

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL E PERCEPÇÃO DOS
USUÁRIOS SOBRE OS EFEITOS DAS OBRAS DE
PROTEÇÃO DE COSTA NAS PRAIAS DE CASA CAIADA
(OLINDA) E JANGA (PAULISTA)**

MARA FISNER

RECIFE
2008

MARA FISNER

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL E PERCEPÇÃO DOS
USUÁRIOS SOBRE OS EFEITOS DAS OBRAS DE
PROTEÇÃO DE COSTA NAS PRAIAS DE CASA CAIADA
(OLINDA) E JANGA (PAULISTA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Oceanografia (PPGO-DOCEAN) da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Oceanografia.

Orientadora:
Profa. Dra. Carmen Medeiros

RECIFE
2008

F542a

Fisner, Mara.

Avaliação ambiental e percepção dos usuários sobre os efeitos das obras de proteção de costa nas praias da Casa Caiada (Olinda) e Janga (Paulista) / Mara Fisner.- Recife: O Autor, 2008.
xi, 133 folhas, il : figs., tabs., gráfs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2008.

Inclui Bibliografia e anexos

1. Oceanografia. 2. Obras de contenção. 3. Avaliação ambiental Marítimas. I. Título.

UFPE

551.46

CDD (22. ed.)

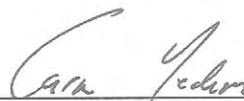
BCTG/2008-082

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL E PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS
SOBRE OS EFEITOS DAS OBRAS DE PROTEÇÃO DE
COSTA NAS PRAIAS DE CASA CAIADA (OLINDA) E JANGA
(PAULISTA)**

MARA FISNER

Dissertação defendida e aprovada em estilo e conteúdo em 13 de
Fevereiro de 2008.

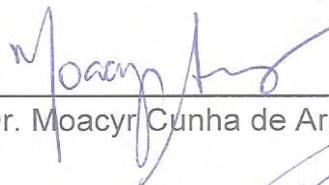
EXAMINADORES:



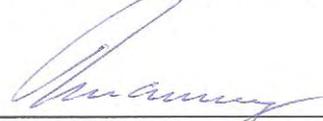
Dr^a. Carmen Medeiros (Titular)



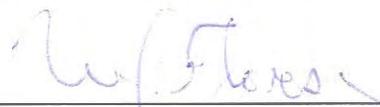
Dra. Luci Carneiro Cajueiro Pereira (Titular)



Dr. Moacyr Cunha de Araujo (Titular)



Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso (Suplente)



Dr. Manuel de Jesus Flores Montes (Suplente)

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dra. Carmen Medeiros por mais uma oportunidade de desenvolver este importante trabalho sob sua orientação, o que proporcionou meu crescimento profissional na área da Oceanografia Física.

Ao Prof. Dr. Moacyr Araújo pelo incentivo e auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho.

À indispensável ajuda de José Vidal de Freitas, Isaac Cristiano de Freitas e Marcelo Rollnic no trabalho de campo.

Ao Prof. Dr. Valdir Manso pela permissão de utilização das instalações do Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM/CTG/UFPE) para as análises granulométricas de sedimento.

À Prof^a. Dra. Tereza Araújo pela permissão de acesso às instalações do Laboratório de Oceanografia Geológica (LABOGEO/DOCEAN/UFPE) para a realização das análises granulométricas e posterior tratamento dos dados.

Ao Prof. Dr. Manuel Flores e a Prof^a. Dra. Kátia Muniz pela permissão de utilização e realização de análises no Laboratório de Oceanografia Química (LABOQUIM/DOCEAN/UFPE).

À Química Iara Correia e a Bióloga Keyla Travassos, do Laboratório de Oceanografia Química (LABOQUIM/DOCEAN/UFPE), pela preparação das soluções e análises químicas realizadas.

Ao Prof. Dr. Fernando Feitosa, pelo incentivo e amizade desde a etapa de seleção do Mestrado.

Aos colegas Lofequianos pela companhia e colaboração ao longo de todo o trabalho. A Fabiana Leite e Patrícia Façanha pela ajuda e disponibilidade.

Ao futuro Biólogo Carlos Manuel (LGGM/CTG/UFPE) pela ajuda durante as análises granulométricas.

Às colegas do LABOGEO (DOCEAN/UFPE): Mirella Borba, na retomada das análises sedimentológicas e ajuda com o tratamento dos dados, e Daniele Mallmann, pela disponibilidade.

À Myrna Medeiros Lins, secretária do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia.

À amiga Bruna Cesar pelo tratamento das fotos aéreas e pela amizade.

Aos meus pais, por todo apoio e incentivo de sempre; inclusive nas idas a campo!

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Mestrado.

RESUMO

As zonas costeiras, e em especial as praias, são regiões dinâmicas e frágeis, que estão em constante mudança. A alta concentração populacional nestas áreas resulta em um incremento da pressão sobre os recursos naturais e de risco de degradação ambiental. A costa pernambucana tem experimentado processos de erosão, muitas vezes mitigados com a execução de obras de contenção, a exemplo das praias de Casa Caiada (Olinda) e Janga (Paulista), ambas localizadas no litoral norte de Pernambuco, onde séries de quebra-mares foram construídas para conter o processo erosivo. Intervenções realizadas em áreas costeiras necessitam ser avaliadas e monitoradas continuamente, o que também inclui um levantamento sobre a percepção dos usuários. O presente trabalho visou avaliar as condições hidrológicas, hidrodinâmicas, sedimentológicas e de balneabilidade ao longo dos trechos das praias de Casa Caiada e Janga após a instalação de obras de proteção de costa, bem como as condições de infra-estrutura e segurança dessas áreas, o perfil e a percepção de seus usuários. Os levantamentos *in situ* foram realizados de forma a caracterizar as áreas de estudo nos períodos chuvoso (junho e julho/2006) e de estiagem (dezembro/2006 e novembro/2007). Os trabalhos incluíram, para ambas as áreas, levantamento batimétrico com uso de ecosonda acoplada a um sistema GPS, obtenção de perfis CTD, medições da intensidade e direção das correntes com correntômetro SD30, além da coleta de amostras de água e de sedimento. As amostragens e levantamentos hidrodinâmicos, hidrológicos e de qualidade da água foram realizadas em 11 estações na praia de Casa Caiada e em 9 estações na praia no Janga e, respectivamente, 30 e 53 pontos de coleta de amostras de sedimento. Os resultados obtidos indicam que as obras de contenção instaladas nas praias de Casa Caiada e do Janga contribuíram para a minimização do processo erosivo, mas causaram modificação na cobertura sedimentar, favorecendo a deposição de sedimentos finos no infralitoral, o assoreamento a sotamar dos quebra-mares e do espigão, bem como a formação de canais, onde ocorre a maioria dos incidentes de afogamento na área. Nessas praias a distribuição das variáveis: temperatura, salinidade e pH, mostraram-se relativamente homogênea horizontalmente e verticalmente. As flutuações evidenciadas, respondem principalmente ao ciclo sazonal (regime das chuvas e dos ventos) que controlam a maior ou menor influência dos aportes continentais e ao regime das marés, que propicia a maior ou menor troca com as águas marinhas adjacentes.

As duas praias estudadas apresentaram baixa qualidade da água no período chuvoso com índices acima dos limites indicados pela resolução CONAMA 357/05 para águas salinas de contato primário, mas melhora considerável no período de estiagem. Os usuários das praias de Casa Caiada e do Janga utilizam a área principalmente para a prática de exercícios e lazer, e são moradores das proximidades. Em Casa Caiada foi observada a melhoria na infra-estrutura, limpeza e policiamento. No Janga, há uma notória insatisfação dos usuários em relação à limpeza, policiamento e infra-estrutura disponível na praia.

Palavras-chave: Obras de contenção, avaliação ambiental, percepção dos usuários, Casa Caiada, Janga.

ABSTRACT

The coastal zones and special the beaches are dynamical and fragile regions in a continuous change. The high population concentration in these areas results in a pressure increment upon natural resources and increased risk of environmental degradation. The coast of the Sate of Pernambuco, is experiencing coastal erosion that has many times being mitigated with the installation of coastal defense structures, as is the case of the beaches of Casa Caiada (Olinda) and Janga (Paulista). Both of these beaches are located along the northern coast of the State of Pernambuco, where series of wave breakers were constructed to contain the erosion process. Costal interventions need to be continuously evaluated and monitored, what also includes surveying the users' perceptions. The present work focused on the evaluation of the hydrological, hydrodynamic, sedimentological and of bathing conditions along the beaches of Casa Caiada and Janga after the implantation of coastal defense structures, as well as the infra-structure and security conditions and the profile and perception of the beach users. The *in situ* survey were carried out in a way to characterize the study areas during raining (June and July/2006) and dry seasons (December/2006 and November/2007). The work included, for both areas, morphobathymetric survey using an ecosounder associated to a GPS system; the obtention of CTD profiles; measurements of the intensity and direction of water currents with a SD30 current meter, besides the collection of water and sediment samples. Hydrologic and hydrodynamic surveys and water sampling for water quality were conducted at 11 stations at Casa Caiada and at 9 stations at Janga with, 30 and 53 sediment sampling sites respectively. Obtained results indicates that the coastal defenses structures installed at the Casa Caiada and Janga beaches contributed to minimize the erosive process, but modified bottom coverage, favoring the deposition of fine sediments particles on the infralittoral, deposition leeward of the wave breakers and of the jetty, as well as the formation of channels were most of the drowning accident occurs. At these beaches, the horizontal and vertical distribution of the variables temperature, salinity and pH were relatively homogeneous. Detected fluctuations being associated to the seasonal cycle (precipitation and wind regimes) that controls the greater or smaller influence of the continental inflows and the tidal regime that propitiates a larger or smaller exchange with the adjacent marine waters. The two studies beaches present low water quality during the raining season, with indices above the limits indicated on the CONAMA resolution 357/05 for saline water of primary contact, but tends to improve significantly during the dry season. The users of the beaches of Casa Caiada and Janga utilize the areas mostly for the practice of exercises and leisure and leaves nearby. At Casa Caiada existent infra-structure, cleaning and security conditions are better. At Janga there is a notorious lack of satisfaction of the users' relative cleaning, security and available beach infrastructure.

Keywords: Coastal defense structures, environmental evaluation, users' perception, Casa Caiada, Janga.

SUMÁRIO

	Pág.
Agradecimentos	I
Resumo	II
Abstract	III
Sumário	IV
Lista de Tabelas	VI
Lista de Figuras	VII
1. Introdução.....	01
2. Estado da Arte.....	02
2.2 Casa Caiada.....	08
2.3 Janga.....	11
3. Objetivos.....	14
3.1 Objetivo Geral.....	14
3.2 Objetivos Específicos.....	14
4. Material e Métodos.....	15
4.1 Áreas de Estudo.....	15
4.1.1 Casa Caiada (Olinda).....	16
4.1.2 Janga (Paulista).....	17
4.2 Trabalhos de Mar.....	19
4.2.1 Levantamento batimétrico da área imersa.....	22
4.2.2 Levantamentos hidrodinâmicos.....	23
4.2.3 Levantamentos hidrológicos.....	24
4.2.4 Caracterização da cobertura sedimentar.....	26
4.2.5 Avaliação do uso, das condições locais e da percepção dos usuários.....	28
5. Resultados e discussão.....	30
5.1 Casa Caiada.....	30
5.1.1 Batimetria.....	30
5.1.2 Hidrodinâmica.....	31
5.1.3 Temperatura.....	36
5.1.4 Salinidade.....	42
5.1.5 Retroespalhamento óptico (OBS).....	46
5.1.6 Amônia.....	50
5.1.7 Nitrito.....	52
5.1.8 Nitrato.....	54
5.1.9 Fosfato.....	56
5.1.10 Silicato.....	58
5.1.11 Teor de oxigênio dissolvido (OD).....	60
5.1.12 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO).....	62
5.1.13 pH.....	64
5.1.14 Material particulado em suspensão (MPS).....	66
5.1.15 Coliformes.....	68
5.1.16 Cobertura sedimentar.....	71
5.1.17 Avaliação do uso, das condições locais e da percepção dos usuários.....	73
5.2 Janga.....	79
5.2.1 Batimetria.....	79
5.2.2 Hidrodinâmica.....	80
5.2.3 Temperatura.....	85

5.2.4 Salinidade.....	90
5.2.5 Retroespalhamento óptico (OBS).....	95
5.2.6 Amônia.....	100
5.2.7 Nitrito.....	102
5.2.8 Nitrato.....	104
5.2.9 Fosfato.....	106
5.2.10 Silicato.....	108
5.2.11 Teor de oxigênio dissolvido (OD).....	110
5.2.12 Demanda bioquímica de oxigênio (DBO).....	112
5.2.13 pH.....	114
5.2.14 Material particulado em suspensão (MPS).....	116
5.2.15 Coliformes.....	118
5.2.16 Cobertura sedimentar.....	120
5.2.17 Avaliação do uso, das condições locais e da percepção dos usuários.....	123
6. Conclusões.....	127
7. Referências bibliográficas.....	128
8. Anexo.....	132

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 Amplitude de maré nos períodos de coleta nas praias de Casa Caiada e do Janga.....	24
Tabela 2 Limites e categoria de balneabilidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000 para praias de recreação de contato primário.....	68
Tabela 3 Resultados das análises para coliformes fecais e totais durante os estágios de PM e BM, no período chuvoso, nas estações de coleta da praia de Casa Caiada.....	69
Tabela 4 Resultados das análises para coliformes fecais e totais durante os estágios de PM e BM, no período de estiagem, nas estações de coleta da praia de Casa Caiada.....	70
Tabela 5 Classe e grau de seleção dos sedimentos na praia de Casa Caiada.....	71
Tabela 6 Resultados das análises para coliformes fecais e totais durante os estágios de PM e BM, no período chuvoso, nas estações de coleta da praia do Janga.....	118
Tabela 7 Resultados das análises para coliformes fecais e totais durante os estágios de PM e BM, no período de estiagem, nas estações de coleta da praia do Janga.....	119
Tabela 8 Classe e grau de seleção dos sedimentos na praia do Janga.....	121

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1	Vista aérea da praia de Casa Caiada (1986)..... 09
Figura 2	Vista aérea da praia de Casa Caiada com a abertura do espigão em destaque (2007)..... 10
Figura 3	Detalhe da abertura do espigão em Casa Caiada (2001)..... 10
Figura 4	Processo erosivo na praia do Janga (1995)..... 12
Figura 5	Vista aérea (S-N) dos quebra-mares semi-submersos construídos no Janga (2003)..... 12
Figura 6	Vista aérea da praia de Casa Caiada (Olinda)..... 17
Figura 7	Vista aérea da praia do Janga (Paulista)..... 18
Figura 8	Esquema com a localização das estações de coleta hidrológica e hidrodinâmica; e saídas da rede coletora de água pluvial em Casa Caiada..... 19
Figura 9	Esquema com a localização das estações e perfis de coleta de sedimento em Casa Caiada..... 20
Figura 10	Esquema com a localização das estações de coleta hidrológica e hidrodinâmica; e saídas da rede coletora de água pluvial no Janga..... 21
Figura 11	Esquema com a localização das estações e perfis de coleta de sedimento no Janga..... 22
Figura 12	Malha empregada no levantamento batimétrico em Casa Caiada (A) e no Janga (B)..... 23
Figura 13	Correntômetro Sensordata SD 30..... 24
Figura 14	CTD SeaBird SB19E..... 25
Figura 15	A) Amostras acondicionadas após a coleta; B) Secagem em temperatura ambiente; C) Secagem na estufa; D) Pesagem de 100g das amostras para realização do peneiramento úmido..... 27
Figura 16	Peneiramento úmido..... 27
Figura 17	A) Agitador de peneiras; B) Balança de precisão..... 28
Figura 18	Mapa batimétrico de Casa Caiada..... 30
Figura 19	Campo das correntes superficiais, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada..... 32
Figura 20	Campo das correntes próximas ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada..... 33
Figura 21	Campo das correntes superficiais, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada..... 34
Figura 22	Campo das correntes próximas ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada..... 35
Figura 23	Distribuição horizontal da temperatura à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada..... 38
Figura 24	Distribuição horizontal da temperatura próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada..... 39
Figura 25	Distribuição horizontal da temperatura à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada..... 40
Figura 26	Distribuição horizontal da temperatura próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada..... 41

Figura 27	Distribuição horizontal da salinidade à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.....	43
Figura 28	Distribuição horizontal da salinidade próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.....	44
Figura 29	Distribuição horizontal da salinidade à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	45
Figura 30	Distribuição horizontal da salinidade próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	45
Figura 31	Distribuição horizontal do OBS à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.....	47
Figura 32	Distribuição horizontal do OBS próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.....	48
Figura 33	Distribuição horizontal do OBS à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	49
Figura 34	Distribuição horizontal do OBS próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	49
Figura 35	Distribuição horizontal de amônia (NH ₃) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	51
Figura 36	Distribuição horizontal de amônia (NH ₃) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	51
Figura 37	Distribuição horizontal de nitrito (NO ₂) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	53
Figura 38	Distribuição horizontal de nitrito (NO ₂) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	53
Figura 39	Distribuição horizontal de nitrato (NO ₃) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	55
Figura 40	Distribuição horizontal de nitrato (NO ₃) à superfície, no período de estiagem verão, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	55
Figura 41	Distribuição horizontal de fosfato (PO ₄) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	57
Figura 42	Distribuição horizontal de fosfato (PO ₄) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	57
Figura 43	Distribuição horizontal de silicato (SiO ₂) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	59
Figura 44	Distribuição horizontal de silicato (SO ₄) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	59
Figura 45	Distribuição horizontal do teor de oxigênio dissolvido (OD) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	61
Figura 46	Distribuição horizontal do teor de oxigênio dissolvido (OD) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	61
Figura 47	Distribuição horizontal da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	63

Figura 48	Distribuição horizontal da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	63
Figura 49	Distribuição horizontal do pH à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	65
Figura 50	Distribuição horizontal do pH à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	65
Figura 51	Distribuição horizontal do material particulado em suspensão (MPS) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	67
Figura 52	Distribuição horizontal do material particulado em suspensão (MPS) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.....	67
Figura 53	Distribuição dos sedimentos nas frações cascalho, areia e argila/silte nas estações de coleta da praia de Casa Caiada.....	72
Figura 54	Detalhe da “prainha” localizada no 1º quebra-mar da praia de Casa Caiada (2006).....	73
Figura 55	Área preferida pelos banhistas da praia de Casa Caiada (2006).....	73
Figura 56	Lixeiros colocados na praia e funcionários da limpeza pública ao fundo (2006).....	74
Figura 57	Perfil dos usuários da praia de Casa Caiada.....	75
Figura 58	Percepção dos usuários em relação à praia de Casa Caiada.....	76
Figura 59	Salva-vidas indo ao encontro de um acidentado na área entre o 2º e 3º quebra-mares da (2006).....	78
Figura 60	Mapa batimétrico do Janga.....	79
Figura 61	Campo das correntes superficiais, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	81
Figura 62	Campo das correntes próximas ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	82
Figura 63	Campo das correntes superficiais, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	83
Figura 64	Campo das correntes próximas ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	84
Figura 65	Distribuição horizontal da temperatura à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	86
Figura 66	Distribuição horizontal da temperatura próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	87
Figura 67	Distribuição horizontal da temperatura à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	88
Figura 68	Distribuição horizontal da temperatura próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	89
Figura 69	Distribuição horizontal da salinidade à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	91
Figura 70	Distribuição horizontal da salinidade próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	92

Figura 71	Distribuição horizontal da salinidade à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	93
Figura 72	Distribuição horizontal da salinidade próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	94
Figura 73	Distribuição horizontal do OBS à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	96
Figura 74	Distribuição horizontal do OBS próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	97
Figura 75	Distribuição horizontal do OBS à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	98
Figura 76	Distribuição horizontal do OBS próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.....	99
Figura 77	Distribuição horizontal de amônia (NH ₃) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	101
Figura 78	Distribuição horizontal de amônia (NH ₃) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	101
Figura 79	Distribuição horizontal de nitrito (NO ₂) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	103
Figura 80	Distribuição horizontal de nitrito (NO ₂) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	103
Figura 81	Distribuição horizontal de nitrato (NO ₃) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	105
Figura 82	Distribuição horizontal de nitrato (NO ₃) à superfície no período de estiagem para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	105
Figura 83	Distribuição horizontal de fosfato (PO ₄) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	107
Figura 84	Distribuição horizontal de fosfato (PO ₄) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	107
Figura 85	Distribuição horizontal de silicato (SiO ₂) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	109
Figura 86	Distribuição horizontal de silicato (SiO ₂) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	109
Figura 87	Distribuição horizontal do teor de oxigênio dissolvido (OD) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	111
Figura 88	Distribuição horizontal do teor de oxigênio dissolvido (OD) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	111
Figura 89	Distribuição horizontal da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	113
Figura 90	Distribuição horizontal da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	113
Figura 91	Distribuição horizontal do pH à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	115

Figura 92	Distribuição horizontal do pH à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	115
Figura 93	Distribuição horizontal do material particulado em suspensão (MPS) à superfície, no período chuvoso para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga....	117
Figura 94	Distribuição horizontal do material particulado em suspensão (MPS) à superfície no período de estiagem para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.....	117
Figura 95	Distribuição dos sedimentos nas frações cascalho, areia e argila/silte nas estações de coleta da praia do Janga.....	122
Figura 96	Locais preferenciais pelos banhistas da praia do Janga (2007).....	123
Figura 97	Banco de cimento no calçadão, sem condição de uso (2007).....	123
Figura 98	Saída da rede coletora de águas pluviais, próxima à estação 9, no Janga (2006).....	124
Figura 99	Perfil dos usuários da praia do Janga.....	125
Figura 100	Percepção dos usuários em relação à praia do Janga.....	126

1. Introdução

A área costeira é uma faixa de contato entre o continente e o oceano, formada por terras emersas e submersas, onde atuam processos terrestres, oceânicos e atmosféricos, responsáveis pela constante mudança nesta região (Kay *et al* In Souza & Costa, 2003; Angulo, 2004).

Essas áreas despertam interesses sócio-econômicos nos mais variados setores (Kline & Swallow In Pinheiro *et al*, 2003), incluindo dentre outros, os da agricultura, da pesca, da navegação, de atividades industriais e do turismo. Este último, sendo o setor da economia que atualmente apresenta maior crescimento e, em termos mundiais, é considerado como a principal atividade econômica. Alvo do foco desses múltiplos interesses, a zona costeira é uma região que apresenta uma alta densidade populacional no mundo (Dias, 2003; Pereira *et al*, 2007). Cerca de 60% da população mundial vive a menos de 100 km do mar, causando a intensificação dos serviços e infra-estrutura urbana com o comprometimento da qualidade de vida dos usuários e perda da qualidade da praia (Pinheiro *et al*, 2003; Rodrigues & Maia, 2003). A tendência mundial de crescimento populacional e de ocupação por cidades na zona costeira (Hsu *et al.*, 2008) é também verificada no Brasil.

Ademais da pressão de ocupação, a grande maioria das zonas costeiras atuais, experimenta problemas de erosão. Não raro, obras rígidas são construídas ao longo das áreas costeiras, para sua proteção e defesa ou ainda visando melhoraria das condições dessas áreas. Em função do estado em que se encontra o local, a necessidade de execução destas obras pode ser imperativa (Veiga *et al.*, 2007) e demandar ações emergenciais, embora resultem em muitos casos em alteração das características e do padrão de circulação de suas águas e de deposição de sedimentos.

Assim, as intervenções realizadas em áreas costeiras necessitam de avaliação técnica e monitoramento contínuo, bem como o levantamento sobre a percepção dos usuários, para permitir adequar, manter, ou mesmo aprimorar sua eficácia, minimizar custos operacionais e impactos ao meio ambiente.

2. Estado da Arte

A área costeira, em particular a zona de interação entre a terra e o mar, constitui um sistema geo-ecológico frágil e vulnerável (Lorenzo *et al.*, 2007). Este é um dos locais mais importante e extensamente ocupado pelo homem por possuir condições favoráveis ao seu assentamento (Lorenzo *et al.*, 2007; Hsu *et al.*, 2008).

A ocupação urbana na zona costeira é complexa, diversificada e gera uma série de impactos que vão desde a intensificação de serviços e infra-estrutura até a alteração das propriedades físicas e naturais, e até a degradação do meio ambiente, quando ocorre uma ocupação não planejada do ecossistema costeiro (dunas, mangues, estuários etc.) (Rodrigues & Maia, 2003; Angulo, 2004). A exemplo disso, Gu & Wong (2008) citam o rápido desenvolvimento de indústrias marinhas, na China, que resultou na competição por recursos marinhos e na deterioração do ambiente costeiro. Na costa sudeste da Flórida novos prejuízos para a praia têm sido constatados, em resposta ao aumento da densidade populacional, nesta área (Finkl & Krupa, 2003); sendo assim faz-se necessária a realização de intervenções, de diversos tipos, como a abertura de portos para ampliar o comércio, instalação de marinas e áreas recreativas para a população, obras de proteção da costa, entre outros. Este efeito cumulativo resultante do crescimento populacional e do desenvolvimento provoca taxas cada vez maiores de degradação ambiental (CNIO, 1998) e muitas delas associadas à descarga de águas subterrâneas e/ou residuais que provocam danos, tais como: diminuição da qualidade da água, diminuição da diversidade de espécies nos ambientes recifais, aumento no crescimento de colônias de algas nos recifes, perda da cobertura de corais nos ecossistemas recifais, explosão das espécies que se utilizam do aumento de nutrientes das águas costeiras para o seu crescimento (LaPointe & Clark e SFWMD *In* Finkl & Krupa, 2003).

Em Pernambuco, a ampliação do Porto do Recife, através da construção de um molhe de proteção de sua baía portuária, tem sido apontada como a principal causa responsável pelo desencadeamento do processo erosivo no município de Olinda (Pereira *et al.*, 1996). Posteriormente, causas naturais e ações antrópicas na área, contribuíram para seu agravamento. Dentre elas, pode-se citar o aterro indiscriminado de manguezais, a construção de edificações sobre as dunas frontais e zona de pós-praia, as obras

portuárias, a construção de espigões e quebra-mares (Pereira *et al*, op cit) e ainda a elevação do nível médio do mar e alterações do regime dos ventos resultante do aquecimento global.

Mudanças nas condições dos sistemas naturais têm um impacto direto na função dos ecossistemas que o homem depende para sua saúde, serviços e crescimento econômico (Bowen & Riley, 2003). Ainda segundo esses autores, impactos são discretas modificações na medida dos benefícios sociais ligados aos valores ambientais, tais como perda dos valores da praia recreacional para banho, ou perda nos valores comerciais da pesca devido à contaminantes. Já de acordo com a Resolução CONAMA (001/1986), impacto ambiental é “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas”.

Efeitos de mitigação e de defesa costeira incluem a redução dos danos ou a prevenção da destruição das propriedades costeiras e culturais; redução da intrusão de salinidade; restauração ou preservação de habitats e locais recreacionais (Palomé *et al.*, 2005), pois a manutenção dos atrativos naturais é de extrema importância na relação entre os visitantes/usuários e da qualidade ambiental (Silva *et al.*, 2008).

A principal variável indutora dos processos costeiros de curto e médio prazo é o clima de ondas, responsável pelo transporte nos sentido longitudinal e transversal à linha de costa (Muehe *In* Tessler & Goya, 2005). A energia das ondas, a intensidade e recorrência de tempestades são os fatores que comandam a dinâmica dos processos de erosão e acúmulo na interface entre o continente e o oceano (Tessler & Goya, 2005).

Os ventos fornecem energia às ondas, e através dos oceanos, descarregam-na nas zonas costeiras, constituindo-se no principal ator da erosão. As ondas geram diversos tipos de correntes e diferentes padrões de transporte de sedimentos e dissipam as enormes quantidades de energia trazidas pela ondulação oceânica nas zonas de arrebatção, surfe e espraiamento (Lira, 1997). Em condições de alta energia, as ondas erodem a praia, retirando deste ambiente a areia que se deposita em bancos construídos sob a zona de arrebatção (Lima *In* Costa, 2002).

A partir do momento em que processos como a erosão costeira se torna um problema crítico para áreas urbanizadas, faz-se necessária a intervenção humana, através de ações e medidas (Silva *et al.* 2006), voltados para a redução da energia da onda que incide nessas áreas e remove seus sedimentos e que facilitem o aporte e acúmulo de sedimentos em locais que apresentem balanço sedimentar negativo e conseqüente recuo da linha de costa, e/ou voltados para impedir a perda de sedimentos do continente para o oceano (Toldo Jr., com. pess.) e assim possibilitem o restabelecimento do equilíbrio da praia, com águas calmas e sem perda de sedimento (Hsu *et al.*, 2008).

Atendendo a esta necessidade são realizadas obras costeiras que, quando bem projetadas, não só protegem a costa, mas também podem criar ambientes de praia onde os mesmos não ocorrem naturalmente. Em contrapartida, quando mal projetadas, além de não promoverem respostas na linha de costa, podem ainda desencadear processos erosivos nas áreas adjacentes. Estas obras e ações podem ser não estruturais ou estruturais. As formas não estruturais de proteção de costa, também ditas métodos *softs*, incluem o plantio de espécies vegetais nativas para fixação de dunas e a drenagem do lençol freático que aflora no pós-praia, entre outros. Já os métodos estruturais ou rígidos, utilizam diversos tipos de obras/estruturas costeiras, de fora isolada ou combinada, em função dos objetivos e das características da área a ser protegida. As formas estruturais mais usuais incluem diques, muros de contenção, enrocamentos, molhes, espigões, recifes artificiais, revestimentos e quebra mares, além da alimentação artificial de praias (Toldo Jr., com. pess.).

É bastante comum encontrar como solução de engenharia direcionada para a minimização de processos erosivos pré-existentes, ou mesmo para alargar áreas de praias para fins turísticos, a utilização de pequenos espigões formados por blocos rochosos (obras rígidas) construídos perpendicularmente à face praial. Este tipo de obra é frequentemente encontrada ao longo de quase todo o litoral brasileiro, como por exemplo, em Caraguatatuba (SP) (Tessler & Goya, 2005) e ao logo do litoral Olindense.

Os fatores que afetam a diminuição da linha costeira, e propiciam o processo erosivo, são divididos em duas categorias principais: naturais e induzidas pelo homem (Gillie *In* Hsu *et al.*, 2007; Viles & Spencer *In* Lorenzo *et al.*, 2007). As causas naturais

incluem dinâmica de praia em curto prazo, evolução da linha de costa ao longo do tempo, aumento do nível do mar, alteração no regime de ondas, e catástrofes na zona costeira - associados aos ciclos climáticos. As causas induzidas pelo homem incluem a mineração de areia no leito de rios e praias, construção de estruturas costeiras, recuperação da praia e deposição de terra induzida pelo homem (Tessler & Goya, 2005; Hsu *et al.*, 2008).

A costa gaúcha apresenta um exemplo de obra rígida que alterou a deriva litorânea em um trecho específico, são os molhes construídos na desembocadura da Laguna dos Patos a fim de facilitar a navegação de entrada e saída da Laguna (Tessler & Goya, 2005). Outro exemplo é encontrado em Arraial do Cabo (RJ) que também passou pelo processo de construção de obras de contenção (quebra-mares) em Porto do Forno - visando uma maior proteção para os navios e barcos atracados ou fundeados do interior da Enseada dos Anjos. Porém, estas estruturas somadas à construção do porto alteraram, de forma irreversível, a paisagem da enseada e os processos morfodinâmicos, resultando na necessidade e construção de um enrocamento para proteção da erosão costeira resultante (Savi, 2007). No Balneário do Pontal do Sul (sul do Brasil) foi realizada a fixação da desembocadura do canal do Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) através de molhes de contenção e o seu aprofundamento, para facilitar o acesso aos barcos de travessia de passageiros ao Pontal do Sul – Ilha do Mel, visando o aumento do turismo no local. Porém, esta obra alterou significativamente a dinâmica trazendo outros problemas ao local, como a necessidade de aumentar o calado para a passagem de barcos maiores e com isso, o aumento do déficit de sedimento e acelerando o processo erosivo (Veiga *et al.*, 2007).

Alguns exemplos típicos de erosão costeira em Taiwan são provenientes de impactos causados pela atividade humana, tais como a construção de portos e pontos de pesca, recuperação de terrenos por parques industriais, mineração de areia do leito de rios, construção de reservatórios ou barragens, extração de águas subterrâneas para atividades voltadas à aquicultura, são algumas ações antrópicas que podem ter efeito direto ou indireto nas mudanças costeiras (Hsu *et al.*, 2008). A construção de um reservatório no rio Tseng é um exemplo que resultou na erosão costeira na foz em Taiwan (Hsu *et al.*, 2008).

A costa do mar Báltico, em decorrência de ser uma área densamente povoada e ter passado por problemas costeiros, atualmente é protegida por diques somando 560 km (ou 27% da costa); já o Mar do Norte, por outro lado, possui 1340 km (ou 85%) de extensão da costa com proteção de diques. Em toda a Alemanha, 1900 km (que correspondem a 52% de costa), são protegidos por diques, dunas ou outras construções (Sterr, 2008).

Normerven, na Holanda, é uma área natural marinha formada por uma planície lamosa estabelecida ao longo de uma área protegida por diques. Devido às ações antrópicas, a faixa de areia de Normerven foi reduzida, tornando-se uma estreita faixa de terras somente em frente ao dique; porém foi realizado um processo de restauração da praia, alcançado através de engordamento da área ocupada por sedimento lamoso e construção de duas estruturas rígidas, além do dique, para evitar o processo erosivo. As estruturas são baixas, ficando expostas apenas em algumas marés durante o inverno, mas têm também o propósito de manter as condições adequadas para a nidificação de aves marinhas (Palomé *et al.*, 2005). Este autor cita ainda pesquisas realizadas na Itália que mostram a preocupação dos visitantes e usuários desta área costeira com o meio ambiente e, por isso, são a favor de projetos voltados à proteção de costa contra erosão e enchentes.

A intervenção humana é importante, não só no que diz respeito ao grau de ocupação ou desenvolvimento urbano, mas também relacionada ao nível de interferência, sua adequação, conveniência e localização propriamente dita (Lorenzo *et al.*, 2007).

No litoral pernambucano são encontradas obras destinadas à proteção costeira, tais como espigões e quebra-mares.

Os espigões são estruturas formadas por grandes blocos de pedras que se estendem perpendicularmente à costa, geralmente são construídos em grupos, chamados sistemas de espigões, no qual seu principal propósito é reter a areia, alimentando os compartimentos de praia entre eles. Inicialmente estas estruturas interrompem o transporte, pela deriva litorânea, ao longo da costa e após, fornecem medidas de controle adequadas onde se deseja reconstituir a praia. São, geralmente, construídos

com um corpo reto, embora sejam encontradas formas em zig-zag, algumas com pontas em forma de Y, T e L, podem ser também usadas. O movimento de material sedimentar ao longo da costa, dentro do sistema de espigões, é controlado através da redução na intensidade das correntes litorâneas, devido à obstrução que o espigão cria e à reorientação da face praial, dentro de compartimentos dos espigões (Lira, 1997).

Estas estruturas são utilizadas em praias de diversos países, como por exemplo, South Island (Singapura), Larvotto (Mônaco), Shirarahama (Japão), oeste da Austrália; com diversos propósitos específicos, mas todos eles voltados para a proteção das praias (Hsu *et al.*, 2008).

Os quebra-mares são estruturas de pequena dimensão, construídas paralelamente à linha de costa e não conectadas à mesma, normalmente instaladas a pequenas profundidades. O principal objetivo é prevenir ou minimizar os efeitos da erosão costeira por meio da redução da energia de ondas incidentes na costa, promovendo a sedimentação e o crescimento das praias (Burchartch & Hughes, 2001).

A construção de quebra-mares faz com que a energia de ondas seja refletida e dissipada, criando uma zona de sombra (segmento da costa abrigado/ protegido pela construção). O material oriundo do transporte litorâneo fica aí depositado, visto que encontra uma área de baixa energia. Os quebra-mares fixos são na maior parte econômicos, quando a declividade é suave e o nível de maré alta é menor do que aproximadamente 1,3 m de profundidade. Se a água na maré alta for mais profunda que 1,3 m, o quebra-mar fixo precisará ser construído tão alto que seu custo certamente será vetado. Quebra-mares flutuantes podem ajustar-se para marés mais altas, mas eles são eficientes apenas contra ondas de curto comprimento. Quando os quebra-mares estão conectados a terra, a eliminação da ação da onda reduz o transporte litorâneo, obstruindo a livre passagem da areia ao longo da costa, destruindo, desta forma, as praias situadas na direção da deriva. (Lira, 1997).

As praias de Casa Caiada e do Janga são duas áreas do litoral norte Pernambucano, onde obras de proteção de costa foram edificadas para conter o processo erosivo. Um histórico das intervenções e estudos realizados em cada uma dessas áreas é apresentado em seguida:

2.1 Casa Caiada

Os problemas ambientais nas praias de Olinda, entre elas Casa Caiada, tiveram início em 1909, como consequência da ampliação do Porto do Recife (Quebra-mar *In Pereira et al.*, 2003a). Inicialmente, as intervenções tiveram como objetivo proteger o Porto do Recife das ações causadas pelas ondas, prolongando o quebra-mar natural com a construção de recifes paralelos à costa, atingindo 4 km de extensão (*Carneiro et al.*, 2003).

Os primeiros estudos em Olinda tiveram início em 1953 através de uma solicitação do Ministério da Marinha ao “Laboratoire Dauphinois d’Hydraulique Neyrpic” (Grenoble, França) para elaboração de uma proposta voltada ao estudo da viabilidade de construção da Base Naval do Recife (*Carneiro et al.*, 2003).

Os estudos com o objetivo de defesa das praias no município de Olinda tiveram início a partir do ano de 1954, com as primeiras obras de proteção de costa vindo a sendo iniciadas em 1959 e concluídas em 1962. Dentre as obras efetivadas, incluem-se muros de concreto, dois quebra-mares semi-fechados e três espigões pequenos e perpendiculares às praias dos Milagres, Carmo e Farol (*Pereira et al.*, 2007).

Em 1977, o Governo do Estado de Pernambuco, através da EMOPER, assinou um contrato com a Empresa de Portos do Brasil S.A. – PORTOBRÁS para a elaboração de um projeto visando à proteção das praias de Casa Caiada e Rio Doce, uma vez que o processo erosivo vinha destruindo e danificando rapidamente as praias e algumas benfeitorias. Outros cinco quebra-mares foram construídos entre as décadas de 70 e 80. No fim da década de 80 (Fig. 1), o problema de erosão foi transferido para o norte da praia de Rio Doce (*Pereira*, 1998; *Pereira et al.*, 2007).

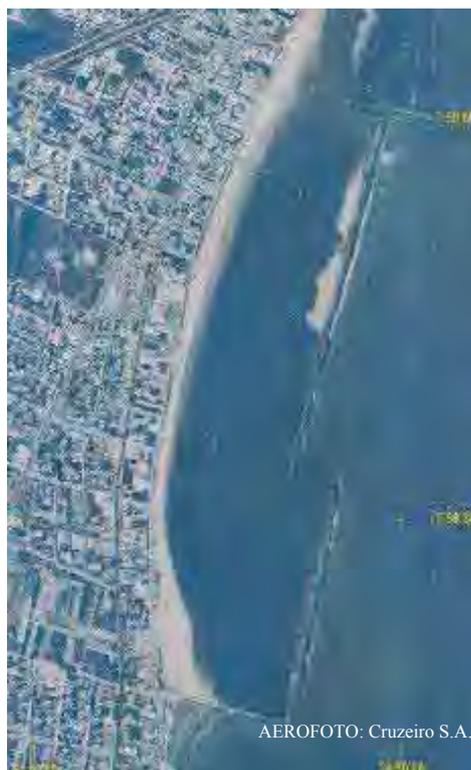


Fig. 1 – Vista aérea da praia de Casa Caiada (1986)

Em 2000, algumas obras foram realizadas na praia de Casa Caiada, como alimentação artificial e abertura de parte do espigão (Fig. 2 e 3) (o qual deveria ter sido completamente retirado logo após o término da construção dos quebra-mares) para aumentar a circulação na zona abrigada (Fisner, 2004). Em 2003 foram iniciadas obras de revitalização da orla (iluminação, telefones públicos, cestos de lixo, chuveiros públicos) (Pereira *et al*, 2007).



Fig. 2 - Vista aérea da praia de Casa Caiada com a abertura do espigão em destaque (2007)

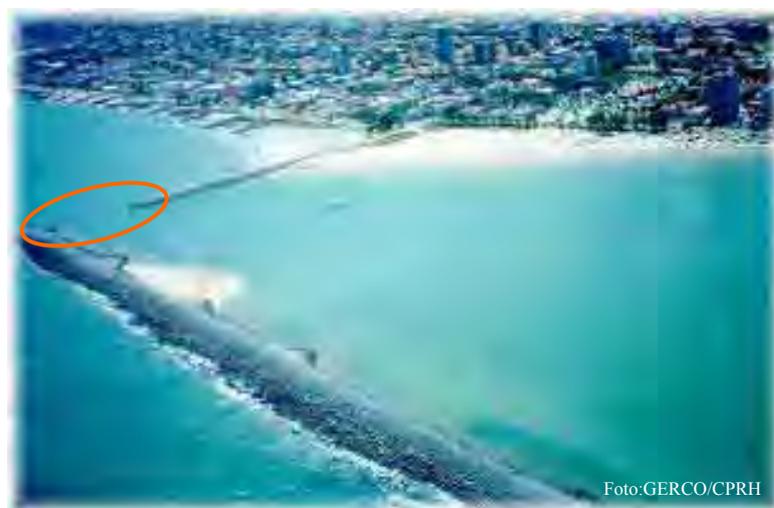


Fig. 3 - Detalhe da abertura do espigão em Casa Caiada (2001)

2.2 Janga

O avanço do mar não ficou restrito ao município de Olinda, tendo também atingido o município de Paulista, gerando a necessidade e execução de várias obras de contenção. Ao longo do litoral Pernambucano, os problemas de erosão geralmente são transferidos de sul para norte, à medida que novas intervenções costeiras são realizadas e o fluxo de sedimento suprido pela deriva litorânea prioritariamente S-N é reduzido ou bloqueado (Pereira *et al*, 2007).

O processo de transferência da erosão do município de Olinda atingiu o município de Paulista na década de 80. Isto ocorreu, provavelmente devido à construção do guia-corrente na face do rio Doce (divisa entre os dois municípios) (Costa, 2002).

No início dos anos 90, a situação ao longo do litoral do município de Paulista foi considerada catastrófica (Fig. 4) e para isto, a prefeitura de Paulista (em 1995) solicitou ao INPH, um projeto para a execução de obras de proteção de costa. Foram construídos quebra-mares semi-submersos, sendo as obras concluídas em 2001 (Costa, 2002).

Com o processo erosivo instalado no litoral do município de Paulista, como prosseguimento do que ocorreu em Olinda, foram sendo gradualmente implantadas várias medidas de proteção costeira (como a construção de novos quebra-mares semi-submersos) (Fig. 5), tendo como consequência, o agravamento da erosão (Lira, 1997; CDRJ/CPRH *In* Pereira *et al*, 2007).



Fig. 4 – Processo erosivo na praia do Janga (1995)



Fig. 5 - Vista aérea (S-N) dos quebra-mares semi-submersos construídos no Janga (2003)

Nas praias adjacentes foram desenvolvidos trabalhos pela equipe do Laboratório de Oceanografia Geológica (LABOGEO-UFPE) com o objetivo de reconstruir a linha de costa, através de perfis topográficos e assim, entender os processos naturais que comandaram a história geológica recente, bem como diagnosticar suas tendências e vulnerabilidades. Até o presente momento, foi apresentada uma monografia de Graduação, intitulada “Monitoramento da morfologia e sedimentologia das praias de Casa Caiada e Rio Doce, Olinda – PE” e uma dissertação de Mestrado, cujas autoras são Mirella Borba e Patrícia Mesquita Pontes, respectivamente.

Atualmente está sendo executado o projeto de Monitoramento Ambiental Integrado da Erosão Costeira (MAI - Erosão Costeira) que abrange as praias da região metropolitana do Estado de Pernambuco. Este projeto tem como objetivos a produção do conhecimento técnico-científico das condições físicas, oceanográficas, geológicas e ambientais com o propósito de estabelecer índices e critérios de estabilidade/vulnerabilidade, de forma a reduzir os impactos no ambiente costeiro, através de medidas preventivas, corretivas e de controle ambiental; além da implantação de um monitoramento ambiental da erosão costeira, em escala regional e disponibilizar dados e informações. Para a execução deste projeto o comitê técnico-científico é formada por membros da UFPE, UFRGS, CPRH e CONDEPE/FIDEM, ainda conta com o apoio das prefeituras de Olinda, Paulista, Recife, e Jaboatão dos Guararapes, órgãos estaduais: CPRH e CONDEPE/FIDEM, além de outros órgãos de colaboração externa.

3. Objetivos

3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho teve por objetivo geral avaliar as condições ecológicas, hidrológicas, hidrodinâmicas e de balneabilidade ao longo dos trechos das praias de Casa Caiada (Olinda) e Janga (Paulista) que receberam obras de proteção de costa, bem como levantar as condições de infra-estrutura e segurança dessas áreas, o perfil e a percepção de seus usuários.

3.2 Objetivos Específicos

Mais especificamente, o presente trabalho objetivou:

- Avaliar o padrão de circulação das águas superficiais e próximas ao fundo ao longo das praias de Casa Caiada e do Janga, identificar a sua variabilidade ao longo de um ciclo de maré, e em escala sazonal;
- Investigar a distribuição horizontal dos nutrientes - amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato; teor de oxigênio dissolvido; demanda bioquímica de oxigênio; pH e concentração de sólidos totais em suspensão; bem como a distribuição vertical e horizontal da salinidade, temperatura, e da capacidade de retroespalhamento óptico, e assim, conhecer a qualidade da água ao longo das praias de Casa Caiada e do Janga e sua relação com as condições para a biota e para o público usuário destas áreas;
- Investigar a qualidade das águas ao longo das praias de Casa Caiada e do Janga e níveis de contaminação por coliformes fecais e totais;
- Caracterizar a cobertura sedimentar, utilizando análises granulométricas e, avaliar com base em estudos pretéritos, se houveram modificações no local, e neste caso, se as mesmas estiveram relacionadas com alterações do padrão de circulação;
- Avaliar as condições de infra-estrutura disponível, limpeza urbana das praias, áreas principais de concentração dos banhistas, principal uso que os freqüentadores fazem da área;
- Conhecer o perfil dos usuários bem como seu ponto de vista e reivindicações em relação à situação em que se encontra a praia que freqüentam.

4. Material e Métodos

4.1 Áreas de estudo

O Estado de Pernambuco apresenta um clima com sazonalidade marcada por duas estações bem definidas: uma de estiagem (de setembro a fevereiro) e outra chuvosa (de março a agosto). A estação de estiagem é caracterizada por uma pluviosidade média de 100-120 mm, alta insolação (maior que 250 h/mês) e temperatura superior a 28 °C. A estação chuvosa caracteriza-se pela ocorrência de chuvas (em média 600 mm), diminuição da insolação e taxa de evaporação, temperaturas até um mínimo de 17 °C (Pereira *et al.*, 2003c). De acordo com o sistema de Classificação de Köppen, o clima é tropical úmido, do tipo As' ou pseudo-tropical (Pereira, 1998; CPRH, 2001).

Na região predominam os ventos alísios, com velocidades médias entre 2,0 e 4,0 m.s⁻¹, principalmente os de SE, no período de fevereiro a setembro; e os de E-NE, de outubro a dezembro (Ratisbona *In* Pereira, 1998).

Refletindo a ação do clima sobre os demais componentes do meio físico o tipo de solo do litoral Pernambucano varia desde arenoso – predominante e localizado nos terraços litorâneos - até os de textura argilosa que recobrem os morros e colinas situadas a oeste da Planície Costeira, e constituem uma associação Latossolo Vermelho Amarelo e Podzólico Vermelho Amarelo. Estes últimos solos ocupam a maior parte do Estado e são oriundos da decomposição de rochas cristalinas (granitos e gnaises) bem como sedimento argilo-arenosos das Formações Barreiras e Cabo (CPRH, 2003).

A Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco-Paraíba é integrada pelas formações Barreiras, Beberibe, Gramame e Maria Farinha, cuja seqüência estratigráfica vai do Cretáceo ao Pleistoceno. A Formação Barreiras é constituída por sedimentos areno-argilosos não consolidados e de origem continental. Em dois trechos de Paulista, os depósitos da Formação Barreiras se sobrepõem aos da Formação Maria Farinha (CPRH, 2001).

A zona costeira de Pernambuco estende-se do município de Goiana, ao norte (limite com o Estado da Paraíba) até o município de São José da Coroa Grande, ao sul

(na divisa com o Estado de Alagoas). Corresponde a uma extensão de 187 km (4.477,8 km²) e abrange vinte e um municípios, constituindo-se no mais importante aglomerado populacional do Estado, abrigando uma população residente de 3.545.593 habitantes e densidade demográfica de 797,16 (hab.km⁻²), ou seja, 44% da população (CPRH, 2001; CPRH, 2003).

À exceção do promontório de Santo Agostinho, no litoral Sul, de Barra de Catuama e de Pontas de Pedras, ao norte, a costa pernambucana apresenta-se baixa, chegando a atingir em vários pontos, cotas inferiores ao nível do mar. Essa região costeira apresenta uma multiplicidade de ecossistemas bastante produtivos, incluindo planícies cobertas por coqueirais, remanescentes de Mata Atlântica, estuários com extensos manguezais, recifes de arenito, coroa, ilhas e restingas (CPRH, 2003).

4.1.1 Casa Caiada (Olinda)

O município de Olinda está localizado ao Norte da cidade do Recife, à Leste do Oceano Atlântico e ao Sul do município de Paulista. Ocupa uma área de 40,83 km², sendo 10,4 km² tombados desde 1982 como Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO, devido à sua importância paisagística, cultural e histórica (Pereira *et al*, 2003c; Pereira *et al*, 2007).

A maior parte da economia está voltada ao turismo, porém a pesca e o lazer também são algumas das atividades encontradas desde o começo de 1970 (Pereira *et al*, 2003a; Pereira *et al*, 2003c).

