



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL E DE RECURSOS HÍDRICOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS AQUÁTICOS TROPICAIS**

RAFAELA FRANCO DE ARAÚJO

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON EM UM ESTUÁRIO
AMAZÔNICO**

**BELÉM
2013**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL E DE RECURSOS HÍDRICOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS AQUÁTICOS TROPICAIS

RAFAELA FRANCO DE ARAÚJO

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON EM UM ESTUÁRIO
AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

Orientador: Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo.

Co-orientador: Prof. Dr. Glauber David Almeida Palheta.

BELÉM

2013

Araújo, Rafaela Franco de

Varição espaço-temporal do fitoplâncton em um estuário amazônico /Rafaela Franco de Araújo. – Belém, PA, 2014.

104 f.

Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2014.

1. Ecologia aquática – Pará 2. Variação sazonal 3. Biomassa
4. Variação nictemeral 5. Ecologia aquática - variáveis ambientais I.
Título.

CDD – 577.698

RAFAELA FRANCO DE ARAÚJO

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO FITOPLÂNCTON EM UM ESTUÁRIO
AMAZÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

BANCA EXAMINADORA:

Belém, 30 de Agosto de 2013.

Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo (Orientador)
Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos – ISARH/UFRA

Prof^a. Dra. Maria de Lourdes Souza Santos
Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos – ISARH/UFRA

Prof. Dr. Rodrigo Takata
Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos – ISARH/UFRA

Prof. Dr. Rosildo Santos Paiva
Instituto de Ciências Biológicas – ICB/UFPA

Dedico

Aos meus pais **Mariene** e **Luis Alberto**...

Pessoas simples, porém sábias, que me mostraram e fizeram entender que o estudo é a maior conquista que podemos fazer.

Agradecimentos - Ao **Deus** da infinita sabedoria, pela força nas horas difíceis.

- Aos meus queridos **pais**, pois sem eles este trabalho não poderia existir tal como a minha vida, agradeço por tudo que sou e todo o apoio que me deram até hoje.

- Ao meu orientador, Doutor **Nuno Filipe Alves Correia de Melo**, por ter me orientado e contribuído para minha formação profissional. Por ter sido um amigo disponível a ajudar nesta etapa da minha vida.

- À **UFRA**, pela infraestrutura e oportunidade da formação profissional. E ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais.

- À **ACAPES**, pela bolsa de mestrado.

- Ao Doutor **Glauber Palheta**, pela grande consideração e disposição na co-orientação e para a execução deste trabalho.

- À Doutora **Maria de Lourdes**, por toda a colaboração na análise de nutrientes e clorofila, e por ser um exemplo de vida.

- Ao Doutorando **Fábio Pamplona**, por sua valiosa colaboração na análise das exuberantes diatomáceas, e por me ajudar nos momentos de maior desespero, obrigada amigão.

- Ao grupo de Oceanografia da UFPE, em especial a Prof.^a Doutora **Maria da Glória**. Assim como aos demais ficólogos: **Fernando Feitosa**, **Luise Koenig**, **Marcos Honorato**, **Gislaine Borges**, por ter me proporcionado momentos de grande ensinamento, “dicas” e dúvidas que me esclareceram, assim como os inesquecíveis momentos de descontração.

- Ao meu amigo Mestre **Caio Lourenço**, sem seu apoio teria sido mais difícil. E por grande auxílio nos dados estatísticos.

- Aos companheiros do **LECAT** e **UFRA**: Djair, Estevam, Paulo, Valéria, Alberto, Nilo, Samara, Alexandre, Josielson e Susane. Em especial à **Denise**, **Sintia (equipe do fito)** e **Jamily**, por sua incansável companhia em laboratório e momentos inesquecíveis vividos, foram muitas risadas.

- Ao **Rafael**, meu amigo e amor.

- E a **todos** que contribuíram para a concretização deste trabalho.

