



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
BIOLOGIA DE AGENTES INFECCIOSOS E PARASITÁRIOS

**EPIDEMIOLOGIA DESCRITIVA DE *Salmonella* EM
ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS DE DIFERENTES ÁREAS DO
ESTADO DO PARÁ**

EDVALDO CARLOS BRITO LOUREIRO

Belém-Pará
2007

EDVALDO CARLOS BRITO LOUREIRO

**EPIDEMIOLOGIA DESCRITIVA DE *Salmonella* EM
ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS DE DIFERENTES ÁREAS DO
ESTADO DO PARÁ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ishak

Belém-Pará
2007

EDVALDO CARLOS BRITO LOUREIRO

**EPIDEMIOLOGIA DESCRITIVA DE *Salmonella* EM ECOSISTEMAS
AQUÁTICOS DE DIFERENTES ÁREAS DO ESTADO DO PARÁ**

Tese aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários do Programa de Pós-Graduação em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Pará, pela comissão formada pelos professores:

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ishak
Departamento de Patologia, UFPA

Banca Examinadora: Prof. Dr. Ernesto Hofer
Laboratório de Zoonoses Bacterianas, Instituto Oswaldo Cruz, FIOCRUZ, RJ

Prof. Dr. José Maria dos Santos Vieira
Departamento de Farmácia, UFPA

Profa. Dra. Karla Tereza Silva Ribeiro
Departamento de Patologia, UFPA

Profa. Dra. Antonia Benedita Rodrigues Vieira
Departamento de Patologia, UFPA

Profa. Dra. Marluísa de Oliveira Guimarães Ishak
(suplente)
Departamento de Patologia, UFPA

Belém, 20 de setembro de 2007

“Desde que se viva com proveito para o meio, não importa que se viva pouco ou muito”

Evandro Serafim Lobo Chagas

(1905 – 1940)

A Deus por estar presente em todos os momentos da minha vida, me fortalecendo e dando a esperança de viver melhor.

Aos meus pais Carlos e Jacila, pelo incentivo e ensinamentos de vida.

A minha esposa Maria de Belém, pelo seu amor, estímulo, carinho e apoio.

Aos meus filhos Anielle, Aline e Alexandre pela compreensão e alegria de viver.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ricardo Ishak, amigo fraterno de longa data, pela confiança, estímulo e apoio constantes e pela valiosa orientação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Antônio Vallinoto, Coordenador do Programa de Pós-graduação em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários da UFPA, pelo apoio e amizade.

Ao Instituto Evandro Chagas/MS pela oportunidade ofertada, apoio administrativo e técnico na realização deste estudo.

Ao Programa de Pós-graduação em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários, pela oportunidade, apoio e constante colaboração.

Ao Dr. Ernesto Hofer, a quem devo parte do meu aprendizado em Bacteriologia, pela amizade, apoio constante e solícito em todos os momentos.

A FIOCRUZ/MS por meio do Departamento de Bacteriologia, especialmente a Dra. Dália Rodrigues e Dra. Eliane Reis, pelo apoio na realização da sorotipagem das salmonelas.

Ao Instituto Adolfo Lutz/SP por meio do Departamento de Bacteriologia, especialmente a Dra. Sueli Fernandes, Dra. Ana Tavechio e Dra. Kinue Irino, pelo apoio na realização da sorotipagem das salmonelas.

Ao Museu Paraense Emílio Goeldi/MCT pela oportunidade de acesso à Estação Científica Ferreira Penna, na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

Às Professoras Dras. Karla Ribeiro e Vera Braz pela importante participação nas pesquisas.

Aos Professores Drs. Marluísa Ishak e José Maria Vieira pela importante contribuição no plano de qualificação.

Aos Professores Doutores, Ernesto Hofer, José Maria Vieira, Karla Ribeiro e Antonia Vieira, membros da banca examinadora desta Tese, pelas valiosas contribuições.

Aos profissionais das Seções de Meio Ambiente, Bacteriologia e Micologia do IEC/MS, Elisabeth Santos, Francisco Lúzio Ramos, Maria Luiza Lopes, Cintya Souza, Luciano Oliveira, Dolores Dias, Maria José, Geralda Resende, Maria América, Elivam Vale, pela inestimável colaboração para o desenvolvimento deste trabalho.

A Dra. Maria de Fátima Costa Pires, amiga fraterna, pelo apoio e estímulo constantes.

Ao Dr. Alexandre Linhares, pela amizade, incentivo e valiosa ajuda na correção ortográfica.

A Lena Sá pela colaboração técnica e apoio no levantamento bibliográfico.

Ao Prof. Dr. Nelson Veiga e sua equipe do LabGeo/IEC/MS pelo apoio na preparação das imagens geoprocessadas.

Ao Técnico do IEC/MS José Caetano Lima Silva pelo apoio na realização dos testes de sensibilidade às drogas.

Ao Centro Nacional de Primatas pela oportunidade de utilizar o equipamento Vitek para a realização dos testes de sensibilidade às drogas.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Machado e Maurimélia Costa pela contribuição na preparação do banco de dados e análise estatística.

SUMÁRIO

	LISTA DE TABELAS E QUADROS	10
	LISTA DE FIGURAS	18
	RESUMO	19
	ABSTRACT	20
1	INTRODUÇÃO	21
1.1	O GÊNERO <i>Salmonella</i>	21
1.1.1	Considerações Gerais	21
1.1.2	Classificação e Nomenclatura	24
1.2	SALMONELOSE.....	26
1.2.1	Etiologia e Patogenicidade	26
1.3	EPIDEMIOLOGIA DA <i>Salmonella</i>	28
1.3.1	Transmissão	28
1.3.2	Distribuição Geográfica da <i>Salmonella</i>	29
1.3.2.1	Distribuição Geográfica da <i>Salmonella</i> na Amazônia.....	31
1.3.3	<i>Salmonella</i> em Ambientes Aquáticos	36
1.3.4	Emergência de <i>Salmonella</i> Resistente a Antibióticos	37
1.4	DIAGNÓSTICO LABORATORIAL.....	38
1.5	PREVENÇÃO E CONTROLE.....	39
1.6	OBJETIVOS.....	41
1.6.1	Objetivo Geral	41
1.6.2	Objetivos Específicos	41

SUMÁRIO

2	MATERIAL E MÉTODOS.....	43
2.1	ISOLADOS DE <i>Salmonella</i> ESTUDADOS.....	43
2.2	CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA.....	43
2.3	MÉTODOS LABORATORIAIS.....	56
2.3.1	Métodos de Coleta, Isolamento e Identificação de <i>Salmonella</i> em Águas Superficiais e Subterrâneas.....	56
2.3.2	Métodos de Coleta, Isolamento e Identificação de <i>Salmonella</i> em Águas de Esgotos.....	59
2.3.3	Reisolamento, Identificação e Manutenção das Culturas de <i>Salmonella</i>.....	61
2.3.4	Identificação Sorológica de <i>Salmonella</i>.....	61
2.3.5	Teste de Sensibilidade aos Antimicrobianos.....	61
2.3.6	Pesquisa de Coliformes Termotolerantes e <i>Escherichia coli</i>.....	64
2.3.7	Determinação de pH e Temperatura.....	64
2.3.8	Avaliação do Rendimento de Meios de Enriquecimen- to e Temperaturas de Incubação na Recuperação de <i>Salmonella</i>.....	64
2.3.9	Aspectos Éticos.....	65
2.3.10	Análise Estatística.....	65

SUMÁRIO

3	RESULTADOS	66
3.1	FREQÜÊNCIA DE <i>Salmonella</i>	66
3.2	FREQÜÊNCIA DE SOROVARES DE <i>Salmonella</i>	69
3.3	VARIAÇÃO ESTAÇO- TEMPORAL DE ISOLADOS DE <i>Salmonella</i>	80
3.4	PERFIL DE SENSIBILIDADE AOS ANTIMICROBIANOS...	83
3.5	<i>Salmonella</i> COMO INDICADOR DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL.....	90
3.6	EFICIÊNCIA DE ISOLAMENTO DE <i>Salmonella</i>	95
3.7	INFLUÊNCIA DO pH E DA TEMPERATURA NA PRESENÇA DE <i>Salmonella</i> NO AMBIENTE.....	108
4	DISCUSSÃO	110
5	CONCLUSÕES	138
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1	-Frequência de isolados de <i>Salmonella</i> , de acordo com a origem da água coletada no município de Belém, Pará, nos anos de 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000 e 2001.....	67
Tabela 2	-Frequência de isolados de <i>Salmonella</i> , de acordo com a origem da água coletada no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1993, 1996 e 1997.....	67
Tabela 3	-Frequência de isolados de <i>Salmonella</i> , de acordo com a origem da água coletada na Floresta Nacional de Caxiuanã, no município de Melgaço, Pará, nos anos de 1996, 1998 e 2001...	68
Tabela 4	-Frequência de isolados de <i>Salmonella</i> , de acordo com a origem da água coletada nos municípios de Mojú, Anajás, Barcarena, Oriximiná, Igarapé Miri, Santarém, Abaetetuba e Breves, Pará, nos anos de 1998, 1999, 2001 e 2002.....	69
Tabela 5	-Frequência de sorovares de <i>Salmonella</i> , de acordo com a origem da água coletada no município de Belém, Pará, nos anos de 1994, 1996, 2000 e 2001.....	70
Tabela 6	-Frequência de sorovares de <i>Salmonella</i> isolados de água de praia no Mosqueiro, município de Belém, Pará, nos anos de 1997 e 1998.....	72
Tabela 7	-Frequência de sorovares de <i>Salmonella</i> , de acordo com a origem da água coletada no município de Belém, Pará, nos anos de 1993, 1994 e 1997.....	72
Tabela 8	-Frequência de sorovares de <i>Salmonella</i> isolados de água de esgoto no município de Belém, Pará, nos anos de 1994, 1995 e 1996.....	73
Tabela 9	-Frequência de sorovares de <i>Salmonella</i> , de acordo com a origem da água coletada no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1993, 1994, 1996 e 1997.....	75

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 10	-Frequência de sorovares de <i>Salmonella</i> , isolados de água de rio e igarapé na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará, nos anos de 1996, 1998 e 2001.....	76
Tabela 11	-Frequência de sorovares de <i>Salmonella</i> , de acordo com a origem da água coletada nos municípios de Moju, Anajás, Barcarena, Oriximiná, Ig. Miri, Santarém, Abaetetuba e Breves, Pará, nos anos de 1999, 2001 e 2002.....	77
Tabela 12	-Frequência de sorovares de <i>Salmonella</i> mais comuns de acordo com as colheitas em água doce e esgoto no município de Belém, Pará, nos anos de 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000 e 2001.....	78
Tabela 13	-Frequência de sorovares de <i>Salmonella</i> mais comuns de acordo com as colheitas em água doce no Estado do Pará, nos anos de 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 e 2002.....	79
Tabela 14	-Frequência de sorovares de <i>Salmonella</i> mais comuns de acordo com as colheitas em água de esgoto, córrego e drenagem no Estado do Pará, nos anos de 1993, 1994, 1995 e 1996.....	80
Tabela 15	-Distribuição anual dos isolados de <i>Salmonella</i> em diferentes ambiente aquáticos: 30 sorovares mais freqüentes, Estado do Pará, nos anos de 1993 a 2002.....	81
Tabela 16	-Distribuição sazonal dos isolados de <i>Salmonella</i> de acordo com a origem da água coletada no município de Belém, Pará, 1994.....	82

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 17	-Distribuição sazonal dos isolados de <i>Salmonella</i> de acordo com a origem da água coletada no município de Belém, Pará, 1996.....	82
Tabela 18	-Distribuição sazonal dos isolados de <i>Salmonella</i> em água de praia de Mosqueiro, Belém (1997 e 1998) e água de poço no município de Ananindeua, Pará (1996 e 1997).....	83
Tabela 19	-Distribuição de freqüência dos modelos de resistência de sorovares de <i>Salmonella</i> isolados de água doce, esgoto, drenagem e córrego no Estado do Pará, aos antimicrobianos...	84
Tabela 20	-Distribuição de freqüência dos modelos de resistência de sorovares de <i>Salmonella</i> isolados de águas superficiais em Belém, Estado do Pará, aos antimicrobianos.....	86
Tabela 21	-Distribuição de freqüência dos modelos de resistência de sorovares de <i>Salmonella</i> isolados de água de esgoto, no município de Belém, Pará, aos antimicrobianos.....	87
Tabela 22	-Distribuição de freqüência dos modelos de resistência de sorovares de <i>Salmonella</i> isolados de igarapés e rio na Floresta Nacional de Caxiuanã, no município de Melgaço, Pará, aos antimicrobianos.....	88
Tabela 23	-Distribuição de freqüência dos modelos de resistência de sorovares de <i>Salmonella</i> isolados de água de poço, nascente e drenagem, no município de Ananindeua, Pará, aos antimicrobianos.....	89
Tabela 24	-Distribuição de freqüência de resistência de sorovares de <i>Salmonella</i> isolados de águas superficiais no município de Belém, Pará, aos antimicrobianos.....	91

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 25	-Distribuição de freqüência de resistência de sorovares de <i>Salmonella</i> isolados de água de esgoto, no município de Belém, Pará, aos antimicrobianos.....	92
Tabela 26	-Distribuição de freqüência de resistência de sorovares de <i>Salmonella</i> isolados de água de poço, nascente e drenagem, no município de Ananindeua, Pará, aos antimicrobianos.....	93
Tabela 27	-Distribuição de freqüência de resistência de sorovares de <i>Salmonella</i> isolados de igarapés e rio na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, aos antimicrobianos.....	93
Tabela 28	-Comparação entre os isolados de <i>Salmonella</i> e sorovares predominantes e a presença de indicadores de poluição fecal (coliformes termotolerantes e <i>E.coli</i>), de acordo com a água colhida nos municípios de Belém, Ananindeua, Melgaço, Santarém e Oriximiná, Estado do Pará.....	94
Tabela 29	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água colhida no rio Guamá, no município de Belém, Pará, 1996.....	96
Tabela 30	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> , de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água colhida no rio Guamá, no município de Belém, Pará, 1996.....	96
Tabela 31	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água colhida no rio Guamá, no município de Belém, Pará, 1996.....	97

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 32	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água colhida no rio Guamá, no município de Belém, Pará, 1996.....	97
Tabela 33	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água colhida na baía do Guajará, no município de Belém, Pará, 1996.....	98
Tabela 34	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> , de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água colhida na baía do Guajará, no município de Belém, Pará, 1996.....	98
Tabela 35	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água colhida na baía do Guajará, no município de Belém, Pará, 1996.....	99
Tabela 36	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água colhida na baía do Guajará, no município de Belém, Pará, 1996.....	99
Tabela 37	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água colhida no igarapé Tucunduba, no município de Belém, Pará, 1996.....	100
Tabela 38	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> , de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água colhida no igarapé Tucunduba, no município de Belém, Pará, 1996.....	100

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 39	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água colhida no igarapé Tucunduba, no município de Belém, Pará, 1996.....	101
Tabela 40	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água colhida no igarapé Tucunduba, no município de Belém, Pará, 1996.....	101
Tabela 41	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água colhida em praia no Mosqueiro, no município de Belém, Pará, nos anos de 1997 e 1998.....	102
Tabela 42	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> , de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água colhida em praia no Mosqueiro, no município de Belém, Pará, nos anos de 1997 e 1998.....	102
Tabela 43	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água colhida em praia no Mosqueiro, no município de Belém, Pará, nos anos de 1997 e 1998.....	103
Tabela 44	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água colhida em praia no Mosqueiro, no município de Belém, Pará, nos anos de 1997 e 1998.....	103
Tabela 45	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água colhida em poço, no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1996 e 1997.....	104

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 46	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> , de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água colhida em poço, no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1996 e 1997.....	104
Tabela 47	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água colhida em poço, no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1996 e 1997.....	105
Tabela 48	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água colhida em poço, no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1996 e 1997.....	105
Tabela 49	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água de esgoto, no município de Belém, Pará, 1996.....	106
Tabela 50	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> , de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água de esgoto, no município de Belém, Pará. 1996.....	106
Tabela 51	-Eficiência de isolamento de cepas de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água de esgoto, no município de Belém, Pará, 1996.....	107
Tabela 52	-Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de <i>Salmonella</i> de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água de esgoto, no município de Belém, Pará, 1996.....	107

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 53	-Descrição dos valores de máximo e mínimo, média e mediana de pH e Temperatura (°C) das águas dos locais de isolamento de 83 amostras de <i>Salmonella</i>	109
Quadro 1	-Esquema abreviado de Kauffmann & White utilizado para dividir o gênero em sorovares baseado na composição antigênica.....	24
Quadro 2	-Distribuição quantitativa dos sorovares de <i>Salmonella</i> de acordo com as espécies e subespécies.....	25
Quadro 3	-Características bioquímicas diferenciais das espécies e subespécies de <i>Salmonella</i>	26
Quadro 4	-Distribuição numérica dos pontos de coleta de amostras no município de Belém, nos anos de 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000 e 2001.....	46
Quadro 5	-Distribuição numérica dos pontos de coleta de amostras no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1993, 1996 e 1997.....	50
Quadro 6	-Distribuição numérica dos pontos de coleta de amostras na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará, nos anos de 1996, 1998 e 2001.....	52
Quadro 7	-Distribuição numérica dos pontos de coleta de amostras nos municípios de Mojú, Anajás, Barcarena, Oriximiná, Igarapé Miri, Santarém, Abaetetuba e Breves, Estado do Pará, nos anos de 1998, 1999, 2001 e 2002.....	55
Quadro 8	-Interpretação das zonas de inibição dos antimicrobianos utilizados.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	-Distribuição geográfica e temporal das epidemias de febre tifóide no Estado do Pará, 1988-2004.....	23
Figura 2	-Média da distribuição sazonal da febre tifóide no Estado do Pará, 1987 a 2004.....	23
Figura 3	-Localização geográfica dos pontos de amostragem para fins de monitoramento de <i>Salmonella</i> no Estado do Pará, 1993-2002.....	44
Figura 4	-Imagens geoprocessadas dos pontos de amostragem no município de Belém, Pará.....	47
Figura 5	-Imagens geoprocessadas e pontos de amostragem no Igarapé Paracuri, Belém, Pará.....	48
Figura 6	-Imagens geoprocessadas dos pontos de amostragem no Igarapé Combu, Belém, Pará.....	49
Figura 7	-Imagens geoprocessadas dos pontos de amostragem na Estação Científica Ferreira Penna, Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.....	51
Figura 8	-Fluxograma de isolamento de <i>Salmonella</i> a partir de águas superficiais e subterrâneas.....	58
Figura 9	-Fluxograma de isolamento de <i>Salmonella</i> a partir de águas de esgotos.....	60

RESUMO

A vigilância dos sorovares de *Salmonella* em ambientes aquáticos constitui um dos principais elementos do monitoramento das infecções humanas e animais. Foram analisadas 694 amostras de águas de diferentes origens (rio, igarapé, baía, praias, lago, poço, nascente, abastecimento, córrego, drenagem e esgoto) procedentes de 11 municípios do Estado do Pará, e de 212 (30,5%) amostras foram isoladas 2.115 cepas de 91 sorovares de *Salmonella*. Foram identificados 77 sorovares de *Salmonella* do total de 1.300 isolamentos de água doce e esgoto no município de Belém, destacando os sorovares S. Saintpaul, S. Panama, S. Muenster, S. Hadar e S. Agona. Na Floresta Nacional de Caxiuanã, 69,4% das amostras de águas foram positivas para *Salmonella* e 17 sorovares foram identificados, sendo S. Panama, S. Miami e S. Gaminara os mais frequentes. Dentre os isolados de *Salmonella* dos ambientes aquáticos, 64,8% foram resistentes às drogas, com especial destaque para a estreptomicina (97,1%) e a tetraciclina (10,8%). Ocorreu distribuição uniforme quanto a presença de *Salmonella* e coliformes termotolerantes em águas superficiais e subterrâneas, porém em 10 situações positivas para *Salmonella* não foi possível isolar *E.coli*. O meio de enriquecimento Rappaport-Vassiliadis foi mais eficiente do que o Selenito Cistina para o isolamento de *Salmonella* quando mantido a 42,5°C. Os sorovares isolados em esgoto foram os mesmos obtidos a partir de coproculturas humanas no mesmo período. Os resultados mostram a grande disseminação/dispersão da *Salmonella* em ecossistemas aquáticos no Estado do Pará e o risco potencial à saúde da população humana.

ABSTRACT

Surveillance of *Salmonella* serotypes in aquatic environments is an important procedure for the monitoring of human and animal infections. The analysis of 694 samples of water collected from river, creek, bay, beaches, lake, well, nascent, provisioning water, stream, drainage and sewage distributed along 11 districts in the State of Pará, Brazil, yielded 212 (30,5%) contaminated samples with 91 serotypes and 2,115 strains of *Salmonella*. In Belém, 77 serotypes were identified out of 1,300 isolates from freshwater and sewage; *S. Saintpaul*, *S. Panama*, *S. Muenster*, *S. Hadar* and *S. Agona* were the most frequent serotypes. In the National Forest of Caxiuanã, 69,4% of water samples were positive for *Salmonella* and 17 serotypes were identified, being *S. Panama*, *S. Miami* and *S. Gaminara* the most frequent ones. Antibiotic resistance was described in 64.8% of the *Salmonella* isolates from aquatic environments, with a special importance to streptomycin (97,1%) and tetracycline (10,8%). The presence of *Salmonella* and thermo-tolerant coliforms in superficial and underground water was frequently associated, but *E.coli* was not isolated in ten occasions. Rappaport-Vassiliadis enrichment broth was more efficient than Selenite Cystine for the isolation of *Salmonella* when kept at 42,5°C. The serotypes isolated from sewage closely resembled the isolates originated from human fecal cultures during the same period. The results show the dissemination of *Salmonella* in aquatic environments in the State of Pará and the risk to the health of the human population.

1. INTRODUÇÃO

1.1. O GÊNERO *Salmonella*

1.1.1. Considerações Gerais

O gênero *Salmonella* inclui bacilos Gram-negativo, medindo 0,7 – 1,5 X 2-5µm, a maioria é móvel com flagelos peritríqueos e são anaeróbios facultativos. A melhor temperatura para o crescimento das bactérias do gênero *Salmonella* é 37° C; fermentam a glicose e outros carboidratos com produção de ácidos e usualmente gás. Dentre as características bioquímicas, as salmonelas são oxidase negativo, catalase positivo, indol e Voges-Proskauer negativo e positivas nas provas de sulfeto de hidrogênio, citrato de Simmons e lisina e ornitina descarboxilase (Le Minor, 1984).

O gênero *Salmonella* é definido com base em suas características bioquímicas e antigênicas. Tem sido bastante confusa e difícil a taxonomia e nomenclatura da *Salmonella*, ao considerar a evolução histórica das proposições por diferentes autores no período de 1944 a 1989 apresentadas por Grimont *et al.* (2000). Em 1944 foram propostas três espécies de *Salmonella* (*S. typhosa*, *S. choleraesuis* e *S. kauffmannii*); oito anos depois (1952) aparecem as espécies *S. typhosa*, *S. choleraesuis* e *S. enterica*.

Em 1966, surgiu a proposta de divisão do gênero *Salmonella* em quatro subgêneros, com base na identificação bioquímica, e no ano de 1980 foi aprovada uma lista com cinco espécies: *S. arizonae*, *S. choleraesuis*, *S. enteritidis*, *S. typhi* e *S. typhimurium* (Skerman *et al.*, 1980). Em seguida, Le Minor *et al.* (1982a) propuseram que todos os sorovares de *Salmonella* fossem incluídos em uma única espécie: *S. choleraesuis*, com seis subespécies: *S.*

choleraesuis subsp. *choleraesuis*, *S. choleraesuis* subsp. *salamae*, *S. choleraesuis* subsp. *arizonae*, *S. choleraesuis* subsp. *diarizonae*, *S. choleraesuis* subsp. *houtenae* e *S. choleraesuis* subsp. *bongori*. Em 1986 foi descrita a sexta subespécie, denominada *S. choleraesuis* subsp. *indica* (Le Minor *et al.*, 1986). A classificação atual, baseada em estudos de hibridização do DNA, divide o gênero *Salmonella* em duas espécies: *S. enterica*, com 2.519 sorovares e *S. bongori* (Le Minor & Popoff, 1987; Reeves *et al.*, 1989; Popoff, 2001; Popoff *et al.* 2004).

A salmonelose constitui-se em importante problema de saúde pública, sendo a forma de gastroenterite aguda a mais comum (Trabulsi *et al.*, 2002). As formas de bacteremias com focos de infecção extra- intestinal localizados, são menos freqüentes. Dentre as *Salmonella* adaptadas ao homem destaca-se a *S. enterica* sorotipo Typhi, agente da febre tifóide, doença infecciosa aguda e sistêmica.

No Brasil, a febre tifóide é de notificação obrigatória e ocorre sob a forma endêmica, com superposição de epidemias, especialmente no Norte e Nordeste (BRASIL, 2005b). Na região Amazônica, o Estado do Pará tem registrado a maioria dos casos de febre tifóide. Ramos (2005), identificou 443 casos de febre tifóide no período de 1987 a 2004, oriundos de diversos municípios do Estado do Pará, incluindo a ocorrência de epidemias em Marabá (1989), Óbidos (1997), Abaetetuba e Moju (1999), Limoeiro do Ajurú (2003) e Anajás (2001 e 2004), além de descrever uma importante distribuição sazonal dos casos (Figura 1 e 2).

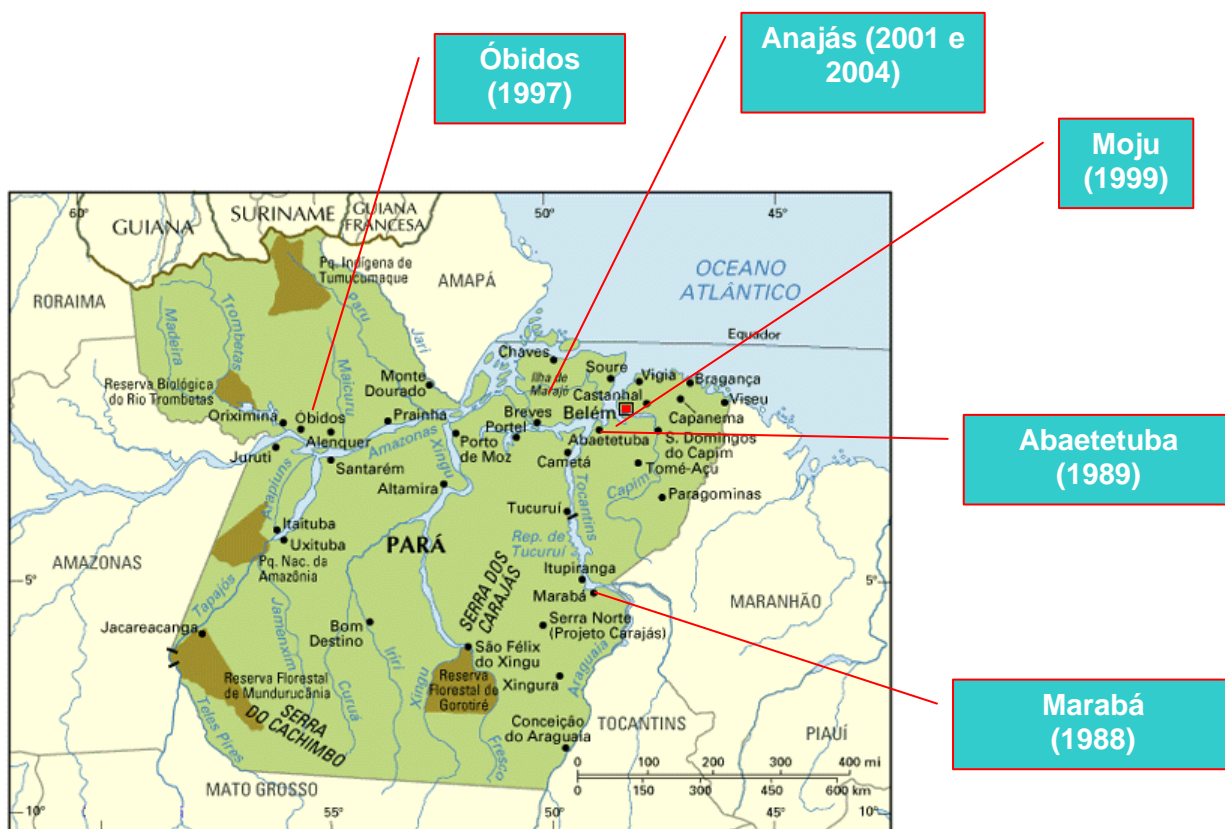


Figura 1 – Distribuição geográfica e temporal das epidemias de febre tifóide no Estado do Pará, 1988-2004 (Fonte: Ramos, 2005).

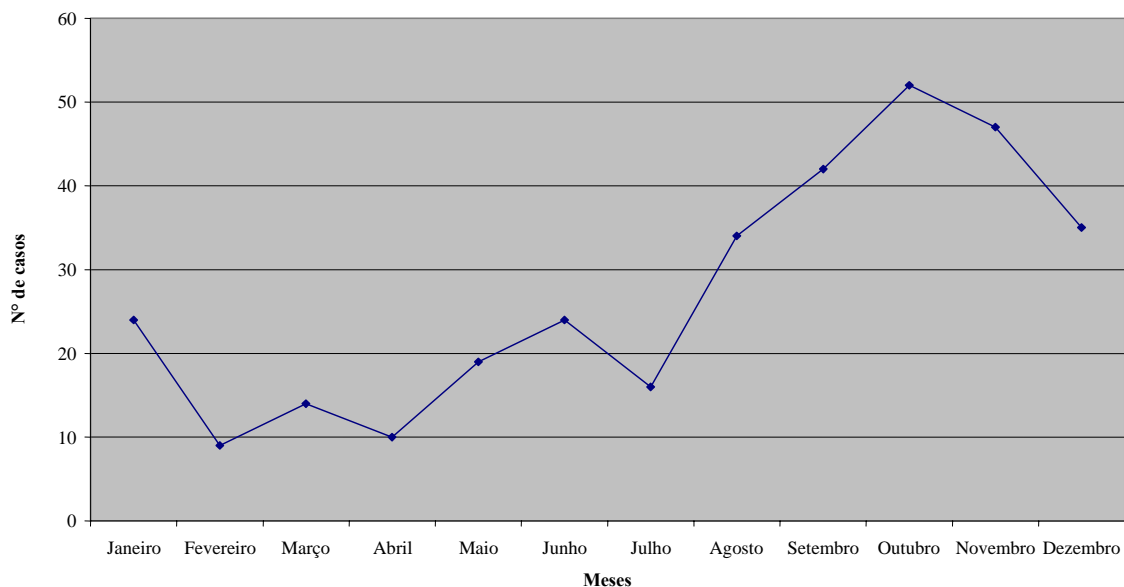


Figura 2 - Média da distribuição sazonal da febre tifóide no Estado do Pará, 1987 a 2004 (Fonte: Ramos, 2005).

1.1.2. Classificação e Nomenclatura

As salmonelas são bactérias pertencentes à família *Enterobacteriaceae* e apresentam significado importante tanto na patologia humana como animal. Atualmente, o gênero *Salmonella* é dividido em duas espécies: *Salmonella enterica* que possui seis subespécies e *Salmonella bongori* (Le Minor & Popoff, 1987; Reeves *et al.*, 1989).

Usando-se a caracterização antigênica das salmonelas por meio do esquema de Kauffmann & White (Quadro 1), são reconhecidos atualmente 2.541 sorovares (Quadro 2), dentre os quais 2.519 pertencem à espécie *S. enterica*, e são considerados como potencialmente patogênicos tanto para o homem como para animais ou para ambos.

Quadro 1 - Esquema abreviado de Kauffmann & White (Campos, 2004) utilizado para dividir o gênero em sorovares baseado na composição antigênica (O, Vi e H)

Sorovar	Grupo	Antígeno O	Antígeno H	
			fase 1	fase 2
S.Paratyphi A	O:2 (A)	1,2,12	a	[1,5]*
S.Paratyphi B	O:4 (B)	1,4,[5],12	b	1,2
S. Typhimurium		1,4,[5],12	i	1,2
S.Agona		1,4,12	f,g,s	[1,2]
S. Derby		1,4,[5],12	f,g	[1,2]
S.Saintpaul		1,4,[5],12	e,h	1,2
S.Choleraesuis	O:7 (C1)	6,7	c	1,5
S.Oraniemburg		6,7,14	m,t	[z57]
S.Infantis		6,7,14	r	1,5
S.Newport	O:8 (C2-C3)	6,8,20	e,h	1,2
S.Typhi	O:9 (D1)	9,12 [Vi]	d	-
S.Enteritidis		1,9,12	g,m	-
S.Anatum	O:3,10 (E1)	3,10[15]15,34]	e,h	1,6

[*] pode ou não ocorrer

Quadro 2 – Distribuição quantitativa dos sorovares de *Salmonella*, de acordo com as espécies e subespécies.