Ao longo da orla de Olinda observam-se diversas obras de contenção e, para que estas obras fossem realizadas, por quase quatro décadas houve desmatamento de porções remanescentes de mangue, contaminação de águas marinhas e de rios, e uso intenso dos recursos naturais. Estes fatores resultaram no desaparecimento de alguns trechos da orla e na perda das características originais das praias (Araújo *et al*, 2003; Pereira *et al*, 2003b; Pereira *et al*, 2005).

A praia de Casa Caiada (Fig. 6) (7° 58' 45" e 7° 59' 40" S e 34° 50' 00" e 34° 50' 20" W) está localizada ao norte do município de Olinda e compreende uma faixa

litorânea de aproximadamente 2 km (Pereira, 1998).

No litoral de Casa Caiada foram construídos três quebra-mares paralelos à linha de costa e em diversos trechos, foram construídos sobre recifes de arenito já existentes, e localizados no infralitoral.

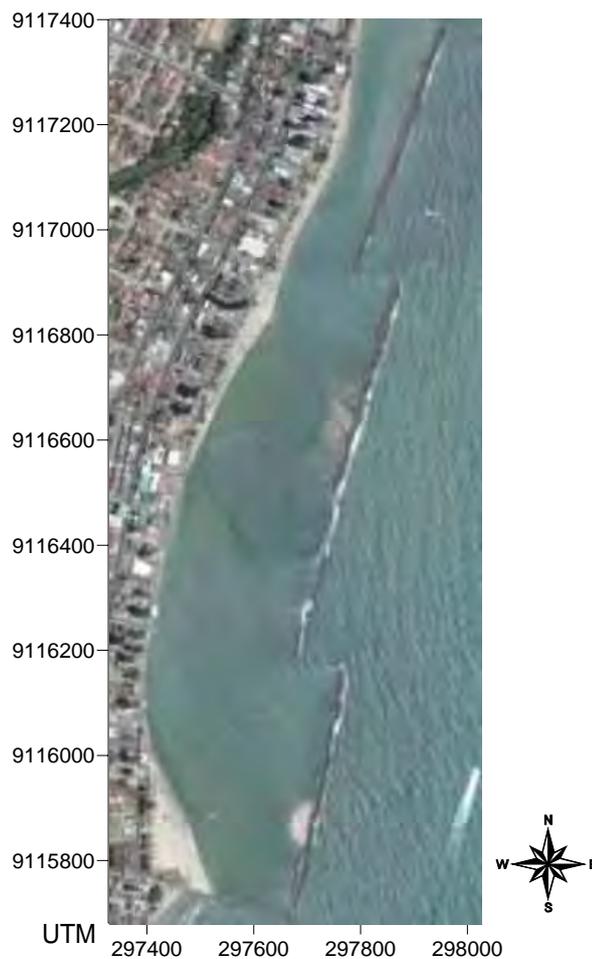


Fig. 6 – Vista aérea da praia de Casa Caiada (Olinda)

4.1.2 Janga (Paulista)

O município de Paulista está localizado ao Norte da praia de Rio Doce (Olinda); à Leste do Oceano Atlântico e ao Sul da Barra de Pau Amarelo (Paulista) e compreende uma extensão total de 15 km.

A praia do Janga (Fig. 7) está situada no município de Paulista (7° 50' 24" e 7° 57' 40" S e 34° 48' 30" W) e com aproximadamente 4km de extensão (Manso, 2000). Assim como nas praias de Casa Caiada e Rio Doce (Olinda) o processo erosivo se repete ao longo das praias situadas ao norte de Pernambuco, atingindo também as praias do Janga, Pau Amarelo e Maria Farinha (Schuler *et al*, 2004). No Janga foram construídos quebra-mares paralelos à linha de costa para conter a erosão.

Os problemas ambientais encontrados no Janga são similares aos de Casa Caiada. Atualmente, existem 9 quebra-mares na praia do Janga, e a área de estudo investigada no presente trabalho corresponde ao trecho entre os quebra-mares 5 e 9 (no sentido S-N).



Fig. 7 – Vista aérea da praia do Janga (Paulista)

4.2 Trabalhos de Mar

Os levantamentos *in situ* foram realizados de forma a caracterizar as áreas de estudo nos períodos chuvoso (junho e julho/2006) e de estiagem (dezembro/2006 e novembro/2007).

Na praia de Casa Caiada, as amostragens e levantamentos hidrodinâmicos, hidrológicos foram realizadas em 11 estações de coletas (Fig. 8); as amostras de sedimento foram coletadas em 30 estações (Fig. 9).

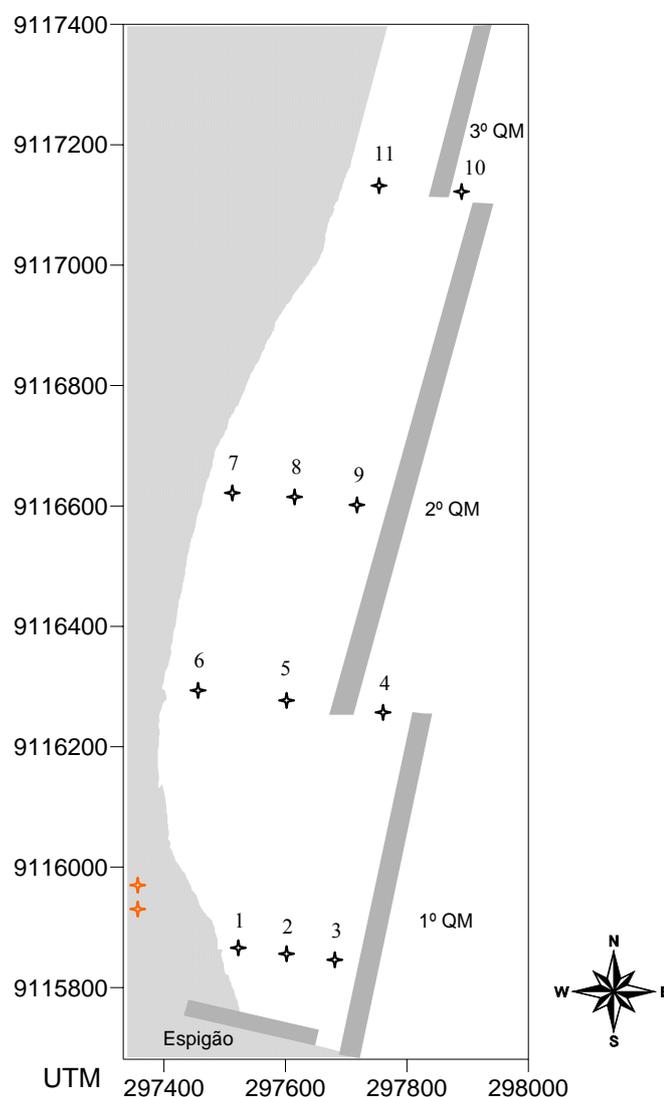


Fig. 8 – Esquema com a localização das estações de coleta hidrológica e hidrodinâmica (✚); e saídas da rede coletora de água pluvial (✚) em Casa Caiada.

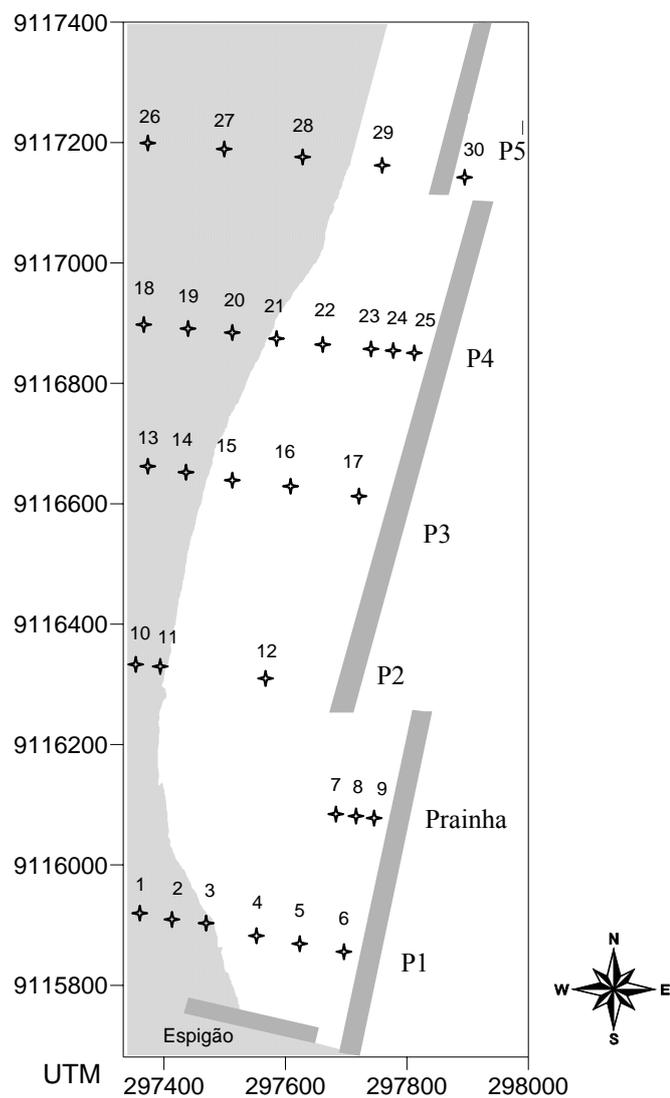


Fig. 9 – Esquema com a localização das estações e perfis de coleta de sedimento em Casa Caiada.

Na praia do Janga, as amostragens e levantamentos hidrodinâmicos e hidrológicos foram realizados em 9 estações de coletas (Fig. 10); amostras de sedimento, foram coletadas em 53 estações (Fig. 11).

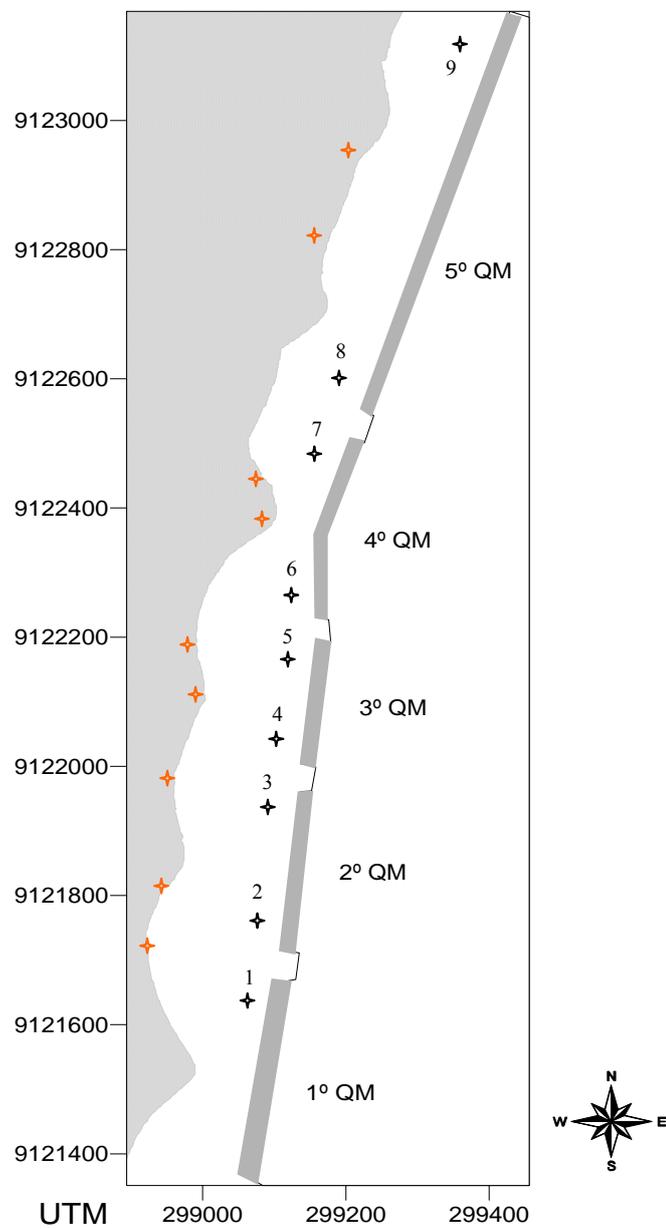


Fig. 10 – Esquema com a localização das estações de coleta hidrológica e hidrodinâmica (✚); e saídas da rede coletora de água pluvial (✚) no Janga.

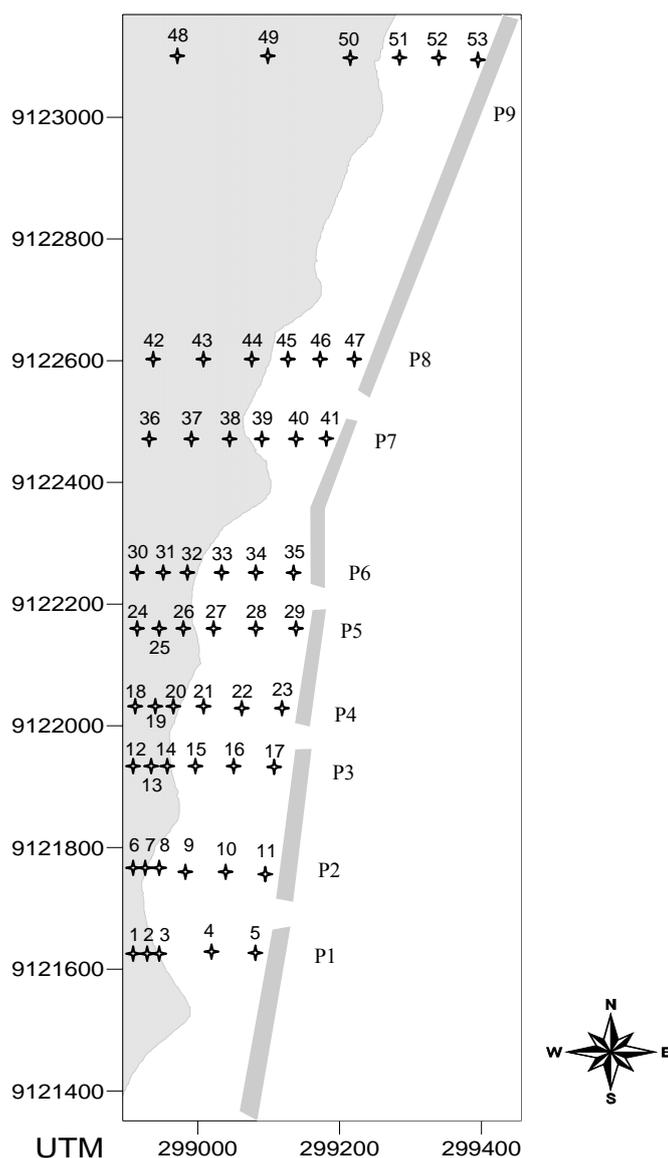


Fig. 11 – Esquema com a localização das estações e perfis de coleta de sedimento no Janga.

4.2.1 Levantamento batimétrico da área imersa

Um levantamento batimétrico foi realizado nas áreas de estudo de Casa Caiada e do Janga durante uma preamar de sizígia, com o uso de uma ecosonda Garmin 298 acoplada a um sistema de GPS. A malha amostral utilizada consistiu em perfis perpendiculares à linha de costa, com um espaçamento de 50 m entre eles, obtendo-se assim uma boa cobertura da área imersa. As malhas amostrais empregadas nos levantamentos em Casa Caiada e no Janga, são apresentadas na Figura 12.

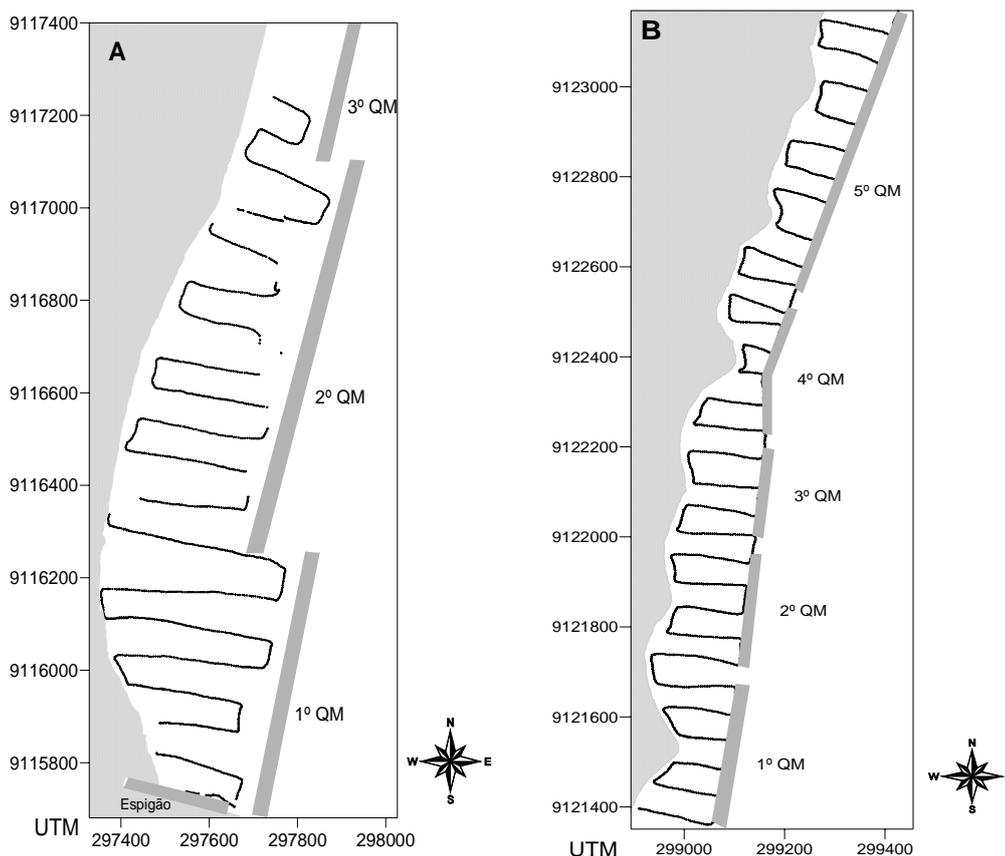


Fig. 12 – Malha empregada no levantamento batimétrico em Casa Caiada (A) e no Janga (B)

Os dados obtidos durante os levantamentos batimétricos foram transferidos para planilhas eletrônicas, corrigidos das variações de marés e reduzidos ao zero maregráfico do Porto do Recife.

4.2.2 Levantamentos hidrodinâmicos

Visando caracterizar o padrão de circulação nas áreas de estudo, séries de medições instantâneas da intensidade e direção das correntes foram obtidas com o uso de um correntômetro Sensordata SD30 (Fig. 13).

As medições foram realizadas ao longo de um ciclo de maré de sizígia, à superfície e próximo ao fundo, utilizando-se um tempo de integração de 5 min, de forma a caracterizar o período chuvoso e de estiagem, e a representar os sistemas durante os estágios de preamar, vazante, baixa-mar e de enchente.

Em laboratório, os dados foram transferidos para planilhas eletrônicas e corrigidos da variação magnética local, para permitir referi-las relativas ao Norte Verdadeiro.



Fig. 13 – Correntômetro Sensordata SD 30

4.2.3 Levantamentos hidrológicos

Os levantamentos hidrológicos foram realizados visando avaliar a qualidade da água. Sendo assim, perfis verticais desde a superfície até o fundo foram obtidos por meio de um CTD SeaBird SB19E (Fig. 14) para a caracterização dos campos da temperatura, salinidade e do sinal de retroespalhamento óptico (OBS). Estas amostragens foram realizadas nos período chuvoso e de estiagem, ambos em uma maré de sizígia e nos estágios de preamar, vazante, baixa-mar e enchente. A Tabela 1 apresenta a amplitude de maré para os períodos de coleta nas praias de Casa Caiada e do Janga, segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC).

Tabela 1 – Amplitude de maré nos períodos de coleta nas praias de Casa Caiada e do Janga.

Casa Caiada				Janga			
P. Chuvoso		P. Estiagem		P. Chuvoso		P. Estiagem	
Maré	Amp.(m)	Maré	Amp.(m)	Maré	Amp.(m)	Maré	Amp.(m)
PM	2.0	PM	2.1	PM	1.8	PM	2.0
BM	0.4	BM	0.5	BM	0.7	BM	0.6



Fig. 14 – CTD SeaBird SB19E

Paralelamente, amostras de água foram obtidas à superfície, por meio de uma garrafa tipo Nansen, durante uma maré de sizígia para o período chuvoso e de estiagem, na preamar e baixa-mar.

Alíquotas de 150 ml foram coletadas para a determinação de oxigênio dissolvido (OD). Essas foram fixadas no local pela adição de 0,5 ml de $MnSO_4$ e de KI, mantidas refrigeradas, transportadas para laboratório e imediatamente analisadas segundo o método de Winkler, modificação azida (Strickland & Parsons, 1972).

As amostras destinadas à análise da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), foram acondicionadas no gelo, levadas ao laboratório e analisadas segundo a APHA (1995).

Alíquotas de 1000 ml foram acondicionadas em garrafas plásticas, mantidas refrigeradas e transportadas para posterior análise do pH, dos sais nutrientes (amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato) e da concentração de sólidos totais em suspensão.

O potencial hidrogeniônico foi determinado através de pH-metro de bancada marca GEHAKA.

Os sais nutrientes (amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato) foram analisados de acordo com as técnicas descritas por Strickland & Parsons (1972) e Grasshoff *et al.* (1983).

A concentração de material particulado em suspensão foi determinada pelo Método Gravimétrico, onde é feita a filtração de volumes conhecidos através de filtros GF (0,6 micras) e diferença entre os pesos secos do filtro + filtrado.

A determinação do teor de oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, sais nutrientes (amônia, nitrito, nitrato, fosfato e silicato) e sólidos totais em suspensão foram realizadas nas instalações do Laboratório de Oceanografia Química (LABOQUIM/UFPE), enquanto que as determinação do nível de contaminação por coliformes totais e fecais foram realizadas nos laboratórios da Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH).

4.2.4 Caracterização da cobertura sedimentar

A caracterização da cobertura sedimentar foi realizada através da coleta de amostras superficiais de sedimento no supra, médio e infralitoral para posterior análise granulométrica. No supra e mediolitoral, as amostras foram coletadas manualmente e no infralitoral, utilizando barco a motor e busca-fundo. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos vedados, etiquetadas e levadas ao Laboratório de Oceanografia Física Estuarina e Costeira (LOFEC/UFPE) (Fig. 15).

Inicialmente as amostras foram homogeneizadas e deixadas para secar a temperatura ambiente. Em seguida, foram levadas a estufa a 60 °C por um período de 24-48 horas (Fig. 15). Alíquotas de 100g das amostras já secas foram então pesadas com o uso de balança analítica (Fig. 15) para a realização do peneiramento úmido.



Fig. 15 – A) Amostras acondicionadas após a coleta; B) Secagem em temperatura ambiente; C) Secagem na estufa; D) Pesagem das amostras.

O peneiramento úmido foi realizado em água corrente para a separação das frações de cascalho ($> 2,000\text{mm}$), areia ($< 2,000$ e $> 0,062\text{mm}$) e material fino ($< 0,062$ mm; argila e silte) (Fig. 16).



Fig. 16 – Peneiramento úmido.

As frações de cascalho e areia foram colocadas novamente na estufa por 72h para a remoção total da umidade. Depois de completamente secas, as amostras foram submetidas ao peneiramento seco, última etapa da análise granulométrica. O peneiramento seco foi realizado utilizando-se facilidades dos laboratórios de Oceanografia Geológica (LABOGEO/UFPE) e de Geologia e Geofísica Marinha (LGGM/UFPE). As amostras foram colocadas em um agitador de peneiras Via Test (VSM 200) (Fig. 17) contendo um conjunto de peneiras com intervalos de $0,5\Phi$, e abertura da malha entre 1,410 e 0,088mm - por 12 minutos. Cada fração foi pesada em balança de precisão (Fig. 17) e acondicionada em sacos plásticos. Os resultados obtidos foram então transferidos para planilhas eletrônica e analisados empregando-se o programa SYSGRAM .



Fig. 17 – A) Agitador de peneiras; B) Balança de precisão

4.2.5 Avaliação do uso, das condições locais e da percepção dos usuários

Visando conhecer o uso e as condições das praias de Casa Caiada e do Janga, foram realizadas observações diretas ao longo das áreas de estudo acerca da infraestrutura disponível, suas condições de uso, das principais atividades desenvolvidas na área e locais preferenciais dos banhistas, presença de lixo, esgoto etc.

Questionários específicos foram elaborados e aplicados com o intuito de conhecer o perfil dos frequentadores e usuários de cada uma das praias estudadas, bem como de se obter informações sobre sua percepção, sugestões e reivindicações sobre as mesmas.

Esses questionários consistiram de duas partes: a primeira parte, com informações sobre o perfil dos entrevistados (sexo, idade, nível de instrução, ocupação, área de residência, tempo que frequenta a praia, frequência que vai à praia e uso principal que faz da área); na segunda parte, o enfoque foi sobre o ponto de vista destes frequentadores, em relação às modificações ocorridas no local após a construção dos quebra-mares, bem como sugestões e reivindicações (conhecimento da praia antes da construção dos quebra-mares e se essa construção resolveu o problema de erosão existente, mudanças ocorridas na praia, melhoria da água para o banho, segurança/policiamento no entorno, limpeza urbana e infra-estrutura de sanitários e lanchonetes).

Visando obter a maior representatividade possível, foram aplicados 100 questionários ao longo de um ano, abrangendo a época de férias, verão, inverno, dias de semanas e de finais de semana, dias úteis e feriados; abrangendo também os horários do início da manhã, meio-dia e final de tarde, independentemente da faixa etária, sexo ou atividade desenvolvida.

Uma vez em laboratório, os dados obtidos foram digitalizados e analisados em planilhas eletrônicas.

5. Resultados e Discussão

5.1 Casa Caiada

5.1.1 Batimetria

A área de Casa Caiada apresenta profundidades, em geral, inferiores a 6 m (Fig. 18). As maiores profundidades são encontradas no trecho sul da área onde o quebra-mar está localizado mais afastado da costa e decrescem com a maior aproximação dos quebra-mares da costa, com o trecho norte apresentando profundidades inferiores a 3 m. Áreas mais rasas são também encontradas nos trechos centrais das faces a sotamar dos quebra-mares local onde há deposição de material transportado, como resultado da arrebenção das ondas por sobre os mesmos. A deposição nessas áreas resultou no recobrimento das espécies coralíneas e outros organismos encontrados nos recifes originais e/ou enrocamentos a eles sobreposto, fazendo com que houvesse praticamente a extinção destes organismos.

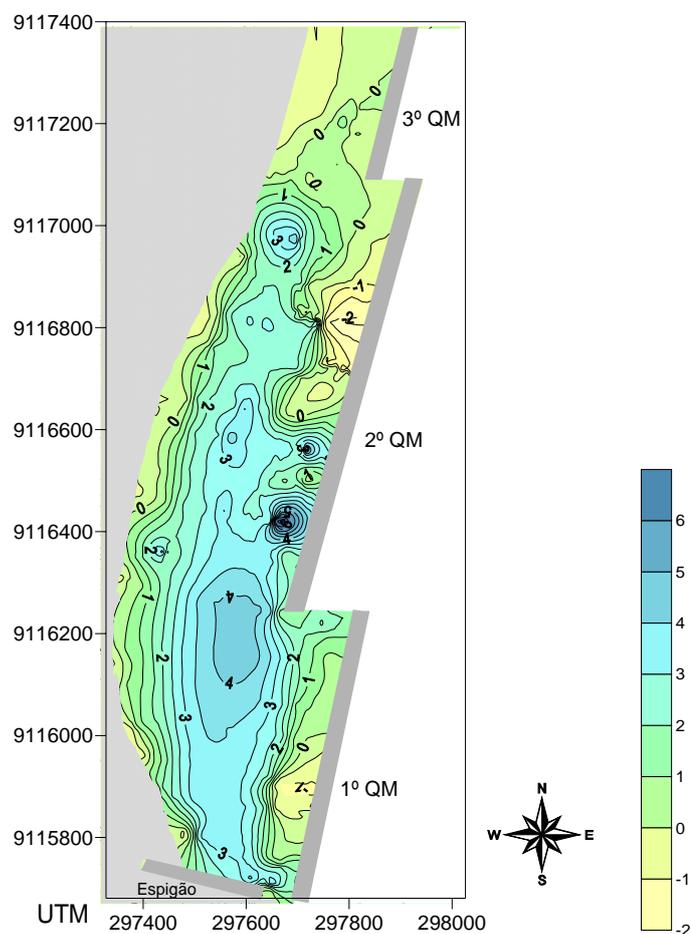


Fig. 18 – Mapa batimétrico de Casa Caiada.

5.1.2 Hidrodinâmica

O padrão de circulação das águas superficiais e de fundo é apresentado em forma de plotes vetoriais durante os estágios de preamar, vazante, baixa-mar e enchente, para o período chuvoso (inverno) e de estiagem (verão) na praia de Casa Caiada.

No período chuvoso (Fig. 19), as águas superficiais apresentaram correntes com intensidade entre 0 e $37,8 \text{ cm.s}^{-1}$, observando-se a corrente mais intensa durante o estágio de maré vazante, na estação 4. Durante os estágios de preamar e vazante, predominaram as correntes no sentido W-E, e na baixa-mar e enchente, N-S. As águas próximas ao fundo (Fig. 20) apresentaram padrão de circulação similar, com intensidade das correntes entre 0 e 38 cm.s^{-1} ; a maior intensidade também foi observada na estação 4, porém, no estágio de maré enchente. Esta estação está localizada na abertura entre dois quebra-mares, e os estágios de vazante e enchente, normalmente são os períodos em que são registradas as maiores velocidades das correntes. No estágio de preamar, as direções com maior intensidade das correntes (W-E), foram registradas ao longo do primeiro quebra-mar; durante a baixa-mar no sentido sul, em sua maioria.

Durante o período de estiagem foi registrada uma menor intensidade na circulação das correntes superficiais e próximas ao fundo, sendo estas homogêneas. Nas águas superficiais (Fig. 21), a intensidade variou entre 0 e $23,8 \text{ cm.s}^{-1}$, observando-se as maiores intensidades na estação 11 durante a baixa-mar, e na estação 4 na maré vazante. Nas águas próximas ao fundo (Fig. 22), o padrão de circulação das correntes foi o mesmo da superfície. A estação 11 está localizada entre a costa e o quebra-mar; a estação 4 está situada na abertura entre dois quebra-mares. De forma geral, a região representada pela estação 4 foi a que apresentou-se mais dinâmica, ao longo do ciclo das marés e para os dois períodos (chuvoso e de estiagem). A circulação geral que prevalece é para sul, tanto a superfície quanto próximo a fundo, à exceção da região próxima ao 2º quebra-mar durante a vazante.

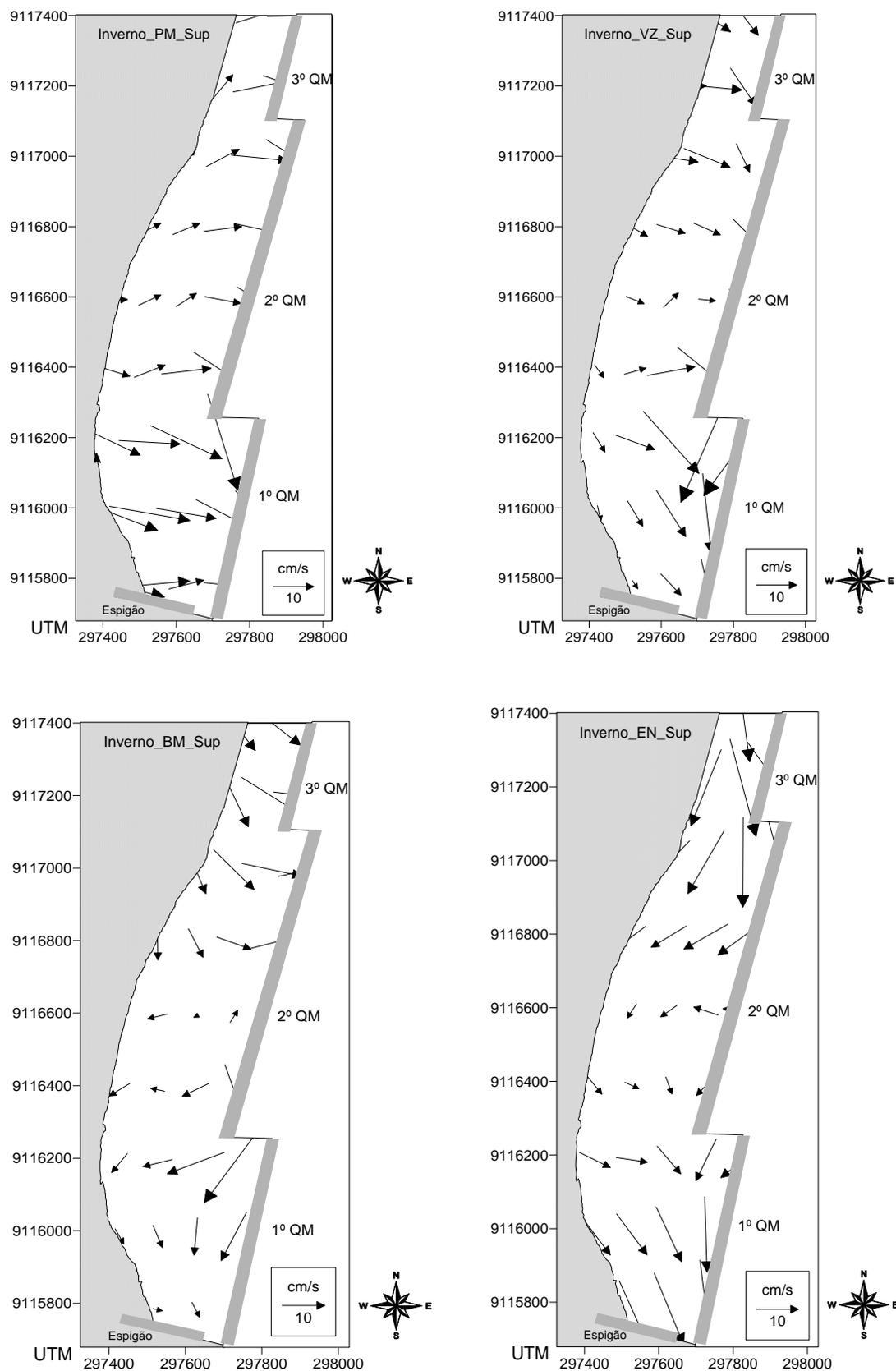


Fig. 19 – Campo das correntes superficiais, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

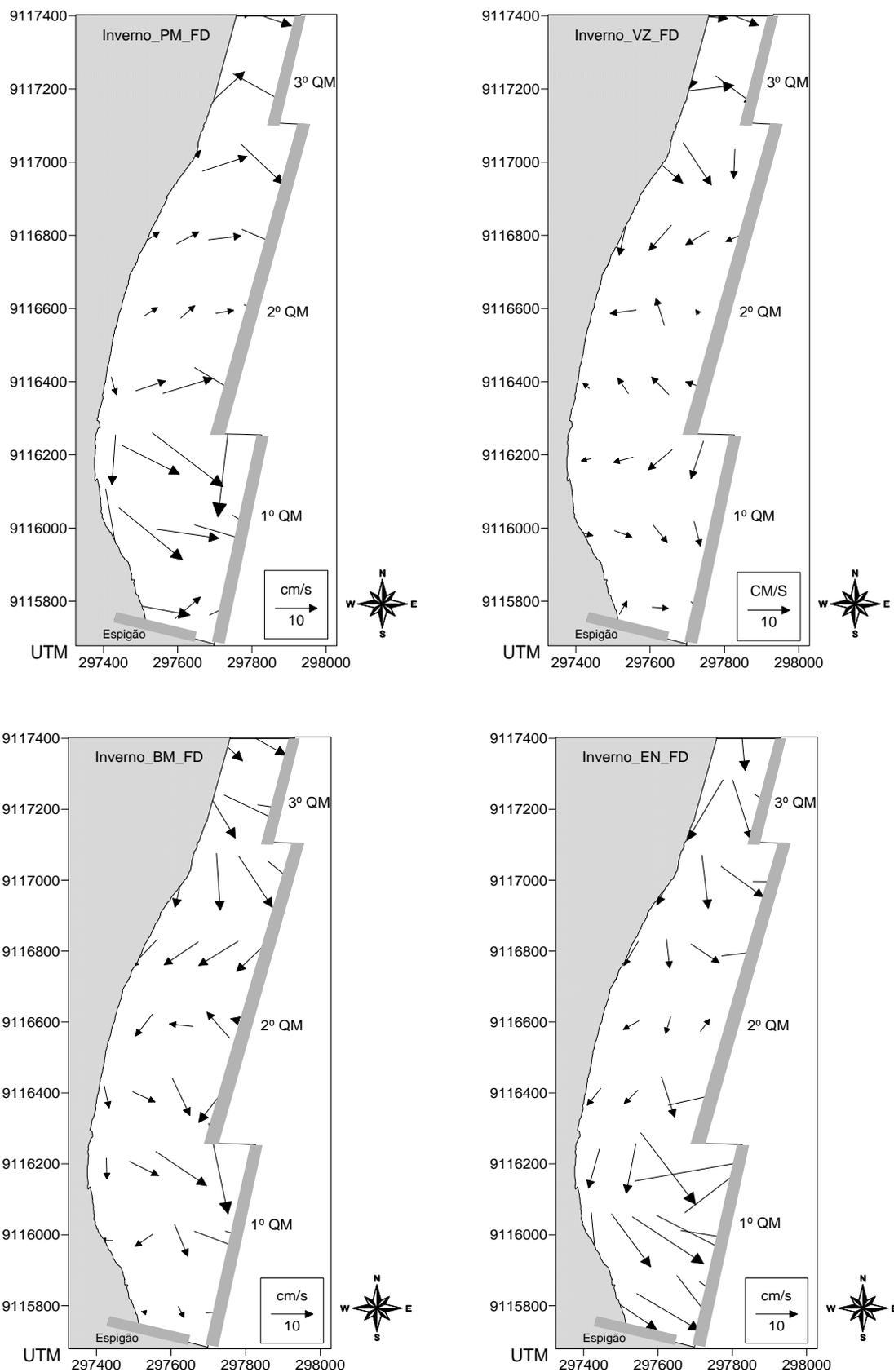


Fig. 20 – Campo das correntes próximas ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

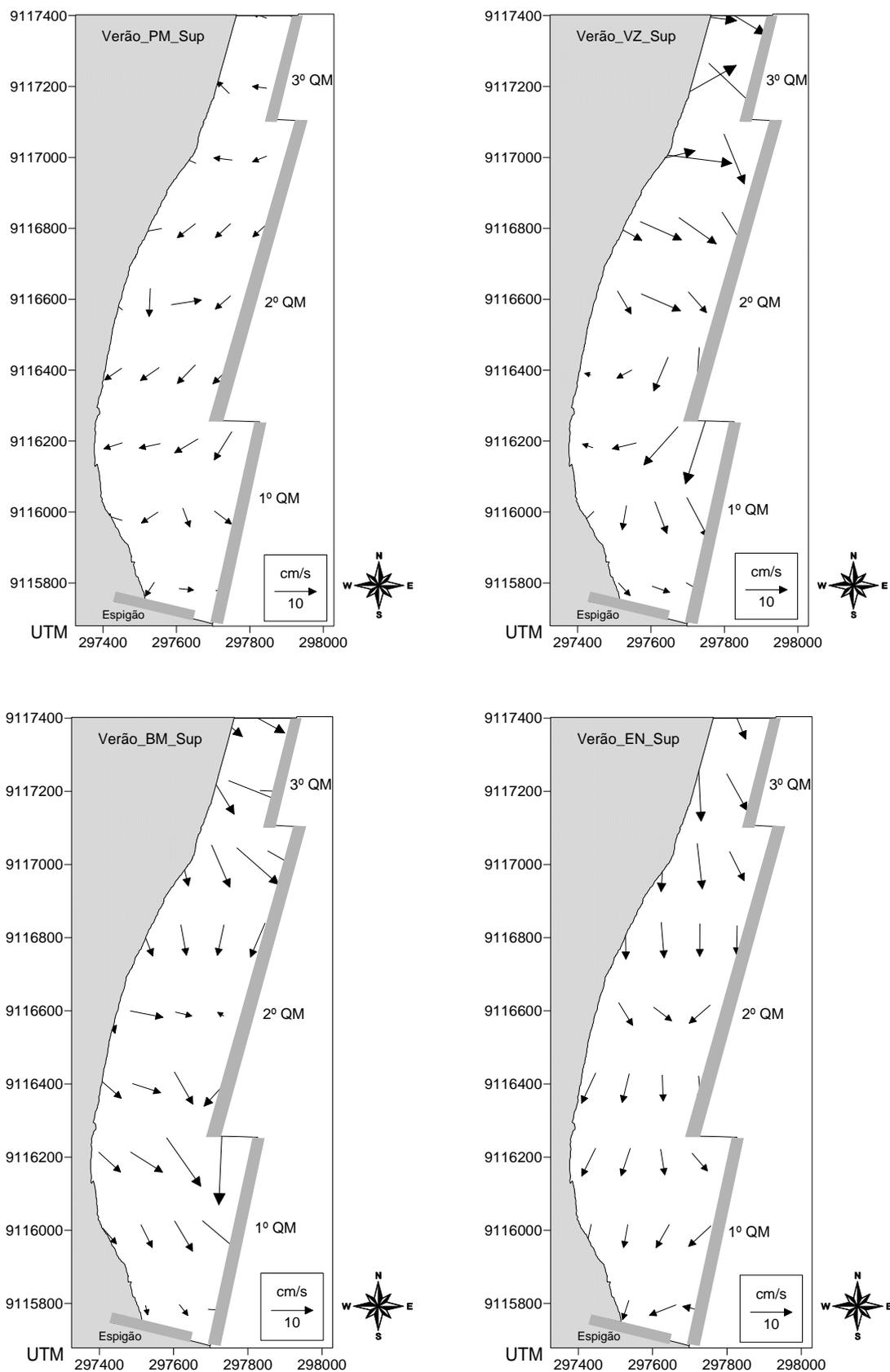


Fig. 21 – Campo das correntes superficiais, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

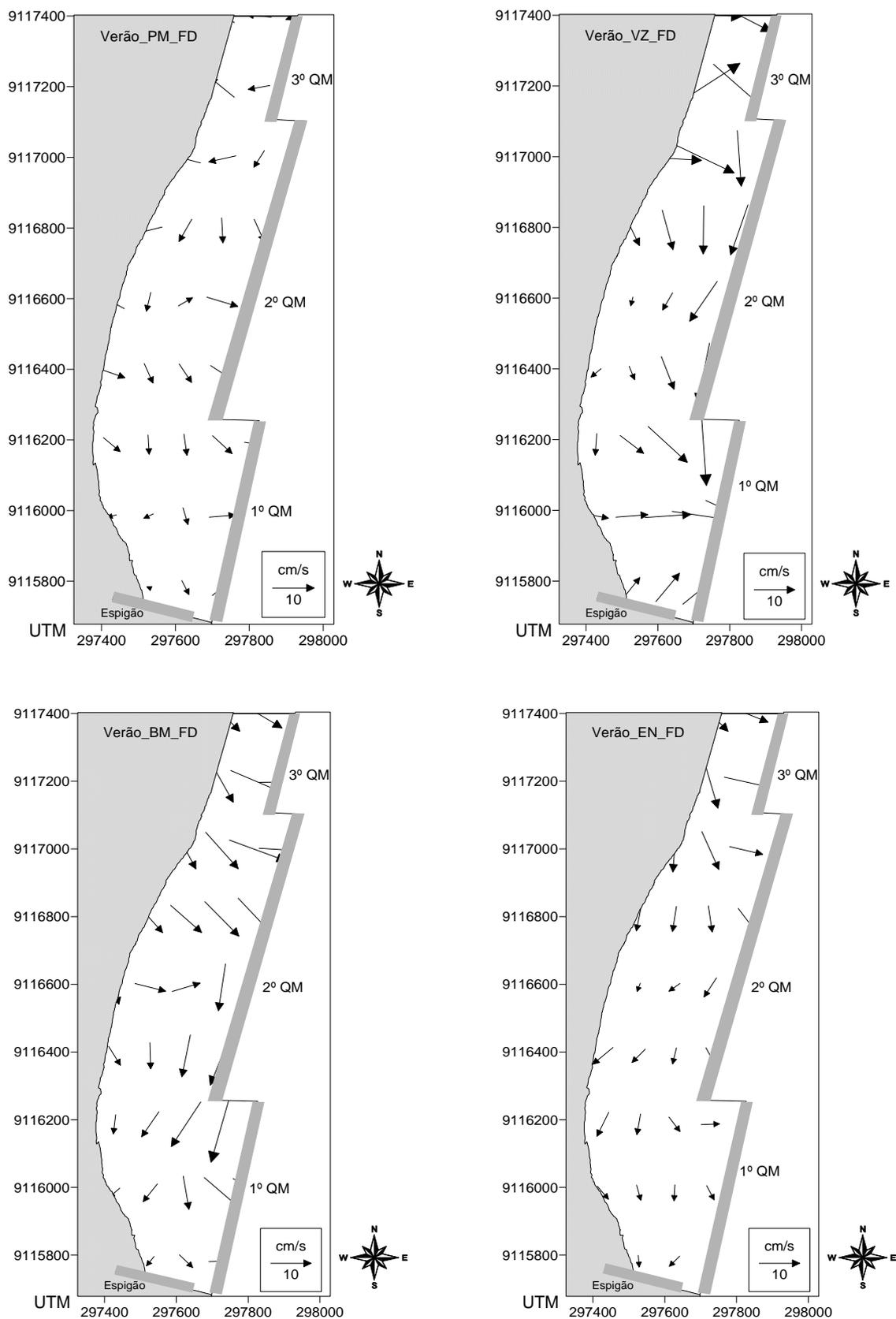


Fig. 22 – Campo das correntes próximas ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

Pereira *et al* (2007) reportou para o ano de 1996, período em que o espigão ainda estava fechado, valores de intensidade das correntes entre 0,2 a 0,6 m.s⁻¹, menores do que os valores observados no presente trabalho; Fisner (2004) encontrou valores maiores e mais próximos para igual período sazonal. Isto sugere que, com a abertura do espigão, a circulação local aumentou, apresentando melhora. Porém, após esta melhora, de acordo com os resultados obtidos, a circulação permanece praticamente da mesma forma.

5.1.3 Temperatura

A distribuição de temperatura apresentou variações sazonais e ao longo da coluna d'água. As temperaturas superficiais no período chuvoso (Fig.23) variaram de 25,15 °C a 27,95 °C; a temperatura mais baixa foi observada na estação 1 no estágio de vazante, e a mais elevada, nas estação 11 durante a baixa-mar e também na estação 1, na maré enchente. No período chuvoso, as temperaturas próximas ao fundo (Fig.24) apresentaram variação um pouco maior, entre 25,65 °C e 28,1 °C. A temperatura mais baixa foi observada no estágio de preamar, nas estações 1 e 11, ambas próximas à costa; e a temperatura mais elevada ocorreu na estação 1 durante a baixa-mar. Esta variação maior nas águas próximas ao fundo, podem estar relacionadas com a penetração de águas marinhas no local.

Ao longo da praia de Casa Caiada, durante o período chuvoso, as águas apresentaram temperaturas pouco variáveis (25,15 °C – 28,1 °C), tanto horizontalmente quanto verticalmente. Em se tratando de uma área “semi-fechada” pelos quebra-mares, a temperatura pode estar relacionada ao horário de coleta, como foi observado, com as temperaturas mais elevadas durante o estágio de baixa-mar (coleta realizada próximo ao meio-dia) e principalmente na estação 1, local próximo à costa e ao espigão; já as temperaturas mais baixas ocorreram nos estágios de preamar e vazante (coletas realizadas pela manhã).

No período de estiagem, as águas superficiais (Fig.25) apresentaram em média 29,3 °C, estando mais elevadas que durante o período chuvoso. As temperaturas mais baixas foram observadas no estágio de vazante (onde as coletas foram realizadas nas primeiras horas da manhã), nas estações 1 e 8, e a mais alta, na estação 1 do estágio de

maré enchente (medição feita após o meio-dia).

Comparando os resultados obtidos neste estudo (29,25 °C e 31,5 °C) com os valores entre 27,45 °C e 31,15 °C reportados por Fisner (2004), verifica-se um aumento de cerca de 2° C nos valores mínimos. A princípio, uma pequena variação na temperatura, mas que também pode ter contribuído para a diminuição/extinção da biota dos recifes originalmente encontrados na área, pois para os corais uma variação de apenas 0,5 °C já é considerada como fator de estresse e, se expostos por um longo período a estas condições, podem não desenvolver o processo de branqueamento como morrerem.

As águas próximas ao fundo, no período de estiagem (Fig.26), também estavam mais aquecidas em relação ao período chuvoso, com temperaturas entre 27,85 °C e 31,60 °C. A temperatura mais baixa das águas próximas ao fundo (27,85 °C) foi observada na maioria das estações, durante a maré vazante; e a mais elevada, na estação 1 do estágio de maré enchente

No período de estiagem, a distribuição vertical da temperatura foi bastante parecida, com temperaturas mais baixas durante o estágio de vazante (a coleta foi realizada nas primeiras horas do dia, quando insolação é menor), e as mais elevadas, na enchente (coleta realizada com insolação maior, logo após o meio-dia).

Analisando a distribuição horizontal, esta foi bastante heterogênea, registrando uma oscilação razoável para o período, bem como em relação ao período chuvoso; observando o valor mais elevado de temperatura (31,60 °C) no período de estiagem.

