espécie marinha, com preferência pelo sedimento, vivendo desde a região de infra-litoral, até profundidades de 72 metros, podendo alcançar 23 cm de comprimento. É a espécie comercial mais explorada no sul do México, Guatemala e El Salvador e a mais cultivada no Hemisfério Ocidental (Barbieri Junior & Neto, 2002).

No Brasil, *L. vannamei* é uma espécie que foi introduzida para fins de cultivo em 1983. Entretanto, somente a partir do início dos anos 90, quando alguns laboratórios da larvicultura privada viabilizaram a disponibilidade de pós larvas e ração dessa espécie é que as validações tecnológicas realizadas pelas Fazendas de camarão nos Estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Paraíba demonstraram a supremacia de *L. vannamei* em relação às espécies nativas (ABCC, 2004).

Devido a sua importância para a aquicultura e a excelente qualidade da carne (destacando-se seu sabor característico, firmeza e coloração), *L. vannamei* se tornou uma espécie bem conhecida e aceita no mercado internacional. Em função disso, o cultivo dessa espécie vem despertando um interesse crescente por parte de investidores e produtores de grande parte da América do Sul, Central e até da China (Barbieri Júnior & Neto, 2002).

No Brasil, a introdução de *L. vannamei* foi fundamental para o desenvolvimento da carcinicultura. Além da boa aceitação no mercado, a espécie possui grande capacidade de adaptação às mais variadas condições de cultivo, apresentando alto rendimento em elevada densidade, em águas híper ou oligohalinas. Além do que, suporta ambientes com elevada amplitude térmica (entre 9 e 34°C). Porém, por se tratar de uma espécie exótica, seu processo de adaptação, manejo e propagação demandou uma série de desafios e conquistas importantes, como a produção auto-suficiente de pós-larvas; criação de bancos de reprodutores, para acabar com a dependência externa de matrizes; oferta de rações de boa qualidade; além da completa reformulação dos processos tecnológicos adotados até então (Barbieri Júnior & Neto 2002).

2.3-Contaminação Ambiental

Semelhante às demais atividades econômicas, a aquicultura vem sofrendo com a poluição dos mananciais, ocupação desordenada e todas as ações impactantes do homem (BANCO DO NORDESTE, 1999; Assad & Bursztyn, 2000).

Neste contexto e considerando as perspectivas de crescimento da carcinicultura nordestina (em especial no Estado do Ceará) e o rigor das barreiras sanitárias impostas pelos países importadores, o controle da qualidade microbiológica para o camarão cultivado adquire cada vez maior importância.

Dentre os prejuízos sofridos pelo ambiente e que afetam diretamente a carcinicultura os principais são: a poluição das águas subterrâneas e superficiais, por meio da produção e drenagem de chorume e da acumulação dos resíduos, a contaminação dos solos com metais pesados e microrganismos patogênicos e até mesmo a degradação visual das paisagens. Acrescenta-se ainda a emissão de gases sulfídrico e metano, a partir da decomposição anaeróbia da massa de lixo e da queima dos resíduos a céu aberto, gerando poluição atmosférica. Tendo em vista que cerca de 80% da água distribuída pelo sistema de abastecimento público é utilizada nas atividades humanas e transformada em esgoto, e que estas águas residuárias podem apresentar grandes quantidades de matéria orgânica e inorgânica, incluindo microrganismos patogênicos e substâncias químicas tóxicas, conclui-se que as águas residuárias mostram-se como fatores potenciais de risco à saúde humana, podendo provocar infecções parasitárias, hepatites, doenças gastrointestinais, cólera e febre tifóide (Dias *et al.*, 1999).

No Brasil, cerca de 76% dos depósitos de resíduos sólidos são lixões a céu aberto (IBGE, 2001). Conforme pesquisa do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, baseada em questionários destinados às prefeituras municipais, 70% dos municípios cearenses utilizam lixões a céu aberto para armazenar seus resíduos sólidos. Constatou-se, ainda, que no Ceará 45% dos resíduos são de origem domiciliar, 20% de origem industrial, hospitalar, de limpeza pública, e da construção civil, 7,5% de estabelecimentos comerciais e 5,5% de matadouros, feiras livres e mercados públicos. Nessa mesma pesquisa chegou-se a uma média de produção de lixo, para o Estado do Ceará, por habitante, que varia de 1 a 1,5kg/dia (IPECE, 2000).

Lacerda *et al.* (2004) e Schaeffer-Noveli (1989) relatam que a carcinicultura é a principal vítima das agressões ambientais no ecossistema costeiro, devido a sua dependência da água.

Outrossim, Rocha (2005) confirma as conclusões dos autores acima citados e revela de forma incontestada que as emissões antrópicas (esgotos, lixo, agrotóxicos, rejeitos industriais, etc), que sem tratamento e controle são carregadas para os rios e deságuam nos estuários e baías costeiras, são os vilões da degradação da qualidade de água dos ecossistemas.

2.4-Grupo de Coliformes

O termo coliforme foi sugerido por Breed & Norton em 1937 para descrever bactérias fermentadoras de lactose, gram-negativas, utilizadas para detectar a poluição de águas. Mais tarde foi acrescentado do termo termotolerante, substituindo coliforme fecal. O grupo é constituído de muitas espécies de enterobactérias, incluídas nos gêneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter*. *Escherichia coli* foi então diferenciada dos coliformes totais como um indicador mais específico de poluição fecal (Leclerc *et al.*, 2001).

Os termos coliforme total, coliforme fecal ou ainda coliforme termotolerante não têm nenhuma justificativa taxonômica e segundo Bastos *et al.*, (2000) têm significado apenas na prática laboratorial, conceituando-se os coliformes totais como bactérias em forma de bacilos, Gram-negativas, não-esporuladas, aeróbias ou anaeróbias facultativas, oxidase-negativa, que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído dentro de 24-48 horas a 35-37°C; enquanto os coliformes fecais ou diferem destes por crescerem à temperatura de 44 a 45°C em 24 horas, fermentando a lactose com produção de ácido e gás. Para a caracterização do grupo também é utilizada a pesquisa das enzimas citocromo oxidase (negativa) e a β -galactosidase (positiva) (Toranzos & Mcfeters, 1997).

Segundo Hitchins *et al.* (1992), *Escherichia coli* é a única espécie cujo habitat primário é o trato gastrointestinal do homem e de animais de sangue quente. *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Citrobacter* podem se desenvolver fora do trato intestinal, tais como vegetais e solo.

Segundo Borges *et al.* (2002), a observação de coliformes, considerados como bons indicadores biológicos em qualquer água, é indício do risco da existência

de patógenos da família *Enterobacteriaceae*, fato aceito pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e por Órgãos Nacionais do Meio Ambiente e Vigilância Sanitária.

De acordo com Castro *et al.* (2002) a importância da detecção de coliformes fecais na água é que o mesmo admite a presença de outros patógenos, tais como vírus e bactérias e que sua presença indica ainda uma contaminação por fezes.

2.5-Escherichia coli

Em 1885, Theodor von Escherich descreveu um organismo isolado de fezes de crianças, denominado *Bacterium coli commune*, também chamado *Bacillus coli*, que em sua homenagem foi finalmente denominado *Escherichia coli* (Tôrres, 2004). A associação desse microrganismo com enfermidades tem sido objeto de grandes investigações que continuam até hoje (Bell *et al.*, 1998).

O gênero *Escherichia* compreende enterobactérias móveis ou imóveis, bastonetes curtos, Gram negativos, não formadores de esporos, anaeróbicos facultativos, fermentadores de lactose com produção de gás após 24-48 horas de incubação, à temperatura de 32-37°C (Siqueira, 1995).

Segundo Trabulsi (2004), *E. coli* pertencente à família Enterobacteriaceae, é caracterizada pela presença das enzimas β -galactosidase e β -glicuronidase, cresce em meio complexo a 44-45°C, fermenta a lactose e manitol com produção de ácido e gás, e produz indol a partir do aminoácido triptofano.

Escherichia coli tem grande significado clínico para o homem, devido ao seu papel como patógeno oportunista causando infecções no sangue, feridas, trato urinário etc. (Koneman *et al.*, 1993). Essa bactéria é encontrada naturalmente nos intestinos de animais de sangue quente, inclusive no de humanos. Das bactérias presentes, 5-50% são *E. coli*, onde a partir da matéria fecal e por meio de vários veículos pode vir a contaminar água e alimentos (Fujioka *et al.*, 1981).

Por ser uma bactéria de origem fecal, *E. coli* é um dos patógenos de maior importância nos estudos onde se deseja constatar contaminação por esgotos. Todavia à semelhança das demais bactérias, ela necessita de condições favoráveis para se desenvolver. A água do mar, devido a grande concentração de sais, pode funcionar como um fator limitante para sua multiplicação, aliado a outros fatores, tais como temperatura, radiação e competição com outros seres vivos (Vieira *et al.*, 2001).

De acordo com Solo-Gabriele & Walfert (2000) a identificação de *E. coli* em corpos aquáticos de sistemas urbanos é confundida pela presença de diversas fontes, bem como pelos muitos fatores que influenciam o último destino do microrganismo, uma vez presente no ambiente. Embora *E. coli* colonize o intestino humano algumas horas após o nascimento e, portanto, seja considerado um microrganismo da biota normal com a maior parte das cepas não patogênicas, algumas dessas bactérias podem causar vários tipos de enfermidades inclusive com óbitos (Bell *et al.*, 1998; Rodríguez-Angeles, 2002) por possuírem fatores de virulência, tais como, enterotoxinas e enteroadesinas (Leclerc *et al.*, 2001).

A espécie compreende grande número de grupos e tipos sorológicos, identificados por meio de anti-soros preparados contra as três variedades de antígenos, O, K e H presentes na espécie. Nem todas as cepas de *E. coli* apresentam os três antígenos ao mesmo tempo. Uma porcentagem variável das amostras é rugosa e, portanto, o antígeno O está degradado. Muitas não possuem o antígeno K e outras são imóveis, isto é, não possuem flagelos (Campos & Trabulsi, 1999).

Determinados sorogrupos O de *E. coli* são conhecidos por invadir a mucosa intestinal, produzindo uma síndrome semelhante àquela causada por espécies de *Shigella* (Koneman *et al.*, 1993). Segundo Nataro & Kaper (1998), esta bactéria foi dividida em seis grupos baseados em fatores definidos de virulência, manifestações clínicas produzidas, epidemiologia e sorotipagem. Os grupos que são reconhecidos como causadores de diarreias são: *E. coli* produtora de Shiga Toxina (ST) também referida como *E. coli* entero hemorrágica (EHEC); *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteropatogênica (EPEC) e *E. coli* enteroinvasiva (EIEC). Existem vários outros grupos de *E. coli* diarreagênica, incluindo *E. coli* enteroagregativa (EaggEC) e difusamente agregada (DAEC) sendo que ainda existem várias outras cepas de *E. coli* produtoras de toxinas, embora o significado clínico destes organismos ainda não seja claro.

2.5.1-*Escherichia coli* Enteropatogênicas Clássicas (EPEC)

As *Escherichia coli* Enteropatogênicas Clássicas (EPEC) são associadas a uma diarreia intensa, principalmente em recém – nascidos e lactentes jovens, geralmente acompanhada de dores abdominais, vômitos e febre. A doença pode ter duração de 6 horas até 3 dias, e o período de incubação pode variar de 17 a 72 horas (Franco & Landgraf, 2004).

A dose infectante não é conhecida, mas se presume ser muito baixa. Não se sabe as razões da relativa resistência de adultos e crianças mais velhas à referida infecção. Uma possibilidade é a perda de receptores específicos com a idade. As EPEC não têm sido implicadas como uma causa da diarreia dos viajantes em países com altas incidências de EPEC e ETEC. Essa resistência sugere uma base fisiológica preferencialmente à imunidade ou à exposição do hospedeiro (Nataro & Kaper, 1998).

2.5.2-*Escherichia coli* Enterotoxigênicas (ETEC)

Escherichia coli Enterotoxigênicas (ETEC) produzem as chamadas enterotoxinas termolábil (LT) e termoestável (ST). Algumas cepas produzem as duas toxinas e outras produzem somente uma delas (Campos & Trabulsi, 1999). São uma importante causa de diarreia em países subdesenvolvidos, atinge pessoas de todas as faixas etárias, sendo um dos principais agentes etiológicos da chamada “diarreia do viajante” (Franco & Landgraf, 2004).

A doença típica tem início repentino com um curto período de incubação de 14 a 50 horas. Geralmente causa diarreias aquosas, com presença de muco ou pus, sem sangue, com febre e vômitos. Quando intensa, causa diarreia severa similar ao que se observa em infecções por *Vibrio cholerae* (Nataro & Kaper, 1998).

2.5.3-*Escherichia coli* Enteroinvasoras (EIEC)

As infecções causadas por *E. coli* Enteroinvasoras (EIEC) são mais freqüentes em crianças maiores e adultos. O reservatório da bactéria é o próprio homem e a transmissão se faz pela ingestão de água e/ou alimentos contaminados, bem como pelo contato interpessoal (Franco & Landgraf, 2004).

A patogenicidade das EIEC consiste na capacidade de invadir e se propaga lateralmente para as células adjacentes da mucosa do cólon, onde prolifera, levando à morte celular (Campos & Trabulsi, 1999).

Em casos esporádicos, muitas cepas são provavelmente semelhantes a *Shigella* spp ou a sorogrupos de *E. coli* não patogênicas. Os sintomas provocados por EIEC são: diarreia profusa, cólicas abdominais, febre, dor de cabeça e dores musculares. O período de incubação é de 8 a 24 horas e a infecção pode durar desde dias até semanas (Bell *et al.*, 1998). Apenas uma minoria de pacientes apresenta disenteria, manifestada com sangue, muco e leucócitos nas fezes (Nataro & Kaper, 1998).

2.5.4-*Escherichia coli* Enterohemorrágica (EHEC)

O mecanismo de patogenicidade está associado com a produção de citotoxinas, denominadas verotoxinas (VTs) ou toxinas “Shiga – Like” (SLTs) já que são semelhantes às toxinas produzidas pelo bacilo *Shigella dysenteriae* tipo 1, que causam a disenteria bacilar (Franco & Landgraf, 2004).

A transmissão da EHEC se faz através de alimentos, água e pelo contato interpessoal. O período de incubação é de 3 a 4 dias, pode ficar incubada por um período mais longo de 5 a 8 dias ou em curto período de 1 a 2 dias (Nataro & Kaper, 1998).

Habitualmente, a síndrome hemolítica urêmica (HUS) causada por EHEC é caracterizada por uma insuficiência renal aguda, anemia hemolítica e trombocitopenia, e apresentando-se em crianças com menos de 5 anos (Bell *et al.*, 1998).

2.5.5 *Escherichia coli* Enteroagregativa (EaggEC)

As *E. coli* Enteroagregativas (EaggEC) são definidas como cepas que não secretam enterotoxinas LT e nem ST e aderem às células HEp-2 pela sua capacidade de aderência agregativa. A primeira descrição de EaggEC foi em Santiago no Chile, nos anos 80, como causa de diarreia em crianças (Meng *et al.*, 2001).

A EaggEC pode causar danos à mucosa do intestino grosso e delgado, com período de incubação de menos de oito horas e pode durar até 18 ou 20 dias. Apresenta-se como uma diarreia com ou sem sangue, vômitos e pouca febre, sendo em algumas ocasiões necessário uma reidratação (Rodrigues-Angeles, 2002).

2.5.6-Escherichia coli Difusamente Aderente (DAEC)

O termo "*E. coli* difusamente aderente" (DAEC) foi inicialmente usado para referir-se às cepas de *E. coli* que aderem difusamente à superfície das células HEp-2. Com a descoberta da EAEC, muitos autores já reconheceram DAEC como uma categoria independente de *E. coli*, potencialmente diarreica. (Nataro & Kaper1998).

2.6-Salmonella

As bactérias do gênero *Salmonella* são os principais agentes etiológicos de doenças transmitidas por alimentos no mundo, sendo um problema econômico e social. Nos Estados Unidos a cada ano, de 800.000 a 4 milhões de casos de doenças infecciosas, são causadas por salmonela não-tifóide. Cerca de 500 mortes são registradas entre esses casos sendo que as crianças representam o maior número de vítimas fatais (CDC 1999).

Salmonella enterica é um importante patógeno humano relacionado à *E. coli*, e alguns estudos sugerem a existência de um ancestral comum aos dois gêneros, que existiu há 140 milhões de anos atrás (Ochman & Wilson, 1987). Enquanto a *E. coli* evoluiu como um organismo comensal de mamíferos e aves, *S. enterica* tornou-se um patógeno intracelular facultativo, colonizando répteis, aves e mamíferos (Boyd & Hartl, 1997).

Durante a primeira parte do século XX, muitos surtos de febre tifóide foram causados por consumo de ostras coletadas de águas contaminadas por fezes humanas. A principal fonte de muitas salmonelas são os animais e não o homem (Pelczar *et al.*, 1993).

Salmonella Typhi é importante na etiologia de surtos e casos esporádicos de febre tifóide, causando grandes problemas de saúde pública, cerca de 16 a 17 milhões de casos com aproximadamente 600,000 mortes anualmente em todo

mundo. A investigação da epidemiologia de *S. Typhi* é relevante, principalmente em áreas que a febre tifóide é endêmica (Quintaes *et al.*, 2002).

Por essas razões citadas é que a contaminação de alimentos de origem marinha por bactérias Gram-negativas patogênicas ao homem é de grande interesse do ponto de vista da saúde pública. 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 (Alves *et al.* 2001).

O principal *habitat* das salmonelas é o trato intestinal de aves, répteis e seres humanos (Jay, 2000). Geralmente, os alimentos são contaminados direta ou indiretamente pelas fezes dos animais no momento do abate, fezes de pessoas portadoras da bactéria e/ou pelo contato com águas poluídas. A ocorrência de salmonelose está relacionada com a ingestão de um grande número de células bacterianas em alimentos contaminados que não foram mantidos em temperatura adequada de conservação, permitindo a multiplicação desses microrganismos.

De acordo com Murase *et al.* (2000) a excreção fecal prolongada do microrganismo é bem conhecida como uma consequência da infecção intestinal por *Salmonella*. A falta de higiene e saneamento nas comunidades contribui para a contaminação de reservatórios de água através desses multiplicadores do agente.

Segundo Popoff *et al.* (2001) existem 2.501 sorotipos de salmonelas dentre os quais 1.478 pertencem à subespécie enterica. A classificação dessas bactérias, atualmente baseia-se na hibridação DNA-DNA, embora a literatura mostre que não há consenso definitivo. O gênero *Salmonella* apresenta duas espécies, *S. bongori* e *S. enterica* e seis sub-espécies (I a VI), sendo: *S. enterica*, *S. salamae*, *S. arizonae*, *S. diarizonae*, *S. houtenae* e *S. indica* (Lourenço *et al.*, 2004).