Espécies	Subespécies	Nº Sorovares
<i>S.enterica</i>	<i>enterica</i>	1504
	<i>salamae</i>	502
	<i>arizonae</i>	95
	<i>diarizonae</i>	333
	<i>houtenae</i>	72
	<i>indica</i>	13
<i>S.bongori</i>		22
	Total	2541

Fonte: Le Minor & Popoff (1987); Reeves *et al.* (1989); Popoff (2001); Popoff *et al.*(2004)

O Quadro 3 apresenta as características diferenciais das espécies e subespécies de *Salmonella*. O esquema de identificação de Kauffmann & White classifica as salmonelas em sorovares, tendo como base a composição dos antígenos somáticos (O) de natureza polissacarídica, designado por número arábico e identificam os sorogrupos de *Salmonella* (A a Z), o capsular (Vi) encontrado em três sorotipos (S.Typhi, S. Paratyphi C e S. Dublin) e o antígeno flagelar (H) constituído de proteína (flagelina), que ocorrem em duas fases (1 e 2), identificados por letras minúsculas (fase 1) e por números arábicos (fase 2). A síntese dos diferentes antígenos H, fase 1 e fase 2 são codificadas pelos genes H1 e H2, respectivamente, e o gene H2 pode ou não estar funcionando, e quando isso ocorre ele forma o flagelo de fase 2, bem como, uma proteína repressora do gene H1. A maioria das salmonelas apresenta as duas fases (bifásicas), outras uma só fase (monofásica) e existem aquelas que perderam o flagelo (imóveis) (Campos, 2004).

Quadro 3 - Características bioquímicas diferenciais das espécies e subespécies de *Salmonella*.

Espécies:	<i>S. enterica</i>						<i>S.bongori</i>		
Subespécies	<i>enterica</i>	<i>salamae</i>	<i>arizonae</i>	<i>diarizonae</i>	<i>houtenae</i>	<i>indica</i>			
	I	II	IIIa	IIIb	IV	VI	V		
Dulcitol	+	+	-	-	-	d	+		
ONPG(2h)	-	-	+	+	-	d	+		
Malonato	-	+	+	+	-	-	-		
Gelatinase	-	+	+	+	+	+	-		
Sorbitol	+	+	+	+	+	-	+		
Cultura KCN	-	-	-	-	+	-	+		
L(+)-tartarato	+	-	-	-	-	-	-		
Galacturonato	-	+	-	+	+	+	+		
γ -glutamil-transferase	+(*)	+	-	+	+	+	+		
β -glicuronidase	d	d	-	+	-	d	-		
Mucato	+	+	+	-(70%)	-	+	+		
Salicina	-	-	-	-	+	-	-		
Lactose	-	-	-(75%)	+(75%)	-	d	-		
Lise fago O1	+	+	-	+	-	+	d		
Habitat usual	Animais de sangue quente		Animais de sangue frio e ambiente						

(*) = Typhimurium d, Dublin -; + = 90% ou mais reação positiva; - = 90% ou mais reação negativa; d= diferentes reações pelos sorovares.

Fonte: Le Minor *et al.*, 1982a; 1982b; 1986.

1.2. SALMONELOSE

1.2.1. Etiologia e Patogenicidade

A salmonelose é uma doença de distribuição cosmopolita, acometendo crianças e adultos, tanto nos países desenvolvidos como em desenvolvimento.

O habitat natural das salmonelas é o trato intestinal do homem e outros animais. A patogenicidade e a virulência da *Salmonella* estão relacionadas com o tipo sorológico da bactéria. Alguns sorotipos podem estar

associados a determinado hospedeiro animal ou humano, por exemplo, a *S. Typhi*, *S. Paratyphi A*, *B* e *C*, respectivamente agentes das febres tifóide e paratifóides, são adaptadas ao hospedeiro humano. Outros sorotipos são adaptados ao hospedeiro animal, como *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* (aves domésticas), *S. Choleraesuis* (porcos) e *S. Abortusovis* (carneiro) (Humphrey, 2000).

A maioria dos sorovares de *Salmonella* é patogênica para animais, sejam domésticos ou silvestres, os quais atuam como reservatório da infecção humana (Lins, 1970; 1971a; Loureiro, 1985; Humphrey, 2000; Murray, 2000), e caracteriza a salmonelose como importante zoonose. Entretanto, a maioria dos demais sorotipos infecta, indistintamente, o homem e animais, e se manifestam como síndromes gastrointestinais, causadas pela ingestão de alimentos, particularmente de origem animal ou pelo consumo de águas contaminadas com diferentes sorovares de *Salmonella*.

De modo geral, a patogenicidade da *Salmonella* está associada a diferentes fatores ligados ao hospedeiro e à bactéria, ou seja, varia com o sorotipo, idade e condições de saúde (Trabulsi *et al.*, 2002). A febre tifóide causada pela *S. Typhi* acomete exclusivamente o homem, que apresenta febre alta, mal-estar geral, anorexia, cefaléia, obstipação intestinal ou diarreia e tosse seca (BRASIL, 2005b). A dose infectante varia de 10^1 a 10^6 (média de 10^3) bactérias ingeridas / g ou mL (Blaser & Newman, 1982).

Nas formas sistêmicas, as salmonelas ingeridas alcançam o intestino delgado e a entrada pode ocorrer pela infecção das células M por meio de fagocitose, bactérias estas que depois atingem os linfonodos

mesentéricos. A multiplicação bacteriana continua no fígado e baço e depois pode atingir outros órgãos a partir da corrente sanguínea, inclusive o intestino (Bäumler *et al.*, 2000; Trabulsi *et al.*, 2002). No homem, a maioria dos outros sorovares de *Salmonella* causa a enterocolite ou gastroenterite aguda que é a forma mais comum da salmonelose. Neste caso, verifica-se a presença de lesões inflamatórias nos intestinos delgado e grosso. Dentro de 8 a 48 horas após a ingestão de salmonelas (10^3 cel. / g ou mL) ocorrem náuseas, cefaléia, vômitos e diarréia profusa. A doença é um processo auto-limitado que perdura de 2-3 dias.

1.3. EPIDEMIOLOGIA DA *Salmonella*

1.3.1. Transmissão

As fezes de origem humana e animal são os materiais biológicos mais importantes na contaminação de veículos de propagação de uma variedade de enfermidades transmissíveis, com destaque para a febre tifóide, febre paratifóide, salmoneloses por outros sorotipos, cólera e shigelose (Feachem *et al.*, 1983). A água representa veículo importante na propagação da salmonelose. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), 80% das doenças que ocorrem nos países em desenvolvimento são ocasionadas pela contaminação da água (Rivera & Martins, 1996; WHO, 1997).

A infecção humana por salmonela continua sendo um problema de saúde pública que envolve uma alta morbidade e um alto custo econômico (Barnass *et al.*, 1989).

O processo de propagação desta zoonose está relacionado aos alimentos, particularmente àqueles de origem animal, mal cozidos, feitos com ovos, frangos, leite, e derivados (BRASIL, 2005b).

1.3.2. Distribuição Geográfica da *Salmonella*

Nos Estados Unidos, a ocorrência da infecção humana por *Salmonella* tem sido estimada, anualmente, em 1,4 milhão de casos, 16.000 hospitalizações e próximo de 600 óbitos (Mead *et al.*, 1999). Apesar das ações de saúde pública adotadas neste país, o que ocasionou uma dramática redução da incidência da febre tifóide, Olsen *et al.* (2003) relataram 60 epidemias de febre tifóide entre 1960 e 1999 envolvendo 987 pacientes. Várias infecções por outros sorotipos de *Salmonella* que não a *S. Typhi*, têm sido associados com casos de gastroenterites e bacteremias severas (Chiu *et al.*, 2006, Gradel *et al.*, 2006), inclusive com surto hospitalar (Elward *et al.*, 2006).

Em muitos países, a salmonelose emergiu como importante causa de doença humana no período de 1980 a 1990, o que levou Rodrigue *et al.* (1990) a caracterizar a ocorrência como uma pandemia. Atualmente, as epidemias continuam acontecendo, na maioria das vezes associadas ao sorotipo *Salmonella* Enteritidis, sendo as carnes e ovos de galinha os principais veículos de contaminação envolvidos (CDC, 2000; Humphrey, 2000; Olsen *et al.*, 2000; Badrinath *et al.*, 2004; CDC, 2004; Patrick *et al.*, 2004; Braden, 2006).

O consumo de ostra crua como veículo de transmissão de salmonelas tem merecido especial atenção na área de saúde pública. Brands *et al.* (2005) identificaram 7,4% de positividade para *Salmonella* ao avaliarem

ostras adquiridas nos Estados Unidos, e a grande maioria das cepas isoladas (78/101) pertencem ao sorovar *Salmonella* Newport.

No Brasil pouco se conhece sobre a problemática da salmonelose. Hofer (1974) identificou salmonela nas fezes de crianças e adultos no Rio de Janeiro, durante 10 anos e encontrou 33 sorovares diferentes, sendo *S. Typhimurium*, *S. Newport*, *S. Anatum* e *S. Thompson*, os mais freqüentes. Calzada *et al.* (1984), em São Paulo, identificaram 124 sorotipos de *Salmonella* de origem humana e não humana, no período de 1977-1982, registrando um acentuado aumento de *S. Agona* nas duas fontes, em confronto ao período de 1970-76 (Pessoa *et al.*, 1978). Estudo realizado em Recife, Pernambuco, durante o triênio 1978-1980, Leal *et al.* (1987) analisaram 1.720 salmonelas isoladas de 13.196 coproculturas de pacientes adultos e crianças portadoras de problemas entéricos e identificaram *S. Typhimurium* (43,2%), *S. Saintpaul* (13,9%), *S. Poona* (11,7%) e *S. Derby* (1,4%) como as mais freqüentes. Em Salvador, Bahia, Santos *et al.* (2005) identificaram *Salmonella* como o segundo mais importante agente bacteriano em quadros de diarreia aguda entre crianças abaixo de 15 anos de idade, depois de *Shigella* spp.

No Brasil, as epidemias de enfermidades transmitidas por alimentos causados por *S. Enteritidis* tem sido registradas em Curitiba (Mota *et al.*, 1983), São Paulo (Araújo *et al.*, 1995; Kaku *et al.*, 1995; Peresi *et al.*, 1998), Brasília (Carmo *et al.*, 1996) e Blumenau (Santos & Kupek, 2000), e a maioria destas epidemias foi associada à transmissão através de ovos crus ou semicrus e maionese caseira.

Estudo conduzido no Rio Grande do Sul mostra que a *Salmonella* foi a principal causa de doença transmitida por alimento, envolvendo 8.217 pacientes, dos quais 1.557 foram hospitalizados, e a maionese caseira foi a responsável pela maioria dos eventos (Costalunga & Tondo, 2002). Em 25 episódios de toxinfecção alimentar, ocorrido nas regiões sudeste e sul do país, Hofer *et al.* (1994) identificaram *S. Typhimurium* na maioria das situações (52%), e a maionese caseira também ocupou posição destacada na vaiculação de *Salmonella*. Os autores ressaltam a necessidade de instituir a nível nacional um programa permanente de vigilância epidemiológica sobre o problema da toxinfecção alimentar.

1.3.2.1 Distribuição Geográfica da *Salmonella* na Amazônia

O Laboratório de Bacteriologia, do Instituto Evandro Chagas (IEC) / MS, em Belém, Pará, realiza há cerca de 50 anos investigações a fim de melhor esclarecer a epidemiologia descritiva regional da *Salmonella*. Em estudos conduzidos em Santarém, Pará, em 1956, foi verificada uma freqüência de 8% em 320 pacientes com diarreia aguda (Maroja & Lowery, 1956a). Na mesma ocasião foi descrita a presença de *S. Salford* em ovos de tracajá (*Podocnemis dumeriliana*) (Maroja & Lowery, 1956b).

Outros estudos na região têm mostrado a presença de *Salmonella* em 4 a 5% das crianças com diarreia aguda (Linhares *et al.*, 1983; Giugliano *et al.*, 1986; Loureiro & Lins, 1986; Linhares *et al.*, 1989; Loureiro *et al.*, 1989). Loureiro *et al.* (1990) estudaram 322 amostras de *Salmonella* que resultaram do processamento de 5.872 coprocultivos e 393 hemoculturas de indivíduos

residentes em diferentes áreas da região Amazônica brasileira, no período de 1975 a 1986 e demonstraram a presença de 59 sorovares, com destaque para *S. Typhi* (14,6%), *S. Typhimurium* (9,9%), *S. Give* (9,0%), *S. Agona* (7,4%), *S. Newport* (6,2%) e *S. Anatum* (5,9%).

A febre tifóide constitui-se em uma doença endêmico - epidêmica de grande importância epidemiológica, a qual, de acordo com as informações do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005b), tem sua maior ocorrência nas regiões Norte e Nordeste. Particularmente na região Amazônica brasileira, têm ocorrido epidemias de febre tifóide em municípios com condições higiênico-sanitárias precárias (Ramos *et al.*, 1998; Ramos *et al.*, 1999; Loureiro *et al.*, 2001).

Na epidemia ocorrida no município de Mojú, distante 65 km de Belém-PA, foram identificados 47 casos de febre tifóide confirmados pela coprocultura e/ou hemocultura (Ramos *et al.*, 1999); e através do método de amplificação gênica (*Nested* -PCR) foi possível detectar *S. Typhi* em amostras de água de poços freáticos e igarapé (Loureiro *et al.*, 2000). Ramos (2005) estudou as características epidemiológicas e clínicas de 443 casos de febre tifóide diagnosticados pelo IEC no período de 1987 a 2004. A doença mostrou caráter sazonal, com maior ocorrência na segunda metade do ano (agosto a dezembro) e confirmou a sua estreita relação com os elevados níveis de pobreza, o que aumenta sua importância como um problema sério de saúde pública no Estado do Pará.

Em 1981, no município de Tucuruí-PA, foram identificadas 101 amostras de *S. Paratyphi A* de coprocultura e hemocultura, constituindo-se no

primeiro surto de febre paratifóide registrado no Brasil, provavelmente desencadeada pelo consumo de água não tratada (Pessoa *et al.*, 1983).

Souza (2004) estudou a etiologia das diarreias em pacientes infectados pelo HIV-1 atendidos em nível hospitalar ou ambulatorial com idade igual ou superior a 18 anos, em Belém-PA, sendo que *Salmonella* foi identificada em 9 casos (7,5%) com os seguintes sorotipos *S. Enteritidis*, *S. Coeln*, *S. Belém*, *S. Give*, *S. Muenster*, *S. Braenderup* e *S. Typhi*.

Os animais silvestres representam reservatórios naturais importantes das salmonelas e a importância dos animais na cadeia epidemiológica da salmonelose é um fato bastante conhecido. Na Amazônia, o primeiro registro de *Salmonella* ocorreu em aves domésticas (Edwards & McWhorter, 1952), quando foram identificados dois novos sorotipos: *S. Abaetetuba* e *S. Morehead*.

Durante a construção da rodovia Transamazônica, no Estado do Pará, Lins (1970) obteve o isolamento de 26 amostras de *Salmonella* a partir de 1.380 animais silvestres capturados. *S. Sandiego* foi isolada em 20 animais, que incluíram roedores (*Oryzomys capito* e *Proechimys guyannensis*), marsupial (*Philander opossum*) e répteis (*Ameiva a. ameiva*); *S. Morehead* foi encontrada em roedores (*O. capito*), edentato (*Choloepus didactylus*) e répteis (*Ameiva a. ameiva*) e *S. Christiansborg* e *S. Wassenaar* isoladas também de répteis (*Ameiva a. ameiva*).

Na serra dos Carajás, Lins (1971a) isolou 9 amostras de *Salmonella* de répteis: lagartos (*Ameiva a. ameiva*, *Uranoscodon superciliosa*, *Tropidurus torquatus*) e cobra (*Leimodophis almadensis*). Nas matas de

Benevides, Pará, foram capturados 200 pássaros, sendo que 10 estavam infectados pelos sorovares S. Denver, S. Miami e S. Wassenaar (Lins, 1971b). Em quelônios da Ilha do Marajó, Lins (1976) identificou 48% de positividade para *Salmonella* em 200 muçuãs (*Kinosternon scorpioides*) e 3% de Arizona. Nas regiões de Monte Dourado e Ilha do Marajó, ao norte do Estado do Pará, Loureiro *et al.* (1985) identificaram 22,7% de positividade para salmonela em 123 mamíferos da ordem Edentata, destacando-se os sorovares: S. Sandiego, S. Seremban e S. Miami, como os mais prevalentes.

Langenegger *et al.* (1983), estudando linfonodos submandibulares de 400 suínos de abate procedentes de nove municípios da Ilha do Marajó e da região nordeste do Estado do Pará, isolaram 51 (12,5%) amostras positivas para *Salmonella*, sendo S. Avonmouth, S. Seremban, S. Typhimurium, S. Java, e S. Remo, os sorotipos mais freqüentes.

Loureiro (1990), analisando 708 amostras de esgoto em Belém, no período de 1975 a 1986, isolou 21 sorovares de *Salmonella* com destaque para S. Anatum, S. Give, S. I 9,12:-:1,5 e S. Miami. Convém ressaltar o isolamento de S. Typhi em uma amostra do afluente da estação de tratamento de esgoto do UNA. Mais recentemente, o estudo realizado por Ribeiro (2004) identificou 497 cepas de *Salmonella* spp., isoladas nos cursos d'água dos igarapés Paracuri e Combu, em Belém-PA.

A persistência destes agentes em ambientes aquáticos é dada pela elevada resistência que possuem a diferentes produtos químicos e biológicos (Jiménez *et al.*, 1989; Murray, 2000), encontrados em águas superficiais ou residuais. A sua presença em diferentes ambientes aquáticos

representa um indicador epidemiológico importante e serve para medir a qualidade sanitária dos recursos hídricos (Rivera & Martins, 1996).

Em decorrência da deficiência de saneamento básico, especialmente na região Amazônica brasileira, na maioria das vezes as populações ribeirinhas utilizam águas superficiais e de poços freáticos, como únicas fontes de abastecimento doméstico, as quais se encontram precariamente protegidas contra o despejo de dejetos humanos ou de animais, tornando a água um veículo eficiente na transmissão de agentes infecciosos (Feachem, 1983).

Os recursos hídricos da área metropolitana do município de Belém, que incluem igarapés, rios, baía e as praias estuarinas, sofrem de modo constante o problema de contaminação de efluentes domésticos e esgotos não tratados, sendo mais evidente à margem direita do rio Guamá e Baía do Guajará (PARÁ, 1996; 1997), além da contribuição substancial de dejetos lançados pelas embarcações.

Os ecossistemas aquáticos situados em áreas protegidas e com atividade antrópica mínima são poucos no mundo, e tornam-se áreas valiosas para estudo da ecologia de microrganismos. Estes ecossistemas possuem microbiota autóctone e transitória que precisam ser caracterizados (Rivera & Martins, 1996). Poucos estudos têm sido realizados nos ambientes de áreas preservadas que possam servir de referência para avaliar o prejuízo ocasionado quando acontecem impactos ambientais que agridam a autenticidade dos ecossistemas aquáticos.

1.3.3. *Salmonella* em ambientes aquáticos

A pesquisa de *Salmonella* em diferentes ambientes aquáticos permite reconhecer os sorovares mais prevalentes e o risco potencial à saúde da população. A identificação deste enteropatógeno em ambientes aquáticos é um importante indicador epidemiológico e demonstra, ainda que de modo indireto, a ocorrência da doença diarréica na população.

A presença de salmonelas em coleções aquáticas no Brasil já foi evidenciada em vários locais. No Rio de Janeiro, Rodrigues *et al.* (1989) identificaram 13,2% de salmonelas em 22 amostras de praias estudadas, destacando-se os sorovares *S. Typhimurium*, *S. Agona* e *S. Oranienburg*, como os mais prevalentes. Martins *et al.* (1988) estudaram a presença de *Salmonella* em ambientes aquático no Estado de São Paulo, e encontraram 51,7% de positividade em 412 amostras de praias e 27,1% em 214 de água doce bruta.

Nos esgotos de São Paulo, os sorotipos que apresentaram maior freqüência foram: *S. Agona*, *S. Typhimurium*, *S. Anatum*, *S. Infantis*, *S. Derby*, *S. Minnesota*, *S. Panama*, *S. Bredeney* e *S. Newport*. À exceção dos dois primeiros sorotipos, os demais foram também os mais isolados de coprocultura no mesmo período estudado. Hofer & Costa (1972) analisaram 150 amostras de águas cloacais na cidade do Rio de Janeiro e isolaram 690 amostras de *Salmonella* distribuídas em 81 sorotipos, destacando-se pela freqüência: *S. Anatum*, *S. Newport*, *S. Typhimurium*, *S. Thompson*, *S. Muenster*, *S. Give*, *S. Oranienburg*, *S. Muenchen*, *S. Panama*, *S. Derby* e *S. Chester*, e também observaram uma similaridade entre os sorotipos isolados de esgoto e os de coprocultura.

Novos sorotipos de *Salmonella* (S. Cotia, S. Guarapiranga, S. Arizona 65:l,v:z35) têm sido descritos em águas superficiais na grande São Paulo (Iriño *et al.*, 1981) e na cidade de Natal, Rio Grande do Norte (S. Natal e S. Potengi) (Hofer *et al.*, 1984). Sanchez *et al.* (1986) verificaram que 10,5% das amostras de praias da baixada Santista, São Paulo, estavam positivas para *Salmonella*. Falcão *et al.* (1993) identificaram 14 sorotipos diferentes de *Salmonella* em amostras de águas de reservatórios e rios no município de Araraquara-SP, com destaque para S. Oranienburg, S. Miami, S. Arizonae e S. I 4,12:i:-. Através de um programa de monitoramento para enterovírus e *Salmonella* em nove Estações de Tratamento de águas na grande São Paulo, por um período de 10 anos, Martins *et al.* (1986) avaliaram 904 amostras de água bruta e 997 de água tratada para pesquisa de *Salmonella*. Foi demonstrada a presença de *Salmonella* em 30,6% das fontes de água bruta analisadas, porém nenhuma amostra de água tratada foi detectada esta bactéria. Este enteropatógeno foi detectado em todos os reservatórios da grande São Paulo examinados, com alta incidência para Baixo Cotia (53,8%), Ribeirão Pires (45,7%) e Rio Claro (43,3%). Farias (2000), isolou 221 cepas de *Salmonella* de esgoto e córrego em São Paulo e obteve a identificação de 19 sorotipos, sendo os mais freqüentes S. Panama, S. Infantis, S. Agona e S. Hadar.

1.3.4. Emergência de *Salmonella* resistente a antibióticos

A resistência às drogas em *Salmonella* tem merecido especial atenção em todo o mundo, particularmente com a emergência das cepas de

Salmonella com resistência múltipla às drogas, inclusive, aos antimicrobianos que são considerados de eleição para o tratamento da salmonelose (Asensi & Hofer, 1994, Gallardo *et al.*, 1999, Gupta *et al.*, 2003, Zhao *et al.*, 2003, Rabatsky-Ehr *et al.*, 2004). No Estado de São Paulo foi verificado o surgimento do sorovar *S. Agona* fermentadora da lactose, isolados de crianças hospitalizadas com diarreia aguda que mostraram resistência múltipla para ampicilina, canamicina, gentamicina, cloranfenicol, carbenecilina, cefalotina, netilmicina, tobramicina e tetraciclina (Fernandes *et al.*, 1997). Apesar desta evidência, parece que as infecções humanas por *Salmonella* multi- drogas resistentes (especialmente à fluoroquinolona), isoladas de pacientes hospitalizados no Brasil, Argentina, Chile, Uruguai, Colômbia, México e Venezuela, ainda não representam sérios problemas de saúde pública na América Latina (Gales *et al.*, 2002).

1.4 DIAGNÓSTICO LABORATORIAL

O diagnóstico dos casos de gastroenterite por *Salmonella* é realizado pelo isolamento da bactéria a partir das fezes ou swab retal, utilizando meios seletivos- indicadores (ágar SS, ágar XLD, ágar VB) e meios de enriquecimento (caldo Selenito Cistina, caldo tetracionato de Kauffmann, caldo Rappaport-Vassiliadis), utilizando a incubação dos meios seletivos e enriquecimento à 35° C por 18 a 24 horas. Quando se trata de alimentos ou diferentes tipos de água, utiliza-se um pré- enriquecimento (APT-pH 7.0), e incubação dos meios de enriquecimento à 42,5° C.

Outros métodos laboratoriais podem ser utilizados no isolamento e identificação de *Salmonella* de alimentos e ambiente (Varnam & Evans, 1991). Nos casos de febre entérica, usualmente nas duas semanas iniciais da doença, deve ser realizada a cultura do sangue (hemocultura). Nesta situação, salientam-se os casos das febres tifóides e paratifóides (Feachem *et al.*, 1983). Após o isolamento da bactéria é feita a caracterização bioquímica e sorológica preliminar (Ewing, 1986) e, em seguida, as amostras devem ser encaminhadas aos centros de referência nacional (Fundação Oswaldo Cruz/RJ ou Instituto Adolfo Lutz/SP) para proceder a caracterização sorológica (sorovar/sorotipo), que é baseada na reação de aglutinação dos antígenos somáticos (O) e flagelares (H) de *Salmonella*, utilizando-se anti-soros polivalentes e monovalentes.

1.5 PREVENÇÃO E CONTROLE

De um modo geral, a profilaxia da salmonelose está na dependência da identificação das prováveis fontes de infecção e ao modo de transmissão da bactéria. Na febre tifóide, cujo agente etiológico (*S. Typhi*) está adaptado somente ao hospedeiro humano, e sua transmissão ocorre, basicamente por veiculação hídrica, as medidas de controle estão relacionadas ao saneamento básico e ambiental. No entanto, os portadores de *S. Typhi* desempenham papel importante na disseminação da doença e devem ser identificados por meio da realização de coproculturas, em particular aqueles manipuladores de alimentos, que serão tratados e orientados quanto ao destino adequado dos dejetos e higiene pessoal (BRASIL, 2005b).

Nas demais salmoneloses, consideradas como zoonoses, o controle está intimamente relacionado aos alimentos, particularmente àqueles de origem animal (Humphrey, 2000), no entanto, torna-se mais difícil o seu controle, devido às salmonelas estarem difundidas em uma grande variedade de animais domésticos e selvagens (Feachem *et al.*, 1983).

Assim sendo, torna-se de grande relevância o conhecimento e distribuição geográfica dos sorovares de *Salmonella* nos diferentes ecossistemas aquáticos, no sentido de ampliar as informações sobre as vias de propagação da bactéria para o homem, e contribuir com informações que possibilitem melhor caracterizar a epidemiologia da salmonelose na região Amazônica do Brasil e diminuir o seu impacto como um problema de saúde pública.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

Descrever a ocorrência dos sorovares de *Salmonella* em diferentes ecossistemas aquáticos do Estado do Pará no período de 1993 a 2002, e o seu significado sanitário, contribuindo para a vigilância epidemiológica efetiva das salmoneloses na região.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Descrever a ocorrência de *Salmonella* e seus sorovares em águas superficiais e águas subterrâneas de Belém, Ananindeua, Breves, Mojú, Barcarena, Floresta Nacional de Caxiuanã / Melgaço, Anajás, Santarém e Oriximiná;
- Descrever a ocorrência de *Salmonella* e seus sorovares em águas das praias de Mosqueiro, Santarém e Abaetetuba;
- Descrever a ocorrência de *Salmonella* e seus sorovares em águas de esgotos de Belém;
- Descrever a variação espaço- temporal e o significado sanitário da presença dos sorovares de *Salmonella* em água doce (rio, igarapé, baía, praia, poço) e de esgoto
- Definir os modelos de resistência dos sorovares de *Salmonella* aos antimicrobianos;

- Correlacionar os marcos de resistência dos sorovares de *Salmonella* mais freqüentes, identificados em ambientes aquáticos com ação antrópica evidente (Belém e Ananindeua) e aqueles identificados em áreas protegidas (Floresta Nacional de Caxiuanã);
- Avaliar a possibilidade do uso dos sorovares de *Salmonella* presentes em água de esgoto, como indicador laboratorial para determinar a ocorrência de doença humana;
- Comparar o significado sanitário da determinação de coliformes termotolerantes, com a presença de *Salmonella* em águas superficiais (igarapé, rio, lago, praia) e subterrâneas (poço);
- Avaliar e comparar a eficiência de meios de enriquecimento (caldo Rappaport-Vassiliadis e caldo Selenito Cistina) e de diferentes temperaturas de incubação (35°C e 42,5°C), no isolamento de *Salmonella*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ISOLADOS DE *Salmonella* ESTUDADOS

Foram estudadas 2.115 amostras de *Salmonella* isoladas no período compreendido entre os anos 1993 a 2002, oriundas de atividades de monitoramento da *Salmonella* em ecossistemas aquáticos pelo Instituto Evandro Chagas. As salmonelas isoladas, obtidas do processamento de 599 amostras de águas de rios, igarapés, nascentes, abastecimentos, poços e praias, e 95 a partir de águas de esgotos, córregos e drenagens situados em diferentes áreas do Estado do Pará, cuja localização geográfica pode ser observada na Figura 3. Após o isolamento, caracterização bioquímica e sorológica preliminar, as cepas de *Salmonella* foram repicadas para tubos de ágar nutriente (Difco) de conservação ou ágar estoque (Difco) e incubadas à 35°C por 24 horas. Em seguida os tubos foram arrolhados, parafinados e colecionados na Bacterioteca do Instituto Evandro Chagas, mantidos à temperatura ambiente para utilização no decorrer do trabalho.

2.2. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA

Município de Belém- PA

A amostragem no município de Belém foi efetuada nos anos de 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000 e 2001. O município está localizado na confluência da baía do Guajará com a foz do rio Guamá, apresenta uma parte continental de terras firmes e outra insular, e encontra-se drenada por uma rede de cursos d'água que recebe influência das marés. A sede do município tem as seguintes coordenadas geográficas: 01°27'20" de latitude Sul e 48°30'15" de longitude Oeste de *Greenwich*.

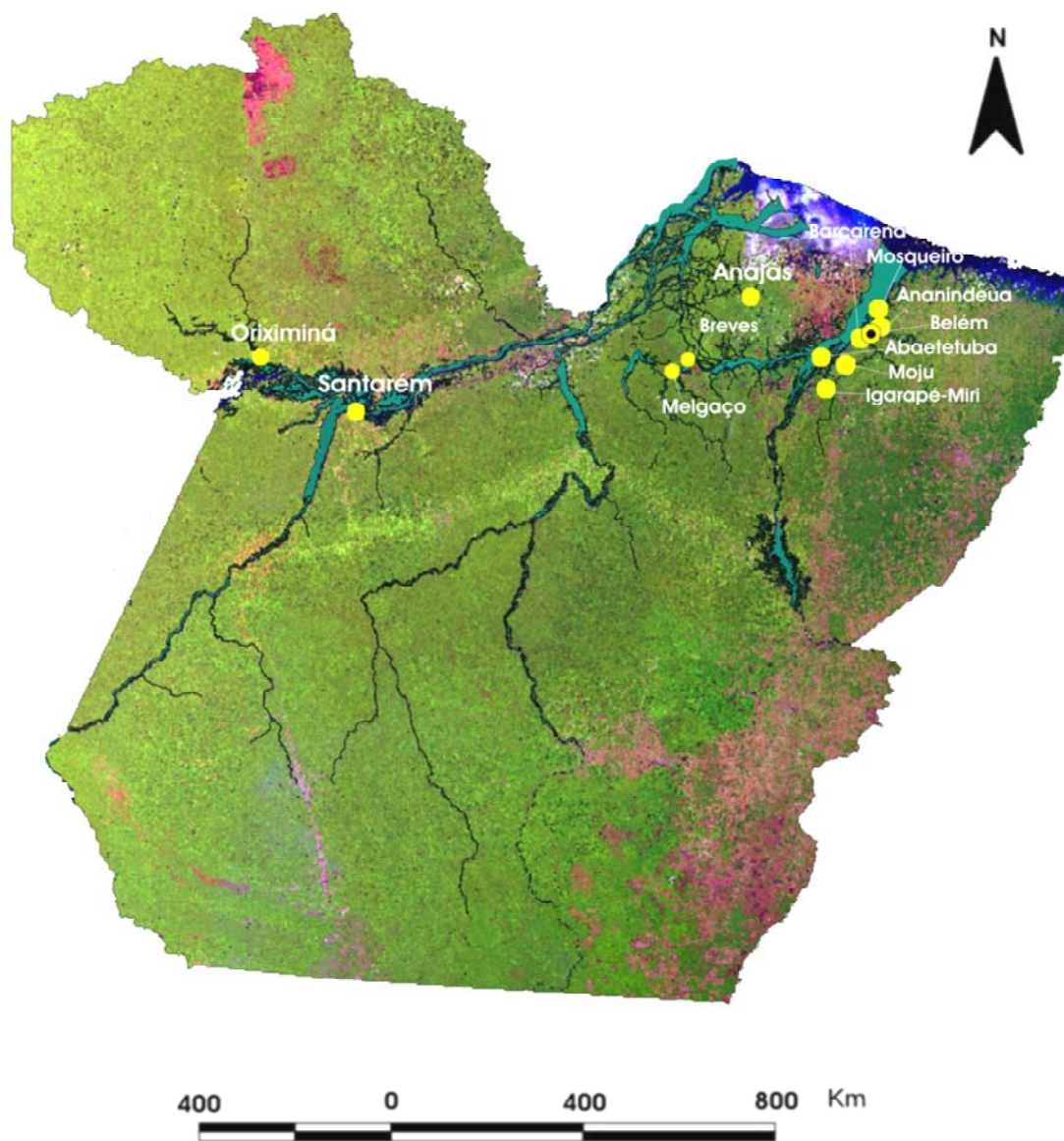


Figura 3 – Localização geográfica dos pontos de amostragem para fins de monitoramento de *Salmonella* no Estado do Pará, 1993-2002 (Fonte: LabGeo/IEC/SVS/MS).