**“Tudo é do Pai, toda a hora e toda a glória,
é dele a vitória alcançada em minha vida”.**

(Fábio de Melo)

RESUMO

Com o objetivo de determinar a variação espaço-temporal do fitoplâncton associada aos parâmetros ambientais foram realizadas coletas bimensais no estuário do rio Guajará Mirim, durante o período menos chuvoso (setembro/11, novembro/11, julho/12) e chuvoso (janeiro/12, março/12, maio/12), na maré enchente e vazante em quatro pontos de coleta, e simultaneamente foram feitas duas coletas nictemerais, nos meses de novembro/11 e março/12. Para o estudo quali-quantitativo do fitoplâncton foi utilizada a rede de plâncton de 64 µm e garrafa kitahara. Foram aferidos *in situ* os parâmetros temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido; e foram coletadas amostras d'água para a análise de material em suspensão, sais nutrientes (nitrito, nitrato, n-amoniaco, fosfato e silicato) e clorofila a. Foram identificados 165 táxons, destacando-se as diatomáceas (78%), clorofíceas (14%), cianobactérias (4%), dinoflagelados (3%) e euglenofíceas (1%). A densidade fitoplanctônica apresentou diferença significativa sazonal, com valores máximos no período menos chuvoso (92.200 cel.L⁻¹, setembro/11), com predomínio das diatomáceas, com 94% da densidade total. A diversidade específica foi baixa em decorrência da dominância das espécies *Coscinodiscus concinnus*, *Pseudanabaena* sp e *Chaetoceros compressus* no período menos chuvoso e *Polymyxus coronalis* e *Aulacoseira granulata* para o período chuvoso. A variação espaço-temporal (entremarés e nictemeral) não exerceu influência nos parâmetros ambientais e biológicos. O regime pluviométrico foi a principal forçante na variação sazonal com destaque ao período de transição (entre o período menos chuvoso e chuvoso), que foi o principal condicionante na distribuição, densidade e teores de biomassa fitoplanctônica.

Palavras-chave: Ecologia aquática - Pará, Variação sazonal, Biomassa, Variação nictemeral, Variáveis ambientais.

ABSTRACT

In order to determine the spatial and temporal variation of phytoplankton associated with environmental parameters fortnightly collections were made in the estuary of the river Guajará Mirim, during dry period (September/11, November/11, julho/12) and rainy (January/12, March/12, May/12), in ebb and flood tide in four collection points, and simultaneously two Diel samples were collected in the months of November/11 and March/12. For the qualitative and quantitative study of the phytoplankton plankton net of 64 μm and Kitahara bottle was used. Were measured *in situ* the parameters temperature, salinity, pH, dissolved oxygen; and water samples were collected for analysis of suspended solids, salts nutrients (nitrite, nitrate, n- ammonia, phosphate and silicate) and chlorophyll a. 165 taxa were identified especially diatoms (78 %), Chlorophyceae(14 %), cyanobacteria (4 %), dinoflagellates (3 %) and euglenoids (1 %). The seasonal phytoplankton density showed a significant difference, with maximum values in the less rainy period (92,200 cel.L⁻¹, September/11), with a predominance of diatoms, with 94 % of the total density. Species diversity was low due to the dominance the species *Coscinodiscus concinnus*, *Chaetoceros compressus* and the *Pseudanabaena* sp least rainy season and *Polymyxus coronalis* and *Aulacoseira granulata* for the rainy season. The spatio- temporal variation (diurnal and tidal) had no influence on the environmental and biological parameters. The rainfall was the main forcing on seasonal variation highlighting the transition period (between the rainy and less rainy period), which was the main determinant in the distribution, density and concentration of phytoplankton biomass.

Keywords: Pará, chlorophyll-*a*, seasonal variation, diurnal variation, environmental variables.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
3. OBJETIVOS	23
3.1. OBJETIVO GERAL	23
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
4.1.1. Localização	24
4.1.2. Hidrografia	24
4.1.3. Clima	24
4.1.4. Geologia e relevo	25
4.1.5. Características da flora	25
4.2. DESENHO AMOSTRAL	25
4.3. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	27
4.4. MICROFITOPLÂNCTON	28
4.4.1. Procedimentos de laboratório	28
4.5. TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS	29
4.5.1. Riqueza de Espécies	29
4.5.2. Frequência de ocorrência dos táxons	29
4.5.3. Índice de diversidade específica e equitabilidade	30
4.5.4. Análises estatísticas	31
5. RESULTADOS	32
5.1. PLUVIOMETRIA	32
5.2. TEMPERATURA	33
5.3. SALINIDADE	34
5.4. pH	36
5.5. OXIGÊNIO DISSOLVIDO	37
5.6. MATERIAL EM SUSPENSÃO	38
5.7. NITROGÊNIO AMONÍACAL DISSOLVIDO	39