As salmonelas são sorotipadas de acordo com seus antígenos somáticos (O), de envoltório (Vi) e flagelares (H). Os antígenos O são designados por algarismos arábicos (1,2,4 e etc.) e caracterizam os sorogrupos de *Salmonella*, enquanto os antígenos H são designados por letras minúsculas do nosso alfabeto (para fase 1) e por algarismos arábicos (fase 2). Como o número de antígenos flagelares é superior aos números de letras do alfabeto, a letra z é utilizada como expoente numérico (z₄, z₆, z₁₃, z₁₅, z₂₃, z₂₄, z₂₈, z₃₂, z₃₅, z₄₅, z₄₇, z₅₀ etc.) O antígeno de envoltório Vi é de natureza polissacáride, presente apenas em três sorotipos de *Salmonella* (*S. Typhi*, *S. Paratyphi C* e *S. Dublin*) (Campos, 1999).

Em relação aos parâmetros ambientais exigidos pela *Salmonella* salienta-se que, seu pH ótimo para multiplicação fica próximo de 7,0, sendo que valores superiores a 9,0 e inferiores a 4,0 são bactericidas. Com relação à concentração de sal, as salmonelas não toleram concentrações superiores a 9%, o nitrito é inibitório e seu efeito é acentuado pelo pH ácido. A temperatura ideal encontra-se na faixa de 35-37°C, sendo a mínima de 5°C e a máxima de 47°C (Franco & Landgraf, 1999).

Em relação às doenças e os sintomas que *Salmonella* causa foi descrito por Pinto (2000) que, após a ingestão da *Salmonella*, ela passa pelo estômago, se multiplica, aderindo às células epiteliais da região ileocecal, penetra nas células da mucosa, injuriando-as e migrando, para uma lâmina própria. A resposta inflamatória do hospedeiro se dá com hipertrofia e hiperplasia dos folículos linfóides, mediada por liberação de prostaglandinas que estimulam o AMP cíclico, produzindo ativa secreção de fluídos e resultando em diarreia .

Em média a dose infectante se encontra em torno de 10^5 células, variando desde uma célula (*S. Typhi*) até milhões (*S. Derby*, *S. Anatum*) (Vlaemynck *et al.*, 1994). Voughth & Tatini (1998) calculando a dose infectante potencial em um surto de salmonelose, ocorrido em 1994, envolvendo sorvete e que afetou 224.000 pessoas nos Estados Unidos, encontraram amostras variando na quantidade de 0,004 a 0,46 células/g. Um outro surto causado por *Salmonella* Enteritidis envolvendo 211 pessoas em uma escola, os números encontrados, da bactéria no alimento foram de 104 e 105/g, suficientes para manifestar a doença (Kaku *et al.*, 1995).

O período de incubação da salmonelose varia de 5 a 72 horas, com uma média de 12 a 36 horas, e os sintomas consistem em náuseas, vômitos, cólica, febre, cefaléia, diarreia (Pinto, 2000). Como regra geral têm-se complicações como colecistite, colite, endocardite, miocardite, meningite, síndrome reumatóide, pancreatite, abscesso esplênicos, apendicite e septicemia. Pacientes contaminados com *S. Enteritidis* podem desenvolver formas extra – intestinais: sofrem insuficiência renal aguda, osteomielite e meningite (Eley, 1994).

Segundo Hofer (2000), a salmonelose é uma das zoonoses mais problemáticas para saúde pública, em decorrência do extraordinário número de fontes de infecção envolvidas, praticamente todos os vertebrados, alguns dos quais, fontes de proteínas animal para o homem. Embora a maioria dos surtos envolvendo essa bactéria tenha como veículo mais freqüente aves e ovos, um grande número de

alimentos incluindo carne bovina, peixe, sorvete e chocolate também têm sido implicados (Duffy *et al.*, 1999).

As salmoneloses ocupam uma das posições mais destacadas no campo de saúde pública em todo mundo, exteriorizando-se pelas suas características de endemicidades, morbidade e em particular, pela dificuldade de seu controle. Todo este corolário decorre dos múltiplos parâmetros epidemiológicos envolvidos, circunstanciados, principalmente pelas inúmeras fontes de Infecção e vias de transmissão presente no ciclo (Hofer *et al.*, 1998).

Segundo Hofer & Reis (1994) nos países desenvolvidos, a incidência de salmonelose humana pode ser determinada corretamente, até com a possibilidade de se fazer a estimativa dos danos causados pela doença. No Brasil, a bibliografia avaliada acerca dos danos que *Salmonella* pode causar em saúde pública ainda é muito escassa, não havendo qualquer possibilidade de uma análise econômica. Entretanto, este problema se dá pelo fato de que infecções humanas com salmonelas ocorrem mais comumente em casos esporádicos, não havendo nenhuma estatística de entrada em ambulatórios sobre a infecção.

Nos Estados Unidos da América, salmonelas não tifóides têm sido associadas a peixes e crustáceos, enquanto *S. Paratyphi* e *S. Enteritidis* a camarão e moluscos bivalves. *S. Typhi* tem sido a principal bactéria associada a doenças veiculadas por moluscos (Feldhusen,2000).

LEE *et al.* (1998) relataram um surto de gastroenterite envolvendo 131 crianças na Malásia com menos de 1 ano, onde 7 (5,3%) dessas crianças tiveram complicações invasivas, bacteremia e meningite. As principais complicações com crianças com menos de 6 meses foram: febre em torno de 38°C e desidratação.

Segundo Guimarães (2001), um surto de infecção alimentar acometendo 47 pessoas e apresentando um quadro severo de salmonelose ocorreu em Salvador, Bahia. Neste surto, foram identificados microrganismos do gênero *Salmonella*, sendo quatro de *S. Typhi*, cinco de *S. Enteritidis* e um de *Salmonella* spp. Essa contaminação nos alimentos se deu, provavelmente, por possíveis práticas inadequadas de higiene.

Kaku *et al.* (1995) registraram um surto envolvendo *Salmonella* Enteritidis, que afetou 211 pessoas em uma escola. O número desta bactéria no alimento foi compatível com a quantidade de células necessárias para desencadear a doença (10^4 e 10^5 /g).

Em relação ao tratamento das salmoneloses, o uso de antibióticos nas rações, visando efeito profilático no tratamento de infecções animais como promotor do crescimento, tem contribuído para o aparecimento de cepas resistentes e patogênicas (Pinto, 2000). Os antibióticos suprimem a microbiota intestinal normal, rompendo o efeito protetor, aumentando a vantagem competitiva das salmonelas antibiótico-resistente e favorecendo a ocorrência da salmonelose (Eley, 1994).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1-LOCAL DE COLETA

Foram selecionadas as bacias inferiores mais importantes do Estado do Ceará: Bacia Metropolitana (rio Choró); a Bacia do Coreaú (rio Coreaú); a Baixo Jaguaribe (Rio Jaguaribe);e a Bacia do Acaraú (rio Acaraú).As coletas foram realizadas em três períodos sazonais: de seca (24/06/2003; 17/07/2003; 19/08/2003; 9/09/2003), intermediária (23/11/2003; 1/12/2003; 15/12/2003) e chuvosa (7/02/2004; 22/03/2004).Os pontos de coletas foram: um local de risco (ponto externo), ponto de bombeamento e dentro das fazendas.

O local de risco do rio Choró foi uma lagoa localizada nas adjacências da Fazenda 1. O local de risco do rio Coreaú foi a saída do esgoto doméstico da cidade de Granja localizado próximo à Fazenda 2. O local de risco do Jaguaribe foi uma bacia de esgoto doméstico existente na cidade de Aracati, localizado perto da Fazenda 3 e o local de risco do rio Acaraú foi o terminal pesqueiro perto da Fazenda 4 (Figuras 1,2,3 e 4).

Foram realizadas oito coletas em quatro Fazendas 1, 2, 3 e 4 (Figuras 1, 2, 3 e 4 mostradas abaixo), sendo três de água (ponto externo, ponto de bombeamento, viveiro) e três de sedimento (ponto externo, ponto de bombeamento e viveiro) e duas amostras de camarão (despescado e processado). As coletas foram realizadas em diferentes períodos sazonais (período seco, intermediário e chuvoso), perfazendo um total de 288 amostras, sendo 108 de água, 108 de sedimento e 72 de camarão. Essas foram então, transportadas em caixas isotérmicas para o laboratório de microbiologia ambiental e do pescado no Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR/UFC, para serem processadas e submetidas à análise microbiológica.

A quantificação de coliformes fecais, *E. coli* e a pesquisa de *Salmonella* seguiram a metodologia do Bacteriological Analytical Manual (Feng *et al.*, 2002; Wallace *et al.*, 2005).



Figura 1. Localização da Fazenda 1 e da área de risco situada no entorno do estuário do rio Choró.

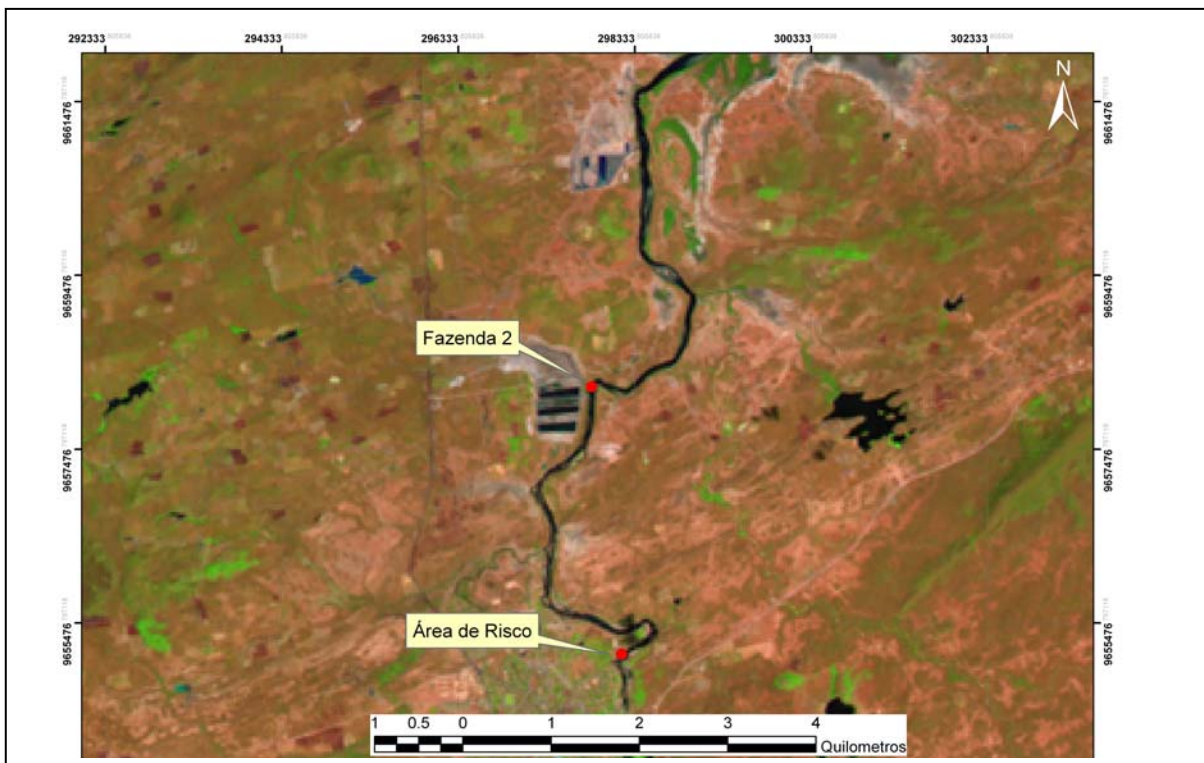


Figura 2. Localização da Fazenda 2 e da área de risco situada no entorno do estuário do rio Coreau.



Figura 3. Localização da Fazenda 3 e da área de risco situada no entorno do estuário do rio Jaguaribe.

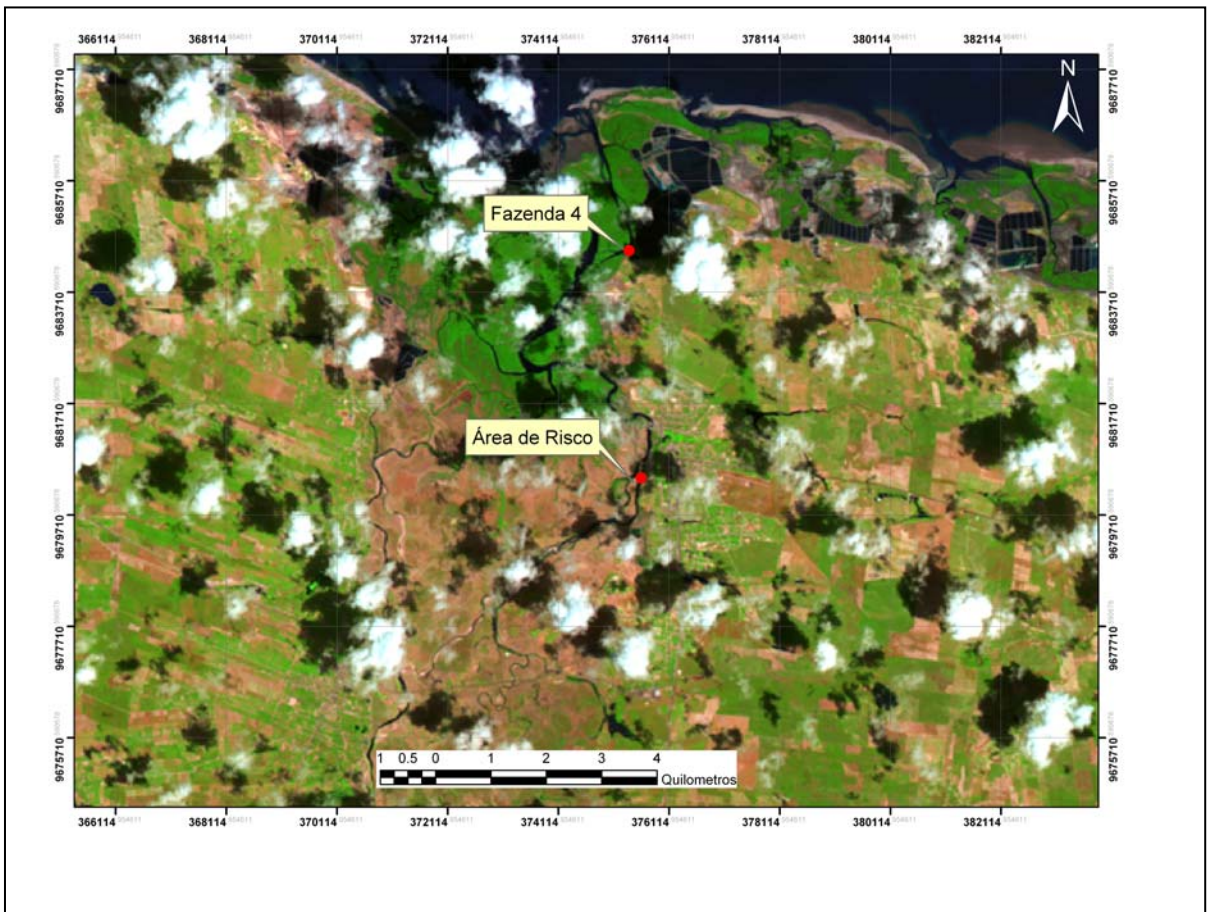


Figura 4. Localização da Fazenda 4 e da área de risco situada no entorno do estuário do rio Acaraú.

3.2-Coleta das amostras para análise de Coliformes fecais e *Escherichia coli*

3.2.1-Amostras de água

As amostras de água, ponto externo, ponto de bombeio e viveiro foram coletadas em vidro âmbar estéril de 1000 mL, em três pontos e levadas para o laboratório em caixas isotérmicas, onde foram realizadas as análises.

3.2.2-Amostra de sedimento

Foram coletadas três amostras do sedimento, ponto externo, ponto de bombeio e do viveiro. As amostras foram realizadas em triplicata. Foram pesados 25g e homogeneizadas em 225mL de solução salina estéril 0,85% por aproximadamente 5 minutos, correspondendo a primeira diluição 10^{-1} . A partir desta foram realizadas as demais diluições.

3.2.3-Amostra de camarão

Foram analisadas duas amostras de camarão uma do camarão despescado *in natura* e outra do lote que seria encaminhado à indústria. Esta segunda amostra sofreu somente a primeira fase do beneficiamento ou seja, a primeira lavagem com cloro. As amostras foram realizadas em triplicata tanto do camarão *in natura* como a que havia sofrido a lavagem na indústria.

Para a análise bacteriológica foram pesados 25g do camarão e homogeneizadas em 225mL de solução salina a 0,85%, esterilizada, por aproximadamente 5 minutos, correspondendo a primeira diluição 10^{-1} . A partir desta foram realizadas as demais diluições.

3.3-Coleta das amostras para análise de *Salmonella*

3.3.1-Amostras de água

As amostras de água, ponto externo, ponto de bombeio e viveiro foram coletadas em vidro âmbar estéril de 1000 mL e levadas para o laboratório onde foram realizadas as análises. Essas amostras foram realizadas em triplicata e filtradas, separadamente. Foram filtradas em papel filtro da marca Whatman e após a filtração, o papel filtro foi imerso em 225 mL de caldo Lactosado e incubadas na estufa por 24h/35-37°C.

3.3.2-Amostra de sedimento

Foram coletadas três amostras do sedimento, ponto externo, ponto de bombeio e do viveiro. As amostras foram realizadas em triplicata, separadamente. Delas foram pesados 25g, homogeneizados em 225mL de Caldo Lactosado em Erlenmeyer, e levados para estufa por 24h/35-37°C.

3.3.3-Amostra de camarão

Foram analisadas duas amostras de camarão uma do camarão despescado e outra que seria encaminhada à indústria. Esta passou apenas por lavagem com cloro a 5 ppm - 7 ppm. Na estação intermediária a amostragem de camarão da indústria se restringiu as Fazendas 1 e 3, não tendo sido feitas amostragens das Fazendas 2 e 4.

As amostras foram realizadas em triplicata, tanto do camarão despescado, como do que foi para a indústria.

Para a análise foram pesados 25g e homogeneizadas em 225mL de Caldo Lactosado que foi levado para estufa por 24h/ 35- 37°C.

3.4. Análises Microbiológicas

3.4.1- Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais e isolamento de *Escherichia coli*

O Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais (CF) foi determinado através da técnica de fermentação em tubos múltiplos. O teste foi realizado em três

etapas distintas: prova presuntiva, prova confirmatória e prova completa ou bioquímica (Figura 5).

Para o teste presuntivo foi utilizado uma seqüência de 5 tubos contendo diluições variando de 10^{-1} a 10^{-6} , usando Caldo Lauril Sulfato Triptose (Difco), com tubos de Durham invertidos. Todos os tubos foram incubados a 35- 37°C por 48 horas. Após este período os tubos que apresentaram reação positiva, ou seja, meio turvo com produção de gás e formação de bolhas, eram submetidos aos demais testes.