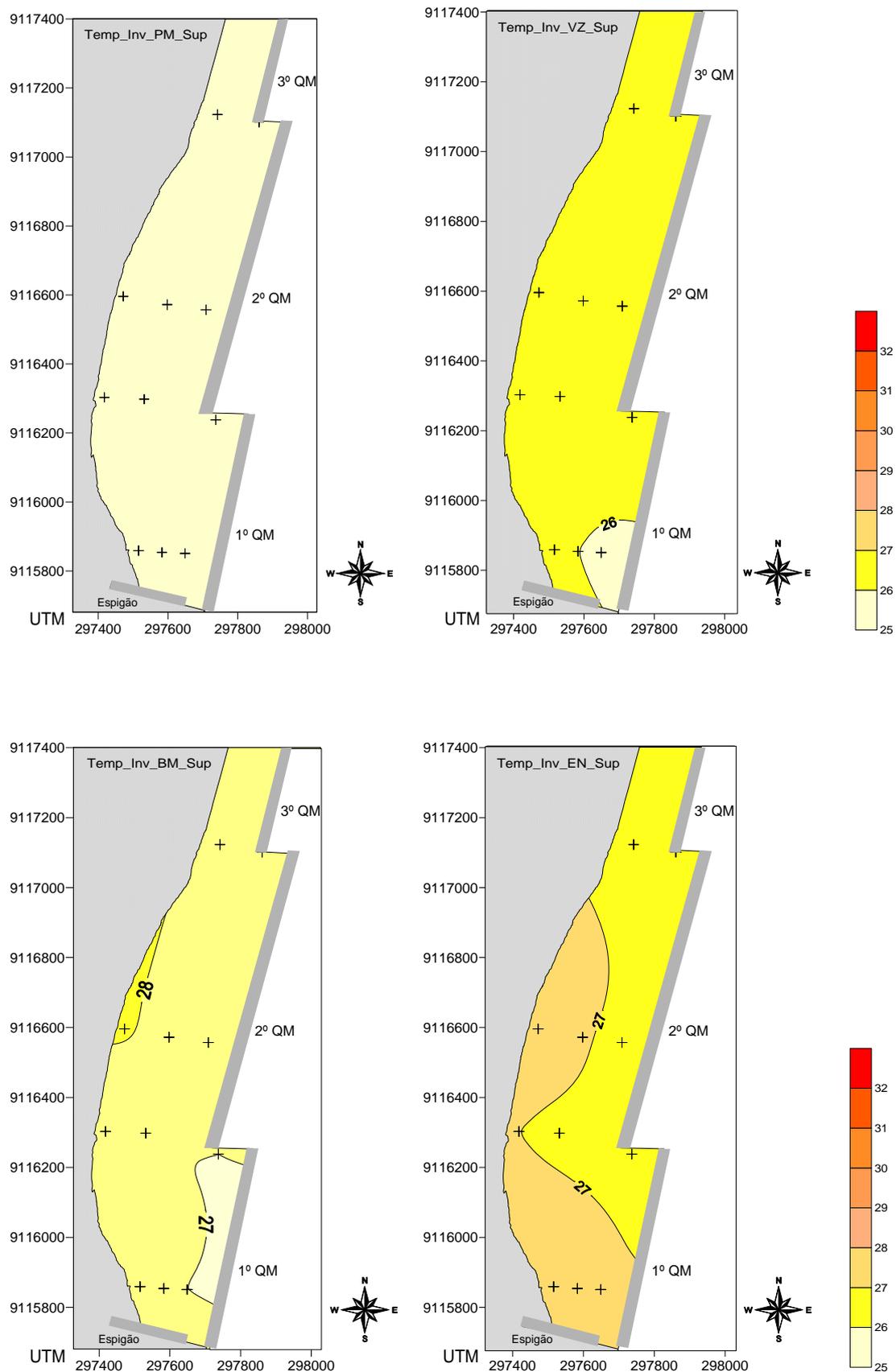


Fig. 23 – Distribuição horizontal da temperatura à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

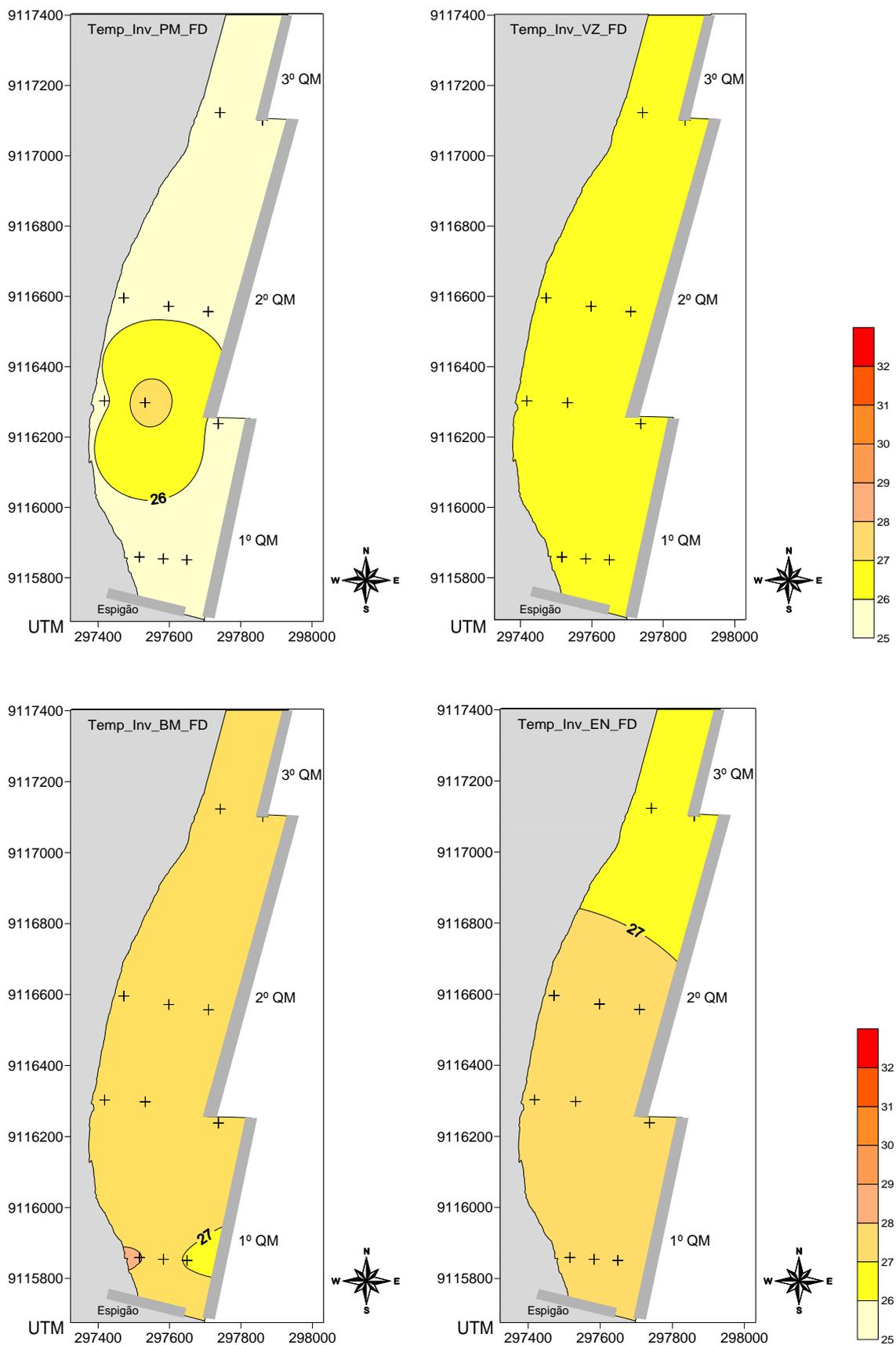


Fig. 24 – Distribuição horizontal da temperatura próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

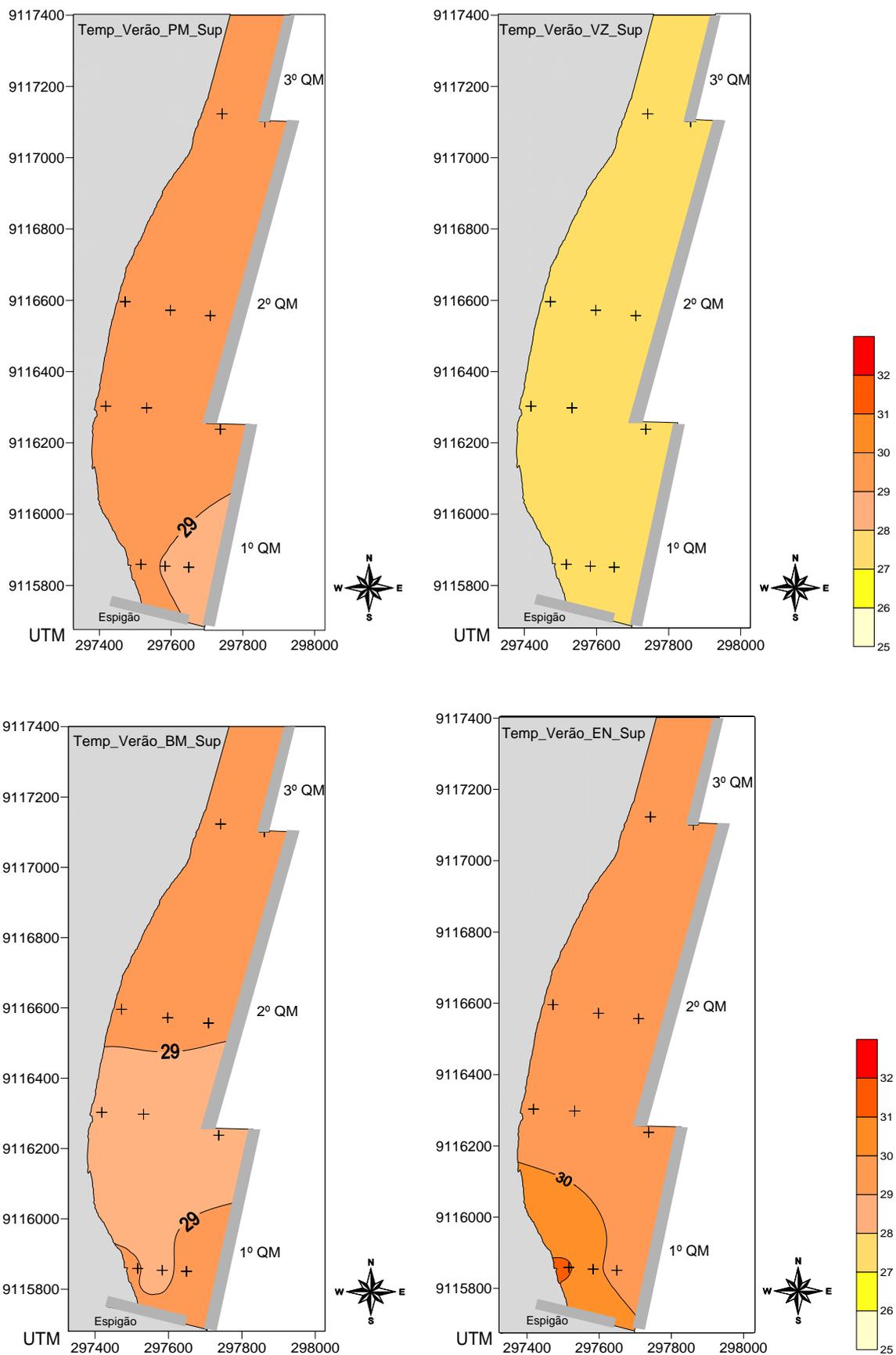


Fig. 25 – Distribuição horizontal da temperatura à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

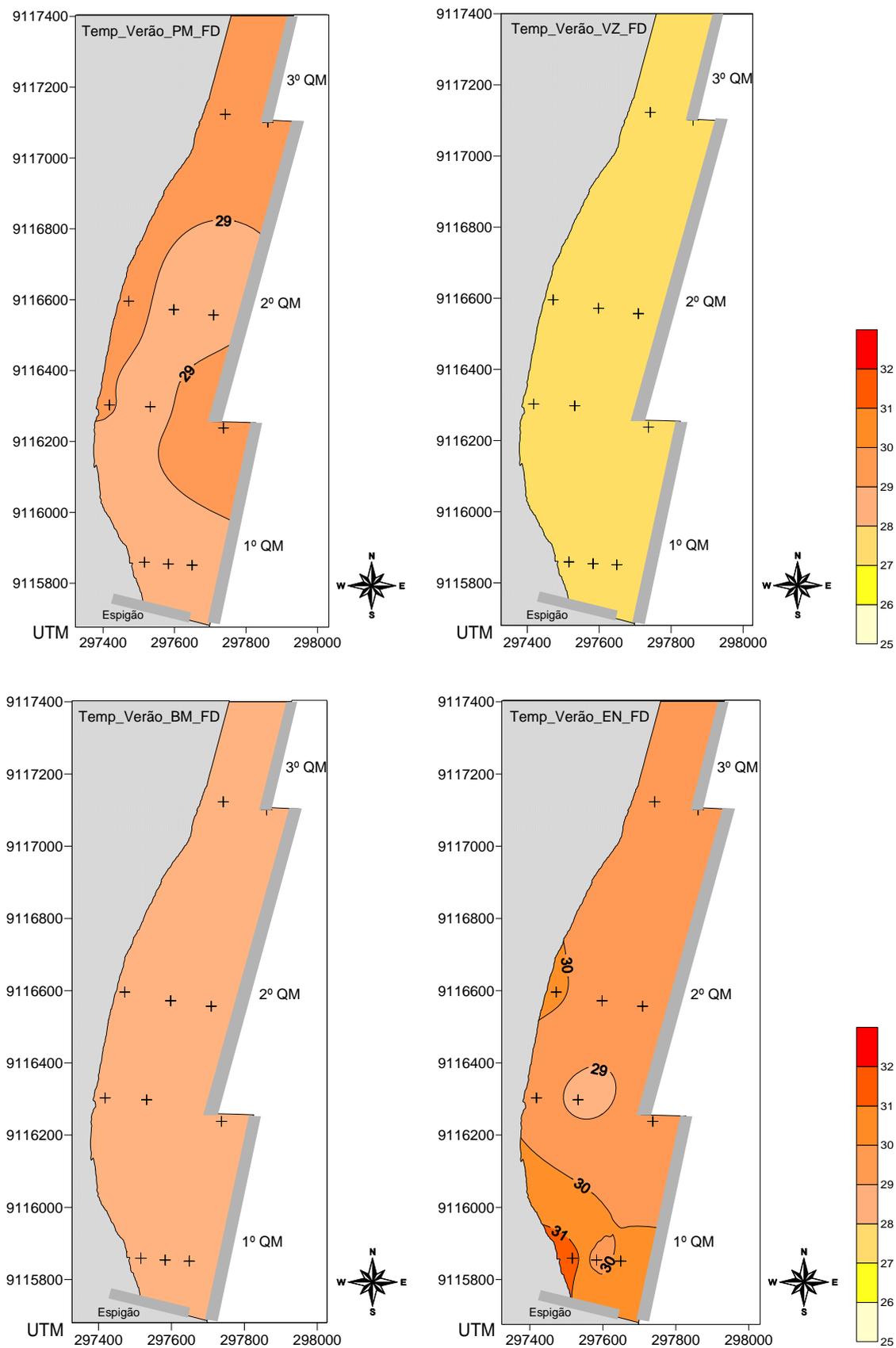


Fig. 26 – Distribuição horizontal da temperatura próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

5.1.4 Salinidade

Os valores de salinidade nas águas superficiais durante período chuvoso, (Fig.27) oscilaram entre 25,29 e 34,01. A menor concentração foi encontrada na estação 3, localizada próxima a abertura do espigão, no estágio de preamar; e maior concentração na estação 1 do estágio de maré vazante (esta estação está localizada próxima à costa).

Nas águas próximas ao fundo, no período chuvoso (Fig.28), a distribuição de salinidade apresentou um comportamento mais homogêneo, em relação à superfície; com salinidades variando entre 32,87 e 33,63. A menor concentração foi observada no estágio de maré vazante, na estação 11; e a maior, no estágio de maré enchente, na estação 4 – localizada na abertura entre dois quebra-mares. A maior concentração de sais registrada está relacionada às áreas de menor circulação. Nas águas próximas ao fundo os valores máximos de salinidade foram registrados no estágio de vazante, cuja coleta ocorreu durante um período de grande insolação (pós meio-dia).

No período de estiagem foram realizadas medições de salinidade nos de estágios de preamar e baixa-mar. As águas superficiais (Fig.29) apresentaram distribuição de salinidade entre 14,84 e 36,42. Na estação 3, durante o estágio de baixa-mar, foi registrada a menor concentração de sais (14,84), na direção desta estação, no supra litoral, existem duas saídas da rede coletora de águas pluviais, que contribuem com o aporte de água doce na região. A estação 9 apresentou a concentração de sais mais elevada, durante a preamar – neste estágio a coleta foi realizada com grande insolação (15hs). Os resultados apresentados por Fisner, em 2004, mostraram a concentração de sais entre 24,5 e 35,5, média maior do que a encontrada neste trabalho.

As águas próximas ao fundo, no período de estiagem (Fig.30), apresentaram homogeneidade na distribuição horizontal da concentração de sais (35,38 – 36,51). A menor concentração foi observada no estágio de baixa-mar, na estação 11, e a maior concentração, na estação 11 da preamar, e também na estação 9 da baixa-mar. De forma geral, as áreas mais próximas à costa apresentaram os menores valores de salinidade e as áreas com maior circulação, as maiores concentrações; nos dois períodos.

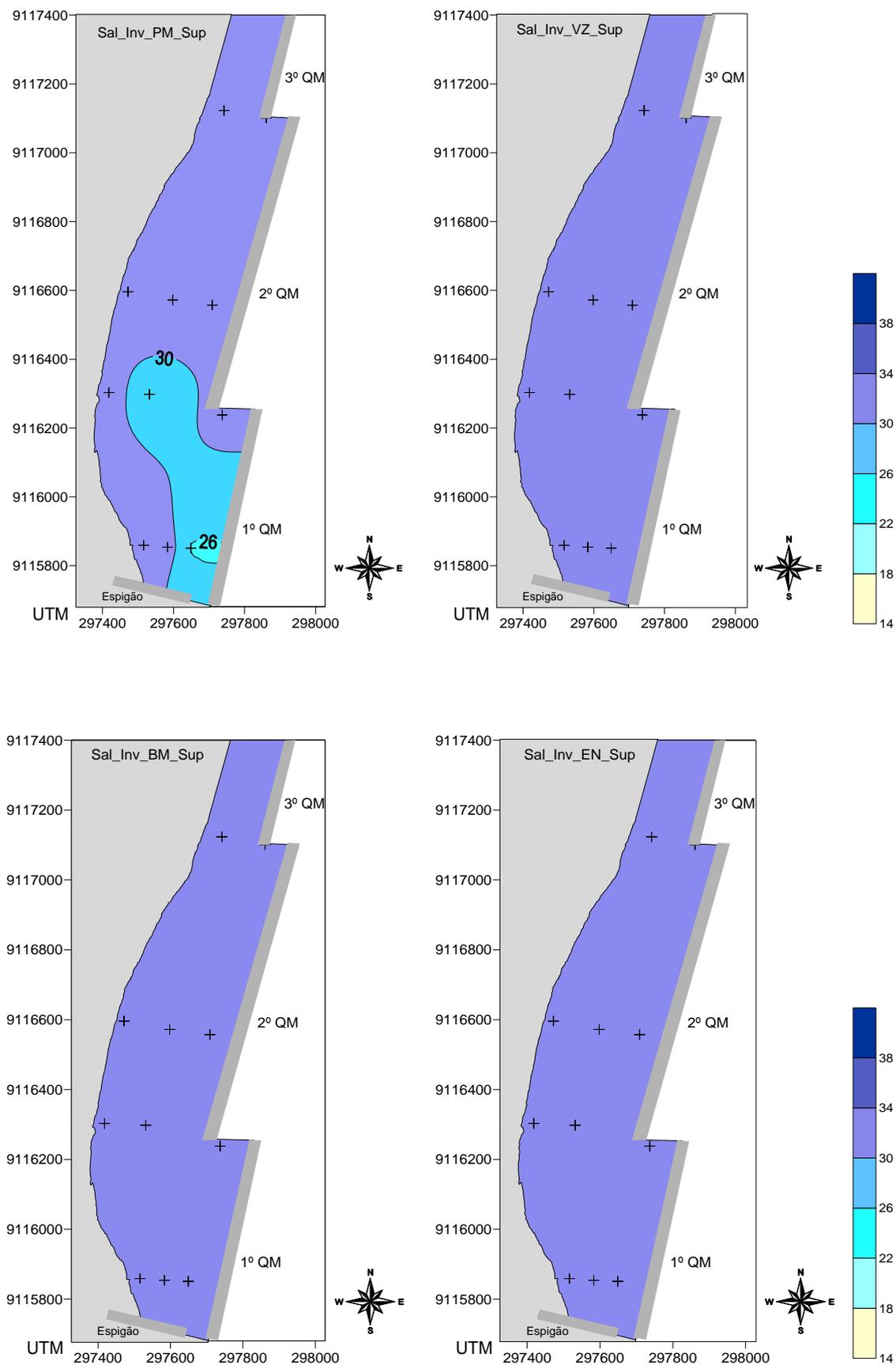


Fig. 27 – Distribuição horizontal da salinidade à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

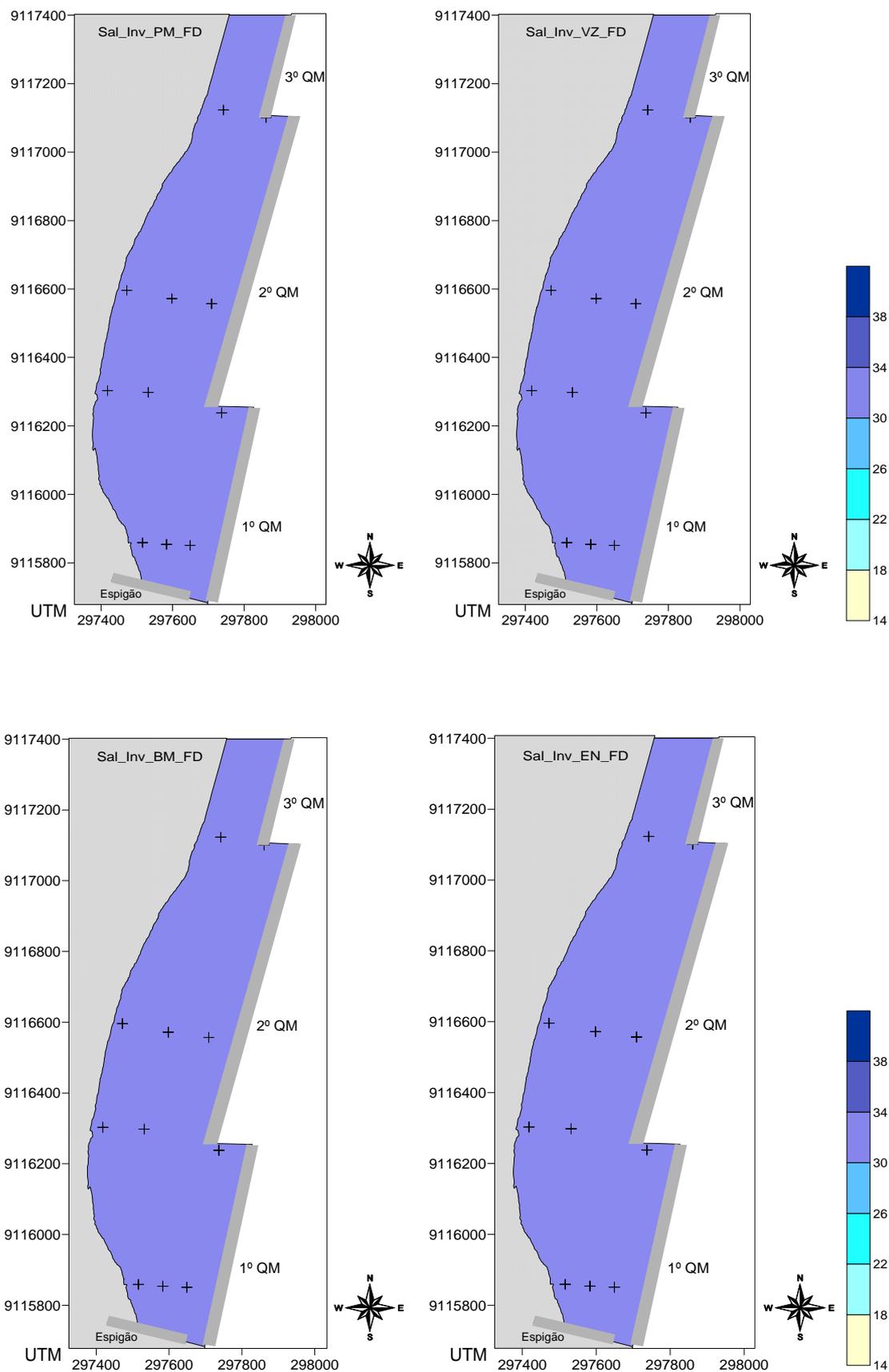


Fig. 28 – Distribuição horizontal da salinidade próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

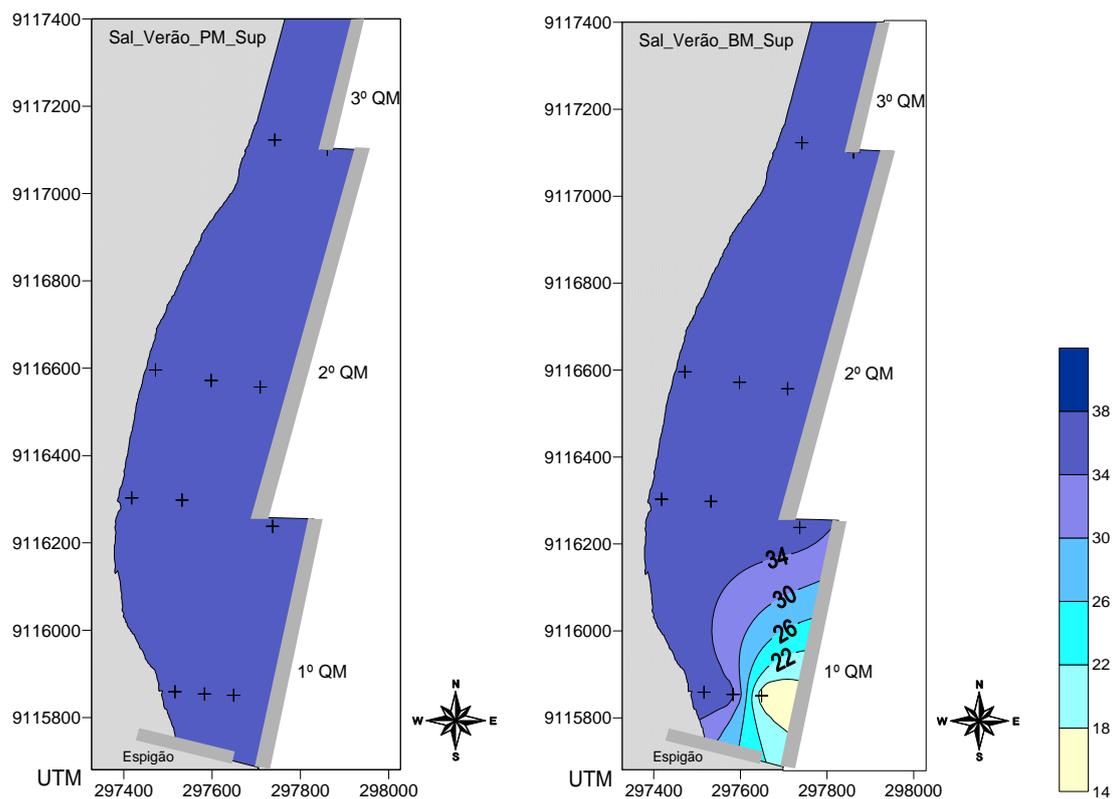


Fig. 29 – Distribuição horizontal da salinidade à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

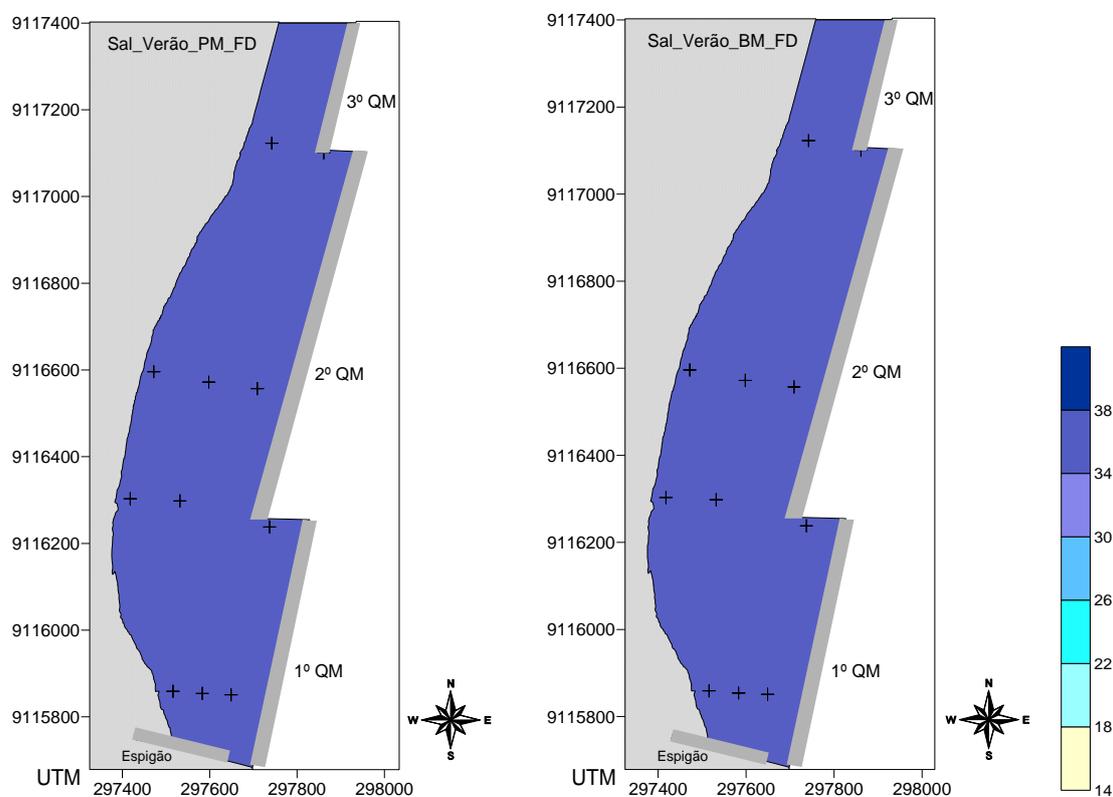


Fig. 30 – Distribuição horizontal da salinidade próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

5.1.5 Retroespalhamento óptico (OBS)

As medições do sinal de retroespalhamento óptico foram realizadas em perfis verticais nos estágios de preamar, vazante, baixa-mar e enchente, no período chuvoso e de estiagem.

Durante o período chuvoso, a camada superficial da água (Fig. 31), apresentou uma alta concentração de partículas em suspensão, com valores de OBS entre 18,27 e 1.561,04. O menor valor foi observado na estação 7 durante o estágio de maré vazante, e a mais alta, na estação 2 no estágio de maré enchente.

Nas águas próximas ao fundo, no período chuvoso (Fig. 32), foi observada variação menor do que nas águas superficiais, entre 22,82 e 339,08. O menor valor foi observado na estação 5 da baixa-mar, e o mais elevado na estação 2 do estágio de enchente.

A estação 2, está localizada próximo às duas saídas coletoras de águas pluviais desta praia e, normalmente, durante a maré enchente é comum haver maior quantidade de partículas em suspensão, devido à renovação das águas que gera certa mistura.

No período de estiagem, a variação dos valores de OBS observados nas águas superficiais (Fig. 33) foi de 34 a 114,87, o menor valor foi observado na estação 5 da preamar; e o maior, na estação 9 durante a baixa-mar. A estação 9 está localizada próxima à “prainha” - formada pelo acúmulo de sedimentos finos e, conseqüentemente, há sedimentos em suspensão.

Nas águas próximas ao fundo, no período de estiagem (Fig. 34), a distribuição horizontal de OBS oscilou bastante, entre 38,58 e 1.671,23. O menor valor foi observado na estação 2 durante a preamar, e o mais alto, na estação 10 da baixa-mar. Nesta estação, que é a mais próxima do rio Doce, foi registrado o maior valor de OBS sazonalmente e verticalmente para o local; pode haver influência das suas águas do rio, com alta taxa de partículas em suspensão, neste local.

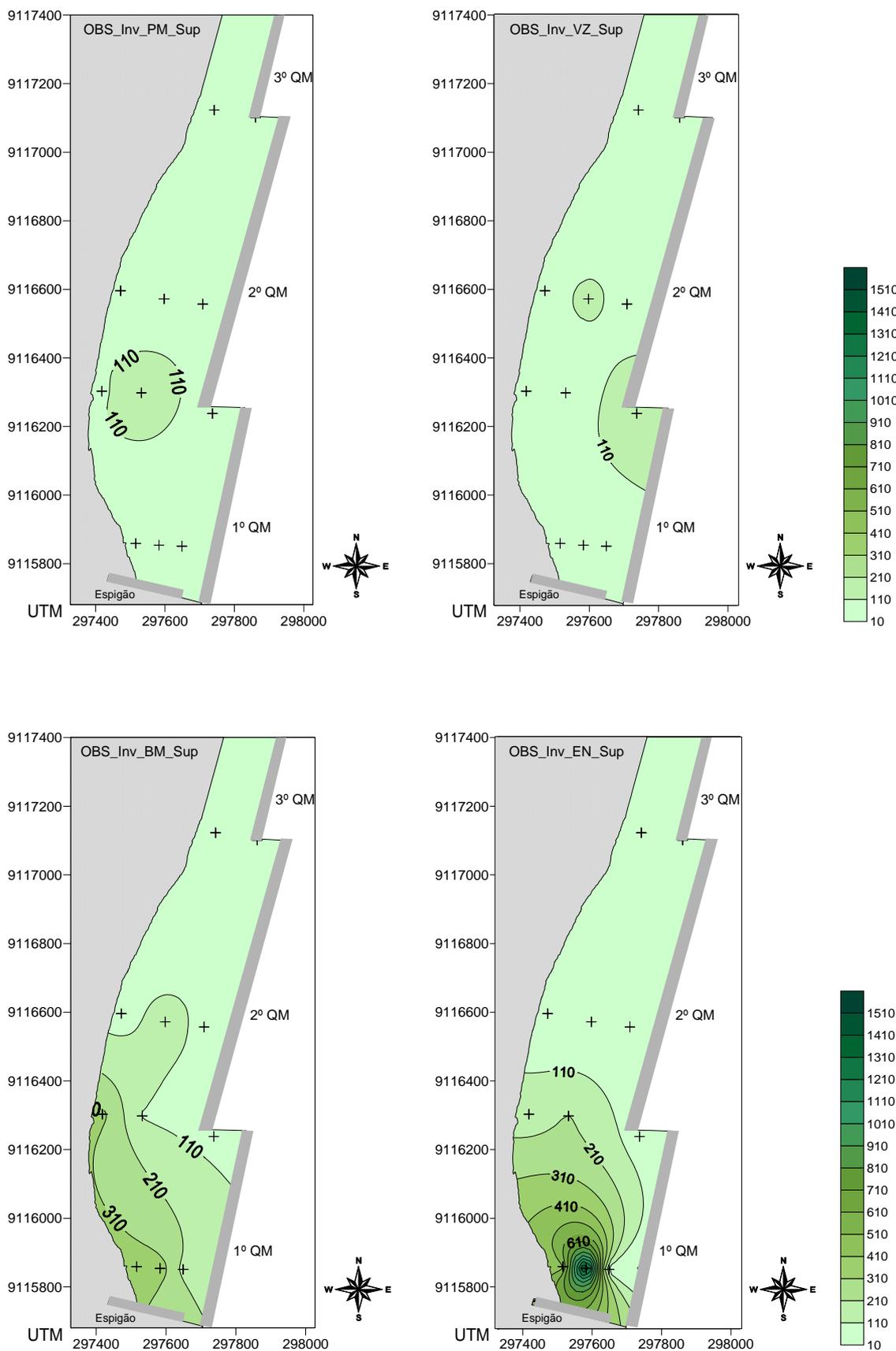


Fig. 31 – Distribuição horizontal do OBS à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

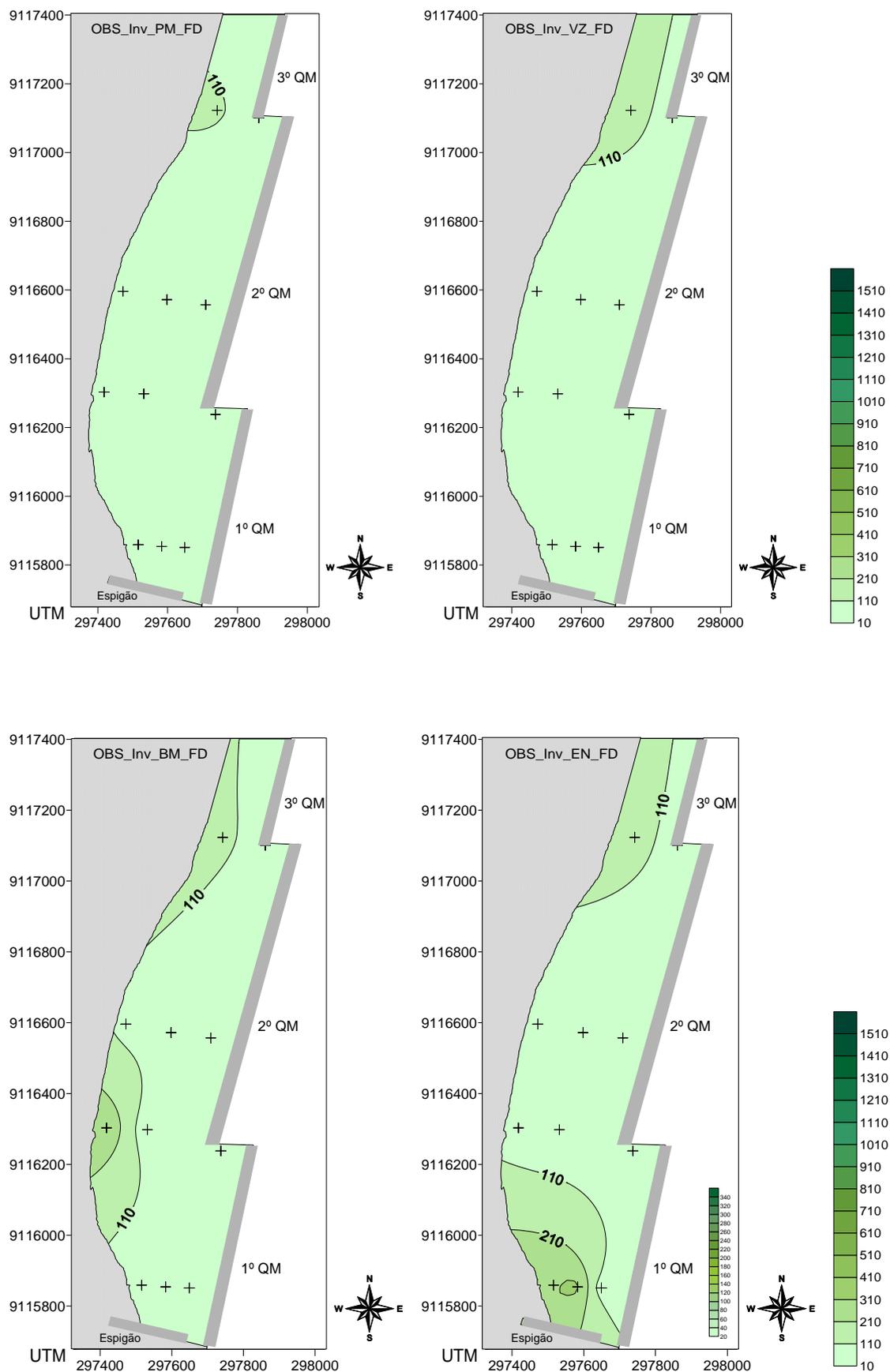


Fig. 32 – Distribuição horizontal do OBS próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) em Casa Caiada.

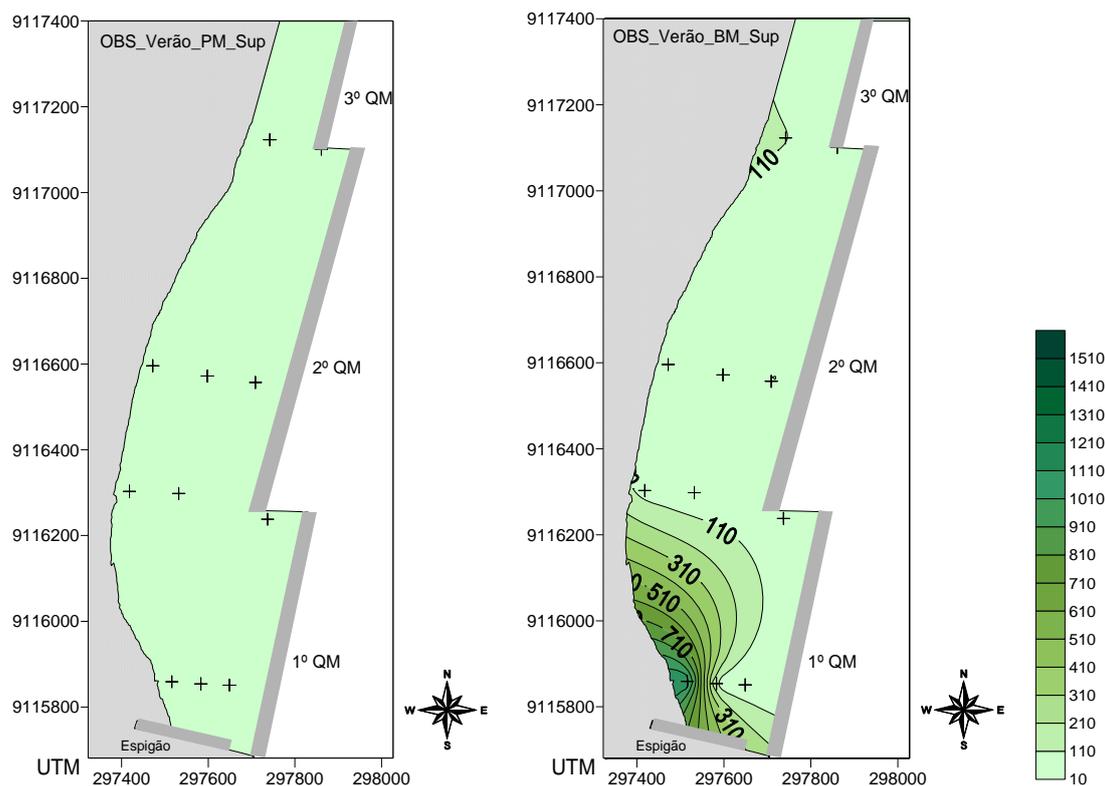


Fig. 33 – Distribuição horizontal do OBS à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

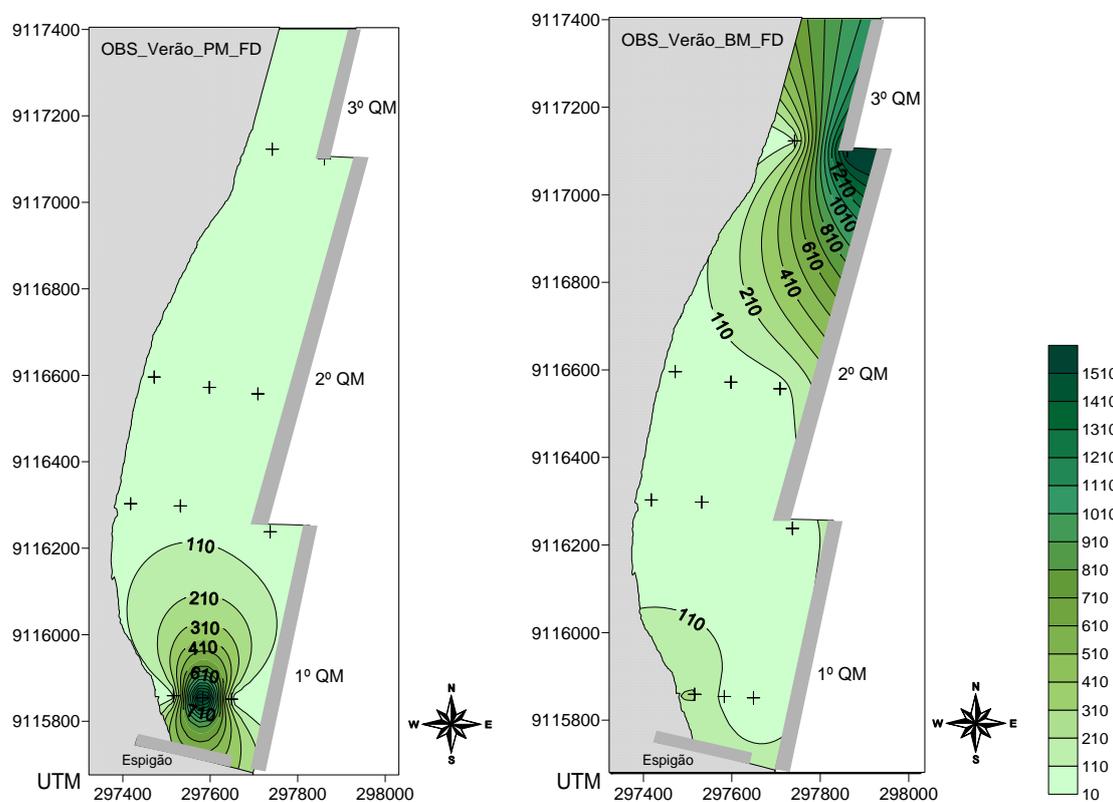


Fig. 34 – Distribuição horizontal do OBS próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

5.1.6 Amônia

As medições para a obtenção do padrão de distribuição horizontal de amônia foram realizadas no período chuvoso e de estiagem, durante os estágios de preamar e baixa-mar nas águas superficiais.

No período chuvoso (Fig. 35), a distribuição foi bastante homogênea, com valores não detectados em todas as estações da preamar, à exceção da estação 1 ($0,01 \mu\text{mol.L}^{-1}$). Na baixa-mar, foi observado o maior valor de amônia no período chuvoso ($0,06 \mu\text{mol.L}^{-1}$), na estação 10. A coleta foi realizada no fim da manhã, quando há maior insolação, e a baixa-mar é o estágio de maré em que a concentração de nutrientes é maior, devido à pequena coluna d'água.

No período de estiagem (Fig. 36), a distribuição foi igualmente homogênea, em toda a área, os níveis de amônia estiveram abaixo do limite de detecção do método durante a preamar. Na baixa-mar, foi observado o valor mais elevado para o período ($0,06 \mu\text{mol.L}^{-1}$), na estação 10, esta coleta foi realizada em um período com alta insolação (após o meio-dia) e no estágio de maré em que a coluna d'água é pequena, sendo maior a concentração de nutrientes.

A distribuição de amônia foi homogênea sazonalmente, apresentando valores não detectados na maioria das estações, com valores maiores, na estação 10, que pode receber aporte de águas fluviais provenientes do rio Doce, por ser a estação mais próxima do mesmo.

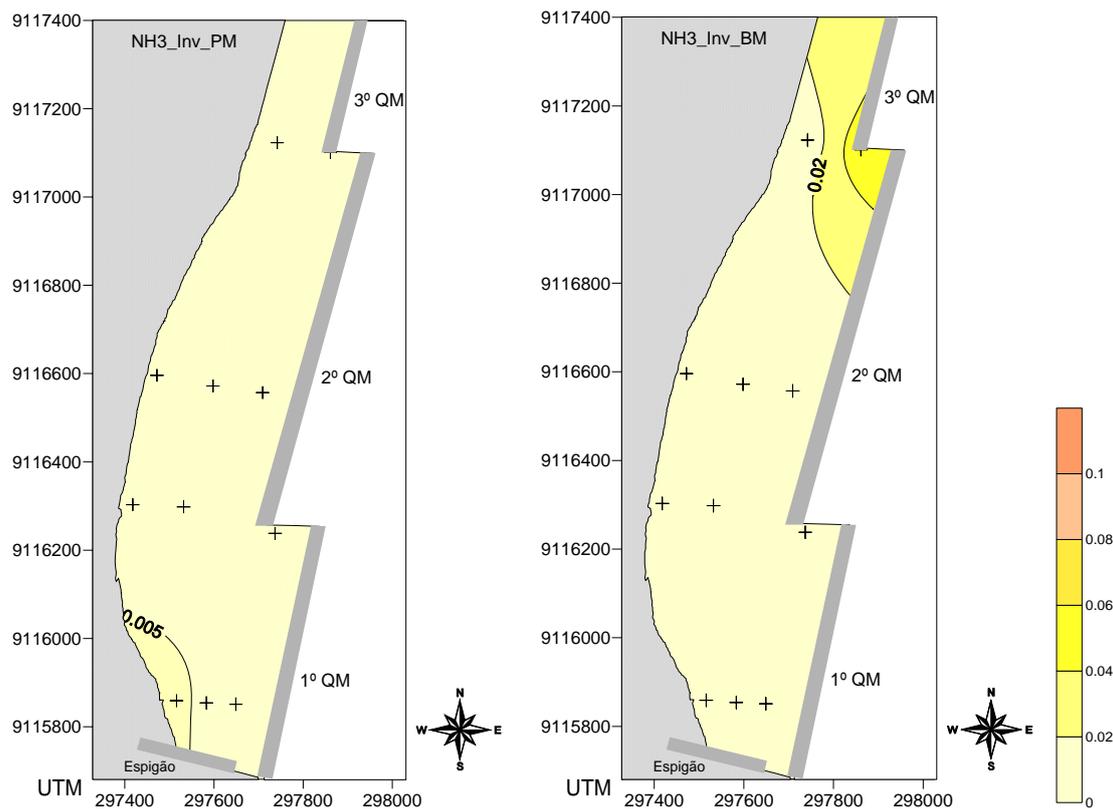


Fig. 35 – Distribuição horizontal de amônia (NH₃) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

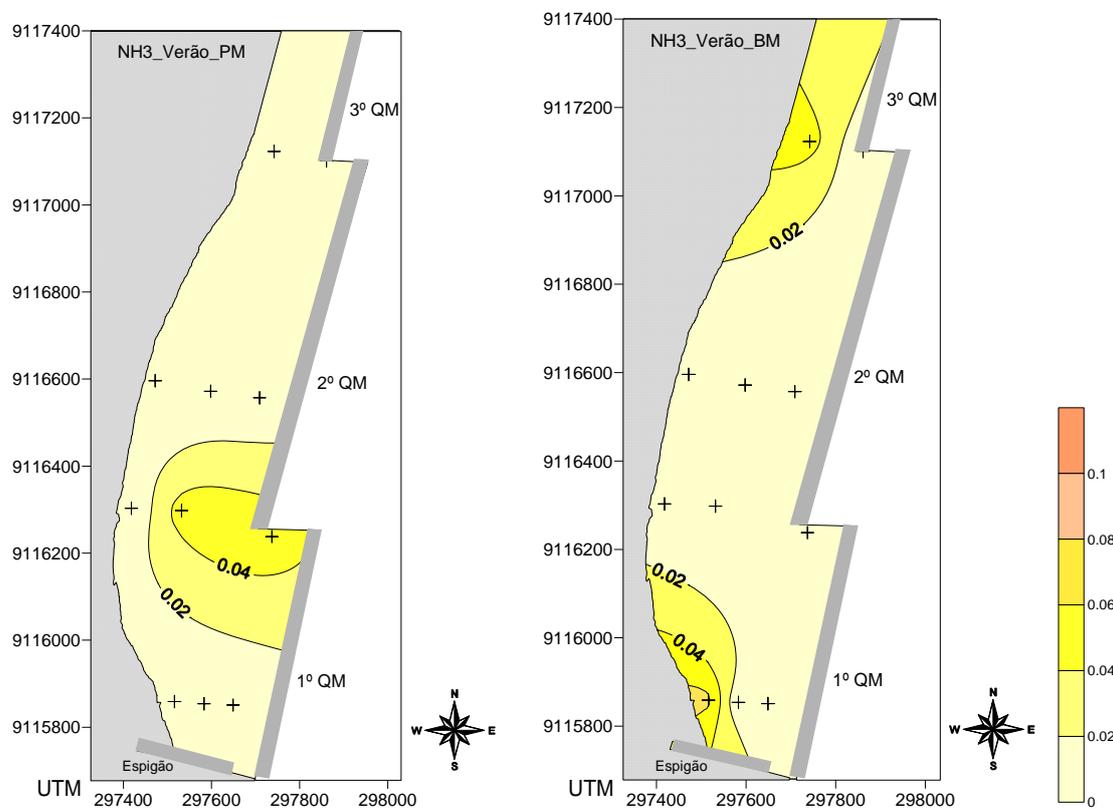


Fig. 36 – Distribuição horizontal de amônia (NH₃) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

5.1.7 Nitrito

Medições da concentração de nitrito foram realizadas nas águas superficiais durante o período chuvoso e de estiagem, para os estágios de preamar e baixa-mar.