O município possui mais de 39 ilhas, sendo as principais: Mosqueiro, Combu, Caratateua, Cotijuba, Marinheiro e Grande (Belém,1994;

Ferreira, 2003). Os pontos de onde se obtiveram amostras na área urbana situaram-se na orla fluvial de Belém e próximos a portos de atracação de embarcações: rio Guamá (Porto do Açai), baía do Guajará (Feira do Ver-o-Peso), Igarapé Tucunduba (afluente do rio Guamá), Igarapé Paracuri (desemboca na baía do Guajará) e Igarapé Combu (desemboca na margem esquerda do rio Guamá, a 1Km de Belém). Os pontos localizados na Ilha do Mosqueiro (distrito de Belém), distante 65 Km do centro de Belém, constituíram-se de águas das praias Areião, Farol, Murubira e Paraíso, que são as mais freqüentadas, sendo as primeiras banhadas pela baía do Guajará e a última pela baía do Marajó.

A amostragem de águas superficiais (rio Guamá, baía do Guajará, igarapés Tucunduba, Combu e Paracuri, e praias de Mosqueiro), os exemplares de origem de nascentes, córregos e abastecimentos procedentes da área urbana de Belém e as amostras de águas de esgotos, provenientes do afluente da Estação de Tratamento de Esgoto do Una, efluentes dos esgotos sanitários do Terminal Rodoviário de Belém, Aeroporto Internacional de Belém e do Hospital Universitário João de Barros Barreto, são apresentadas no Quadro 4. As Figuras 4, 5 e 6 mostram os detalhes geográficos por meio de imagens geoprocessadas de alguns pontos de amostragem situados na área urbana de Belém.

Quadro 4 - Distribuição numérica dos pontos de coleta de amostras no município de Belém, nos anos de 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000 e 2001.

Origem	Nº de amostras Examinadas
Águas superficiais:	
Rio Guamá (porto do Açaí)	24
Baia do Guajará (Ver-o-peso)	24
Ilg. Tucunduba	23
Ilg. Combu	72
Ilg. Paracuri	72
Praias do Mosqueiro:	
Areião	29
Farol	29
Murubira	29
Paraíso	29
Córrego	4
Abastecimento	2
Nascente	2
Esgoto:	
Afluente da Estação de Tratamento de Esgoto do Una	25
Efluente dos esgotos sanitários do Terminal Rodoviário de Belém	8
Aeroporto Internacional de Belém	27
Hospital Universitário João de Barros Barreto	28
Total	427



Figura 4 – Imagens geoprocessadas dos pontos de amostragem no município de Belém, Pará (Fonte: Programa ortofotos da Cidade de Belém – CODEM, adaptado pelo LabGeo/IEC/SVS/MS).

1- Aeroporto Internacional; 2- Terminal Rodoviário; 3- Hospital Universitário João de Barros Barreto; 4- Igarapé Tucunduba; 5- Rio Guamá (Porto do Açaí); 6- Baía do Guajará (Ver-o-Peso); 7- Estação de Tratamento de Esgoto do Una.

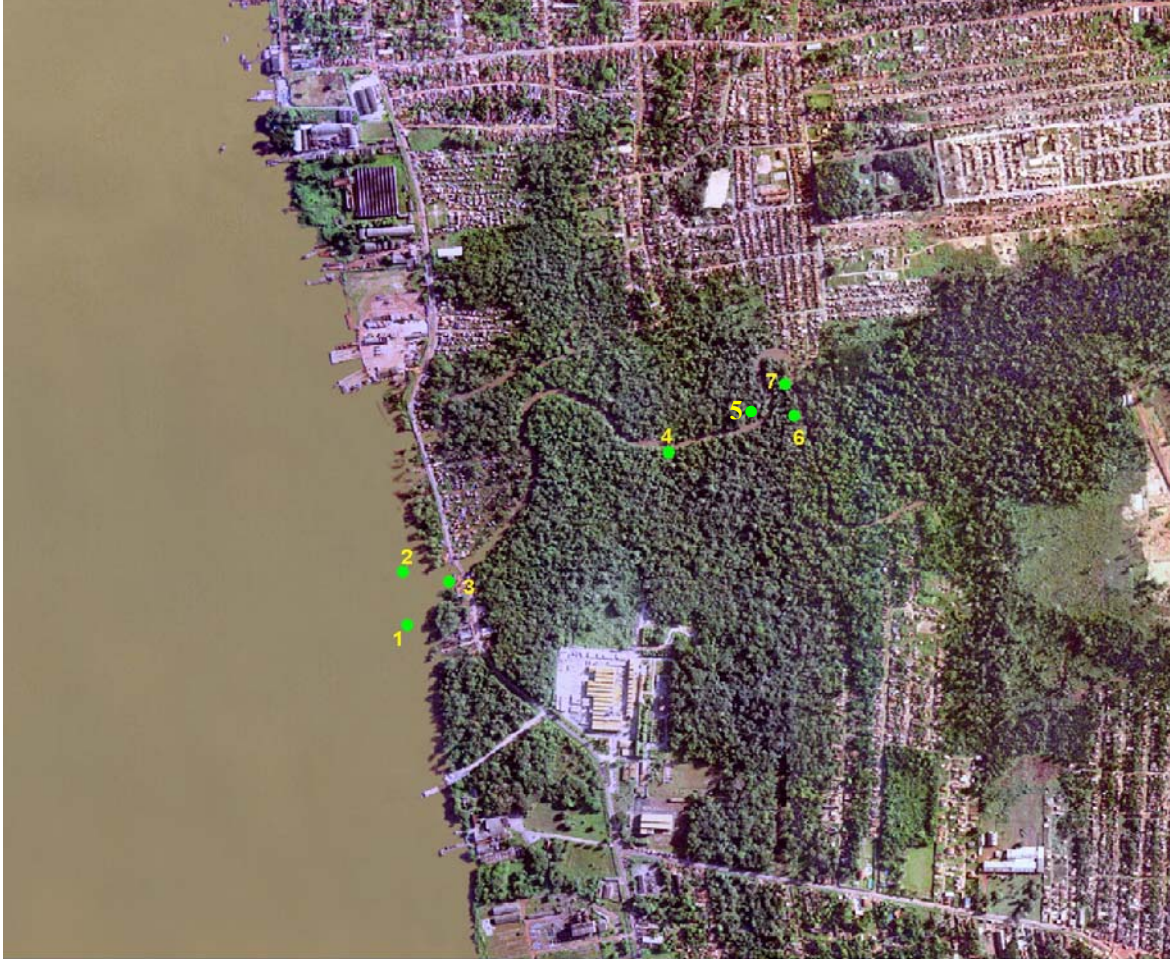


Figura 5 – Imagens geoprocessadas e pontos de amostragem no igarapé Paracuri, Belém, Pará (Fonte:Ribeiro,2004). ● Pontos de coleta ao longo do Igarapé Paracuri

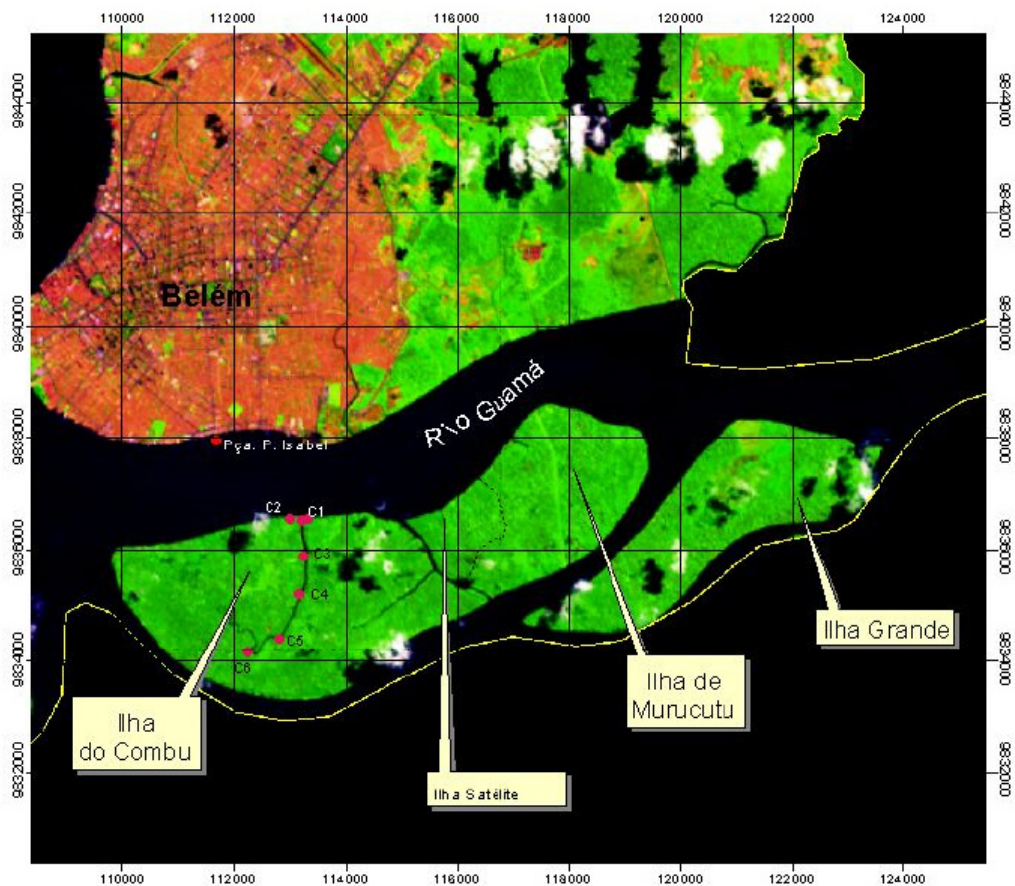


Figura 6 – Imagens geoprocessadas dos pontos de amostragem no Igarapé Combu, Belém, Pará (Fonte: Ribeiro, 2004). ● Pontos de coleta ao longo do Igarapé Combu.

Município de Ananindeua - PA

A amostragem no município de Ananindeua foi efetuada nos anos de 1993, 1996 e 1997. O município pertence à Mesorregião Metropolitana de Belém e a sede municipal está situada entre as coordenadas geográficas: 01°21'58" de latitude Sul e 48°22'22" de longitude Oeste de *Greenwich*. Distante 9 Km de Belém, apenas 17,5% da população é servida pelo abastecimento público de água (PARÁ, 1996; Ferreira, 2003). As amostras

foram provenientes de águas de poços freáticos, drenagem e duas de nascente (Quadro 5).

Quadro 5 - Distribuição numérica dos pontos de coleta de amostras no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1993, 1996 e 1997.

Origem	Nº Examinado
Poços:	
Bairro Central	25
B.Águas Lindas	26
B.D.Industrial	25
Bairro Aura	32
Nascente	2
Drenagem	3
TOTAL	113

Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço - PA

A amostragem na Floresta Nacional de Caxiuanã foi efetuada nos anos de 1996, 1998 e 2001. Os pontos de amostragem situam-se na Estação Científica Ferreira Penna / MPEG / MCT ($1^{\circ}42'30''$ S e $51^{\circ}31'45''$ W), reserva florestal que abrange uma área de 33 mil Ha situada no interior dos 330 mil Ha da Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, distante 400 km de Belém-Pa, em linha reta. A região caracteriza-se por apresentar 80% de floresta de terra firme e 20% de floresta de várzea e de igapó e manchas de savana e vegetação secundária, além de um número reduzido de pessoas residentes (70 moradores até o primeiro semestre de 1996) (Silveira *et al.*, 1997).

As coletas foram feitas em águas do rio Caxiuanã e igarapés Aricuru, Grande, Retiro, Umarizal, Arauá, Sapucazinho, Tijucaquara,

Puraquequara, Curuá, Curuazinho, Campinho, Campina e Açacu de acordo com a descrição da Figura 7 e Quadro 6.

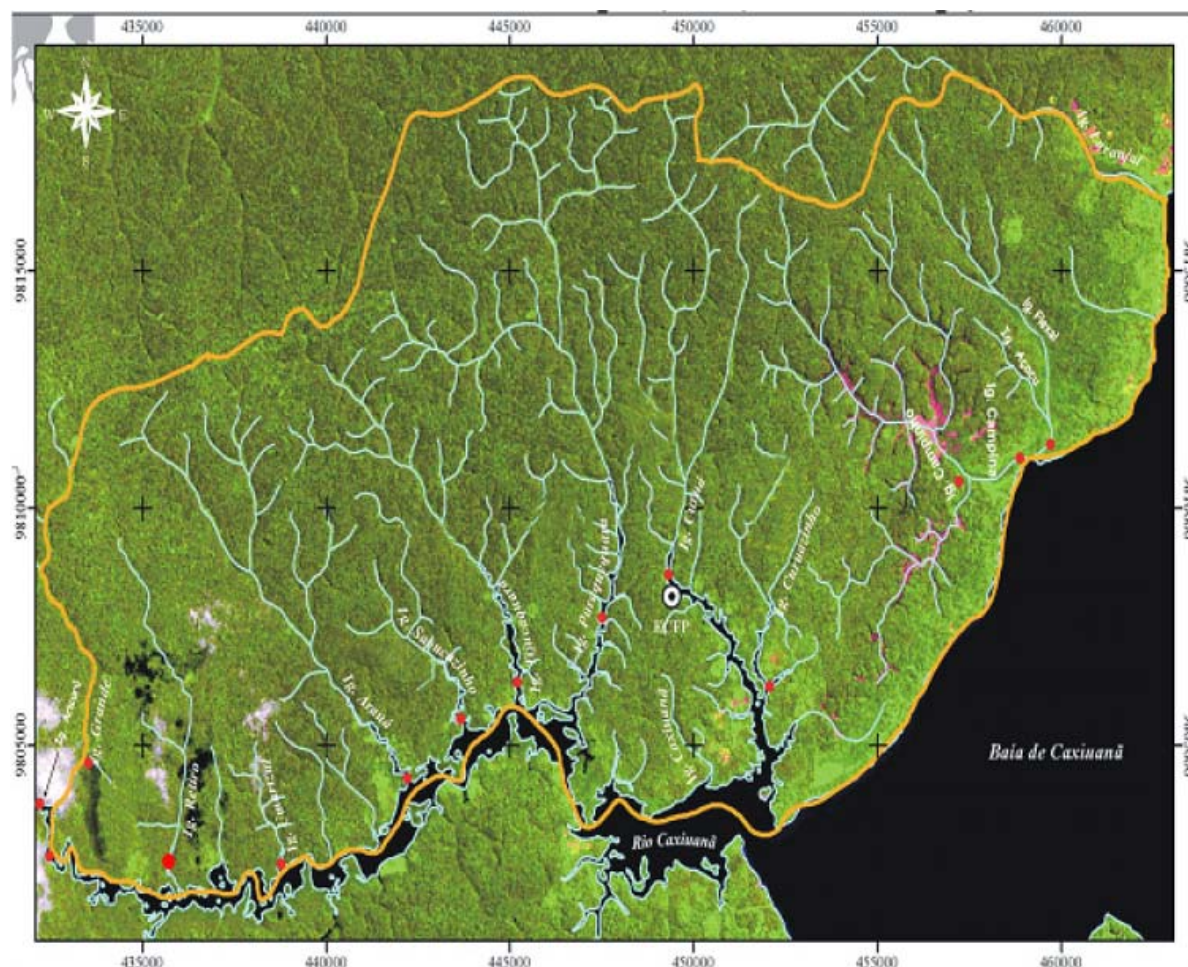


Figura 7 - Imagens geoprocessadas dos pontos de amostragem na Estação Científica Ferreira Penna, Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará (Fonte: MPEG/MCT, adaptado pelo LabGeo/IEC/MS).

● pontos de coleta

Quadro 6 - Distribuição numérica dos pontos de coleta de amostras na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará, nos anos de 1996, 1998 e 2001.

Origem	Nº de amostras examinadas
Rio Caxiuanã	3
Ig.Aricuru	3
Ig.Grande	3
Ig.Retiro	3
Ig.Umarizal	3
Ig.Arauaá	3
Ig.Sapucazinho	2
Ig.Tijucaquara	2
Ig.Puraquequara	3
Ig.Curuá	3
Ig.Açacu	2
Ig.Campina	2
Ig.Campinho	2
Ig.Curuazinho	2
Total	36

Município de Mojú-PA

A amostragem no município de Mojú foi efetuada no ano de 1999. O município está localizado ao nordeste do Estado do Pará, dista 65 Km em linha reta da capital Belém, limita-se ao norte com os municípios de Barcarena e Abaetetuba e situa-se entre as seguintes coordenadas geográficas: 01°53'10" de latitude Sul e 48°46'00" de longitude a Oeste de *Greenwich* (Ferreira, 2003). As amostras de água foram obtidas de poços, abastecimento público, igarapés Fundão e Levy (Quadro 7).

Município de Barcarena-PA

A amostragem no município de Barcarena foi efetuada no ano de 1999. O município pertence à Mesorregião Metropolitana de Belém e limita-se ao

Norte com o município de Belém e a baía do Guajará e ao Sul com os municípios de Moju e Abaetetuba. A sede do município está nas seguintes coordenadas geográficas: 01° 30' 24" de latitude Sul e 48° 37' 12" de longitude a Oeste de *Greenwich* (Ferreira, 2003). As amostras de água foram obtidas de poços freáticos, igarapés Araticum e Igarabar, rio Mucuryca e abastecimento público (Quadro 7).

Município de Igarapé Miri - PA

A amostragem no município de Igarapé Miri foi efetuada no ano de 1999. O município localiza-se no nordeste paraense e limita-se ao norte com o município de Abaetetuba e a leste município de Moju, distante 79 Km da capital Belém. A sede do município situa-se entre as seguintes coordenadas geográficas: 01°58'33" de latitude Sul e 48° 57'39" de longitude a Oeste de *Greenwich*. As amostras de água foram obtidas de poços freáticos, abastecimento público, rio Miri e igarapé (Quadro 7).

Município de Anajás - PA

A amostragem no município de Anajás foi efetuada no ano de 2001. O município está localizado no centro da Ilha do Marajó e pertence à Microrregião Furos de Breves e situa-se entre as coordenadas geográficas: 00° 59' 21" de latitude Sul e 49° 56' 24" de longitude a Oeste de *Greenwich*. Limita ao norte com os municípios de Chaves e Afuá e a oeste municípios de Breves e Afuá. Ocupa uma área de 6.990,90 Km² e dista 167 Km de Belém (Ferreira, 2003).

As amostras de água foram obtidas de águas de poços freáticos, abastecimento e rio Anajás (Quadro 7).

Município de Abaetetuba - PA

A amostragem no município de Abaetetuba foi efetuada no ano de 2001. O município está localizado na Zona Fisiográfica Guajarina, no Nordeste do Pará, com área territorial de 1.606,80 Km² e população de 123.184 habitantes, dista 56 Km da capital paraense e está situado entre as coordenadas geográficas: 01°43'24" de latitude Sul e 48°52'54" de longitude a Oeste de *Greenwich*. Apresenta ao Norte limite com o município de Barcarena, ao Leste município de Mojú, ao Sul município de Igarapé Miri e a Oeste município de Ponta de Pedras, Limoeiro do Ajuru e Muaná. As amostras de água foram obtidas de praia de Beja (Quadro 7).

Município de Santarém- PA

A amostragem no município de Santarém foi efetuada no ano de 2001. O município está localizado na região do Baixo Amazonas à margem direita do rio Tapajós, dista 705 Km em linha reta de Belém, possui área territorial de 24.314,40 Km², limita-se ao Norte com os municípios de Óbidos, Alenquer, Monte Alegre e Curuá e ao Sul com os municípios de Rurópolis, Aveiro, Placas e Belterra. A sede do município está localizada entre as coordenadas geográficas: 02°25'30" S e 54°42'50" W Gr. As amostras de água foram obtidas do rio Tapajós, praias Maracanã, Alter-do-Chão e Sudam e igarapés Sonrisal e São Bras (Quadro 7).

Município de Oriximiná - PA

A amostragem no município de Oriximiná foi efetuada no ano de 2001. O município está localizado na mesorregião do Baixo Amazonas e sua sede municipal situa-se entre as coordenadas geográficas: 01°46'00" S e 55°51'30" W. Gr. O município está localizado no Oeste do Estado do Pará, na margem esquerda do rio Trombetas, e limita-se ao norte com Guiana Francesa e Suriname e a leste com o município de Óbidos. Dista 823 Km da capital Belém. As amostras de água foram obtidas do rio Trombetas, lago Aracuã, igarapé Maloca e poço freático (Quadro 7).

Município de Breves - PA

A amostragem no município de Breves foi efetuada no ano de 2002. O município pertence a mesorregião do Marajó, dista 228 Km de Belém e a sede municipal situa-se entre as seguintes coordenadas geográficas: 01°40'57" de latitude Sul e 50°28'48" de longitude a Oeste de *Greenwich*. As amostras de água foram obtidas de poço freático (Quadro 7).

Quadro 7 - Distribuição numérica dos pontos de coleta de amostras nos municípios de Moju, Anajás, Barcarena, Oriximiná, Igarapé Miri, Santarém, Abaetetuba e Breves, Estado do Pará, nos anos de 1998, 1999, 2001 e 2002.

Municípios	Poço N°	Igarapé	Rio	Praia	Lago	Abast. público	Total
Moju	31	5	-	-	-	6	42
Anajás	17	-	2	-	-	2	21
Barcarena	9	3	1	-	-	1	14
Oriximiná	2	2	6	-	4	-	14
Ig. Miri	4	2	1	-	-	3	10
Santarém	-	2	4	6	-	-	12
Abaetetuba	-	-	-	3	-	-	3
Breves	2	-	-	-	-	-	2
Total	65	14	14	9	4	12	118

2.3 MÉTODOS LABORATORIAIS

2.3.1. Métodos de Coleta, Isolamento e Identificação de *Salmonella* em Águas Superficiais e Subterrâneas

Os procedimentos de coleta para os diferentes tipos de águas e a conservação das amostras seguiram as recomendações dos padrões da *American Public Health Association* dos Estados Unidos da América (Greenberg *et al.*, 1995) e as normas técnicas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB (CETESB, 1993). A coleta das amostras de praia foram coletadas na isóbata de um metro, a uma profundidade de 30 cm da superfície da água. Nas amostras de poços utilizaram-se baldes em aço inox acoplados a cordas de nylon, previamente esterilizados.

As amostras de água foram acondicionadas em frascos de polipropileno estéreis com tampa e a prova de vazamento, com capacidade para 5 litros, transportadas ao laboratório em ambiente refrigerado (caixas isotérmicas). As amostras foram processadas num prazo máximo de 2-4 horas após a coleta. Volumes de 5 litros das amostras de água foram filtradas em membrana de 0,45 µm de porosidade (Millipore) e diâmetro de 293 ou 142mm.

As membranas foram imersas em meios de pré- enriquecimento (Água Peptonada Tamponada-APT (Difco) pH 7,0, 24h/35°C) e, posteriormente, alíquotas do APT foram transferidas para enriquecimento em caldo Rappaport-Vassiliadis (Difco) e caldo Selenito Cistina (Difco) 24h/35°C e/ou 42,5°C para *Salmonella*. Para o isolamento utilizaram-se meios seletivo-indicadores: ágar *Salmonella-Shigella*-SS (Difco), ágar Verde Brilhante-VB (Difco) e ágar Xilose Lisina Desoxicolato-XLD (Difco) e selecionaram-se de

cada placa, 5 a 10 colônias suspeitas (lactose negativa) que foram repicadas para ágar Ferro Três Açúcares-TSI (Difco ou Merck) e ágar Lisina Ferro-LIA (Difco ou Merck).

A caracterização bioquímica seguiu as recomendações de Ewing (1986) e foram utilizadas as seguintes provas: fermentação da glicose, lactose, sacarose, manitol e maltose; produção do indol e sulfeto de hidrogênio; vermelho de metila e Voges- Proskauer; motilidade; uréia; utilização do citrato e malonato; fenilalanina- desaminase e descarboxilação da lisina e ornitina. A caracterização sorológica (Ewing, 1986) foi procedida utilizando anti-soros polivalentes somáticos e flagelares (Difco). Após caracterização sorológica do grupo somático, as amostras de *Salmonella* foram repicadas para tubos de ensaio contendo ágar estoque (Difco) e incubadas a 35°C por 24h e após este período, os tubos foram arrolhados utilizando rolha de borracha, parafinados e mantidas ao abrigo da luz em caixas de madeira em sala refrigerada 24h, no Instituto Evandro Chagas. A Figura 8 apresenta o fluxograma de isolamento e identificação de *Salmonella*.

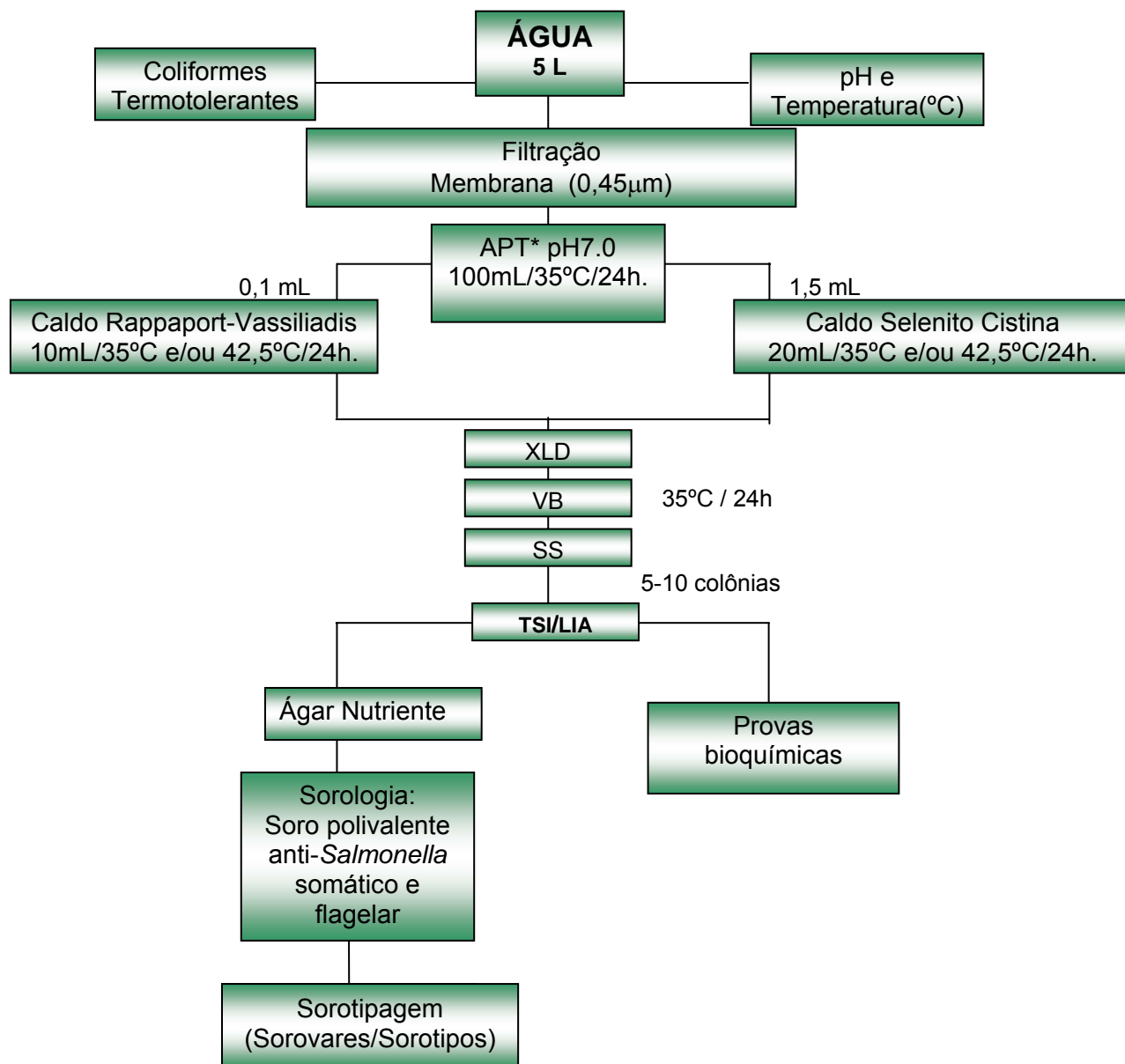


Figura 8 - Fluxograma de isolamento de *Salmonella* a partir de águas superficiais e subterrâneas. APT- água peptonada tamponada, XLD- ágar Xilose Lisina Desoxicolato, VB- ágar Verde Brilhante, SS- ágar *Salmonella* – *Shigella*, TSI- ágar Ferro Três Açúcares, LIA- ágar Lisina Ferro.

2.3.2. Métodos de Coleta, Isolamento e Identificação de *Salmonella* em Águas de Esgotos

Para a coleta das amostras utilizou-se a técnica de Moore modificada (CETESB,1987). É um procedimento para a concentração de amostras líquidas (água bruta e água de esgoto), que consiste na instalação de *swabs* (mechas de gaze ou atadura de crepe) no local de coleta.

No preparo das mechas, utilizou-se atadura de crepe que foi dobrada 5 vezes no sentido do comprimento e suas dimensões finais foram 23 cm de largura por 36 cm de comprimento. A partir da base inferior de 23 cm, cortaram-se 5 tiras de 4,5 cm de largura e 26 cm de comprimento deixando-se, portanto, 10 cm na parte superior sem cortar, onde foi fixado o fio de nylon para servir de suporte para a mecha.

As mechas foram embrulhadas em papel “kraft” e autoclavadas a 121°C durante 15 minutos (CETESB,1987). Após 3 dias de exposição das mechas nos locais de amostragem, foram recolhidas em sacos plásticos fechados estéreis contendo 300 mL de meio de transporte Cary-Blair (Difco) e transportadas ao laboratório em caixas isotérmicas. Após homogeneização das amostras, foram transferidos 20 mL para frascos contendo 100 mL dos meios de enriquecimento caldo Selenito Cistina e caldo Rappaport-Vassiliadis. Para o isolamento, caracterização bioquímica e antigênica e estocagem de *Salmonella*, os procedimentos foram os mesmos mencionados no item 2.3.1 (Figura 9).

TÉCNICA DE MOORE MODIFICADA

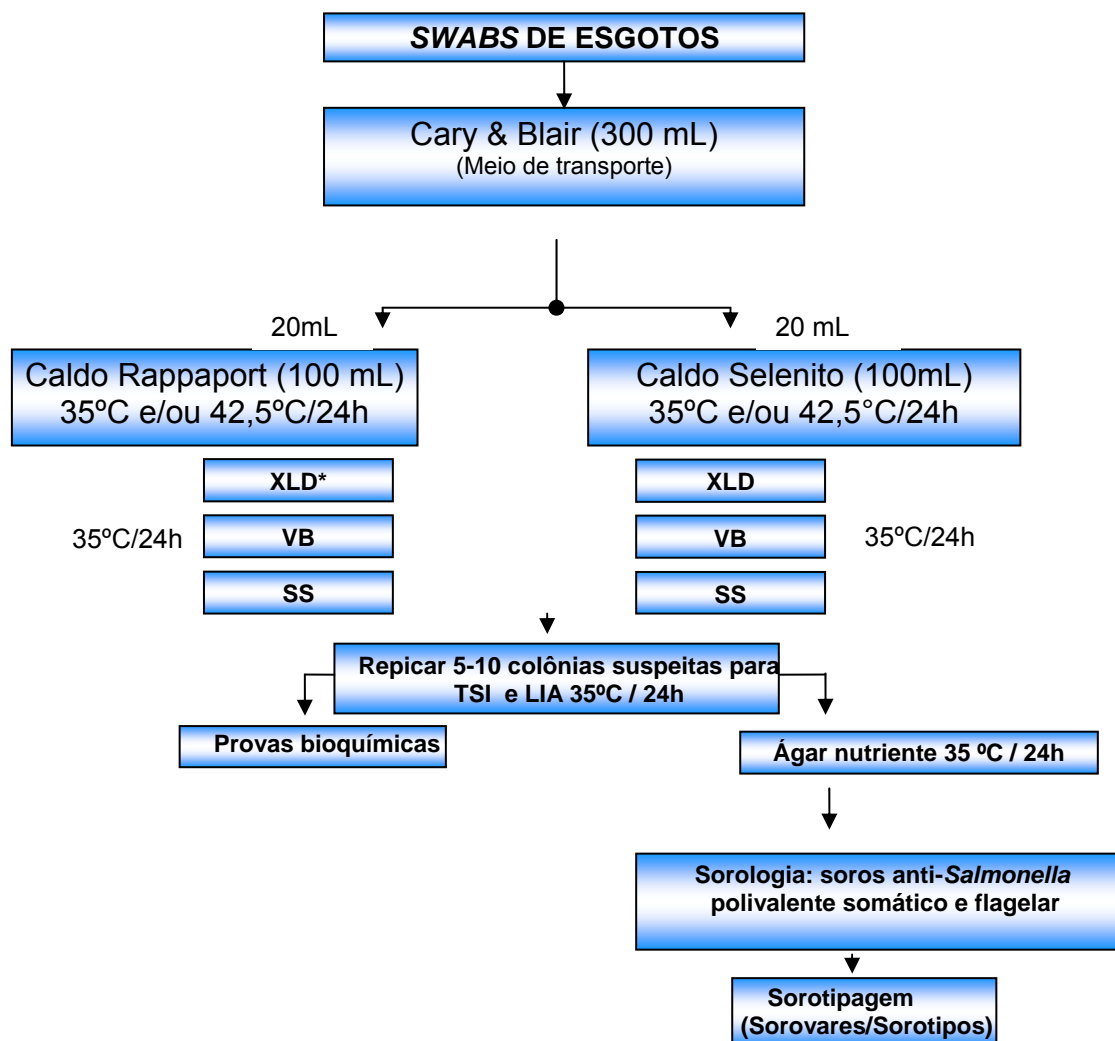


Figura 9 - Fluxograma de isolamento de *Salmonella* a partir de águas de esgotos. * XLD- ágar Xilose Lisina Desoxicolato, VB- ágar Verde Brilhante, SS- ágar *Salmonella* – *Shigella*, TSI- ágar Ferro Três Açúcares, LIA- ágar Lisina Ferro.