De cada tubo que apresentou resultado positivo no teste presuntivo, foram retiradas alíquotas e inoculadas em novos tubos contendo Caldo Bile Verde Brilhante (CBVB) (Difco), com tubos de Durham invertidos e incubados a 37°C por 48 horas, consistindo na prova confirmatória. Paralelo a este passo, também foram inoculados tubos contendo Caldo EC (Difco) e incubados em banho-maria por 48 horas para a estimativa dos CF ou termotolerantes a 45°C. Os testes eram considerados positivos quando apresentavam turvação do meio e produção de gás. Em seguida era consultada a tabela de estimativa do Número Mais Provável (NMP), Blodegett (2005), a fim de se verificar o resultado para CT e CF ou termotolerantes.

A partir dos tubos positivos no caldo E.C, com a ajuda de uma alça de níquel cromo, eram estriadas placas de Petri contendo o meio ágar eosina azul de metileno (EMB- Difco) que, em seguida, eram incubadas à temperatura de 35-37°C por 18 a 24 horas. As colônias que apresentavam crescimento característico de *E. coli* (brilho metálico ou centro escuro), eram semeadas em Ágar Triptona Soja (TSA) e incubadas a uma temperatura de 35-37°C por 18 a 24 horas. As colônias crescidas em TSA, eram então examinadas através das provas bioquímicas do IMVIC: Indol, Vermelho de Metila (VM), Voges Proskauer (VP) e Citrato de Simmons.

Para as análises de camarão e sedimento a série de tubos utilizada foi de três e não de cinco como na análise de água (Vieira *et al* 2004).

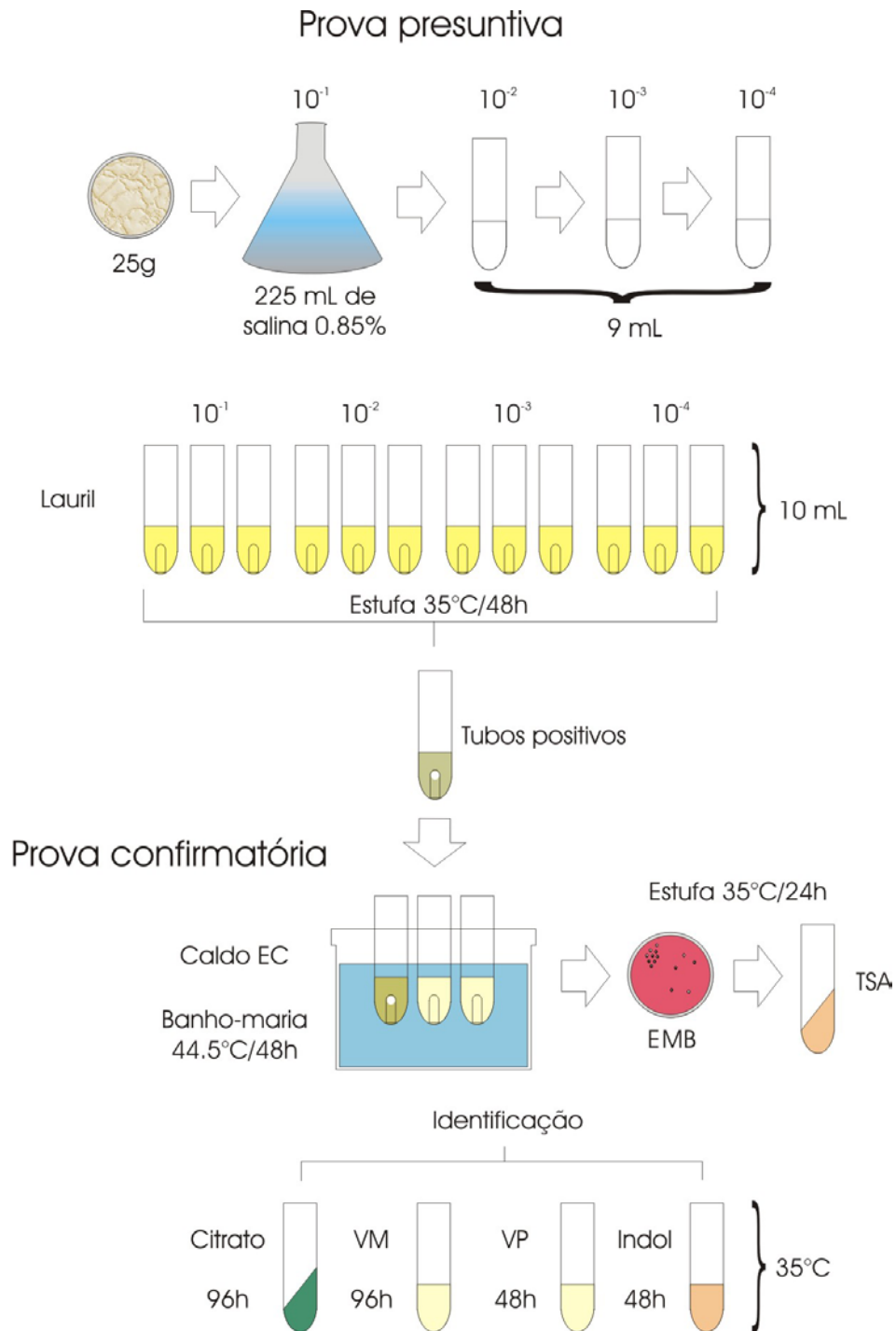


Figura 5 Esquema de análise para contagem de coliformes totais/fecais e *Escherichia coli* em camarão cultivado (despescado e processado) e em sedimento pelo método do Número Mais Provável (NMP) (adaptado de UBOLDI EIROA, 1982).

3.5.- Pesquisa de *Salmonella* .

3.5.1- Pré-enriquecimento

3.5.1.1-Água

Foram coletadas amostras de 3L de água. As amostras eram filtradas pelo método de filtração a vácuo, e o papel de filtro utilizado na filtração era o inóculo em 225 mL de caldo lactosado (CL). Em seguida o meio era incubado em estufa por 24 horas a 35- 37°C (Figura 6)

3.5.1.2-Camarão e sedimento

Para as amostras de camarão, porções de 25g eram homogeneizadas em liquidificador previamente sanitizado com álcool iodado, contendo 225 mL de caldo lactosado (CL) (Difco). Decorrido este processo, os frascos eram incubados em estufa de crescimento por 24 horas à temperatura de 35-37°C. O mesmo procedimento foi realizado para as amostras de sedimento.

3.5.2 -Meio de enriquecimento

Após decorrido o período de 24 horas, alíquotas de 1 mL e 0,1 mL foram retiradas do caldo CL e inoculadas em 10 mL de caldo tetrionato (TT) e em 10 mL de caldo Rappaport (RV), respectivamente. Os tubos foram incubados por 24 horas, à temperatura de 43°C e 42°C, em banho-maria. A partir do crescimento microbiano em ambos os tubos, alíquotas de cada meio eram retiradas com o auxílio de uma alça de níquel-cromo e estriadas em duas placas de Petri contendo os meios seletivos ágar Hektoen (Difco) e ágar MacConkey (Difco). As placas eram então incubadas por 24 horas a 35-37°C (Figura 6).

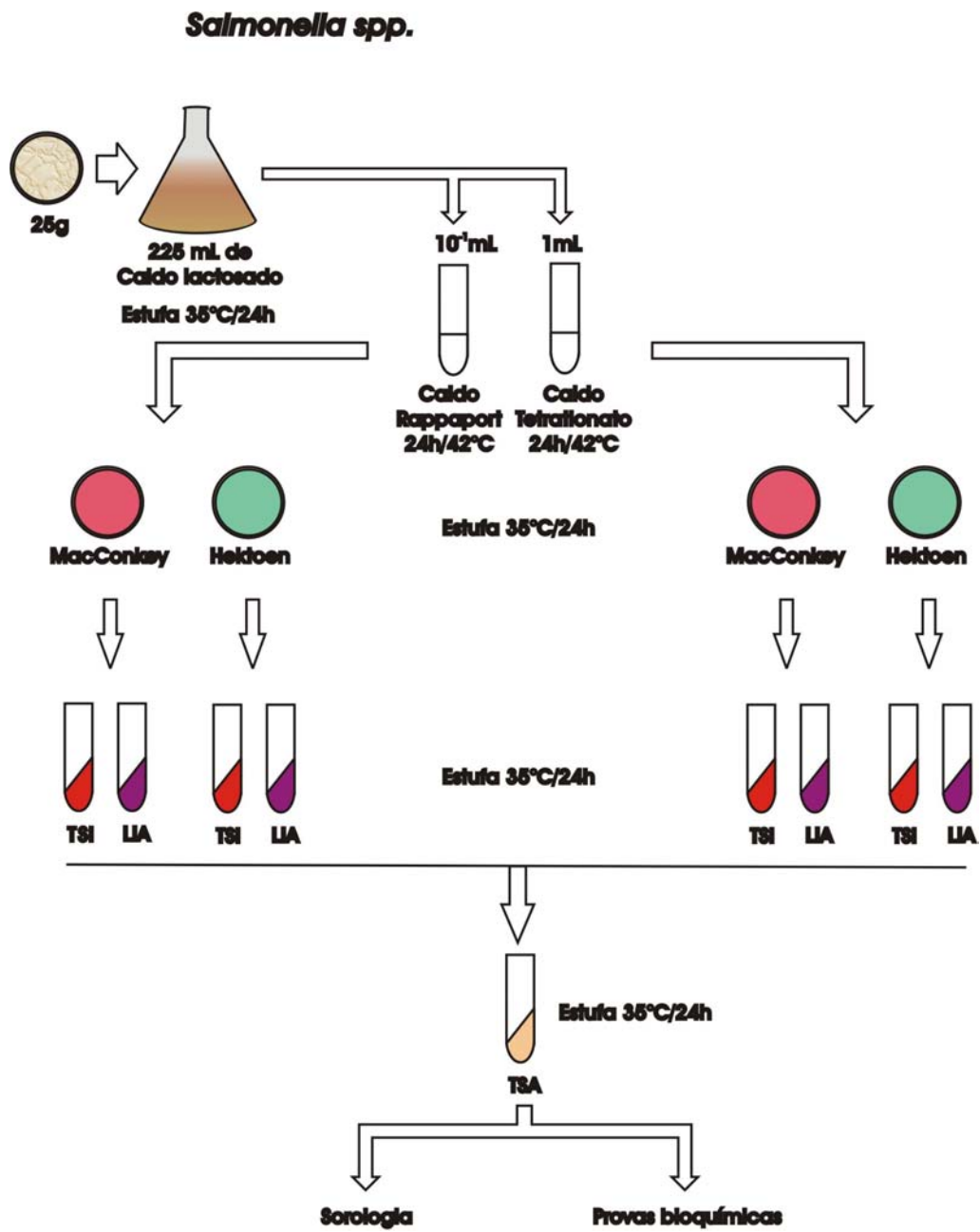


Figura 6. Esquema para identificação de *Salmonella* a partir de isolados de amostras de água, sedimento e camarão coletadas em quatro Fazendas situadas no Estado do Ceará (adaptado de UBOLDI EIROA, 1982).

3.5.3 -Plaqueamento diferencial, testes preliminares e sorologia

As colônias que apresentavam crescimento característico de *Salmonella* no meio ágar Hektoen e ágar MacConkey eram então inoculadas em ágar ferro açúcar triplo (TSI) (Difco) e ágar lisina ferro (LIA) (Difco) e incubados por 24 horas a 35-37°C. A partir do crescimento positivo nos tubos (ácido na base e alcalino no ápice para o meio ágar TSI, e alcalino com ou sem produção de H₂S para o meio ágar LIA), uma nova alíquota era retirada e semeada em ágar triptonsoja (TSA) (Difco), para a posterior realização do teste de sorologia.

No teste de sorologia, as cepas que aglutinavam no anti-soro O:H polivalente, eram separadas e encaminhadas ao Laboratório de Enterobactérias do IOC FIOCRUZ–RJ, para a identificação dos sorovares (Figura 7).

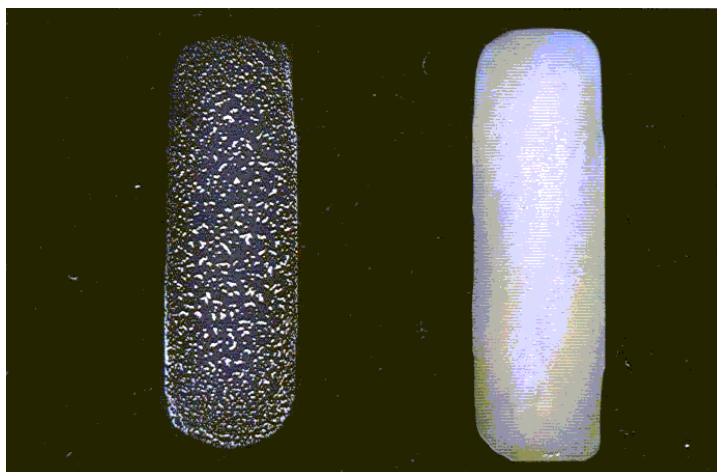


Figura 7. Soroaglutinação rápida para *Salmonella*

3.6- Estações Climáticas de coleta

Foram definidos três períodos climáticos (seco, intermediário e chuvoso) para a coleta das amostras. Os meses que correspondiam a esses períodos eram: seco- meses de junho, julho, agosto e setembro ; intermediário - novembro e dezembro e o chuvoso- fevereiro e março.

3.7-Testes estatísticos

A análise dos dados envolve diferentes aspectos da contaminação do meio ambiente e entorno das Fazendas de carcinicultura, bem como do camarão no ato da pesca e na indústria, por coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF) e *Escherichia coli* (EC). O levantamento das informações relativas ao Número Mais Provável (NMP) desses microorganismos foi realizado em quatro Fazendas, sendo duas de pequeno porte (Fazenda 1 no município de Choró e Fazenda 2, no município de Coreaú) e duas de grande porte (Fazenda 3, no município de Aracati e Fazenda 4, no município de Acaraú). Além disso, considerou-se relevante estratificar os dados de acordo com a estação de pluviosidade, no caso: chuvosa, de fevereiro a março; intermediária, de novembro a dezembro; e seca, de junho a agosto.

Tendo em vista a multiplicidade de fatores causais envolvidos na variação do NMP, e suas implicações quanto a sua intensidade de contaminação, foram utilizadas diferentes metodologias estatísticas, cada uma apropriada a elucidar a significância das informações sob os diversos fatores causais: Análise de Variância (ANOVA), em suas formas unifatorial e bifatorial, teste de Tukey e teste *t*. Para todas elas, o processo decisório sobre aceitar ou rejeitar as hipóteses de nulidade se baseia em três parâmetros: número de graus de liberdade (GL), nível de significância, $\alpha = 0,05$ e $\alpha = 0,01$ (conforme o valor da probabilidade estimado) e valor crítico das variáveis padronizadas: F_{crt} (ANOVA), HSD_{crt} (teste de Tukey) e t_{crt} (teste *t*). 0

A estrutura de análise seguiu o seguinte padrão: (a) estimação do valor crítico da respectiva variável padronizada; (b) descrição dos resultados, com aceitação ou rejeição da hipótese de nulidade; (c) conclusão da análise, fazendo as pertinentes comparações dos resultados para as condições sob as quais as informações básicas foram obtidas.

O enfoque utilizado foi aquele conhecido como “passo a passo”, segundo o qual os fatores causais vão sendo agrupados e, dependendo dos resultados de sua análise, são submetidos a estratificação para explicar a significância estatística dos diferentes estratos.

1 – Avaliar a influência do fator causal “Fazenda de carcinicultura” sobre a variação do NMP de CT, CF e EC, em conjunto.

A metodologia utilizada foi a ANOVA unifatorial, sendo $F_{crt} = 2,68$.

2 – Avaliar a influência do substrato (água e sedimento) e do local de coleta (ponto externo-PEX, ponto de bombeamento-PB e ponto no viveiro-PV) sobre o NMP de CT, CF e EC, em conjunto, separadamente nas três estações de pluviosidade.

A metodologia utilizada foi a ANOVA bifatorial, sendo $F_{crt} = 3,20$ (local de coleta), 4,05 (substrato) e 3,20 (interação “local de coleta x substrato”).

3 – Avaliar a influência da estação de pluviosidade (chuvosa, intermediária e seca) e do tipo de microrganismo (CT, CF e EC) sobre o NMP de coliformes, nas quatro Fazendas de carcinicultura, separadamente.

A metodologia utilizada foi a ANOVA bifatorial, sendo $F_{crt} = 3,04$ (estação de pluviosidade), 3,04 (microrganismo) e 2,41 (interação “estação x microrganismo”). O teste de Tukey apresentou valor crítico, $HSD_{crt} = 2,463$ (Fazenda 1), 4,559 (Fazenda 3), 3,776 (Fazenda 4) e 4,317 (Fazenda 2).

4 – Influência da estação de pluviosidade e do tratamento do camarão (despeça e indústria) sobre o NMP de microrganismos, separadamente para coliformes totais, coliformes fecais e *E. coli*, e em Fazendas de pequeno 1-(Choró) e 3 (Jaguaribe).de grande porte.

A metodologia utilizada foi a ANOVA bifatorial, sendo $F_{crit} = 3,04$ (estação de pluviosidade), 3,04 (microrganismo) e 2,41 (interação “estação x microrganismo”). Não houve necessidade de aplicação do Teste de Tukey.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na estação seca as amostras de água dos três pontos estudados ponto externo (PEX), ponto de bombeamento (PB) e ponto do viveiro (PV), nas quatro Fazendas, apresentaram valores para o NMP de Coliformes Totais (CT) e Coliformes Fecais (CF)/100 mL variando de $<1,8$ a $5,4 \times 10^3$. Os valores do NMP para *Escherichia coli* (EC)/100 mL observados foram de $<1,8$ a $1,0 \times 10^5$ (Tabela 1). Numa ordem decrescente, os NMPs de CF nas amostras de água das quatro Fazendas estariam na seguinte ordem: 2, 3, 4 e 1.

Ainda na estação seca, o maior NMP observado para EC/100mL nas amostras de água foi obtido na Fazenda 3, seguido da Fazenda 1. Embora, as amostras de água da Fazenda 2 tenham apresentado maior número de CF, nelas, não foi detectada a presença de *E. coli*.

Se observamos as amostras de água coletadas somente nos viveiros (PV) nas quatro Fazendas, pode-se verificar que o NMP para CT/100mL das amostras variou de $<1,8$ a $4,5 \times 10^2$. No entanto, não foi observada a presença de CF, e conseqüentemente, de EC/100mL, nessas amostras (Tabela 1).

Com relação às amostras de água realizadas na estação intermediária (novembro e dezembro), o NMP para CT e CF/100mL, nos três pontos de estudo, em todas as Fazendas, foi semelhante ao observado na estação seca. No entanto, o NMP para EC das amostras de água, nesse período do ano, foi maior, variando de $<1,8$ a $>1,6 \times 10^3/100\text{mL}$ (Tabela 1). Ainda na tabela, pode ser observado que a Fazenda 2, nessa estação, continuou com o maior índice de poluição, ou seja, apresentou elevados valores de NMP para CF e EC/100mL para as amostras de água.