No período chuvoso (Fig. 37), foi observada uma distribuição entre 0 e 0,77 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. Valores abaixo do limite de detecção do método foram registrados nas estações 6 e 9 durante o estágio de baixa-mar; e o maior valor registrado foi no período de preamar, na estação 3. Esta estação está localizada próxima à “prainha”, formada por sedimentos finos e também em direção às duas saídas da rede coletora de águas pluviais (que podem conter, esgotos clandestinos ligados à elas).

No período de estiagem (Fig. 38), a distribuição foi mais heterogênea, com valores entre 0,51 e 1,16 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. Valores mínimos (0,51 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) para o verão ocorreram durante a preamar à estação 9. E o valor mais elevado (1,16 $\mu\text{mol.L}^{-1}$), durante a baixa-mar, na estação 7, período de coleta com maior insolação (após o meio-dia).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005; a concentração de nitrito em águas salinas (classe1) deve ser no máximo de 5 $\mu\text{mol.L}^{-1}$; nos dois períodos de coleta os valores encontrados estiveram abaixo do máximo permitido.

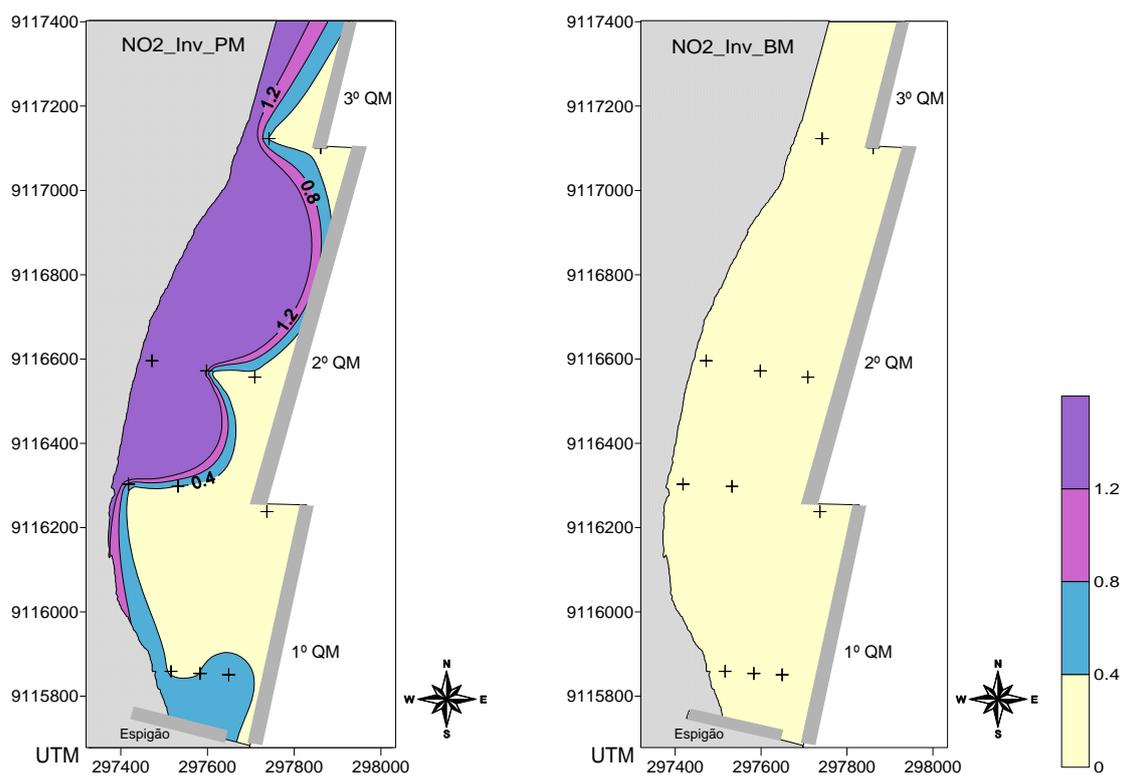


Fig. 37 – Distribuição horizontal de nitrito (NO_2) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

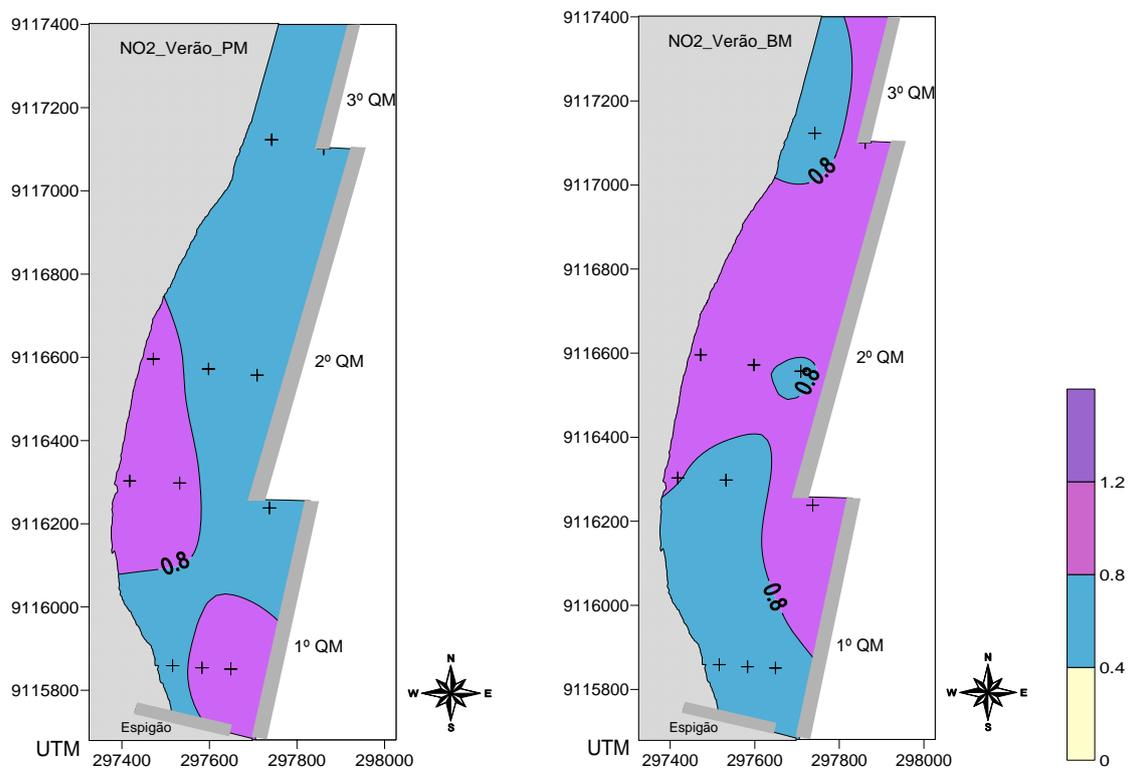


Fig. 38 – Distribuição horizontal de nitrito (NO_2) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

5.1.8 Nitrato

A distribuição horizontal de nitrato foi medida nas águas superficiais durante o período chuvoso e de estiagem, para os estágios de preamar e baixa-mar.

No período chuvoso, foi observada uma variação entre 0,05 e 8,01 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ (Fig. 39), com o valor máximo registrado na estação 3 da preamar; a coleta neste estágio de maré, foi realizada no período de maior insolação (após o meio-dia). Esta estação está localizada na direção de duas saídas da rede coletora de águas pluviais, pode ocorrer a ligação de esgotos clandestinos junto às mesmas.

No período de estiagem, foi registrada uma maior concentração de nitrato (Fig. 40) e também maior oscilação nos valores (6,04 - 18,45 $\mu\text{mol.L}^{-1}$). Neste período, foram observados, no estágio de baixa-mar, o maior e menor valores; o menor valor foi registrado na estação 5 e o valor mais alto, na estação 10. A maior concentração de nitrato para a área de coleta, foi observada no período de estiagem, onde há menor circulação, em relação ao período chuvoso, e as concentrações de nutrientes tendem a ser maiores; especialmente caso exista emissão clandestina de esgoto no local.

Os valores de concentração de nitrato para os dois períodos analisados, estão dentro do limite permitido para águas de classe 1 (salinas) de contato primário, que é de, no máximo 28,57 $\mu\text{mol.L}^{-1}$.

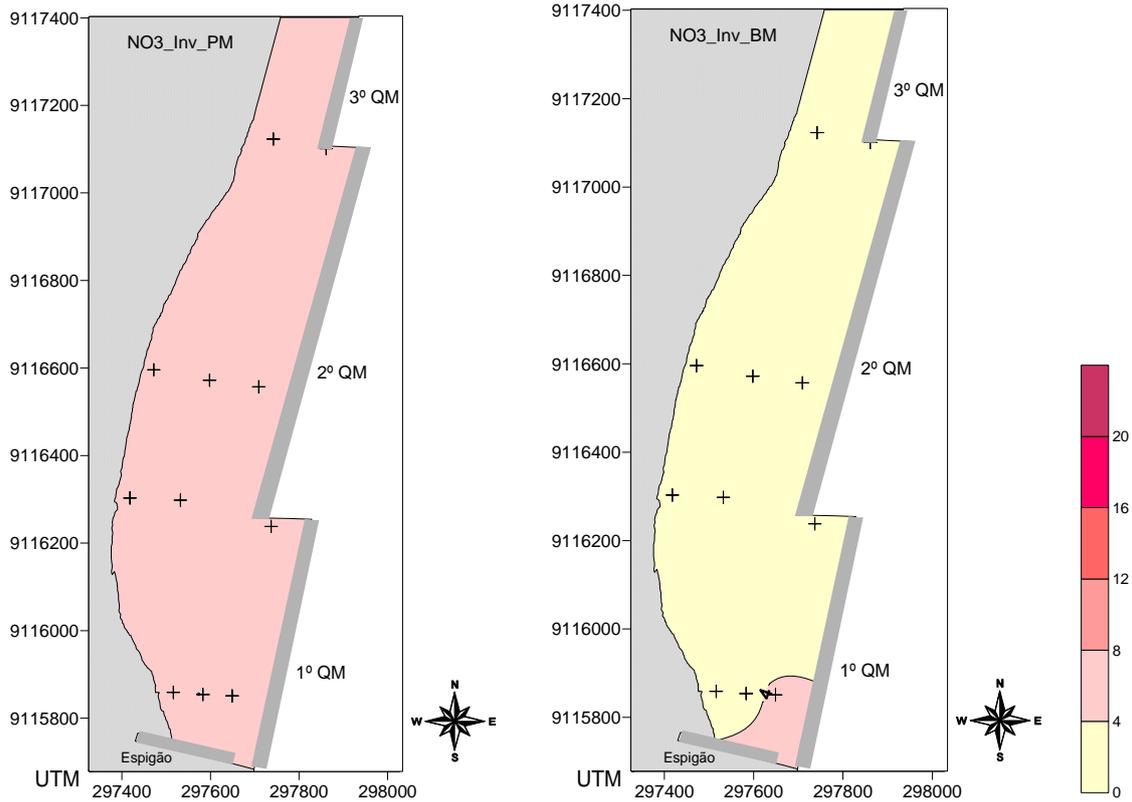


Fig. 39 – Distribuição horizontal de nitrato (NO_3) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

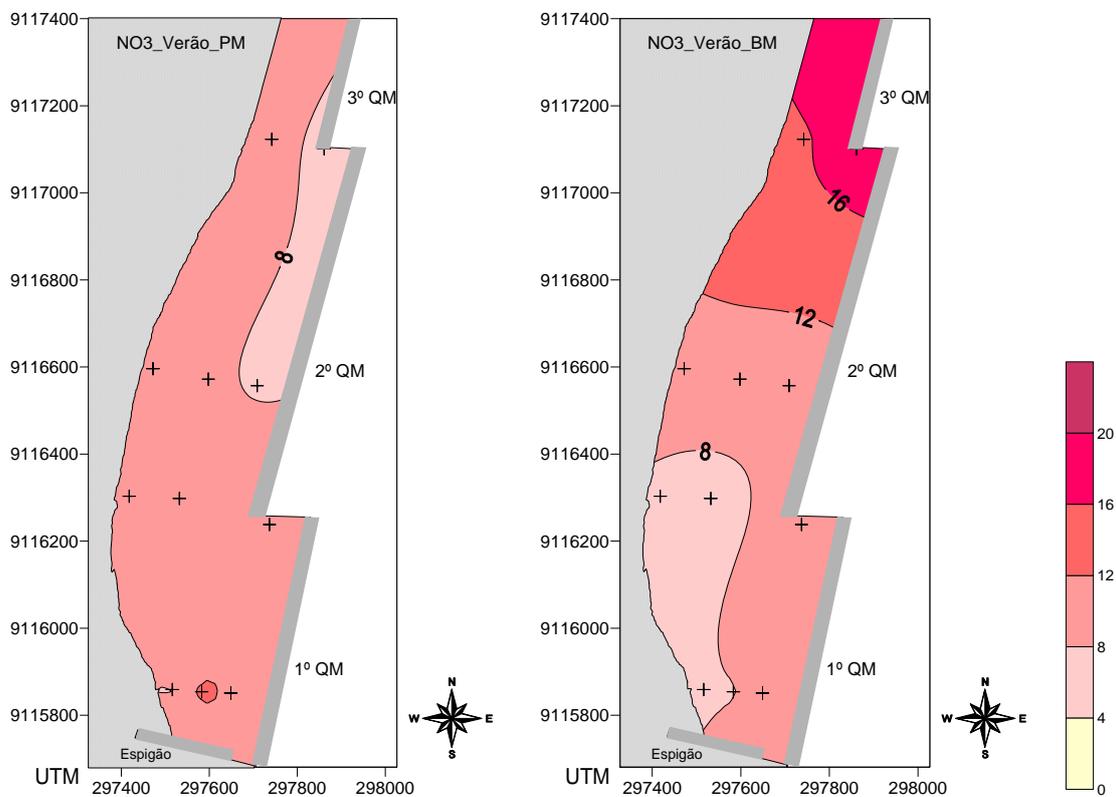


Fig. 40 – Distribuição horizontal de nitrato (NO_3) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

5.1.9 Fosfato

Medições acerca da distribuição horizontal de fosfato foram realizadas nas águas superficiais durante o período chuvoso e de estiagem, para os estágios de preamar e baixa-mar.

No período chuvoso, a distribuição foi homogênea (Fig. 41), com uma pequena oscilação entre 0,08 e 0,93 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. Na baixa-mar foi registrado o menor valor para período chuvoso e também se comparado ao período de estiagem, na estação 5; e na preamar, o valor mais elevado na estação 3; localizada próxima à “prainha” que é uma área com grande deposição de sedimentos e com isso, baixa profundidade, além de estar na mesma direção das duas saídas da rede coletora de águas pluviais.

No período de estiagem, a variação na concentração de fosfato foi maior (Fig. 42): entre 0,39 e 1,49 $\mu\text{mol.L}^{-1}$, sendo registrado o valor mais elevado entre os períodos de coleta (sazonalmente), na estação 10, durante o estágio de baixa-mar. Este estágio de maré possui pequena coluna d'água, fazendo com que haja maior concentração dos nutrientes, em relação ao outros estágios; e durante o período de estiagem a concentração tende a ser ainda maior, pois a insolação na área é maior do que no período chuvoso. Nesta estação ainda existe a proximidade com o rio Doce, que pode influenciar com o aporte de águas continentais.

De acordo com a Resolução CONAMA, os valores de concentração de fosfato obtidos para os dois períodos de coleta, estão dentro do limite permitido para águas de classe 1 (salinas) - 28,57 $\mu\text{mol.L}^{-1}$.

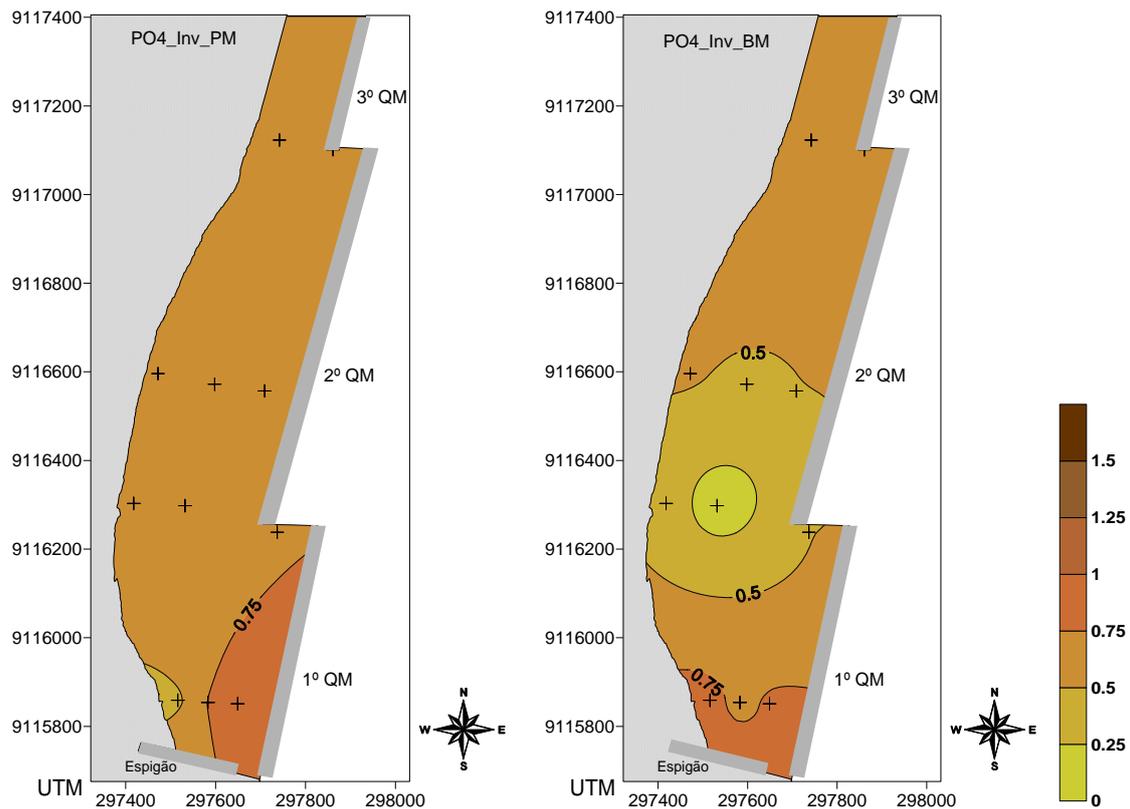


Fig. 41 – Distribuição horizontal de fosfato (PO_4) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

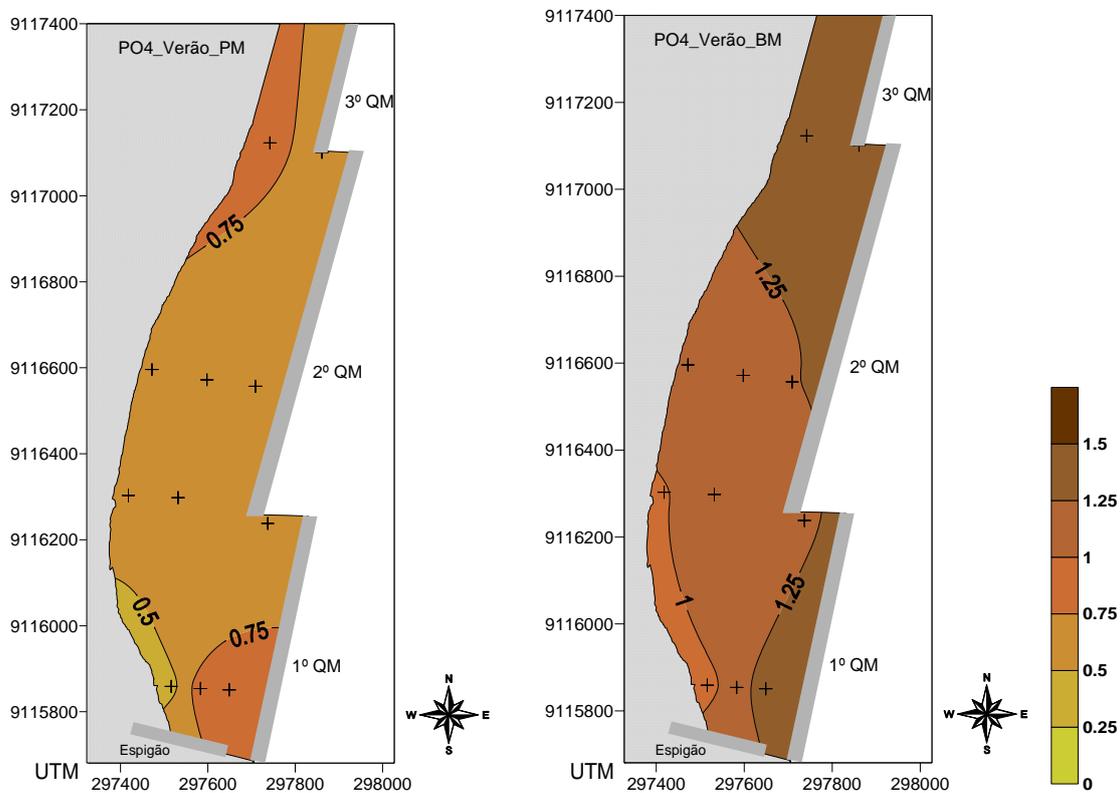


Fig. 42 – Distribuição horizontal de fosfato (PO_4) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

5.1.10 Silicato

O padrão de distribuição da concentração de silicato nas águas superficiais foi levantado durante a preamar e a baixa-mar no período chuvoso e de estiagem.

No período chuvoso, foi observada uma variação entre 3,71 e 16,61 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ (Fig.43) na concentração de silicato, com maior valor registrado na estação 1, durante o estágio de preamar. Esta estação fica bem próxima à costa em uma das áreas preferenciais dos banhistas.

No período de estiagem (Fig. 44), a variação registrada foi maior (0,25 – 35,17 $\mu\text{mol.L}^{-1}$), sendo observado um valor bastante baixo nas estações 3 no estágio de preamar, e também na estação 11 no estágio de baixa-mar.

Na estação 1 foi registrado o maior valor de silicato, durante a preamar, da mesma forma em que ocorreu no período chuvoso. Esta estação está localizada próximo à área preferencial dos banhistas e apresenta as menores profundidades, além de ser a mais próxima das duas saídas da rede coletora de águas pluviais.

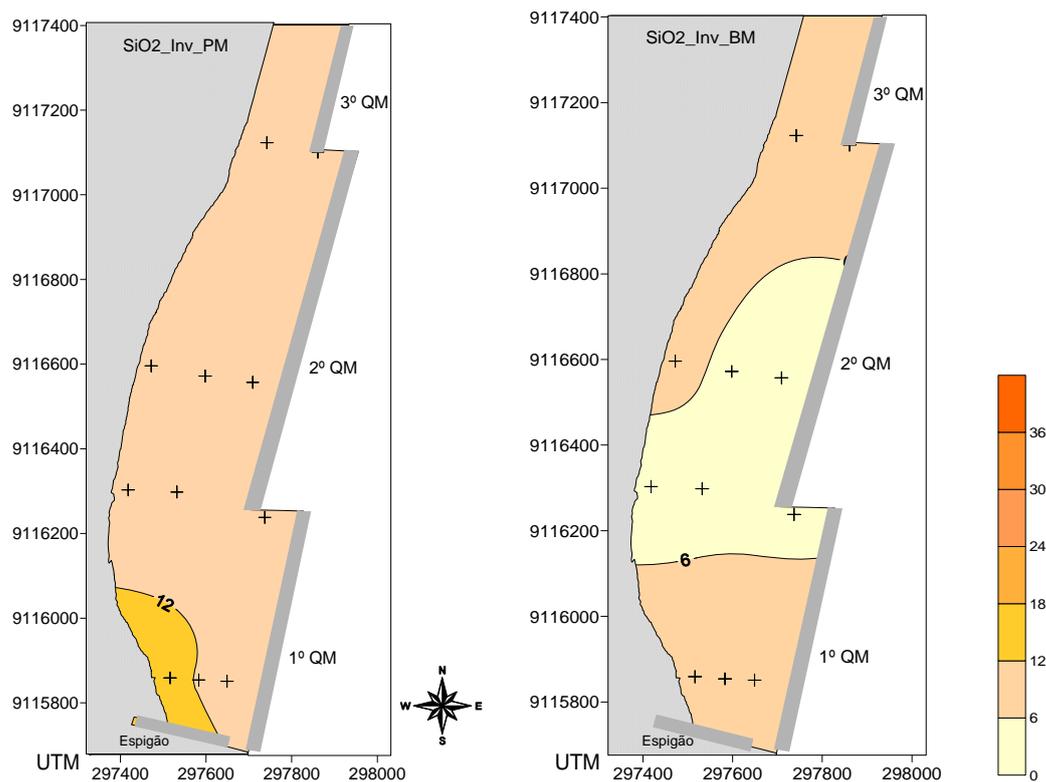


Fig. 43 – Distribuição horizontal de silicato (SiO_2) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

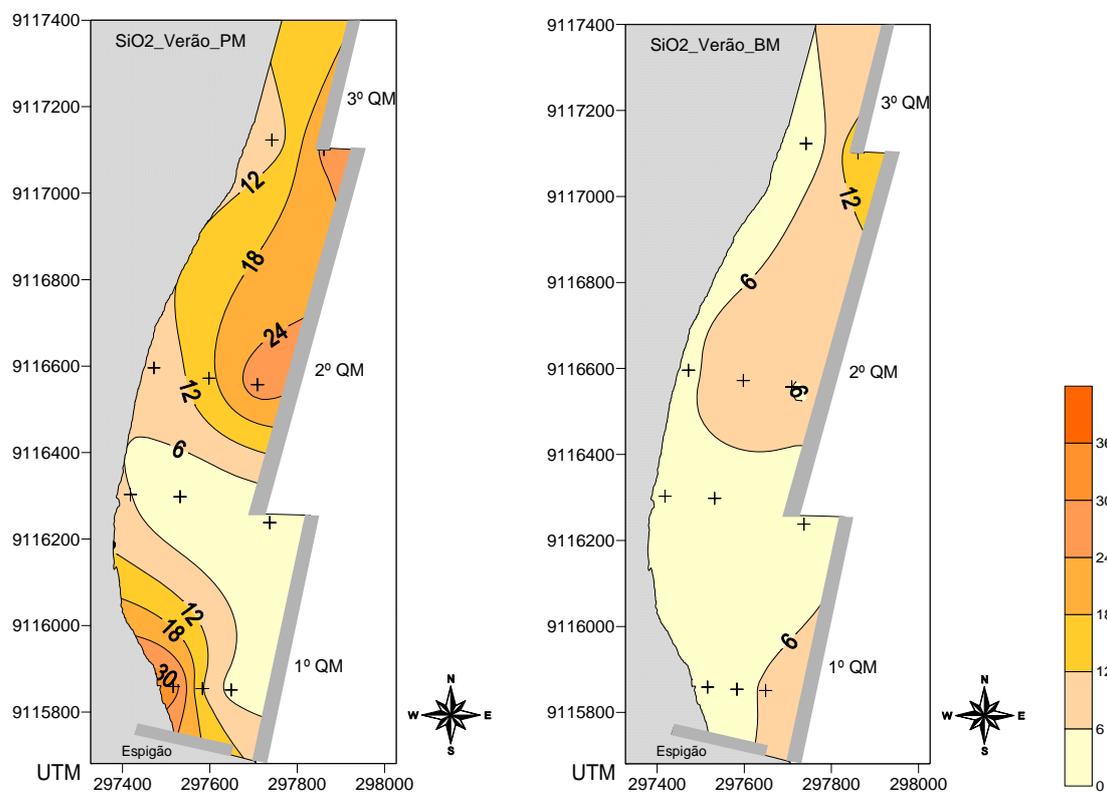


Fig. 44 – Distribuição horizontal de silicato (SO_4) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

5.1.11 Teor de Oxigênio Dissolvido (OD)

As medidas para a distribuição da concentração de oxigênio dissolvido foram realizadas em águas superficiais durante o período chuvoso e de estiagem, para os estágios de preamar e baixa-mar.

No período chuvoso, observou-se uma flutuação entre 5,38 e 7,65 ml.L⁻¹ (Fig. 45). A maior concentração do teor de oxigênio dissolvido para este período, foi registrada na baixa-mar, na estação 5, localizada entre a costa e o quebra-mar.

No período de estiagem, houve uma oscilação entre 5,24 e 9 ml.L⁻¹ na concentração de OD (Fig. 46). A maior concentração verificada nesta área, sazonalmente, foi registrada na estação 10 do estágio de preamar, quando há a renovação das águas.

De acordo com a distribuição da concentração de OD encontrada, verifica-se que os maiores valores foram registrados no período de estiagem, quando também foram observadas as maiores concentrações de nutrientes; desta forma, pode ter havido durante este período, um aumento da produção fotossintética do fitoplâncton. No período chuvoso, foram registrados os menores valores de concentração de OD dissolvido nas áreas de maior circulação.

Os valores de OD registrados, estão dentro do permitido para áreas de contato primário (não inferior a 6 ml.L⁻¹), de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

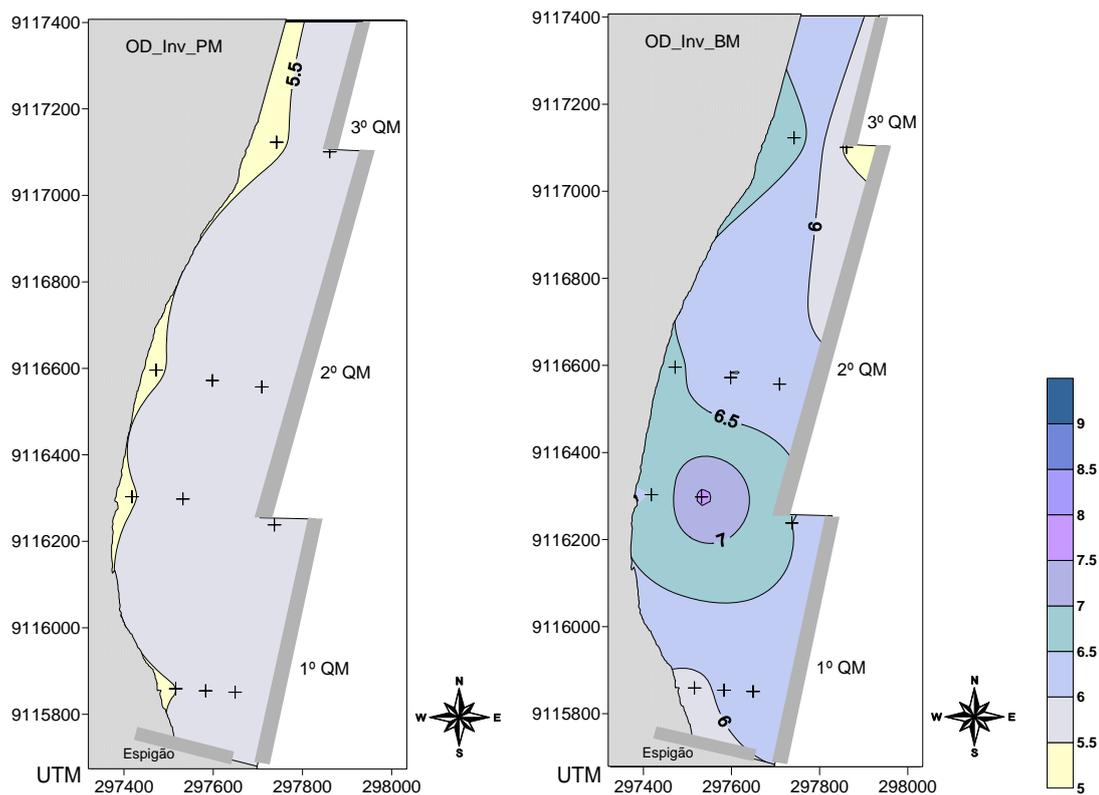


Fig. 45 – Distribuição horizontal do teor de oxigênio dissolvido (OD) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

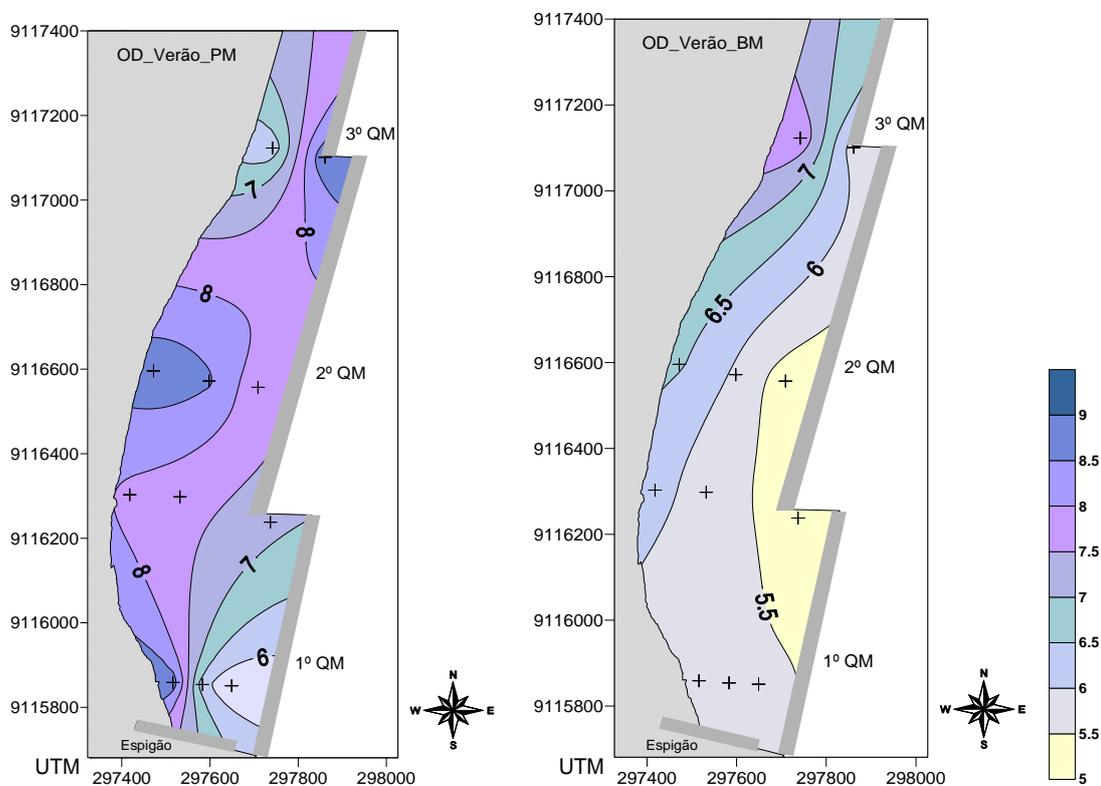


Fig. 46 – Distribuição horizontal do teor de oxigênio dissolvido (OD) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

5.1.12 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

As análises da demanda bioquímica de oxigênio foram realizadas com base nas medições das águas superficiais, durante o período chuvoso e de estiagem, para os estágios de preamar e baixa-mar.

No período chuvoso houve uma oscilação entre 0,41 e 4,25 mg/L de DBO (Fig. 47). A maior demanda foi registrada durante a baixa-mar, na estação 5. Esta estação foi a mesma em que foram registrados máximos de concentração para alguns nutrientes e oxigênio dissolvido, sugerindo que haja alta concentração de matéria orgânica nesta área.

No período de estiagem (Fig. 48), a distribuição horizontal de DBO registrou uma variação maior (0,01 – 6,78 mg/L), com os extremos de valores para o local, durante o estágio de baixa-mar, em que ocorre a menor coluna d'água de todo o ciclo de maré. A menor concentração foi observada na estação 11; e a maior na estação 7 de forma parecida com a observada para a concentração de nitrito.

De acordo com a legislação do CONAMA, é permitido um máximo de 3 mg/L de DBO em águas de classe 1. Foram registrados valores acima deste permitido tanto no período chuvoso, quanto no período seco, este quadro sugere um grande consumo de oxigênio nesta área geralmente decorrente da alta taxa de matéria orgânica existente.

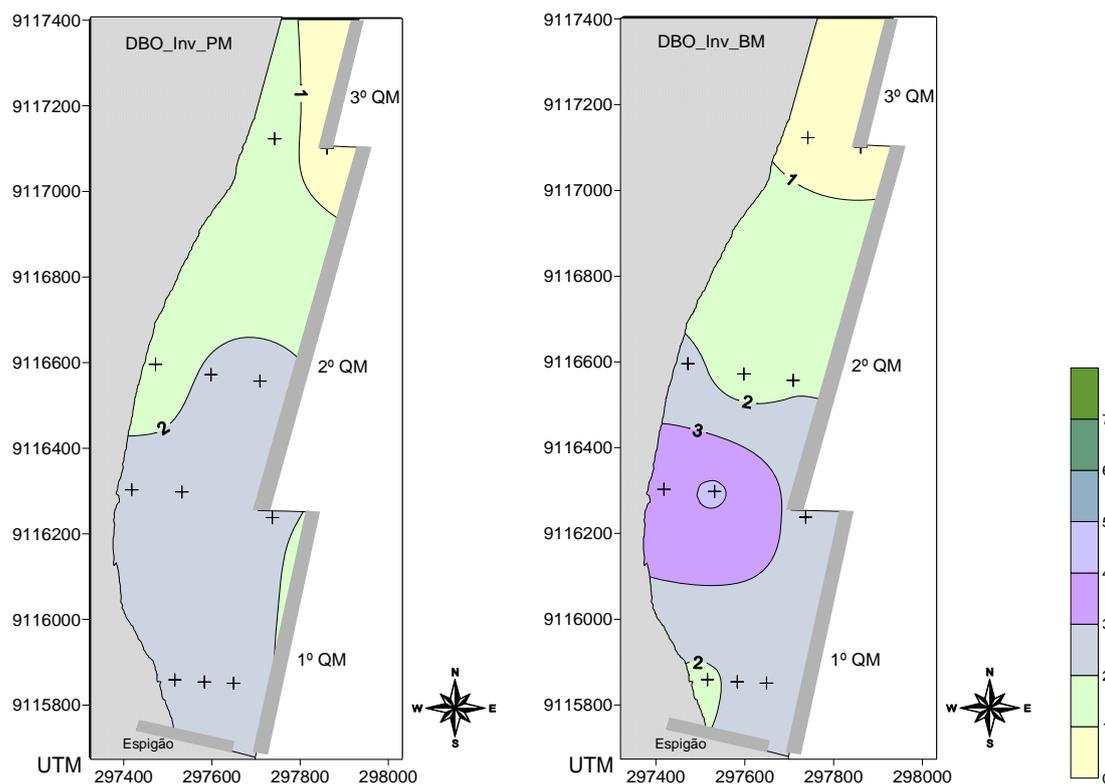


Fig. 47 – Distribuição horizontal da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

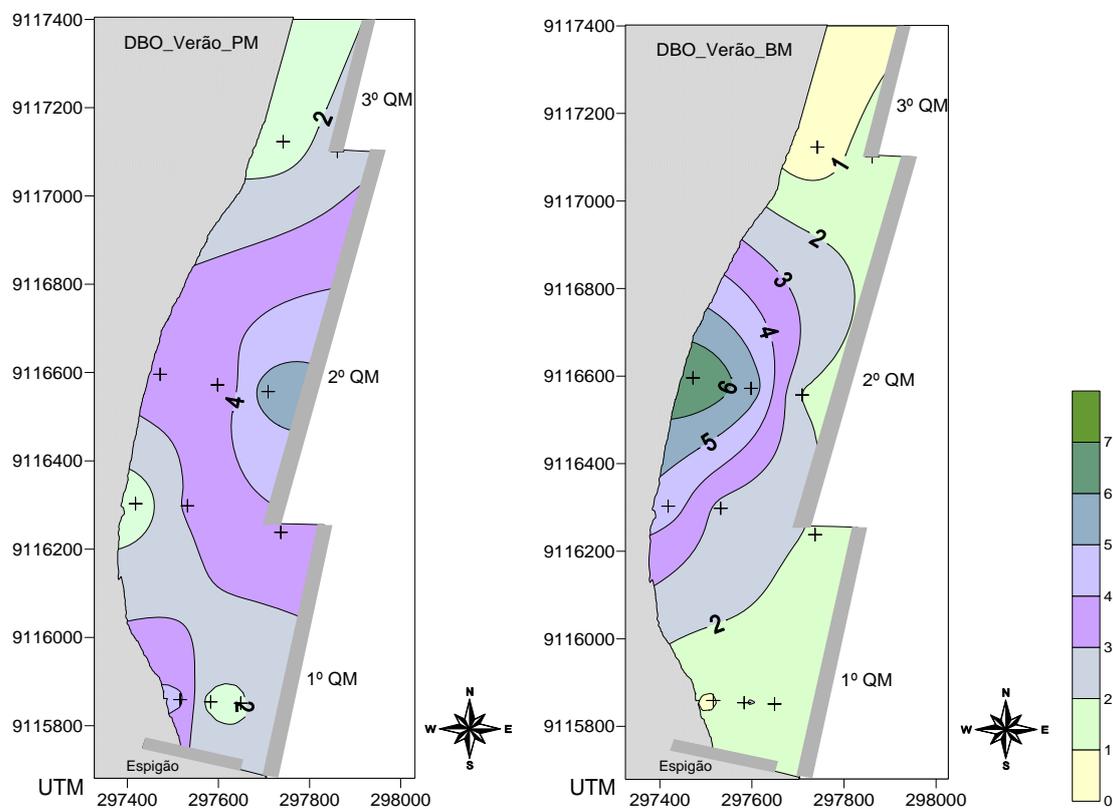


Fig. 48 – Distribuição horizontal da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

5.1.13 pH

No período chuvoso e de estiagem foram realizadas medições superficiais da distribuição horizontal de pH para os estágios de preamar e baixa-mar.

No período chuvoso foi observada uma distribuição bastante homogênea de pH (Fig. 49), com variação dos valores entre 8,16 e 8,47. Nas estações 7 e 11 do estágio de baixa-mar foi registrado o valor mais alto para este período (8,47). Apesar de este valor ter sido registrado durante o estágio de baixa-mar, a localização de ambas as estações é na abertura entre dois quebra-mares, onde há constante renovação das águas.

No período de estiagem (Fig. 50), bem como no período chuvoso, a distribuição horizontal de pH foi homogênea; porém, tendo sido registrados valores maiores (8,66 – 8,96). Seguindo o mesmo padrão de distribuição, na estação 11 do estágio de baixa-mar, foi observado o valor mais elevado; sendo este, o maior valor de pH registrado para os dois períodos (chuvoso e de estiagem).

Durante o período de estiagem, os valores de pH ultrapassaram o permitido para áreas de recreação de contato primário, que é entre 6,5 e 8,5; de acordo com o CONAMA (Resolução 357/2005).

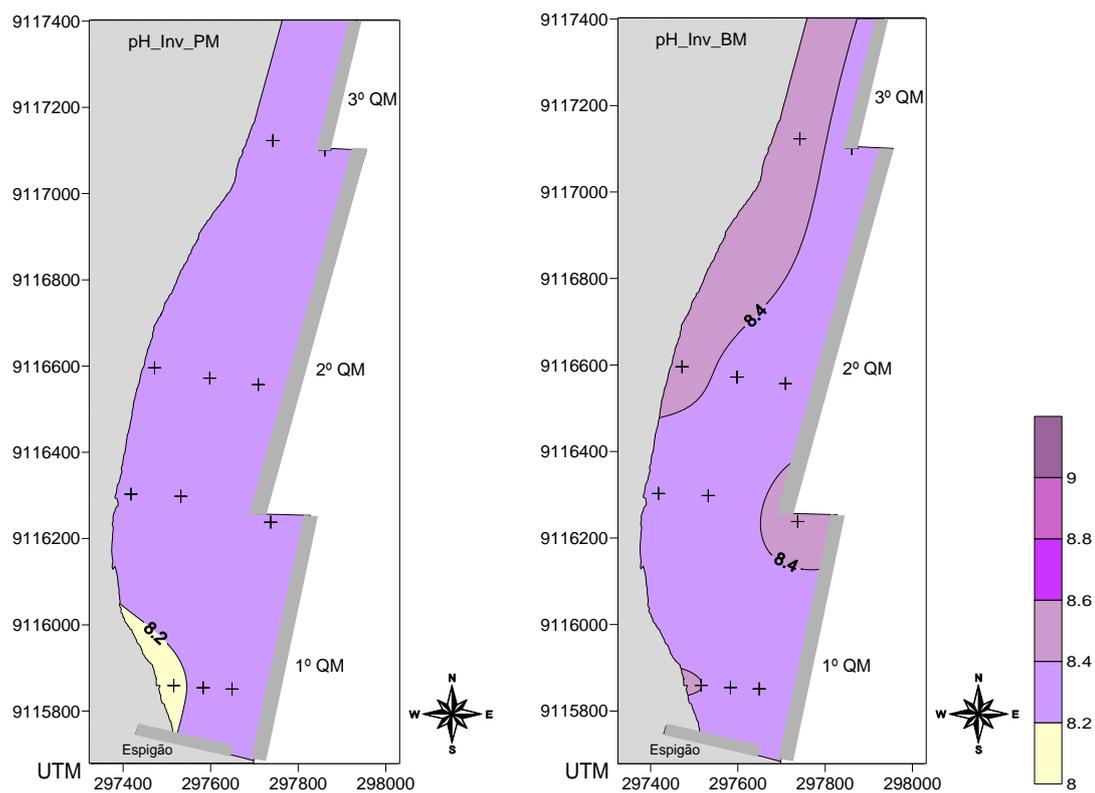


Fig. 49 – Distribuição horizontal do pH à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

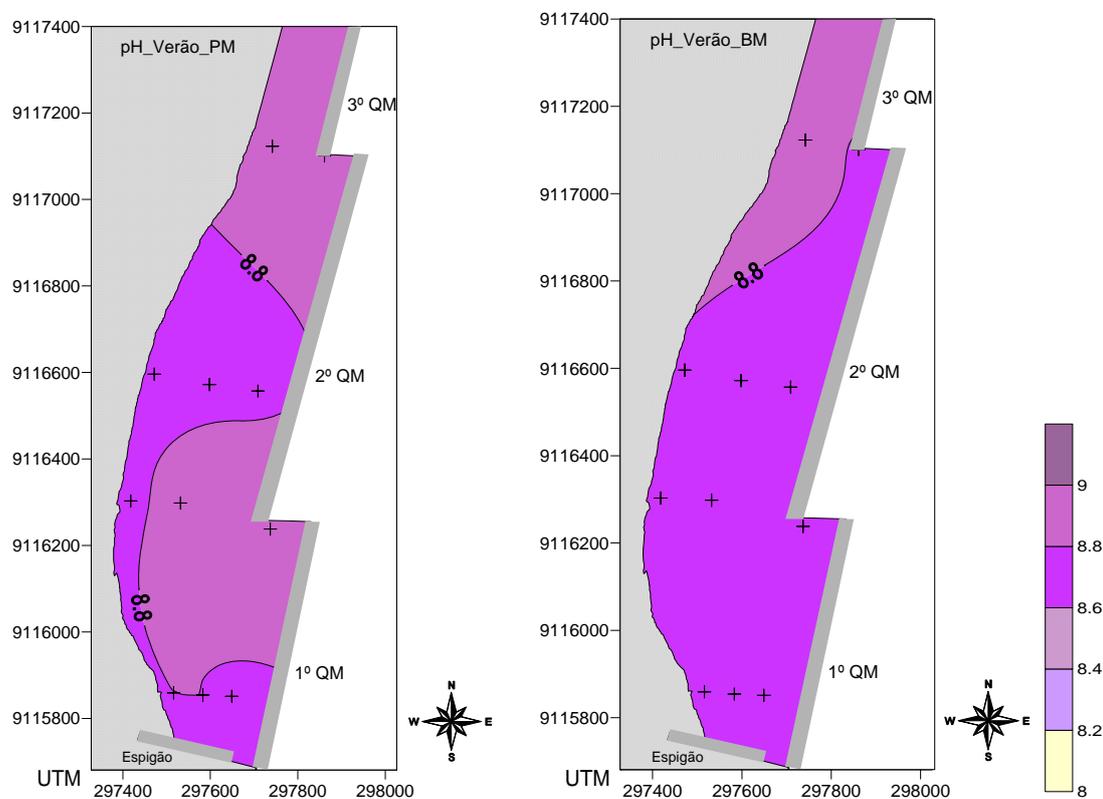


Fig. 50 – Distribuição horizontal do pH à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

5.1.14 Material Particulado em Suspensão (MPS)

Análises das águas superficiais no período chuvoso e de estiagem foram realizadas para obter a distribuição horizontal do material particulado em suspensão, durante os estágios de preamar e baixa-mar.