2.3.3. Reisolamento, Identificação e Manutenção das culturas de *Salmonella*

Os 2.115 isolados de *Salmonella* mantidas na Bacterioteca do IEC, foram repicadas para caldo TSB (caldo de soja tripticaseína- Difco) e semeadas em ágar *Salmonella-Shigella* (SS). As colônias suspeitas foram identificadas bioquimicamente e um inóculo de cada amostra foi mantido em ágar Luria (Difco), para realização da caracterização dos sorovares e outras avaliações programadas.

2.3.4. Identificação Sorológica de *Salmonella*

A caracterização dos sorovares das amostras de *Salmonella* em questão, foi realizada no Departamento de Bacteriologia do Instituto Oswaldo Cruz / FIOCRUZ/ RJ e Instituto Adolfo Lutz / SP, por meio da determinação dos antígenos somáticos e flagelares, utilizando anti- soros somáticos e flagelares polivalentes e monovalentes, de acordo com os critérios estabelecidos por Ewing (1986) e será adotada a nomenclatura proposta por Le Minor & Popoff (1987), Reeves *et al.* (1989) e Popoff (2001).

2.3.5. Teste de Sensibilidade aos Antimicrobianos

A sensibilidade aos agentes antimicrobianos das cepas de *Salmonella* obtidas foi avaliada utilizando 23 drogas antimicrobianas pelo método de difusão pelo sistema de disco, de acordo com Bauer *et al.* (1966) e o sistema automatizado Vitek (bioMérieux), obedecendo as recomendações do *Clinical and Laboratory Standards Institute-CLSI* (2005). Foi utilizado o método

de difusão devido o Kit do método automatizado Vitek não possuir seis antimicrobianos considerados importantes a serem avaliados neste estudo.

De cada amostra de *Salmonella* crescida em ágar nutriente (Difco) foram repicadas 5 colônias para tubos com caldo Mueller- Hinton (5 mL) e incubados a 35°C. Para obtenção do inóculo foi usado um turbidímetro ou colorímetro para ajustar o inóculo ao padrão de turbidez de 0,5 na escala de McFarland ($1,5 \times 10^8$ UFC/mL).

No método de difusão em ágar foram utilizados discos com os antimicrobianos descritos no Quadro 8 (do Laboratório Oxoid) de acordo com suas concentrações e interpretação de leitura: cefoxitina-CX (30µg), cloranfenicol-C (30µg), imipenem-IPM (10µg), estreptomicina-S (10µg), tetraciclina-TE (30µg) e trimetoprim-T (5 µg). O inóculo padronizado foi semeado uniformemente na superfície do meio ágar Mueller-Hinton utilizando um *swab* estéril, e depois de 3 a 5 minutos, foram aplicados os discos com auxílio de pinça esterilizada, e então as placas foram incubadas a 35°C. Após 18-24 h de incubação, a leitura do diâmetro do halo de inibição foi procedida utilizando um paquímetro e a interpretação da sensibilidade baseou-se nas recomendações do CLSI (2005).

No método automatizado Vitek (BioMérieux), inicialmente o inóculo padronizado é transferido para o cartão contendo os antibióticos diluídos (GNS-204) no módulo de preenchimento do aparelho Vitek, em seguida o cartão é selado e colocado no módulo de incubadora e leitura. Os resultados são determinados por detecção eletro-ótica do crescimento microbiano dentro dos poços dos cartões de teste. As CIMs são determinadas

por análise estatística das médias de crescimento bacteriano na presença de agentes antimicrobianos.

O cartão GNS-204 contém os seguintes antimicrobianos e suas concentrações: ácido nalidíxico-NAL(16µg/mL); amoxicilina/ac.clavulâmico-AMC(4/2µg/mL, 8/4µg/mL, 16/8 µg/mL); ampicilina-AM(0,5µg/mL, 4µg/mL, 32µg/mL); carbenicilina-CB(32µg/mL, 256 µg/mL); cefazolina-CZ(4µg/mL, 16µg/mL, 64µg/mL); ceftriaxona-CTR(16µg/mL, 64 µg/mL, 128µg/mL); cefuroxima-CFX(4µg/mL, 16µg/mL, 64µg/mL); cefalotina-CF(4 µg/mL, 16µg/mL); ciprofloxacina-CIP(1µg/mL, 4µg/mL); gentamicina-GM(0,5µg/mL, 2 µg/mL, 8µg/mL); levofloxacina-LEV(1µg/mL, 4µg/mL, 8µg/mL); minociclina-MIN(0,5 µg/mL, 1µg/mL, 4µg/mL); nitrofurantoina-NIT(32µg/mL); norfloxacina-NOR(4µg/mL, 8 µg/mL); ticarcilina/ac. clavulâmico-TIM(32/2µg/mL, 64/2µg/mL, 128/2µg/mL); tobramicina-TO(0,5µg/mL, 2µg/mL, 8µg/mL) e sulfametoxazol-trimetoprim-SXT(2/38 µg/mL, 8/152µg/mL).

O controle de qualidade da potência dos discos foi procedida utilizando as cepas padrões *Escherichia coli* ATCC 25.922 e *Escherichia coli* – ATCC 35.218 .

Quadro 8 – Interpretação das zonas de inibição dos antimicrobianos utilizados*.

Agente Antimicrobiano	Abreviação do Agente	Concentração	Resistente	Intermediário	Sensível
Cefoxitina	CX	30 µg	≤ 14	15 - 17	≥ 18
Cloranfenicol	C	30 µg	≤ 12	13 - 17	≥ 18
Imipenem	IPM	10 µg	≤ 13	14 - 15	≥ 16
Estreptomicina	S	10 µg	≤ 11	12 - 14	≥ 15
Tetraciclina	TE	30 µg	≤ 14	15 - 18	≥ 19
Trimetoprim	T	5 µg	≤ 10	11 - 15	≥ 16

* “Clinical and Laboratory Standards Institute” (CLSI) (2005). Controle de qualidade: ATCC-25.922 e ATCC- 35.218

2.3.6. Pesquisa de Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli*

Em amostras de águas de igarapés (Belém, Melgaço, Santarém e Oriximiná), de poços (Ananindeua), praias (Mosqueiro, Santarém), rios (Melgaço e Oriximiná) e lagos (Oriximiná) foram procedidas a avaliação da presença de coliformes termotolerantes e/ou *Escherichia coli* pela técnica de membrana filtrante (Greenberg *et al.*, 1995; CETESB, 1984).

2.3.7. Determinação de pH e temperatura

As determinações de pH e temperatura foram feitas utilizando-se micro processador pH- meter CG836 e CG837 (Schott Gerate) nas amostras de águas de poços (Ananindeua, Anajás), igarapés (Belém, Melgaço, Oriximiná e Santarém), rios (Anajás, Melgaço, Oriximiná) e lagos (Oriximiná).

2.3.8. Avaliação do rendimento de meios de enriquecimento e temperaturas de incubação na recuperação de *Salmonella*.

Cento e sessenta e quatro amostras de águas superficiais (rio Guamá, baía do Guajará, igarapé Tucunduba, praias de Mosqueiro), 108 de águas subterrâneas (poços freáticos) e 29 de esgotos, foram avaliadas quanto a eficiência de isolamento de *Salmonella* utilizando os meios de enriquecimentos Rappaport- Vassiliadis e Selenito Cistina e temperatura de incubação a 35°C e 42,5°C.

Considerando o fluxograma apresentado na Figura 8 (águas superficiais e subterrâneas), alíquotas das culturas obtidas nos meios de pré-enriquecimento (APT) foram inoculadas em duplicatas nos meios Rappaport-

Vassiliadis e Selenito Cistina, e uma parte foi incubada na temperatura de 35°C e outra parte a 42,5°C.

Quanto as amostras de esgotos (Figura 9), alíquotas do meio de transporte Cary e Blair com o swab de Moore foram inoculadas em duplicatas nos meios de enriquecimentos Rappaport- Vassiliadis e Selenito Cistina e incubados à 35°C e 42,5°C.

2.3.9. Aspectos Éticos

O presente projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Evandro Chagas, SVS / MS.

2.3.10. Análise Estatística

Os resultados foram organizados em banco de dados e receberam tratamento estatístico adequado, aplicando testes para avaliar a associação entre as variáveis e o grau de significância estatística, utilizando o programa BioEstat 4.0 (Ayres *et al.*, 2006).

3. RESULTADOS

3.1. FREQUÊNCIA DE *Salmonella*

Foram analisadas 694 amostras de águas de diferentes origens (rio, igarapé, baía, praia, lago, poço, nascente, abastecimento, córrego, drenagem e esgoto), procedentes de 11 municípios do Estado do Pará. De 212 (30,5%) amostras foram isoladas 2.115 cepas de *Salmonella*.

A frequência de isolamentos de *Salmonella* proveniente das águas do município de Belém está descrita na Tabela 1. A frequência de isolamento de *Salmonella* no igarapé Tucunduba foi significativamente maior ($p < 0,0001$) do que os isolados nos igarapés Combu e Paracuri. Dentre as amostras de esgoto, o maior número foi obtido no UNA (167 cepas; 72%) e no Aeroporto Internacional de Belém (154 cepas; 70,4%). Todas as praias de Mosqueiro avaliadas apresentaram positividade para *Salmonella*, com maior frequência para as praias de Areião, Murubira e Paraíso, com frequência de 13,8% cada uma.

As amostras de água coletadas em Ananindeua revelaram *Salmonella* em 13 do total de 113 avaliadas (Tabela 2), na maioria em águas de poços proveniente dos bairros de Aurá (18,7%) e Águas Lindas (11,5%), compreendendo 71% (142) dos isolados.

Tabela 1 – Freqüência de isolados de *Salmonella*, de acordo com a origem da água coletada, no município de Belém, Pará, nos anos de 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000 e 2001.

Origem	Examinado Nº	<i>Salmonella</i>		Cepas Isoladas
		Nº	%	
Rio Guamá	24	14	58,3	108
Baia do Guajará	24	14	58,3	85
Igarapé:				
Tucunduba	23	18	78,3	198
Combu	72	23	31,9	133
Paracuri	72	12	16,7	98
Praia:				
Areião	29	4	13,8	134
Farol	29	2	6,9	44
Murubira	29	4	13,8	57
Paraíso	29	4	13,8	48
Córrego	4	2	50	20
Abastecimento	2	1	50	15
Nascente	2	-	-	-
Esgoto:				
UNA*	25	18	72,0	167
TR	8	5	62,5	38
AERO	27	19	70,4	154
HUJBB	28	7	25,0	36
Total	427	147	34,4	1.335

* UNA- Afluente da estação de tratamento de esgoto do UNA; TR- Efluente dos esgotos sanitários do Terminal Rodoviário de Belém; AERO- Aeroporto Internacional de Belém; HUJBB- Hospital Universitário João de Barros Barreto.

Tabela 2 – Freqüência de isolados de *Salmonella*, de acordo com a origem da água coletada, no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1993, 1996 e 1997.

Origem	Examinado Nº	<i>Salmonella</i>		Cepas Isoladas
		Nº	%	
Poços:				
Bairro Central	25	-	-	-
B. Águas lindas	26	3	11,5	32
B.D.Industrial	25	-	-	-
B. Aura	32	6	18,7	110
Nascente	2	1	50,0	14
Drenagem	3	3	100	44
Total	113	13	11,5	200

A Tabela 3 mostra a frequência de *Salmonella* (69,4%) nas águas de rio e igarapés da Floresta Nacional de Caxiuanã. A maior ocorrência foi observada nos igarapés Retiro, Arauá, Açacu, Campina e Campinho, os quais apresentaram *Salmonella* em 100% das amostras avaliadas.

Tabela 3 – Frequência de isolados de *Salmonella*, de acordo com a origem da água coletada na Floresta Nacional de Caxiuanã, no município de Melgaço, Pará, nos anos de 1996, 1998 e 2001.

Origem	Examinado Nº	<i>Salmonella</i>		Cepas Isoladas
		Nº	%	
Rio Caxiuanã	3	1	33,3	14
Ig.Aricuru	3	2	66,7	40
Ig.Grande	3	2	66,7	17
Ig.Retiro	3	3	100	62
Ig.Umarizal	3	1	33,3	17
Ig.Arauá	3	3	100	38
Ig.Sapuczinho	2	1	50,0	17
Ig.Tijucaquara	2	1	50,0	16
Ig.Puraquequara	3	2	66,7	18
Ig.Curuá	3	2	66,7	22
Ig.Açacu	2	2	100	33
Ig.Campina	2	2	100	17
Ig.Campinho	2	2	100	16
Ig.Curuazinho	2	1	50,0	18
Total	36	25	69,4	345

Dentre 118 amostras de água colhidas em oito municípios do Estado do Pará (Tabela 4), 27 (22,9%) foram positivas. A frequência foi maior em águas de igarapé (57,1%) e lago (50,0%), tendo sido isoladas 235 cepas de *Salmonella*. Nenhuma cepa foi detectada a partir de amostra de abastecimento público.

Tabela 4 – Frequência de isolados de *Salmonella*, de acordo com a origem da água coletada, nos municípios de Moju, Anajás, Barcarena, Oriximiná, Igarapé Miri, Santarém, Abaetetuba e Breves, Pará, nos anos de 1998, 1999, 2001 e 2002

Procedência	Poço N° (*)	Igarapé	Rio	Praia	Lago	Abast. público	Total	Cepas isoladas
Moju	31(1)	5(2)	-	-	-	6	42(3)	16
Anajás	17(5)	-	2(1)	-	-	2	21(6)	38
Barcarena	9(1)	3(2)	1(1)	-	-	1	14(4)	19
Oriximiná	2	2(2)	6(2)	-	4(2)	-	14(6)	58
Ig. Miri	4	2	1(1)	-	-	3	10(1)	1
Santarém	-	2(2)	4	6(2)	-	-	12(4)	75
Abaetetuba	-	-	-	3(1)	-	-	3(1)	20
Breves	2(2)	-	-	-	-	-	2(2)	8
Total	65(9)/ 13,8%	14(8)/ 57,1	14(5)/ 35,7%	9(3)/ 33,3%	4(2)/ 50,0%	12	118(27)/ 22,9%	235

(*) positivo

3.2. FREQUÊNCIA DE SOROVARES DE *Salmonella*

A caracterização antigênica de *Salmonella* isoladas de águas superficiais na orla fluvial de Belém permitiu o reconhecimento de 56 sorovares diferentes (Tabela 5). Do total de 622 isolados de *Salmonella*, os igarapés Tucunduba (31,8%) e Combu (21,4%), apresentaram a maioria dos isolamentos, entretanto, a maior diversidade de sorovares foi encontrada no igarapé Tucunduba (30) e no rio Guamá (25).

Os sorovares *S. Saintpaul*, *S. IV 40:z4,z23:-*, *S. Panama*, *S. Hadar*, *S. Agona*, *S. Albany* e *S. Typhimurium* foram os mais freqüentemente

detectados, compreendendo 58,7% (365/622) dos isolados. Dentre os sorovares mais freqüentes, S.IV 40:z4,z23:- foi isolado apenas nos igarapés Combu e Paracuri.

Tabela 5 – Freqüência de sorovares de *Salmonella*, de acordo com a origem da água coletada, no município de Belém, Pará, nos anos de 1994, 1996, 2000 e 2001.

(continua)

Sorovar	Rio Guamá	Baia Guajará	Ig. Tucunduba	Ig. Combu	Ig. Paracuri	Total
S.Saintpaul	23	3	9	27	10	72
S.IV40:z4,z23:-	-	-	-	35	26	61
S.Panama	7	10	5	12	26	60
S.Hadar	3	15	40	-	-	58
S.Agona	10	3	29	-	-	42
S.Albany	4	13	20	-	-	37
S.Typhimurium	17	1	-	5	12	35
S.Heidelberg	-	6	5	11	-	22
S.Fyris	3	-	18	-	-	21
S.Indiana	-	-	20	-	-	20
S.Newport	1	2	8	9	-	20
S.Ndolo	3	-	11	-	-	14
S.IV13,23:g,z51:-	-	-	-	-	13	13
S.Miami	-	1	-	12	-	13
S.Infantis	3	9	-	-	-	12
S.Muenster	-	1	4	-	3	8
S.Oranienburg	2	4	1	1	-	8
S.Gaminara	2	-	-	3	3	8
S.IV 50:-	-	-	-	7	-	7
S.Mbandaka	6	-	1	-	-	7
S.Cerro	6	-	-	-	-	6
S.I 4,5:-	-	-	-	6	-	6
S.Belem	-	5	-	-	-	5
S.Havana	5	-	-	-	-	5
S.I 4,5:-:1,2	-	5	-	-	-	5
S.Bredeney	-	-	4	-	-	4
S.Coeln	-	-	-	3	1	4
S.Isangi	-	-	4	-	-	4
S.Ohio	1	-	3	-	-	4

Tabela 5 – Freqüência de sorovares de *Salmonella*, de acordo com a origem da água coletada, no município de Belém, Pará, nos anos de 1994, 1996, 2000 e 2001.

(continuação)

Sorovar	Rio Guamá	Baia Guajará	Ig. Tucunduba	Ig. Combu	Ig. Paracuri	Total
S.Trachau	-	-	3	-	-	3
S.Give	-	3	-	-	-	3
S.Muenchen	2	1	-	-	-	3
S.l 9,12:-:1,5	-	-	-	2	1	3
S.Senftenberg	-	3	-	-	-	3
S.Anatum	2	-	-	-	-	2
S.Brandenburg	2	-	-	-	-	2
S.Poona	1	-	-	-	1	2
S.Oslo	1	-	-	-	-	1
S.Bovismorbificans	1	-	-	-	-	1
S.Enteritidis	-	-	1	-	-	1
S.Morehead	-	-	1	-	-	1
S.Orion	-	-	1	-	-	1
S.Parkroyal	-	-	1	-	-	1
S.Reading	-	-	1	-	-	1
S.Worthington	1	-	-	-	-	1
S.l 13,22:z:-	-	-	1	-	-	1
S.l 4,5:l,v:-	-	-	1	-	-	1
S.l 6,8:z10:-	-	-	1	-	-	1
S.l 3,10:y:-	-	-	1	-	-	1
S.l 6,7:l,v:-	-	-	1	-	-	1
S.l 4,5:i:-	1	-	-	-	-	1
S.l 4,5:e,h:-	-	-	1	-	-	1
S.l 3,10:e,h:-	1	-	-	-	-	1
S.l 6,7:d:-	-	-	1	-	-	1
S.l 4,5:e,n,x:-	-	-	-	-	1	1
S.l 21:b:-	-	-	-	-	1	1
<i>Salmonella</i> (rugosa)	-	-	1	-	-	1
Total	108	85	198	133	98	622

A Tabela 6 mostra a freqüência dos sorovares identificados nas praias do Mosqueiro. A praia do Areião apresentou a maioria dos isolados (47,3%), no entanto, foram as praias do Paraíso e Murubira que apresentaram a maior diversidade de sorovares (7 e 6, respectivamente).

Tabela 6 – Frequência de sorovares de *Salmonella* isolados de água de praia no Mosqueiro, município de Belém, Pará, nos anos de 1997 e 1998.

Sorovar	Praias				Total	
	Areião	Farol	Murubira	Paraíso	Nº	%
S.Muenster	71	-	-	-	71	25,1
S.Poona	19	17	17	2	55	19,4
S.Warragul	41	-	-	10	51	18,0
S.Saintpaul	-	27	-	-	27	9,5
S.IV 50:z4,z24:-	-	-	-	20	20	7,1
S.Abaetetuba	-	-	17	-	17	6,0
S.Panama	3	-	-	6	9	3,2
S.Miami	-	-	8	-	8	2,8
S.Brazil	-	-	8	-	8	2,8
S.Cerro	-	-	-	5	5	1,8
S.I 6,7:-:1,5	-	-	5	-	5	1,8
S.I 9,12:-:1,5	-	-	2	3	5	1,8
S.Ajiobo	-	-	-	2	2	0,7
Total	134	44	57	48	283	100

Trinta e cinco isolados de *Salmonella* foram obtidos de águas de abastecimento e córrego (Tabela 7) no município de Belém, e sete sorovares foram identificados. O sorovar Thompson foi o único detectado em água de abastecimento.

Tabela 7 – Frequência de sorovares de *Salmonella*, de acordo com a origem da água coletada, no município de Belém, Pará, nos anos de 1993, 1994 e 1997.

Sorovar	Abastecimento	Córrego	Total
S.Thompson	15	-	15
S.Morehead	-	9	9
S.Abaetetuba	-	5	5
S.Javiana	-	2	2
S.Saintpaul	-	2	2
S.Newport	-	1	1
S. I 30:i:-	-	1	1
Total	15	20	35

Com relação ao estudo das amostras de água de esgoto, foram isolados 395 amostras e 47 sorovares diferentes (Tabela 8). Os sorovares *S. Infantis*, *S. Saintpaul*, *S. Typhimurium*, *S. Agona*, *S. Panama*, *S. Mbandaka*, *S. Hadar*, *S. Ohio* e *S. Albany* foram os mais encontrados (58,2%).

Tabela 8 – Frequência de sorovares de *Salmonella* isolados de água de esgoto no município de Belém, Pará, nos anos de 1994, 1995 e 1996.

Sorovar					(continua)
	UNA*	Aeroporto	HUJBB	TR	Total
<i>S. Infantis</i>	5	27	-	-	32
<i>S. Saintpaul</i>	26	2	2	-	30
<i>S. Typhimurium</i>	-	28	-	-	28
<i>S. Agona</i>	13	8	7	-	28
<i>S. Panama</i>	19	2	-	6	27
<i>S. Mbandaka</i>	5	18	-	-	23
<i>S. Hadar</i>	14	4	2	1	21
<i>S. Ohio</i>	21	-	-	-	21
<i>S. Albany</i>	4	8	8	-	20
<i>S. Havana</i>	-	2	11	-	13
<i>S. Give</i>	10	2	-	-	12
<i>S. Bonariensis</i>	-	1	-	10	11
<i>S. Newport</i>	-	10	-	-	10
<i>S. Anatum</i>	10	-	-	-	10
<i>S. Sinstorf</i>	-	9	-	-	9
<i>S. Muenchen</i>	8	-	-	-	8
<i>S. Muenster</i>	2	1	-	5	8
<i>S. Montevideo</i>	-	8	-	-	8
<i>S. Cerro</i>	5	2	-	-	7
<i>S. Oranienburg</i>	6	1	-	-	7
<i>S. Oslo</i>	1	3	2	-	6
<i>S. Maraicabo</i>	-	6	-	-	6
<i>S. Poona</i>	-	6	-	-	6
<i>S. Enteritidis</i>	3	1	-	-	4

* UNA- Afluente da estação de tratamento de esgoto do UNA; TR- Efluente dos esgotos sanitários do Terminal Rodoviário de Belém; AERO- Aeroporto Internacional de Belém; HUJBB- Hospital Universitário João de Barros Barreto.

Tabela 8 – Freqüência de sorovares de *Salmonella* isolados de água de esgoto no município de Belém, Pará, nos anos de 1994, 1995 e 1996.

Sorovar	(continuação)				
	UNA*	AERO	HUJBB	TR	Total
S.Meleagridis	-	-	-	4	4
S.Isangi	-	-	-	3	3
S.Pretoria	-	-	-	3	3
S.Senftenberg	1	1	-	1	3
S.I 3,10:-	3	-	-	-	3
S.IV 50:-	2	1	-	-	3
S.Belem	2	-	-	-	2
S.Orion	-	1	-	1	2
S.Reading	-	-	-	2	2
S.I 4,5:l,v:-	-	-	2	-	2
S.Abaetetuba	1	-	-	-	1
S.Bareilly	1	-	-	-	1
S.Fyris	-	-	1	-	1
S.Heidelberg	-	-	-	1	1
S.Indiana	1	-	-	-	1
S.Ndolo	-	-	-	1	1
S.Massena	1	-	-	-	1
S.Pharr	1	-	-	-	1
S.Stanley	1	-	-	-	1
S.Worthington	-	1	-	-	1
S.IV 43:z29:-	-	-	1	-	1
S.I 6,8:-:e,n,x	1	-	-	-	1
S.I 4,5,12:-	-	1	-	-	1
Total	167	154	36	38	395

* UNA- Afluente da estação de tratamento de esgoto do UNA; TR- Efluente dos esgotos sanitários do Terminal Rodoviário de Belém; AERO- Aeroporto Internacional de Belém; HUJBB- Hospital Universitário João de Barros Barreto.

A Tabela 9 apresenta os 16 sorovares de *Salmonella* identificados nas águas de Ananindeua. Os sorovares S. Rubislaw (isolado dos três tipos de água) e S. Abaetetuba foram os mais freqüentes (42,5% e 29%, respectivamente).

Tabela 9 – Freqüência de sorovares de *Salmonella*, de acordo com a origem da água coletada, no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1993, 1994, 1996 e 1997.

Sorovar	Poço	Nascente	Drenagem	Total
S. Rubislaw	65	6	14	85
S.Abaetetuba	54	-	4	58
S.Albany	-	-	14	14
S.Tennessee	10	-	-	10
S.Gaminara	4	3	-	7
S. l38:y:-	6	-	-	6
S.Morehead	-	-	4	4
S.Agona	3	-	-	3
S.Anatum	-	3	-	3
S.Mbandaka	-	-	3	3
S.IV 50:g,z51:-	-	1	1	2
S.IV 40:z4,z23:-	-	1	-	1
S.I 6,7:z10:-	-	-	1	1
S.I 6,8:e,h:-	-	-	1	1
S.I 30:i:-	-	-	1	1
S.IV 11:z4,z23:-	-	-	1	1
Total	142	14	44	200

Foram identificados 17 sorovares de *Salmonella* na floresta Nacional de Caxiuanã, dentre os 345 isolados de rio e igarapés (Tabela 10), sendo que as cepas S. Panama, S. Miami e S. Gaminara, somaram 65,8% (227/345) dos isolamentos.

Tabela 10 – Freqüência de sorovares de *Salmonella*, isolados de água de rio e igarapé na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará, nos anos de 1996, 1998 e 2001.

Sorovar	<i>Salmonella</i>	
	Nº	%
S.Panama	93	27,0
S.Miami	70	20,3
S.Gaminara	64	18,6
S.Minnesota	24	7,0
S.IV 50:-	17	4,9
S.Belem	16	4,6
S.Newport	15	4,3
S.IV 50:g,z51:-	11	3,2
S.Bovismorbificans	9	2,6
S.Rubislaw	8	2,3
S. I 9,12:-:1,5	4	1,1
S. I 4,5:-	4	1,1
S.Bonariensis	2	0,6
S.Ndolo	2	0,6
S.Abony	2	0,6
S.IV 61:i:-	2	0,6
S.I 6,8:e,h:-	1	0,3
<i>Salmonella</i> (rugosa)	1	0,3
Total	345	100

A distribuição dos sorovares de *Salmonella* em águas de poço, igarapé, rio, praia e lago colhidas em oito municípios do Estado do Pará, está apresentada na Tabela 11. Do total de 235 isolados foram caracterizados 20 sorovares, sendo S. Carrau, S. Panama, S. Oranienburg, S. Oslo e S. IIIb 61:i:- os mais freqüentes, com 63,8% (150/235) dos casos. Os municípios de Santarém (31,9%) e Oriximiná (24,7%) apresentaram a maioria dos isolamentos (56,6%).

Tabela 11 – Frequência de sorovares de *Salmonella*, de acordo com a origem da água coletada,* nos municípios de Moju, Anajás, Barcarena, Oriximiná, Ig. Miri, Santarém, Abaetetuba e Breves, Pará, nos anos de 1999, 2001 e 2002

Sorovar	Mojú	Anajás	Barcarena	Oriximiná	Ig.Miri	Santarém	Abaetetuba	Breves	Total
S. Carrau	-	-	-	40	-	-	-	-	40
S.Panama	12	12	14	-	-	-	-	-	38
S. Oranienburg	-	-	-	-	-	29	-	-	29
S.Oslo	-	-	-	-	-	23	-	-	23
S.IIIb 61:i:-	-	-	-	-	-	-	20	-	20
S.Typhimurium	1	-	-	-	-	11	-	-	12
S.Miami	-	-	3	5	1	3	-	-	12
S.Rubislaw	-	-	-	12	-	-	-	-	12
S.Coeln	-	10	-	-	-	-	-	-	10
S.Infantis	-	9	-	-	-	-	-	-	9
S.Saintpaul	-	1	2	-	-	4	-	-	7
S.Belem	-	4	-	-	-	-	-	-	4
S.Morehead	-	-	-	-	-	-	-	8	8
S.IV 40:z4,z23:-	-	-	-	-	-	3	-	-	3
S.IV 11:z4,z23:-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
S.IV 50:-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
S.Gaminara	-	1	-	-	-	-	-	-	1
S.Newport	-	-	-	1	-	-	-	-	1
S.I 6,8:-:e,n,x	-	1	-	-	-	-	-	-	1
S.I 4,5:i:-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Total	16	38	19	58	1	75	20	8	235

* águas de poço, igarapé, rio, praia e lago

Foram identificados 77 sorovares de *Salmonella* do total de 1.300 isolamentos de água doce e esgoto no município de Belém (Tabela 12). Os sorovares mais comuns (45,1%), foram S. Saintpaul, S. Panama, S. Muenster, S. Hadar, S. Agona, S. Poona e S. Typhimurium. A maioria dos isolados de *Salmonella* foram obtidos a partir de água de igarapé (33,0%) e esgoto (30,4%).

Tabela 12 – Frequência de sorovares de *Salmonella* mais comuns de acordo com as colheitas em água doce e esgoto no município de Belém, Pará, nos anos de 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000 e 2001.

Sorovar	<i>Salmonella</i>					Total
	Igarapé	Rio	Baía	Praia	Esgoto	
S.Saintpaul	46	23	3	27	30	129
S.Panama	43	7	10	9	27	96
S.Muenster	7	-	1	71	8	87
S.Hadar	40	3	15	-	21	79
S.Agona	29	10	3	-	28	70
S.Poona	1	1	-	55	6	63
S.Typhimurium	17	17	1	-	28	63
S.IV40:z4,z23:-	61	-	-	-	-	61
S.Albany	20	4	13	-	20	57
S.Warragul	-	-	-	51	-	51
S.Infantis	-	3	9	-	32	44
S.Mbandaka	1	6	-	-	23	30
S.Newport	17	1	2	-	10	30
S.Ohio	3	1	-	-	21	25
S.Heidelberg	16	-	6	-	1	23
S.Fyris	18	3	-	-	1	22
S.Miami	12	-	1	8	-	21
S.Indiana	20	-	-	-	1	21
S.IV 50:z4,z24:-	-	-	-	20	-	20
S.Abaetetuba	-	-	-	17	1	18
S.Cerro	-	6	-	5	7	18
S.Havana	-	5	-	-	13	18
S.Ndolo	11	3	-	-	1	15
S.Oranienburg	2	2	4	-	7	15
S.Give	-	-	3	-	12	15
Outros(52 sorovares)	65	13	14	20	97	209
Total	429	108	85	283	395	1300

Considerando os 1.656 isolados de *Salmonella* de água doce no Estado do Pará, no período de 1993 a 2002, identificaram-se 76 sorovares de *Salmonella* (Tabela 13). Os sorovares S. Panama, S. Saintpaul, S. Miami, S. Rubislaw, S. Gaminara, S. Muenster e S. Abaetetuba foram os mais freqüentes (44,1%).

Tabela 13 – Freqüência de sorovares de *Salmonella* mais comuns, de acordo com as colheitas em água doce* no Estado do Pará, nos anos de 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 e 2002.