Tabela 1. Estimativa do Numero Mais Provável (NMP) de coliformes totais (CT), coliformes fecai (CF), e *Escherichia coli* (EC), nas amostras de água das quatro fazendas durante três estações climáticas

| Locais | | Estações | | | | | | | | |
|-----------|----|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | Seca | | | Intermediária | | | Chuvosa | | |
| | | PEX | PB | PV | PEX | PB | PV | PEX | PB | PV |
| Fazenda 1 | CT | 4,5x10 ² | <1,8 | 2x10 ² | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 4,5x10 ² | 4,5x10 ² | 4,5x10 ² |
| | | 7,8x10 ² | <1,8 | 4,5x10 ² | 13x10 ² | <1,8 | <1,8 | 2x10 ² | 2x10 ² | 2x10 ² |
| | | 13x10 ² | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | CF | 2x10 ² | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | | 4,5x10 ² | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | | 2x10 ² | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | Ec | 2x10 ² | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | | 4,5x10 ² | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| Fazenda 2 | CT | 1,6x10 ⁶ | >1,6x10 ³ | <1,8 | >1,6x10 ³ | <1,8 | <1,8 | 7,8x10 ² | 1,1x10 ³ | 2,5x10 ⁴ |
| | | 2,4x10 ⁵ | >1,6x10 ³ | <1,8 | >1,6x10 ³ | 5,4x10 ⁵ | >1,6x10 ³ | <1,8 | 4,5x10 ⁵ | 2,0x10 ³ |
| | | 1,3x10 ⁵ | 1,6x10 ⁶ | <1,8 | >1,6x10 ³ | >1,6x10 ³ | <1,8 | 7,8x10 ² | 7,8x10 ² | 1,7x10 ⁴ |
| | CF | 1,6x10 ⁶ | >1,6x10 ³ | <1,8 | 4,3x10 ⁵ | <1,8 | <1,8 | 7,8x10 ² | 1,1x10 ³ | 2,5x10 ⁴ |
| | | 2,4x10 ⁵ | >1,6x10 ³ | <1,8 | 4,3x10 ⁵ | 5,4x10 ⁵ | 5,4x10 ⁵ | <1,8 | 4,5x10 ⁵ | 2,0x10 ³ |
| | | 1,3x10 ⁵ | 1,6x10 ⁶ | <1,8 | 2,4x10 ⁵ | >1,6x10 ³ | <1,8 | 7,8x10 ² | 7,8x10 ² | 1,7x10 ⁴ |
| | Ec | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 4,3x10 ⁵ | <1,8 | <1,8 | 2,0x10 ² | 4,0x10 ² | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 4,3x10 ⁵ | 5,4x10 ⁵ | 5,4x10 ⁵ | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 2,4x10 ⁴ | >1,6x10 ³ | <1,8 | <1,8 | 2,0x10 ² | <1,8 |
| Fazenda 3 | CT | 5,4x10 ⁶ | 2,0x10 ² | <1,8 | 4,0x10 ⁵ | 2,0x10 ² | <1,8 | >1,6x10 ³ | 9,2x10 ⁵ | 1,1x10 ³ |
| | | >1,6x10 ³ | <1,8 | <1,8 | 3,3x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 | >1,6x10 ³ | 1,1x10 ³ | 7,0x10 ³ |
| | | 5,4x10 ⁶ | <1,8 | 2,0x10 ² | 4,7x10 ⁴ | <1,8 | 2,0x10 ² | >1,6x10 ³ | 2,3x10 ³ | 1,8x10 ⁵ |
| | CF | 3,5x10 ⁶ | 2,0x10 ² | <1,8 | 1,7x10 ⁴ | 2,0x10 ² | <1,8 | >1,6x10 ³ | 9,2x10 ⁵ | 1,1x10 ³ |
| | | 3,5x10 ⁶ | <1,8 | <1,8 | 1,7x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 | >1,6x10 ³ | 1,1x10 ³ | 7,0x10 ³ |
| | | 5,4x10 ⁶ | <1,8 | <1,8 | 4,7x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 | >1,6x10 ³ | 2,3x10 ³ | 1,8x10 ⁵ |
| | Ec | 2,1x10 ⁴ | 2,0x10 ² | <1,8 | 1,7x10 ⁴ | 2,0x10 ² | <1,8 | >1,6x10 ³ | 9,2x10 ⁵ | 1,1x10 ³ |
| | | 2,1x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 | 1,7x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 | >1,6x10 ³ | 1,1x10 ³ | 7,0x10 ³ |
| | | 1,0x10 ⁵ | <1,8 | <1,8 | 4,7x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 | >1,6x10 ³ | 2,3x10 ³ | 4,7x10 ⁴ |
| Fazenda 4 | CT | 2,2x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 | 5,4x10 ⁵ | 5,4x10 ⁵ | <1,8 | 3,3x10 ⁴ | <1,8 | 7,8x10 ² |
| | | 2,3x10 ³ | <1,8 | <1,8 | 5,4x10 ⁵ | 2,1x10 ⁵ | <1,8 | 1,4x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 |
| | | 3,3x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 | >1,6x10 ³ | >1,6x10 ³ | <1,8 | 2,3x10 ³ | <1,8 | <1,8 |
| | CF | 2,2x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 | 4,9x10 ⁴ | 2,4x10 ⁵ | <1,8 | 3,3x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 |
| | | 2,3x10 ³ | <1,8 | <1,8 | 3,5x10 ⁴ | 2,4x10 ⁵ | <1,8 | 1,4x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 |
| | | 3,3x10 ⁴ | <1,8 | <1,8 | 1,5x10 ⁵ | 4,7x10 ⁴ | <1,8 | 2,3x10 ³ | <1,8 | <1,8 |
| | Ec | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 4,9x10 ⁴ | 2,0x10 ² | <1,8 | 8,2x10 ² | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 4,5x10 ² | <1,8 | 1,8x10 ² | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 7,5x10 ² | <1,8 | <1,8 |

Semelhantemente ao observado na estação seca, a amostra de água do ponto PEX foi o que apresentou o maior NMP para o grupo dos coliformes, enquanto a água do viveiro, o menor NMP.

Na estação chuvosa, observou-se um crescente aumento no NMP das amostras de água para CF e EC (Tabela 1), sendo as amostras das Fazendas 2 e 3, responsáveis pelos maiores índices. Observa-se ainda, que nessas Fazendas, no ponto PV, houve um aumento significativo na presença dos microrganismos, uma vez que nas estações anteriores, o NMP para CF e *E. coli* era, na maioria das vezes, <1,8. No entanto, as amostras de água da Fazenda que apresentaram maiores índices de contaminação por CF, nessa estação, foram as da Fazenda 3.

Assim, muitos dos pontos analisados para a água das Fazendas apresentaram valores acima do permitido pela Resolução 357 do Conselho Ambiental do Meio Ambiente (CONAMA, 2005). É importante ressaltar, que esta comparação é ilustrativa, uma vez que a legislação, estabelece um limite máximo de coliformes fecais para águas de cultivo, de 2.500/100mL, baseado em pelo menos seis amostras bimestrais do mesmo ponto. Na presente pesquisa foram realizadas apenas três amostragens em cada estação, figurando dessa maneira, apenas um desenho da poluição fecal nas Fazendas.

Com relação a cada uma das Fazendas isoladas, podemos observar que para cada ponto estudado, as amostras de água do PEX (na estação intermediária) apresentaram maior índice de contaminação por CF, com exceção da Fazenda 4, que ocorreu no PB. A Fazenda 4 é alimentada pelo Rio Acaraú que segundo Brito *et al.* (2004) é um rio poluído. Segundo Shafai *et al.* (2003) o monitoramento do nível de coliformes fecais é usado como um indicador da presença de bactérias patogênicas na água. Assim, foi observado que nas cercanias das três Fazendas (2, 3, e 4) havia pocilgas e animais soltos, o que pode ter favorecido a proliferação de CF e *E. coli* na água coletada no PEX das áreas estudadas.

Se compararmos o NMP para CF nas amostras de água no PEX, é possível constatar que as Fazendas 2, 3 e 4 localizadas nos Rios Coreaú, Jaguaribe e Acaraú, respectivamente, durante os três períodos estacionais, estiveram acima do permitido pelo CONAMA (2005). Baseado nisso, é consistente afirmar que se 50% das Fazendas estão contaminadas com CF é sinal de que não está havendo uma preocupação com as práticas de higiene nas cercanias das Fazendas.

De acordo com a Portaria 154 da Secretaria do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE, 2002) é exigido para a instalação de uma Fazenda para criação, que seja realizada uma análise da fonte que irá abastecer o local. A mesma exige que as águas sejam bacteriologicamente adequadas à instalação da atividade de carcinicultura e que contenham coliformes fecais em quantidades < que 1000/100mL.

De uma maneira geral, segundo Barg & Phillips (1997), os impactos que afetam diretamente a carcinicultura podem ser classificados em três itens, ou seja, 1) oriundos do meio ambiente, exógenos à atividade; 2) resultantes da própria aquicultura, endógenos à atividade e 3) causados pela própria aquicultura ao meio ambiente. Assim, partindo dessa premissa, a carcinicultura pode ser seriamente afetada pelas condições exógenas do ambiente.

Dessa maneira, é notório o baixo índice de CF nas amostras de água coletadas no PEX da Fazenda 1, localizada no Rio Choró, única a ter dados aquém do permitido pelo CONAMA (Tabela 1). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Sousa (*in press*) que ao estudar o impacto da atividade da carcinicultura no rio Choró, observou valores de NMP para CF, do rio, dentro do permitido pela legislação.

As amostras de água do PB também seguiram o mesmo padrão das amostras do PEX, ou seja, elevadas durante a estação intermediária, principalmente nas Fazendas 2 e 4, sendo que o NMP para CF das amostras do PB ,na Fazenda 2 (localizada no Rio Coreaú) apresentou os maiores índices durante todas as estações; enquanto que, na Fazenda 1, os valores permaneciam inferiores a 1,8. Por se tratar de um ponto que alimenta o viveiro, era de se esperar que neste ponto se obtivesse uma água de boa qualidade microbiológica. Assim, se formos relacionar o posicionamento das Fazendas 2, 3 e 4, com as análises realizadas, sugere-se que os rios onde as mesmas encontram-se localizadas (Coreaú, Jaguaribe e Acaraú) sejam os veículos responsáveis pelo seus níveis de poluição.

Segundo Maia (2004), para que a demanda crescente por produtos de alta qualidade oriundos da carcinicultura possa ser atendida, os sistemas produtivos e de transformação deverão ser desenhados e manejados, de modo a utilizarem áreas livres de conflitos sociais e riscos ambientais, visando, principalmente, a exclusão ou a minimização de patógenos.

Figueiredo *et al.* (2005) realizando um estudo na bacia do baixo Jaguaribe, sobre o lançamento de efluentes nos corpos d'água, gerados pela troca de água nos viveiros durante a despesca de 32 Fazendas de carcinicultura, constataram que a falta de tratamento prévio dessas águas causam um grande mal a população das cidades de Russas, Jaguaruana, Quixeré e Itaiçaba, uma vez que essas cidades se abastecem das águas desses rios.

Com relação às amostras coletadas no ponto PV, em todas as Fazendas, observou-se um baixo índice de CF, com exceção do período intermediário para as amostras coletadas na Fazenda 2 e o período chuvoso para aquelas coletadas nas Fazendas 2 e 3 (Tabela 1). A Fazenda 1, por sua vez, foi a única que, em todos os períodos estacionais estudados, teve todas as amostras dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente. Isto pode ser justificado pela ausência de animais pastando em suas cercanias, ao contrário do observado nas demais Fazendas, além do que, é visível as boas condições higiênico-sanitárias da área circundante da Fazenda.

Segundo Azam *et al.* (2002) os viveiros de cultivo devem ser vistos como ecossistemas, nos quais, os microrganismos e os camarões se encontram numa variedade de interações, como por exemplo, competição, predação, comensalismo e patogenia. Dessa maneira, é necessário que sejam seguidas certas regras para se evitar a contaminação da água utilizada nos viveiros de cultivo das Fazendas.

Parente (2005) estudando a presença do grupo coliforme em duas Fazendas de camarão (dois viveiros cada), que eram abastecidas pelo Rio Coreaú, observou que as amostras de água apresentaram valores de CT e CF variando de $<1,8$ a $1,8 \times 10^5$ e de $<1,8$ a $1,8 \times 10^3$, para o viveiro 1 e $<1,8$ a $2,4 \times 10^5$ e $<1,8$ a $1,4 \times 10^5$, para o viveiro 2, respectivamente. Esta Fazenda era classificada como uma Fazenda de médio porte. Na segunda Fazenda (pequeno porte), nos viveiros 3 e 4, os valores para CT e CF em ambos, variaram de $<1,8$ a $1,4 \times 10^4$ e de $<1,8$ a $8,1 \times 10^4$, portanto é admissível que fazendas abastecidas com águas desse rio tenham suas águas contaminadas com coliformes.

Em pesquisa realizada por Bhaskar *et al.* (1995) na Índia, em Fazendas de camarão, as amostras de água dos viveiros de cultivo apresentaram contagens de CT, CF e EC de 1,6, 0,23 e 0,03/mL, respectivamente. Na presente pesquisa, os dados encontrados foram muito superiores àqueles obtidos pelos autores

anteriormente citados. Segundo eles, o baixo nível de coliformes encontrados nas amostras de água pode ser atribuído ao fato de que nas Fazendas de cultivo de camarão, normalmente, ocorrem trocas contínuas da água.

Para as amostras coletadas no sedimento do PEX, das quatro Fazendas de uma maneira geral, tanto na estação seca como na estação intermediária, os valores para o NMP de CT, CF e EC/g variaram de $<3,0$ a $2,4 \times 10^5$, respectivamente. O maior número de amostras contaminadas com CF, para este parâmetro, foi apresentado nas Fazendas 3 e 4, e o menor na Fazenda 1 (Tabela 2).

Apesar da legislação brasileira não limitar CF e EC em sedimentos estes dados são importantes à medida que servem como um diagnóstico da poluição fecal de um determinado ambiente. A contaminação nesse substrato, ocorre principalmente em áreas costeiras que sofrem influencia das marés. (Al-Sayed, 2005).

No período de fevereiro e março, que correspondeu a estação chuvosa, os valores para os sedimentos do PEX das quatro Fazendas, tanto para CT, CF e E.C /g, variaram de $<3,0$ a $>1,1 \times 10^3$. Os maiores valores para o NMP de CF foram encontrados nas amostras da Fazenda 3 e os menores nas da Fazenda 1 (Tabela 2).

No segundo ponto (PB), durante a estação de seca, os valores de CT e CF encontrados nas amostras das quatro Fazendas variaram de $<3,0$ a $2,4 \times 10^5$ /g. Enquanto que o NMP das amostras para *E. coli* variou de $<3,0$ a $1,5 \times 10^3$. Os valores máximo e mínimo de CF foram encontrados nos sedimentos das Fazendas 2 e 3. Enquanto que, para *E. coli* foram nas amostras de sedimento das Fazendas 4 e 2.

Com relação ao período intermediário, ainda nas amostras de sedimento do PB, a variação dos valores apresentados para o NMP de CT, CF e EC/g foram iguais, variando de $<3,0$ a $>1,1 \times 10^3$. Neste período, as Fazendas que apresentaram os maiores valores do NMP para CF/g, nas amostras de sedimento, foram as Fazendas 2 e 4, tendo as amostras da Fazenda 3 apresentado o menor valor. Já na estação chuvosa, a variação dos valores do NMP nessas amostras de sedimento foi de $<3,0$ a $4,6 \times 10^5$ tanto para CT, CF como para *E. coli*. O menor valor do NMP para *E. coli* nas amostras de sedimento foi detectado na Fazenda 1, enquanto que o maior foi detectado na Fazenda 3 (Tabela 2).

Nas amostras do sedimento coletado no fundo dos viveiros (VP) de cultivo de camarão, durante a estação seca, a variação no NMP para CT e CF foi $<3,0$ a $2,4 \times 10^5$ por grama. Observa-se ainda que o maior valor de CF para as amostras foi registrado na Fazenda 2, enquanto que nas outras Fazendas os valores estimados para esse indicador, foram iguais. Essa ausência de variação também foi observada para a presença de *E. coli*, onde todas as Fazendas analisadas apresentaram amostras de sedimento com o valor estimado de $<3,0/g$. No período de novembro a dezembro (estação intermediária), os valores para o NMP de todos os indicadores, para as amostras, variaram de $<3,0$ a $>1,1 \times 10^3$; com o maior valor registrado nas amostras da Fazenda 2 e o menor, nas da Fazenda 1. Com o período chuvoso observou-se valores nas amostras de $<3,0$ a $2,8 \times 10^4$ tanto para CT, CF como EC (Tabela 2). Na Fazenda 2, foi encontrada em todas as estações, uma alta contaminação de CF tanto na água do PEX, como no PB e no sedimento, fato que não ocorreu nos estudos de La Rosa *et al.* (2001), ao estudar áreas de cultivo no Mediterrâneo. Estes autores encontraram maior quantidade de CF nos sedimentos do que na água.

Dalsgaard *et al.* (1995), realizando um trabalho com sedimento e camarão em 16 Fazendas de carcinicultura na Tailândia, encontraram um índice de correlação positiva entre as contagens de CF nas duas amostras do mesmo sítio de coleta. Esses dados reforçam os resultados encontrados na Fazenda 2.