No período chuvoso (Fig. 51), a concentração de MPS oscilou entre 34,6 e 52,6 mg.L⁻¹, sendo registrada a menor concentração na estação 4, durante o estágio de preamar, onde há constante circulação por estar localizada entre dois quebra-mares. A maior concentração foi observada durante estágio de baixa-mar, na estação 3. A alta concentração de MPS pode ser decorrente da baixa profundidade neste estágio de maré e também com a proximidade da “prainha”, onde há alta taxa de sedimentos finos depositados.

A distribuição horizontal do MPS no período de estiagem (Fig. 52) registrou variação entre 22,1 a 54,6 mg.L⁻¹ na concentração. Durante o estágio de preamar foi registrada a menor concentração (22,1 mg.L⁻¹) tanto para o período de estiagem, quanto para o período chuvoso, na estação 1. A maior concentração (54,6 mg.L⁻¹) foi observada durante a baixa-mar na estação 6, também para os dois períodos.

No estágio de baixa-mar observaram-se as maiores concentrações de material particulado em suspensão, durante o período chuvoso e de estiagem, isto se justifica pela baixa profundidade dos locais de coleta e, durante a baixa-mar, ainda soma-se a diminuição da coluna d'água e conseqüente aumento na concentração do material particulado. De forma oposta, as menores concentrações foram registradas para o estágio de preamar, quando a coluna d'água aumenta, bem como a circulação.

A Resolução 357/2005 do CONAMA, sugere um máximo de 500 mg.L⁻¹ da MPS; sendo assim, as concentrações registradas para os dois períodos de coleta, estão dentro dos níveis permitidos para águas salinas (classe 1) de contato primário.

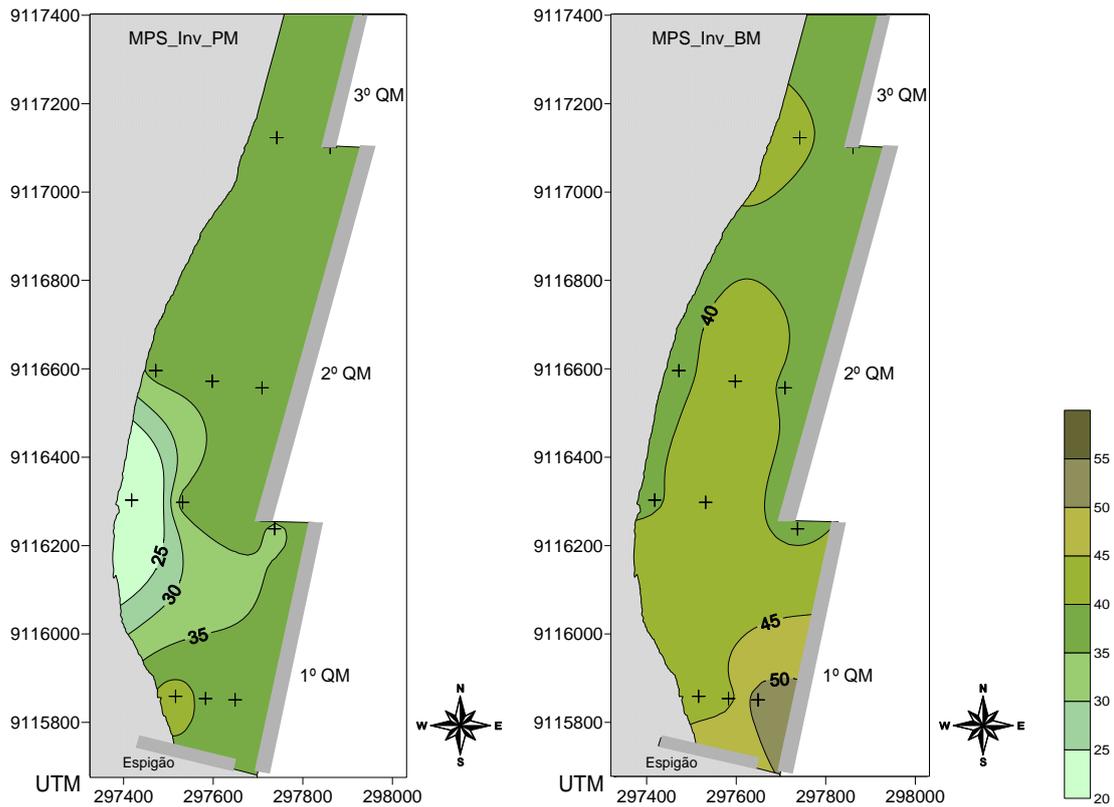


Fig. 51 – Distribuição horizontal de material particulado em suspensão (MPS) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

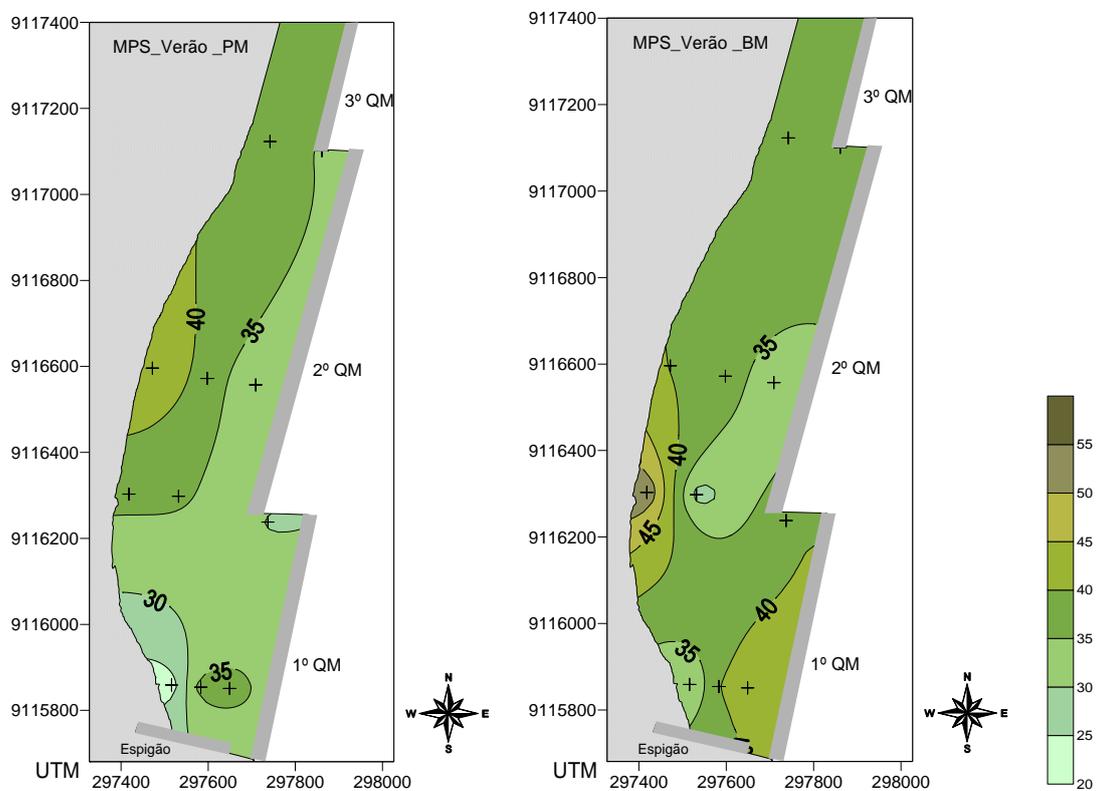


Fig. 52 – Distribuição horizontal de material particulado em suspensão (MPS) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) em Casa Caiada.

5.1.15 Coliformes

O grau de balneabilidade das águas de uma praia, bem como a presença e os níveis de contaminação por coliformes, são informações de grande importância para o público usuário destes locais. O critério de balneabilidade das águas, anteriormente estabelecido pela Resolução CONAMA 020/86, passou a ser estabelecido segundo a Resolução CONAMA 274/2000, e se dá em função da concentração do número mais provável (NMP) de coliformes fecais e termotolerantes em 100 ml. As águas destinadas à recreação de contato primário, terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria; as águas consideradas próprias são subdivididas em categorias, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Limites e categoria de balneabilidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 274/2000 para praias de recreação de contato primário.

Categoria	Coliformes Fecais NMP/100 ml	Coliformes Termotolerantes NMP/100 ml
Excelente	Máximo de 250	Máximo de 200 <i>Echerichia</i> ou 50 <i>Enterococos</i>
Muito Boa	Máximo de 500	Máximo de 400 <i>Echerichia</i> ou 50 <i>Enterococos</i>
Satisfatória	Máximo de 1000	Máximo de 800 <i>Echerichia</i> ou 100 <i>Enterococos</i>
Imprópria	Ultrapassa os índices bacteriológicos admitidos	Ultrapassa os índices bacteriológicos admitidos

As análises das águas superficiais foram realizadas no período chuvoso (Tab. 3) e de estiagem (Tab. 4), durante os estágios de preamar e baixa-mar. A rigor, não seria possível determinar o grau de balneabilidade da praia, pois este requer cinco semanas de amostragens consecutivas e em uma mesma maré. No entanto, os resultados a seguir, permitem avaliar o grau de contaminação das águas.

Os resultados obtidos foram analisados para coliformes fecais e totais, em relação à Resolução CONAMA 020/86, na preamar do período chuvoso e apresentaram valores bastante elevados ao longo de todas as estações de coleta, e os mesmos resultados para coliformes fecais e totais (com NMP entre 3000 e 16000/100ml). De acordo com a Tabela 3, na preamar, os NMP/100ml de coliformes (fecais e totais) mais altos foram registrados nas estações 2, 3, 5 e 6; que estão localizadas no sentido de entrada das águas (S-N) pela abertura do espigão.

No estágio de baixa-mar (Tab. 3), os resultados obtidos para coliformes totais, estiveram dentro do limite máximo permitido em uma praia satisfatória (5000/100ml). Já nos resultados de coliformes fecais, foi observado que mais de 50% estava acima do ideal, em condições satisfatórias.

Tabela 3 - Resultados das análises para coliformes fecais e totais durante os estágios de PM e BM no período chuvoso, nas estações de coleta da praia de Casa Caiada.

Maré	Estação	Coliformes Fecais NMP/100ml	Coliformes Totais NMP/100ml
PM	1	9000	9000
	2	16000	16000
	3	16000	16000
	4	9000	9000
	5	16000	16000
	6	16000	16000
	7	5000	5000
	8	9000	9000
	9	3000	3000
	10	9000	9000
	11	-	-
BM	1	2400	2400
	2	5000	5000
	3	3000	3000
	4	5000	5000
	5	5000	5000
	6	5000	5000
	7	500	500
	8	700	700
	9	800	800
	10	800	800
	11	130	130

No período de estiagem, os resultados obtidos (Tab. 4) foram satisfatórios para uma praia de recreação de contato primário. Durante o estágio de preamar, o NMP/100ml de coliformes fecais foi igual ou inferior a 20; e para coliformes totais, apenas as estações 1 e 2 apresentaram valores maiores (90 e 40, respectivamente) estas duas estações estão localizadas próximas à costa e lateralmente ao espigão, onde há uma grande concentração de banhistas e pescadores. Em todas as estações da baixa-mar, o NMP/100ml de coliformes (fecais e totais) foi menor ou igual a 20.

Comparando os resultados encontrados no período de estiagem, com o levantamento realizado por Pereira entre 1993 e 2000 onde 18,3% da praia de Casa

Caiada estava imprópria para o banho, pode-se considerar que, atualmente, a praia está melhor para o banho. Porém, ao comparar com os resultados de Fisner (2004), a balneabilidade deste local permanece bastante homogênea, com 80% dos resultados com NMP/100ml igual ou inferior a 20. Ressaltando apenas, que Pereira obteve os resultados no período em que não havia a abertura no espigão, e por este motivo, a circulação no local era reduzida.

Tabela 4 - Resultados das análises para coliformes fecais e totais durante os estágios de PM e BM no período de estiagem, nas estações de coleta da praia de Casa Caiada.

Maré	Estação	Coliformes Fecais NMP/100ml	Coliformes Totais NMP/100ml
PM	1	20	90
	2	< 20	40
	3	< 20	< 20
	4	< 20	< 20
	5	< 20	20
	6	< 20	< 20
	7	< 20	< 20
	8	20	20
	9	< 20	< 20
	10	< 20	< 20
	11	< 20	< 20
BM	1	20	20
	2	20	20
	3	< 20	< 20
	4	< 20	< 20
	5	< 20	< 20
	6	< 20	< 20
	7	< 20	< 20
	8	20	20
	9	20	20
	10	< 20	20
	11	< 20	< 20

De acordo com as tabelas 3 e 4 há uma grande diferença nos resultados obtidos no período chuvoso e de estiagem. Foram registrados NMP/100ml mais baixos para o período de estiagem, e mais altos para o período chuvoso; isto pode ser explicado pelo fato de haver, durante as coletas do período chuvoso, obras realizadas pela Compesa (Companhia Pernambucana de Saneamento), além da possibilidade de ligação de esgotos clandestinos à rede coletora de águas pluviais.

5.1.16 Cobertura Sedimentar

Análises granulométricas realizadas em amostras de sedimentos coletadas na praia de Casa Caiada (Tab. 5 e Fig. 53) desde o supra até o infralitoral, evidenciam a predominância de sedimentos com granulometria de 0,180 mm. No supralitoral, foi observada uma cobertura sedimentar formada por areia média e fina; no meso litoral, próximo ao espigão predominou areia fina e na região do 2º quebra-mar, onde existe o enrocamento, foi encontrada areia grossa. No infralitoral, mais de 50% da cobertura sedimentar é formada por areia fina ou muito fina. Em toda a região estudada, a maior parte os sedimentos foram considerados moderadamente selecionados.

Tabela 5 – Classe e grau de seleção dos sedimentos na praia de Casa Caiada.

Perfil	Estação	Classificação	Seleção
P1	1	Areia média	Moderadamente selecionado
	2	Areia fina	Moderadamente selecionado
	3	Areia fina	Moderadamente selecionado
	4	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
	5	Silte grosso	Pobrememente selecionado
	6	Areia fina	Pobrememente selecionado
Prainha	7	Areia fina	Moderadamente selecionado
	8	Areia fina	Moderadamente selecionado
	9	Areia fina	Moderadamente selecionado
P2	10	Areia fina	Moderadamente selecionado
	11	Areia média	Pobrememente selecionado
	12	Silte grosso	Pobrememente selecionado
P3	13	Areia média	Moderadamente selecionado
	14	Areia fina	Pobrememente selecionado
	15	Areia média	Moderadamente selecionado
	16	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
	17	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
P4	18	Areia média	Pobrememente selecionado
	19	Areia média	Moderadamente selecionado
	20	Areia grossa	Pobrememente selecionado
	21	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
	22	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
	23	Areia média	Moderadamente selecionado
	24	Areia fina	Moderadamente selecionado
	25	Areia fina	Moderadamente selecionado
P5	26	Areia fina	Moderadamente selecionado
	27	Areia média	Moderadamente selecionado
	28	Areia grossa	Bem selecionado
	29	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
	30	Areia grossa	Pobrememente selecionado

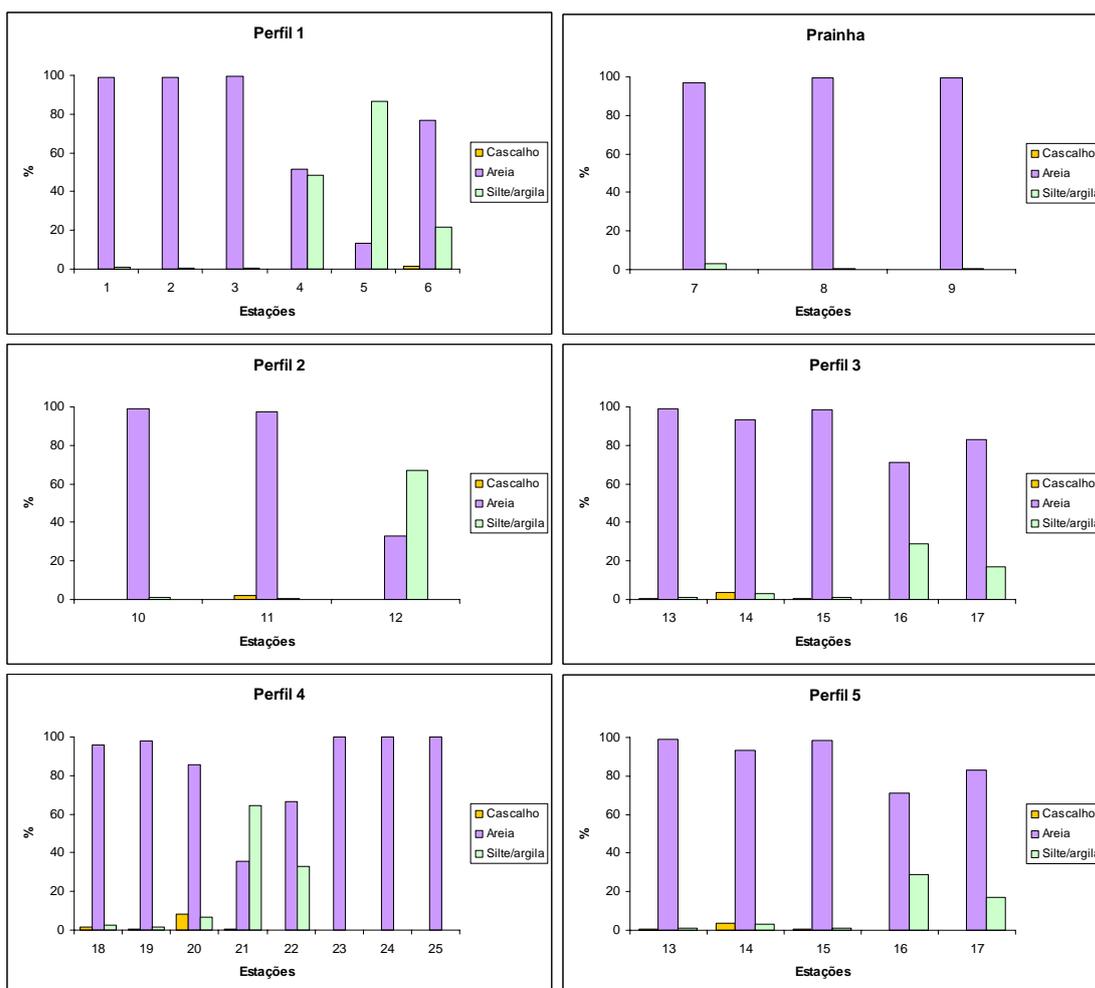


Fig. 53 - Distribuição dos sedimentos nas frações cascalho, areia e argila/silte ao longo das estações de coleta da praia de Casa Caiada.

Comparando a cobertura sedimentar encontrada neste trabalho, com as análises feitas por Pereira (1998) e Fisner (2004), houve modificações na granulometria dos sedimentos da praia de Casa Caiada. Em 1998 foi registrada a presença de grande percentagem de areia no trecho sul da praia e, inclusive, cascalho na região do 2º quebra-mar; em 2004 foi observada a presença de areia fina em quase toda a área, mas em pequena proporção; no presente trabalho sua ocorrência foi predominante, indicando mudanças na hidrodinâmica da praia e gerando problemas secundários, como a deposição de sedimentos finos. É importante ressaltar também, a ocorrência de alimentação artificial nesta praia (Pereira, com. pess.).

Em 1996, Pereira *et al* já havia observado o assoreamento no lado abrigado dos quebra-mares e a formação de uma “prainha”, formada pela deposição de sedimentos. Atualmente, existem duas “prainhas” ao longo da praia de Casa Caiada; uma no 1º

quebra-mar (Fig. 54), e a outra na porção norte do 2º quebra-mar.



Fig. 54 – Detalhe da “prainha” localizada no 1º quebra-mar da praia de Casa Caiada (2006)

5.1.17 Avaliação do uso, das condições locais e da percepção dos usuários

A praia de Casa Caiada é bastante freqüentada, diariamente, as pessoas utilizam o local para caminhar/correr, nadar ou mesmo para o lazer; a área de preferência dos banhistas, é a porção sul da praia próxima ao espigão e o 1º quebra-mar, local com uma extensa faixa de areia (Fig. 55), havendo também concentração dos freqüentadores entre o 2º e 3º quebra-mares.

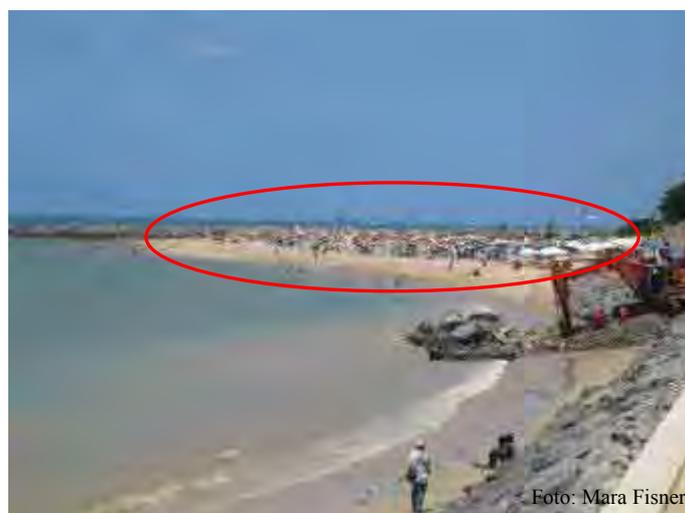


Fig. 55 - Área preferida pelos banhistas da praia de Casa Caiada (2006).

A praia apresenta infra-estrutura razoável para os seus frequentadores. Existem chuveiros de água doce no setor norte (próximo ao supermercado Bompreço) e bancos de cimento ao longo de todo o calçadão. Foram colocados lixeiros espalhados pela praia (Fig. 56) e funcionários da prefeitura são encontrados diariamente realizando a limpeza da mesma; a segurança aumentou, com um posto policial instalado no setor norte (próximo ao supermercado Bompreço) e policiais, transitando pela orla de bicicleta, em duplas. Ainda existem muitas melhorias a serem feitas, pois não há banheiros públicos e quiosques padronizados, para a comercialização de comida e bebida, cadastrados pela prefeitura de Olinda. Porém, quando comparado ao levantamento realizado em 2004, por Fisner, a infra-estrutura e segurança da praia de Casa Caiada melhorou.

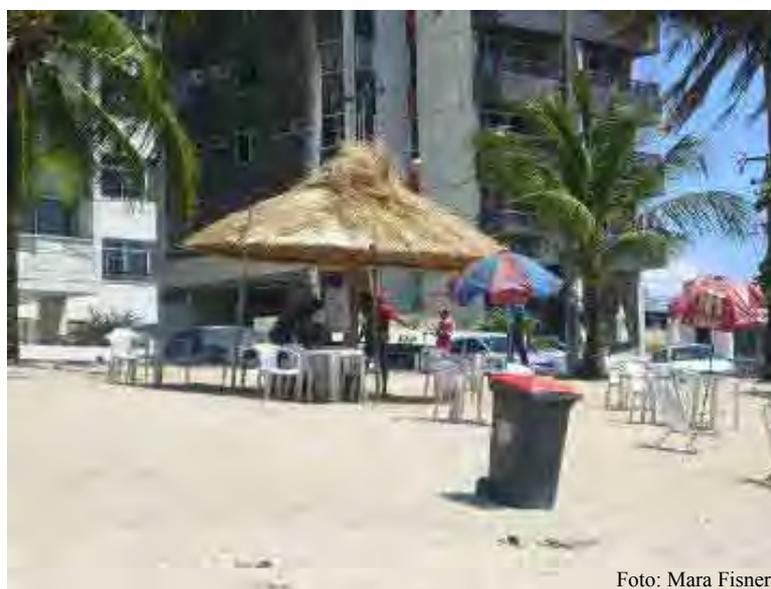


Fig. 56 - Lixeiros colocados na praia e funcionários da limpeza pública ao fundo (2006).

De acordo com os levantamentos realizados (Fig. 57), através da aplicação de questionários, a praia de Casa Caiada é frequentada principalmente por pessoas do sexo masculino (61%), com idade entre 31-40 anos (28%), que cursaram até o 2º grau (49%). Em sua maioria, são professores, pensionistas e donas-de-casa (27%) que residem em Olinda (81%), frequentam a praia há mais de 10 anos (48%), diariamente (46%) e por lazer (55%).

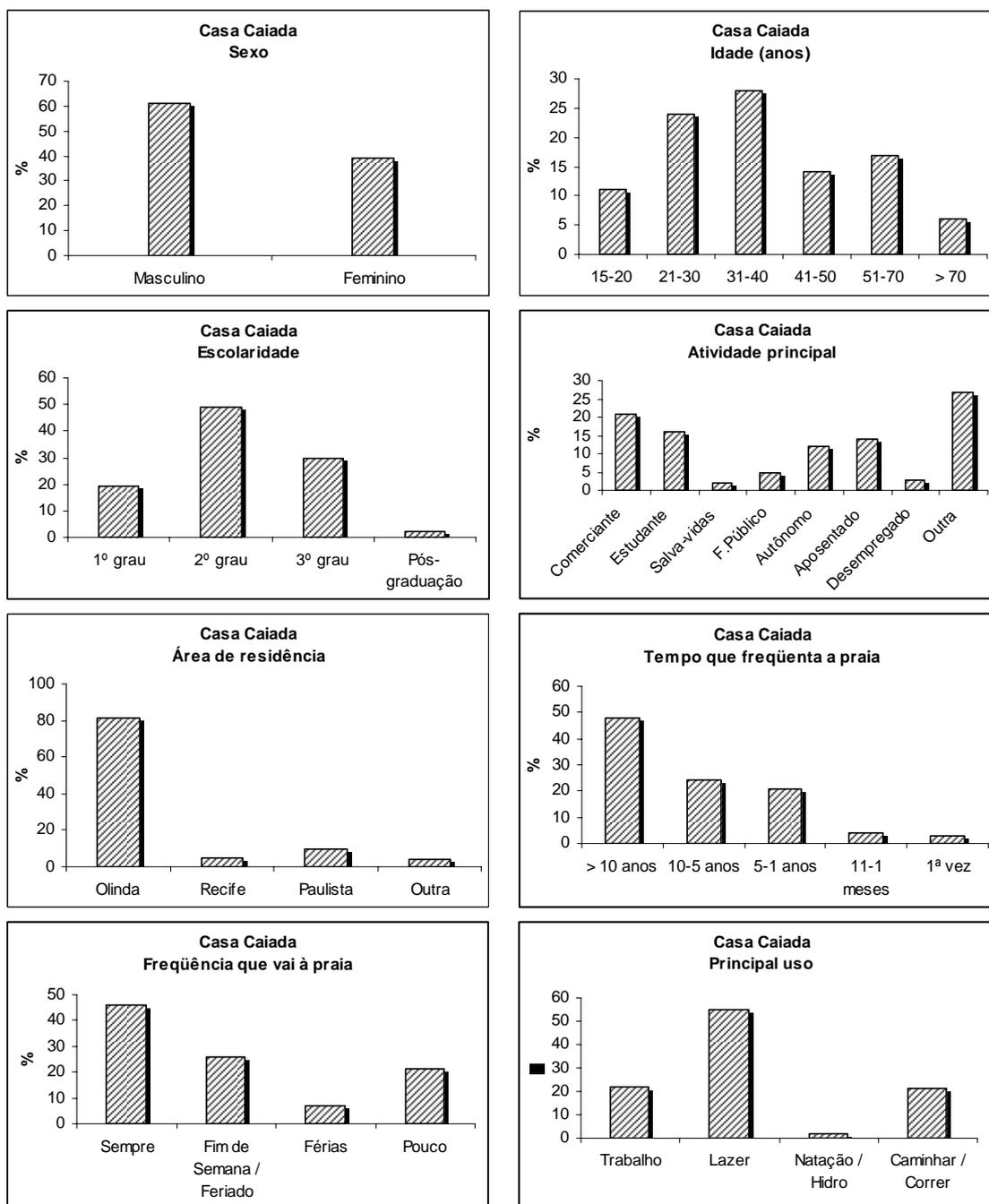


Fig. 57 – Perfil dos usuários da praia de Casa Caiada.

A segunda parte do levantamento realizado com os questionários foi direcionada à construção dos quebra-mares, infra-estrutura, limpeza e segurança na praia, do ponto de vista dos usuários (Fig. 58).

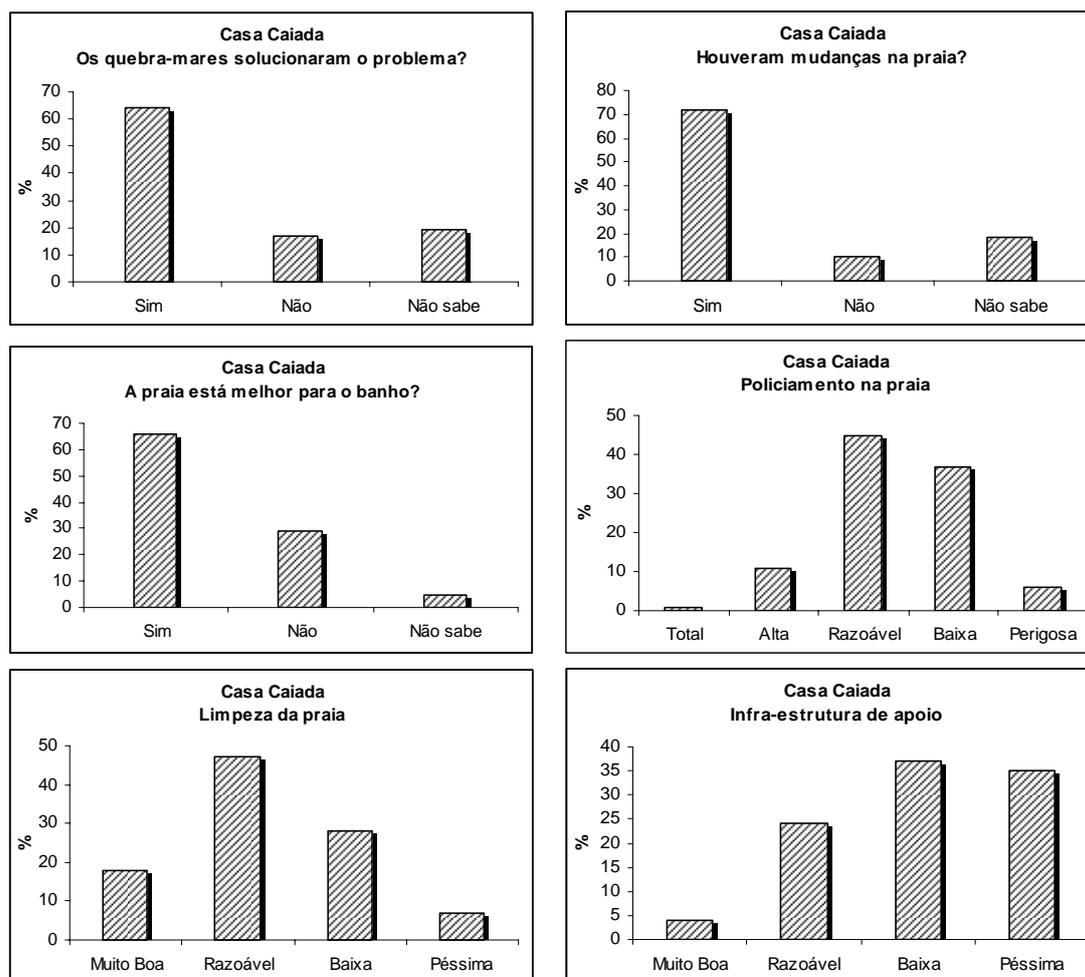


Fig. 58 – Percepção dos usuários em relação à praia de Casa Caiada.

Dentre os entrevistados, 64% acham que a construção dos quebra-mares solucionou o problema da erosão em Casa Caiada; alguns sugerem ainda que esta foi uma medida de ação local, pois observaram o problema ser transferido para as praias ao norte e citam Rio Doce e a praia do Janga, como exemplo. Esta sugestão é válida e já fora citada por Silva *et al.* (2006) pela necessidade de desenvolvimento de projetos de engenharia para conter o processo erosivo nas praias, ressaltando que estas soluções resolvem o problema localmente e não evitam a intensificação e transferência do problema para praias adjacentes.

Apesar de solucionar o problema da erosão, 72% dos entrevistados apontam mudanças na praia como: coloração da água (22%), mau cheiro (19%), consistência do sedimento (21%), deposição de sedimento (38%) na área do meso e infralitoral. Ressaltam ainda, 66% dos casos, que a praia ficou melhor para o banho, pois apresenta menor profundidade, águas mais limpas, menor incidência de ataques de tubarão e o

mar está mais calmo e sem ondas devido a presença dos quebra-mares.

Na percepção dos usuários, o policiamento está razoável (45%) e pode melhorar. Para tanto, sugerem o aumento do contingente de policiais circulando de bicicleta pela orla durante a semana. A limpeza na praia também foi considerada razoável (47%), mas não devido a problemas com a equipe de limpeza urbana da prefeitura, e sim dos comerciantes locais que não prezam pela assepsia do local. Os frequentadores sugerem que a prefeitura cadastre os comerciantes, padronize os quiosques e faça com que cada comerciante fique responsável pela limpeza da área que estiver ocupando.

A infra-estrutura de apoio foi considerada baixa (37%), especialmente pela falta de banheiros públicos, mas também foi citada a pequena quantidade de chuveiros e lanchonetes.

Durante os levantamentos foi observada a existência de dois postos de salvamento com dois salva-vidas em cada - um no trecho sul da praia (próximo ao espigão), e o outro na extremidade oposta (nas imediações do supermercado Bompreço); locais com maior concentração de banhistas. Os salva-vidas informaram que ocorrem acidentes nesta praia, especialmente durante a baixa-mar e nos dias de maior movimento - sábado, domingo e segunda-feira – sendo também os dias de maior frequência dos usuários na praia de Boa Viagem (PE), como reportado por Silva *et al.* (2008). O perfil dos acidentados é de indivíduos adultos ou adolescentes do sexo masculino, e a principal causa é o excesso de bebida alcoólica, podendo também ocorrer por descuido ou desconhecimento da área, uma vez que entre o segundo e terceiro quebra-mares é um local com profundidade baixa e existem correntes mais fortes (Fig. 59).



Fig. 59 – Salva-vidas indo ao encontro de um acidentado na área entre o 2º e 3º quebra-mares da (2006).

5.2 Janga

5.2.1 Batimetria

A área do Janga apresenta profundidades inferiores a 2 m (Fig. 60). As maiores profundidades são encontradas nas aberturas entre os quebra-mares e em alguns pontos ao longo do último quebra-mar, mais ao norte; e decrescem com a proximidade da costa. Ao longo de toda a área estudada é apresentado este perfil batimétrico. É possível observar a deposição de sedimentos no médio litoral, especialmente em direção à porção central dos quebra-mares.

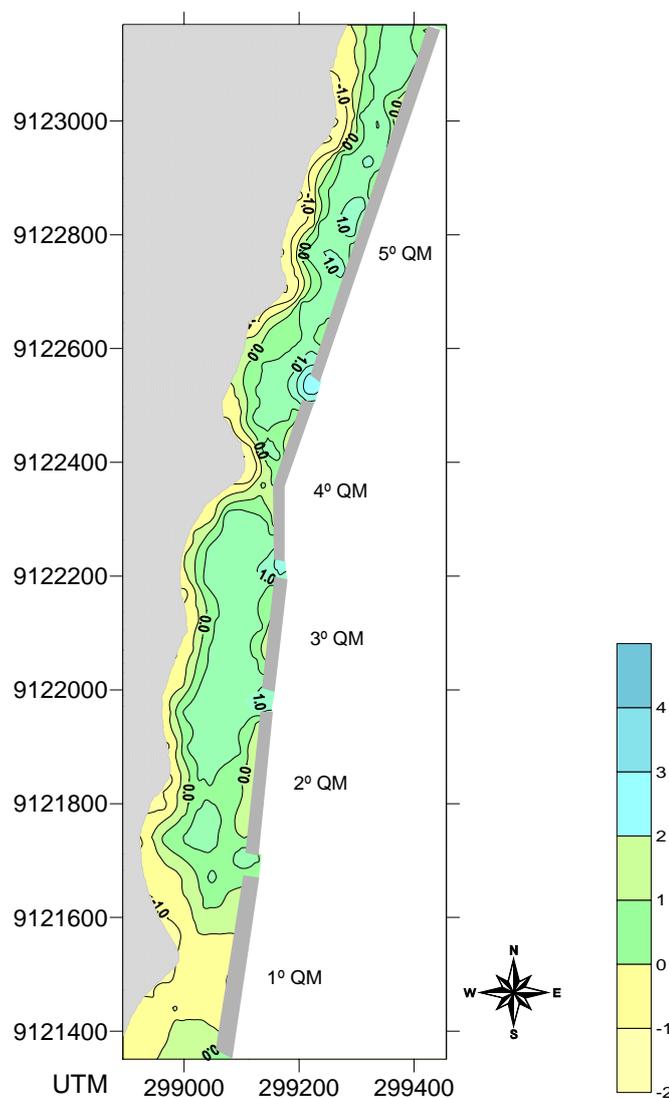


Fig. 60 – Mapa batimétrico do Janga.

5.2.2 Hidrodinâmica

A hidrodinâmica das águas superficiais e próximas ao fundo na praia do Janga, é apresentada na forma de plotes vetoriais para o período chuvoso e de estiagem, nos estágios de preamar, vazante, baixa-mar e enchente.

As águas superficiais no período chuvoso (Fig. 61) registraram correntes com intensidade entre 3,0 e 28,6 cm.s^{-1} ; a corrente de maior intensidade foi observada no estágio de baixa-mar na estação 8 e predominou a direção N-S das correntes. O padrão de circulação das águas próximas ao fundo (Fig. 62) apresentou intensidade das correntes entre 2,2 e 28,6 cm.s^{-1} . Seguindo o mesmo padrão de circulação das águas superficiais, correntes com maior intensidade foram observadas no estágio de baixa-mar na estação 8, com predominância de correntes com sentido N-S.

De forma geral, a intensidade das correntes no período de estiagem foi menor (Fig.63), nas águas superficiais, havendo variação de 0 a 14,6 cm.s^{-1} . Foram observadas as maiores intensidades durante o estágio de baixa-mar, na estação 8. A direção das correntes foi um pouco variada, mas predominaram as direções no sentido N-S. Nas águas próximas ao fundo (Fig. 64), o padrão de circulação das correntes apresentou intensidade um pouco maior entre 0 e 19,2 cm.s^{-1} , com as correntes mais intensas registradas durante o estágio de maré enchente, também na estação 8. Neste estágio, para o setor norte da praia, a direção das correntes foi no sentido N-S, porém variou bastante nos demais estágios de maré.

Observando o padrão de circulação na praia do Janga, a direção predominante das correntes, foi no sentido N-S e as maiores intensidades registradas no setor norte da praia (estações 8 e 9). Quando comparadas com a praia de Casa Caiada, as correntes do Janga seguem a mesma tendência: maiores intensidades no período chuvoso e menores, no período de estiagem, o que já é esperado, inclusive, pelo maior volume de águas encontrado com as chuvas. Porém, em geral, a intensidade das correntes no Janga foi menor; isto se explica por esta área ser mais estreita (com os quebra-mares mais próximos à costa) e também haver um estrangulamento no 4º quebra-mar, o que diminui ainda mais a intensidade das correntes.

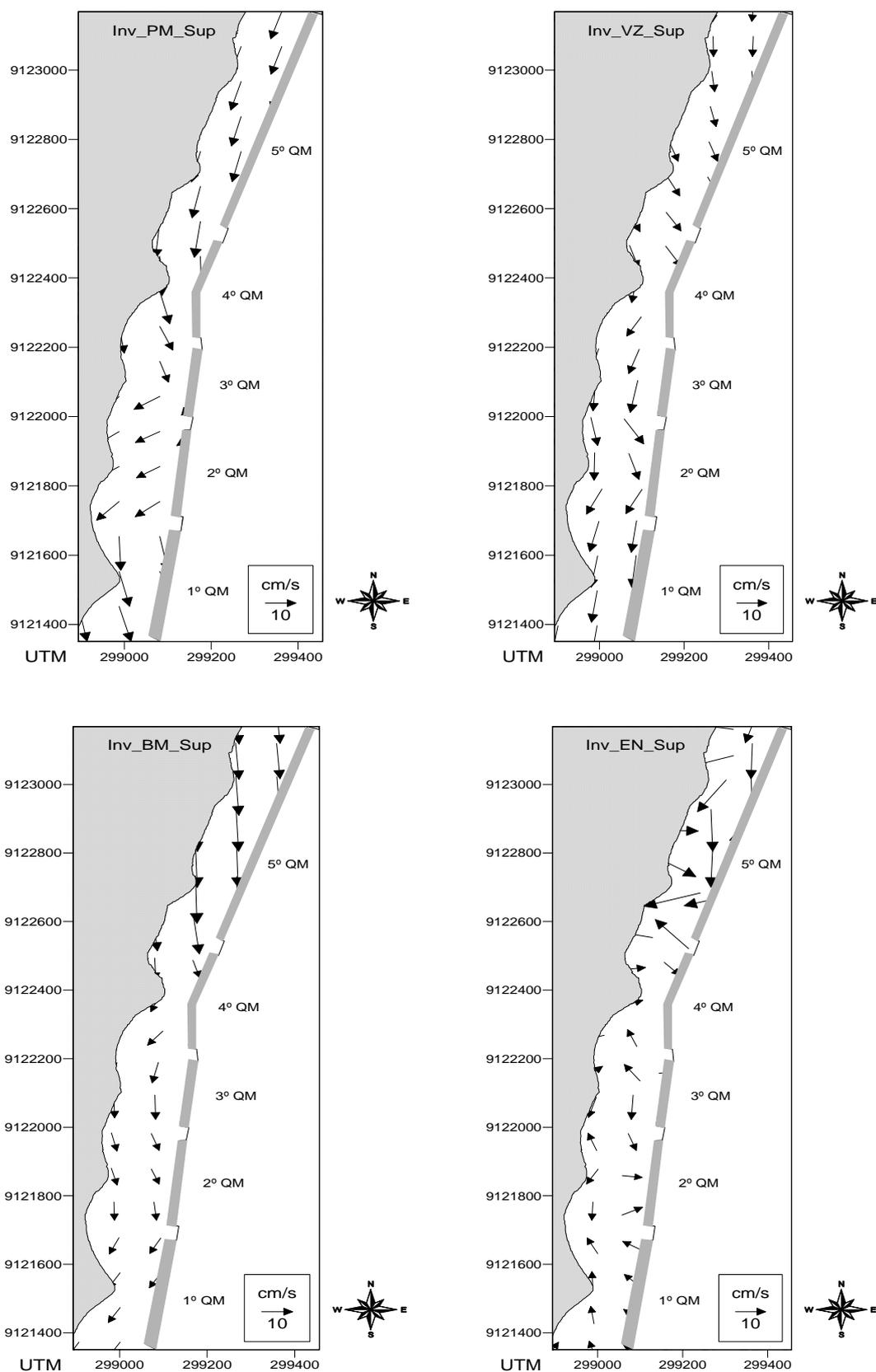


Fig. 61 – Campo das correntes superficiais, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

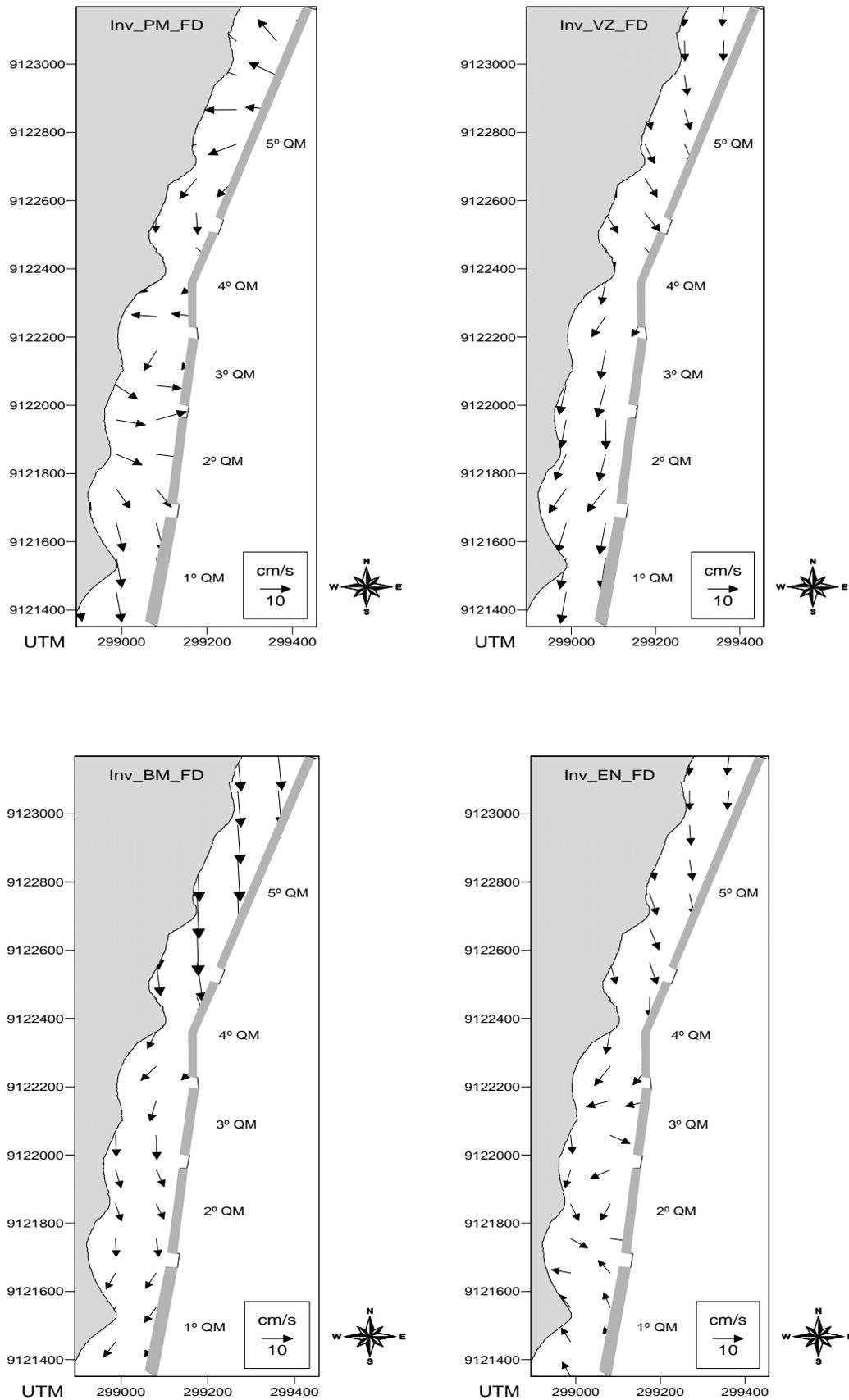


Fig. 62 – Campo das correntes próximas ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

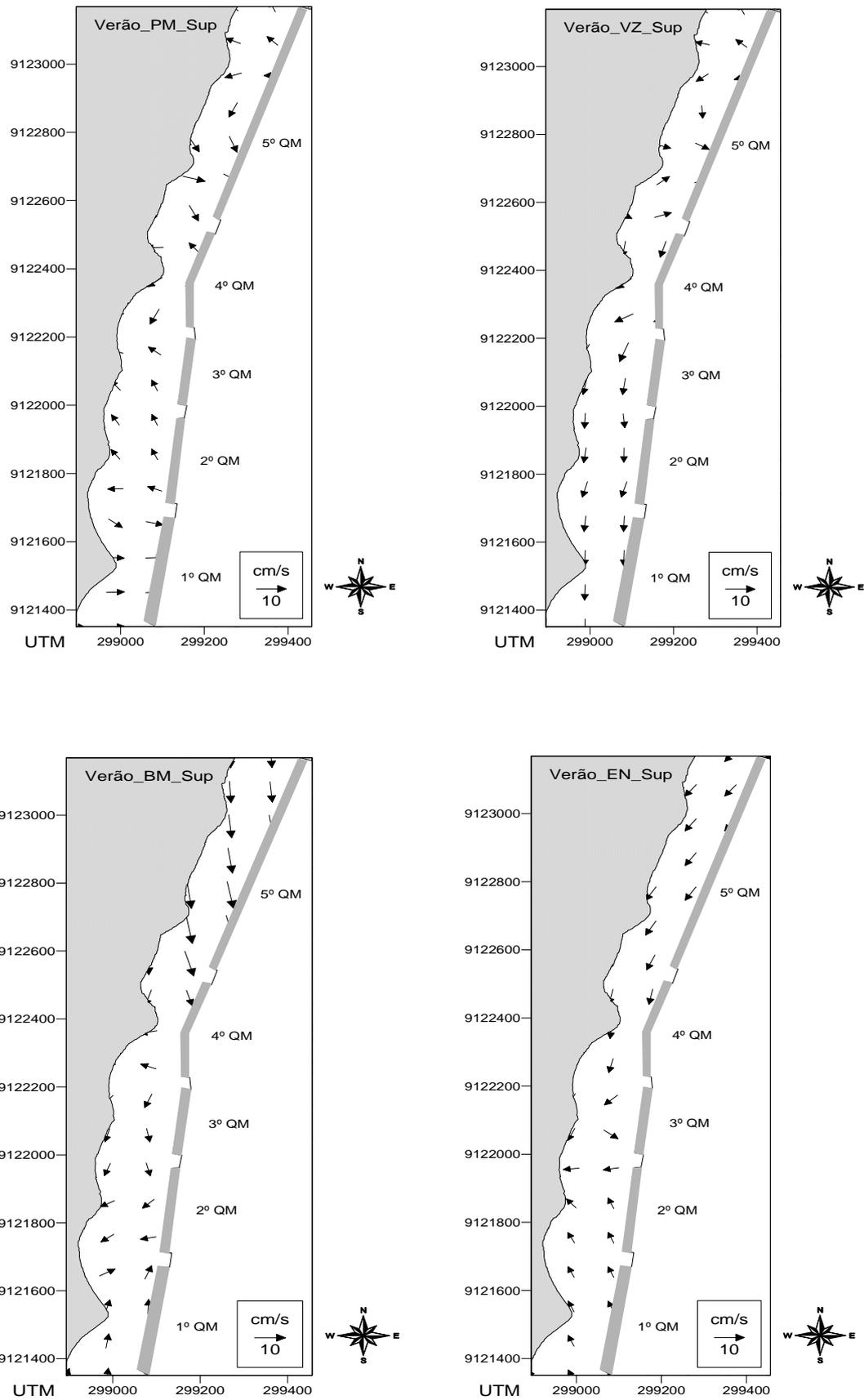


Fig. 63 – Campo das correntes superficiais, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

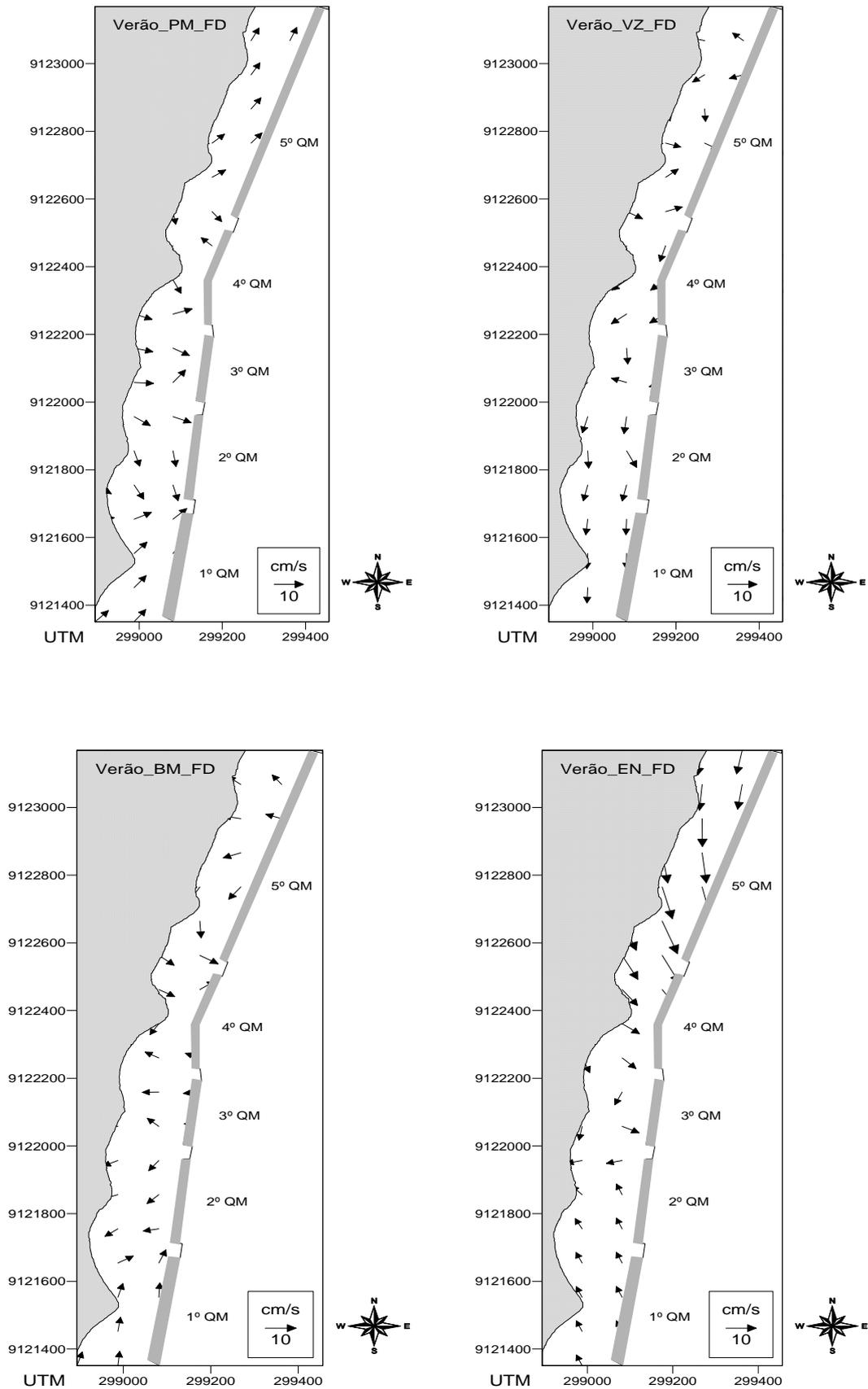


Fig. 64 – Campo das correntes próximas ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

5.2.3 Temperatura

A distribuição horizontal de temperatura registrou variações em relação às águas superficiais e próximas ao fundo, e também sazonais.