Sorovar	<i>Salmonella</i>	
	Nº	%
S.Panama	200	12,07
S.Saintpaul	106	6,40
S.Miami	103	6,22
S.Rubislaw	91	5,49
S.Gaminara	80	4,83
S.Muenster	79	4,77
S.Abaetetuba	71	4,29
S.IV40:z4,z23:-	65	3,92
S.Hadar	58	3,50
S.Poona	57	3,44
S.Warragul	51	3,08
S.Typhimurium	47	2,83
S.Agona	45	2,72
S.Carrau	40	2,41
S.Albany	37	2,23
S.Oranienburg	37	2,23
S.Newport	36	2,17
S.IV 50:-	26	1,57
S.Belem	25	1,51
S.Minnesota	24	1,45
S.Oslo	24	1,45
S.Heidelberg	22	1,33
S.IIIb 61:i:-	22	1,33
S.Fyris	21	1,27
S.Infantis	21	1,27
S.Indiana	20	1,21
S.IV 50:z4,z24:-	20	1,21
Outros(49 sorovares)	228	13,8
Total	1.656	100

* águas de poço, igarapé, rio, baía, praia e lago.

Do total dos 459 isolamentos de *Salmonella* de esgoto, córrego e drenagem no Estado do Pará, no período de 1993 a 1996, foram caracterizados 55 sorovares de *Salmonella*. A Tabela 14 mostra os nove sorovares mais freqüentes.

Tabela 14 – Freqüência de sorovares de *Salmonella* mais comuns, de acordo com as colheitas em água de esgoto, córrego e drenagem no Estado do Pará, nos anos de 1993, 1994, 1995 e 1996.

Sorovar	<i>Salmonella</i>	
	N°	%
S.Albany	34	7,40
S.Infantis	32	6,97
S.Saintpaul	32	6,97
S.Agona	28	6,10
S.Typhimurium	28	6,10
S.Panama	27	5,88
S.Mbandaka	26	5,58
S.Hadar	21	4,57
S.Ohio	21	4,57
Outros (46 sorovares)	210	45,7
Total	459	100

3.3. VARIAÇÃO ESPAÇO- TEMPORAL DE ISOLADOS DE *Salmonella*

A descrição da ocorrência dos sorovares identificados em ambientes aquáticos, de acordo com a distribuição temporal (1993 a 2002), mostra que a S. Panama foi o sorovar mais freqüente com 227 cepas (10,7%) seguido de S. Saintpaul (138; 6,5%), S. Rubislaw (105; 5,0%) e S. Miami (103; 4,6%) (Tabela 15).

Tabela 15 – Distribuição anual dos isolados de *Salmonella* em diferentes ambientes aquáticos: 30 sorovares mais freqüentes, Estado do Pará, nos anos de 1993 a 2002.

Sorovar	Anos										Total(%)
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
S.Panama	-	14	1	34	9	41	26	24	78	-	227(10,7)
S.Saintpaul	-	37	2	28	-	27	2	-	42	-	138(6,5)
S.Rubislaw	14	9	5	-	57	5	-	-	15	-	105(5,0)
S.Miami	-	-	-	41	8	12	4	5	33	-	103(4,9)
S.Muenster	-	9	-	4	71	-	-	-	3	-	87(4,1)
S.Abaetetuba	-	6	4	-	71	-	-	-	-	-	81(3,8)
S.Gaminara	7	-	-	2	-	33	-	-	38	-	80(3,8)
S.Hadar	-	30	4	45	-	-	-	-	-	-	79(3,7)
S.Typhimurium	-	30	-	16	-	-	1	17	11	-	75(3,6)
S.Agona	-	11	8	51	3	-	-	-	-	-	73(3,4)
S.Albany	-	21	24	26	-	-	-	-	-	-	71(3,4)
S.IV40:z4,z23:-	1	-	-	-	-	-	-	4	60	-	65(3,1)
S.Poona	-	1	6	-	55	-	-	-	1	-	63(3,0)
S.Infantis	-	41	3	-	-	-	-	-	9	-	53(2,5)
S.Warragul	-	-	-	-	29	22	-	-	-	-	51(2,4)
S.Newport	-	14	1	7	-	1	-	9	15	-	47(2,2)
S.Oranienburg	-	8	-	6	-	-	-	-	30	-	44(2,1)
S.Carrau	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	40(2,0)
S.Mbandaka	-	29	4	-	-	-	-	-	-	-	33(1,6)
S.Oslo	-	1	-	6	-	-	-	-	23	-	30(1,4)
S.IV 50:-	-	2	1	-	-	-	2	5	19	-	29(1,4)
S.Belem	-	1	-	6	-	2	-	-	18	-	27(1,3)
S.Ohio	-	21	-	4	-	-	-	-	-	-	25(1,2)
S.Minnesota	-	-	-	-	-	19	-	-	5	-	24(1,1)
S.Heidelberg	-	10	-	2	-	-	-	-	11	-	23(1,1)
S.IIIb 61:i:-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	22(1,0)
S.Fyris	-	21	1	-	-	-	-	-	-	-	22(1,0)
S.Morehead	6	4	4	-	-	-	-	-	-	8	22(1,0)
S.Indiana	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-	21(1,0)
S.IV 50:z4,z24:-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	20(1,0)
Outros (61 sorovares)	6	109	42	54	38	33	1	5	47	-	335(15,8)
Total	34	429	131	332	361	195	36	69	520	8	2.115(100)

A distribuição sazonal dos isolados de *Salmonella* em águas superficiais, esgotos e poços está apresentada nas Tabelas 16, 17 e 18, com relação aos períodos de estiagem (junho a novembro) e chuvoso (dezembro a maio). Considerando a totalidade dos casos positivos e negativos para *Salmonella* nos períodos de estiagem e chuvoso, os resultados mostraram diferença estatisticamente significativa com relação a análise das amostras de águas de esgotos e superficiais, em 1994 ($p < 0,0052$) e águas de praias no Mosqueiro e poços em Ananindeua ($p < 0,0009$) no período chuvoso. A análise de água superficial e de esgotos, em 1996, não mostrou diferença estatística.

Tabela 16 – Distribuição sazonal dos isolados de *Salmonella* de acordo com a origem da água coletada no município de Belém, Pará, 1994.

Variação Sazonal	Esgoto*(%)	Água Superficial**(%)	Total(%)
Estiagem ¹	6/20 (30,0)	7/10 (70,0)	13/30 (43,3)
Chuvoso ²	15/22 (68,2)	12/13 (92,3)	27/35 (77,1)
Total	21/42 (50,0)	19/23 (82,6)	40/65(61,5)

* água de esgoto do UNA(11), Aeroporto(11), Terminal Rodoviário(8) e Hospital(12); ** água do rio Guamá(8), baía do Guajará(8) e igarapé Tucunduba(7); 1-jun-nov, 2-dez-mai

Tabela 17 – Distribuição sazonal dos isolados de *Salmonella* de acordo com a origem da água coletada no município de Belém, Pará, 1996.

Variação Sazonal	Esgoto*(%)	Água Superficial**(%)	Total(%)
Estiagem ¹	9/17 (52,9)	19/33 (57,6)	28/50 (56,0)
Chuvoso ²	8/11 (72,7)	7/15 (46,7)	15/26 (57,7)
Total	17/28 (60,7)	26/48 (54,2)	43/76 (56,6)

* água de esgoto do UNA(14), Aeroporto(7) e Hospital(7); ** água do rio Guamá(16), baía do Guajará(16) e igarapé Tucunduba(16); 1-jun-nov, 2-dez-mai

Tabela 18 – Distribuição sazonal dos isolados de *Salmonella* em água de praia de Mosqueiro, Belém (1997 e 1998) e água de poço no município de Ananindeua, Pará (1996 e 1997).

Varição Sazonal	Praia/Mosqueiro(%)	Poço/Ananindeua(%)	Total(%)
Estiagem ¹	2/58 (3,5)	1/47 (2,1)	3/105 (2,8)
Chuvoso ²	12/58 (20,7)	6/53 (11,3)	18/111 (16,2)
Total	14/116 (12,1)	7/100 (7,0)	21/216(9,7)

1-jun-nov, 2-dez-mai

3.4. PERFIL DE SENSIBILIDADE AOS ANTIMICROBIANOS

O teste de sensibilidade aos agentes antimicrobianos utilizando os métodos de difusão em ágar e automatizado Vitek, foi realizado para 742 cepas de *Salmonella* isoladas de água doce, esgoto, drenagem e córrego frente a 23 drogas e observou-se que 481 (64,8%) foram resistentes a uma ou mais drogas e 510 (68,7%) cepas apresentaram grau intermediário ou moderadamente sensível (Tabela 19). As cepas resistentes apresentaram 30 modelos de resistência com destaque para estreptomicina-S (84%), estreptomicina-S e tetraciclina-TE (4,6%) e estreptomicina-S, trimetoprim-T, tetraciclina-TE, sulfametoxazol-trimetoprim-SXT e cloranfenicol-C (1,7%). Dentre as que mostraram grau intermediário, registra-se o elevado percentual para TE (45,7%), seguido de S (22%) e S-TE (22%).

Tabela 19 - Distribuição de freqüência dos modelos de resistência de sorovares de *Salmonella* isolados de água doce, esgoto, drenagem e córrego no Estado do Pará, aos antimicrobianos.

(continua)

Modelos de resistência aos antimicrobianos*	Resistentes		Grau intermediário	
	Nº	%	Nº	%
S	404	84,0	113	22,1
S-TE	22	4,6	113	22,1
S-T-TE-SXT-C	8	1,7	-	-
S-TE-MIN	6	1,3	1	0,2
S-T-TE-SXT	4	0,8	-	-
S-TE-NIT	4	0,8	1	0,2
S-SXT	3	0,6	-	-
S-NIT	3	0,6	1	0,2
TE	3	0,6	233	45,7
T	2	0,4	1	0,2
TE-MIN	2	0,4	6	1,2
S-AMC	2	0,4	-	-
S-SXT-IPM	1	0,2	-	-
S-IPM	1	0,2	-	-
S-CFX	1	0,2	1	0,2
S-T	1	0,2	-	-
S-NAL	1	0,2	-	-
S-T-TE-SXT-C-AMC-TO-TIM-MIN-GM-CF-CZ-CB-AM	1	0,2	-	-
S-T-TE-SXT-TO-NIT-GM	1	0,2	-	-
MIN	1	0,2	11	2,1
T-TE-SXT-C	1	0,2	-	-
TO-CF	1	0,2	-	-
CX-CFX-MIN	-	-	2	0,4
S-TE-CFX	-	-	2	0,4
TE-NIT	-	-	2	0,4
CFX	-	-	3	0,6

* AMC-amoxicilina/ac.clavulâmico; AM-ampicilina; C-cloranfenicol; CB-carbenicilina; CF-cefalotina; CFX-cefuroxima; CTR-ceftriaxona; CX-cefoxitina; CZ-cefazolina; GM-gentamicina; IPM=imipenem; MIN-minociclina; NAL-ácido nalidíxico; NIT-nitrofurantoina; S-estreptomicina; SXT-sulfametoxazol-trimetoprim; T-trimetoprim; TE-tetraciclina; TIM-tiracilina/ac.clavulâmico; TO-tobramicina

Tabela 19 - Distribuição de freqüência dos modelos de resistência de sorovares de *Salmonella* isolados de água doce, esgoto, drenagem e córrego no Estado do Pará, aos antimicrobianos.

Modelos de resistência aos antimicrobianos*	Resistentes		Grau intermediário	
	Nº	%	Nº	%
C-MIN	-	-	1	0,2
CX-MIN-CFX	-	-	1	0,2
S-CX	1	0,2	1	0,2
S-CX-T	1	0,2	-	-
TE-SXT	-	-	2	0,4
NIT	1	0,2	3	0,6
TE-CFX	-	-	2	0,4
TE-CX	-	-	2	0,4
S-CX-TE	-	-	1	0,2
CX-SXT	1	0,2	-	-
SXT-T	1	0,2	-	-
S-MIN	-	-	1	0,2
S-TE-MIN	-	-	1	0,2
MIN-NIT	-	-	1	0,2
CX-AMC	1	0,2	-	-
TE-GM	-	-	1	0,2
S-MIN-CFX	-	-	1	0,2
TE-CTR	-	-	1	0,2
S-CB	-	-	1	0,2
S-CX-SXT	1	0,2	-	-
S-CZ	1	0,2	-	-
Total	481	100	510	100

* AMC-amoxicilina/ac.clavulâmico; AM-ampicilina; C-cloranfenicol; CB-carbenicilina; CF-cefalotina; CFX-cefuroxima; CTR-ceftriaxona; CX-cefoxitina; CZ-cefazolina; GM-gentamicina; IPM=imipenem; MIN-minociclina; NAL-ácido nalidíxico; NIT-nitrofurantoina; S-estreptomicina; SXT-sulfametoxazol-trimetoprim; T-trimetoprim; TE-tetraciclina; TIM-tiracilina/ac.clavulâmico; TO-tobramicina

Considerando-se apenas as cepas de *Salmonella* isoladas de águas superficiais em Belém, 66,6% foram resistentes a uma ou mais drogas das 317 amostras analisadas. Os modelos de resistência S (82%), S-TE (5,7%) e S-TE-MIN (2,3%) foram os mais freqüentes (Tabela 20), enquanto TE (45,3%), S (26,6%) e S-TE (17,7%) foram os modelos mais freqüentes naqueles que apresentaram grau intermediário de sensibilidade.

Tabela 20 - Distribuição de freqüência dos modelos de resistência de sorovares de *Salmonella* isolados de águas superficiais* em Belém, Estado do Pará, aos antimicrobianos.

Modelos de resistência aos antimicrobianos**	Resistentes		Grau intermediário	
	Nº	%	Nº	%
S	173	82,0	57	26,6
S-TE	12	5,7	38	17,7
S-TE-MIN	5	2,3	-	-
S-TE-NIT	3	1,4	-	-
S-AMC	2	0,9	-	-
S-NIT	2	0,9	-	-
TE-MIN	2	0,9	4	1,9
S-T-TE-SXT	2	0,9	-	-
NIT	1	0,5	-	-
MIN	1	0,5	9	4,2
S-SXT	1	0,5	-	-
S-CZ	1	0,5	-	-
S-CFX	1	0,5	1	0,5
S-NAL	1	0,5	-	-
S-CX-SXT	1	0,5	-	-
S-SXT-IPM	1	0,5	-	-
S-T-TE-SXT-C	1	0,5	-	-
T-SXT	1	0,5	-	-
TE	-	-	97	45,3
TE-NIT	-	-	2	0,9
S-TE-CFX	-	-	2	0,9
S-CB	-	-	1	0,5
MIN-NIT	-	-	1	0,5
TE-CFX	-	-	1	0,5
TE-CX	-	-	1	0,5
Total	211	100	214	100

*rio Guamá, baía do Guajará, praia de Mosqueiro, igarapés Tucunduba, Combu e Paracuri; ** AMC-amoxicilina/ac.clavulâmico; C-cloranfenicol; CB-carbenicilina; CFX-cefuroxima; CX-cefoxitina; IPM=imipenem; MIN-minociclina; NAL-ácido nalidíxico; NIT-nitrofurantoina; S-estreptomicina; SXT-sulfametoxazol-trimetoprim; T-trimetoprim; TE-tetraciclina

As cepas de *Salmonella* isoladas de esgoto em Belém apresentaram 74,6% de resistência a uma ou mais drogas, do total de 197 amostras analisadas. A maior freqüência foi observada para os modelos de resistência S (82,3%), S-T-TE-SXT-C (4,8%) e S-TE (3,4%), e para aqueles

moderadamente sensíveis, foram TE (52,6%), S-TE (23,7%) e S (11%) (Tabela 21). Convém ressaltar que foi observada a ocorrência de uma cepa de *Salmonella* isolada de esgoto do UNA resistente a 14 drogas.

Tabela 21 - Distribuição de freqüência dos modelos de resistência de sorovares de *Salmonella* isolados de água de esgoto, no município de Belém, Pará, aos antimicrobianos.

Modelos de resistência aos antimicrobianos*	Resistentes		Grau intermediário	
	Nº	%	Nº	%
S	121	82,3	15	11,1
S-T-TE-SXT-C	7	4,8	-	-
S-TE	5	3,4	32	23,7
S-T-TE-SXT	2	1,4	-	-
S-T-TE-SXT-C-AMC-TO-TIM-MIN-GM-CF-CZ-CB-AM	1	0,7	-	-
S-T-TE-SXT-TO-NIT-GM	1	0,7	-	-
S-SXT	1	0,7	-	-
S-NIT	1	0,7	1	0,7
S-CX-T	1	0,7	-	-
S-CX	1	0,7	1	0,7
T-TE-SXT-C	1	0,7	-	-
CX-SXT	1	0,7	-	-
TO-CF	1	0,7	-	-
T	1	0,7	-	-
TE	1	0,7	71	52,6
CX-CFX-MIN	-	-	3	2,2
TE-SXT	-	-	2	1,5
S-CX-TE	-	-	1	0,7
S-MIN	-	-	1	0,7
S-TE-MIN	-	-	1	0,7
S-MIN-CFX	-	-	1	0,7
TE-GM	-	-	1	0,7
NIT	-	-	1	0,7
C-MIN	-	-	1	0,7
CFX	-	-	1	0,7
TE-MIN	-	-	1	0,7
MIN	-	-	1	0,7
Total	147	99,6	135	99,5

*AMC-amoxicilina/ac.clavulâmico; AM-ampicilina; C-cloranfenicol; CB-carbenicilina; CF-cefalotina; CFX-cefuroxima; CX-cefoxitina; CZ-cefazolina; GM-gentamicina; MIN-minociclina; NIT-nitrofurantoina; S-estreptomicina; SXT-sulfametoxazol-trimetoprim; T-trimetoprim; TE-tetraciclina; TIM-tiracilina/ac.clavulâmico; TO-tobramicina

Dentre as 95 cepas de *Salmonella* isoladas de águas de rio e igarapés na Floresta Nacional de Caxiuanã, 44,2% foram resistentes a uma ou mais drogas. O modelo de resistência S (90,4%) foi o mais freqüente (Tabela 22), enquanto TE (39%), S-TE (29,7%) e S (26,5%) foram os modelos mais prevalentes naqueles que apresentaram grau intermediário de sensibilidade.

Tabela 22 - Distribuição de freqüência dos modelos de resistência de sorovares de *Salmonella* isolados de igarapés e rio na Floresta Nacional de Caxiuanã, no município de Melgaço, Pará, aos antimicrobianos.

Modelos de resistência aos antimicrobianos*	Resistentes		Grau intermediário	
	Nº	%	Nº	%
S	38	90,4	17	26,5
S-TE	1	2,4	19	29,7
S-TE-MIN	1	2,4	-	-
TE	1	2,4	25	39,1
CX-AMC	1	2,4	-	-
CFX	-	-	2	3,1
TE-CFX	-	-	1	1,6
Total	42	100	64	100

*AMC-amoxicilina/ac.clavulâmico; CFX-cefuroxima; CX-cefoxitina; MIN-minociclina; S-estreptomicina; TE-tetraciclina

Foram identificados quatro modelos de resistência dentre as 57 cepas de *Salmonella* isoladas em Ananindeua (Tabela 23) e observou-se que S (93%) foi o modelo mais freqüente. Quando consideramos as amostras que apresentaram grau intermediário de sensibilidade, os modelos TE (56,8%) e S (22,7%), foram os mais freqüentes.

Tabela 23 - Distribuição de freqüência dos modelos de resistência de sorovares de *Salmonella* isolados de água de poço, nascente e drenagem, no município de Ananindeua, Pará, aos antimicrobianos.

Modelos de resistência aos antimicrobianos*	Resistentes		Grau intermediário	
	Nº	%	Nº	%
S	40	93,0	10	22,7
S-TE-NIT	1	2,3	-	-
S-SXT	1	2,3	-	-
S-IPM	1	2,3	-	-
TE	-	-	25	56,8
S-TE	-	-	4	9,0
NIT	-	-	1	2,3
MIN	-	-	1	2,3
TE-CX	-	-	1	2,3
TE-CTR	-	-	1	2,3
T	-	-	1	2,3
Total	43	99,9	44	100

*AMC=amoxicilina/ac.clavulâmico; C=cloranfenicol; CFX=cefuroxima; CTR-ceftriaxona; CX=cefotaxima; IPM=imipenem; MIN=minociclina; NAL=ácido nalidíxico; NIT=Nitrofurantoina; S=estreptomicina; SXT=sulfametoxazol-trimetoprim T=trimetoprim; TE=tetraciclina

As freqüências de resistência individual aos antimicrobianos estão apresentadas nas Tabelas 24, 25, 26 e 27. A Tabela 24 mostra os marcos de resistência dos sorovares de *Salmonella* isolados de águas superficiais em Belém. No cômputo geral a resistência mais comum foi apresentada para S (97,6%) seguida por TE (18,8%). Dentre os sorovares mais prevalentes analisados e que apresentaram resistência às drogas, foram S. Hadar, S. Albany, S. Warragul, S. Indiana e S. Poona.

Das 211 cepas resistentes, 36 apresentaram-se multirresistentes, com destaque aos sorovares S. Indiana (8) e S. Hadar (12), isoladas do igarapé Tucunduba e baía do Guajará. Da mesma forma, quando avaliados os isolados de esgoto de Belém (Tabela 25), foram mais frequentes os marcos S

(95,9%), TE (12,2%), T (9,5%) e SXT (9,5%). Os sorovares que apresentaram a maior frequência de índices de resistência foram S. Albany, S. Hadar, S. Infantis, S. Typhimurium, S. Montevideo, S. Oranienburg e S. Anatum. A quase totalidade das cepas de S. Montevideo analisadas, mostraram-se multirresistentes às drogas (85,7%). Quarenta e três (75,4%) dentre 57 cepas de *Salmonella* avaliadas em Ananindeua apresentaram-se resistentes às drogas, salientado-se a elevada resistência ao marco S (100%). Foram identificadas apenas três cepas multirresistentes (Tabela 26). Na Floresta Nacional de Caxiuanã apenas três cepas de *Salmonella* isoladas apresentaram resistência múltipla às drogas (S-TE, CX-AMC e S-TE-MIN) e o marco S foi detectado em 40 amostras (95,2%) (Tabela 27).

3.5. *Salmonella* COMO INDICADOR DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL

A Tabela 28 mostra a comparação entre o isolamento de *Salmonella* e coliformes termotolerantes (CT). Foi possível mostrar uma distribuição uniforme quanto a presença de *Salmonella* e CT nas 81 amostras de água testadas.

Tabela 24 - Distribuição de freqüência de resistência de sorovares de *Salmonella* isolados de águas superficiais* no município de Belém, Pará, aos antimicrobianos.

Sorovar	Cepas Analisadas	Cepas Resistentes N (%)	Cepas Multirresistentes n (%)	Marcos de resistência aos antimicrobianos**												
				S	TE	MIN	SXT	NIT	T	AM C	CF X	C	CX	CZ	IPM	NAL
Saintpaul	30	21(70,0)	1(4,8)	20	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Panamá	24	9(37,5)	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Albany	19	17(89,5)	2(11,8)	17	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Agona	19	14(73,7)	1(7,1)	13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muenster	18	10(55,6)	4(40,0)	10	1	0	2	0	1	2	0	1	1	0	0	0
Typhimurium	17	8(47,1)	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hadar	17	16(94,1)	12(75,0)	16	12	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
IV40:z4,z23:-	17	11(64,7)	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poona	14	12(85,7)	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Newport	12	8(66,7)	1(12,5)	8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Miami	10	5(50,0)	1(20,0)	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Warragul	10	9(90,0)	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Heidelberg	9	6(66,7)	2(33,3)	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Indiana	9	8(88,9)	8(100)	7	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fyris	8	6(75,0)	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gaminara	7	2(28,6)	1(50,0)	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Infantis	6	3(50,0)	1(33,3)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Outros (30 sorovares)	71	46(64,8)	2(4,35)	45	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Total	317	211(66,6)	36(17,1)	206	25	8	7	6	4	2	1	1	1	1	1	1

*rio Guamá, baía do Guajará, praia de Mosqueiro, Igarapés Tucunduba, Combu e Paracuri; **AMC-amoxicilina/ ac.clavulâmico; C-cloranfenicol; CFX-cefuroxima; CX-cefoxitina; CZ-cefazolina; IPM=imipenem; MIN-minociclina; NAL=ácido nalidíxico; NIT-nitrofurantoina; S-estreptomicina; SXT-sulfametoxazol-trimetoprim; T-trimetoprim; TE-tetraciclina

Tabela 25 - Distribuição de freqüência de resistência de sorovares de *Salmonella* isolados de água de esgoto, no município de Belém, Pará, aos antimicrobianos.

Sorovar	Cepas Analisadas	Cepas Resistentes n (%)	Cepas Multirresistentes n (%)	Marcos de resistência aos antimicrobianos*									
				S	TE	T	SXT	C	TO	CX	NIT	CF	
Saintpaul	19	11(57,9)	1(9,1)	11	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Agona**	15	10(66,7)	3(30,0)	8	1	1	1	1	2	1	0	0	2
Panamá	14	9(64,3)	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Albany	13	13(100)	2(15,4)	13	2	2	2	0	0	0	0	0	0
Hadar	11	11(100)	3(27,3)	11	1	0	1	0	0	0	0	1	0
Mbandaka	10	4(40,0)	2(50,0)	2	1	2	2	1	0	1	0	0	0
Give	9	7(77,8)	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Infantis	9	9(100)	4(44,4)	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Newport	8	3(37,5)	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Typhimurium	8	8(100)	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Montevideo	7	7(100)	6(85,7)	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0
Oranienburg	6	6(100)	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anatum	5	5(100)	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muenster	5	3(60,0)	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ohio***	5	3(60,0)	1(33,3)	3	1	1	1	0	1	0	1	0	0
Oslo	5	3(60,0)	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Outros (23 sorovares)	48	35(72,9)	1(2,9)	35	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Total	197	147 (74,6)	23 (15,6)	141	18	14	14	9	3	3	2	2	2

*AM-ampicilina; AMC-amoxicilina/ ac.clavulâmico; C-cloranfenicol; CB-carbenicilina; CF-cefalotina; CX-cefoxitina; CZ-cefazolina; GM-gentamicina; MIN-minociclina; NIT-nitrofurantoina; S-estreptomicina; SXT-sulfametoxazol-trimetoprim; T-trimetoprim; TE-tetraciclina; TIM-tiracilina/ac.clavulâmico; TO-tobramicina **uma cepa foi resistente à GM, AM, AMC, CB, CZ, MIN e TIM; *** uma cepa foi resistente à GM

Tabela 26 - Distribuição de freqüência de resistência de sorovares de *Salmonella* isolados de água de poço, nascente e drenagem, no município de Ananindeua, Pará, aos antimicrobianos.

Sorovar	Cepas analisadas	Cepas Resistentes n (%)	Cepas Multirresistentes n (%)	Marcos de resistência*				
				S	TE	NIT	IPM	SXT
Rubislaw	20	15(75,0)	1(6,7)	15	1	1	0	0
Abaetetuba	14	9(64,3)	1(11,1)	9	0	0	0	1
Albany	4	4(100)	0	4	0	0	0	0
Gaminara	4	1(25,0)	0	1	0	0	0	0
Morehead	3	3(100)	0	3	0	0	0	0
Tennessee	3	3(100)	0	3	0	0	0	0
Agona	2	2(100)	0	2	0	0	0	0
Anatum	2	2(100)	1(50,0)	2	0	0	1	0
I 38:y:-	1	0	0	0	0	0	0	0
IV 40:z4,z23:-	1	1(100)	0	1	0	0	0	0
IV 50:g,z51:-	1	1(100)	0	1	0	0	0	0
Total	57	43(75,4)	3(7,0)	43	1	1	1	1

* IPM=imipenem ;NIT-nitrofurantoina; S-estreptomicina;SXT-sulfametoxazol-trimetoprim;TE-tetraciclina

Tabela 27 - Distribuição de freqüência de resistência de sorovares de *Salmonella* isolados de igarapés e rio na Floresta Nacional de Caxiuanã, município de Melgaço, Pará, aos antimicrobianos.

Sorovar	Cepas analisadas	Cepas Resistentes n (%)	Cepas Multirresistentes n (%)	Marcos de resistência*				
				S	TE	MIN	CX	AMC
S.Panama	30	11(36,7)	1(9,1)	11	1	0	0	0
S.Miami	27	11(40,7)	1(9,1)	10	0	0	1	1
S.Gaminara	10	3(30,0)	1(9,1)	3	1	1	0	0
S.Minnesota	5	4(80,0)	0	4	0	0	0	0
S.IV 50:-	2	2(100)	0	2	0	0	0	0
S.Belem	7	2(28,6)	0	2	0	0	0	0
S.Newport	3	1(33,3)	0	1	0	0	0	0
S.Bovismorbificans	2	1(50,0)	0	1	0	0	0	0
S.Rubislaw	5	4(80,0)	0	4	0	0	0	0
S.Bonariensis	2	2(100)	0	2	0	0	0	0
S.Abony	1	1(100)	0	0	1	0	0	0
<i>Salmonella</i> (rugosa)	1	0	0	0	0	0	0	0
Total	95	42(44,2)	3(7,1)	40	3	1	1	1

* AMC-amoxicilina/ ac.clavulâmico; CX-cefoxitina; MIN-minociclina; S-estreptomicina; TE-tetraciclina

Tabela 28 – Comparação entre os isolados de *Salmonella* e sorovares predominantes e a presença de indicadores de poluição fecal (coliformes termotolerantes e *E.coli*), de acordo com a água colhida nos municípios de Belém, Ananindeua, Melgaço, Santarém e Oriximiná, Estado do Pará

Procedência	Isolamento <i>Salmonella</i>	Coliforme Termotolerante	<i>E.coli</i>	Sorovares predominantes de <i>Salmonella</i>
Belém:				
Ig. Combu(72)*	23	23	22	S.IV40:z4z23:-, S.Saintpaul, S.Panama, S.Miami
Ig. Paracuri(72)	12	12	11	S.IV40:z4z23:-, S.Panama, S.IV13,23:g,z51,S.Saintpaul, S.Typhimurium
Praia Mosqueiro(116)	14	14	11	S.Muenster, S.Poona, S.Warragul, S.Saintpaul
Ananindeua:				
Poços(100)	7	7	NR**	S.Rubislaw, S. Abaetetuba, S.Tennessee
Melgaço:				
Igarapés e rio(36)	25	25	13***	S.Panama, S.Miami, S.Gaminara, S.Minnesota
Santarém:				
Igarapé e praia (8)	4	NR*	3	S.Oranienburg, S.Oslo, S.Typhimurium
Oriximiná:				
Igarapé, rio e lago(12)	6	NR*	2	S.Carrau, S.Rubislaw, S.Miami

* nº amostras analisadas; ** NR- não realizada; *** *E.coli* foi pesquisada em 13 amostras

3.6. EFICIÊNCIA DE ISOLAMENTO DE *Salmonella*

Das 301 amostras de águas superficiais (164), subterrâneas (108) e esgotos (29) avaliadas quanto a eficiência de isolamento de *Salmonella* utilizando os meios de enriquecimento Rappaport-Vassiliadis e Selenito Cistina, 66 amostras foram positivas e 728 cepas de *Salmonella* foram isoladas.

A avaliação da eficiência de isolamento de *Salmonella* de acordo com meios de enriquecimento, seletivo indicador e temperatura de incubação estão apresentados nas Tabelas 29 a 52. Observa-se a superioridade do isolamento de *Salmonella* e sorovares identificados no meio de enriquecimento Rappaport-Vassiliadis na temperatura de 42,5°C quando foram utilizadas águas do rio Guamá (Tabelas 29 e 30), baía do Guajará (Tabelas 33 e 34), igarapé Tucunduba (Tabelas 37 e 38), praia no Mosqueiro (Tabelas 41 e 42), poço (Tabelas 45 e 46) e esgoto (Tabelas 49 e 50).

A associação entre os meios de enriquecimento e os meios seletivos indicadores (Tabelas 31, 35, 39, 43, 47 e 51) apresenta relevância nos isolamentos oriundos do meio de enriquecimento Rappaport-Vassiliadis. De modo geral, os três meios seletivos indicadores foram semelhantes na eficiência do isolamento de *Salmonella*, com pequeno incremento para o XLD quando o material biológico foram as águas de praia (Tabela 43) e de poço (Tabela 47). A associação dos meios seletivos indicadores e o número de sorovares identificados mostraram os resultados semelhantes nos três meios analisados (Tabelas 32, 36, 40, 44, 48 e 52).

Tabela 29 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água colhida no rio Guamá, no município de Belém, Pará, 1996.

Condições de Incubação	RV*		SC		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
35°C	17	35,4	0	-	17	35,4
42,5°C	31	64,6	0	-	31	64,6
Total	48	100	0	-	48	100

* RV- Rappaport-Vassiliadis; SC- Selenito Cistina

Tabela 30 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella*, de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água colhida no rio Guamá, no município de Belém, Pará, 1996.

Meios de Enriquecimento	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
Rappaport-Vassiliadis	48	100	8	100
Selenito Cistina	0	-	0	-

* percentual calculado do total de 8 sorovares identificados

Tabela 31 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água colhida no rio Guamá, no município de Belém, Pará, 1996.