Tabela 2. Estimativa do Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF) e *Escherichia coli* (EC)/g, nas amostras de sedimento das quatro Fazendas, durante três estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa).

| Locais | | Estações | | | | | | | | |
|-----------|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | | Seca | | | Intermediária | | | Chuvosa | | |
| | | PEX | PB | PV | PEX | PB | PV | PEX | PB | PV |
| Fazenda 1 | CT | 2,3x10 ³ | <3,0 | <3,0 | 3,6x10 ² | 9,2x10 ² | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 2,3x10 ⁴ |
| | | 3,6x10 ² | 3,6x10 ² | <3,0 | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 9,2x10 ² | 9,2x10 ² | 4,3x10 ³ |
| | | 7,5x10 ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 2,3x10 ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 9,2x10 ² |
| | CF | 9,2x10 ² | <3,0 | <3,0 | 3,6x10 ² | 9,2x10 ² | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 2,3x10 ⁴ |
| | | 3,6x10 ² | 3,6x10 ² | <3,0 | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 9,2x10 ² | 9,2x10 ² | 4,3x10 ³ |
| | | 7,5x10 ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 3,6x10 ² | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 9,2x10 ² |
| | Ec | 9,2x10 ² | <3,0 | <3,0 | 3,6x10 ² | 9,2x10 ² | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 2,3x10 ⁴ |
| | | 3,6x10 ² | 3,6x10 ² | <3,0 | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 9,2x10 ² | 9,2x10 ² | 4,3x10 ³ |
| | | 7,5x10 ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 3,6x10 ² | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 9,2x10 ² |
| Fazenda 2 | CT | 2,4x10 ⁵ | 2,3x10 ³ | 2,4x10 ⁵ | <3,0 | >1,1x10 ³ | >1,1x10 ³ | 9,2x10 ³ | 2,0x10 ⁴ | <3,0 |
| | | 2,4x10 ⁵ | 2,4x10 ⁵ | 2,3x10 ³ | <3,0 | 2,3x10 ⁴ | >1,1x10 ³ | 1,1x10 ⁶ | 2,3x10 ⁴ | 3,6x10 ² |
| | | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | 2,4x10 ⁵ | <3,0 | >1,1x10 ³ | >1,1x10 ³ | 2,0x10 ⁴ | 3,6x10 ³ | 9,2x10 ³ |
| | CF | 2,4x10 ⁵ | 2,3x10 ³ | 2,4x10 ⁵ | <3,0 | >1100 | >1,1x10 ³ | 9,2x10 ³ | 2,0x10 ⁴ | <3,0 |
| | | 2,4x10 ⁵ | 2,4x10 ⁵ | 2,3x10 ³ | <3,0 | 2,3x10 ⁴ | >1,1x10 ³ | >1,1x10 ³ | 2,3x10 ⁴ | 3,6x10 ² |
| | | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | 2,4x10 ⁵ | <3,0 | >1,1x10 ³ | 2,0x10 ² | 2,0x10 ² | 3,6x10 ³ | 9,2x10 ³ |
| | Ec | <3,0 | <3,0 | <3,0 | <3,0 | >1,1x10 ³ | >1,1x10 ³ | <3,0 | <3,0 | <3,0 |
| | | <3,0 | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 2,3x10 ⁴ | >1,1x10 ³ | 2,0x10 ² | 2,0x10 ² | <3,0 |
| | | <3,0 | <3,0 | <3,0 | <3,0 | >1,1x10 ³ | 2,0x10 ⁴ | 2,0x10 ² | 2,0x10 ² | <3,0 |
| Fazenda 3 | CT | 2,4x10 ⁵ | <3,0 | <3,0 | 2,3x10 ⁴ | <3,0 | <3,0 | >1,1x10 ³ | 9,3x10 ⁴ | 3,6x10 ² |
| | | 1,1x10 ⁵ | <3,0 | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | 2,9x10 ⁴ | 4,6x10 ⁵ | <3,0 |
| | | 9,3x10 ⁴ | <3,0 | <3,0 | 4,3x10 ⁴ | <3,0 | <3,0 | 9,2x10 ⁵ | 2,4x10 ⁵ | <3,0 |
| | CF | 4,3x10 ⁴ | <3,0 | <3,0 | 2,3x10 ⁴ | <3,0 | <3,0 | >1,1x10 ³ | 9,3x10 ⁴ | 3,6x10 ² |
| | | 4,3x10 ⁴ | <3,0 | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | 2,9x10 ⁴ | 4,6x10 ⁵ | <3,0 |
| | | 4,3x10 ⁴ | <3,0 | <3,0 | 4,3x10 ⁴ | <3,0 | <3,0 | 9,2x10 ⁴ | 2,4x10 ⁵ | <3,0 |
| | Ec | 2,8x10 ³ | <3,0 | <3,0 | 2,3x10 ⁴ | <3,0 | <3,0 | >1,1x10 ³ | 9,3x10 ⁴ | 3,6x10 ² |
| | | 7,5x10 ³ | <3,0 | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | 2,0x10 ⁴ | 4,6x10 ⁵ | <3,0 |
| | | 2,8x10 ³ | <3,0 | <3,0 | 4,3x10 ⁴ | <3,0 | <3,0 | 1,1x10 ⁵ | 1,1x10 ⁵ | <3,0 |
| Fazenda 4 | CT | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | 2,4x10 ⁵ | 2,3x10 ⁴ | 2,3x10 ³ | 2,3x10 ³ | 2,8x10 ⁴ |
| | | 2,4x10 ⁵ | 3,6x10 ² | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | 2,4x10 ⁵ | 2,8x10 ⁴ | 2,4x10 ⁵ | 9,2x10 ² | 9,2x10 ² |
| | | 2,3x10 ³ | 1,5x10 ³ | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | 2,4x10 ⁵ | 2,3x10 ³ | 9,3x10 ³ | 9,2x10 ² | 3,6x10 ² |
| | CF | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 2,4x10 ⁵ | 2,4x10 ⁵ | 1,5x10 ³ | 2,3x10 ³ | 2,3x10 ³ | 2,8x10 ⁴ |
| | | 2,3x10 ⁴ | 3,6x10 ² | <3,0 | 2,1x10 ⁴ | 2,4x10 ⁵ | 1,1x10 ⁴ | 2,4x10 ⁵ | 9,2x10 ² | 9,2x10 ² |
| | | 2,3x10 ³ | 1,5x10 ³ | <3,0 | 2,4x10 ⁴ | 2,4x10 ⁵ | 2,3x10 ³ | 9,3x10 ³ | 4,3x10 ² | 3,6x10 ² |
| | Ec | <3,0 | <3,0 | <3,0 | <3,0 | 2,0x10 ² | <3,0 | 2,3x10 ³ | 2,3x10 ³ | 2,8x10 ⁴ |
| | | 2,3x10 ⁴ | 3,6x10 ² | <3,0 | 2,2x10 ² | 9,2x10 ² | 4,5x10 ² | 2,4x10 ⁵ | 9,2x10 ² | 9,2x10 ² |
| | | 2,3x10 ³ | 1,5x10 ³ | <3,0 | 4,5x10 ² | 1,4x10 ³ | <3,0 | 9,3x10 ³ | 4,3x10 ² | 3,6x10 ² |

A Fazenda 4 apresentou os maiores valores para os indicadores de contaminação microbiológica de todas as amostras de sedimento e em todas as estações, seguido das Fazendas 2, 3 e 1 (Figura 8). Observa-se ainda, que no período chuvoso ocorreram os maiores índices de coliformes nas amostras de substrato. Este fato é justificado pelo grande aporte de matéria orgânica que é carregado juntamente com a chuva. Com exceção da Fazenda 2, no período de seca, todas as amostras de sedimento coletadas nos viveiros, tiveram índices de CF e CT inferiores a 3,0 (Tabela 2, Figura 8).

A Fazenda 1 (Rio Choró) apresentou o menor índice de poluição nas amostras de sedimento, durante as estações seca e intermediária, entretanto durante a estação chuvosa, essas amostras apresentaram elevados níveis de CT, CF e EC, principalmente no PV. Este fato pode ser justificado pelo grande aumento pluviométrico que ocorreu nesse período, acarretando muitos problemas aos carcinicultores, inclusive com detecção de uma virose que dizimou parte dos camarões das Fazendas nordestinas (Nunes *et al.*, 2004).

Na Fazenda 2, pode-se observar que os valores para CT e CF das amostras de água (Tabela 1) e de sedimento (Tabela 2), no período seco, se apresentam bastante elevados, no entanto, não foi detectada a presença de EC (Figura 8). Putro *et al.* (1990) relataram uma boa correlação entre o elevado número de coliformes totais e fecais ao analisar a água de tanques de cultivo e amostras de sedimento, coincidindo com os resultados do presente estudo. No entanto, Braskar *et al.* (1998), não observou tal relação, quando estudou amostras de camarão, água e sedimento, numa Fazenda de camarão de cultivo semi-intensivo, na Índia.

Na Fazenda 3 também pode ser observado que as amostras de sedimento no PEX os valores de CT, CF e EC nas três amostragens, se mantiveram elevados nas três estações. No entanto, na estação chuvosa as amostras de sedimentos do PB apresentam um aumento para esses indicadores, se igualando àquelas dos sedimentos da PEX (Figura 8).

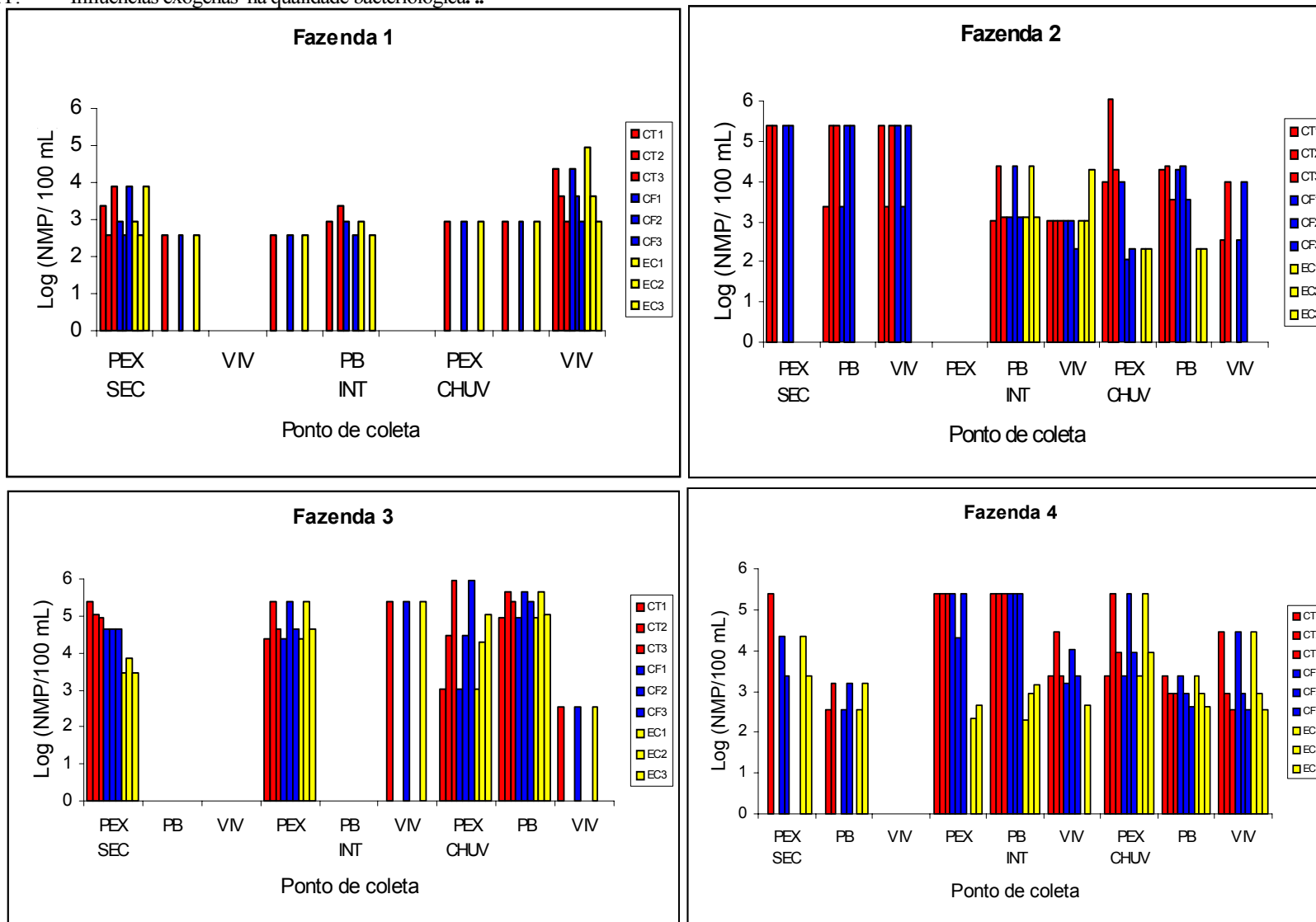


Figura 8. Log de coliformes totais, coliformes fecais e *Escherichia coli* nas amostras de sedimento, nas diferentes estações estudadas (seca, intermediária e chuvosa) das quatro Fazendas, situadas no Estado do Ceará.

Em um trabalho realizado por Sousa (*in press*) com colimetria de sedimentos coletados nos rios Choró, Pirangi, e Jaguaribe, conhecidos pela atividade de carcinicultura, apenas um ponto localizado no rio Choró apresentou um valor para NMP de CF/g acima de 2.500. No presente trabalho, pode-se observar que os valores encontrados para CF nas amostras de sedimento da Fazenda localizada nesse rio (Rio Choró) estão bem acima dos relatados por Sousa, principalmente aqueles coletados na estação chuvosa (Tabela 2, Figura 8). É conhecida a capacidade de agregação de bactérias fecais indicadoras (coliformes fecais e enterococos) ambientalmente adaptadas (Jeong *et al.*, 2005). Segundo Al-Sayed *et al.* (2005), os ciclos das marés influenciam os níveis de *E. coli*, e esta influência é explicada porque, durante a maré alta o sedimento anteriormente drenado é lavado pelas águas do rio. Com isso, experimentos em laboratório têm confirmado que essa bactéria fecal é capaz de se multiplicar em várias ordens de magnitude quando agregada ao sedimento drenado. Os autores sugerem, a necessidade de utilização de outras bactérias como indicadoras de poluição fecal, caso seja confirmada, através de pesquisas, a influência dos períodos de alternância do contato do solo com a água e das propriedades granulométricas desse solo sobre a capacidade de multiplicação da *E. coli* em ambientes que apresentam influência das marés.

Uma das prováveis causas do aparecimento de *E. coli* no sedimento dos tanques de cultivo, nas Fazendas de camarão, é a utilização de fertilizantes, tais como esterco de aves, e rações no cultivo (Baskar *et al.*, 1995). Mas esta explicação é, contrária à prática de cultivo brasileira que não utiliza fertilizantes de origem animal.

Para o camarão despescado (C1), coletado durante a estação seca nas quatro Fazendas, os valores para o NMP de CT, CF e EC /g variaram entre <1,8 a $2,1 \times 10^3$. Nesse período, o valor máximo para o NMP de CF das amostras de camarão foi observado na Fazenda 2 e o mínimo na Fazenda 1 (Tabela 3).

Na estação intermediária as amostras de camarão apresentaram o NMP de CT variando de <1,8 a $>1,6 \times 10^3$ e de CF de <1,8 a $6,1 \times 10$ e de < 1,8 a $1,2 \times 10$

para EC. O maior NMP de CF das amostras foi apresentado pela Fazenda 2 e o menor por aquelas da Fazenda 4 (Tabela 3).

Ainda para o mesmo camarão estudado, na estação chuvosa, o NMP apresentado para CT e CF foi de $<1,8$ a $3,8 \times 10^2$, e de $<1,8$ a $3,4 \times 10$ para EC. O maior NMP de CF foi encontrado nas amostras da Fazenda 2 e o menor nas amostras da Fazenda 1. Com relação ao NMP para EC apenas as amostras da Fazenda 3 apresentaram números absolutos. As amostras restantes ficaram no limiar mínimo da tabela de Hoskins, ou seja $<1,8$ (Tabela 3).

Quando a análise foi realizada no camarão da indústria (C2), também nas quatro Fazendas (estação seca), o NMP para CT e CF variou de $<1,8$ a $4,9 \times 10^2$, e foi negativo para EC. O maior valor do NMP para CF nas amostras de camarão foi observado na Fazenda 2 (Tabela 3). As demais Fazendas apresentaram amostras com o NMP de CT, CF e EC $< 1,8/g$.

Com relação à estação intermediária, os valores para o NMP de CT nas amostras de camarão foram de $<1,8$ a $1,7 \times 10^2$, enquanto que, CF e EC se apresentaram $<1,8$ nas amostras das Fazendas 1 e 3. Vale salientar, que neste período, não foi possível a realização das coletas nas Fazendas 2 e 4, uma vez que a indústria não permitiu a entrada no local.

Já na estação chuvosa, as amostras C2 nas quatro Fazendas, apresentaram um NMP para CT e CF entre $<1,8$ a $4,9 \times 10^2$. Para a presença de EC, os valores observados em todas as amostras foi semelhante ao citado nas demais estações ($<1,8$) (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativa do Numero Mais Provável (NMP) de coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF) e *Escherichia coli* (EC) /g nas amostras de camarão des pescado e dentro da indústria, durante três estações climáticas.

| Locais | Estações | | | | | | |
|-----------|----------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Seca | | Intermediária | | Chuvosa | | |
| | C1 | C2 | C1 | C2 | C1 | C2 | |
| Fazenda 1 | CT | 0,2x10 | <1,8 | 1,0x10 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | CF | <1,8 | <1,8 | 0,61x10 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | Ec | <1,8 | <1,8 | 6,1 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 |
| Fazenda 2 | CT | 0,6x10 | 3,3x10 | >1,6x10 ³ | X | 1,1x10 ² | 4,9x10 ² |
| | | 0,6x10 | 4,9x10 | >1,6x10 ³ | X | 0,18x10 | 3,5x10 ² |
| | | 2,1x10 ³ | 4,9x10 ² | >1,6x10 ³ | X | 7,0x10 | 1,5x10 ² |
| | CF | 0,68x10 | 3,3x10 | 0,2x10 | X | 1,1x10 ² | 4,9x10 ² |
| | | 0,68x10 | 4,9x10 | 6,1x10 | X | 0,18x10 | 3,5x10 ² |
| | | 2,1x10 ³ | 4,9x10 ² | 1,2x10 | X | 7,0x10 | 1,5x10 ² |
| | Ec | <1,8 | <1,8 | 0,2x10 | X | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | 6,1x10 | X | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | 1,2x10 | x | <1,8 | <1,8 |
| Fazenda 3 | CT | 0,45x10 | <1,8 | 4,0x10 | <1,8 | 3,4x10 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | 7,9x10 ² | 1,7x10 ² | 3,4x10 | <1,8 |
| | | 0,45x10 | <1,8 | 4,0x10 | <1,8 | 2,7x10 | <1,8 |
| | CF | 0,45x10 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 3,4x10 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | 0,45x10 | <1,8 | 3,4x10 | <1,8 |
| | | 0,45x10 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 2,7x10 | <1,8 |
| | Ec | 0,2x10 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 3,4x10 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | 0,45x10 | <1,8 | 3,4x10 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | <1,8 | 2,7x10 | <1,8 |
| Fazenda 4 | CT | 0,2x10 | <1,8 | <1,8 | X | 3,8x10 ² | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | X | 0,45x10 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | X | 0,45x10 | <1,8 |
| | CF | 0,2x10 | <1,8 | <1,8 | X | 3,8x10 ² | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | X | 0,45x10 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | X | 0,45x10 | <1,8 |
| | Ec | 0,2x10 | <1,8 | <1,8 | X | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | X | <1,8 | <1,8 |
| | | <1,8 | <1,8 | <1,8 | X | <1,8 | <1,8 |

Nos períodos seco e chuvoso na Fazenda 2 foi verificado que o camarão despescado (C1) obteve menores valores para os CF do que o camarão processado (C2), onde é possível se deduzir que ocorreram problemas na indústria, como por exemplo, a quantidade de cloro não foi adequada ou a qualidade da água do gelo não era recomendável.