5.8.	NITRITO	40
5.9.	NITRATO.....	42
5.10.	FOSFATO.....	43
5.11.	SILICATO	44
5.12.	CLOROFILA- <i>a</i>	46
5.13.	COMUNIDADE MICROFITOPLANCTÔNICA.....	47
5.13.1.1.	Composição do microfitoplâncton	47
5.13.2.	Ecologia dos táxons	51
5.13.3.	Riqueza.....	60
5.13.4.	Frequência de ocorrência	61
5.13.5.	Densidade do microfitoplâncton	62
5.13.6.	Diversidade e equitabilidade	65
5.14.	ANÁLISE MULTIVARIADA	68
5.14.1.	Análise de agrupamento para variáveis hidrológicas	68
5.14.2.	Interação entre espécies e variáveis ambientais	70
6.	DISCUSSÃO	73
7.	CONCLUSÃO	85
	REFERÊNCIAS	86
	APÊNDICE.....	100

1. INTRODUÇÃO

O termo estuário (do latim aestus, “maré”) se refere a um corpo semifechado de água, como uma foz de um rio ou baía costeira, em que a salinidade é intermediária entre água salgada e doce, e a ação da maré é um regulador físico importante e um subsídio de energia (ODUM; BARRETT, 2011).

O ecossistema estuarino ocorre na confluência do continente e o oceano. Por combinar os mais favoráveis atributos dos sistemas aquáticos e terrestres, o estuário está entre os ecossistemas mais férteis do mundo. Devido a grande riqueza de autótrofos: fitoplâncton; microflora bentônica e macroflora, este ambiente mantém alta taxa de produção bruta (RICKLEFS, 2003; ODUM; BARRETT, 2011; HUBER; CASTRO, 2012). Além de ser considerado biologicamente mais produtivo que o rio e o oceano adjacente, por apresentar características hidrodinâmicas de circulação de nutrientes, algas e outras plantas, que estimulam a produtividade primária desses corpos de água (MIRANDA, et al., 2002).

A costa amazônica, localizada na região norte brasileira, apresenta uma geomorfologia com planície costeira extremamente irregular e cortada por vários estuários que sofrem a influência da descarga de um elevado volume de água doce proveniente dos rios e da drenagem continental, e da ação do regime de macromarés, favorecendo a penetração de água marinha para o interior do sistema e contribuindo para uma elevada variação de salinidade e para renovação das águas intersticiais (COSTA, 2007). Por isso, apesar de abrigarem espécies oriundas da porção limnética, trazidas pela força do fluxo dos rios, e de organismos migrantes do ambiente marinho, são encontrados nas zonas estuarinas organismos adaptados à vida exclusivamente nesses ambientes, caracterizando-os como um ecoclina de duplo sentido em função do gradiente de salinidade: um a partir da água doce, outro partindo do ambiente marinho, ambos em direção ao médio estuário (ATTRILL; RUNDLE, 2002).

O estuário amazônico forma um ambiente peculiar e pouco conhecido, faz parte da maior bacia hidrográfica do mundo, a qual comporta um dos rios mais volumosos, o rio Amazonas, com descarga hídrica da ordem de 100.000 a 220.000 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (COSTA, 1996; KINEKE et al., 1996). Aproximadamente 16% da água doce lançada anualmente nas águas do Oceano Atlântico é oriundo desse rio (MULLER-KARGER et al., 1986).

Várias comunidades distintas estão associadas a estuários. Uma consiste em plâncton, peixes e outros organismos do oceano aberto que entram e saem com a maré (HUBER; CASTRO, 2012). Entre as comunidades que consiste este ecossistema, tem-se o fitoplâncton,

que por ser fotossintetizante, torna-se imprescindível seu nicho nesses ecossistemas, visto que, destes organismos vão depender de forma direta e indireta os demais níveis tróficos. Esta comunidade é globalmente considerada a mais importante dentre os produtores primários aquáticos e o estudo de sua estrutura vem sendo utilizado como ferramenta de diagnóstico das condições ecológicas desses ambientes (BONEY, 1989; CROSSETTI; BICUDO, 2008; PADISÁK; CROSSETTI; NASELLI-FLORES, 2009).

O fitoplâncton pode ser estudado sob o ponto de vista qualitativo, no qual são abordados aspectos taxonômicos, e quantitativos, para definir padrões de distribuição espacial e temporal em relação aos parâmetros abióticos e climatológicos (CALIJURI et al., 2006). Desta forma, alterações dessas características podem provocar variação qualitativa e/ou quantitativa, que causam mudanças na dinâmica e na estrutura da comunidade (SANT'ANNA et al., 1997; BRANCO; CAVALCANTE, 1999; WETZEL, 2000; MATSUZAKI et al., 2004).