Meios de Enriquecimento	Meios Seletivos Indicadores			Total
	XLD*	VB	SS	
Rappaport-Vassiliadis	11	28	9	48
Selenito Cistina	0	0	0	0
Total	11	28	9	48

*XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

Tabela 32 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella* de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água colhida no rio Guamá, no município de Belém, Pará. 1996

Meios Seletivos Indicadores	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
XLD**	11	22,9	5	62,5
VB	28	58,3	6	75,0
SS	9	18,7	5	62,5

*percentual calculado do total de 8 sorovares identificados; **XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

Tabela 33 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água colhida na baía do Guajará, no município de Belém, Pará, 1996.

Condições de Incubação	RV*		SC		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
35°C	5	25,0	0	-	5	25,0
42,5°C	15	75,0	0	-	15	75,0
Total	20	100	0	-	20	100

* RV- Rappaport-Vassiliadis; SC- Selenito Cistina

Tabela 34 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella*, de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água colhida na baía do Guajará, no município de Belém, Pará, 1996.

Meios de Enriquecimento	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
Rappaport-Vassiliadis	20	100	6	100
Selenito Cistina	0	-	0	-

* percentual calculado do total de 6 sorovares identificados

Tabela 35 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água colhida na baía do Guajará, no município de Belém, Pará, 1996.

Meios de Enriquecimento	Meios Seletivos Indicadores			Total
	XLD*	VB	SS	
Rappaport-Vassiliadis	8	6	6	20
Selenito Cistina	0	0	0	0
Total	8	6	6	20

* XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

Tabela 36 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella* de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água colhida na baía do Guajará, no município de Belém, Pará, 1996.

Meios Seletivos Indicadores	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
XLD**	8	40,0	2	33,3
VB	6	30,0	3	50,0
SS	6	30,0	4	66,7

*percentual calculado do total de 6 sorovares identificados; **XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

Tabela 37 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água colhida no igarapé Tucunduba, no município de Belém, Pará, 1996.

Condições de Incubação	RV*		SC		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
35°C	16	11,0	0	-	16	11,0
42,5°C	127	87,6	2	1,4	129	89,0
Total	143	98,6	2	1,4	145	100

* RV- Rappaport-Vassiliadis; SC- Selenito Cistina

Tabela 38 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella*, de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água colhida no igarapé Tucunduba, no município de Belém, Pará, 1996.

Meios de Enriquecimento	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
Rappaport-Vassiliadis	143	98,6	20	95,2
Selenito Cistina	2	1,4	2	9,5

* percentual calculado do total de 21 sorovares identificados

Tabela 39 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água colhida no igarapé Tucunduba, no município de Belém, Pará, 1996.

Meios de Enriquecimento	Meios Seletivos Indicadores			Total
	XLD*	VB	SS	
Rappaport-Vassiliadis	57	51	35	143
Selenito Cistina	0	0	2	2
Total	57	51	37	145

*XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

Tabela 40 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella* de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água colhida no igarapé Tucunduba, no município de Belém, Pará, 1996.

Meios Seletivos Indicadores	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
XLD**	57	39,3	15	71,4
VB	51	35,2	12	57,1
SS	37	25,5	9	42,9

*percentual calculado do total de 21 sorovares identificados; **XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

Tabela 41 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água colhida em praia no Mosqueiro, no município de Belém, Pará, nos anos de 1997 e 1998.

Condições de Incubação	RV*		SC		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
35°C	9	3,2	1	0,3	10	3,5
42,5°C	268	94,7	5	1,8	273	96,5
Total	277	97,9	6	2,1	283	100

* RV- Rappaport-Vassiliadis; SC- Selenito Cistina

Tabela 42 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella*, de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água colhida em praia no Mosqueiro, no município de Belém, Pará, nos anos de 1997 e 1998.

Meios de Enriquecimento	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
Rappaport-Vassiliadis	277	97,9	13	100
Selenito Cistina	6	2,1	2	15,4

* percentual calculado do total de 13 sorovares identificados

Tabela 43 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água colhida em praia no Mosqueiro, no município de Belém, Pará, nos anos de 1997 e 1998.

Meios de Enriquecimento	Meios Seletivos Indicadores			Total
	XLD*	VB	SS	
Rappaport-Vassiliadis	155	12	110	277
Selenito Cistina	1	-	5	6
Total	156	12	115	283

** XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

Tabela 44 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella* de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água colhida em praia no Mosqueiro, no município de Belém, Pará, nos anos de 1997 e 1998.

Meios Seletivos Indicadores	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
XLD**	156	55,1	11	84,6
VB	12	4,2	4	30,8
SS	115	40,6	11	84,6

*percentual calculado do total de 13 sorovares identificados; ** XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

Tabela 45 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água colhida em poço, no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1996 e 1997.

Condições de Incubação	RV*		SC		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
35°C	18	12,7	0	-	18	12,7
42,5°C	124	87,3	0	-	124	87,3
Total	142	100	0	-	142	100

* RV- Rappaport-Vassiliadis; SC- Selenito Cistina

Tabela 46 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella*, de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água colhida em poço, no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1996 e 1997.

Meios de Enriquecimento	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
Rappaport-Vassiliadis	142	100	6	100
Selenito Cistina	0	-	0	-

* percentual calculado do total de 6 sorovares identificados

Tabela 47 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água colhida em poço, no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1996 e 1997.

Meios de Enriquecimento	Meios Seletivos Indicadores			Total
	XLD*	VB	SS	
Rappaport-Vassiliadis	78	48	16	142
Selenito Cistina	-	-	-	-
Total	78	48	16	142

* XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

Tabela 48 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella* de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água colhida em poço, no município de Ananindeua, Pará, nos anos de 1996 e 1997.

Meios Seletivos Indicadores	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
XLD**	78	54,9	4	66,7
VB	48	33,8	6	100
SS	16	11,3	3	50,0

* percentual calculado do total de 6 sorovares identificados; ** XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

Tabela 49 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com a temperatura de incubação dos meios de enriquecimento, usando-se água de esgoto, no município de Belém, Pará, 1996.

Condições de Incubação	RV*		SC		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
35°C	32	35,6	3	3,3	35	38,9
42,5°C	51	56,7	4	4,4	55	61,1
Total	83	92,2	7	7,7	90	100

* RV- Rappaport- Vassiliadis; SC- Selenito Cistina

Tabela 50 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella*, de acordo com o meio de enriquecimento, usando-se água de esgoto, no município de Belém, Pará. 1996.

Meios de Enriquecimento	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
Rappaport-Vassiliadis	84	93,3	16	88,9
Selenito Cistina	6	6,7	4	22,2

* percentual calculado do total de 18 sorovares identificados

Tabela 51 – Eficiência de isolamento de cepas de *Salmonella* de acordo com os meios de enriquecimento e seletivo indicador, usando-se água de esgoto, no município de Belém, Pará, 1996.

Meios de Enriquecimento	Meios Seletivos Indicadores			Total
	XLD*	VB	SS	
Rappaport-Vassiliadis	28	37	19	84
Selenito Cistina	1	3	2	6
Total	29	40	21	90

*XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

Tabela 52 – Eficiência de isolamento de cepas e sorovares de *Salmonella* de acordo com os meios seletivos indicadores, usando-se água de esgoto, no município de Belém, Pará, 1996.

Meios Seletivos Indicadores	Isolamentos		Sorovares Identificados	
	Nº	%	Nº	%*
XLD*	29	32,2	11	61,1
VB	40	44,4	14	77,8
SS	21	23,3	10	55,6

*percentual calculado do total de 18 sorovares identificados; **XLD-Xilose Lisina Desoxicolato; VB- Verde Brilhante; SS-*Salmonella-Shigella*

3.7. INFLUÊNCIA DO pH E DA TEMPERATURA NA PRESENÇA DE *Salmonella* NO AMBIENTE.

A variação de pH e temperatura nas diversas nas diversas amostras de água nos seis municípios do Estado do Pará (Tabela 53), foi pequena (4,0 – 7,0 e 24,7 – 32°C, respectivamente). Os limites mínimos e máximos dos valores de pH e temperatura, foram apresentados no igarapé Paracuri, Belém (4,0) e rio Trombetas, Oriximiná (7,0), e igarapé Grande, Melgaço (24,7°C) e lago Aracuã, Oriximiná (32°C), respectivamente.

Os valores de média e mediana de pH variaram de 4,4 a 5,2 nas águas dos municípios de Ananindeua, Anajás, Belém e Melgaço, enquanto nos municípios de Oriximina e Santarém, apresentaram valores superiores, ou seja, 5,9 a 6,1, respectivamente. Convém salientar que os menores valores de média e mediana de pH foram observados nas amostras de água de poços de Ananindeua.

Tabela 53 - Descrição dos valores de máximo e mínimo, média e mediana de pH e Temperatura (°C) das águas dos locais de isolamento de 83 amostras de *Salmonella*.

Valores	Ananindeua ¹ (7%)*		Anajás ² (31,6%)		Belém ³ (24,3%)		Melgaço ⁴ (69,4%)		Oriximiná ⁵ (50%)		Santarém ⁶ (50%)	
	pH	°C	pH	°C	pH	°C	pH	°C	pH	°C	pH	°C
Máximo	5,6	29,0	5,5	28,0	6,0	29,0	5,9	31,0	7,0	32,0	6,5	30,6
Mínimo	4,1	25,0	5,0	28,0	4,0	25,0	4,2	24,7	5,4	30,0	5,4	26,0
Média	4,6	27,7	5,0	28,0	5,2	27,0	4,9	28,2	6,1	30,5	5,9	28,1
Mediana	4,4	28,0	5,0	28,0	5,0	27,0	4,8	28,6	6,0	30,0	5,9	28,0

1-água de poço (7); 2-água de poço (5) e rio(1); 3-água de igarapé (35); 4- água de igarapé (24) e rio(1); 5- água de rio (2), lago (2) e igarapé (2); 6-água de praia (2) e água de igarapé (2); * percentual de isolamento

4. DISCUSSÃO

A salmonelose apresenta distribuição cosmopolita e inclui uma variedade de sorovares que tem como habitat natural o intestino do homem e outros animais, que por meio das fezes contaminam alimentos e águas. Assim, existe uma grande dificuldade de se dissociar no ciclo epidemiológico da salmonelose, a fonte de infecção representada pelos animais, os quais são os principais reservatórios de *Salmonella* (Lins, 1970; Loureiro, 1985; Murray, 2000, Ashbolt & Kirk, 2006), assim como, os produtos alimentares de origem animal (Humphrey, 2000).

A vigilância dos sorotipos de *Salmonella* em ambientes aquáticos constitui um dos principais elementos do monitoramento das infecções humanas e animais (Martins *et al.*, 1986; Martins *et al.*, 1988). A grande diversidade de sorovares de *Salmonella* em ecossistemas aquáticos natural é resultante de diferentes fontes de contaminação, que incluem infecções humanas, animais domésticos, animais de estimação, insetos, e particularmente os animais silvestres que agem, de fato, como importantes reservatórios na natureza (Lins, 1970; 1971a; Loureiro, 1985; Humphrey, 2000; Murray, 2000; Swanson *et al.*, 2007).

A água utilizada para consumo humano representa um importante veículo na propagação da *Salmonella* e é um problema sério de saúde pública, especialmente onde as condições de saneamento básico são precárias (Frachem *et al.*, 1983, Murray, 2000).

Epidemias de gastroenterites relacionadas com a contaminação da água para consumo humano por organismos enteropatógenos tem sido

descritas em muitas partes do mundo (Angulo *et al.*, 1997; O'Reilly *et al.*, 2007). Estudos recentes mostram que grande parte das epidemias no Canadá envolvendo diferentes agentes enteropatogênicos (*Giardia lamblia*, *Campylobacter*, *Salmonella* spp., Norwalk (like) ou *Rotavírus*, *Cryptosporidium*, *Shigella* spp., entre outros), estavam relacionadas com a água para consumo humano como fonte de contaminação, sendo que àquelas epidemias caracterizadas como de transmissão hídrica, foi constatado o envolvimento do sistema de abastecimento de água público em 60% das situações, semi-público em 20% e 24% no privado (Schuster *et al.*, 2005).

Na Tasmânia, Austrália, são comuns as infecções humanas por *S. Mississippi* associadas com animais silvestres, considerados reservatórios de *Salmonella*, que contaminam a água (Ashbolt & Kirk, 2006). No presente estudo dentre as 14 amostras de água de abastecimento público avaliadas em 5 municípios do Estado do Pará, em apenas uma ocasião, na cidade de Belém, foi possível isolar *S. Thompson*.

No Brasil e particularmente na região Norte, as condições do saneamento ambiental ainda são deficientes. A pesquisa de *Salmonella* em diferentes ambientes aquáticos permite conhecer os sorovares mais frequentes e o risco potencial à saúde da população.

De um modo geral, o presente estudo retrata a importância da presença de *Salmonella* em diferentes ecossistemas aquáticos no Estado do Pará. No cômputo geral, foram avaliadas 694 amostras de águas procedentes de 11 municípios, das quais 212 amostras (30,5%) estavam contaminadas por 2.115 cepas de 91 sorovares de *Salmonella*. Dentre os sorovares

identificados, 44 foram registrados pela primeira vez na região Amazônica brasileira, a saber *S. Gaminara* (80 cepas), *S. IV 40:z4,z23:-* (65), *S. Warragul* (51), *S. Mbandaka* (33), *S. Minnesota* (24), *S. Fyris* (22), *S. Indiana* (21), *S. IV 50:z4,z24:-* (20), *S. IIIb 61:i:-* (20), *S. Cerro* (18), *S. IV 13,23:g,z51:-* (13), *S. IV 50:g,z51:-* (13), *S. Bovismorbificans* (10), *S. Sinstorf* (9), *S. Maracaibo* (6), *S. I 38:y:-* (6), *S. I 4,5:-:1,2* (5), *S. Meleagridis* (4), *S. Pretoria* (3), *S. Reading* (3), *S. Trachau* (3), *S. I 3,10:-* (3), *S. IV 11:z4,z23:-* (3), *S. I 4,5:l,v:-* (3), *S. Abony* (2), *S. Ajiobo* (2), *S. Brandenburg* (2), *S. I 4,5:i:-* (2), *S. IV 61:i:-* (2), *S. Bareilly* (1), *S. Heidelberg* (1), *S. Massenya* (1), *S. Parkroyal* (1), *S. Pharr* (1), *S. Stanley* (1), *S. IV 43:z29:-* (1), *S. I 6,7:z10:-* (1), *S. I 4,5,12:-* (1), *S. I 13,22:z:-* (1), *S. I 6,8:z10:-* (1), *S. I 3,10:y:-* (1), *S. I 6,7:l,v:-* (1), *S. I 6,7:d:-* (1), *S. I 4,5:e,n,x:-* (1) e *S. I 21:b:-* (1).

No homem, a maioria dos sorovares de *Salmonella* causa gastroenterite aguda, que é a forma mais comum da salmonelose. Do total de 91 sorovares de *Salmonella* identificados nos diferentes ambientes aquáticos, 45 já foram assinalados em casos de diarreia humana na região Amazônica, e 23 foram isolados em animais silvestres no Estado do Pará, fortalecendo deste modo, a importância da pesquisa dos sorovares de *Salmonella* presentes em determinada região refletindo na sua participação nas infecções humanas e animais (Maroja & Lowery, 1956, Lins, 1970, Lins, 1971a, Lins, 1976, Loureiro, 1985, Loureiro, 1990, Langenegger *et al.*, 1983, Linhares *et al.*, 1983, Souza, 2004, Loureiro-comunicação pessoal).

Foram identificados 76 sorovares em água doce (1.656 cepas) e 55 sorovares de águas de esgoto, córrego e drenagem (459 cepas).

Inicialmente, considerando as 427 amostras de águas avaliadas no município de Belém, em 34,4% a presença de *Salmonella* foi detectada. Foram caracterizados 56 sorovares do total de 622 *Salmonella* isoladas de águas superficiais (rio, baía e igarapés) na orla fluvial de Belém, com destaque para os sorovares: S. Saintpaul, S. IV 40:z4,z23:-, S. Panama, S. Hadar, S. Agona, S. Albany e S. Typhimurium. Estes sorovares foram identificados em pacientes com diarreia aguda no Estado do Pará, com exceção do sorovar S.IV 40:z4,z23 (Linhares *et al.*, 1983, Loureiro *et al.*, 1983, Loureiro, 1990, Loureiro-comunicação pessoal). A presença desta diversidade de sorovares de *Salmonella* valida os indicadores de poluição destes recursos d'água e indicam que as águas de rios, baía e igarapés são riscos potenciais para a contaminação do homem, durante as atividades recreacionais ou quando a utilizam para consumo.

Os resultados obtidos mostram a presença de *Salmonella* em 55,7% (88/49) das amostras de esgoto, com alta frequência para os esgotos do Una (72,0%) e Aeroporto (70,4%). Loureiro (1990) avaliou 708 amostras provenientes de esgotos na área urbana de Belém no período de 1975 a 1986 e identificou 5,8% para *Salmonella*, percentual bastante inferior ao encontrado no presente estudo. Esta diferença pode estar relacionada com o crescimento da população urbana de Belém nos últimos 20 anos o que proporciona maior impacto ambiental. No entanto, é digno de menção que na metodologia empregada na pesquisa anterior, foi utilizado o processo de centrifugação de 60 mL de água de esgoto e enriquecimento em caldo tetrionato, segundo Kauffmann e incubação à 37°C por 24h. No presente trabalho, a metodologia

empregada utilizou um processo de monitoramento por três dias de exposição do *swab* no ambiente e diferentes meios de enriquecimento e duas temperaturas de incubação, possibilitando assim melhor recuperação da *Salmonella* em água de esgoto.

No tocante às amostras de águas de praias de Mosqueiro, em 12% foi identificada *Salmonella*, destacando-se os sorovares *S. Muenster* (25,1%), *S. Poona* (19,4%) e *S. Warragul* (18,0%) como os mais prevalentes, sendo que as duas primeiras já foram isoladas de infecção humana e de animais silvestres no Estado do Pará (Loureiro, 1990, Loureiro- comunicação pessoal). *S. Muenster* também foi identificado na baía Guajará, Igarapé Tucunduba e Igarapé Paracuri; *S. Poona* no rio Guamá, Igarapé Paracuri e esgoto, enquanto que *S. Warragul* foi isolado exclusivamente nas águas das praias. *S. Poona* foi o único sorovar isolado das quatro praias avaliadas (Tabela 6).

Os sorovares de *Salmonella* isolados das praias de Mosqueiro foram, em sua maioria, distintos dos isolados das praias de Santarém (*S. Oranienburg*, *S. Typhimurium* e *S. Saintpaul*) e Abaetetuba (*S. IIIb 61:i:-*), com exceção de *S. Saintpaul* que foi o mais freqüente isolado da praia do Farol, mas também foi assinalado na praia de Alter-do-Chão em Santarém, e foi o sorovar mais freqüente detectado em águas superficiais e de esgoto em Belém. Nossos resultados mostram uma freqüência de *Salmonella* semelhante às identificadas nas praias do Rio de Janeiro (Rodrigues *et al.*, 1989), onde os autores salientam a predominância dos sorovares *S. Typhimurium*, *S. Agona* e *S. Oranienburg*, principalmente nas praias mais poluídas por esgotos.

Martins *et al.* (1988) avaliaram o significado sanitário de *Salmonella* em 894 amostras de diferentes ambientes aquáticos no Estado de São Paulo e isolaram 5.430 cepas de *Salmonella*. Observaram percentuais distintos para *Salmonella*, considerando os níveis de poluição nas praias de Santos e São Vicente (74,7%), Bertioga (8,6%) e Guarujá (12%). Os sorovares de *Salmonella* identificados nas praias de Santos e São Vicente, identificadas como praias extremamente poluídas, foram similares aos encontrados em esgoto, enquanto que os sorovares presentes nas praias menos poluídas (Guarujá e Bertioga), não apresentaram boa correlação com os mais freqüentes comumente obtidos em esgoto. A freqüência de isolamento de *Salmonella* encontrado nas praias de Mosqueiro foram iguais (12%) aos encontrados na praia de Guarujá. A ocorrência de *Salmonella* nas águas de praias associadas às observações da presença de descargas poluidoras de esgotos nas praias avaliadas, são indicadores de risco à saúde dos banhistas.

Na região Amazônica brasileira tem ocorrido epidemias de febre tifóide (Ramos *et al.*,1998; Ramos *et al.*, 1999; Ramos, 2005) sem que se pudessem caracterizar as fontes de contaminação, dadas as dificuldades de recuperar a *S. Typhi* de ambientes aquáticos utilizando os métodos convencionais (Martins *et al.*,1988).

No presente estudo não foi possível isolar nenhuma amostra de *S. Typhi* nas amostras de águas superficiais, águas subterrâneas e esgoto estudadas. Em estudo anterior realizado na área urbana de Belém, foram avaliados 708 amostras de esgoto e 41 (5,8%) apresentaram *Salmonella* e, na

ocasião, foi possível isolar *S. Typhi* em uma ocasião em esgoto proveniente do afluente terminal da estação do Una (Loureiro, 1990).

Na tentativa de buscar outros métodos laboratoriais alternativos e mais sensíveis para a identificação de *S. Typhi* no ambiente, foram investigadas águas superficiais (rio e igarapés), abastecimento público e águas subterrâneas (poços freáticos), por ocasião de surtos de febre tifóide ocorridos nos municípios de Mojú e Anajás, no Pará (Loureiro *et al.*, 2000; Loureiro *et al.*, 2001), utilizando o método de amplificação gênica (*Nested* –PCR). Com isso foi possível detectar *S. Typhi* em amostras de águas de poços freáticos, rio e igarapés, sugerindo possíveis vias de contaminação na comunidade. Na mesma ocasião as culturas realizadas nos mesmos locais de amostragem foram negativas para *S. Typhi* utilizando os métodos de cultura convencionais para o isolamento.

O monitoramento dos sorovares de *Salmonella* em esgoto em uma comunidade é um instrumento importante nos programas de vigilância das infecções humanas (Martins *et al.*, 1988; Berge *et al.*, 2006), e serve também para verificar a circulação de novos sorovares de *Salmonella* (Irino *et al.*, 1981).

Dos sorovares mais prevalentes observados em águas superficiais na cidade de Belém, seis coincidem com os isolados de esgotos (*S. Saintpaul*, *S. Typhimurium*, *S. Agona*, *S. Panama*, *S. Hadar* e *S. Albany*), os quais também já foram assinalados em infecção humana na região. Os presentes resultados foram semelhantes aos de Martins *et al.* (1988) em São Paulo (em relação a *S. Agona*, *S. Typhimurium*, *S. Infantis* e *S. Panama*), por Paula & Hofer (1981) nos esgotos de Niterói (em relação a *S. Agona*, *S.*

Typhimurium, S. Infantis, S. Panama), por Hofer & Costa (1972) no Rio de Janeiro (em relação a S. Typhimurium e S. Panama) e por Berge *et al.* (2006) na Califórnia (em relação a S. Saintpaul, S. Typhimurium e S. Hadar).

Farias (2000) identificou *Salmonella* em 100% das amostras de águas de esgoto e córregos na cidade de São Paulo, com destaque para os sorovares S. Panama, S. Agona, S. Infantis, S. Hadar, S. Onakan e S. Braenderup, sendo que os 4 primeiros também apresentaram maior frequência no presente estudo. Outros autores têm mostrado resultados diferentes quando foram avaliadas amostras de esgoto (Kinde *et al.*, 1997; Espigares *et al.*, 2006), mas estas diferenças reforçam o fato que os sorovares predominantes são característicos de cada região (Martins *et al.*, 1988; Berge *et al.*, 2006).

A comparação dos resultados do presente estudo em esgoto com os obtidos em coprocultura no mesmo período (1993 a 2002), a Seção de Bacteriologia do Instituto Evandro Chagas identificou 120 casos de salmonelose em pacientes com diarreia sendo que 229 cepas foram isoladas e sorotipadas (Loureiro- comunicação pessoal). Trinta e sete sorovares foram identificados com destaque para S. Enteritidis (20,5%), S. Saintpaul (8,3%), S. Agona (7,9%), S. Infantis (5,7%), S. Newport (5,2%) e S. Coeln (4,8%). Resultados semelhantes tem sido observados por diferentes autores (Hofer & Costa, 1972; Martins *et al.*, 1988).

Convém destacar que o sorovar S. Enteritidis foi isolado em quatro ocasiões em esgotos e em uma ocasião em água superficial (igarapé Tucunduba) mas, foi o mais frequentemente isolado a partir de coproculturas da Seção de Bacteriologia, no mesmo período de estudo.

Dentre os sorovares mais prevalentes detectados em águas superficiais na orla de Belém, apenas S. Saintpaul e S. Panama foram identificados nos cinco pontos de amostragem.

Quando se considera a diversidade de sorovares apresentados em cada ponto de amostragem, destacam-se os isolados de *Salmonella* no igarapé Tucunduba (29 sorovares), e foi o local que apresentou a maior frequência (78,3%) dentre todos os pontos de amostragem de águas superficiais. Convém registrar que a análise de uma amostra de água do igarapé Tucunduba permitiu identificar sete sorovares de *Salmonella*, inferior apenas ao observado em uma amostra de esgoto do UNA (8 sorovares). Esta ocorrência pode ser justificada pelo fato de que o igarapé Tucunduba sofre um grande impacto ambiental, uma vez que atravessa cinco bairros (Guamá, Terra Firme, Marco, Canudos e Jabatiteua) da área urbana de Belém, com alto índice populacional e níveis de saneamento básico precários. Por ocasião de sua vazante é possível observar em seu leito descarga de esgotos domésticos e de pequenas indústrias localizadas em suas margens, além de lixo como móveis estofados, restos de fogões e geladeiras, animais mortos, entre outros (Paiva *et al.*, 2004).

Dentre os sorovares mais freqüentes detectados em águas superficiais em Belém, destaca-se o sorovar S. IV 40:z4,z23:-, isolado pela primeira vez na região Amazônica e foi detectado exclusivamente nos igarapés Combú e Paracuri. Este sorovar também foi isolado no igarapé São Brás (Santarém) e de água de nascente (Ananindeua). Na Argentina, o sorovar S.

IV40:z4,z23:- foi o mais freqüentemente isolado em água de rio e constituiu-se no primeiro registro do sorovar naquele país (Cortínez *et al.*, 1995).

Martins *et al.* (1986) avaliaram 904 amostras de águas superficiais (água bruta), como parte de estudo de 10 anos de monitoramento em nove estações de tratamento de água da grande São Paulo, e encontraram 277 (30,6%) amostras positivas para *Salmonella*, sendo que os sorovares S. Quiniela, S. Anatum, S. Agona e S. Infantis foram os mais freqüentes.

Em estudo conduzido em Araraquara, São Paulo, Falcão *et al.* (1993), estudaram diferentes tipos de águas e identificaram a presença de *Salmonella* em reservatórios e rios. Identificaram 44,5% de coliformes termotolerantes nas águas de poços avaliadas, mas nenhuma apresentou *Salmonella*.

As pesquisas de *Salmonella* em ecossistemas aquáticos realizadas em outros países mostram a importância do monitoramento ambiental para a vigilância das doenças de veiculação hídrica, pois indicam que as águas superficiais e esgotos são fontes potenciais de contaminação para o homem. Na Espanha, Martinez-Urtaza *et al.* (2004), avaliaram 707 amostras de água do mar e obtiveram 18 (2,5%) amostras positivas para *Salmonella* no período de 4 anos, das quais S. Senftenberg (42,5%), S. Typhimurium (15%) e S. Agona foram os sorovares mais prevalentes. Arvanitidou *et al.* (2005) identificaram 27,4% de *Salmonella* em água do rio, na Grécia, com maior prevalência nos meses quentes (41,4%) do que nos meses frios (5,4%) e a maior prevalência para S. Tshiongwe, S. Bovismorbificans, S. Dabou, S. Hadar, S. Mbandaka e S. Muenster. *Salmonella* foi detectada em

areia (6,9%) e água (1,5%) de praias em Gaza, Egito (Elmanama *et al.*, 2005). Polo *et al.* (1999) identificaram 55 sorovares de *Salmonella* de 823 amostras isoladas de água de mar, água de rio e reservatórios de água doce, na Espanha. Os sorovares mais freqüentes (*S. Enteritidis*, *S. Virchow* e *S. Hadar*), foram os mesmos encontrados em águas do mar e rio, e aqueles encontrados em casos clínicos na área de estudo.

A água subterrânea constitui uma das principais fontes de recursos hídricos disponíveis para consumo humano. A contaminação das águas subterrâneas pelos excretas humanos ou animais acarreta diferentes formas de agravo, podendo introduzir uma série de organismos patogênicos (vírus, bactérias, protozoários ou helmintos), de origem intestinal, tornando a água um veículo importante na transmissão de doenças (Feachem *et al.*, 1983). Estudo recente mostra que epidemias de gastroenterites com etiologia múltipla tem sido associadas com a contaminação da água subterrânea (O'Reilly *et al.*, 2007). Na Amazônia, em decorrência da carência de saneamento básico e educação de higiene e ambiental, as comunidades de muitos municípios utilizam águas de poços freáticos para consumo, na maioria das vezes sem tratamento prévio.

O município de Ananindeua apresenta 423.325 habitantes e possui uma cobertura de abastecimento de água para 17,5% dos domicílios (PARA, 1996; Ferreira, 2003). Com isso, torna-se comum a utilização de poços freáticos por grande parte da população, propiciando assim possíveis vias de contaminação por microrganismos patogênicos, em particular àqueles que

causam gastroenterite no homem, devido a precariedade sanitária destes poços encontrados no município.

A presença de *Salmonella* (8,3%) em águas de poços freáticos no município de Ananindeua (Tabela 2) foi assinalada nos bairros de Aurá e Águas Lindas que são os mais carentes, e retrata a deficiência de saneamento básico oferecidas às populações urbanas e peri-urbanas da região Amazônica. Os nove poços avaliados com presença de *Salmonella* apresentaram profundidade que variou de 4,5 a 15 metros (média=8,3m), por conseguinte possuem lençóis superficiais que são sujeitos a contaminação fecal. Isto impõe a necessidade de uma supervisão e controle rigoroso em relação a qualidade sanitária da água. Os sorovares *S. Rubislaw* e *S. Abaetetuba* foram os mais freqüentes em águas de poços de Ananindeua, mas também foram detectados de águas de nascente e drenagem no mesmo município; os dois sorovares já foram isolados anteriormente a partir do homem e de animal silvestre na região (Loureiro, 1985, Loureiro, 1990, Loureiro: comunicação pessoal). *S. Rubislaw* foi isolada de igarapés em Caxiuanã e no lago Aracuã, em Oriximiná, enquanto *S. Abaetetuba* foi isolada da praia de Murubira no Mosqueiro, em águas de esgotos do Una e águas de córrego de Belém e de drenagem em Ananindeua.

Falcão *et al.* (1993) não encontraram *Salmonella* em 15 poços artesianos e não artesianos avaliados em Araraquara, no entanto, isolaram *Escherichia coli* enteropatogênicas O126 (2) e O25 (1) em três poços não artesianos. As informações da Tabela 4, mostram que *Salmonella* foi identificada em 22,9% das 118 amostras de poços, igarapés, rio, praias e lagos avaliados em oito municípios do Pará. Convém destacar a presença de

Salmonella em 13,8% dos poços analisados, percentual ligeiramente superior àqueles observados nas águas de poços de Ananindeua.

Gannon *et al.* (2004), isolaram *Salmonella* em águas de rio (11,5%) e irrigação (8,6%) em Alberta, Canadá, e identificaram 23 sorovares diferentes em águas superficiais sendo *S. Rubislaw* (52,4%) o sorovar mais comumente identificado. Os autores comentam que este sorovar raramente é associado com doença humana ou animal em Alberta, e sugerem que a grande diversidade de sorovares de *Salmonella* em águas de rios é resultante de um grande número de espécies hospedeiras que agem como reservatórios da bactéria e seus excretas contaminam o meio ambiente.

Poucos estudos microbiológicos têm sido realizados nos ambientes aquáticos de áreas de reserva florestal com atividade antrópica mínima que sirvam de base ou referência para avaliar os prejuízos causados quando acontecerem impactos ambientais que agridam a autenticidade dos ecossistemas aquáticos. Lima (1996) avaliou amostras de águas na Floresta Nacional de Caxiuanã e encontrou valores médios de 22,6 e 6,3 UFC/100mL de coliformes termotolerantes, em épocas menos e mais chuvosas respectivamente; em relação a pesquisa de *E.coli*, foram isoladas 74 cepas em 77,8% das dezoito coletas feitas nos ambientes aquáticos; as médias geométricas obtidas para *E.coli* em ambos os períodos (menos chuvoso e mais chuvoso) foram similares nas áreas com atividade antrópica mínima.

A Estação Científica Ferreira Penna / MPEG / MCT, situada no interior da Floresta Nacional de Caxiuanã possui uma área de 33 mil Ha, e até 1996 a população residente era composta por 70 moradores sendo a maior

parte formada por crianças e adolescentes na faixa de 0 a 14 anos. Foram registradas 11 unidades familiares distribuídas espacialmente de forma irregular, acompanhando o curso das águas do rio e da baía de Caxiuanã. A população consome água diretamente do rio ou igarapé, tanto para a alimentação como para a higiene corporal (Silveira *et al.*, 1997). As amostras de águas avaliadas (rios e igarapés) na Floresta Nacional de Caxiuanã mostraram positividade de 69,4% para *Salmonella*, percentual superior aos apresentados nas águas de rios e igarapés (35,1%) colhidas no município de Belém, que recebem maior impacto antrópico.