Quando comparados os três períodos estudados (seco, intermediário e chuvoso), pode-se observar que na Fazenda 2 e 3, as amostras de camarão (C1 e C2) apresentaram valores para os coliformes fecais elevados, se comparados às amostras das demais Fazendas (Tabela 3). Segundo Muratori *et al.* (2004), a presença de coliformes termotolerantes encontrados no pescado indica que os mesmos, foram capturados em ambientes com elevados índices de contaminação bacteriana. A legislação vigente (ANVISA, 2001) não estipula limites para coliformes termotolerantes a 45°C em camarões in natura, no entanto é interessante frisar que um dos maiores importadores do camarão cultivado brasileiro é a Comunidade Européia (CE) que através da Comissão Decision de 15 de dezembro de 1992, limita em 100, o NMP de *Escherichia coli*/g de camarão. Nesse raciocínio, nenhuma das amostras de camarão das Fazendas estudadas estaria fora dos limites exigidos pela CE.

Hatha *et al.* (2003), estudando camarão cru e descascado, na Índia, relataram a presença de coliformes em 10% das amostras, sendo que o percentual de *E. coli* foi de 1,3.

Para Dalsgaard *et al.* (1995), a correlação encontrada entre o número elevado de coliformes fecais no camarão com o elevado índice encontrado no sedimento, é justificado porque estes animais apresentam um hábito bentônico. No entanto, este fato não foi observado na presente pesquisa, uma vez que os NMPs de CF nas amostras de sedimento foram sempre mais elevados do que os encontrados nas amostras do camarão.

O NMP de CF variou com elevada significância estatística entre Fazendas ($F = 28,14$; $P < 0,01$). (a) o NMP variou na seguinte ordem: Fazenda 2 > Fazenda 3 > Fazenda 4 > Fazenda 1, com as seguintes comparações: Fazenda 1 teve a menor contaminação, sendo inferior a todas as outras, com significância

estatística; Fazenda 2 apresentou contaminação maior do que Fazenda 4 (HSD = 1,396) e Fazenda 1 (HSD = 4,387), mas foi igual a Fazenda 3 (HSD = 0,563); Fazenda 3 (HSD = 3,824) e Fazenda 4 (HSD = 2,991) tiveram contaminação maior do que a Fazenda 1.

Comparando-se agora dois grupos de Fazendas (de pequeno e grande portes), não há diferença no NMP dos três tipos de organismos entre os mesmo ($t = 0,454$; $P > 0,05$).

A elevada contaminação da Fazenda 2 com coliformes totais e fecais, e *E. coli*, mostra que deve haver alguma condição especial para determinar esta ocorrência, já que se trata de uma Fazenda de pequeno porte, que diferiu estatisticamente da outra Fazenda de pequeno porte, a Fazenda 1. Desse modo, pode-se aventar a hipótese de que a igualdade de condição entre os dois grupos de Fazenda decorre de uma contaminação anormalmente elevada da Fazenda 2 o que compromete a qualidade dos resultados. Desse modo, desprezando-se essa conclusão e voltando-se à comparação entre Fazendas, pode-se dizer que a contaminação em grande Fazendas (e.g. Fazenda 4) é muito maior do que em pequenas Fazendas (e.g. Fazenda 1).

Quando se avaliou a influência do substrato (água e sedimento) e do local de coleta (ponto externo-PEX, ponto de bombeamento-PB e ponto no viveiro-PV) sobre o NMP de CT, CF e EC, em conjunto, separadamente nas três estações de pluviosidade, obteve-se os seguintes resultados: na estação chuvosa, houve contaminação estatisticamente significativa apenas entre substratos, sendo maior no sedimento ($F = 4,55$; $P < 0,05$), na Fazenda 4. Na estação intermediária, houve contaminação estatisticamente significativa apenas entre locais, sendo maior no ponto externo ($F = 3,73$; $P < 0,05$), na Fazenda 3.

Na estação intermediária, houve contaminação estatisticamente significativa apenas entre locais, sendo maior no ponto externo, nas Fazendas 3 ($F = 5,45$; $P < 0,05$) e 4 ($F = 3,39$; $P < 0,05$).

Tendo em vista o baixo nível de significância na comparação dos valores de NMP entre locais e substratos, nas três estações de pluviosidade, pode-se

concluir que o ponto de coleta e o substrato não podem ser considerados fatores causais de diferenciação no processo de contaminação por coliformes e *E. coli*.

Na Fazenda 1 (Choró), houve contaminação estatisticamente significativa entre estações ($F_{crt} = 3,25$; $P < 0,05$), com maior intensidade na estação intermediária, a qual diferiu estatisticamente das estações chuvosa ($HSD = 4,738$) e seca ($HSD = 4,045$), que tiveram atuação semelhante ($HSD = 1,348$); o NMP de microorganismos variou estatisticamente entre si ($F_{crt} = 11,69$; $P < 0,01$), sendo o de coliformes ($CT = FC$) maior que o de *E. coli* ($HSD = 6,621(CT)$ e $HSD = 5,447(CF)$). Houve interação entre esses fatores causais ($F_{crt} = 3,02$; $P < 0,05$), significando que a maior contaminação por coliformes está relacionada com o baixo índice de pluviosidade.

Na Fazenda 3 (Jaguaribe), houve contaminação estatisticamente significativa entre estações ($F_{crt} = 12,46$; $P < 0,05$), com maior intensidade na estação chuvosa, a qual diferiu estatisticamente das estações intermediária ($HSD = 4,738$) e seca ($HSD = 4,045$), que tiveram atuação semelhante ($HSD = 1,348$); o NMP de microorganismos não variou estatisticamente entre si ($F_{crt} = 0,21$; $P > 0,05$), e não houve interação entre esses fatores causais.

Na Fazenda 4 (Acará), houve contaminação estatisticamente significativa entre estações ($F_{crt} = 7,92$; $P < 0,01$), com maior intensidade na estação intermediária, a qual diferiu estatisticamente das estações chuvosa ($HSD = 4,738$) e seca ($HSD = 4,045$), que tiveram atuação semelhante ($HSD = 1,348$); o NMP de microorganismos variou estatisticamente entre si ($F_{crt} = 3,86$; $P < 0,05$), sendo o de coliformes ($CT = FC$) maior que o de *E. coli* ($HSD = 6,621$). Houve interação entre esses fatores causais ($F_{crt} = 2,84$; $P < 0,05$), significando que a maior contaminação por coliformes está relacionada com baixo índice de pluviosidade.

Na Fazenda 2 (Coreaú), houve contaminação estatisticamente significativa entre estações ($F_{crt} = 3,25$; $P < 0,05$), com maior intensidade na estação intermediária, a qual diferiu estatisticamente das estações chuvosa ($HSD = 4,738$) e seca ($HSD = 4,045$), que tiveram atuação semelhante ($HSD = 1,348$); o NMP de microorganismos variou estatisticamente entre si ($F_{crt} = 11,69$; $P < 0,01$), sendo o de coliformes ($CT = FC$) maior que o de *E. coli* ($HSD = 5,447$). Houve interação entre

esses fatores causais ($F_{crt} = 2,84$; $P < 0,05$), significando que a maior contaminação por coliformes está relacionada com o baixo índice de pluviosidade.

A contaminação microbiológica das Fazendas é feita predominantemente por coliformes, com maior intensidade na estação intermediária, podendo-se supor que isto ocorre numa época do ano com menor índice de pluviosidade.

Quando se avaliou a Influência da estação de pluviosidade e do tratamento do camarão (despesca e processado) sobre o NMP de microrganismos, separadamente para coliformes totais, coliformes fecais e *E. coli* na Fazenda 1 (Choró) de pequeno porte e na Fazenda 3 (Jaguaribe) de grande porte, obteve-se o seguinte resultado:

Na Fazenda de pequeno porte, não houve contaminação estatisticamente significativa para o tratamento do camarão, segundo os valores dos resultados da ANOVA:

Coliformes totais: $F = 1,12$; $P > 0,05$ (tratamento) e $F = 0,94$; $P > 0,05$ (estação), sem interação entre os fatores causais ($F = 0,94$; $P > 0,05$);

Coliformes fecais: $F = 0,28$; $P > 0,05$ (tratamento) e $F = 0,22$; $P > 0,05$ (estação), sem interação entre os fatores causais ($F = 0,22$; $P > 0,05$);

Escherichia coli: $F = 0,28$; $P > 0,05$ (tratamento) e $F = 0,22$; $P > 0,05$ (estação), sem interação entre os fatores causais ($F = 0,22$; $P > 0,05$).

segundo os resultados da ANOVA:

Coliformes totais: $F = 53,01$; $P < 0,01$ (tratamento) e $F = 27,23$; $P < 0,01$ (estação), com interação entre os fatores causais ($F = 6,53$; $P < 0,01$);

Coliformes fecais: $F = 20,66$; $P < 0,01$ (tratamento) e $F = 8,46$; $P < 0,01$ (estação), com interação entre os fatores causais ($F = 8,46$; $P < 0,01$);

Escherichia coli: $F = 14,53$; $P < 0,01$ (tratamento) e $F = 10,72$; $P < 0,01$ (estação), com interação entre os fatores causais ($F = 10,42$; $P < 0,01$).

Os dados obtidos nesta pesquisa permitem afirmar que apenas nas Fazendas de grande porte (as amostradas), as condições a que os camarões são submetidos na despesca e no processamento influenciaram no processo de contaminação por microrganismos, sendo que isto é também dependente da estação pluviométrica, sendo muito mais intensa durante a estação chuvosa.

Estes resultados sugerem que os procedimentos de manejo e de despesca nas Fazendas de grande porte, amostradas na pesquisa, são mais difíceis e mais complexos que nas Fazendas de pequeno porte. Outro fator que estaria contribuindo para este quadro nas Fazendas de grande porte seria a observação da presença de esgotos e pocilgas nas suas circunvizinhanças.

Das amostras coletadas água (PEX, PB e PV), sedimento (PEX, PB e PV), e camarão (despescado e processado) nas quatro Fazendas nas três estações, foram identificados 29 cepas de *Salmonella*, sendo 20 (68,96%) provenientes das amostras de água, 6 (20,68%) de sedimento e 3 (10,34%) de camarão (Figura 9).

A detecção dessa bactéria no ambiente significa que o 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 desta forma para o aumento da contaminação do ambiente.

Na Figura 9, pode-se observar que a maior incidência de *Salmonella* ocorreu nas amostras de água (68,96%). Segundo Bhaskar *et al.* (1995) a freqüente detecção deste microrganismo em amostras de sedimento, água e camarão se dá pelo fato deste patógeno sobreviver bem no sedimento, sendo transferido posteriormente para água e para o animal.

Por outro lado, a ocorrência deste patógeno em amostras de água e camarão é de grande interesse para saúde pública, uma vez que, a legislação vigente através da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2001), impõe sua ausência em 25 g de amostra de qualquer alimento, incluindo os pescados. Assim, a presença de *Salmonella* em qualquer amostra de água ou alimento representa um risco à saúde, uma vez que todas as cepas de *Salmonella* são patogênicas ao homem (Franco & Landgraf, 2004). Fato observado pelo Center Disease Control (CDC), o qual reporta que anualmente 3% a 14% da população norte americana, adoecem por ingestão de alimentos contaminados por bactérias patogênicas (Anon 2003).

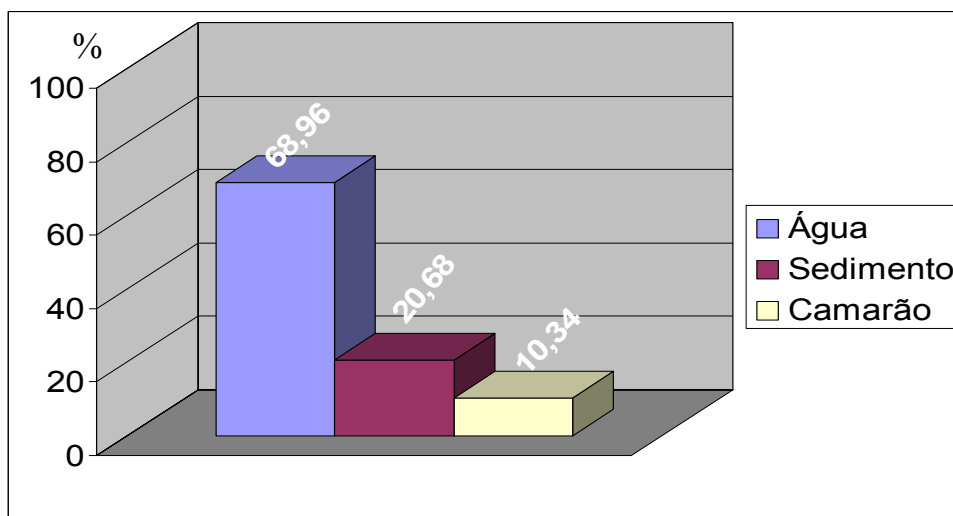


Figura 9. Isolados de *Salmonella* identificados das quatro Fazendas situadas no Estado do Ceará estudadas nas diferentes estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa).

Nas Figuras 10 e 11 observa-se que dentre os três pontos estudados, tanto para a água quanto para o sedimento, o PEX apresentou maior percentual de isolados para *Salmonella*, 11% e 4% respectivamente. Este fato reflete a influência direta da falta de saneamento básico nas pequenas comunidades litorâneas circunvizinhas, onde era observado o lançamento de efluentes de esgotos domésticos, diretamente nos rios, próximo às Fazendas.

Bhaskar *et al.* (1995) afirmam que o gênero *Salmonella* faz parte da microbiota natural dos viveiros de água doce. No entanto, este fato ocorre, principalmente, porque os mesmos são adubados por esterco de animais, geralmente usados como fertilizantes, nas Fazendas de camarão, na Índia. No Brasil, a presença de *Salmonella* é explicada, pelo aporte de esgotos e/ou a presença de animais soltos no ambiente estudado, uma vez que o uso de fertilizante utilizado é de origem química, nunca sendo usado esterco animal.

Segundo Reilly & Twiddy (1991) a aplicação de esterco de galinha não tratado, usado na fertilização dos tanques, bem como a presença de fezes de aves aquáticas, tem contribuído para a elevada incidência de *Salmonella* nas Fazendas de camarão.

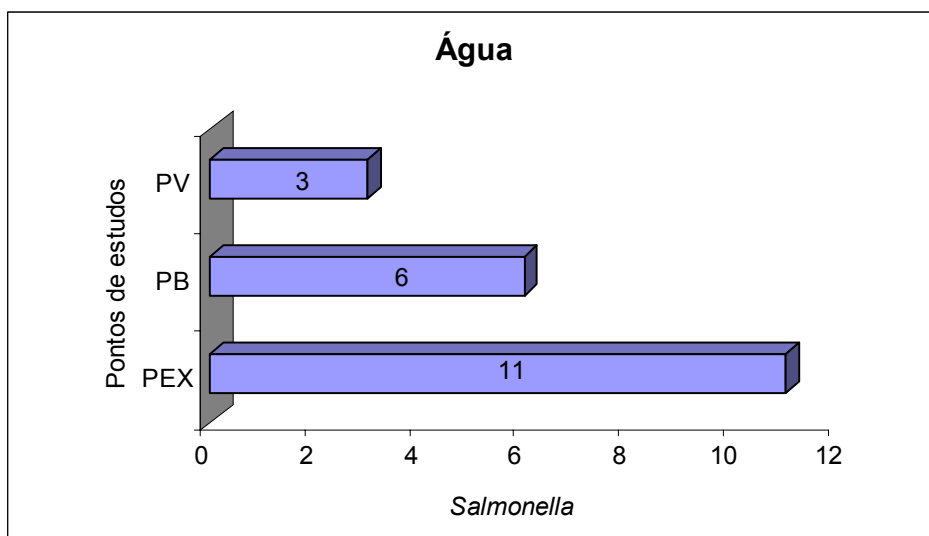


Figura 10. Número de isolados de *Salmonella* identificados de acordo com o ponto de coleta, nas amostras de água nas quatro Fazendas situadas no Estado do Ceará estudadas nas diferentes estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa).

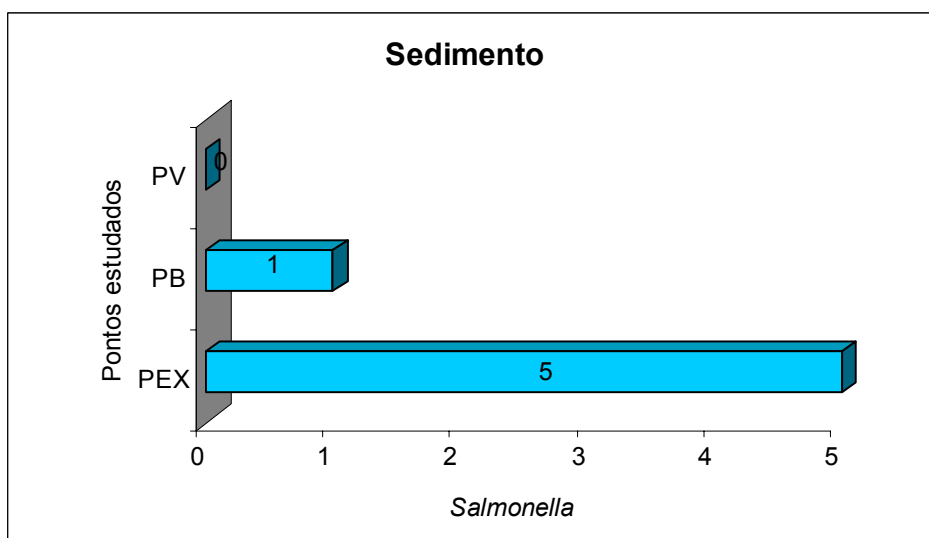


Figura 11. Número de isolados para *Salmonella* identificados de acordo com o ponto de coleta, nas amostras de sedimento das quatro fazendas situadas no Estado do Ceará estudadas nas diferentes estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa)

Na Tabela 4, observa-se que dentre as quatro Fazendas estudadas, a Fazenda 3 apresentou o maior número de isolados positivos nas águas do PEX, PB e PV e nos sedimentos do PEX e PB, seguida das Fazenda 4 e 2. Na Fazenda 1, não foi observado nenhuma amostra contaminada com este microrganismo.

As Fazendas 3 e 4, onde foram registradas as maiores incidências de *Salmonella* na águas do PEX e PB, são abastecidas pelos rios Jaguaribe e Acaraú. Estas Fazendas se encontram em diferentes regiões e são de grande porte, quando comparadas às Fazendas 1 e 2.

Observa-se que as amostras isoladas no período intermediário (meses de novembro e dezembro), apresentaram maior incidência de sorotipos de *Salmonella*, ou seja 31% para as amostras de água e 14% para as amostras do sedimento. Este fato pode ser justificado pelo período de estiagem, que contribui para que os níveis do rio diminuam e por conseguinte, aumente a concentração da matéria orgânica, o que facilita a detecção de bactérias entéricas.