Dentre os grupos de microalgas comumente encontrados em ecossistemas estuarinos destacam-se: diatomáceas, cianofíceas, euglenofíceas e clorofíceas (BOLD; WYNNE, 1985; MELO-MAGALHÃES, 2005). O fitoplâncton, em estuários tropicais, especificamente no norte e nordeste brasileiro, é representado, em sua maior parte, pelas diatomáceas (KOENING et al., 2002; PAIVA et al., 2006; LEÃO et al., 2008; SOUSA et al., 2008; CARDOSO, 2009; HONORATO-DA-SILVA et al., 2009; SANTANA et al., 2010).

Portanto, as diatomáceas são os principais componentes da flora ficológica estuarina, fato este justificado pela disponibilidade de nutrientes e por suas características de eurihalinidade, o que as torna capazes de suportar as variações de salinidade, comum em estuários (ESKINAZI-LEÇA et al., 2004).

Assim, ao realizar estudos sobre a comunidade fitoplanctônica, faz-se de suma importância o estudo concomitante dos parâmetros físico-químicos, uma vez que estes influenciam diretamente na vida dos organismos aquáticos, podendo inclusive ser fatores limitantes à presença e sobrevivência de determinadas espécies em tal ambiente. Neste contexto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar a estrutura e as variações espaço-temporal da comunidade microfitoplanctônica e das variáveis ambientais do estuário de Vigia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil, dentre os estudos feitos sobre fitoplâncton estuarino os mais atuais são realizados com ênfase em ecologia, composição de espécies e densidade fitoplanctônica, além de dados de biomassa relacionada aos nutrientes e à variação dos parâmetros hidrológicos. Neste contexto, pesquisas sobre a comunidade fitoplanctônica vêm sendo desenvolvidas há várias décadas na região Nordeste em seus principais estuários.

No ecossistema Amazônico poucos são os estudos voltados à compreensão da dinâmica do fitoplâncton, estando os trabalhos existentes divulgados de forma limitada, daí a grande importância de desenvolver estudos na área, objetivando compreender melhor o funcionamento deste complexo ecossistema, considerando a extensão de corpos aquosos e a riqueza biológica que estes ambientes representam para a nossa região.

Desta forma, esta revisão foi feita com base nos principais estudos realizados nos últimos 10 anos, e foram divididos em dois itens: Região Nordeste do Brasil; e Região Costeira Amazônica.

- REGIÃO NORDESTE

O nordeste do Brasil merece destaque pela grande quantidade de estudos sobre fitoplâncton, com enfoque a variação espacial e sazonal e da biomassa fitoplanctônica e sua relação com os parâmetros abióticos.

Em Pernambuco, Koenig et al. (2003) desenvolveram estudos visando avaliar impactos da construção do Porto de Suape sobre a comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Ipojuca, e concluíram que o fitoplâncton esteve representado por 97 táxons, destacando-se como espécies muito frequentes: *Gyrosigma balticum*, *Oscillatoria princeps*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Climacosphenia moniligera* e *Licmophora abbreviata*. A comunidade fitoplanctônica apresentou mudanças quali-quantitativas após a implantação do Porto.

Losada et al. (2003), estudaram a variabilidade sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica e sua relação com parâmetros ambientais, na zona estuarina dos rios Ilhetas e Mamucaba - PE, e observaram que a biomassa mostrou relação direta com o silicato, com a salinidade apenas em duas estações, e relação inversa com a pluviometria. De acordo com os teores de oxigênio dissolvido e a demanda bioquímica do oxigênio o ambiente estudado mostrou-se típico de uma área despouída.

No estado da Bahia, Mafalda-Jr et al. (2003) analisaram o padrão de distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica, microfitoplanctônica e mesoplanctônica, descrever a estrutura hidroquímica da massa d'água e analisar a relação entre os níveis de biomassa planctônica e as características ambientais na Baía de Todos os Santos (Bahia, Brasil). Os resultados demonstram que existem diferenças sazonais e espaciais, principalmente nas variáveis hidroquímicas e secundariamente nos níveis de biomassa planctônica.

No trabalho realizado por Nascimento et al. (2003), estudaram a dinâmica da bacia do Pina e rio Tejipió – PE, em relação aos nutrientes e biomassa do fitoplâncton. O nitrogênio foi o principal fator que influenciou o desenvolvimento fitoplanctônico, detectado através da relação N:P e pela análise dos componentes principais. A área foi caracterizada como um ambiente eutrófico, com um valor máximo de clorofila-*a* de 105,20 mg.m⁻³.