No período chuvoso, as temperaturas superficiais (Fig. 65) variaram de 25,1 °C a 27,4 °C; a temperatura mais baixa foi observada na estação 7 no estágio de preamar, e a mais elevada, na estação 3 durante a baixa-mar. As temperaturas próximas ao fundo, no período chuvoso, (Fig. 66) apresentaram variação um pouco menor, entre 24,7 °C e 27,18 °C. O valor mais baixo de temperatura registrado no estágio de vazante, na estação 9; e a temperatura mais elevada ocorreu na estação 3 durante a enchente.

As análises no período chuvoso mostraram certa homogeneidade na distribuição horizontal e vertical. As temperaturas mais elevadas nos períodos chuvoso e de estiagem, foram registradas na estação 3 durante os estágios de baixa-mar e enchente, respectivamente; as duas coletas foram realizadas em horários próximos ao meio-dia, em que a insolação é intensa. As águas menos aquecidas, foram observadas nos estágios de preamar e vazante, nos períodos chuvoso e de estiagem, respectivamente; tendo sido feitas as coletas, nos primeiros horários da manhã, quando a insolação ainda é baixa.

As águas superficiais durante o período de estiagem (Fig. 67) estiveram mais aquecidas em relação ao inverno, com temperaturas entre 26,45 °C e 28,1 °C. A temperatura mais baixa foi observada no estágio de vazante na estação 5, e a mais elevada, na estação 8 da maré vazante. Durante o período de estiagem (Fig. 68), as águas próximas ao fundo registraram oscilação de temperatura entre 28,37 °C e 31,58 °C. O mínimo de temperatura foi registrado na estação 7 da preamar, e o máximo durante a baixa-mar, na estação 1. Esta temperatura foi a máxima registrada tanto na distribuição vertical, como sazonal.

De modo geral, a distribuição horizontal de temperatura mostrou as águas mais aquecidas no período de estiagem, o que é esperado devido à diminuição das chuvas e nas estações localizadas na porção sul da praia, onde a intensidade das correntes é menor.

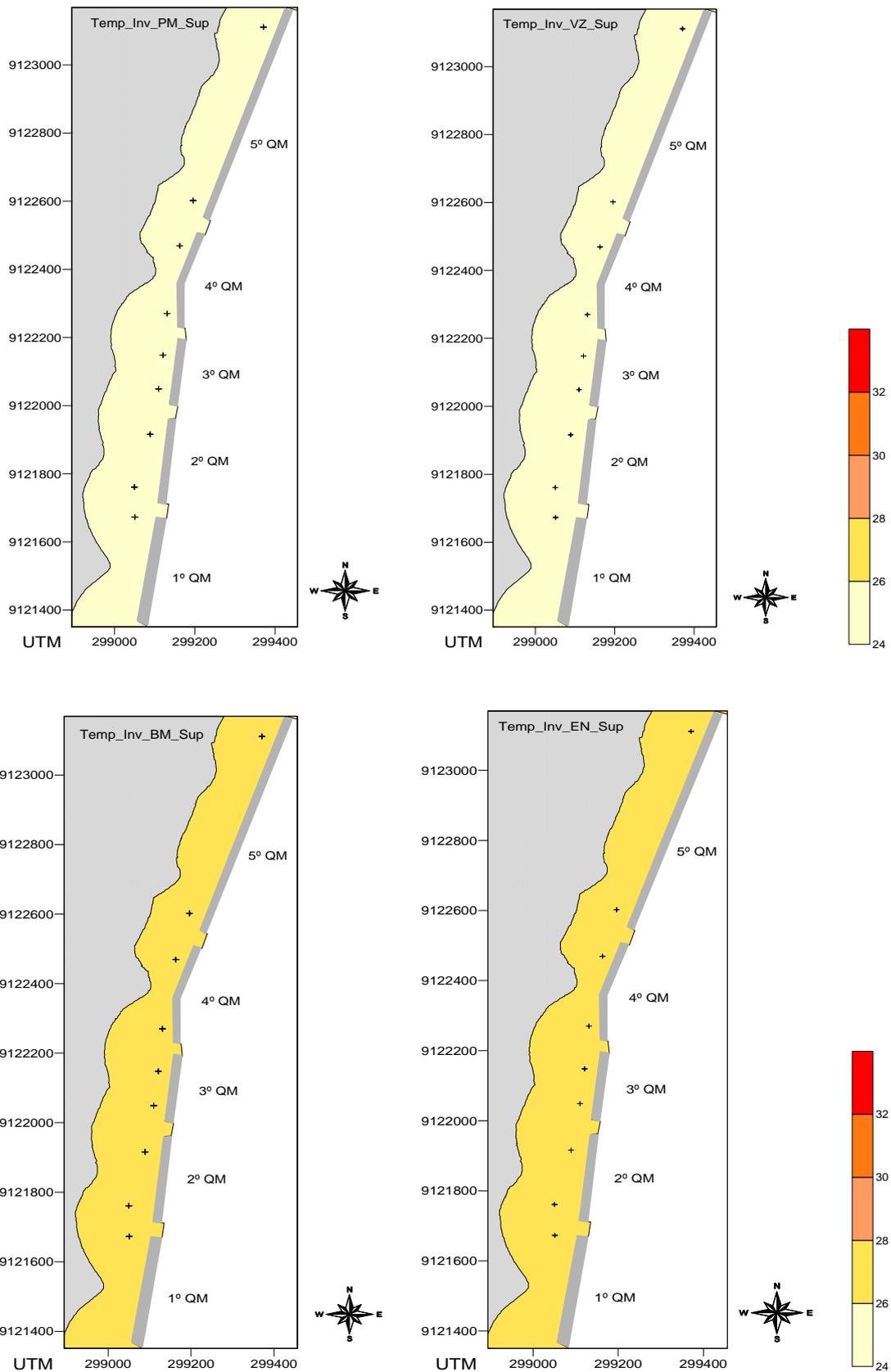


Fig. 65 – Distribuição horizontal da temperatura à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

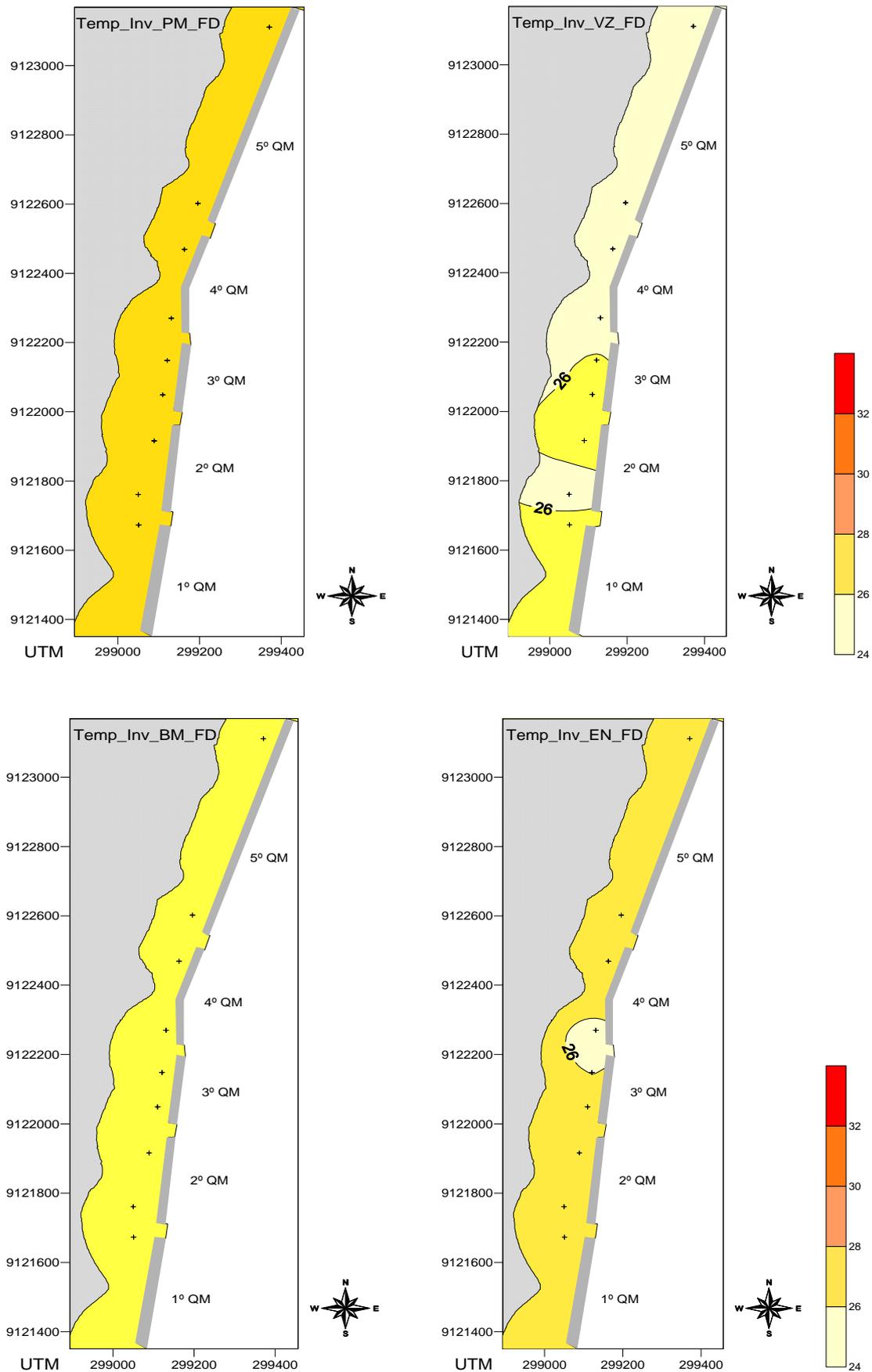


Fig. 66 – Distribuição horizontal da temperatura próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

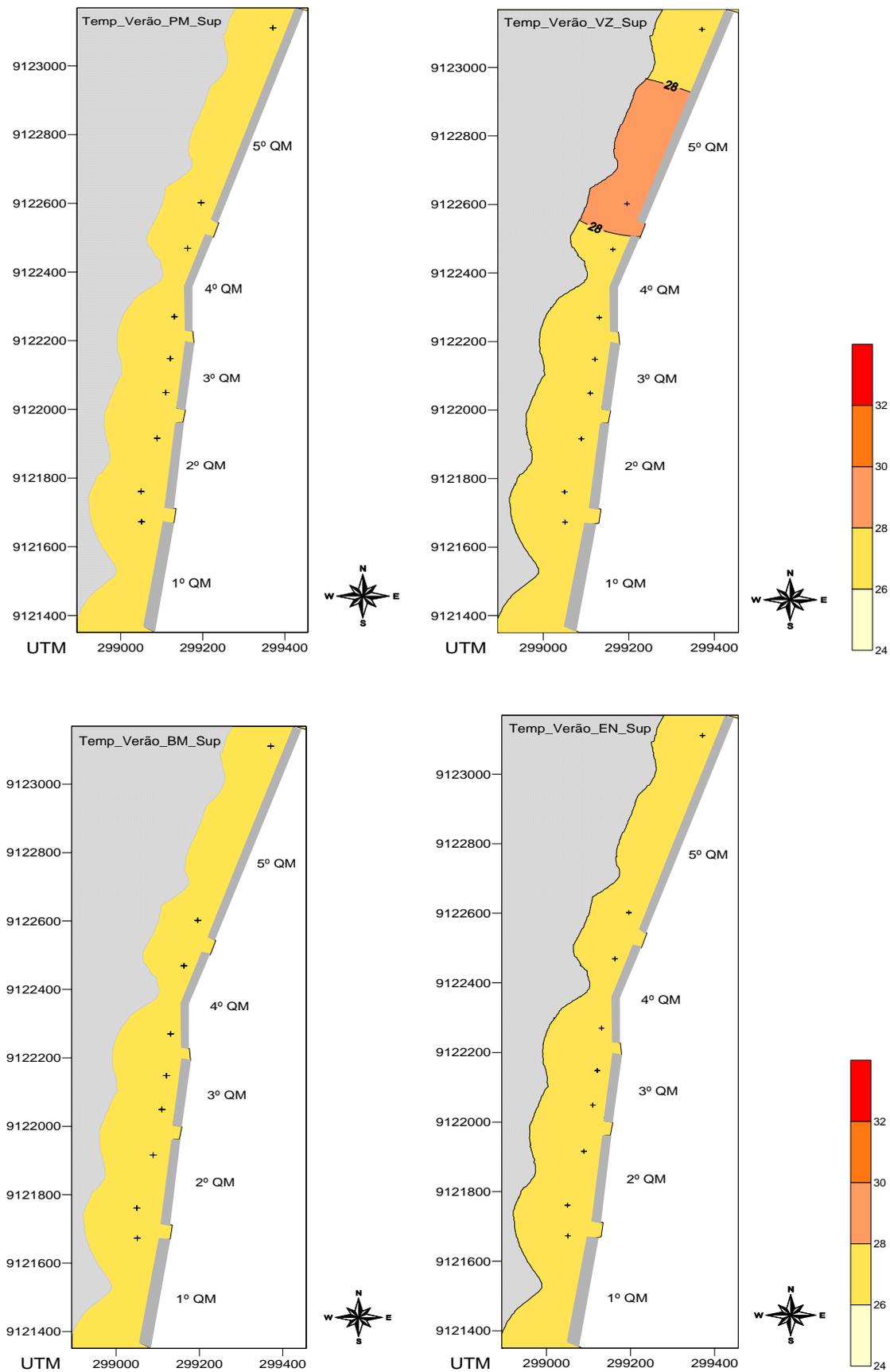


Fig. 67 – Distribuição horizontal da temperatura à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

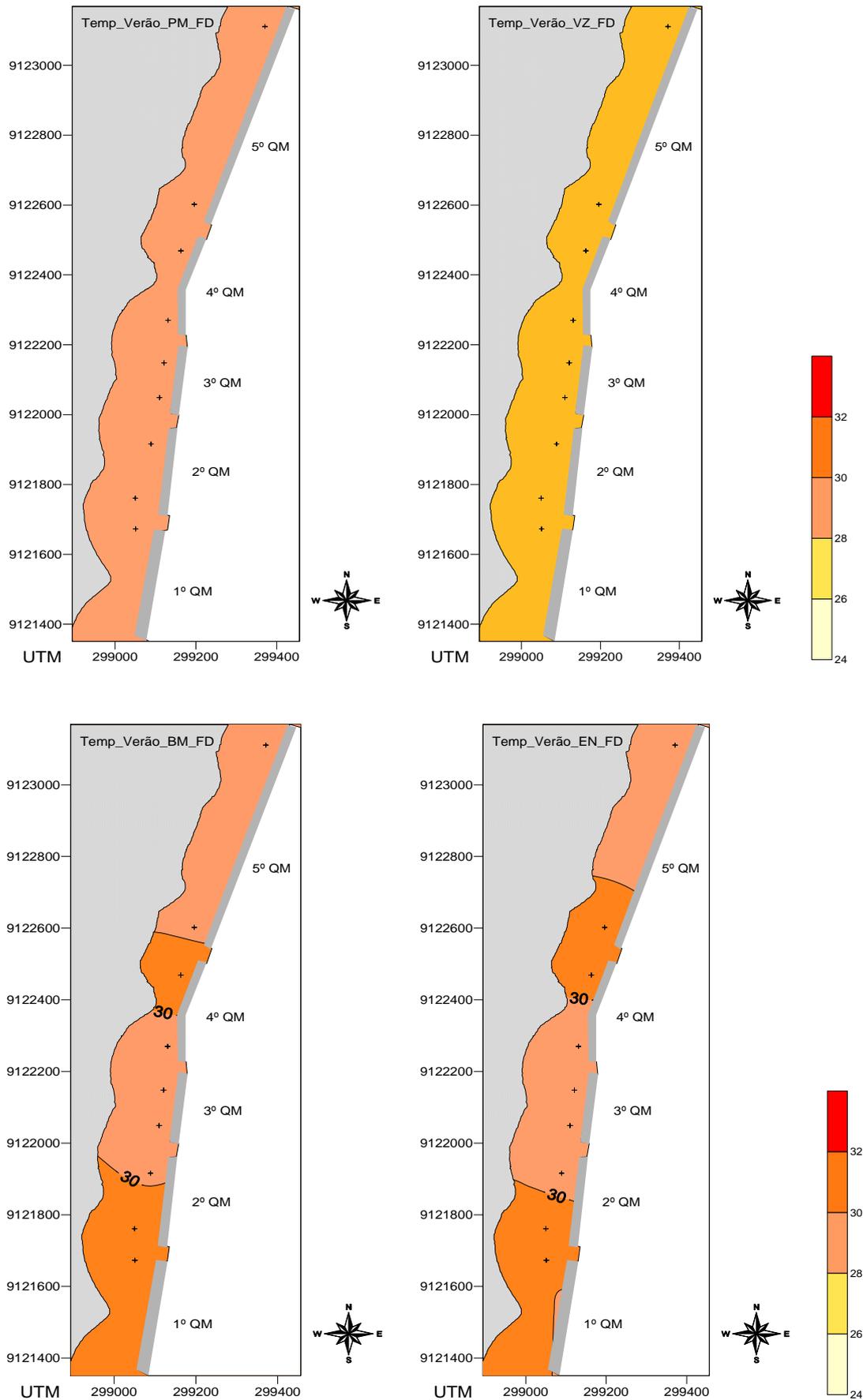


Fig. 68 – Distribuição horizontal da temperatura próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

5.2.4 Salinidade

No período chuvoso, a distribuição horizontal da salinidade nas águas superficiais (Fig.69) oscilou entre 0,55 e 33,29. A menor concentração registrada foi observada na estação 6 durante o estágio de enchente; e a maior, na estação 3 na baixa-mar.

Nas águas próximas ao fundo (Fig. 70), foi registrada uma concentração de salinidade com valores entre 3,40 e 33,24. O local com menor concentração de sais foi na estação 5 no estágio de maré enchente, e o mais concentrado durante a maré vazante, na estação 1.

A praia do Janga possui, nos limites da área de estudo, 9 saídas da rede coletora de águas pluviais e, durante o período chuvoso foi observado um grande aporte de águas provenientes da saída situada mais ao norte, o que pode explicar valores bastante baixos para salinidade, se somado à direção N-S das correntes – como observado nas águas superficiais e próximas ao fundo de forma geral.

No período de estiagem, as águas superficiais (Fig. 71) apresentaram distribuição de salinidade entre 0,64 e 37,94. Na estação 1 no estágio de preamar, foi registrada a menor concentração de sais e, durante a maré enchente, na estação 6 a mais elevada; a coleta realizada neste estágio de maré ocorreu ao meio-dia, período de maior insolação e evaporação de água, contribuindo para o aumento da concentração de sais.

As águas próximas ao fundo, no período de estiagem (Fig. 72), apresentaram distribuição horizontal da concentração de sais entre 5,53 a 38,88. A menor concentração foi observada no estágio de preamar, na estação 1, e a maior concentração dos períodos chuvoso e de estiagem, na estação 8 do estágio de baixa-mar.

Durante o período de estiagem, foram observadas baixas concentrações de salinidade na estação 1 (ao sul), sugere-se que há um aporte de água doce no sentido S-N, mesma direção das correntes observadas para estes estágios de maré.

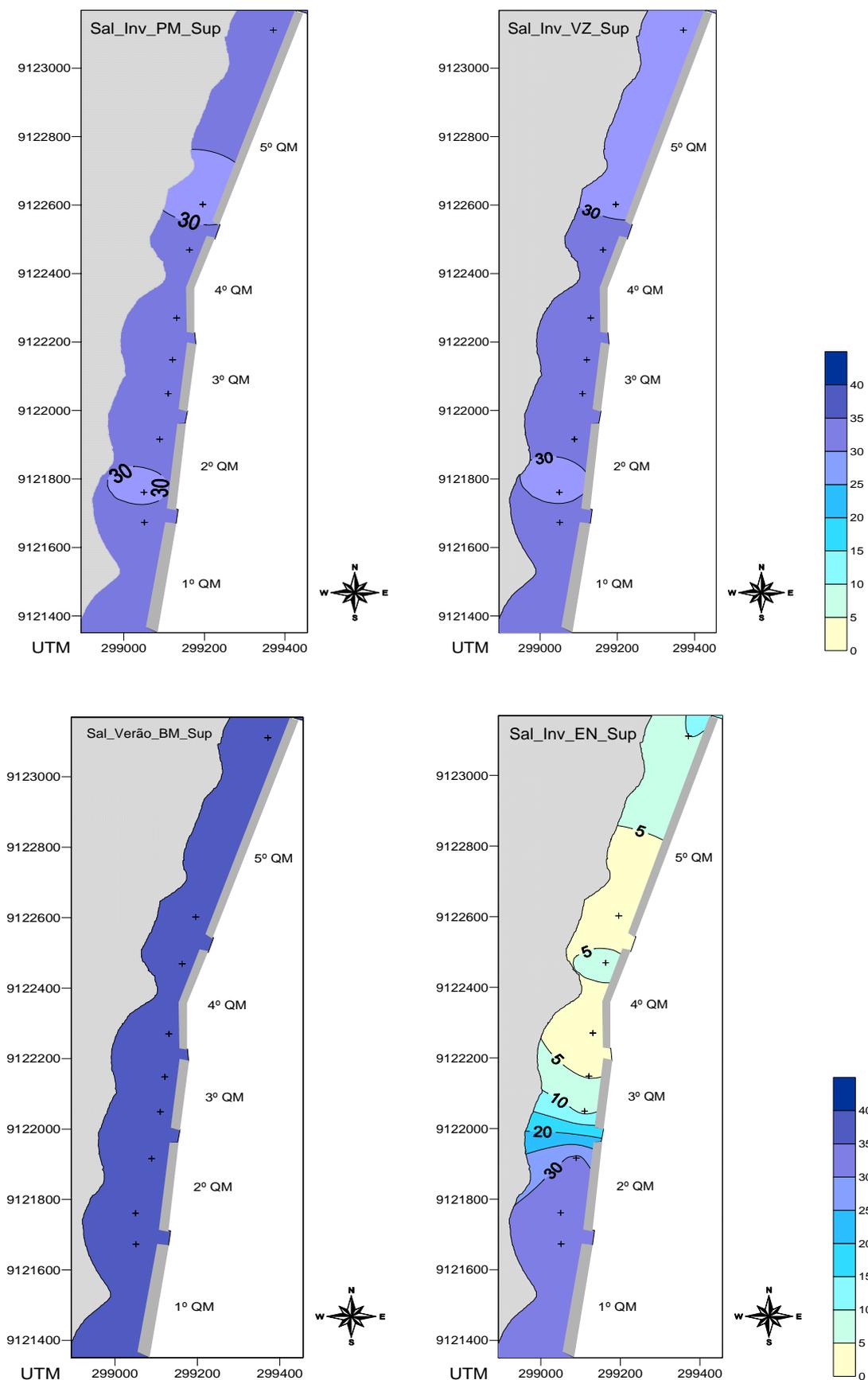


Fig. 69 – Distribuição horizontal da salinidade à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

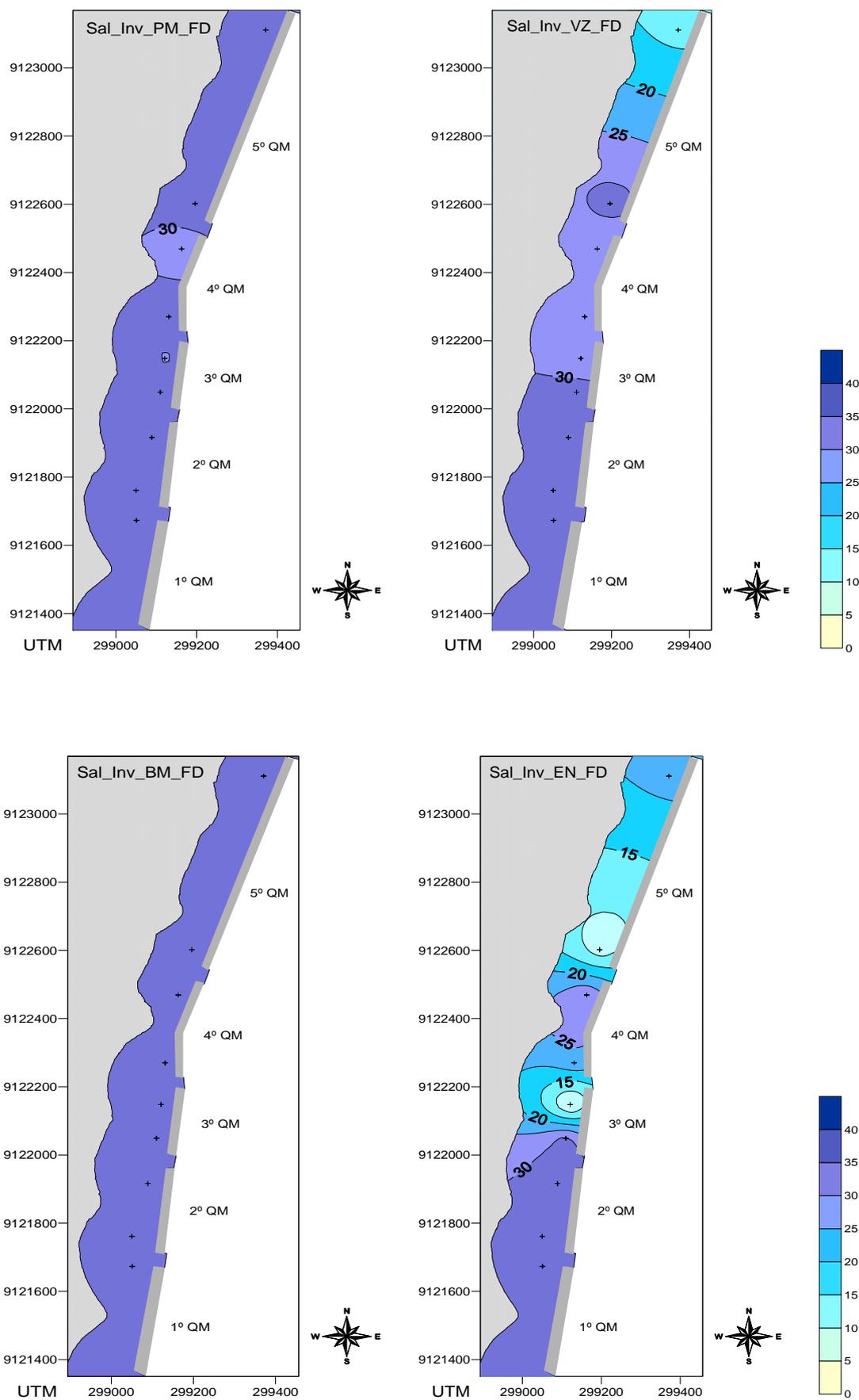


Fig. 70 – Distribuição horizontal da salinidade próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

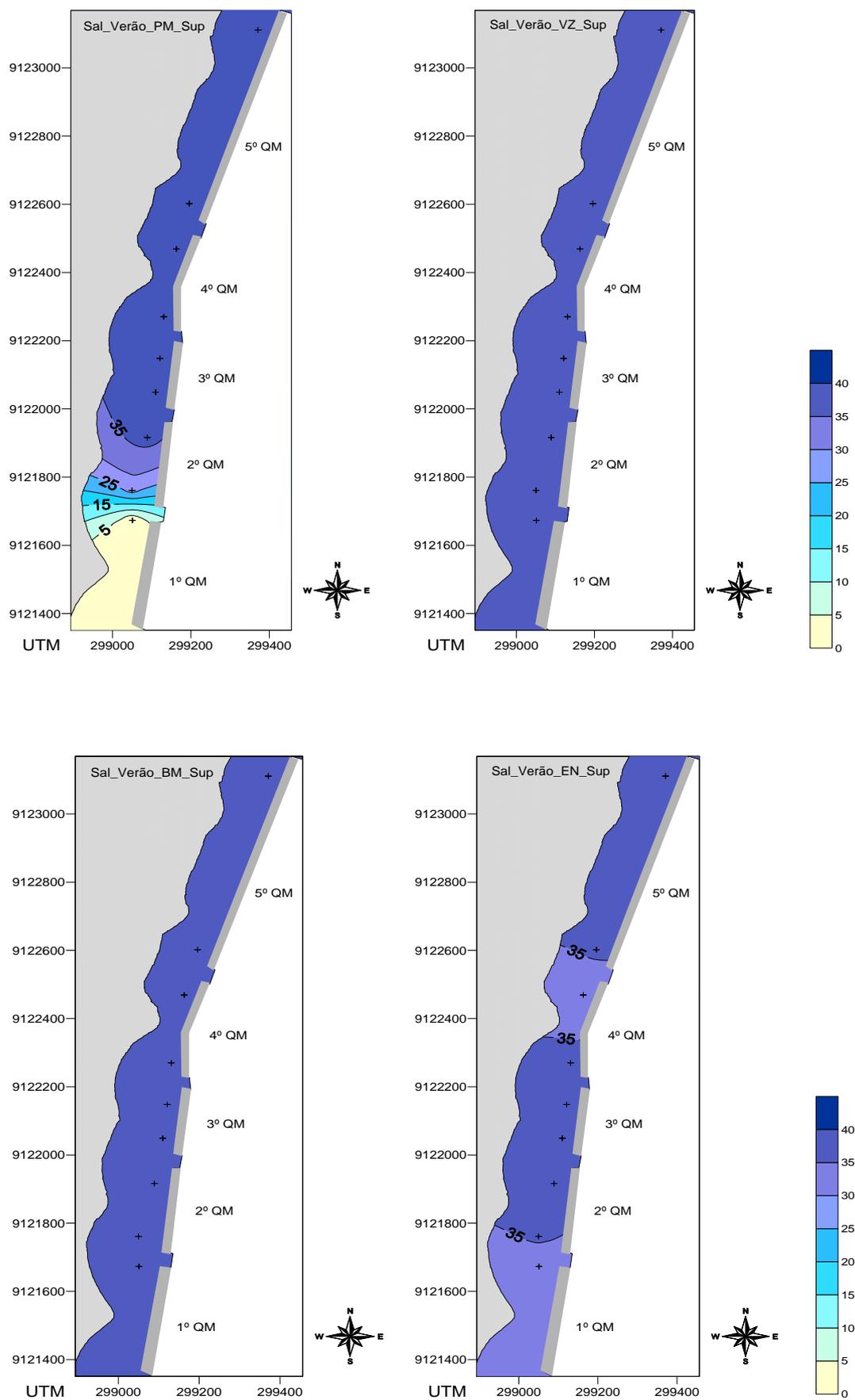


Fig. 71 – Distribuição horizontal da salinidade à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

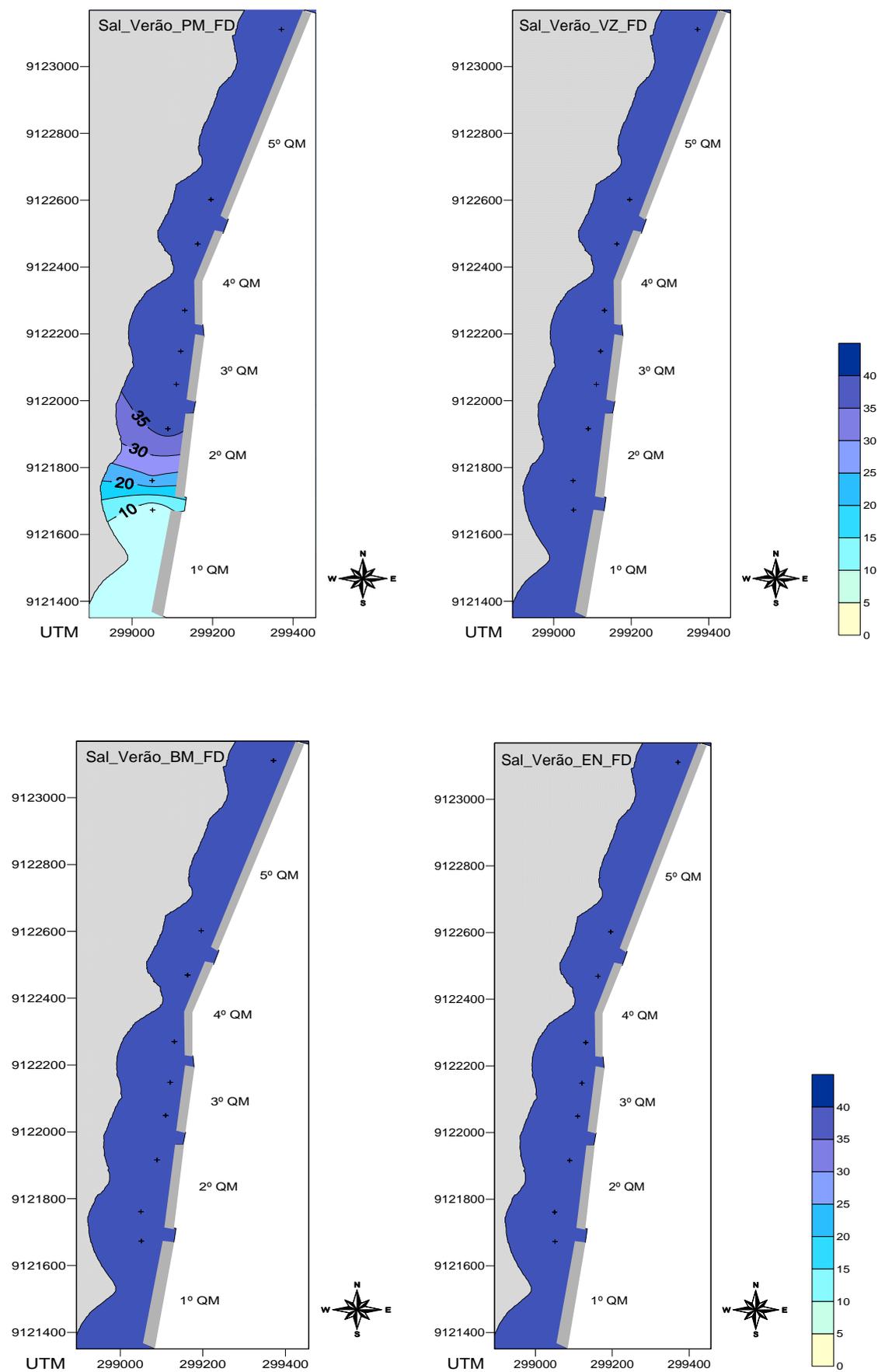


Fig. 72 – Distribuição horizontal da salinidade próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

5.2.5 Retroespalhamento óptico (OBS)

As medições do sinal de retroespalhamento óptico foram realizadas em perfis horizontais nos estágios de preamar, vazante, baixa-mar e enchente; durante o período chuvoso e de estiagem, em águas superficiais e próximas ao fundo.

As águas superficiais no período chuvoso (Fig. 73) registraram concentração de partículas em suspensão, com valores de OBS entre 31,75 e 339,49. O menor valor foi observado na estação 9 do estágio de preamar e a mais alta, na estação 3 no estágio de maré enchente. Nas águas próximas ao fundo, no período chuvoso (Fig. 74), foi observada maior variação na concentração do que nas águas superficiais, entre 1,58 e 659,40. Os extremos de variação na concentração de OBS nas águas próximas ao fundo, seguiram a mesma distribuição das águas superficiais, menor concentração na preamar (estação 9), e maior concentração no estágio de enchente (estação 3). As correntes durante este período apresentaram menor circulação no setor sul.

No período de estiagem, a variação observada nas águas superficiais para os valores de OBS foi menor (Fig. 75), se comparado às águas superficiais no período chuvoso, entre 53,47 e 196,17. O menor valor foi registrado durante o estágio de preamar, na estação 8, e o mais elevado, durante a baixa-mar, na estação 1. Nas águas próximas ao fundo, no período de estiagem (Fig. 76), foi observada uma alta concentração e a maior oscilação nos valores de OBS para o local (47,70 – 1.457,75). O menor valor foi observado na estação 7, durante a preamar, e o mais alto, na estação 9, também no estágio de preamar.

Durante o período chuvoso e de estiagem, foi observado nas águas próximas ao fundo, que os valores mais altos e também os mais baixos, foram registrados para o estágio de preamar. De forma geral, as menores concentrações foram registradas nas estações ao norte, com maior circulação (7, 8 e 9) e as maiores, para as estações ao sul (1 e 3), que possuem menor circulação.

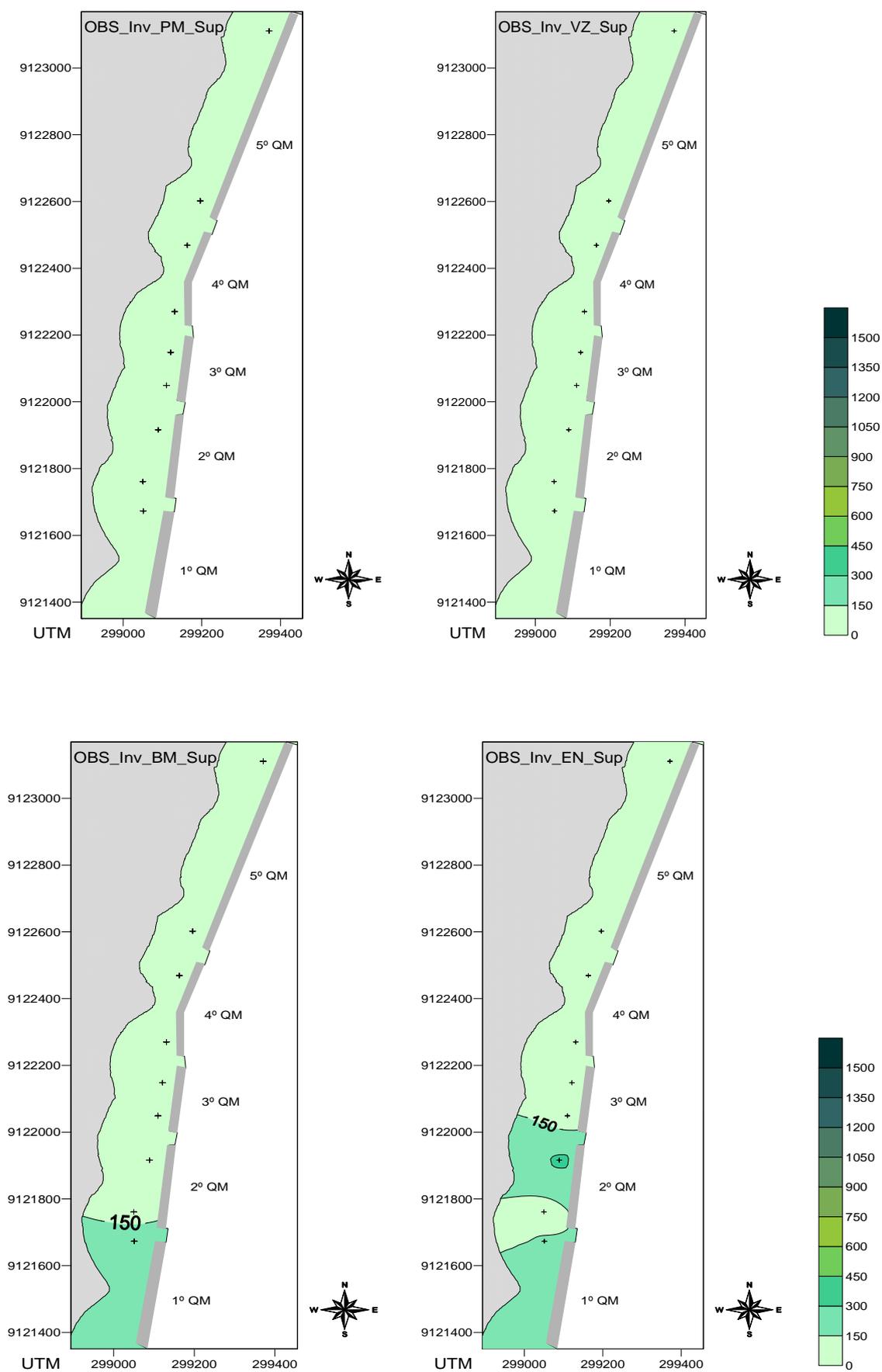


Fig. 73 – Distribuição horizontal do OBS à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

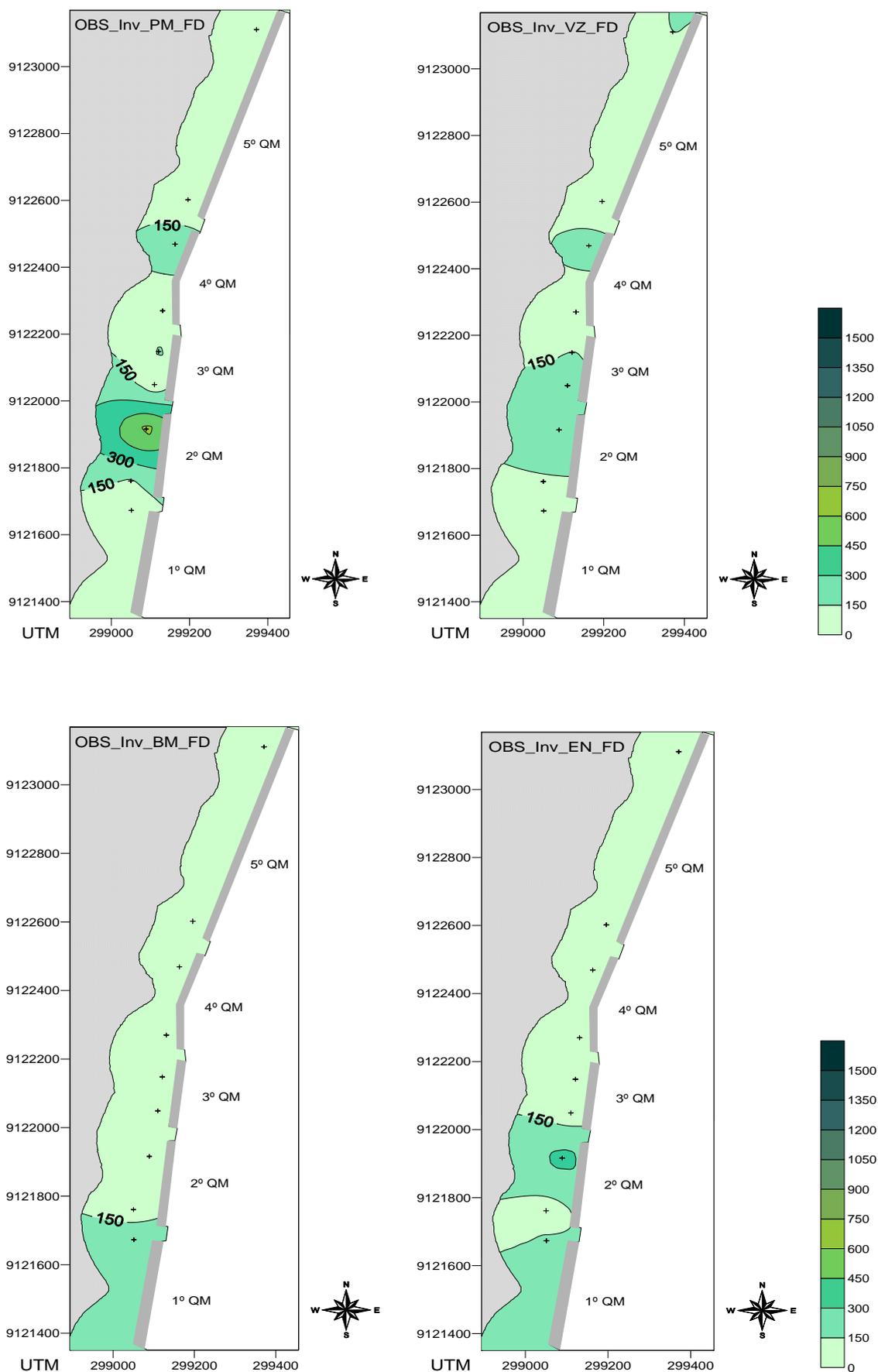


Fig. 74 – Distribuição horizontal do OBS próximo ao fundo, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

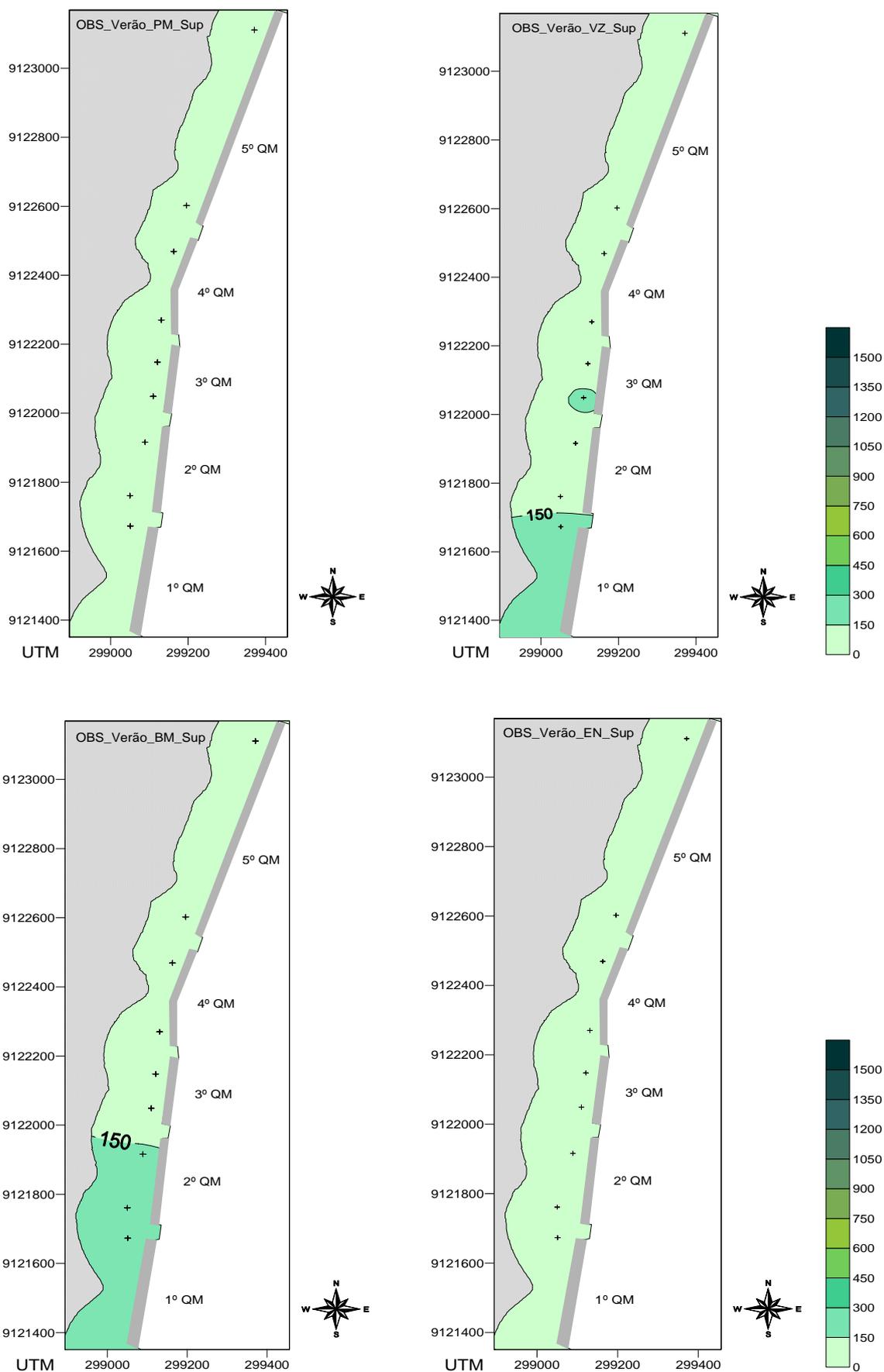


Fig. 75 – Distribuição horizontal do OBS à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

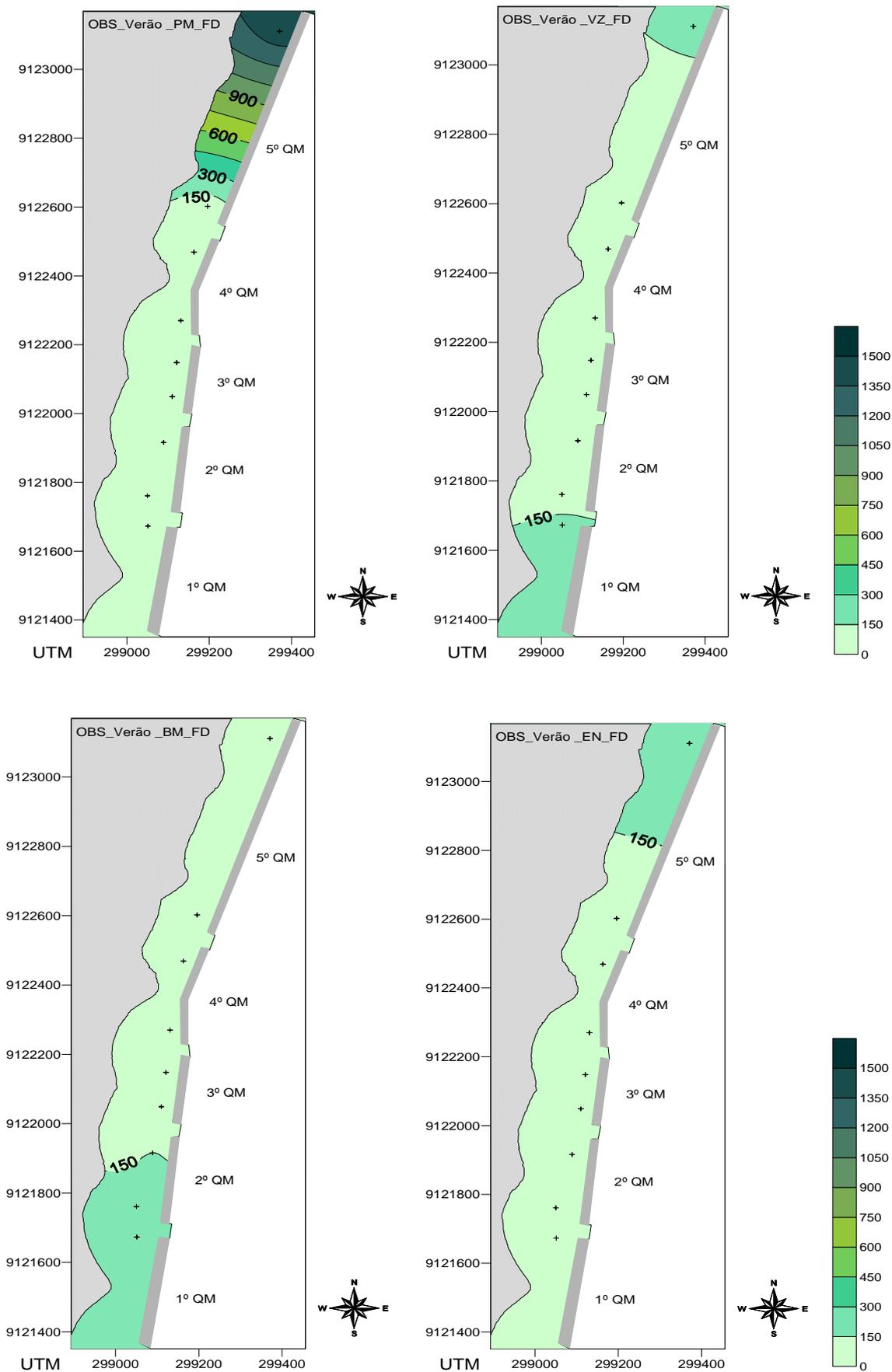


Fig. 76 – Distribuição horizontal do OBS próximo ao fundo, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM), vazante (VZ), baixa-mar (BM) e enchente (EN) no Janga.