Os sorovares S. Panama, S. Miami e S. Gaminara foram os mais prevalentes isolados na Floresta Nacional de Caxiuanã. Os três sorovares foram os mais comuns em água doce (Tabela 13). S. Panama esteve presente na maioria dos pontos de amostragem de Caxiuanã (57,1%), e foi também detectado em águas de praias de Mosqueiro, no rio Guamá, baía do Guajará, igarapés Tucunduba, Paracuri e Combú, em Belém, no igarapé Levy em Mojú, nos igarapés Araticum e Igarabar em Barcarena e em águas de poços em Anajás. Os sorovares S. Miami e S. Gaminara foram detectados em 5 pontos de amostragem em Caxiuanã, cada um. S. Miami foi isolada de praias de Mosqueiro, baía do Guajará, igarapé Combú, em Belém, igarapé Sonrisal em Santarém, rio Miri em Igarapé Miri, no igarapé Araticum em Barcarena e no rio Trombetas em Oriximiná. O sorovar S. Miami foi descrito pela primeira vez na Amazônia em casos de diarreia aguda no município de Santarém, Pará (Maroja & Lowery, 1956) e em animais silvestres (pássaros) capturados nas matas de Benevides, Pará, a 30 Km de Belém, em 1971 (Lins, 1971b). Mais

recentemente, este sorovar foi registrado em casos de diarreia humana e água de esgoto, em Belém, e em animais silvestres (tatu e preguiça) capturados na ilha do Marajó (Loureiro, 1985; Loureiro, 1990), bem como, em suínos procedentes da ilha do Marajó (Langenegger *et al.*, 1983).

É provável que a baixa densidade populacional e a dimensão da área da Floresta Nacional de Caxiuanã tornem a presença da *Salmonella* nas águas de rios e igarapés em Caxiuanã uma consequência direta da participação dos animais silvestres no processo de contaminação desse recurso hídrico. Por ocasião das coletas na Floresta Nacional de Caxiuanã era comum a observação da presença de pássaros e outros animais silvestres, os quais podem contaminar os ambientes aquáticos por meio de seus excretas.

Desde a década de 1970 vários estudos na Amazônia têm mostrado que os animais silvestres representam reservatórios importantes de *Salmonella* e apresentam uma importância marcante na cadeia epidemiológica da salmonelose na região. *Salmonella* foi isolada de roedores, marsupiais, edentatos, répteis, pássaros e quelôneos em diversos municípios no Estado do Pará, incluindo a ilha do Marajó (Lins, 1970; 1971a; 1976, Loureiro *et al.*, 1985; Loureiro, 1990). As salmonelas são disseminadas nos ambientes aquáticos oriundos de diversas fontes, incluindo despejos de efluentes, produtos usados na agricultura e excretas de animais silvestres (Murray, 2000). Alguns estudos têm mostrado a importância dos pássaros na transmissão e disseminação de muitas zoonoses bacterianas, inclusive salmonelose (Hudson *et al.*, 2000; Reed *et al.*, 2003). Estima-se que no outono 5 bilhões de pássaros, representando mais de 300 espécies, migram da América do Norte para as

Américas Central e do Sul. Então, esta migração sazonal de pássaros silvestres é um fenômeno importante na disseminação de microrganismos patogênicos, incluindo a *Salmonella* (Reed *et al.*, 2003). Este fato pode ter contribuído para a disseminação dos sorovares de *Salmonella* mais freqüentemente isolados em diferentes ambientes aquáticos no Estado do Pará (S. Panama, S. Miami, S. Saintpaul, S. Rubislaw e S. Newport), originários de outras partes do mundo para a região amazônica do Brasil.

Valentini *et al.* (1995) isolaram 15 sorovares de *Salmonella* de lagos, reservatórios e rios em Araraquara, São Paulo. S. Miami, S. Heidelberg, S. Abaetetuba e S. I 4,12:r:- foram identificadas em águas de rios. Os três primeiros sorovares também foram identificados em águas superficiais (igarapé, rio, baía, praia e lago) e subterrânea, no Estado do Pará.

O sorovar S. Carrau foi isolado de águas do rio Trombetas, lago Aracuã e igarapé Maloca, no município de Oriximiná (Tabela 11). Este sorovar foi isolado pela primeira vez em Santarém em casos de diarreia aguda, em 1956 (Maroja & Lowery, 1956). Curiosamente, este sorovar foi o mais freqüentemente isolado de cobras no zoológico nacional dos Estados Unidos (Cambre *et al.*, 1980) e o segundo sorovar mais freqüente detectado em eqüídeos no nordeste do Brasil (Hofer *et al.* (2000), o que mais uma vez demonstra a extensa participação de animais como reservatórios importantes de *Salmonella* e a sua contribuição na cadeia de transmissão da salmonelose humana.

É difícil discutir os presentes resultados quanto à distribuição sazonal dos isolados de *Salmonella* no Estado do Pará, comparados com

estudos realizados, especialmente nas regiões Sudeste e Sul, devido as condições meteorológicas distintas, em particular, considerando o índice pluviométrico, umidade e temperatura.

Em relação à frequência de isolamento de *Salmonella* nos períodos chuvoso (dezembro a maio) e estiagem (junho a novembro), os resultados mostraram diferenças estatisticamente significante quanto a *Salmonella* detectada de esgoto e águas superficiais em Belém ($p < 0,0052$), em 1994, e em praias e poços em Ananindeua ($p < 0,0009$), respectivamente. Aguas (1987) reportou maior prevalência de *Salmonella* no período de junho a agosto, em águas residuais, no Rio de Janeiro e Martinez-Urtaza *et al.* (2004), que avaliou *Salmonella* em moluscos e água do mar na Costa da Galícia, na Espanha, e constataram que a maioria dos isolados ocorreram nos meses de outubro e novembro e estavam relacionados com altos índices pluviométricos (2.875 e 2.365 mm/mês, respectivamente). Estudo realizado em Alberta, Canadá mostrou a maior frequência de *Salmonella* no mês de julho, ao avaliar águas de rio e irrigação (Gannon *et al.*, 2004).

Ribeiro (2004), estudou a qualidade da água, a situação socioeconômica e de saúde das populações assentadas nas margens dos igarapés Paracuri e Combu. O igarapé Paracuri está situado na parte continental e orla norte de Belém, e o segundo na parte insular e orla sul de Belém. Foram encontradas quantidades elevadas de *E.coli* na água dos dois igarapés e foram isoladas 497 cepas de *Salmonella* spp., sendo 57% oriundas do igarapé Combu e 43% do Paracuri. A maior frequência da bactéria ocorreu

na maré seca e em época chuvosa em ambos os igarapés, observando diferenças significantes quanto a oscilação da maré e a sazonalidade.

Em relação à distribuição temporal (1993 a 2002) dos sorovares de *Salmonella* mais freqüentes, *S. Panama* foi registrado por um período de 8 anos consecutivos (1994 a 2001) em diferentes ambientes aquáticos, seguidos dos sorovares *S. Saintpaul* (6 anos), *S. Rubislaw* (6), *S. Miami* (6) e *S. Newport* (6) (Tabela 15), mostrando a grande dispersão destes sorovares nos ambientes aquáticos. Todos os cinco sorovares foram identificados em pacientes com diarreia, e os quatro últimos foram registrados, também em animais silvestres no Estado do Pará (Maroja & Lowery, 1956, Loureiro, 1985, Loureiro, 1990).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) tem se preocupado com o problema da resistência aos antimicrobianos, posto que a globalização aumenta a vulnerabilidade de qualquer país quanto à migração de pacientes com doenças causadas por cepas multirresistentes às drogas, e propõe uma ação coletiva internacional com a finalidade de frear a expansão da resistência aos antimicrobianos (Smith & Coast, 2002).

Tanto nos países em desenvolvimento como nos países desenvolvidos, o problema das infecções por *Salmonella* não tíficas devido a cepas multirresistentes às drogas tem merecido atenção especial (Grupta *et al.*, 2003; Lopes *et al.*, 2006; Wadula *et al.*, 2006; Weill *et al.*, 2006), e o aparecimento de cepas resistentes guarda estreita relação com o emprego dos antibióticos no tratamento das infecções humanas e animais (Zhao *et al.*, 2003; Carramiñana *et al.*, 2004; Padungtod & Kaneene, 2006).

Alguns estudos sugerem que os ambientes aquáticos são reservatórios potenciais de bactérias resistentes às drogas (Arvanitidou *et al.*, 2001; Schwartz *et al.*, 2003) e que podem contribuir para a disseminação destes clones de *Salmonella* (Harakeh *et al.*, 2006). Os presentes resultados mostram que 64,8% dos isolados de *Salmonella* dos ambientes aquáticos avaliados foram resistentes a uma ou mais das 23 drogas testadas (Tabela 19), com especial destaque para a estreptomicina (97,1%) e a tetraciclina (10,8%). Convém ressaltar, a ocorrência de uma cepa de *Salmonella* isolada de esgoto de Belém resistente à 14 drogas, incluindo antimicrobianos de eleição no tratamento da salmonelose. Isso reforça a importância que os ambientes aquáticos podem servir como reservatórios potenciais de bactérias resistentes às drogas, contribuindo para sua disseminação (Harakeh *et al.*, 2006).

As salmonelas apresentaram perfil de resistência muito baixo aos antimicrobianos normalmente utilizados no tratamento da salmonelose (ampicilina, cloranfenicol, amoxicilina, sulfametoxazol-trimetoprim e gentamicina) e 100% das amostras foram sensíveis a ciprofloxacina, levofloxacina e norfloxacina, que são drogas que podem ser usadas em casos especiais no tratamento da salmonelose, particularmente em pacientes adultos.

Informação diferente foi encontrada por Campos & Hofer (1989), que testaram a sensibilidade às drogas de 141 amostras de *Salmonella* de ambientes aquáticos e apresentaram resistência a todos os antimicrobianos testados, com especial referência a sulfadiazina (97,9%), estreptomicina (13,5%) e ampicilina (12,1%), no entanto, os achados por Solari *et al.* (1986)

com *S. Agona* isoladas de esgotos (1,25%) e águas do mar (0,41%) apresentaram baixa resistência a estreptomicina.

O presente estudo mostra que as amostras isoladas de esgoto apresentaram resistência ligeiramente superior (74,6%) às isoladas de águas superficiais de Belém (66,6%). Loureiro (1990) encontrou níveis extremamente baixos de resistência quando avaliou 43 cepas de *Salmonella* isoladas em esgoto (4,6%) de Belém, frente a seis drogas. No entanto, as cepas resistentes a duas ou mais drogas foram isoladas com frequências semelhantes tanto em água superficial (17,1%) como em esgoto (15,6%).

Um ponto interessante a destacar foram as altas frequências de *Salmonella* resistentes à estreptomocina, encontradas em águas superficiais (97,6%) e esgotos (95,9%) de Belém, em águas de poços, nascente e drenagem de Ananindeua (100%), e em águas superficiais de Caxiuanã (95,2%), por se tratar de uma Reserva Florestal com ação antrópica mínima. Esta ocorrência presuppõe a existência de uma pressão seletiva na natureza, especialmente nos ambientes aquáticos com a participação de fungos e bactérias naturalmente adaptados nestas coleções hídricas, que podem produzir antibióticos, tais como a estreptomicina, tetraciclina, cloranfenicol, cefalosporinas, gentamicina dentre outros. Então, os resultados demonstram que tanto as amostras de *Salmonella* isoladas de ambientes aquáticos com ação antrópica mínima ou evidente, mostraram resistência alta a estreptomicina.

É importante ressaltar que os estudos sobre a sobrevivência de enterobactérias em ecossistemas aquáticos naturais, tem sido de interesse nas áreas de saúde pública e ecologia microbiana (Chandran & Hatha, 2005).

Considerando as amostras com grau intermediário de sensibilidade, são dignas de nota as freqüências apresentadas à tetraciclina em águas superficiais (67,8%) e esgotos (80,7%) de Belém, em águas de poços, nascente e drenagem de Ananindeua (70,4%), e em águas superficiais de Caxiuanã (70,3%). No tocante aos padrões de resistência, salientam-se as baixas taxas de freqüência apresentados pelas cepas multirresistentes nas águas de poços (4,6%) e na Floresta Nacional de Caxiuanã (9,5%), em confronto com as amostras de águas superficiais (17,1%) e esgotos (15,6%) de Belém, sugerindo a participação da ação antrópica por considerar o aspecto da pressão seletiva na manutenção da resistência.

Dada a exigüidade de informações sobre a *Salmonella* em ambientes aquáticos na região Amazônica, salienta-se a impossibilidade de efetuar comparações com informações prévias tendo em vista as particularidades de cada região (Loureiro, 1990). Contudo, no sentido de fazer alguma comparação sobre a resistência às drogas, Lima (1996) avaliou a resistência de *E.coli* isoladas de águas de rios e igarapés na Reserva Florestal de Caxiuanã e identificou 64,9% de cepas resistentes com os seguintes perfis: ampicilina e cefalotina (21,6%), cefalotina (21,6%), ampicilina (9,4%), ampicilina, cefalotina e cefoxitina (5,4%), cefoxitina (2,7%), amicacina e cefalotina (1,4%) e cefalotina e cefoxitina (1,4%). Ainda que se trate de dois gêneros diferentes (*Escherichia* e *Salmonella*), ambas pertencem a família

Enterobacteriaceae, entretanto, os presentes resultados foram divergentes, a exceção de um caso de resistência a cefoxitina.

Loureiro (1990) observou níveis extremamente baixos de resistência ao avaliar *Salmonella* isoladas de esgoto, considerando que das 43 amostras estudadas apenas duas apresentaram resistência, *S. Typhimurium* (Su-Gm-Cm-Tc-Ap-Sxt) e *S. Miami* (Su-Tc). No mesmo estudo, o autor relata que nenhuma amostra de *Salmonella* isolada de animais silvestres (46) mostrou-se resistente às drogas testadas.

Infecções humanas por *Salmonella* multirresistentes às drogas têm merecido especial atenção dos órgãos de saúde, particularmente nos casos de pacientes com idade avançada ou imunocomprometidos, que necessitam de uma terapia apropriada por serem considerados casos de infecção grave. A resistência múltipla à amoxicilina, cloranfenicol, estreptomicina, espectinomicina, sulfonamida e tetraciclina foi observada em 48,8% das amostras de *Salmonella* de infecção humana na França, nos anos de 1993, 1997, 2000, 2002 e 2003, mostrando níveis muito altos de resistência à tetraciclina (69,6%, 82,0%, 81,2%, 71,0% e 67,0%) e à estreptomicina (53,9%, 65,9%, 71,8%, 64,5% e 57,0%), respectivamente (Weill *et al.*, 2006).

Os genes ligados a resistência à estreptomicina (*strA* e *strB*) e à tetraciclina (*tetA*) têm sido comumente descritos em *Salmonella* de origem animal isoladas na Itália, e o uso extensivo destas drogas em medicina veterinária na União Européia pode ter sido responsável pela dispersão destes determinantes genéticos nas zoonoses bacterianas por *Salmonella* (Pezzella *et al.*, 2004). Johnson *et al.* (2005) verificaram resistência à tetraciclina (35,4%) e

à estreptomicina (32,5%) ao avaliar *Salmonella* isoladas de alimentos de origem animal, em Alberta no Canadá.

A pesquisa dos indicadores microbiológicos de poluição fecal é essencial na vigilância da qualidade da água para consumo humano, a recreação de contato primário e para os demais usos (BRASIL, 2000; BRASIL, 2004; BRASIL, 2005a). A identificação destes indicadores nos diferentes corpos d'água pode representar, indiretamente, a presença de patógenos bacterianos, virais ou parasitários (Feachem *et al.*, 1983), os quais podem comprometer a qualidade dos recursos hídricos, ocasionando riscos sérios a saúde da população.

Efstratiou *et al.* (1998) estudaram a correlação das bactérias correntemente usadas como indicadoras de contaminação fecal (coliformes totais e termotolerantes e estreptococos fecais) e a presença de diferentes patógenos bacterianos (*Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Campylobacter* spp e *Candida albicans*) em águas do mar poluídas com esgotos, e concluíram que os três indicadores de poluição fecal foram associados com a presença de *Salmonella*.

Elmanama *et al.* (2005) obtiveram correlação estatisticamente significativa entre a presença de coliformes termotolerantes, estreptococos fecais e *Salmonella*, quando avaliaram amostras de areias e águas do mar.

Os resultados do presente trabalho (Tabela 28) foram similares aos já relatados quanto aos indicadores de contaminação fecal. Nas amostras em que foi detectada *Salmonella*, 100% apresentaram coliformes termotolerantes. Resultados semelhantes foram encontrados por Polo *et al.*

(1998), bem como por Martins *et al.* (1988), na avaliação de águas doce e salgada em São Paulo, mas não apresentou boa correlação com os isolados de água de esgoto. Também foram diferentes dos achados por Lemarchand & Lebaron (2003), que não observaram boa correlação com a presença de *Salmonella* e *Cryptosporidium* em águas de rios e esgotos, na França.

Convém também ressaltar que, no presente estudo, em 13,9% das amostras não foi possível isolar *E.coli*, que é o principal representante bacteriano de origem exclusivamente fecal. Alguns autores têm sugerido que a *Salmonella* apresenta maior sobrevivência do que a *E. coli* em diferentes ambientes aquáticos. Winfield & Groisman (2003) advoga a capacidade que os sorovares de *Salmonella* possuem de sobreviver por mais tempo no ambiente do que a *E. coli*, a qual é mais sensível a ação de fatores ambientais que incluem a luz solar, poucos nutrientes, variações da temperatura e pH, lise por bacteriófago, a presença de predadores (protozoários e outros), toxinas e condições variáveis de umidade. Ademais, a *Salmonella* infecta uma grande variedade de hospedeiros animais, inclusive insetos, o que não ocorre com a *E. coli*. Com isso, tem sido sugerido que a *E. coli* pode não ser um indicador apropriado de contaminação por *Salmonella* em ambientes aquáticos (Winfield & Groisman, 2003).

Três meios de enriquecimento para *Salmonella* são os mais utilizados pelos laboratórios que trabalham com material ambiental, alimentos ou fezes humana ou animal, quais sejam: tetrationsato, selenito e Rapaport-Vassiliadis. Estes meios apresentam formulações diferentes, por meio da

incorporação de substâncias específicas ao meio base, e, após a semeadura, podem ser incubados em diferentes temperaturas (Waltman, 2000).

Ao avaliar os resultados do rendimento dos meios de enriquecimento e seletivos indicadores utilizados no isolamento de *Salmonella* apresentados no presente estudo, considera-se de difícil comparação com outros estudos em virtude da diversidade das metodologias adotadas e pela exigüidade de informações, particularmente, utilizando diferentes tipos de água.

A comparação feita no presente trabalho, entretanto, mostram a nítida superioridade do isolamento de *Salmonella* e sorovares identificados no meio de enriquecimento Rappaport-Vassiliadis na temperatura de 42,5°C, em águas superficiais, subterrâneas e esgotos. Nas 15 ocasiões em que a *Salmonella* foi isolada a partir do Selenito Cistina, o isolamento foi efetuado, na maioria das vezes (73,3%) na temperatura de 42,5°C em amostras de águas de praia, igarapé e esgoto. Estudos realizados no Brasil tem mostrado a superioridade do meio Rappaport modificado por Hofer utilizando águas de praias (Rodrigues *et al.*,1989) e esgotos (Paula & Hofer,1981). Aguas(1987) demonstrou maior eficiência da modificação Rappaport-Vassiliadis na temperatura de 43°C, possibilitando 52,8% do total de isolamentos e o reconhecimento de 31 sorotipos diferentes, quando comparados com caldo tetracionato de Müller-Kauffmann e caldo Selenito com novobiocina, em águas residuais. Observou também que o caldo Selenito novobiocina mostrou-se insatisfatório (isolamento de apenas 6,2%), ao avaliar amostras de esgoto no Rio de Janeiro.

No mesmo estudo, a autora obteve o isolamento de 957 culturas de *Salmonella* e destacou como aspecto relevante o isolamento de três cepas de *S.Typhi* (0,3%) a partir de águas de efluente de esgoto. Estas amostras foram isoladas a partir da semeadura direta em ágar Sulfito de Bismuto o que demonstra a dificuldade do seu crescimento na maioria dos meios de enriquecimento. Convém ressaltar que, no presente estudo, não foi possível isolar *S.Typhi* dentre as 2.115 cepas isoladas. O isolamento deste agente bacteriano é de grande dificuldade quando são utilizadas metodologias convencionais, ou quando existe a influência de condições adversas do ambiente, o que pode inviabilizar a sobrevivência da bactéria.

Convém ressaltar que o Estado do Pará é uma área endêmica de febre tifóide, ocorrendo todos os meses do ano, com picos de maior ocorrência no período de menor índice pluviométrico (Ramos, 2005). No entanto, julgamos que seja necessário utilizar diferentes meios de enriquecimento, incluindo com o Selenito Cistina, em virtude de ser um meio mais adequado para a recuperação de *Salmonella Typhi* no ambiente, especialmente em áreas endêmicas de febre tifóide (Sears *et al.*, 1986). Novos meios de enriquecimento (Rappaport–Vassiliadis semi- sólido) para *Salmonella* já foram avaliados utilizando águas superficiais (Perales & Audicana, 1989) e mostram maior sensibilidade na detecção da bactéria do que os meios convencionais.

De maneira geral, a avaliação dos meios seletivos indicadores, mostram que o ágar XLD (46,4%) foi o mais satisfatório na recuperação de *Salmonella*, seguido do ágar VB (25,6%) e ágar SS (28,0%), entretanto, existem diferenças significativas quanto a variedade dos sorotipos

identificados, mostrando a necessidade de utilizar meios seletivos indicadores diferentes para lograr sucesso na recuperação do maior número de sorovares de *Salmonella* em amostras ambientais.

A *Salmonella* cresce numa faixa de pH de 4,5 a 9,0, com um pH ótimo na faixa de 6,5 a 7,5; valores de pH abaixo de 4,1 podem inativar a multiplicação bacteriana ou levar à morte bacteriana (Varnam & Evans, 1991). As 83 amostras de águas que permitiram o isolamento de *Salmonella* (Tabela 53), apresentaram variação mínima e máxima de pH na faixa de 4,0 a 7,0 e temperatura de 24,7 a 32°C. Os valores mais baixos da mediana de pH (4,4; 5,0 e 4,8) foram observados nas águas de poços (Ananindeua) e igarapés (Belém e Melgaço), respectivamente, e foram os pontos de amostragem que revelaram os maiores índices de positividade de *Salmonella* (67 amostras), demonstrando maior adaptação da bactéria aos ambientes aquáticos mais ácidos, característicos das águas de poços e igarapés na região.

Os resultados de temperatura apresentaram valores homogêneos de média e mediana nas diferentes fontes de águas avaliados (Tabela 53) com valores mínimos e máximos de 24,7 °C e 32°C, respectivamente.

O crescimento demográfico e a progressiva e desordenada urbanização das cidades tem comprometido de modo relevante a qualidade dos recursos hídricos, ocasionando com isto riscos sérios à saúde da população. Os resultados encontrados, ao mesmo tempo em que fornecem subsídios importantes à vigilância epidemiológica e ambiental, demonstrando as condições insatisfatórias do saneamento básico e risco potencial à população, sugerem também que devem ser adotadas estratégias de

intervenção de saúde pública, incluindo campanhas educativas ambientais, o controle específico de animais reservatórios e o tratamento da água e esgoto de maneira eficiente, em comunidades urbanas e rurais.

5. CONCLUSÕES

1. A *Salmonella* está presente em diferentes ecossistemas aquáticos no Estado do Pará, o que denota contaminação fecal e pode representar risco à saúde da população, particularmente as comunidades ribeirinhas que muitas vezes são obrigadas a utilizar águas de rios e igarapés para consumo doméstico;
2. A *Salmonella* foi isolada em 30,5% das águas superficiais, de abastecimento, subterrâneas, córregos, drenagem e esgoto de 11 municípios do Estado do Pará;
3. Foram identificados 91 sorovares diferentes de *Salmonella* com destaque para *S. Saintpaul*, *S. Rubislaw* e *S. Miami*;
4. A *Salmonella* foi isolada em 55,7% das águas de esgoto de Belém, com as maiores frequências para os esgotos do UNA (72%) e Aeroporto (70,4%) distribuídos em 47 sorovares, sendo os mais encontrados *S. Infantis*, *S. Saintpaul*, *S. Typhimurium*, *S. Agona*, *S. Panama*, *S. Mbandaka*, *S. Hadar*, *S. Ohio* e *S. Albany*;
5. Não foi possível isolar nenhuma cepa de *S. Typhi* nos diferentes ambientes aquáticos, apesar da área de estudo ser considerada endêmica de febre tifóide;
6. A *Salmonella* foi identificada em 12% das águas de praias de Mosqueiro e 13 sorovares foram identificados, destacando *S. Muenster*, *S. Poona* e *S. Warragul*;
7. Na orla de Belém, a *Salmonella* foi encontrada em 37,7% das águas superficiais (rio, baía e igarapés), e 56 sorovares foram identificados com

destaque para *S. Saintpaul*, *S. IV40:z4z23:-*, *S. Panama*, *S. Hadar*, *S. Agona*, *S. Albany* e *S. Typhimurium*.

8- A maior diversidade de sorovares foi encontrada no igarapé Tucunduba (30) e no rio Guamá (25);

9. Nas amostras de água de poços em Ananindeua a *Salmonella* foi identificada em 8,3% com destaque para os sorovares *S. Rubislaw* e *S. Abaetetuba* de um total de 6 sorovares identificados;

10. A presença de *Salmonella* foi detectada em alta frequência (69,4%) no ecossistema aquático de área preservada (Floresta Nacional de Caxiuanã), com a identificação de 17 sorovares de *Salmonella* com destaque para *S. Panama*, *S. Miami* e *S. Gaminara*;

11. É possível que a presença de *Salmonella* na Floresta Nacional de Caxiuanã esteja relacionada com a contaminação por animais silvestres, particularmente pássaros, os quais podem ser reservatórios importantes da bactéria;

12. Ocorreu variação sazonal significativamente maior no período chuvoso, quanto aos isolados de *Salmonella* em águas superficiais e esgotos de Belém nas coletas de 1994 e em praias (Mosqueiro) e poços (Ananindeua);

13. Foram encontradas 64,8% de *Salmonella* resistentes às 23 drogas, permitindo a identificação de 30 modelos de resistência destacando os modelos S (84,0%) e S-TE (4,6%); os modelos TE (45,3%), S (26,6%) e S-TE (17,7%) foram os mais prevalentes dentre os que apresentaram grau intermediário de sensibilidade;

14. As cepas isoladas de esgoto em Belém, apresentaram 74,6% de resistência a uma ou mais drogas, assim como 15 modelos de resistência, com destaque para S (82,3%), S-T-TE-SXT-C (4,8%) e S-TE (3,4%);
15. Nas águas superficiais de Belém, 66,6% de *Salmonella* foram resistentes a uma ou mais drogas, com destaque para os modelos de resistência S (82,0%), S-TE (5,7%) e S-TE-MIN (2,3%);
16. Foram encontrados 5 modelos de resistência na Floresta Nacional de Caxiuanã, com destaque para S (90,4%);
17. Foi observada uma alta frequência de resistência à estreptomicina por *Salmonella* isoladas de águas superficiais (97,6%) e esgoto (95,9%) de Belém, águas de poços, nascente e drenagem em Ananindeua (100%), onde a ação antrópica é evidente, mas também em águas superficiais de Caxiuanã (95,2%), uma área com ação antrópica mínima;
18. Ocorreu uma distribuição uniforme quanto à presença de *Salmonella* e coliformes termotolerantes em águas superficiais e subterrânea, no entanto em 10 situações positivas para *Salmonella* não foi possível isolar *E. coli*;
19. Houve concordância entre os sorovares mais prevalentes detectados em esgoto (*S. Saintpaul*, *S. Agona* e *S. Infantis*) com os obtidos em coprocultura no mesmo período;
20. O isolamento de *Salmonella* e sorovares foi mais eficiente no meio de enriquecimento Rappaport-Vassiliadis na temperatura de 42,5°C, em relação ao Selenito Cistina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUAS, I.F. **Estudo comparativo de diversos esquemas de isolamento de *Salmonella* spp. em águas residuais.** Dissertação (Mestrado em Biologia Parasitária) - Rio de Janeiro, Fundação Oswaldo Cruz, 1987. 122p.
- ANGULO,F.J., TIPPEN,S., SHARP,D.J., PAYNE,B.J., COLLIER,C.,HILL, J.E., BARRETT,T.J., CLARK,R.M., GELDREICH,E.E., DONNELL Jr,H.D., SWERDLOW, D.L. A Community waterborne outbreak of salmonellosis and the effectiveness of a boil water order. **American Journal of Public Health, 87:** 580-584, 1997.
- ARAÚJO,E., PACHECO,M.A.S.R., BONI,R.F., FONSECA, Y.S.K., GELLI, D.S., FERNANDES,S.A. TAVECHIO,A.T. Surtos alimentares por *Salmonella* Enteritidis associados ao consumo de alimentos à base de ovos, em Sorocaba,SP. **Higiene Alimentar, 9:**24-26, 1995.
- ARVANITIDOU,M., KANELLOU,K., VAGIONA,D.G. Diversity of *Salmonella* spp. and fungi in northern Greek rivers and their correlation to fecal pollution indicators. **Environmental Research, 99:** 278-284, 2005.
- ARVANITIDOU,M., KATSOUYANNOPOULOS,V., TSAKRIS,A. Antibiotic resistance patterns of enterococci isolated from coastal bathing waters. **Journal of Medical Microbiology, 50:**1001-1005, 2001.
- ASENSI,M.D. & HOFER,E. Serovars and multiple drug resistant *Salmonella* spp. isolated from children in Rio de Janeiro – Brazil. **Revista de Microbiologia, São Paulo, 25:** 149-153,1994.

- ASHBOLT,R. & KIRK,M.D. *Salmonella* Mississippi infections in Tasmania: the role of native Australian animals and untreated drinking water. **Epidemiology and Infection**, **134**:1257-1265, 2006.
- AYRES,M., AYRES,MJ., AYRES,D.L., SANTOS,A.S. **BioEstat 4.0:aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: sociedade civil Mamirauá, Brasília CNPq,2006. 291p.
- BADRINATH,P., SUNDKVIST,T., MAHGOUB, H., KENT,R. An outbreak of *Salmonella* Enteritidis phage type 34a infection associated with a Chinese restaurant in Suffolk, United Kingdom. **BMC Public Health**, **4**:1-6, 2004.
- BARNASS,S., O'MAHONEY,M., SOCKETT,P.N., GARNER,J., FRANKLIN,J., TABAQCHALI,S. The tangible cost implications of a hospital outbreak of multiple-resistant *Salmonella*. **Epidemiology and Infection**, **103**:227-234, 1989.
- BAUER,A.W., KIRBY,W.M.M., SHERRIS,J.C., TURCK,M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **American Journal Clinical Pathology**, **45**:493-496,1966.
- BÄUMLER,A.J., TSOLIS,R.M., HEFFRON,F. Virulence mechanisms of *Salmonella* and their genetic basis. In: **Salmonella in Domestic Animals**. Wray,C. & Wray,A. (Eds).CABI Publishing, USA.2000. p.57-72.
- BELÉM. Prefeitura Municipal de Belém. Secretaria Municipal de Coordenação Geral do Planejamento e Gestão. *Gestão do Saneamento e do Meio Ambiente Urbano*. Belém: PMB/SEGEP,1994. 41p.
- BERGE,A.C.B., DUEGER,E.L., SISCHO,W.M. Comparison of *Salmonella enterica* serovar distribution and antibiotic resistance patterns in wastewater

- at municipal water treatment plants in two California cities. **Journal of Applied Microbiology**, **101**: 1309-1316, 2006.
- BLASER,M.J., NEWMAN, L.S. A review of human salmonellosis: I. Infective dose. **Review Infectious Diseases**, **4**:1096-1106, 1982
- BRADEN,C.R. *Salmonella enterica* serotype Enteritidis and eggs: a national epidemic in United States. **Clinical Infectious Diseases**, **43**:512-517, 2006.
- BRANDS,D.A., INMAN,A.E., GERBA,C.P., MARÉ,C.J., BILLINGTON,S.J., SAIF,L.A., LEVINE,J.F., JOENS,L.A. Prevalence of *Salmonella* spp. in oysters in the United States. **Applied and Environmental Microbiology**, **71**: 893-897, 2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº274 de 29 de novembro de 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 05/07/2007.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº357 de 17 de março de 2005a. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 05/07/2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Febre Tifóide. In: **Guia de Vigilância Epidemiológica**. Brasília, 2005b. p.350-363.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Disponível em: <<http://www.portalsaude.gov.br>>. Acesso em: 05/07/2007.
- CALZADA,C.T., NEME,S.N., IRINO,K., KANO,E., DIAS,A.M.G., FERNANDES, S.A., VAZ,T.M.I., PESSÔA,G.V.A. Sorotipos de *Salmonella* identificados no

- período de 1977-1982, no Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, **44**:1-18,1984.
- CAMBRE,R.C., GREEN,D.E., SMITH,E.E., MONTALI,R.J., BUSH,M.B. Salmonellosis and arizonosis in the reptile collection at the national zoological park. **JAVMA**, **177**: 800-803, 1980.
- CAMPOS,L.C. *Salmonella*. In: **Microbiologia**. Trabulsi,L.R. & Alterthum,F. (eds). São Paulo, Atheneu, 2004. p. 319-328.
- CAMPOS,L.C. & HOFER,E. Antimicrobial resistance among *Salmonella* serovars isolated from different sources in Brazil during 1978-1983. **Antonie van Leeuwenhoek**, **55**: 349-359, 1989.
- CARMO,L.S.L., VIEIRA,A .C., REIS,J.D.P., NASCIMENTO,R.S., PEREIRA,M.L., SANTOS,E.J., BERGDOLL,M.S. *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* Enteritidis present in food implicated in food poisoning. **Revista de Microbiologia**, **27**:122-125,1996.
- CARRAMIÑANA,J.J., ROTA,C., AGUSTÍN,I., HERRERA,A. High prevalence of multiple resistance to antibiotics in *Salmonella* serovars isolated from a poultry slaughterhouse in Spain. **Veterinary Microbiology**, **104**: 133-139, 2004.
- CDC. Outbreaks of *Salmonella* serotype Enteritidis infections associated with eating raw or undercooked shell eggs – United States,1996–1998. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, **49**: 73-79, 2000.
- CDC. Outbreak of *Salmonella* serotype Enteritidis infections associated with raw almonds – United States and Canada, 2003-2004. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, **53**: 484-486, 2004.