Com o intuito de ampliar os conhecimentos sobre a ecologia do sistema estuarino de Barra das Jangadas - PE, Feitosa, et al. (2004) avaliaram as espécies de microfitoplâncton e suas distribuições espaciais e sazonais. O grupo mais representativo foi o Chrysophyta (76 spp.), no qual se destacam as espécies consideradas marinhas, eurihalinas, e sua presença está associada a forte influência de águas costeiras nos estuários de Pernambuco. Levando em conta a distribuição espacial, verificou-se que as estações mais internas foram as mais diversificadas.

No estado do Maranhão, Ferreira-Correia et al. (2004) caracterizaram, em aspecto qualitativo, a comunidade fitoplanctônica da Baía de Turiaçu. Identificaram 183 táxons, com maior representatividade para a divisão Bacillariophyta para os períodos sazonais e foi verificado menor riqueza de espécies no ponto com maior influência marinha.

Grego et al. (2004) realizaram estudos sobre a distribuição espacial e sazonal da clorofila-*a* fitoplanctônica e hidrobiologia do estuário do rio Timbó – PE, comparando os dados atuais com os pretéritos. Observaram que a biomassa algal variou de e 2,43 a 160,39 mg.m⁻³ sendo característica de área eutrófica, e em análise comparativa, levando-se em conta os parâmetros, oxigênio, nitrito e fosfato, ficou evidente um aumento da ação antrópica sobre o ambiente.

Em um estudo realizado no estuário do rio Formoso - PE, Honorato-da-Silva et al. (2004) determinaram a distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos. A biomassa algal variou de 2,45 a 70,22 mg.m⁻³, apresentando uma sazonalidade com maiores concentrações no período chuvoso e, em sua maioria, índices elevados, caracterizando o ambiente como eutrófico.

Lacerda et al. (2004), estudaram a variabilidade temporal do fitoplâncton no estuário do rio Botafogo, localizado no município de Itamaracá-PE, e observaram que as diatomáceas foram mais frequentes. A densidade variou de $2,05 \times 10^5$ a $1,2 \times 10^6$ cel.L⁻¹ no período seco, e de $2,3 \times 10^5$ a $2,51 \times 10^6$ cel.L⁻¹ no chuvoso, indicando condições eutróficas. E revelaram que o ecossistema é poluído e os efeitos negativos são minimizados pela influência marinha, permitindo renovação periódica.

No estado de Alagoas, Melo-Magalhães et al. (2004) apresentaram resultados referente a composição e densidade fitoplanctônicas e variáveis ambientais nos canais do sistema estuarino lagunar Mandaú/Manguaba. 113 táxons foram identificados, destacando-se como abundantes e frequentes: *Coscinodiscus centralis*, *Actinocyclus normanii* f. *normanii*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira eccentrica*, *Protoperidinium* spp., *Microcystis aeruginosa* e *Oscillatoria sancta*. A densidade variou de $9,5 \times 10^4$ cel.L⁻¹ a $3,315 \times 10^6$ cel.L⁻¹. Apesar da grande quantidade de fontes poluidoras no complexo estuarino-lagunar Mandaú/Manguaba, a região dos canais ainda está preservada.

Bastos et al. (2005), estudaram a influencia da variabilidade espaço-temporal na biomassa fitoplanctônica e hidrologia no estuário do rio Una - PE. Em que a biomassa fitoplanctônica variou de 1,68 a 36,30 mg.m⁻³, indicando tratar-se de um ambiente eutrófico. Baseado na taxa de saturação do oxigênio dissolvido o ambiente foi caracterizado como não poluído, e de acordo com a análise dos componentes principais a biomassa correlacionou-se diretamente com o material em suspensão, o nitrito, o nitrato e a pluviometria e inversamente com a transparência e o pH.

Noriega et al. (2005), avaliaram a distribuição espacial da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos, no sistema estuarino de Barra das Jangadas - PE, e concluíram que a biomassa fitoplanctônica apresentou um comportamento eutrófico com teor máximo de 111,13mg.m⁻³. E os nutrientes não foram fatores limitantes para o desenvolvimento fitoplanctônico, sendo que amônia, fosfato e silicato foram os que mais influenciaram o desenvolvimento do fitoplâncton.

Rosevel-da-Silva et al. (2005), analisaram a estrutura da comunidade fitoplanctônica na Baía de Tamandaré – PE, e identificaram 101 táxons distribuídos entre diatomáceas, cianofíceas, dinoflagelados, clorofíceas e euglenofíceas, destacando-se as espécies *Aulacodiscus kittoni*, *Cerataulus turgidus*, *Chaetoceros lorenzianus*, *C. centralis*, *Oscillatoria erytraeum* e *Synechococcus elongatus*. E, no período de estiagem, constatou-se maior número de espécies e densidade fitoplanctônica.