Em seguida tem-se o período chuvoso, no qual foram isolados 24% dos sorotipos identificados. Neste período, a presença dos microrganismos aumenta, em decorrência do grande aporte de matéria orgânica que os rios recebem. Martinez-Urtaza *et al.* (2004), estudando a distribuição sazonal e espacial da contaminação de *Salmonella* em águas costeiras na região da Galicia ao norte da Espanha, observaram que o isolamento deste microrganismo era sazonal, com a maior detecção ocorrendo no período do verão.

Tabela 4. Número de isolados de *Salmonella* de acordo com os três substratos estudados (água, sedimento e camarão), nas quatro diferentes Fazendas, durante três estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa).

| Estações | Amostras | Locais | | | |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Choró | Coreaú | Jaguaribe | Acaraú |
| | | Fazenda 1 | Fazenda 2 | Fazenda 3 | Fazenda 4 |
| seco | Água | - | 1 | - | 3 |
| | Sedimento | - | - | - | 1 |
| | camarão | - | 2 | - | - |
| intermediário | Água | - | 1 | 6 | 2 |
| | Sedimento | - | - | 4 | - |
| | camarão | - | - | - | - |
| chuvoso | Água | - | - | 5 | 2 |
| | Sedimento | - | - | 1 | - |
| | camarão | - | - | - | 1 |
| Total | | - | 4 | 16 | 9 |

Se forem comparados os NMPs de CT e CF das Fazendas 2 e 4 com a ocorrência de *Salmonella*, pode-se observar que houve relação entre eles, discordando do trabalho realizado por Dalsgaard *et al.* (1995), que ao analisar amostras de camarão cultivado na Tailândia, observaram a ausência total da bactéria, apesar do alto índice de coliformes totais e fecais.

A presença de bactérias do gênero *Salmonella* em corpos hídricos e sua relação com bactérias coliformes de origem fecal é destacada numa pesquisa desenvolvida por Geldreich (1972), nos Estados Unidos. Segundo o autor, foi constatado em águas de estuário poluídas e não poluídas, um acentuado aumento de salmonelas quando os NMPs de CF revelavam-se superiores a 200/100 mL; quando os NMPs atingiam números acima de 2.000/100 mL, obtinha-se o isolamento de salmonelas em, aproximadamente, 100% dos casos.

Martins *et al.* (1988) relataram que ao examinar amostras de águas doces, verificaram uma relação praticamente linear entre o isolamento de salmonelas e

os níveis dos NMP de CT e CF. Por outro lado, Bhaskar *et al.* (1998), observaram uma baixa correlação entre o nível de organismos indicadores (coliformes) e a incidência de *Salmonella*, *Vibrio* e *Listeria monocytogenes* ao estudarem camarão cultivado.

Dentre os 29 isolados de *Salmonella*, (Figura 12), foram identificados cinco sorotipos, sendo eles: *S. Anatum*, *S. Poona*, *S. Newport*, *S. Soahanina* e *S. Albany*. Este fato mais uma vez sugere a contaminação da área em estudo, como sendo provavelmente causada pela presença de animais, uma vez que Hofer *et al* (2000), ressaltaram que de 745 cepas de *Salmonella* isoladas em carne de equino no nordeste, *S. Anatum* foi a mais freqüente (CDC, 2003).

Apesar da *Salmonella* ser facilmente destruída após cozimento, sua presença em produtos crus não pode ser tolerada em função dos baixos números de células necessárias para causar uma infecção, além de que, este microrganismo pode ser transferido para outros alimentos através de contaminação cruzada (Vieira *et al*, 2004).

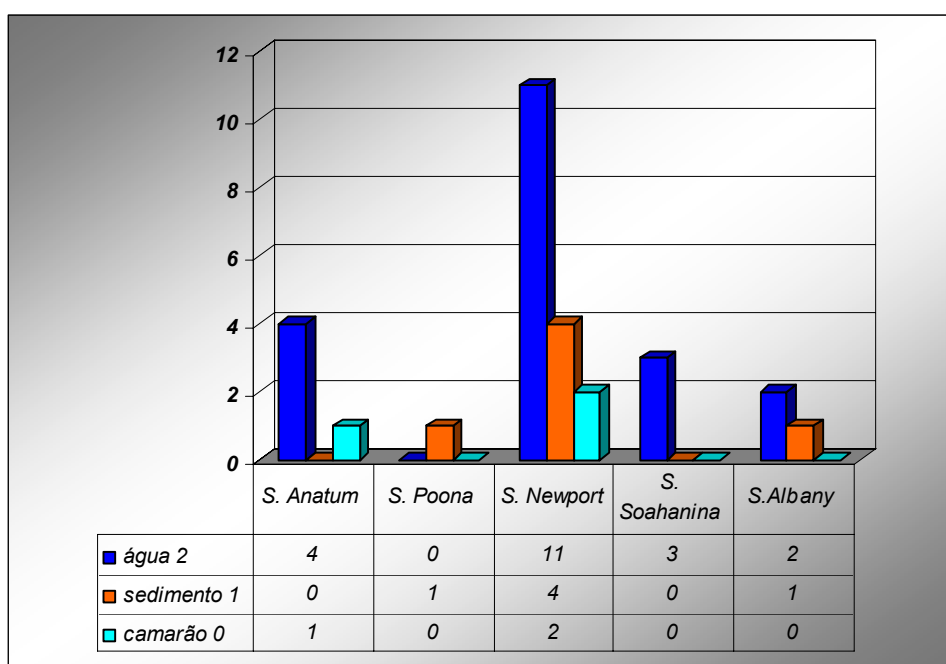


Figura 12. Sorotipos do gênero *Salmonella* isolados dos três diferentes substratos estudados (água, sedimento e camarão), nas quatro Fazendas situadas no Estado do Ceará estudadas nas diferentes estações climáticas (seca, intermediária e chuvosa).

Segundo Feldhusen (2000), nos Estados Unidos os surtos de infecção envolvendo as salmonelas não tifóides têm sido associados ao consumo de peixes e crustáceos, enquanto *S. Paratyphi* e *S. Enteritidis* encontram-se associadas ao consumo de camarão e moluscos bivalves. Desta maneira, a cada ano, estima-se que aproximadamente 800.000 a 4 milhões de casos de salmonelose resultam em 500 mortes, sendo as crianças os indivíduos freqüentemente afetados (CDC,1999).

Tavechio *et al.* (2002) realizando um trabalho na cidade de São Paulo, no período de janeiro de 1996 a dezembro de 2000, relataram que de 4.581 isolados de *Salmonella* de origem não humana, 123 sorotipos foram identificados, podendo-se citar entre eles: *S. Enteritidis* (32,7%), *S. Senftenberg* (10,3%), *S. Hadar* (6,8%), *S. Agona* (5,1%), *S. Typhimurium* (2,4%).

Hofer *et al.* (1998) ressaltaram que a incidência de *S. Typhimurium* O:5⁻ em codornas e pombos e infecções por *S. Senftenberg* em galináceos, pode apresentar como consequência, sua ocorrência em matérias-primas e rações.

Ainda na Figura 12 pode-se observar que *S. Newport* representava 58,62% dos isolados e *S. Anatum*, 17,24%. A presença de *S. Newport* também foi relatada por Parente (2005), ao estudar a água de viveiro, em duas Fazendas de camarão, no litoral oeste do Ceará.

Vieira *et al.* (2004), analisando semanalmente amostras de caranguejo no período de fevereiro a maio de 2003, na cidade de Fortaleza, Ceará, relataram que de 44 cepas isoladas, sete foram confirmadas como sendo do gênero *Salmonella*, sendo elas pertencentes aos sorovares *S. Senftenberg* (05) e *S. Poona* (02). Segundo Rodrigues (2002) e (2003), *S. Senftenberg* é incluído entre os cinco sorovares mais isolados no Brasil nos últimos cinco anos e o sorovar de *S. Poona* tem variável incidência em nosso ambiente (Hofer *et al.*, 1998).

Segundo Boonmar *et al.* (1998), a identificação de 81 sorovares de *Salmonella* isolados de amostras de carne de galinha congelada, alimentos prontos para consumo e camarão congelado, na Tailândia, no período de 1993 a 1996, mostraram que o sorovar mais comumente isolado em camarão congelado foi *S. Weltevreden*.

Assim, bactérias alóctones e vários outros microrganismos entéricos presentes no ambiente, estão diretamente relacionados com a descarga de resíduos para os rios e áreas costeira (Barcina *et al.*, 1997). Por outro lado, a relação entre os produtos cárneos contaminados com as infecções humanas e animais é difícil de ser estabelecida, principalmente porque a contaminação dos produtos têm como origem o contato com os excrementos dos animais e ambiente, apesar dos cuidados dispensados nas fases de abate e manipulação (Hofer *et al.*, 2000).

Para que haja um desenvolvimento sustentável é necessário organizações fortes (Madrid, 2005) mas o setor só se fortalecerá através de regras, de leis, de responsabilidade com o empreendimento, do exercício da cidadania, do comprometimento com o consumidor ou/e com o comprador. Assim, enquanto houver descaso do carnicultor com o meio ambiente haverá também um resultado desastroso que é o mau produto, o que não compete no mercado internacional porque não é o melhor. Assim, aconteceu com a lagosta brasileira e poderá acontecer com o camarão brasileiro.

5. CONCLUSÕES

O NMP de CF variou com elevada significância estatística entre Fazendas na seguinte ordem: Fazenda 2 > Fazenda 3 > Fazenda 4 > Fazenda 1, com as seguintes comparações: Fazenda 1 teve a menor contaminação, sendo inferior a todas as outras, com significância estatística; Fazenda 2 apresentou contaminação maior do que Fazenda 4 e Fazenda 1, mas foi igual a Fazenda 3 ; Fazenda 3 e Fazenda 4 tiveram contaminação maior do que a Fazenda 1.

Na estação intermediária, houve contaminação estatisticamente significativa apenas entre locais, sendo maior no ponto externo da Fazenda 3.

Na estação intermediária, houve contaminação estatisticamente significativa apenas entre locais, sendo maior no ponto externo, nas Fazendas 3 e 4.

Houve interação entre esses fatores causais, significando que a maior contaminação por coliformes está relacionada com o baixo índice de pluviosidade.

Quando se avaliou a Influência da estação de pluviosidade e do tratamento do camarão (despesca e processado) sobre o NMP de microrganismos, separadamente para coliformes totais, coliformes fecais e *E. coli* na Fazenda 1 (Choró) de pequeno porte e na Fazenda 3 (Jaguaribe) de grande porte, obteve-se o seguinte resultado: Na Fazenda de pequeno porte, não houve contaminação estatisticamente significativa para o tratamento do camarão.

A contaminação por CT, CF e EC em grande Fazendas (e.g. Fazenda 4) foi muito maior do que em pequenas Fazendas (e.g. Fazenda 1).

O ponto de coleta e o substrato não podem ser considerados fatores causais de diferenciação no processo de contaminação por coliformes e *E. coli*.

A contaminação microbiológica das fazendas é feita predominantemente por coliformes totais e fecais sendo que a presença de *Escherichia coli* é insignificante, sempre com números aquém do alcance do método empregado. A maior intensidade dessa contaminação nas fazendas é detectada na estação intermediária, podendo-se supor que isto ocorre numa época do ano com menor índice de pluviosidade.

Os camarões das quatro fazendas não apresentaram *Escherichia coli* em números capazes de fazê-los inaceitáveis na CE, porém se o parâmetro considerado for a presença de *Salmonella*, as Fazendas 4 e 2 não estariam habilitadas a exportar os crustáceos para o exterior. E ainda, das águas da Fazenda 3 também foram isoladas *Salmonella* o que facilmente poderia também contaminar os camarões cultivados.

Das quatro fazendas estudadas, somente a Fazenda 1, justo na que foram observados maiores cuidados, não apresentou camarões contaminados com *Salmonella* embora tenha sido detectado poucos níveis de CF e de *E. coli* no seu ambiente exógeno no período seco.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCC - Associação Brasileira de Cultivo de Camarão Marinho. *Agronegócio do Camarão Marinho Cultivado*. Disponível em: <http://www.abccam.com.br/agronegocio/agroindex.htm>. Acesso em: 22.08.2004.

ABCC- Associação Brasileira dos Criadores de Camarão Marinho. Impacto Sócio-Econômico da Carcinicultura no Nordeste. Revista da ABCC, Recife, ano 7, n.3, 2005.

ABCC- Associação Brasileira dos Criadores de Camarão Marinho. Compromisso com a preservação do Ecossistema Manguezal. Revista da ABCC, Recife, ano 7, n.4, 2005.

ABCC- Associação Brasileira dos Criadores de Camarão Marinho A carcinicultura brasileira em 2002. *Revista daABCC*, Recife, Ano 5, n. 1, p. 30-45, 2003.

ANON. Animal and Egg Production Food Safety. Na Introduction.In <http://www.dasc.vt.ed/jones/introduction.pdf>. Criado em 2002. Acessado 15 de junho de 2003.

Al-Sayed, H. A.; Ghanem, E. H. & Saleh, K.M. Bacterial community and some physico-chemical characteristics in a subtropical mangrove environment in Bahrain. *Mar. Pollut. Bull.*, n. 50, p. 147–155, 2005.

Alves, L. M. C.; Costa, N. F.; Silva, M. S.; Sales, S. S. & Correia, M.R. Toxinfecção alimentar por *Salmonella* Enteretidis: relato de um surto ocorrido em São Luís- MA. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v.15, n.80/81, p.57-58, 2001.

Assad, L.T. & Bursztyn, M. Aquicultura sustentável. *in: Aquacultura no Brasil: bases para desenvolvimento sustentável*. Brasília: *CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia*. p. 33-70, 2000.

Azam, F.; Haskel, S & Rohwer, F. The microbial loop in aquaculture. Honolulu, Hawaii, p.87-98. *in: LEE,C.S. & O'BRYEN, P. (eds). Microbial approaches to aquatic nutrition within environmentally sound aquaculture production systems. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, 190p. 2002.*

Barbieri Junior, R. C. & Ostrenky Neto, A. Camarões Marinhos- Engorda, *Aprenda Fácil*, Viçosa, v. II, 2002.

Barcina. I.; Lebaron. P. & Vives-Rego. J. Survival of allochthonous bacteria in aquatic systems: a biological approach. *Microbiol. Ecol.*, v. 23, p. 1-9, 1997.

Barg, U. & Phillips . M.J. Environment and Sustainability. *in: Review of the state of world aquaculture. FAO Fisheries Circular.*, Rome, n,886, p. 55-66 1997.

Bhaskar, N.; Setty, T. M. R.; Reddy, G. V. S.; Manoj, Y. B.; Anantha, C. S.; Raghunath, B. S. & Antony, J. M. Incidence of *Salmonella* in cultured shrimp *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, v. 138, p. 257-266, 1995.

Bhaskar, N.; Setty, T. M. R.; Monal, S.; Joseph, M. A.; Raju, C. V.; Raghunath, B. S. & Anantha, C. S. Prevalence of bacteria of public health significance in the cultured shrimp (*Penaeus monodon*). *Food Microbiology*, v.15, p.511-519, 1998.

Banco do Nordeste (BNB) - Manual de impactos ambientais: Orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas. Fortaleza, p.297, 1999.

Bell, C. & Kyriakides, A. *E. coli: una aproximación práctica al microorganismo y su control en los alimentos*. Acribia, Zaragoza. p, 234, 1998.

Biodiversity Reporting Award - BRA: *Desastre ronda criação de camarões no mangue*. Conservation Internacional, 2002. Disponível em: <http://www.conservation.org/xp/CIWEB/programs/awards/2002/brasil/judges/entries/bra_09.xml>. Acesso em 09 de setembro de 2002.

BRASIL- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001. *Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 out. 2004. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>.

Brito, W. O.; Silva, E. M.; Girão, M. V. D.; Costa, R. A. & Vieira, G.H.F. Estudo de Poluição do Rio Acaraú, Trecho Sobral (CE) e identificação de cepas de *Escherichia coli*. p.151, in: *Anais IX Encontro Nacional de Microbiologia Ambiental – ENAMA., Curitiba, 2004.*

Blodegett, R. Appendix 2: most probable number from serial dilutions, in: Food and Drug Administration- FDA. *Bacteriological Analytical Manual on line*. FDA/CFSAM. 2001. Disponível em: www.cfsan.fda.gov/~edam/bam- acesso: 10 de out.2005.

Boyd, C. E. & Massaut, L. Risk associated with the use of chemicals in pond aquaculture. *Aquacultural Engineering*, n. 20, p. 113-132, 1999.

Boyd, E. F. & Hartl, D. L. Recent horizontal transmission of plasmids between natural populations of *Escherichia coli* and *Salmonella enterica*. *Journal. of Bacteriology*, v. 179, n. 5, p. 1622-1627, mar., 1997.

Boonmar, S; Bangtrakulnonth. A.; Pornrunangwong, S.; Marnrim, N.; Kaneko. K. & Ogawa. M. Predominant Serovars of Salmonella in Humans and Foods from Thailand. *J. Vet. Med. Sci.*, v. 60, n. 7, p. 877-880, 1998.

Borges, K.P. & Bertolin, A. O. Avaliação microbiológica da qualidade da água do córrego São João, Porto Nacional – Tocantins, Brasil. *HOLOS Environment*, v. 2, n. 2, p. 174-184, 2002

Campos, L. C. *Salmonella*. in: *Microbiologia*. 3a ed, São Paulo: Ed. Atheneu, 586p., 1999.

Campos, L. C. & Trabulsi, L. R. *Escherichia*. in Trabulsi, L. R.; Alterthum, F.; Gompertz, O. F.; Candeias, J. A. N. *Microbiologia*, Atheneu 3a. ed., São Paulo, 586 p., 1999.

Castro, H.M.P.; Vieira, R.H.S.F. & Torres, R.C.O. Balneabilidade e doenças de veiculação hídrica: situação das praias de Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil. *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza, v. 35, p. 119-124, 2002.

CDC - *Centers for Disease Control and Prevention*. *Salmonella* Suveillance Summary -2002. Atlanta, Geórgia: US Departamente of Health and Human, 2003.

CDC - *Centers for Disease Control and Prevention*. *Salmonella* URL: <http://www.cdc.gov/oc/media/fact/samonella.htm>. accessed in: 16/07/1999.

Commission Decision. On the microbiological criteria applicable to the production of cooked crustaceans and molluscan shellfish 15 december 1992. *Official Journal of European Communities*, 1993.

CONAMA - *Conselho Nacional do Meio Ambiente*, Resolução no 274, de 29 de novembro de 2000.

CONAMA - *Conselho Nacional do Meio Ambiente* - Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.

Dalsgaard, A.; Huss, H. H.; H-Kittikeen, A. & Larsen, J. L. Prevalence of *Vibrio cholerae* and *Salmonella* in major shrimp production area in Thailand. *International Journal of Food Microbiology*, v. 28, p.101-113, 1995.

Dias, M. C. O. et al. *Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos de atividades produtivas*. Fortaleza: Banco do Nordeste, 158p., 1999.