- CHIU,C.H., CHUANG,C.H., CHIU,S., SU,L.H, LIN,T.Y. *Salmonella enterica* serotype Choleraesuis infections in pediatric patients. **Pediatrics**, **117**:1193-1196, 2006.
- CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; fifteenth informational supplement*. CLSI/NCCLS Publication M100-S15, 2005. 167p.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Coliformes fecais: determinação pela técnica de membrana filtrante. Norma Técnica L5.221.São Paulo, 1984.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Isolamento e identificação de *Salmonella* em águas e esgoto. Norma Técnica L5.218. São Paulo, 1987.
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Guia de orientação para coleta e preservação de amostras. Norma Técnica L5.202, São Paulo, 1993.
- CORTÍNEZ,I.J.M., VELASQUEZ,L.C., ESCUDERO,M.E., CAFFER,M.I., COBO,M.F., GUZMÁN,A.M.S. *Salmonella* serotypes from surface waters in San Luis, Argentina. **Revista Microbiologia**, **26**:180-185, 1995.
- COSTALUNGA,S. & TONDO,E.C. Salmonellosis in Rio Grande do Sul, Brazil, 1997 to 1999. **Brazilian Journal of Microbiology**, **33**:342-346, 2002.
- EDWARDS,P.R. & McWHORTER,A .C. Two new *Salmonella* types: *Salmonella abagetuba* and *Salmonella morehead*. **Public Health Laboratory**, **10**:103, 1952.

- EFSTRATIOU,M.A., MAVRIDOU,A., RICHARDSON,S.C., PAPADAKIS,J.A.
Correlation of bacterial indicator organisms with *Salmonella* spp.,
Staphylococcus aureus and *Candida albicans* in sea water. **Letters in
Applied Microbiology**, **26**: 342-346, 1998.
- ELMANAMA,A.A., FAHD,M.I., AFIFI,S., ABDALLAH,S., BAHR,S.
Microbiological beach sand quality in Gaza strip in comparison to seawater
quality. **Environmental Research**, **99**: 1-10, 2005.
- ELWARD,A., GRIM,A., SCHROEDER,P., KIEFFER,P., SELLENRIEK,P.,
FERRETT,R., ADAMS,H.C., PHILLIPS,V., BARTOW,R., MAYS,D.,
LAWRENCE,S., SEED,P., PAZGAL,G.H., POLISH,L., LEET,T., FRASER,V.
Outbreak of *Salmonella* Javiana infection at a children's hospital. **Infection
Control and Hospital Epidemiology**, **27**: 586-592, 2006.
- ESPIGARES,E., BUENO,A., ESPIGARES,M., GÁLVEZ,R. Isolation of
Salmonella serotypes in wasterwater and effluent: effect of treatment and
potencial risk. **International Journal of Hygiene and Environmental
Health**,**209**: 103-107, 2006.
- EWING,W.H. **Edward and Ewing's Identification of Enterobacteriaceae**. 4th
ed. Elsevier, New York, 1986. 536p.
- FALCÃO, D.P., VALENTINI, S.R., LEITE,C.Q.F. Pathogenic or potentially
pathogenic bacteria as contaminants of fresh water from different sources in
Araraquara,Brazil. **Water Research**, **27**: 1737-1741, 1993.
- FARIAS, E.W.C. Pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* spp e *Salmonella*
spp em amostras de águas de esgoto e águas de córrego da cidade de

São Paulo. Dissertação (Mestrado em Ciências) – São Paulo, Universidade de São Paulo, 2000, 97p.

FEACHEM,R.G., BRADLEY,D.J., GARELICK,H., MARA,D.D. **Sanitation and Disease, Health Aspects of Excreta and Wastewater Management.** Washington,USA, John Wiley & Sons, 1983. 501p.

FERNANDES,S.A., IRINO,K., SILVA,R.M., TAVECHIO,A.T., TRABULSI,L.R. Characterization of lactose-fermenting *Salmonella* Agona strains isolated in a pediatric unit. **Revista de Microbiologia**, **28**:273-278,1997.

FERREIRA,J.C.V. **O Pará e seus municípios.** Belém, 2003. 686p.

GALES,A.C., SADER,H.S., MENDES,R.E., JONES,R.N. *Salmonella* spp. Isolates causing bloodstream infections in Latin America: report of antimicrobial activity from the SENTRY antimicrobial surveillance program (1977-2000). **Diagnostic Microbiology and Infectious Disease**,**44**:313-318, 2002.

GALLARDO,F., RUIZ,J., MARCO,F., TOWNER,K.J., VILA, J. Increase in incidence of resistance to ampicillin, chloramphenicol and trimethoprim in clinical isolates of *Salmonella* serotype Typhimurium with investigation of molecular epidemiology and mechanisms of resistance. **Journal of Medicine Microbiology**, **48**: 367-374, 1999.

GANNON,V.P.J., GRAHAM,T.A., READ,S., ZIEBELL,K., MUCKLE,A., MORI,J., THOMAS,J., SELINGER,B., TOWNSHEND,I., BYRNE,J. Bacterial pathogens in rural water supplies in southern Alberta, Canada. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, **67**:1643-1653, 2004.

- GIUGLIANO,L.G., BERNARDI,M.G.P., VASCONCELOS,J.C., COSTA,C.A.,
GIUGLIANO, R. Longitudinal study of diarrhoeal disease in a peri- urban
community in Manaus (Amazon-Brazil). **Annals of Tropical Medicine and
Parasitology**, **80**: 443-450,1986.
- GRADEL,K.O., DETHLEFSEN,C., SCHØNHEYDER,H.C., EJLERTSEN,T.,
SØRENSEN,H.T., THOMSEN,R.W., NIELSEN,H. Severity of infection and
seasonal variation of non-typhoid *Salmonella* occurrence in humans.
Epidemiology and Infection, **133**:1-7, 2006.
- GREENBERG, A.E, CLESLERI, L.S., EATON, A.D., (editors).
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater,
Washington: APHA; AWWA;AWEF, 19 ed., 1995. 1100p.
- GRIMONT,P.A.D., GRIMONT,F., BOUVET,P. Taxonomy of the genus
Salmonella. In: **Salmonella in Domestic Animals**. Wray,C. & Wray,A.
(Eds).CABI Publishing, USA.2000. p.1-17.
- GUPTA,A., FONTANA,J., CROWE,C., BOLSTORFF,B., STOUT,A.,
DUYNE,S.V., HOEKSTRA, M.P., WHICHARD, J.M., BARRETT, T.J.,
ANGULO,F.J. Emergence of multidrug-resistant *Salmonella enterica*
serotype Newport infections resistant to expanded-spectrum cephalosporins
in the United States. **Journal of Infectious Diseases**, **188**:1707-1716,
2003.
- HARAKEH,S., YASSINE,H., EL-FADEL,M. Antimicrobial-resistant patterns of
Escherichia coli and *Salmonella* strains in the aquatic Lebanese
environments. **Environmental Pollution**, **143**:269-277, 2006.

- HOFER, E. Considerações sobre a freqüência de sorotipos de *Salmonella* na cidade do Rio de Janeiro. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, **72**:63-72,1974.
- HOFER,E. & COSTA,G.A. Investigação sobre a ocorrência de *Salmonella* em esgotos sanitários da cidade do Rio de Janeiro. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro**, **70**:221-236,1972.
- HOFER,E., NÓBREGA,M.D., SOLARI,C.A., PESSÔA,G.V.A. Two new serovars of *Salmonella*: S. Natal and S. Potengi, isolated from fluvial water in Natal, Rio Grande do Norte state, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, **79**: 381-382, 1984.
- HOFER,E. & REIS,E.M.F. *Salmonella* serovars in food poisoning episodes recorded in Brazil from 1982 to 1991. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**, São Paulo, **36**:7-9, 1994.
- HOFER,E., ZAMORA,M.R.N., LOPES,A.E., MOURA,A.M.C., ARAÚJO,H.L., LEITE,J.D'ARC D.,LEITE,M.D.D., FILHO,J.S. Sorovares de *Salmonella* em carne de eqüídeos abatidos no nordeste do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, **20**: 80-84, 2000.
- HUDSON,C.R., QUIST,C., LEE,M.D., KEYES,K., DODSON,S.V., MORALES,C., SANCHEZ,S., WHITE,D.G., MAURER,J.J. Genetic relatedness of *Salmonella* isolates from nondomestic birds in southeastern United States.**Journal of Clinical Microbiology**, **38**:1860-1865, 2000.
- HUMPHREY,T. Public-health aspects of *Salmonella* infection. In: **Salmonella in Domestic animals**. Wray,C. & Wray,A. (Eds.).CABI Publishing, New York, USA, 2000. 463p. p.245-263.

- IRINO, K., PESSÔA, G.V.A., CALZADA, C.T., MARTINS, M.T., SANCHEZ, P.S. Isolamento de três novos sorotipos de *Salmonella*: S. Cotia, S. Guarapiranga e S. Arizonae 65:1,v,z35 de águas de superfície, em São Paulo, Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, **41**:53-55, 1981.
- JIMÉNEZ, L., MUÑIZ, I., TORANZOS, G.A., HAZEN, T.C. Survival and activity of *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* in tropical freshwater. **Journal of Applied Bacteriology**, **67**: 61-69, 1989.
- JOHNSON, J.M., RAJIC, A., McMULLEN, L.M. Antimicrobial resistance of selected *Salmonella* isolates from food animals and food in Alberta. **Canadian Veterinary Journal**, **46**: 141-146, 2005.
- KAKU, M., PERESI, J.T.M., TAVECHIO, A.T., FERNANDES, S.A., BATISTA, A.B., CASTANHEIRA, I.A.Z., GARCIA, G.M.P., IRINO, K., GELLI, D.S. Surto alimentar por *Salmonella* Enteritidis no Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, **29**: 127-131, 1995.
- KINDE, H., ADELSON, M., ARDANS, A., LITTLE, E.H., WILLOUGHBY, D., BERCHTOLD, D., READ, D.H., BREITMEYER, R., KERR, D., TARBELL, R., HUGHES, E. Prevalence of *Salmonella* in municipal sewage treatment plant effluents in southern California. **Avian Diseases**, **41**: 392-398, 1997.
- LANGENEGGER, C.H., ALFINITO, J., LANGENEGGER, J. Salmonelas isoladas de suínos de abate do Estado do Pará. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, **3**: 91-94, 1983.
- LEAL, N.C.; SÁ, A.T., SOLARI, C.A., SILVA, S.J., HOFER, E. Sorotipos de *Salmonella* isolados de processos entéricos humanos em Recife –

- Pernambuco, durante o triênio 1978-1980. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, **82**:43-49, 1987.
- LEMARCHAND,K. & LEBARON,P. Occurrence of *Salmonella* spp. And *Cryptosporidium* spp. in a French coastal watershed: relationship with fecal indicators. **FEMS Microbiology Letters**, **218**: 203-209, 2003.
- Le MINOR. L. Genus III. *Salmonella* Lignières 1900. In: **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**. Krieg,N.R. & Holt,J.G. (eds.). Williams & Wilkins Co., Baltimore, v.1, 1984. p.427-458.
- Le MINOR,L. & POPOFF,M.Y. Designation of *Salmonella enterica* sp.nov.,nom.rev., as the type and only species of the genus *Salmonella*. **International Journal of Systematic Bacteriology**, **37**:465-468, 1987.
- Le MINOR, L., POPOFF,M.Y., LAURENT,B., HERMANT,D. Individualisation d'une septieme sous-espece of *Salmonella*: *S.choleraesuis* subsp. *indica* subsp. nov. **Annales de Institute Pasteur**, **137B**:211-217, 1986.
- Le MINOR,L., VÉRON, M., POPOFF,M. Taxonomie des *Salmonella*. **Annales de Institute Pasteur**, **133B**:223-243, 1982a.
- Le MINOR,L., VÉRON, M., POPOFF,M. Proposition pour une nomenclature des *Salmonella*. **Annales de Institute Pasteur**, **133B**:245-254, 1982b.
- LIMA,C.L.S. **Isolamento e caracterização de *Escherichia coli* de ambientes aquáticos protegidos, pelos perfis plasmidiais e de resistência aos antibióticos, na região Norte (Pará)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Belém, Universidade Federal do Pará, 1996.148p.
- LINHARES,A.C., GABBAY,Y.B., FREITAS,R.B., TRAVASSOS da ROSA,E.S., MASCARENHAS,J.D.P., LOUREIRO,E.C.B. Longitudinal study of rotavirus

- infections among children from Belém, Brazil. **Epidemiology and Infection**, **102**:129-145, 1989.
- LINHARES,A.C.L., MONÇÃO,H.C., GABBAY,Y.B., ARAÚJO,V.L.C., SERRUYA,A. C., LOUREIRO,E.C.B. Acute diarrhoea associated with rotavirus among children living in Belém, Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, **77**:384-390,1983.
- LINS,Z.C. Studies on enteric bacteria in the lower Amazon region: I.Serotypes of *Salmonella* isolated from wild forest animals in Pará State, Brazil. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, **64**:439-443,1970.
- LINS,Z.C. Studies on enteric bacteria in the lower Amazon region: II.*Salmonella* types isolated from wild reptiles in Pará State, Brazil. **Revista de Microbiologia**, **2**:165-169,1971a.
- LINS,Z. Considerações sobre a incidência de *Salmonella* em animais silvestres da Amazônia e sua possível importância na epidemiologia das salmoneloses na região. Resume V Congresso Latino-americano de Microbiologia, Punta Del Este, Uruguai, 1971b.
- LINS,Z.C. Doenças bacterianas. In: **Doenças Infecciosas e Parasitárias**. VERONESI,R. (Ed.). 6ed., Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1976, p.1056-58.
- LOPES,V.C., WEDEL,S.D., BENDER,J.B., SMITH,K.E., LEANO,F.T., BOXRUD,D.J., LAUER,D.C., VELAYUDHAN,B.T., NAGARAJA,K.V. Emergence of multidrug-resistant *Salmonella* entérica serotype Newport in Minnesota. **Clinical Infectious Diseases**, **43**:210-213, 2006.

- LOUREIRO,E.C.B. Ocorrência do gênero *Salmonella* em animais silvestres da ordem Edentata, na região Amazônica, norte do Estado do Pará, Brasil. **Revista Latinoamericana de Microbiologia**, **27**:31-34, 1985.
- LOUREIRO,E.C.B. **Contribuição ao estudo bacteriológico de *Salmonella* oriundas de diferentes fontes da região Amazônica brasileira.** Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – São Paulo, Universidade de São Paulo, 1990, 102p.
- LOUREIRO,E.C.B., LINHARES,A .C., MATA, L. Criptosporidiose em crianças de 1 a 2 anos de idade, com diarreia aguda em Belém, Pará, Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, **84**: 117-122,1989.
- LOUREIRO,E.C.B. & LINS,Z.C. Enteroinfecções Bacterianas. In: **Instituto Evandro Chagas, 50 anos de contribuição às Ciências Biológicas e a Medicina tropical.** Linhares,A.C. (Org.). Belém, 1986. p.777-783.
- LOUREIRO,E.C.B., LINS,Z.C., TAVECHIO,A.T., FERNANDES,S.A., REIS,E.M.F., HOFER,E. Sorotipos de *Salmonella* isolados de casos humanos em diferentes áreas da região Amazônica do Brasil. **Revista de Microbiologia**, **22 (Suplemento 1)**:171,1991.
- LOUREIRO,E.C.B.; SÁ,L.L.C., RAMOS.F.L.P., SOUZA,C.O., CARREIRA,A.G.A., LIMA,K.V.B., SANTOS, E.C.O., VICENTE,A .C.P. Detecção de *Salmonella* Typhi por PCR em ambientes aquáticos, durante surto de febre tifóide ocorrido em Anajás-Pa, 2001. XXI Congresso Brasileiro de Microbiologia, Livros de Resumos, p. 51, MA-171, Foz do Iguaçu, 2001.

- LOUREIRO,E.C.B., SÁ,L.L.C., RAMOS,F.L., VICENTE,A.C.P. Diagnóstico de *Salmonella* Typhi em amostras ambientais por PCR, durante surto de febre tifóide ocorrido em Moju-Pa, 1999. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, **33 (Suplemento 1)**:188-189, 2000.
- LOUREIRO, E.C.B., SERAFIM,M.B., LINHARES, A.C., CASTRO,A.F.P. *Escherichia coli* enterotoxigênica e rotavírus detectados em crianças com gastroenterite aguda em Belém, Pará. **Revista de Microbiologia**, **14**: 129-135, 1983.
- MAROJA,R.C. & LOWERY,W.D. Estudos sobre diarreias agudas.II.Frequência de *Shigella* e *Salmonella* nos casos de diarreias agudas em Santarém-Pará. **Revista FSESP**, **8**:585-589,1956a.
- MAROJA,R.C. & LOWERY,W.D. Estudos sobre diarreias agudas.III.Encontro de ovos de tracajá (*Podocnemis dumeriliana*) infectados com *Salmonella salford*, Santarém-Pará, 1953. **Revista FSESP**, **8**:591-593, 1956b.
- MARTINEZ-URTAZA,J., SACO,M., NOVOA,J., PEREZ-PIÑEIRO,P., PENTEADO,J.,LOZANO-LEON,A., GARCIA-MARTIN, O. Influence of environmental factors and human activity on the presence of *Salmonella* serovars in a marine environment. **Applied and Environmental Microbiology**, **70**: 2089-2097, 2004.
- MARTINS,M.T., PESSÔA,G.V.A., SANCHEZ, P.S., SATO,M.I., MONTEIRO,C.K., COIMBRÃO,C.A ., MARQUES,E. Isolamento de *Salmonella* no ambiente aquático: significado sanitário. **Revista de Microbiologia**, **19**:29-39, 1988.

- MARTINS,M.T., SANCHES,P.S., MARQUES,E., MOTEIRO,C.K., MOLINA,A.
G. Ten year survey of *Salmonella* and enterovirus in raw and treated waters
in the great São Paulo area, Brazil., **Water Science and Technology**, **18**:
53-60, 1986.
- MEAD,P.S., SLUTSKER,L., DIETZ,V., McCAIG,L.F., BRESEE,J.S.,
SHAPIRO,C., GRIFFIN,P.M., TAUXE,R.V. Food-related illness and death in
the United States. **Emerging Infectious Diseases**, **5**:607-625, 1999.
- MOTA,C.C.S., VIEIRA,H.R.A., PUZYNA,I.P., KALACHE,J., KONOLSAISEN,
J.F., CAMARGO,N.J. Toxi- infecção alimentar por *Salmonella* Enteritidis –
relato de um surto ocorrido em Curitiba-PR, Brasil, 1981. **Higiene**
Alimentar, **2**: 123-131, 1983.
- MURRAY,C.J. Environmental aspects of *Salmonella*. In: **Salmonella in**
Domestic animals. Wray,C. & Wray,A. (eds.).CABI Publishing, New York,
USA, 2000. 463p. p.265-283.
- OLSEN,S.J., BLEASDALE,S.C., MAGNANO,A.R., LANDRIGAN,C.,
HOLLAND,B.H., TAUXE,R.V., MINTZ,E.D., LUBY,S. Outbreaks of typhoid
fever in the United States, 1960-99. **Epidemiology and Infection**, **130**:13-
21, 2003.
- OLSEN, S.J., MACKINNON, L.C., GOULDING,J.S., BEAN,N.H., SLUTSKER,L.
Surveillance for foodborne-disease outbreaks United States, 1993-1997.
Morbidity and Mortality Weekly Report, **49(SS-1)**: 1-63, 2000.
- O'REILLY,C.E., BOWEN,A.B., PEREZ,N.E., SARISKY,J.P.,
SHEPHERD,C.A., MILLER,M.D., HUBBARD,B.C., HERRING,M.,
BUCHANAM,S.D., FITZGERALD,C.C., HILL,V., ARROWODD,B.C.,

- XIAO,L.X., HOEKSTRA,R.M., MINTZ,E.D., LYNCH,M.F. A waterborn outbreak of gastroenteritis with multiple etiologies among resort island visitors and residents: Ohio, 2004. **Clinical Infectious Diseases**, **44**:506-512, 2007.
- PADUNGTOD,P. & KANEENE,J.B. *Salmonella* in food animals and humans in northern Thailand. **International Journal of Food Microbiology**, **108**: 346-354, 2006.
- PAIVA, R., MELO,N., GOUVÊA,P., RAMOS,C., COSTA,S. A ocupação urbana como fonte poluidora dos corpos d'água na região Amazônica. Estudo de caso: composição e biomassa primária da foz do igarapé Tucunduba (Belém-Pará).In: **A questão da água na grande Belém**. S. Uhly & E.L.Souza (eds.). UFPA/Casa de Estudos Germânicos, Belém, Pará, 2004.p.231-247.
- PARÁ. Instituto do Desenvolvimento Econômico-Social do Pará, Belém: **Estudo Ambiental do Estuário Guajarino**, Belém: IDESP, 1990. 152p.
- PARÁ. Instituto do Desenvolvimento Econômico- Social do Pará. Boletim Estatístico. Belém, v.2, n.1, 1996. 208p.
- PARÁ. Companhia de Habitação do Estado do Pará. **Levantamento do Quadro Ambiental da Região Metropolitana de Belém. Produto 3: Relatório Ambiental da RMB**. Belém, Pará, 1997. 134 p.
- PATRICK,M.E., ADCOCK,P.M., GOMEZ,T.M., ALTEKRUSE,S.F., HOLLAND,B.H., TAUXE,R.V., SWERDLOW,D.L. *Salmonella* Enteritidis infections, United States, 1985-1999. **Emerging Infectious Diseases**, **10**: 1-7, 2004.

- PAULA, O. & HOFER,E. *Salmonella* em esgotos sanitários da cidade de Niterói. **Folha Médica**, **82**: 621-624, 1981.
- PERALES,I. & AUDICANA,A. Semisolid media for isolation of *Salmonella* spp. from coastal water. **Applied and Environmental Microbiology**, **55**:3032-3033, 1989.
- PERESI,J.T.M., ALMEIDA,I.A.Z.C., LIMA,S.I., MARQUES,D.F., RODRIGUES, E.C.A., FERNANDES,S.A., GELLI,D.S., IRINO,K. Surtos de enfermidades transmitidas por alimentos causadas por *Salmonella* Enteritidis. **Revista de Saúde Pública**, **32**: 477-483, 1998.
- PESSÔA, G.V.A., IRINO, K., MELLES, C.E.A., CALZADA,C.T., RASKIN,M., KANO,E. Ocorrência de bactérias enteropatogênicas em São Paulo, no septênio 1970-1976 II-O surto epidêmico de *Salmonella typhimurium* em São Paulo. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, **38**:107-127, 1978.
- PESSÔA,G.V.A., LINS,Z.C., CALZADA,C.T., IRINO,K., NEME,S.N., RASKIN,M., RODRIGUES,E.T. Identificação e lisotipagem de amostras de *Salmonella paratyphi* A, causadora de surto epidêmico em Tucuruí, Pará, Brasil, em 1980. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, **43**:105-107, 1983.
- PEZELLA,C., RICCI,A., DIGIANNATALE,E., LUZZI,I., CARATTOLI,A. Tetracycline and streptomycin resistance genes, transposons, and plasmids in *Salmonella enterica* isolates from animals in Italy. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, **48**: 903-908, 2004.
- POLO, F., FIGUERAS, M.J., INZA,I., SALA,J., FLEISHER,J.M., GUARRO,J. Relationship between presence of *Salmonella* and indicators of faecal

- pollution in aquatic habitats. **FEMS Microbiology Letters**, **160**:253-256, 1998.
- POLO,F., FIGUERAS,M.J., INZA,I., SALA,J., FLEISHER,J.M., GUARRO,J. Prevalence of *Salmonella* serotypes in environmental waters and their relationships with indicator organisms. **Antonie van Leeuwenhoek**, **75**: 285-292, 1999.
- POPOFF,M.Y. **Antigenic formulas of the *Salmonella* serovars**. 8th edition.WHO Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*. Institut Pasteur, Paris, France.2001.146p.
- POPOFF,M.Y., BOCKEMÜHL,J., GHEESLING, L.L. Supplement 2002 (nº 46) to the Kauffmann-White scheme. **Research in Microbiology**, **155**: 568-570, 2004.
- RABATSKY-EHR,T., WHICHARD,J., ROSSITER,S., HOLLAND,B., STAMEY,K., HEADRICK,M.L., BARRETT,T.J., ANGULO,F.J., and the NARMS Working group. Multidrug- resistant strains of *Salmonella enterica* Typhimurium, United States, 1997-1998. **Emerging Infectious Diseases**, **10**: 795-801, 2004.
- RAMOS,F.L. **Febre tifóide: a experiência do Instituto Evandro Chagas**. Dissertação (Mestrado em Doenças Tropicais) – Belém, Universidade Federal do Pará, 2005. 71p.
- RAMOS,F.L.P., LOUREIRO,E.C.B., MELO,A.J.M. Surto epidêmico de febre tifóide no município de Moju, Estado do Pará. XX Congresso Brasileiro de Microbiologia, Livros de Resumo, p.126, MH304,Salvador, 1999.

- RAMOS,F.L.P., OLIVEIRA,J.R.S., SILVA,J.C.L. Epidemia de febre tifóide na localidade de Cipoal, município de Óbidos, Estado do Pará. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, **31(Suplemento 1): 77**, 1998.
- REED,K.D., MEECE,J.K., HENKEL, J.S., SHUKLA, S.K. Birds, migration and emerging zoonoses: West Nile vírus, Lyme disease, influenza A and enteropathogens. **Clinical Medicine & Research**, **1: 5-12**, 2003.
- REEVES,M.W., EVINS,G.M., HEIBA,A.A., PLIKAYTIS,B.D., FARMER,J.J.,III. Clonal nature of *Salmonella typhi* and its genetic relatedness to other salmonellae as shown by multilocus enzyme eletrophoresis, and proposal of *Salmonella bongori* comb.nov. **Journal of Clinical Microbiology**, **27: 313-320**, 1989.
- RIBEIRO,K.T.S. **Água e saúde humana em Belém**. Belém, Cejup, 2004 (Coleção Megam/2). 280p.
- RIVERA, I.N.G. & MARTINS, M.T. Bactérias enteropatogênicas no ambiente aquático. **Revista Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, **17:115-136**, 1996.
- RODRIGUES,D.P., SOLARI,C.A., RIBEIRO,R.V., COSTA,J.E.C.M., REIS,E.M. F., SILVA,S.J., HOFER,E. *Salmonella* em água de praias no município do Rio de Janeiro,RJ. **Revista de Microbiologia**, **20: 12-17**,1989.
- RODRIGUE,D.C.,TAUXE,R.V.,ROWE,B.International increase in *Salmonella enteritidis*: a new pandemic. **Epidemiology and Infection**, **105:21-27**,1990.
- SANCHEZ,P. S., MARTINS,M.T., SATO,M.I.F. Evaluation of the sanitary quality of marine recreational waters and sands from beaches of the São Paulo State, Brazil. **Water Science and Technology**, **18:61-72**,1986.

- SANTOS,S.M. & KUPEK,E. Serial outbreaks of food- borne disease in Blumenau, Brazil, caused by *Salmonella* Enteritidis. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, 4:275-278, 2000.
- SANTOS,D.R.D., SANTANA,J.S., BARRETTO,J.R., ANDRADE,M.G.M., SILVA,L.R. Epidemiological and microbiological aspects of acute bacterial diarrhea in children from Salvador, Bahia, Brazil. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, 9:77-83, 2005.
- SCHUSTER,C.J., ARAMINI,J.J., ELLIS,A.G., MARSHALL,B.J., ROBERTSON, W.J., MEDEIROS,D.T., CHARRON,D.F. Infectious disease outbreaks related to drinking water in Canada, 1974-2001. **Canadian Journal of Public Health**, 96:254-258, 2005.
- SCHWARTZ,T., KOHNEN,W., JANSEN,B. Detection of antimicrobial- resistant bacteria and their resistance genes in wastewater, surface water, and drinking water biofilms. **FEMS Microbiology and Ecology**, 43:325-335, 2003.
- SEARS,S.D., FERRUCCIO,C., LEVINE,M.M. Sensitivity of Moore sewer swabs for isolating *Salmonella* Typhi. **Applied and Environmental Microbiology**, 51:425-426, 1986.
- SILVEIRA,I.M., QUARESMA,H.D.B., GUAPINDAIA,V.L., MACHADO,A . L. As populações pré- históricas e atuais. In: **Caxiuanã**. Lisboa, P.L.B. (Org.). Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi,1997. 446p. p. 53-79.
- SKERMAN, V.B.D., MCGOWAN, V., SNEATH,P.H.A. Approved list of bacterial names. **International Journal of Systematic Bacteriology**, 30:225-420, 1980.

- SMITH,R.D. & COAST, J. Antimicrobial resistance: a global response. **Bulletin of the World Health Organization**, **80**: 126-133, 2002.
- SOLARI, C.A., REIS,E.F.M., DIAS,J.C.A.R., HOFER,E. Resistência antimicrobiana de *Salmonella* Agona oriundas de várias regiões do Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, 81:7-14, 1986.
- SOUZA,C.O. **Etiologia bacteriana das diarreias em pacientes infectados pelo vírus da imunodeficiência humana-HIV**. Dissertação (Mestrado em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários) – Belém, Universidade Federal do Pará, 2004. 160p.
- SWANSON,S.J., SNIDER,C., BRADEN,C.R., BOXRUD,D., WÜNSCHMANN,A., RUDROFF, J.A., LOCKETT,J., SMITH,K.E. Multidrug-resistant *Salmonella* enteric serotype Typhimurium associated with pet rodents. **The New England Journal of Medicine**, **356**:21-28, 2007.
- TRABULSI,L.R., CAMPOS,L.C., LORENÇO,R. Salmoneloses. In: **Tratado de Infectologia**. Veronesi,R. & Focaccia,R. (eds). São Paulo, Atheneu, 2002. p. 878-885.
- VALENTINI,S.R., LEITE,C.Q.F., FALCÃO,D.P. Serotypes and virulence of *Salmonella* spp. isolated from fresh water. **Revista Microbiologia**, **26**:37-40, 1995.
- VARNAM,A.H. & EVANS,M.G. **Foodborne Pathogens**. Mosby Year Book, USA, 1991. 557p.
- WADULA,J., GOTTBERG,A. V., KILNER, D., JONG,G., COHEN,C., KEDDY,K., CREWE-BROWN, H. Nosocomial outbreak of extended-spectrum β -

lactamase-producing *Salmonella* Isangi in pediatric wards. **The Pediatric Infectious Disease Journal**, **25**:843-844, 2006.

WALTMAN,W.D. Methods for the cultural isolation of *Salmonella*. In: ***Salmonella in Domestic Animals***. Wray,C. & Wray,A. (Eds).CABI Publishing, USA.2000. p.355-372.

WEILL,F.X., GUESNIER,F., GUIBERT,V., TIMINOUNI,M., DEMARTIN,M., POLOMACK,L., GRIMONT,A.D. Multidrug resistance in *Salmonella enterica* serotype Typhimurium from humans in France (1993 to 2003). **Journal of Clinical Microbiology**, **44**:700-708, 2006.

WINFIELD,M.D. & GROISMAN,E.A. Role of nonhost environments in the lifestyles of *Salmonella* and *Escherichia coli*. **Applied and Environmental Microbiology**, **69**: 3687-3694, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health and Environment in Sustainable Development**. Geneva, WHO, 1997, 222p.

ZHAO,S., QAIYUMI,S., FRIEDMAN,S., SINGH,R., FOLEY,S.L., WHITE,D.G., McDERMOTT,P.F., DONKAR,T., BOLIN,C., MUNRO,S., BARON,E.J., WALKER,R.D. Characterization of *Salmonella enterica* serotype Newport isolated from humans and food animals. **Journal of Clinical Microbiology**, **41**: 5366-5371, 2003.