5.2.6 Amônia

A distribuição horizontal de concentração amônia foi medida nas águas superficiais do período chuvoso e de estiagem, durante os estágios de preamar e baixa-mar. No período chuvoso (Fig. 77), foi registrada uma variação de 0 a $0,27 \mu\text{mol.L}^{-1}$.

Durante o estágio de preamar, à exceção da estação 7, todas as demais registraram valores não detectados, para a concentração de amônia. Na estação 3 da baixa-mar, foi observado o maior valor de amônia durante o período chuvoso ($0,27 \mu\text{mol.L}^{-1}$), com valores abaixo do limite de detecção do método nas demais estações. A coleta no estágio de baixa-mar foi realizada próximo ao meio-dia, horário de maior insolação.

De maneira oposta à observada durante o período chuvoso, para o período de estiagem (Fig. 78), a distribuição da concentração de amônia foi heterogênea, com variação dos valores entre 0 e $0,57 \mu\text{mol.L}^{-1}$.

No estágio de preamar, foi observada a maior concentração de amônia na estação 3. Na baixa-mar, os valores registraram um máximo de concentração ($0,26 \mu\text{mol.L}^{-1}$) na estação 1. As maiores concentrações de amônia foram observadas nas estações com menor intensidade das correntes.

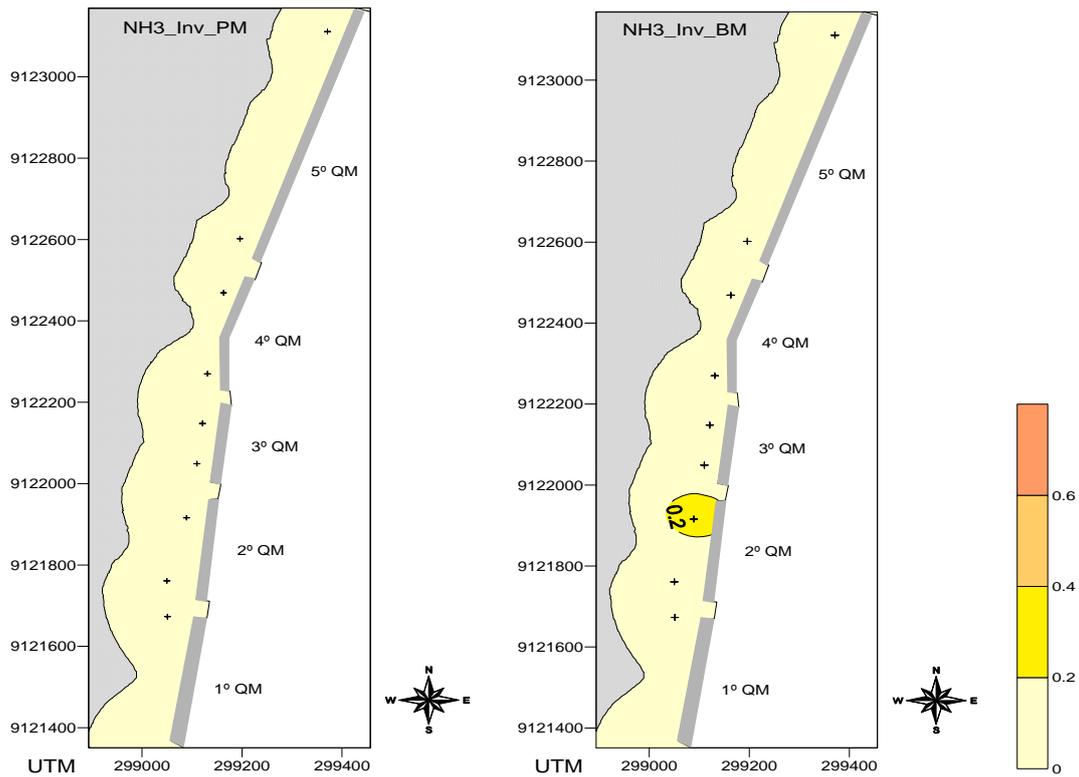


Fig. 77 – Distribuição horizontal de amônia (NH_3) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

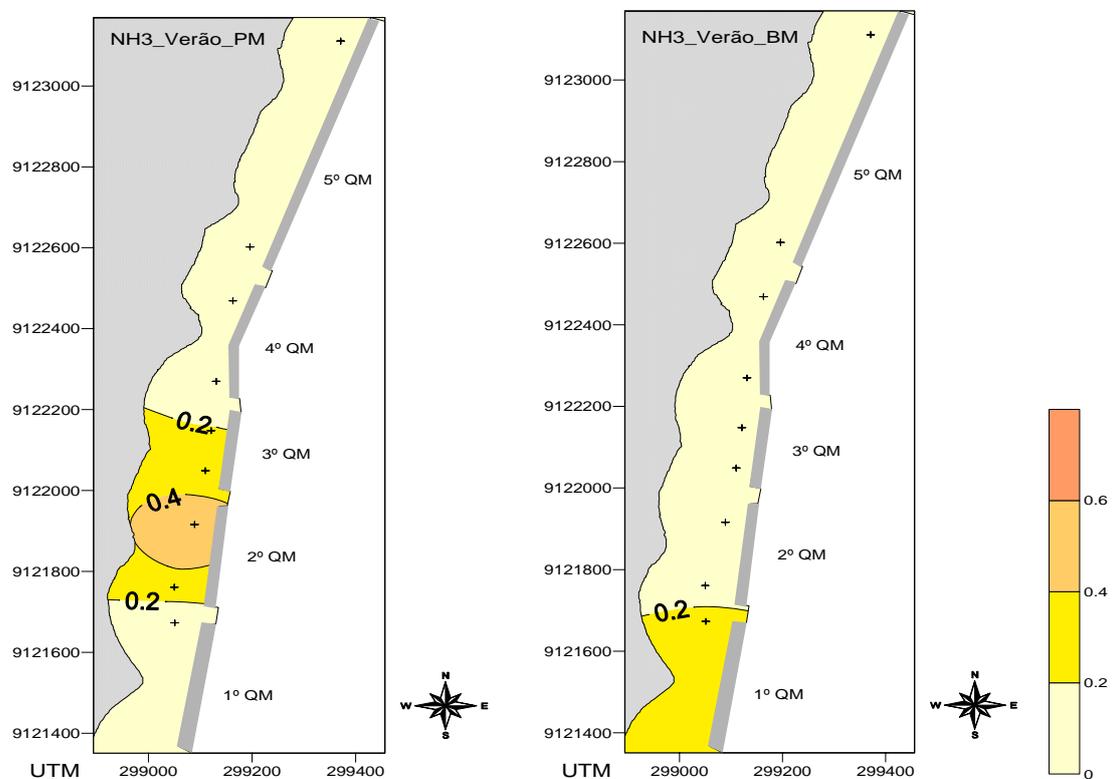


Fig. 78 – Distribuição horizontal de amônia (NH_3) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

5.2.7 Nitrito

A distribuição horizontal da concentração de nitrito foi medida nas águas superficiais durante o período chuvoso e de estiagem, para os estágios de preamar e baixa-mar.

No período chuvoso (Fig. 79), a distribuição registrada apresentou valores entre 0,37 e 0,81 $\mu\text{mol.L}^{-1}$; com o menor valor durante o estágio de baixa-mar, na estação 8 e o mais elevado, também na baixa-mar, mas na estação 6.

No período de estiagem (Fig. 80) houve variação entre 0,16 e 0,65 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. Durante o estágio de baixa-mar, foi registrado a menor concentração para o período de estiagem na estação 7. Da mesma forma como observado com a concentração de amônia, durante a preamar, na estação 3, foi observada a maior concentração de nitrito.

As menores concentrações de nitrito ocorreram no norte da área, durante o estágio de baixa-mar, no entanto, em ambos os períodos, os valores encontrados estiveram dentro dos limites indicados (5 $\mu\text{mol.L}^{-1}$) para águas salinas de classe 1 e destinadas ao uso recreativo para contato primário, de acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA.

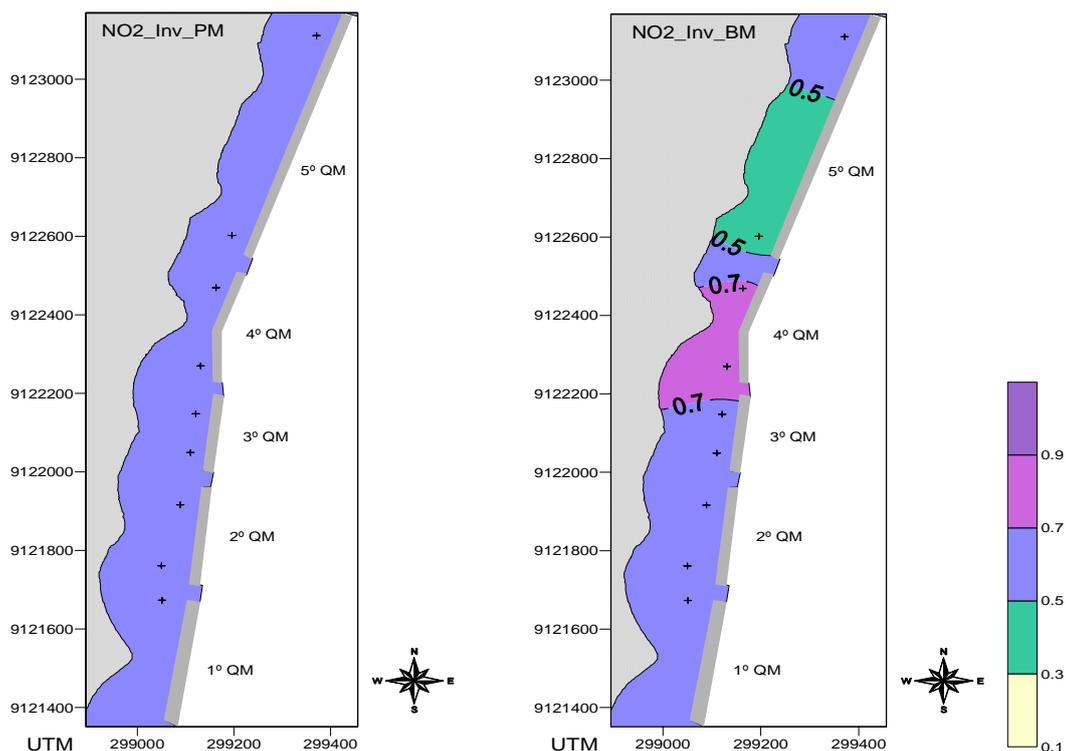


Fig. 79 – Distribuição horizontal de nitrito (NO_2) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

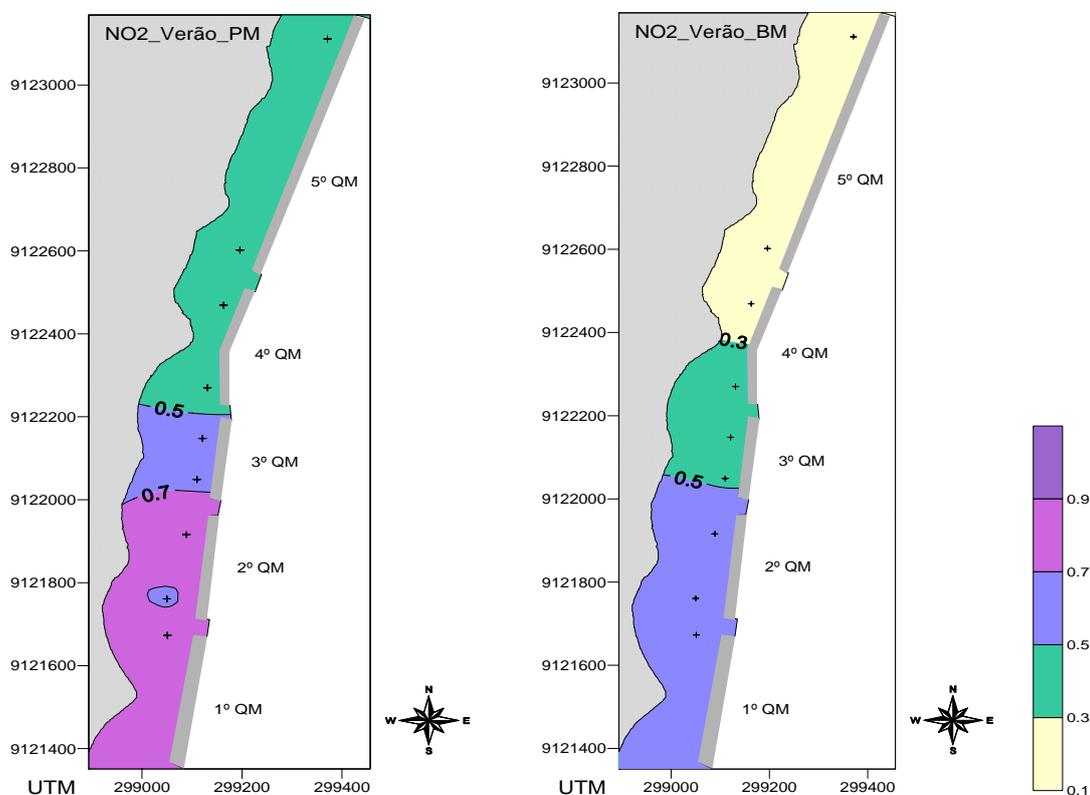


Fig. 80 – Distribuição horizontal de nitrito (NO_2) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

5.2.8 Nitrato

As medições para a distribuição horizontal da concentração de nitrato foram realizadas nas águas superficiais durante o período chuvoso e de estiagem, para os estágios de preamar e baixa-mar.

Durante o período chuvoso, foi observada uma variação entre 7,02 a 11,85 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ na concentração de nitrato (Fig. 81), com a máxima concentração observada, sazonalmente, no estágio de baixa-mar, na estação 7. As maiores concentrações de amônia e nitrito, também foram registradas neste estágio de maré, pois possui uma coluna d'água menor e desta forma, a concentração dos nutrientes é maior.

No período de estiagem (Fig. 82), foi registrada uma maior variação na concentração de nitrato (1,64 – 10,50 $\mu\text{mol.L}^{-1}$). O menor valor registrado, para os dois períodos de coleta na praia do Janga, foi observado na estação 9 durante o estágio de baixa-mar; esta coleta foi realizada pela manhã, horário em que a insolação é baixa.

Os valores registrados para concentração de nitrato, em todo o período de coleta, estiveram dentro do limite permitido, segundo a Resolução CONAMA (357/2005) para áreas de contato primário, onde o máximo permitido é de 28,57 $\mu\text{mol.L}^{-1}$.

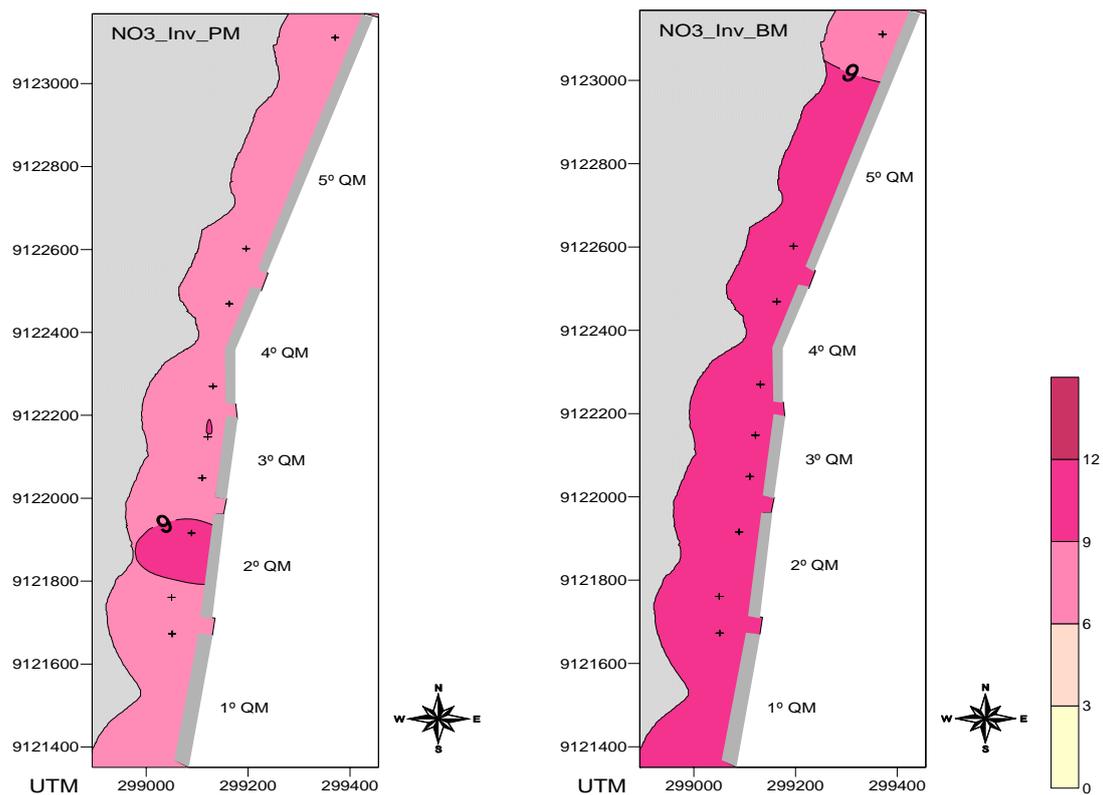


Fig. 81 – Distribuição horizontal de nitrato (NO_3) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

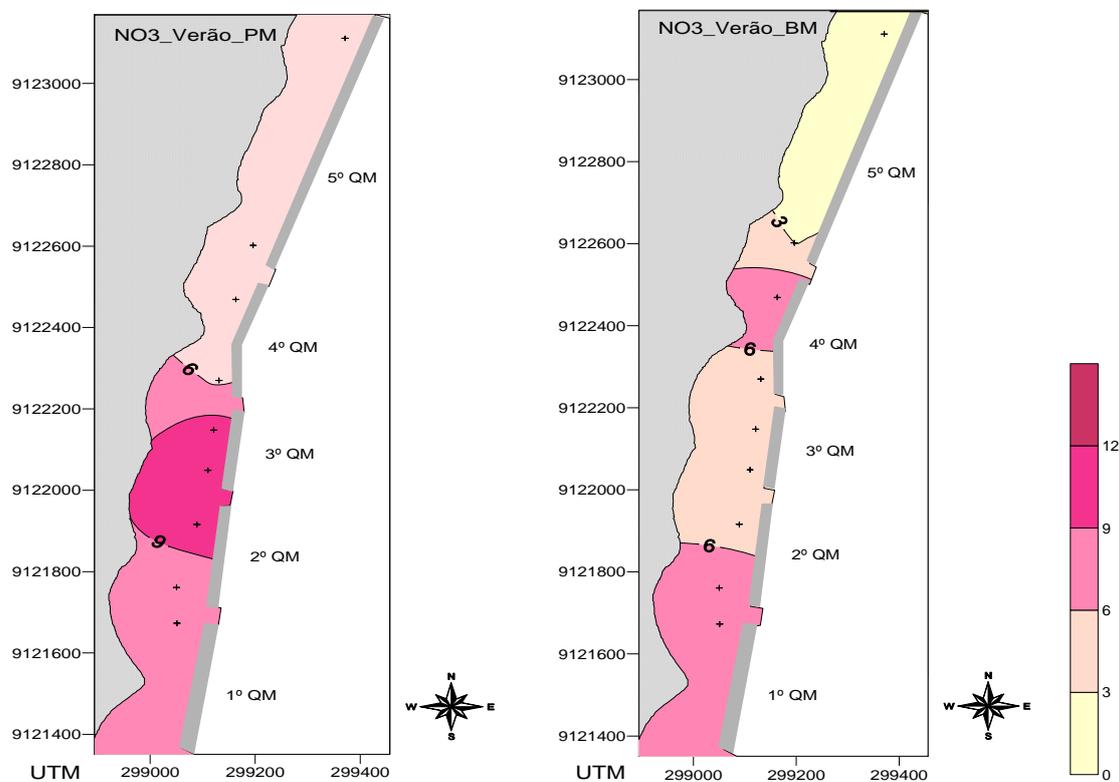


Fig. 82 – Distribuição horizontal de nitrato (NO_3) à superfície no período de estiagem para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

5.2.9 Fosfato

A distribuição horizontal da concentração de fosfato foi realizada através de medições superficiais de água, nos estágios de preamar e baixa-mar e para o período chuvoso e de estiagem.

A concentração de fosfato durante o período chuvoso (Fig. 83) apresentou oscilação entre 0,88 e 1,73 $\mu\text{mol.L}^{-1}$. O estágio de preamar registrou o menor valor nas estações 1 e 2, e durante a baixa-mar, o mais elevado na estação 3 – de forma semelhante ao ocorrido com a concentração dos outros nutrientes (amônia, nitrito e nitrato) que apresentaram valores mais elevados durante a baixa-mar, coleta esta realizada no horário de maior insolação (pouco após o meio dia) e no estágio de maré de menor coluna d'água.

No período de estiagem, a variação foi maior (Fig. 84) - entre 0,48 e 2,22 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ sendo registradas a maior e menor concentrações de fosfato tanto para o período chuvoso, como para o período de estiagem. Durante o estágio de preamar, na estação 3, foi observada a maior concentração; e durante a baixa-mar, a menor concentração deste nutriente na estação 9. Para este período, nutrientes como amônia, nitrito e nitrato também apresentaram maiores concentrações nas estações localizadas no setor sul, onde a circulação é menor; e menores concentrações nas estações do setor norte, local com maior circulação.

De acordo com a Resolução CONAMA, as concentrações de fosfato registradas neste estudo estão dentro do limite permitido para águas salinas (classe 1) destinadas ao contato primário (8,06 $\mu\text{mol.L}^{-1}$).

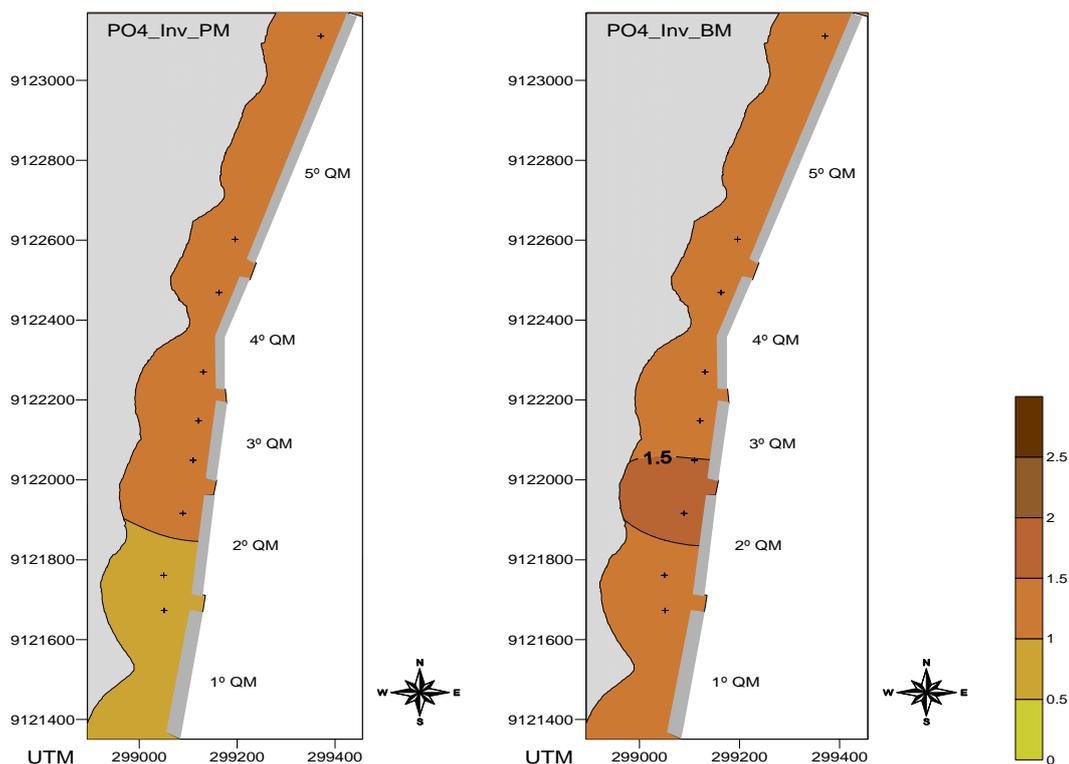


Fig. 83 – Distribuição horizontal de fosfato (PO_4) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

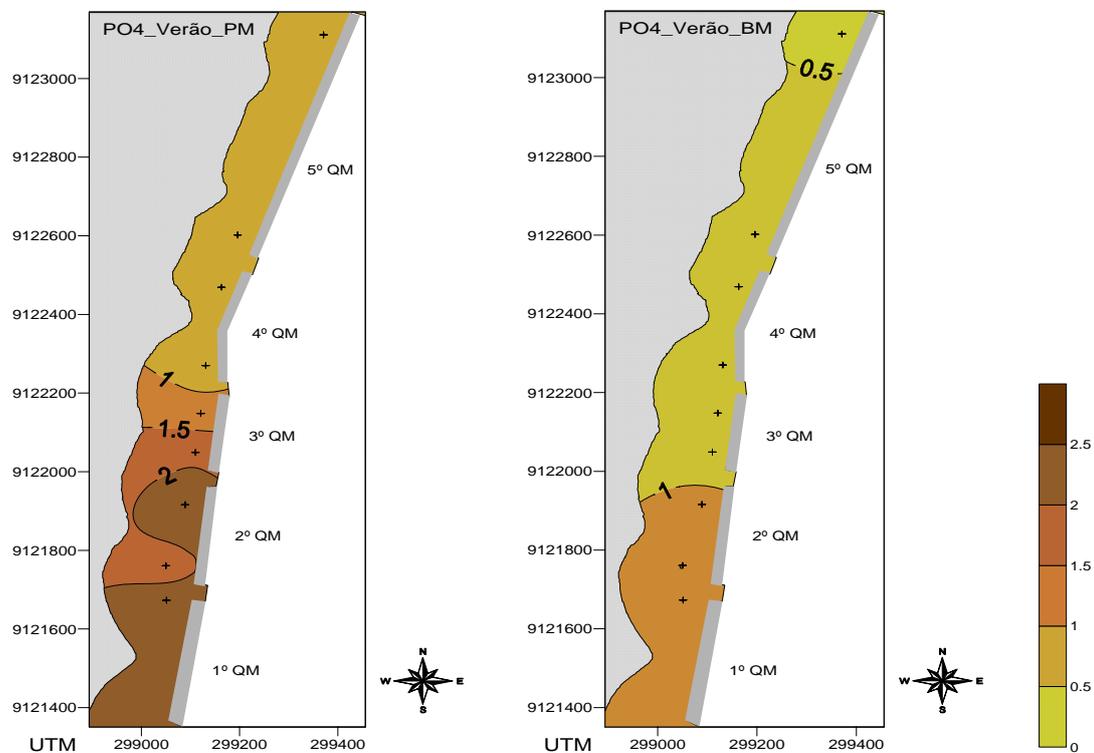


Fig. 84 – Distribuição horizontal de fosfato (PO_4) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

5.2.10 Silicato

Medições da distribuição horizontal de silicato foram realizadas no período chuvoso e de estiagem, em águas superficiais, durante os estágios de preamar e baixa-mar.

No período chuvoso, foi observada variação entre 10,90 a 37,74 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ na concentração de silicato (Fig. 85). O menor valor foi observado durante a preamar, na estação 8; e o mais elevado, durante a baixa-mar na mesma estação.

Seguindo o padrão encontrado para os demais nutrientes no período chuvoso, as menores concentrações foram registradas na preamar e as maiores na baixa-mar.

No período de estiagem (Fig. 86) foi registrada uma variação maior na distribuição horizontal de silicato (0,17 – 75,46 $\mu\text{mol.L}^{-1}$). O mínimo de concentração de silicato foi observado durante o estágio de preamar, na estação 6, e o máximo na estação 7, no estágio de baixa-mar. Estes dois extremos de concentração de silicato, também foram os extremos concentrações em relação ao período chuvoso.

Os extremos de concentração de silicato no período de estiagem foram semelhantes aos observados para os valores de retroespalhamento óptico, no que diz respeito aos estágios de maré. Na baixa-mar, onde a coluna d'água é menor, somado ao período de estiagem quando normalmente a insolação é ainda maior, existe grande probabilidade de encontrar maiores concentrações. De forma oposta ocorre na preamar, quando a coluna d'água e o aporte de água é maior, a tendência é dissolver os nutrientes no local.

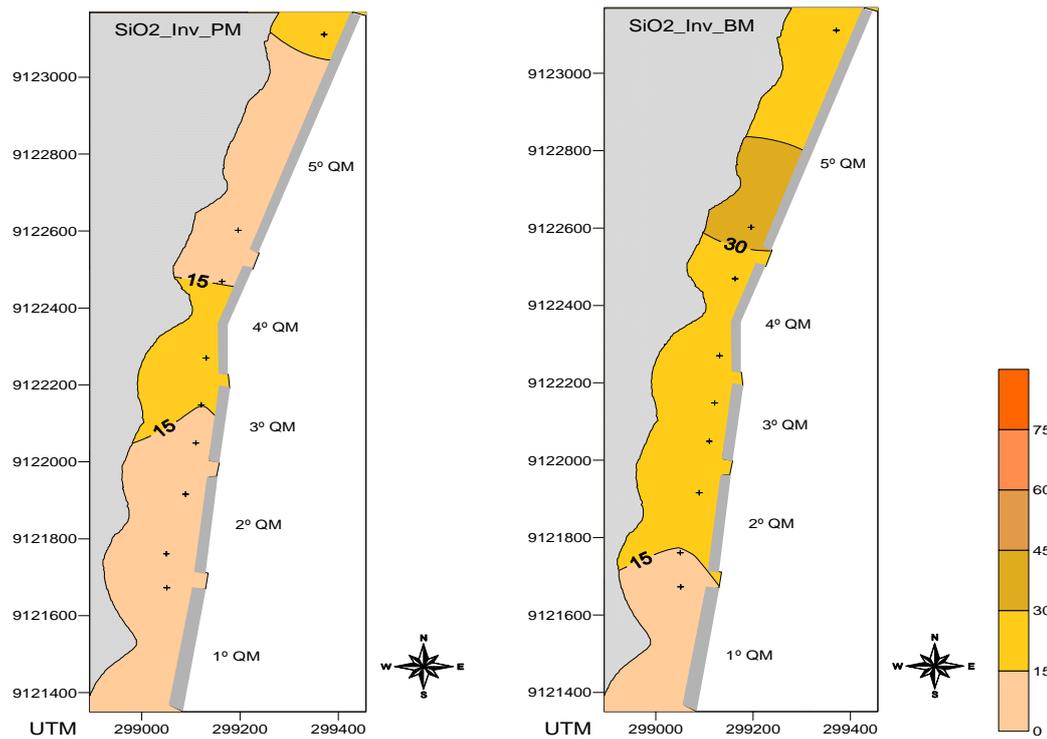


Fig. 85 – Distribuição horizontal de silicato (SiO_2) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

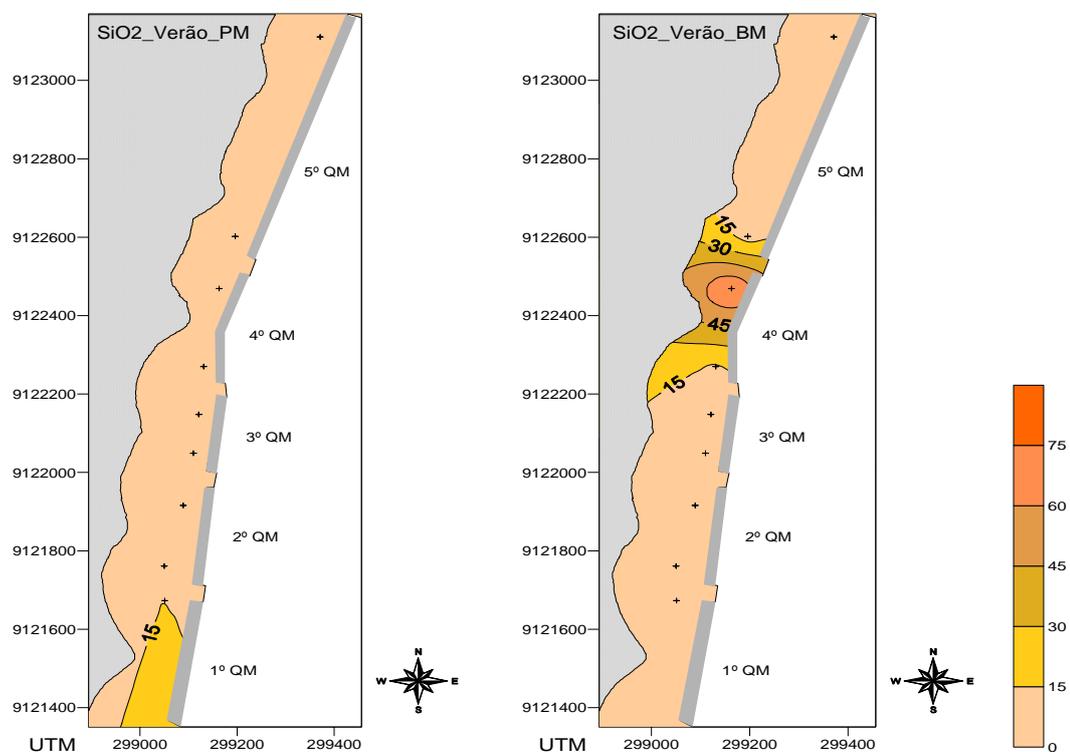


Fig. 86 – Distribuição horizontal de silicato (SiO_2) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

5.2.11 Teor de Oxigênio Dissolvido (OD)

Nas águas superficiais foram realizadas medições da concentração do teor de oxigênio dissolvido, no período chuvoso e de estiagem, para os estágios de preamar e baixa-mar.

Durante o período chuvoso (Fig. 87) foi registrada uma variação entre 4,61 e 5,54 ml.L⁻¹, nos valores de OD. A menor concentração foi observada durante a preamar, na estação 3; e a maior concentração, durante a baixa-mar, na estação 8. Altas concentrações de nitrito, nitrato e fosfato também foram registradas no setor norte durante o estágio de baixa-mar.

No período de estiagem (Fig. 88), a oscilação de OD foi entre 3,57 e 4,64 ml.L⁻¹. Esta variação foi registrada durante a baixa-mar, com a menor concentração na estação 1, e a maior na estação 5. Valores intermediários foram registrados na preamar.

Através da distribuição horizontal da concentração de OD, verifica-se que os maiores valores foram registrados no período chuvoso, mesmo período em que foram observadas as maiores concentrações nitrito e nitrato. Sendo assim pode ter ocorrido um aumento na taxa fotossintética de fitoplâncton. Porém, durante a coleta deste período, foi observado grande aporte de água entre as estações 8 e 9 (no 5º quebra-mar) proveniente da saída da rede coletora de águas pluviais; é possível que haja ligações clandestinas de esgotos nestas saídas.

De acordo com a Resolução 357/2005 do CONAMA, em áreas de recreação, é indicado que a concentração de OD não seja inferior a 6 ml.L⁻¹; em todas as estações e para os dois períodos de coleta, foram registradas concentrações dentro do limite indicado.

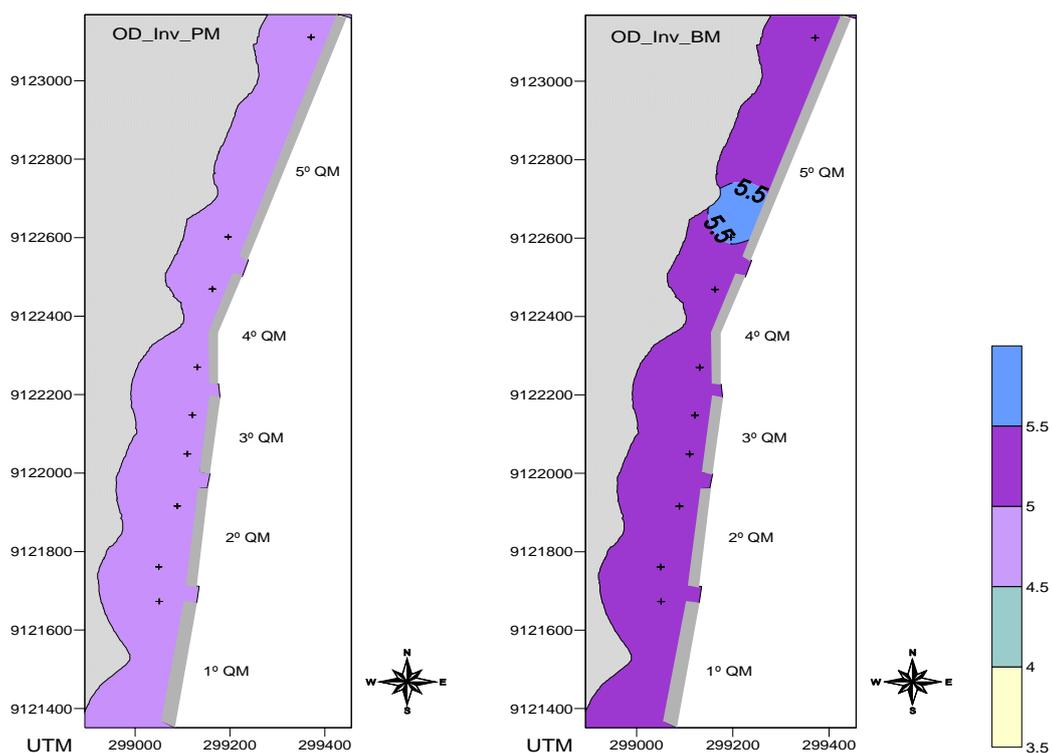


Fig. 87 – Distribuição horizontal do teor de oxigênio dissolvido (OD) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

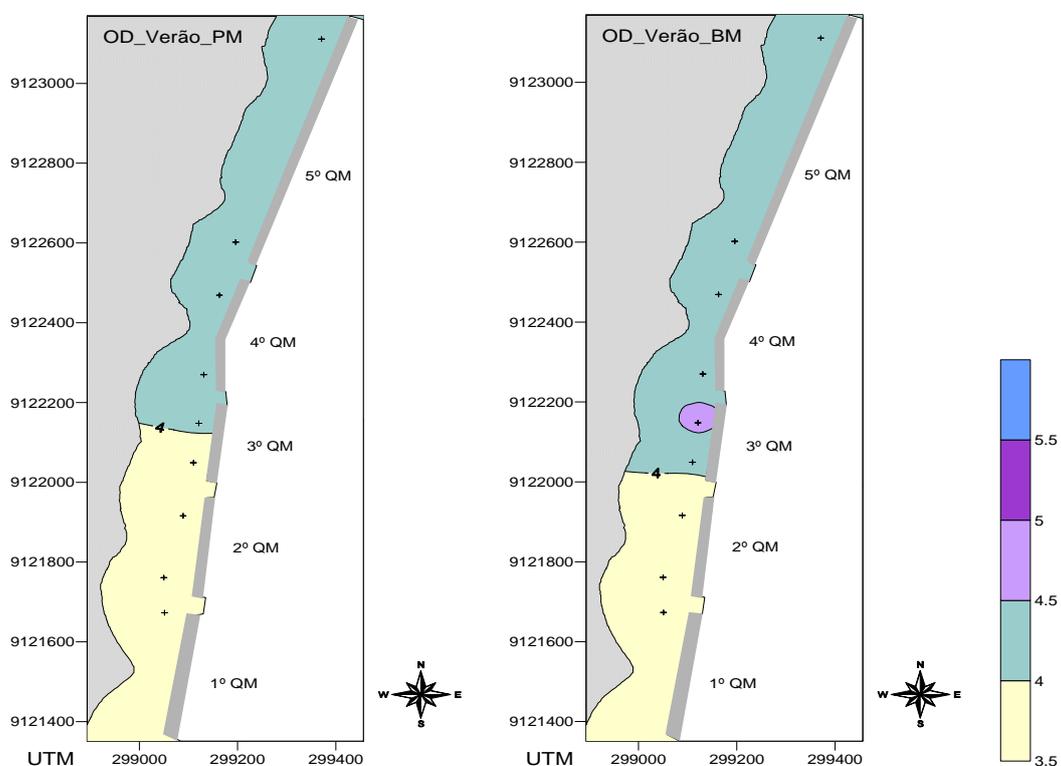


Fig. 88 – Distribuição horizontal do teor de oxigênio dissolvido (OD) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

5.2.12 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A distribuição horizontal da demanda bioquímica de oxigênio foi realizada com base em medições das águas superficiais, durante o período chuvoso e de estiagem, para os estágios de preamar e baixa-mar.

A variação na concentração de DBO no período chuvoso (Fig. 89) foi de 0,75 a 2,05 mg/L. A menor concentração foi observada durante o estágio de preamar, na estação 6; e a maior, durante a baixa-mar, na estação 8, da mesma forma que foi observada a maior concentração de oxigênio dissolvido, sugerindo alto consumo de oxigênio neste local.

A distribuição horizontal de DBO no período de estiagem (Fig. 90) registrou uma variação maior (0 – 2,08 mg/L), sendo esta a maior variação também em relação ao período chuvoso. Valores não detectáveis foram observados em algumas estações da baixa-mar, e a maior concentração da demanda bioquímica de oxigênio foi registrada no estágio de preamar, na estação 2. Mesmo estágio de maré em que foram registradas as maiores concentrações de amônia, nitrito e fosfato, resultando em um elevado consumo de oxigênio devido às taxas de matéria orgânica no local.

A concentração da demanda bioquímica de oxigênio indicada, segundo a legislação do CONAMA (357/2005) para águas destinadas ao contato primário (salinas – classe 1) é de, no máximo, 3 mg/L. De acordo com os resultados obtidos neste estudo, todos os valores estiveram dentro do limite indicado, tanto no período chuvoso, como no período de estiagem.