Duffy, G.; Cloak, O. M.; Sullivan, M. G. O.; Guillet, A.; Sheridan, J. J.; Blair, I. S. & McDowell, D. A. The incidence and antibiotic resistance profiles of *Salmonella* spp. on Irish retail meat products. *Food Microbiology*, London, v. 16, p. 623-631, 1999.

Eley, A. R. *Microbial food poisoning*. London: Chapman & Hall, 191p. 1994.

Eugênio, C. *Agronegócio Exportação. Camarão: Ceará tenta reverter queda nas exportações*. Disponível em:

< http://www.paginarural.com.br/noticias_detalhes > Acesso em 13 de março de 2005

Feng, P. & Weagent, S. D. Diarrheagenic *Escherichia coli*. in U.S. Food and Drugs Administration, Center for Food Safety & Applied Nutrition. *Bacteriological Analytical Manual online*. FDA/CFSAN.sept 2002. Disponível em <http://www.cfsan.fda.gov/~bam/bam-4a.html>. acesso em 25/11/2003.

Feldhusen, F. The role of seaffod in bacterial fodborne diseases. *Microbes and infection*, Paris, v. 2, p. 1.651-1.660, 2000.

Filgueiras, M. C. B., Araújo, L. F. P.; Gomes, R. B. & Rosa, M. F. Impactos ambientais do lançamento de efluentes da carcinicultura em águas interiores. *Eng. Sanit. Ambient.*, v. 10, n. 2, abril-junho, p. 167-174, 2005.

Franco B. D. G. M. & Landgraf, M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Atheneu, p.182, 1999.

Franco, B. D. G. M. & Landgraf, M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Atheneu, p.182, 2004.

Fujioka, R. S.; Hasihmoto, H. H.; Siwak, E. B. & Young, R. H. F. Effect of sunlight on survival of indicator bacteria in seawater. *Appl. Environ. Microbiol.*, v. 41, p. 690-696, 1981.

Geldreich, R E. Buffalo lake recreational water quality: a study in bacteriological data interpretation. *Wat. Res.*, v. 6, p. 913-924, 1972.

GESAMP. Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental protection. Planning and management for sustainable coastal aquaculture development. Rep. Stud. n. 68, 90p, 2001.

Guimarães, A. G.; Leite, C. C.; Teixeira, L. D.; Santanna, M. E. B. & Assis, P. N. Determinação de *Salmonella* spp. Em alimentos e manipuladores envolvidos em surtos de infecção alimentar. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 2, p. 1-4, 2001.

Hatha, M. A. A.; Maqbool, T. K. & Suresh Kumar, S .Microbial quality of shrimp of export trade produced from aquacultured shrimp. *Internacional Journal of Food Microbiology*, v. 82, p. 213-221, 2003.

Hitchins, A. D.; Hartman, P. A. & Todd, E.C.D. Coliforms: *Escherichia coli* and its toxins. In: Vanderzant, C.; Splittstoesser, D.F(ed.) *Compendium of methods for microbiological examination of foods 3rd ed.* Washington, DC: APHA. P. 325-369, 1992.

Hofer, E. & Reis, E. M. F. *Salmonella* serovars in food poisoning episode recorded in Brazil from 1982 to 1991. *Rev. Inst. Méd. trop.*, São Paulo. v. 36, p. 7-9, 1994.

Hofer, E.; Silva Filho S. J, & Reis, E. M. F. Sorovares de *Salmonella* isolados de matéria - prima e de ração para aves no Brasil. *Pesq. Vet. Bras.* v. 18, n. 1, p. 21-27, 1998.

Hofer, E.; Zamora, N. R M.; Lopes, A, E. & Moura, A M.C. A Sorovares de *Salmonella* em carne de eqüídeos abatidos no nordeste do Brasil. *Pesq. Vet. Bras.*, v. 20, n. 2, p. 80-84, abril-junho, 2000.

IBGE. Investiga o meio ambiente de 5.560 municípios brasileiros 2002. www.ibge.gov.br. Acessado em 06/03/06

IPECE-Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará *Mapa da situação dos resíduos sólidos no Ceará: relatório de pesquisa*. Fortaleza, 54p, 2000.

Jakabl, M. & Franco, B.D.G.M. Frequência de isolamento de cepas de *Escherichia coli* patogênicas em alimentos de origem animal. *Ciên. Technol. Alim.*, Campinas, v. 11, n. 1, p. 170-181, 1991

Jay, J. M. *Modern Food Microbiology*. 6.ed. Gaithersburg: Aspen, 679 p., 2000.

Jeong, Y.; Grant, S. B.; Ritter, S.; Pednekar, A.; Candelaria, L. & Winant, C. Identifying Pollutant Sources in Tidally Mixed Systems: Case Study of Fecal Indicator Bacteria from Marinas in Newport Bay, Southern California. *Environ. Sci. Technol.*, v. 39, p. 9083-9093, 2005.

Kaku, M. et al. Surto de intoxicação alimentar causada por *Salmonella enteritidis* no noroeste do Estado de São Paulo. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 29, p. 127-131, 1995.

Koneman, E. W.; Allen. S. D.; Dowell, V. R. & Sommers, H. M. *Diagnóstico Microbiológico – Texto e Atlas Colorido*. Panamericana 2a. ed., São Paulo, 1993.

Koonse. B . Aquaculture Famr Investigation Proyect. 2002

Lacerda, L. D.; Marins, R.V.; Vaisman, A. G.; Maia, S. R. R.; Aguiar, J. E. & Dias, F. J. S. Contaminação dos metais pesados nas bacias inferiores dos rios Curimataú e Açú (RN) e o rio Jaguaribe (Ce) *in*: Impacto do ambiente Exógeno sobre a Carcinicultura Marinha. Associação Brasileira dos Criadores de Camarão (ABCC), Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR). Sociedade Internacional para Ecossistemas de Manguezal (ISME-BR), Fortaleza, 87 p., 2004.

La Rosa, T.; Mirto, S.; Marino, A.; Alonzo, V.; Maugeri, T. L. & Mazzola, A. Heterotrophic bacteria community and pollution indicators of mussel – farm impact in the Gulf of Gaeta (Tyrrhenian Sea). *Mar. Environ. Res.*, v. 52, p. 301-321, 2001.

Leclerc, H.; Mossel, D. A.; Edberg, S. C. & Struijk, C. B. Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety. *Annu. Rev. Microbiol.*, v. 55, p. 201-234, 2001.

Lee, W. S.; Puthucheary, S. D. & Boey, C. C. M. Non-typhoid *Salmonella* gastroenteritis. *Journal of Paediatrics Child Health*, Carlton, v. 34, n. 4, p. 387-390, 1998.

Lightner, D. V. & Redman, R. M. Shrimp diseases and current diagnostic methods. *Aquaculture*, v. 164, p. 201-220, 1998.

Lourenço, M. C. S.; Reis, E. M. F.; Valls, R.; Asensi, M. D. & Hofer, E. *Salmonella enterica subsp houtenae* serogroup O:16 in a HIV positive patient: case report. *Rev. Inst. Med. Trop.*, São Paulo. v. 46, n. 3, p. 169-170, may-june, 2004.

Madrid, R. M. Análise das exportações da carcinicultura brasileira em 1999 a 2003: cinco anos de sucesso e, 2004, o início de uma nova fase. Revista da ABCC. Ano 7, n. 1, Recife, Março, 2005.

Madrid, R. M. A crise econômica da carcinicultura. *Panor. Aquic.*, v. 15, n. 90, p. 22-29, 2005.

Madrid, R. M. A dança dos preços na carcinicultura Brasileira e desafios de competitividade. Revista da ABCC. Ano 7, n. 3, Recife, Setembro 2005.

Maia, E.P. Avaliação do uso de probiótico no cultivo intensivo de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em viveiros de terra em sistema fechado. Dissertação apresentada no curso de mestrado em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará. 2004.

Maia, L. P.; Lacerda, L. D.; Monteiro, L. H. U. & Souza, G. M. Estudo das áreas de manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Universidades Federal do Ceará - Instituto de ciências do mar/Sociedade Internacional para Ecossistemas de manguezal ISME-BR., Documento Técnico, Fortaleza, maio de 2005.

Martins, M. T. Isolamento de *Salmonella* em ambiente aquático: Significado sanitário. *Rev. Microbiol.*, v. 19; p. 29-39, 1988.

Martinez-Urtaza, J; Montserrat. S. & Novoa, J. Influence of Environmental Factors and Human Activity on the Presence of *Salmonella* Serovars in a Marine Environment. *Appl. Environ. Microbiol.*, v. 70., n. 4, p. 2089-2097, 2004.

Melo, S. Reaberto mercado americano para o camarão brasileiro. *Panor. Aquic.* v. 14, n. 86, p. 51-52, 2004.

Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Histórico da Carcinicultura Brasileira. Disponível : http://www.mercadodapesca.com.br/cadeias_camarao_marinho.php. Acesso em: 18.08.2004.

Mcfeters, G.A. et al. Comparative survival of indicator bacteria and enteric pathogens in well water. *Appl. Microbiol.*, Washington, v. 27, p. 823-829, 1974.

Murase, T.; Yamada, M.; Muto, T.; Matsushima, A. & Yamai, S. Fecal excretion of *Salmonella* enterica serovar Typhimurium following a food-borne outbreak. *Journal of Clinical Microbiology*, Washington, v. 38, n. 9, p. 3495-3497, 2000.

Muratori, M. C. S.; Costa, A. P. R. C.; Viana, C. M.; Rodrigues, P. C. & Podestá Jr, R. L. Qualidade sanitária de pescado "in natura". *Higiene Alimentar*. São Paulo, v. 18. n. 116/117, p. 50-54, janeiro/fevereiro, 2004.

Nataro, J. P. & Kaper, J. B. Diarrheagenic *Escherichia coli*. American Society for Microbiology. *Clinical Microbiology Reviews*, Washington, v. 11, n. 1, p. 142-201, 1998.

Naylor, R. L.; Goldberg, R. J.; Primavera, J. H.; Kautsky, N.; Beveridge, M. C.; Clay, J.; Folke, C.; Lubchenco, J.; Mooney, H. & Troell, M. Nature's subsidies to shrimp and salmon farming. *Science*, n. 282, p. 883-884, 1998.

Naylor, R. L.; Goldberg, R. J.; Mooney, H.; Beveridge, M. C.; Clay, J.; Folke, C.; Kautsky, N.; Lubchenco, H.; Primavera, J. & Williams, M. Effect of aquaculture on world supplies. *Nature*. n. 405, p. 1017-1024,. 2000.

Nunes, A, J.P.; Martins, P. C. C & Gesteira, T. C. V. *Panor. Aquic.*, São Paulo, v. 14, n. 83, 2004.

Quintaes, B. R.; Leal, N. C.; Reis, E. M. F.; Fonseca, E. L.; Hofer, E. Conventional and molecular typing of Salmonella Typhi strains from Brazil. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, São Paulo, v. 44, n. 6, p. 315-319, nov./dez. 2002.

Ormand, J. G. P.; Mello, G. A. T.; Ferreira, P. R. P. & Lima, C. A. O. Carcinicultura brasileira. Banco Nacional de Desenvolvimento Social – BNDS-Setorial, Rio de Janeiro, n. 19, p. 91-118, março, 2004.

Panorama da Aquicultura. Aumenta o Consumo de Camarão na Europa. *Panor. Aquic.*, março/abril, v. 15, n. 88, p. 33-37, 2005.

Parente, L. S Condições Higiênicas-Sanitárias de duas Fazendas de cultivo de camarão marinho no estado do Ceará. Dissertação apresentada no curso de mestrado em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará. 2005.

Pelczar, M. J.; Chan, E. C. S. & Krieg, N. R. *Microbiology - concepts and applications*, Editora McGRAW-HILL, INC, USA, p.687-691, 1993,

Phillips, M. J.; Lin, C. K. & Beveridge, M. C. M. Shrimp culture and the environment-lessons from the world's most rapidly expanding warmwater aquaculture sector. *in*: Pullin, R. S. V., Rosenthal, H., Maclean, J.L. (eds.). *ICLARM Conference Proceedings.*, p. 171-197, 1993.

Pinto, P. S. A. Aspectos sanitários da salmonelose como uma zoonose. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 14, n. 73, p. 39-43, jun., 2000.

Popoff, M.; Bockemuhl, J.; Brenner, F. W. & Gheesling, L. L. Supplement 2000 to the Kauffmann-White scheme. *Research in Microbiology*, Paris, v. 152, n. 44, p. 907-909, 2001.

Putro, S.; Angawati, A. M.; Fawzya, Y. N. & Ariyani, F. Studies on the microbiology of farmed srhimp *FAO Fish.Rep.Suppl.*; v. 401, p. 6-17, 1990.

Reilly, P. J. A. & Twiddy, D. R. *Salmonella* and *Vibrio cholerae* in cultured tropical ponds. Paper presented at Eighth Session of India- Pacific fishery Commission working Party on Fish Technology and Marketing. Yojakarta, Indonesia, p. 24-27, September, 1991.

Reilly, P. J. A.; Twiddy, D. R. & Fuchs, R. S. Review on the occurrence of *Salmonella* in cultured tropical shrimp. *Fao Fish. Circ.*, v. 851, 19p., 1992.

Revista Globo Rural. *Aquicultura*. Será a soja marinha?. Graças à alta eficiência da produção, as exportações de camarão disparam e o Brasil já almeja a liderança mundial. . Disponível em:

<<http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC691095-1641,00.html>>

Acesso em 26 de fevereiro de 2005.

Rocha, I. P. Impacto Sócio - econômicos e Ambientais da Carcinicultura Brasileira: Mitos e Verdades. *Revista da ABCC*.Ano 7, n. 4. Recife, Dezembro 2005.

Rocha, I. P & Rodrigues, J. A carcinicultura brasileira em 2002. *Revista da ABCC*, Ano 5, n. 1, p. 30-45, 2003.

Rodrigues, D.P. Relatório anual de atividades de monitoramento da resistência antimicrobiana em Enteropatógeno. Rio de Janeiro, CGLAB/CENEPI/FUNASA/MS, 2002.

Rodrigues, D.P. Relatório anual de atividades de monitoramento da resistência antimicrobiana em Enteropatógeno. Rio de Janeiro, CGLAB/CENEPI/FUNASA/MS, 2003.

Rodrigues, J. Carcinicultura Marinha - Desempenho em 2004. Revista da ABCC. Ano 7, n. 4. Recife, Junho 2005.

Rodríguez-Angeles, G. Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de *Escherichia coli*. *Salud Pública de México*, v. 44, n. 5, p. 464-475, 2002.

SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Governo do Estado do Ceará. Portaria 154 de 22/07/2002. Dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras. Art 6º. Disponível em: www.semace.gov.br. Acesso em 02/03/06.

Shafai El, S.A.; Gijzen, H.J.; Nasr, F.A. & El-Gohary, F.A. Microbial quality of tilapia reared in fecal contaminated ponds. *Environmental Research*, v.95, p.231-238, 2004.

Shrimp EST Genome Project. Histórico – O Cultivo do Camarão Marinho. Disponível em: <http://www.shrimp.ufscar.br/historico/cultivo.php>. Acesso em 18.08.2004.

Siqueira, R. S. *Manual de Microbiologia de Alimentos*. Embrapa – Merck, Rio de Janeiro, 159 p., 1995.

Soares, J. B.; Casemiro, A. R. S. & Albuquerque, L. M. Metabolismo bacteriano – fermentação de carboidratos e outras provas bioquímicas. in: *Microbiologia Básica*. Fortaleza: Ed. UFC, 180p. 1991.

Solo-Gabriele, H. M.; Wolfert, M. A.; Desmarais, T. R. & Palmer, C. J. Sources of *Escherichia coli* in a coastal subtropical environment. *Appl Environ. Microbiol.*, v. 66, n. 1, p. 230-237, 2000.

Sousa, O. V *in press*. Avaliação do perfil da comunidade microbiana de ecossistemas de manguezal receptores de efluentes da atividade de cultivo de camarão no Estado do Ceará, Brasil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado no curso de Microbiologia. 2006.

Tavechio, A. T.; Ghilardi, A. C. R.; Peresi, J. T et al.,. Salmonella serotypes isolated from nonhuman source in São Paulo, Brazil, from 1996 through 2000. *Journal Food Protect.*,v. 65, p. 1041-1044, 2002

Toranzos, G. A. & Mcfeters, G. A. Detection of indicator microorganism in environmental freshwaters and drinking waters, p.184-194, *in* Hurst, C. J. *et al.* (eds.), *Manual of Environmental Microbiology*. ASM, Washington, 1997.

Tôrres, R.C.O. *Escherichia coli*, p.125-138, *in* Vieira, R.H.S.F (ed.), *Microbiologia, Higiene e Qualidade do Pescado – teoria e prática*. Varela, 380 p., São Paulo, 2004.

Trabulsi, L. R. & Alterthum, F. *Microbiologia*, Atheneu 4^a. ed., São Paulo, 718 p., 2004.

Valença, A. R. & Mendes, G. N. Importância da composição iônica da água oligohalina e “doce” no cultivo de *Litopenaeus vannamei*. *Panor. Aquic.*, v. 14, n. 86, p. 23-29, 2004.

Vlaemynck, G. *Salmonella*. in: The significance of pathogenic microorganisms in raw milk. Brussels: International Dairy Federation, p. 78-90, 1994.

Vieira, R.H.S.F.; Silva, A.I.M.; Sousa, O.V.S.; Hofer, E.; Vieira, G.H.F.; Sampaio S.S. & Lima, E.A. Análise experimental sobre a viabilidade de *Escherichia coli* em água do mar. *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*, v.34, p. 43-48, 2001.

Vieira, R. H. S. F & Tôrres, R. C. O. Estimativa da população de coliformes totais e fecais (termotolerantes) e *Escherichia coli* Através do Número Mais Provável (NMP), p.219-226, in: Vieira, R.H.S.F (ed.), *Microbiologia, Higiene e Qualidade do Pescado – teoria e prática*. Varela, 380 p., São Paulo, 2004.

Vieira, R. H. S. F.; Lima, E. A.; Sousa, D. B. R.; Reis, E. M. F.; Costa, R. G.; & Rodrigues, D.P. *Vibrio* and *Salmonella* spp., presence and susceptibility in crabs *Ucides cordatus*. *Rev. Inst. Med. Trop.*, São Paulo. v. 46, n. 4, p. 179-182, July-August., 2004.

Vought, K. J. & Tatini, S. R. *Salmonella enteritidis* contamination of ice-cream associated with a 1994 multistate outbreak. *Journal of Food Protection*, Des Moines, v. 61, p. 1493-1496, 1998.

Wainberg, A. A. Camarão orgânico brasileiro. *Panor. Aquic.*, v. 14, n. 86, p.13-19, 2004.

Wallace, H. A & Hammack, T.S. *Salmonella*. in U.S. Food and Drugs Administration, Center for Food Safety & Applied Nutrition. *Bacteriological Analytical Manual online*. FDA/CFSAN.sept 2005. Disponível em <http://www.cfsan.fda.gov/~bam/bam-4a.html>. acesso em 12/11/2005.