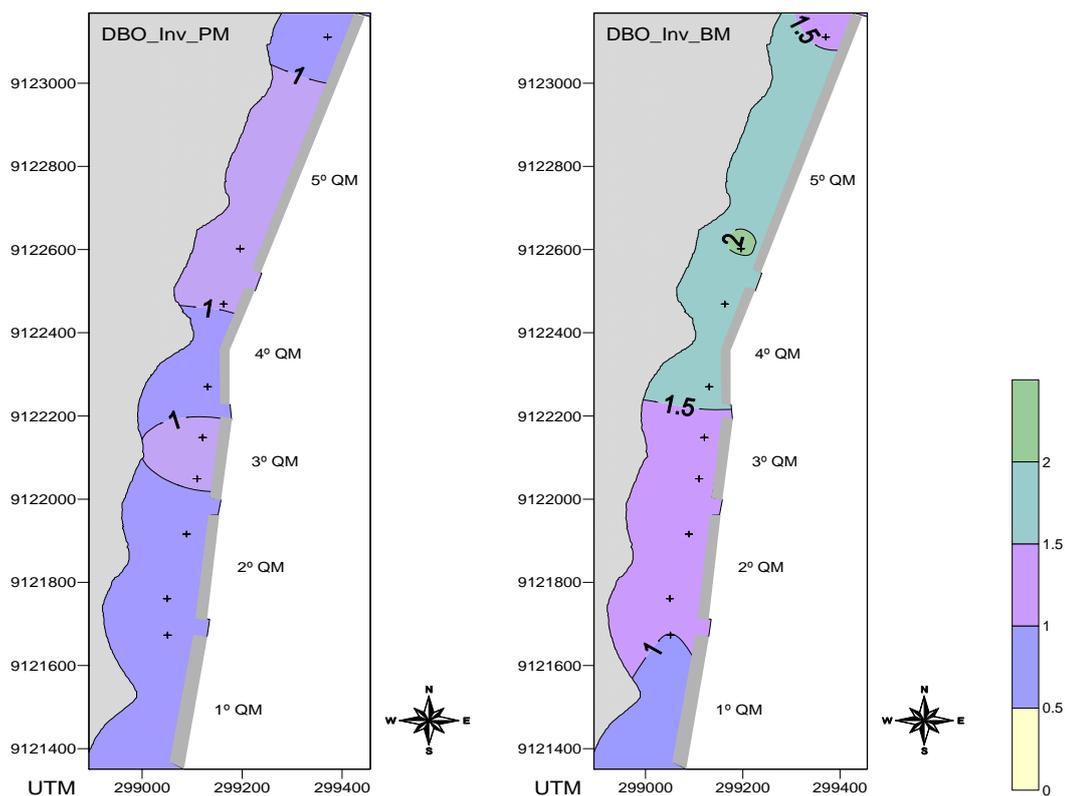


Fig. 89 – Distribuição horizontal da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

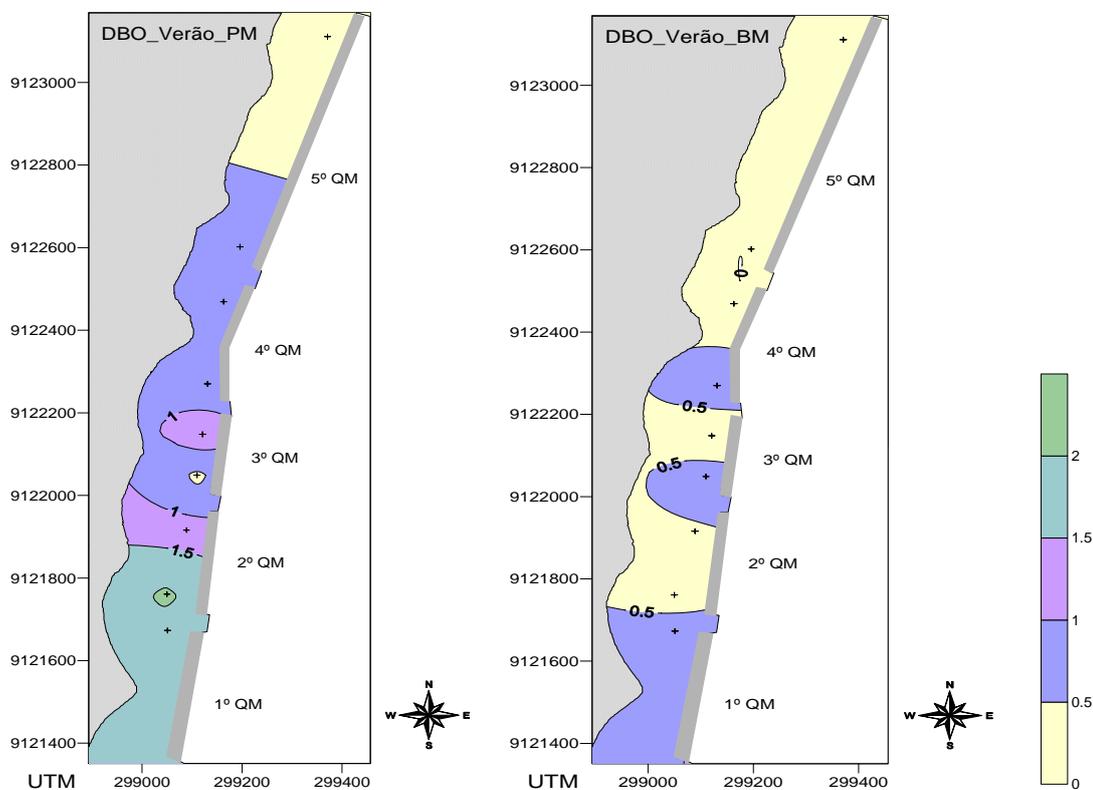


Fig. 90 – Distribuição horizontal da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

5.2.13 pH

Medições do potencial hidrogeniônico das águas superficiais da praia do Janga foram realizadas no período chuvoso e de estiagem, para os estágios de preamar e baixa-mar.

No período chuvoso a distribuição horizontal de pH foi bastante homogênea (Fig.91), variando entre 8,21 e 8,41. Os valores extremos foram registrados na preamar, com o menor valor observado na estação 1, e o maior na estação 4. A estação 1 está localizada em uma área com baixa circulação e, conseqüentemente, pouca renovação de água.

Durante o período de estiagem, os valores de pH mostraram-se igualmente homogêneo em toda a área (Fig.92), porém, com variação ligeiramente maior e valores entre 8,54 e 8,86. No estágio de preamar foi registrada a maior concentração de pH, sazonalmente, na estação 8. Na baixa-mar, foi observado o menor valor para o período de estiagem, na estação 7.

A maior concentração de pH foi observada no período de estiagem, porém, sazonalmente a distribuição horizontal manteve-se homogênea, com pouca variação. Os valores de pH para esta área, ultrapassaram o máximo indicado pelo CONAMA (6,5 – 8,5) para áreas de recreação, em todo o período de estiagem.

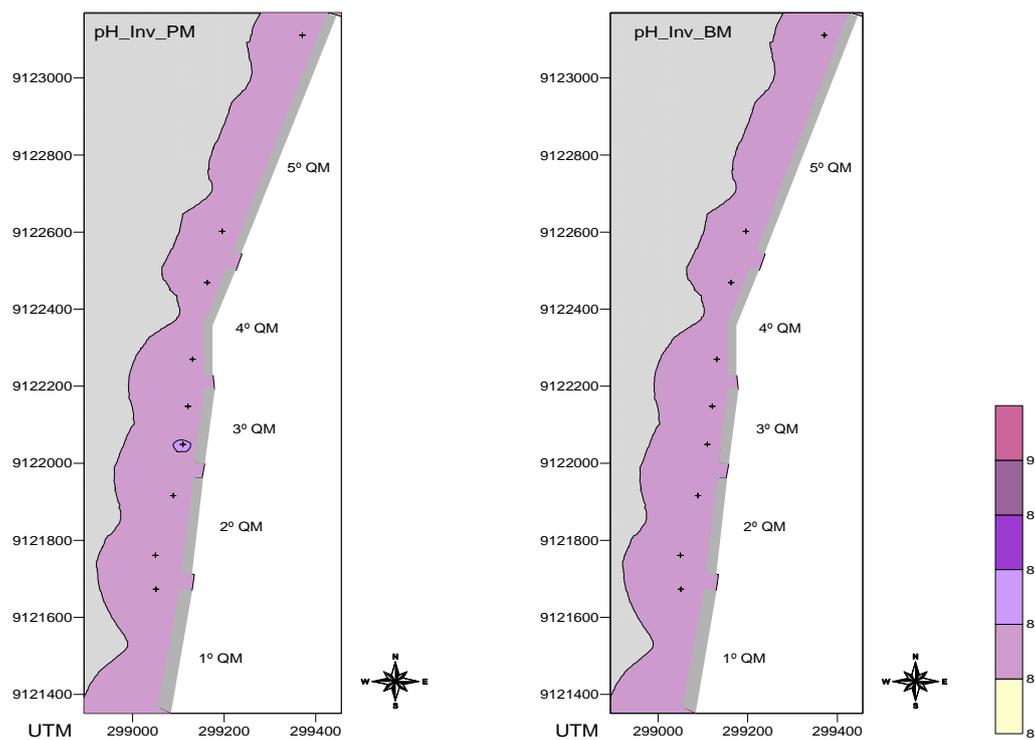


Fig. 91 – Distribuição horizontal do pH à superfície, no período chuvoso, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

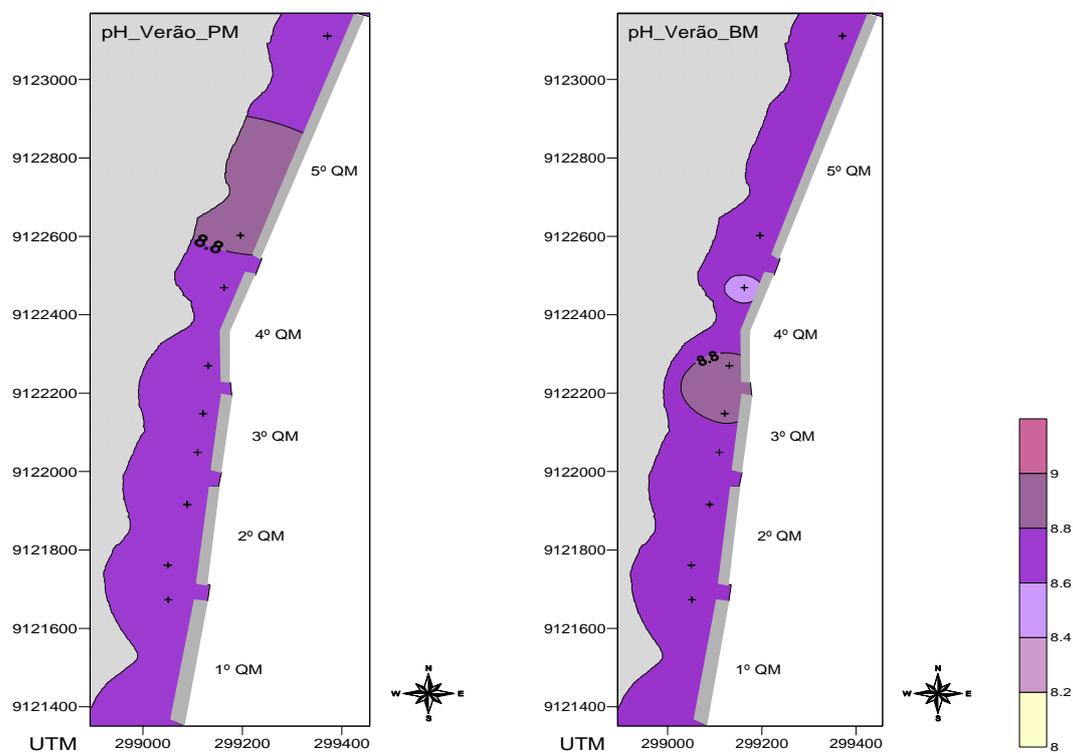


Fig. 92 – Distribuição horizontal do pH à superfície, no período de estiagem, para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

5.2.14 Material Particulado em Suspensão (MPS)

A distribuição horizontal dos MPS foi obtida através de análises das águas superficiais no período chuvoso e de estiagem, durante a preamar e baixa-mar.

No período chuvoso, a concentração de MPS variou entre 18,4 e 59,1 mg.L⁻¹ (Fig. 93). Na estação 1 foi registrada a menor concentração durante o estágio de preamar, e também a maior concentração, mas durante a baixa-mar. No estágio de baixa-mar, para o período chuvoso, foi observada a maior concentração de nutrientes e retroespalhamento óptico; é também neste período em que ocorre o maior aporte de águas provenientes da rede coletora de águas pluviais.

A distribuição horizontal do MPS durante o período de estiagem (Fig. 94), registrou uma variação menor - entre 29,2 e 42,8 mg.L⁻¹. O mesmo padrão de distribuição observado no período chuvoso foi também observado no período de estiagem - menor concentração durante o estágio de preamar e maior na baixa-mar; ambas na estação 1.

Durante o estágio de preamar o nível das águas é maior, permitindo a diluição do material particulado em suspensão; por outro lado, na baixa-mar, quando existe uma menor coluna d'água, a concentração tende a ser maior.

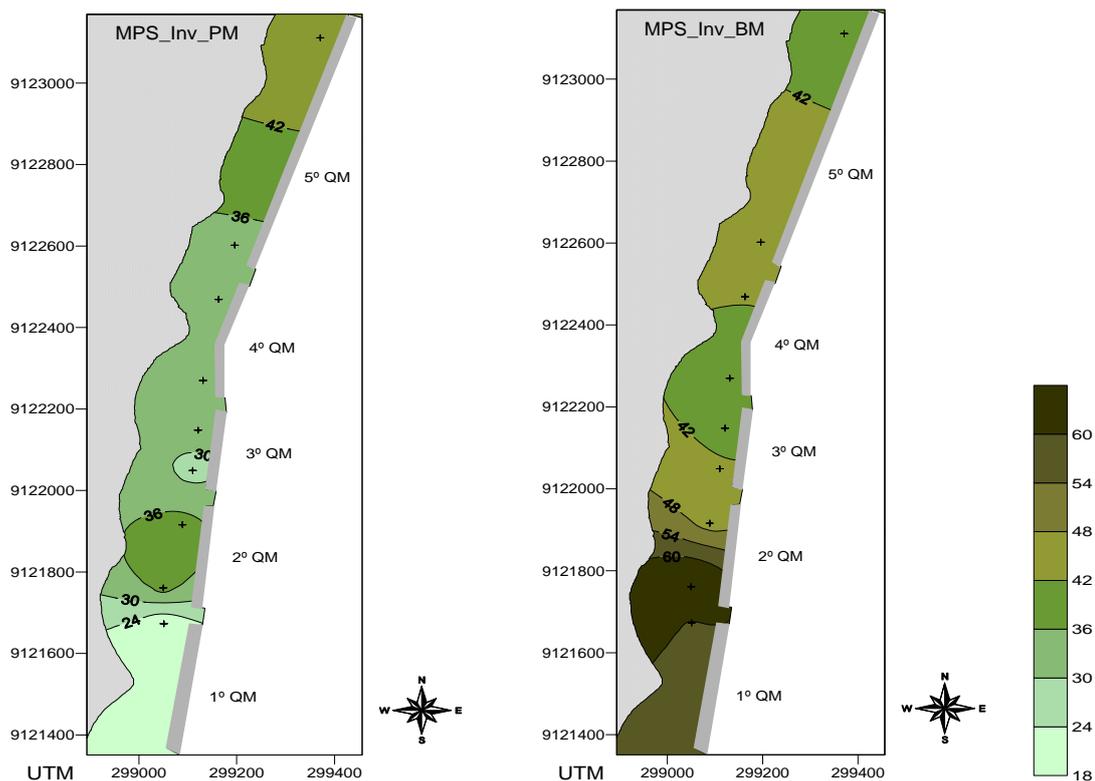


Fig. 93 – Distribuição horizontal do material particulado em suspensão (MPS) à superfície no período chuvoso para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

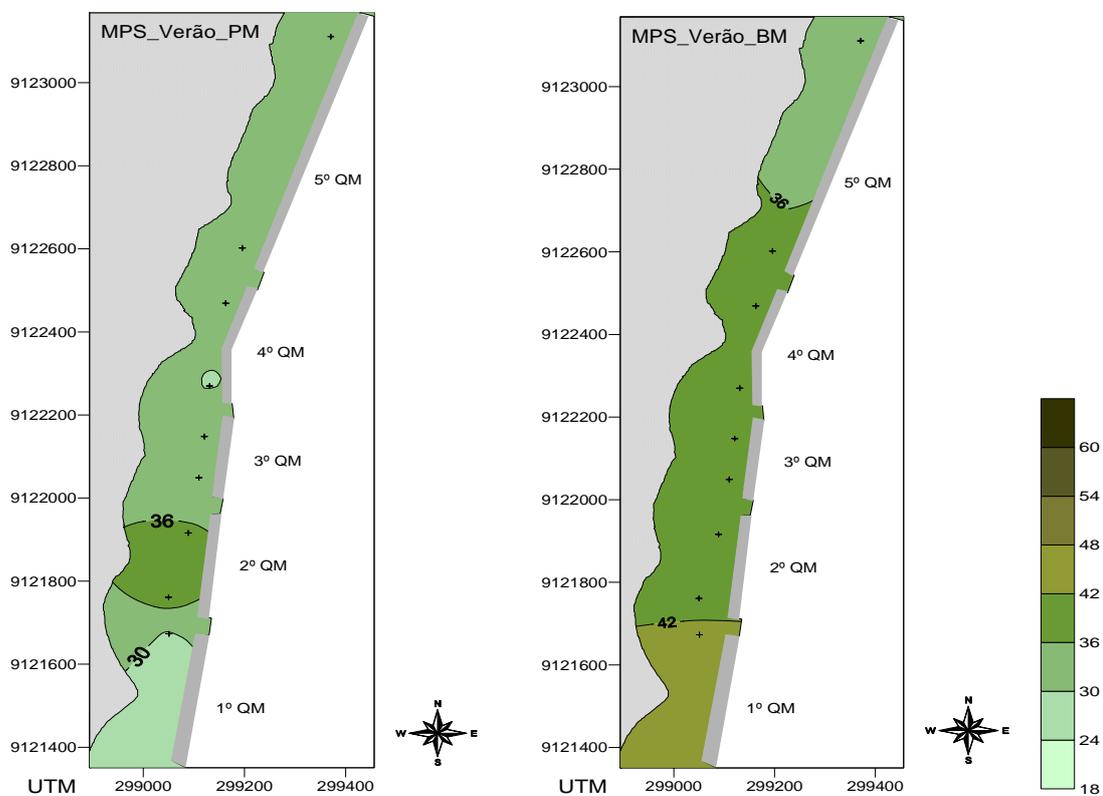


Fig. 94 – Distribuição horizontal do material particulado em suspensão (MPS) à superfície no período de estiagem para os estágios de preamar (PM) e baixa-mar (BM) no Janga.

5.2.15 Coliformes

As análises de coliformes fecais, na praia do Janga, foram realizadas com amostras de água superficiais, obtidas durante os estágios de preamar e baixa-mar, no período chuvoso (Tab. 6) e de estiagem (Tab. 7).

Na preamar do período chuvoso (Tab. 6), as concentrações de coliformes fecais foram elevadas em toda a área (NMP 3000 e 16000/100ml). As concentrações de coliforme totais foram também elevadas (NMP entre 170 e 5000/100ml), mas não ultrapassaram o máximo permitido para uma praia com balneabilidade satisfatória, segundo a Resolução CONAMA 020/86.

Na baixa-mar (Tab. 6), para coliformes fecais no período chuvoso, o NMP variou bastante (1700 a 16000/100ml). Da mesma forma, em que ocorreu na preamar, os resultados registrados para coliformes fecais também foram mais baixos em relação aos valores de coliformes totais (NMP 170 – 2200/100ml).

Tabela 6 - Resultados das análises para coliformes fecais e totais durante os estágios de PM e BM no período chuvoso, nas estações de coleta da praia do Janga.

Maré	Estação	Coliformes Fecais NMP/100ml	Coliformes Totais NMP/100ml
PM	1	9000	9000
	2	5000	2200
	3	16000	170
	4	16000	5000
	5	5000	1700
	6	9000	1700
	7	9000	1700
	8	3000	800
	9	16000	5000
BM	1	16000	340
	2	9000	1700
	3	1700	1700
	4	5000	2200
	5	9000	1700
	6	5000	2200
	7	3000	500
	8	5000	1400
	9	9000	170

No período de estiagem, as concentrações de coliformes estiveram abaixo daquelas do período chuvoso. Durante a preamar (Tab. 7), o NMP/100ml de coliformes fecais e totais foi sempre igual ou inferior a 20. Na baixa-mar (Tab. 7) as concentrações de coliformes fecais (<20<NMP<1300/100ml) e totais (<20<NMP<800/100ml) foram mais variáveis.

As maiores concentrações de coliformes (fecais e totais) no período chuvoso podem estar relacionadas a um maior aporte de água proveniente da rede coletora de águas pluviais (como observado durante a coleta) e, invariavelmente, pode haver ligações de esgoto clandestino.

Tabela 7 - Resultados das análises para coliformes fecais e totais durante os estágios de PM e BM no período de estiagem, nas estações de coleta da praia do Janga.

Maré	Estação	Coliformes Fecais NMP/100ml	Coliformes Totais NMP/100ml
PM	1	< 20	< 20
	2	< 20	< 20
	3	20	< 20
	4	< 20	< 20
	5	< 20	< 20
	6	< 20	< 20
	7	< 20	< 20
	8	20	20
	9	< 20	< 20
BM	1	< 20	< 20
	2	80	20
	3	< 20	< 20
	4	< 20	< 20
	5	< 20	< 20
	6	1300	800
	7	110	110
	8	170	110
	9	170	130

5.2.16 Cobertura Sedimentar

Análises granulométricas realizadas na praia do Janga (Tab. 8), entre o supra/meso até o infralitoral, mostram a predominância de sedimentos com granulometria $< 0,062$ mm em aproximadamente 34% da área estudada.

O supralitoral possui uma cobertura sedimentar formada em mais de 60% por areia média; no meso litoral, há uma homogeneidade entre as areias fina, média e grossa.

No infralitoral, nas estações próximas aos quebra-mares foram encontrados apenas silte grosso e areia muito fina; na porção intermediária entre a costa e os quebra-mares, observou-se também a predominância de silte grosso e areia muito fina. A Figura 95 reforça as informações acima, onde se observa a quase ausência de cascalho ao longo dos perfis de coleta com predominância da fração areia em todos os perfis. A fração silte/argila é observada no infralitoral, em todos os perfis, em maior percentagem nas estações próximas aos quebra-mares.

A seleção dos sedimentos no supralitoral foi moderadamente selecionada na maioria das estações (Tab. 8); no meso litoral variou bastante, mas sendo pobremente selecionado na maioria das estações; e no infralitoral variou ainda mais (desde pobremente selecionado até muito bem selecionado) mas, de forma geral, os sedimentos nesta área são muito bem selecionados.

De forma diferente à que foi encontrada neste trabalho, Lira (1997) realizou análises sedimentológicas nas praias de Enseadinha, Janga e Pau Amarelo, e obteve como resultado a predominância de areia média e moderadamente selecionada nestes locais. Pode-se dizer que houve modificações na cobertura sedimentar, mas como não foram realizadas medições acerca do padrão de circulação anteriormente, não é possível afirmar o motivo desta mudança.

Tabela 8 – Classe e grau de seleção dos sedimentos na praia do Janga.

PERFIL	ESTAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	SELEÇÃO
P1	1	Areia fina	Moderadamente selecionado
	2	Areia média	Moderadamente selecionado
	3	Areia fina	Pobrememente selecionado
	4	Areia muito fina	Pobrememente selecionado
	5	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
P2	6	Areia média	Moderadamente selecionado
	7	Areia média	Moderadamente selecionado
	8	Areia fina	Pobrememente selecionado
	9	Areia média	Pobrememente selecionado
	10	Silte grosso	Bem selecionado
	11	Silte grosso	Bem selecionado
P3	12	Areia fina	Moderadamente selecionado
	13	Areia média	Moderadamente selecionado
	14	Areia grossa	Bem selecionado
	15	Areia muito fina	Bem selecionado
	16	Silte grosso	Muito bem selecionado
	17	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
P4	18	Areia média	Pobrememente selecionado
	19	Areia média	Moderadamente selecionado
	20	Areia fina	Moderadamente selecionado
	21	Silte grosso	Bem selecionado
	22	Silte grosso	Muito bem selecionado
	23	Silte grosso	Bem selecionado
P5	24	Areia média	Pobrememente selecionado
	25	Areia fina	Moderadamente selecionado
	26	Areia média	Pobrememente selecionado
	27	Areia muito fina	Bem selecionado
	28	Silte grosso	Muito bem selecionado
	29	Areia muito fina	Bem selecionado
P6	30	Areia fina	Pobrememente selecionado
	31	Areia média	Moderadamente selecionado
	32	Areia grossa	Bem selecionado
	33	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
	34	Silte grosso	Bem selecionado
	35	Silte grosso	Muito bem selecionado
P7	36	Areia fina	Moderadamente selecionado
	37	Areia média	Moderadamente selecionado
	38	Areia grossa	Moderadamente selecionado
	39	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
	40	Silte grosso	Bem selecionado
	41	Silte grosso	Muito bem selecionado
P8	42	Areia média	Pobrememente selecionado
	43	Areia grossa	Moderadamente selecionado
	44	Areia média	Pobrememente selecionado
	45	Areia média	Pobrememente selecionado
	46	Silte grosso	Muito bem selecionado
	47	Silte grosso	Muito bem selecionado
P9	48	Areia média	Moderadamente selecionado
	49	Areia média	Moderadamente selecionado
	50	Areia média	Pobrememente selecionado
	51	Areia muito fina	Moderadamente selecionado
	52	Silte grosso	Muito bem selecionado
	53	Silte grosso	Muito bem selecionado

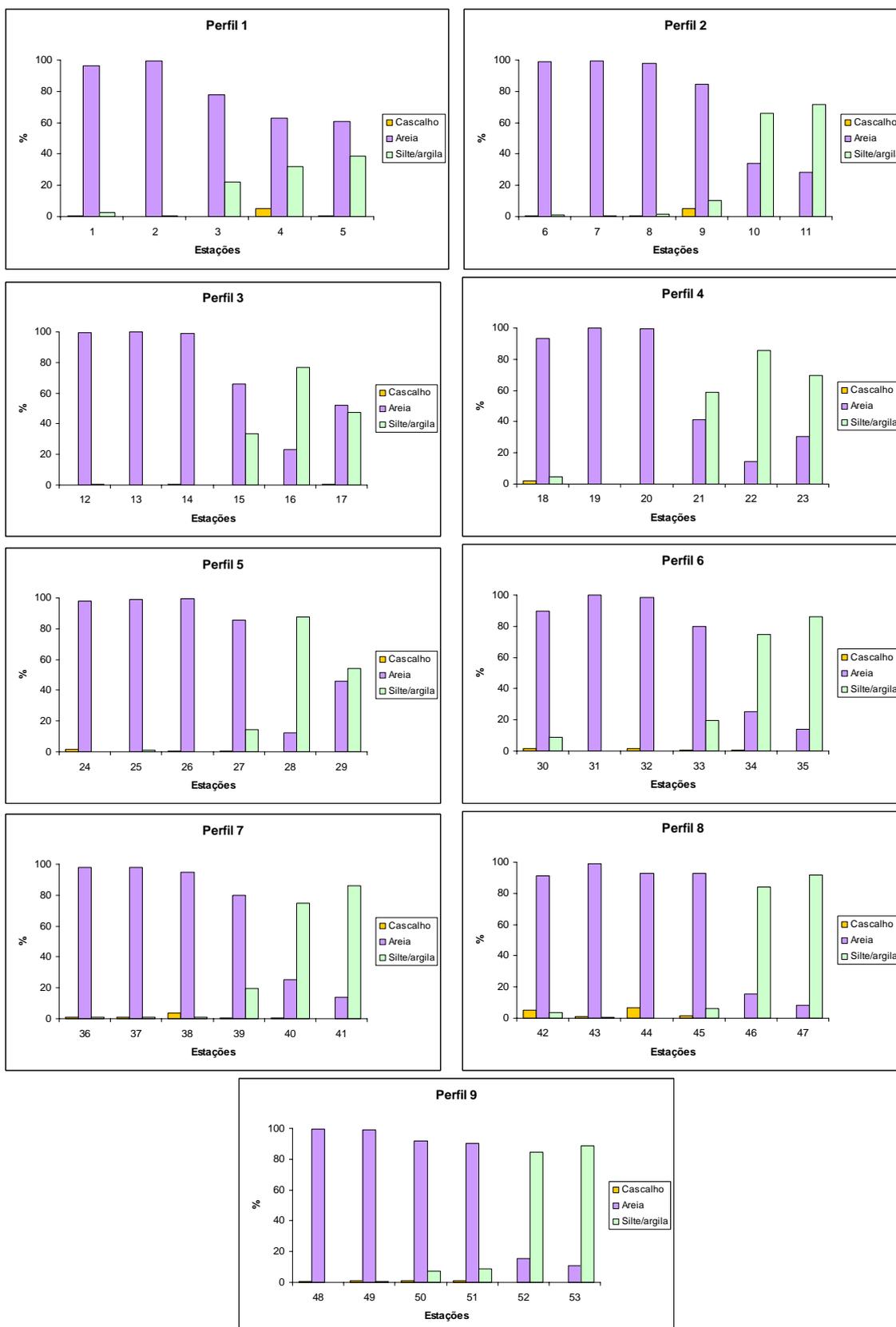


Fig. 95 - Distribuição dos sedimentos nas frações cascalho, areia e argila/silte ao longo das estações de coleta da praia do Janga.

5.2.17 Avaliação do uso, das condições locais e da percepção dos usuários

A praia do Janga é bastante freqüentada, diariamente, principalmente pela manhã, para caminhada, corrida e por lazer (especialmente banho de sol). A área de maior concentração dos banhistas está localizada entre o 3º e 4º quebra-mares - local em que se concentram os comerciantes; como mostra a Figura 96, logo nas primeiras horas da manhã e por isso, ainda sem muitos freqüentadores.



Fig. 96 – Locais preferenciais pelos banhistas da praia do Janga (2007).

A praia não apresenta infra-estrutura para os seus freqüentadores. Inexistem chuveiros de água doce, sanitários públicos e lixeiros; os bancos de cimento ao longo do calçadão necessitam de reparos (Fig. 97).



Fig. 97 – Banco de cimento no calçadão, sem condição de uso (2007).

A limpeza da praia é boa, inclusive, foram observados funcionários da prefeitura algumas vezes no local; a segurança ainda precisa ser melhorada, não foi constatado nenhum tipo de ronda ou posto policial nesta praia.

Não há lanchonetes ou restaurantes no entorno, apenas alguns comerciantes, com cadeiras e mesas, mas sem o mínimo de infra-estrutura a oferecer para os freqüentadores.



Fig. 98 – Saída da rede coletora de águas pluviais, próxima à estação 9, no Janga (2006)

Através da aplicação de questionários, foi realizado o levantamento do perfil dos usuários da praia do Janga (Fig. 99), que é freqüentada, principalmente, por pessoas do sexo masculino (51%), com idade entre 51-70 anos (27%) e que cursaram até o 2º grau (49%). A maioria dos freqüentadores são professores, donas-de-casa e vigilantes (36%) que residem em Paulista (83%) e freqüentam a praia a mais de 10 anos (57%), diariamente (52%) e por lazer (50%).

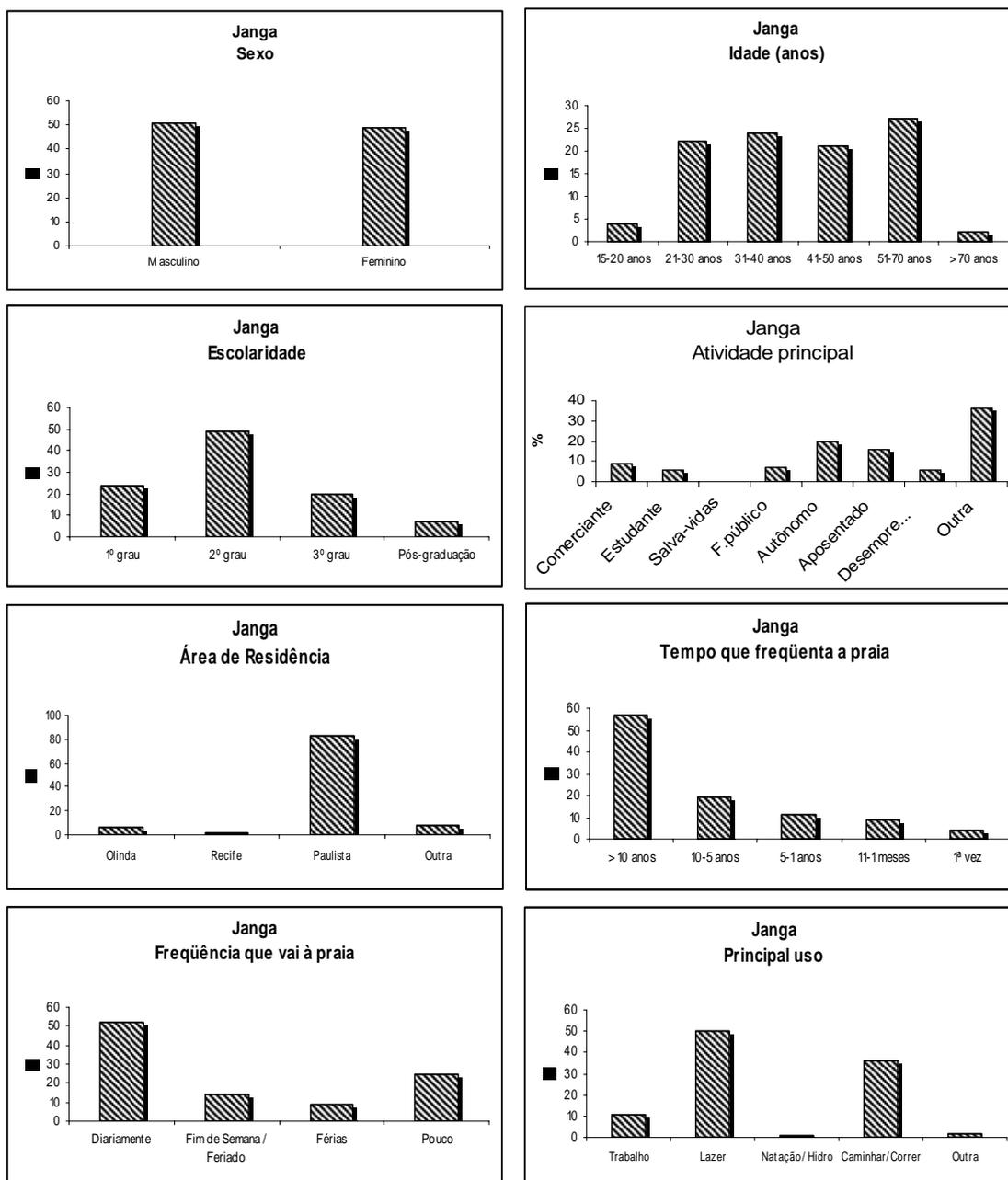


Fig. 99 – Perfil dos usuários da praia do Janga.

A segunda parte do levantamento (Fig.100) foi direcionada em função da construção dos quebra-mares, infra-estrutura, limpeza e segurança na praia do ponto de vista dos usuários. Dentre os entrevistados, 78% afirmam que a construção dos quebra-mares solucionou o problema da erosão no Janga, além de evitar o ataque por tubarões e ter propiciado o aumento da extensão de areia. Destes, 73% citam mudanças ocorridas em decorrência das construções, como: coloração da água (29%), mau cheiro (25%), consistência (21%) e deposição de sedimento (25%). A maioria das pessoas enfatiza que os quebra-mares estão muito próximos à costa e o sedimento no infralitoral é lamoso, o

que faz com que 57% destes frequentadores não considerem a praia boa para o banho.

Os usuários apontam a praia como sendo perigosa (40%), pela falta de policiamento, e sugerem a instalação de um posto policial nas imediações; sentem-se inseguros ao transitar pela orla, principalmente no fim do dia e à noite. A limpeza na praia foi considerada razoável (47%), com a sugestão de colocação de lixeiros ao longo da praia e fiscalização para impedir a presença de animais (cavalos, por exemplo) no local. A infra-estrutura de apoio foi considerada péssima (59%), e muitos dos entrevistados sugerem o cadastramento e uniformização de quiosques para a comercialização de alimentos e bebidas, por parte da prefeitura de Paulista.

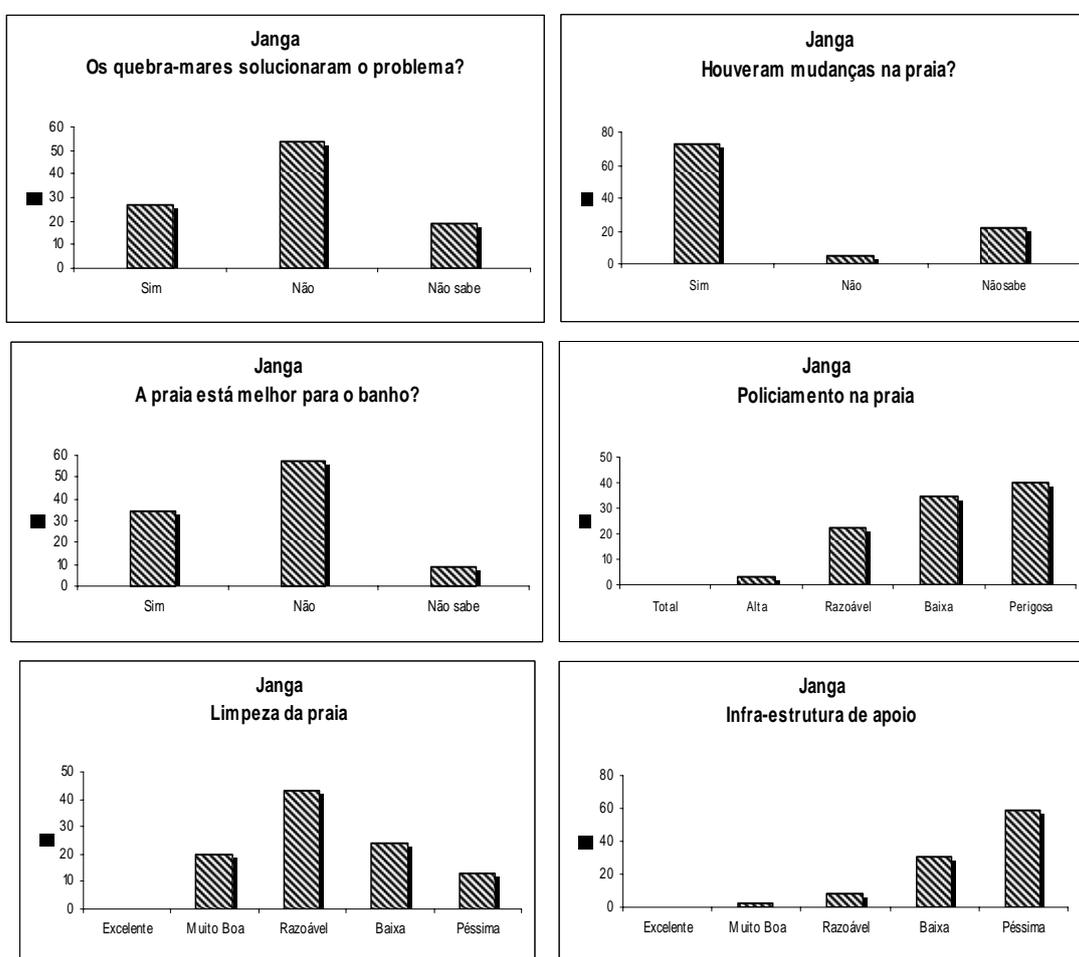


Fig. 100 – Percepção dos usuários em relação à praia do Janga.

6. Conclusões

- As obras de contenção instaladas nas praias de Casa Caiada e do Janga contribuíram para a minimização do processo erosivo, mas causaram modificação na cobertura sedimentar, a deposição de sedimento fino no infralitoral, e o assoreamento, nas faces abrigadas dos quebra-mares, na porção da praia adjacente ao espigão e a formação de canais, onde ocorre a maioria dos incidentes de afogamento na área.
- A profundidade na praia de Casa Caiada atinge um máximo de 5m no trecho sul, sendo formada principalmente por areia fina e grãos moderadamente selecionados; é também no trecho sul que são observadas as maiores intensidades das correntes no período chuvoso. No Janga, a profundidade máxima é de 4m na abertura dos quebra-mares, sendo a área formada especialmente por areia média e grãos moderadamente selecionados;
- A distribuição das variáveis temperatura e pH nas áreas mostrou-se relativamente homogênea horizontalmente e verticalmente. As flutuações evidenciadas respondem principalmente ao ciclo sazonal (regime das chuvas e dos ventos) e ao regime das marés propiciando maior ou menor troca com as águas marinhas adjacentes.
- O padrão geral da circulação em ambas as praias é fortemente controlado pela profundidade local e pela presença dos quebra-mares. As correntes de maior intensidade foram registradas no período chuvoso, nas áreas de aberturas entre quebra-mares e de maior profundidade.
- As duas praias estudadas apresentaram, de forma geral, maiores concentrações de nutrientes e material particulado em suspensão no período de estiagem, com os índices dentro dos limites indicados pela resolução CONAMA 357/05 para águas salinas de contato primário. A qualidade da água naquelas praias parece estar principalmente controlada pela maior influência e volume dos aportes fluviais.
- A praia de Casa Caiada passou por melhorias na infra-estrutura, limpeza e policiamento, com a construção de bancos de cimento em toda a orla, chuveiros de água doce em alguns pontos, lixeiros espalhados no supra-litoral, instalação de posto policial e ronda de policiais ao longo da orla. Na praia do Janga, a infra-estrutura disponível é praticamente inexistente, a limpeza por parte da prefeitura é razoável, e o policiamento não foi observado.
- Na percepção dos usuários das duas praias, a construção dos quebra-mares resolveu o problema de erosão e trouxe outros benefícios como proteção aos banhistas contra ataque de tubarões e redução da incidência de ondas, mas por outro lado, propiciou a deposição de sedimentos finos. As principais reivindicações e demandas dos usuários de Casa Caiada estão relacionadas à melhoria de infra-estrutura (instalação de banheiros públicos, barracas padronizadas, chuveiros, etc.), e dos usuários do Janga a melhoria da segurança (instalação de um posto policial).
- É necessário que se faça um monitoramento contínuo em áreas que possuem obras de proteção de costa, afim acompanhar as mudanças ocorridas nos locais; sejam elas esperadas em decorrência das obras, ou não. E assim, evitar problemas como a diminuição da circulação, excesso de nutrientes e perda da qualidade da água.

7. Referências Bibliográficas

- American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. 1995. *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*. 19ed. APHA - Am. Publ. Hlth Assoc: Washington, DC, 1995.
- Angulo, R.J. 2004. *Aspectos físicos das dinâmicas de ambientes costeiros, seus usos e conflitos*. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n.10, p 175-1985. Ed. UFPR.
- Araújo, T.C.M.; Silva, V.B.; Carvalho, J.A.R. 2003. *Classificação da tipologia da orla da cidade de Olinda – PE: delimitação e caracterização do presente estado*. IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – CD-ROM.
- Bowen, R.E.; Riley, C. 2003. Socio-economic indicators and integrated coastal management. *Ocean & Coastal Management* – 46: 299-312.
- Burchartch, H.F.; Hughes, S.A. 2001. *Types and functions of coastal structures - Part VI* EM 1110-2-1100.
- Carneiro, M.C.deS.M.; Sá, L.A.C.M.de.; Gomes, E.T.A. 2003. *O monitoramento da erosão costeira – Estudo a partir das praias de Casa Caiada e Rio Doce – Olinda*. http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc044-G10. Acesso em Abril/2008.
- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). 2006/2007. <http://www.cptec.inpe.br/ondas/>
- Comissão Nacional Independente sobre os Oceanos (CNIO). 1998. *O Brasil e o Mar no Século XXI: Relatório aos tomadores de decisão do país*. Ultra Set Editora Ltda., Rio de Janeiro – RJ. Primeira Edição, 408p.
- Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH). 2001. *Diagnóstico Socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco*. Recife. 214p.
- Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH). 2003. *Diagnóstico Socioambiental do Litoral Sul de Pernambuco*. Recife. 87p.
- Costa, J.E.R. 2002. *Morfodinâmica praial do Município de Paulista – PE*. (Monografia de Especialização) Programa de Pós-Graduação em Oceanografia/UFPE.
- Dias, R. 2003. *Turismo sustentável e meio ambiente*. Ed. Atlas S.A., São Paulo – SP. 208p.
- Finkl, C.W.; Krupa, S.L. 2003. Environmental impacts of coastal-plain activities on sandy beach systems: Hazards, perception and mitigation. *Journal of Coastal Research* – SI (35): 132-150.
- Fisner, M. 2004. *Diagnóstico e percepção dos usuários sobre ações de gestão na praia de Casa Caiada (Olinda)*. (Monografia de Especialização) Programa de Pós-Graduação em Oceanografia/UFPE. 48f.

- Grasshof, K.; Ehrhardt, M.; Kremling, K. *Methods of seawater analysis*. 1983. 2ed. Verlag Chemie, New York.
- Gu, M.; Wong, P.P. 2008. Coastal zone management focusing on coastal tourism in a transitional period of China. *Ocean & coastal Management* – 51: 1-24.
- Hsu, J.R.-C.; Benedet, L.; Klein, A.H.F.; Raabe, A.L.A.; Tsai, C.-P. e Hsu, T.-W. 2008. Appreciation of static bay concept for coastal management and protection. *Journal of Coastal Research* - 24(1): 198-215.
- Lira, A.R. do A. 1997. *Caracterização morfológica e vulnerabilidade do litoral entre as praias de Enseadinha e Maria Farinha, Paulista – PE*. (Dissertação de Mestrado) Depto. Oceanografia/CTG UFPE. 96f.
- Lorenzo, F.; Alonso, A.; Pagès, J.L. 2007. Erosion and accretion of beach and spit systems in Northwest Spain: A response to human activity. *Journal of Coastal Research* – 23(4): 834-845.
- Manso, V.doA.V. (Coord.) 2000. *Monitoramento ambiental das praias de Paulista – PE* (Relatório Final). Recife, LGGM/UFPE.
- Monitoramento Ambiental Integrado – Erosão Costeira (Projeto MAI)
<http://www.cprh.pe.gov.br> – Acesso em Abr/2008.
- Palomé, P.; Marzetti, S.; Van der Veen, A. 2005. Economic and social demands for coastal protection. *Coastal Engineering* – 52: 819-840.
- Pereira, L.C.C.; Coutinho, P.da.N.; Macedo, S.J.de.; Costa, R.A.A.M.da. 1996. Efeitos de estruturas de proteção costeira nas praias de Casa Caiada e Rio Doce – PE, Brasil. *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE*, Recife, 24:19-37.
- Pereira, L.C.C. 1998. *Hidrodinâmica e Sedimentologia da praia de Casa Caiada – PE, Brasil*. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Oceanografia/UFPE. 86f.
- Pereira, L.C.C.; Jiménez, J.A.; Medeiros, C.; Costa, R.M.da. 2003a. *Diretrizes para um melhor gerenciamento costeiro integrado no litoral de Olinda – PE (Brasil)*. IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – CD-ROM.
- Pereira, L.C.C.; Jiménez, J.A.; Medeiros, C. 2003b. Environmental degradation of the littoral of Casa Caiada and Rio Doce, Olinda – PE (Brazil). *Journal of Coastal Research*, 35:502-508.
- Pereira, L.C.C.; Jiménez, A.; Medeiros, C.; Costa, R.M.da. 2003c. The influence of the environmental status of Casa Caiada and Rio Doce beaches (NE- Brazil) on beaches users. *Ocean & Coastal Management*, 46: 1011-1030.
- Pereira, L.C.C.; Jimenez, J.A.; Koenig, M. L.; Porto Neto, F.F.; Medeiros, C.; Costa, R.A.A.M. 2005. Effect of coastline properties and wastewater on plankton composition and distribution in a stressed environment on the north coast of Olinda-

- PE (Brazil). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v. 48, p. 1013-1026,
- Pereira, L.C.C.; Jiménez, J.A.; Medeiros, C.; Costa, R.M.da. 2007. Use and occupation of Olinda littoral (NE, Brazil): Guidelines for an integrated coastal management. *Environmental Management* - 40: 210-218.
- Pinheiro, S.C.C.; Ribeiro, M.J.S.; Carmona, P.A.; Pereira, L.C.C.; Costa, R.M.da. 2003. *Opinião e percepção sobre o uso e a ocupação da praia de Ajuruteua – PA (Brasil)*. IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – CD-ROM.
- Resolução CONAMA 001/1986
<http://www.mma.gov.br> - Acesso em Abr/2008.
- Resolução CONAMA 020/1986
<http://www.mma.gov.br> - Acesso em Dez/2007.
- Resolução CONAMA 274/2000
<http://www.mma.gov.br> - Acesso em Dez/2007.
- Resolução CONAMA 357/2005
<http://www.mma.gov.br> - Acesso em Jan/2008.
- Rodrigues, R.A.; Maia, L.P. 2003. *Impactos ambientais na zona costeira e a qualidade de vida das comunidades*. IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – CD-ROM.
- Savi, D.C. 2007. Erosão e acreção costeira na enseada dos anjos, Arraial do Cabo, RJ. *Rev. Bras. Geofísica* – 25 (supl. 1): 91-99.
- Schuler, C.A.B.; Sátiro, A.V.; Silva Júnior, A.L.de M.e.; Sousa, M.F. de. 2004. *Canal do Rio Doce – Olinda / Pernambuco: Análise espaço temporal da ocupação entre 1970 e 1998, utilizando fotografias aéreas*. COBRAC (Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – UFSC, Florianópolis). Pág.1-9.
- Silva, P.A.da; Temperville, A. e Santos, F.S. 2006. Sand transport under combined current and wave conditions: A semi-unsteady, practical model. *Coastal Engineering* 53: 897-913.
- Silva, J.S.; Leal, M.M.V.; Araújo, M.C.B.; Barbosa, S.C.T.; Costa, M.F. 2008. Spatial and temporal patterns of use of Boa Viagem beach, Northeast Brazil. *Journal of Coastal Research* – 24(1A): 79-86.
- Souza, S.T.de; Costa, M.F.da. 2003. *A saúde das praias de Boa Viagem e do Pina, Recife (PE)*. IX Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário – CD-ROM.
- Sterr, H. 2008. Assessment of vulnerability and adaptation to sea-level rise for the coastal zone of Germany. *Journal of Coastal Research* – 24(2): 380-393.

- Strickland, J. D. H.; Parsons, T. R. 1972. A manual of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Board of Can.* v.125, p. 1-205.
- Tessler, M.G.; Goya, S.C.y. 2005. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia* – 17: 11-23.
- Veiga, F.A.; Negrello Filho, O.A.; Brandini, F.P. 2007. *Erosão causada por obra rígida em praia de desembocadura na baía de Paranaguá – sul do Brasil*. XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar – CD-ROM.

ANEXO

Perfil do Usuário

1. Sexo
 Masculino Feminino
 2. Faixa etária
 15-20 anos 21-30 anos 31-40 anos 41-50 anos 51-70 anos >70 anos
 3. Nível de instrução
 1º. grau. 2º. grau 3º. grau Pós-graduação
 4. Atividade principal
 Comerciante Pescador Salva vidas Autônomo F. público
 Estudante Aposentado Desempregado Outra
 5. Área de residência
 Olinda Recife Paulista Outra
 6. Há quanto tempo freqüenta esta praia?
 > 10 anos 10-5 anos 5-1 anos 11-1 meses 1ª vez
 7. Freqüência com que costuma vir a esta praia
 Diariamente Fins semana/feriados Férias Esporadicamente
 8. Qual seu uso principal da praia?
 Trabalho Lazer Nadar/Hidroginástica Caminhar/Correr Outra
 9. Conheceu esta praia antes da construção dos quebra-mares?
 Sim Não
 10. A construção dos quebra-mares solucionou os problemas da área?
 Sim Não Por quê?
 11. Houve mudanças na praia?
 Sim Não
- Coloração da água Mal cheiro
 Consistência da areia Quantidade/deposição de areia
12. A praia ficou melhor para o banho?
 Sim Não Por quê?
 13. Segurança/policiamento do entorno
 Total Alta Razoável Baixa Perigosa
 14. Limpeza urbana da praia
 Excelente Muito boa Razoável Baixa Péssima
 15. Infra-estrutura
 Excelente Muito boa Razoável Baixa Péssima