Santiago et al. (2005), desenvolveram estudos sobre a biomassa fitoplanctônica e parâmetros físico-químicos como indicadora da qualidade ambiental, no estuário do rio Pisa Sal, localizado no ecocomplexo de Galinhos-Guamaré -RN, e concluíram que o estuário do rio Pisa Sal é hipersalino, com forte influência marinha, e apesar do elevado valor do oxigênio dissolvido, o meio ambiente é eutrófico.

Branco et al. (2006), no estuário de Barra das Jangadas - PE, avaliaram a abundância das algas planctônicas com frequência de ocorrência acima dos 70%, e sua correlação com parâmetros ambientais. E concluíram que *Coscinodiscus centralis* e *Bellerocha malleus* são espécies consideradas generalistas (r-estrategistas) que se adaptaram muito bem às condições de eutrofização do estuário de Barra das Jangadas. E, os períodos seco e chuvoso foram bem distintos, indicando mudanças significativas nos parâmetros ambientais e biológicos.

Figueiredo et al. (2006), estudaram a hidrologia e biomassa fitoplanctônica nas Barras Orange e Catuama, no Canal de Santa Cruz - PE, e notaram que a biomassa está relacionada positivamente com o fosfato, indicando que este nutriente pode ser um fator limitante da produtividade primária. E a elevada biomassa, com uma variação de 10 a 42 mg.m⁻³ (Orange) e 0,87 a 42 mg.m⁻³ (Catuama), permite a caracterizar esses ambientes como eutróficos.

Feitosa; Bastos (2007) avaliaram a capacidade produtiva da comunidade fitoplanctônica relacionada à hidrologia do ecossistema costeiro de Maracajaú - RN, sendo que a produtividade variou sensivelmente entre os dois períodos estudados, estando mais elevada no chuvoso, e o ecossistema pelágico de Maracajaú variou de oligotrófico, nos parrachos (áreas recifais), à eutrófico, próximo à costa.

Azevedo et al. (2008), caracterizaram a distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense - MA. A concentração da clorofila-*a* variou de 1,92 a 72,23 mg.m⁻³ caracterizando esta região como de alta produtividade e a fração < 20 µm (nano e picofitoplâncton) foi considerada a mais representativa. E foi evidenciado que a clorofila-*a* relacionou-se positivamente com a salinidade, transparência da água, velocidade do vento, fosfato e nitrato e inversamente com a pluviosidade, oxigênio dissolvido, taxa de saturação do oxigênio, temperatura e amônia.

Leão et al. (2008), realizaram estudos sobre a ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Igarassu - PE, onde foram encontrados 210 táxons, e a divisão Bacillariophyta teve destaque (com 146 espécies). As espécies dominantes foram *Chaetoceros curvisetus*, *Thalassionema nitzschioides*, *Microcystis aeruginosa*, *Rhizosolenia hebetata* e *Thalassiosira rotula*. A densidade microfitoplanctônica esteve associada à pluviosidade, tendo ocorrido um florescimento expressivo no fim do período chuvoso e início do período de estiagem.

Grego, et al. (2009), analisaram a hidrologia, biomassa e produtividade fitoplanctônica no estuário do rio Ariquindá, Tamandaré - PE. O estuário foi classificado como mesotrófico e a fração < 20µm do fitoplâncton foi a mais representativa para o ambiente, com percentual superior a 69% da biomassa fitoplanctônica. Com base nos teores de oxigênio dissolvido, sais nutrientes, biomassa e produtividade fitoplanctônica foi constatado que o estuário não sofre fortes impactos antrópicos, possui uma moderada capacidade produtiva.

Honorato-da-Silva et al. (2009), determinaram as variações espaço-temporal do microfitoplâncton e variáveis ambientais no estuário do rio Formoso - PE, e identificaram 204 táxons, predominando o grupo das diatomáceas (75%) destacando-se como dominantes: *Chaetoceros costatus*, *C. curvisetus*, *Chaetoceros* sp., *C. centralis*, e concluíram que a pluviometria e o aporte marinho foram os parâmetros que mais influenciaram na hidrologia e na distribuição da comunidade fitoplanctônica com reflexo na riqueza taxonômica.

Santos, et al. (2009), estudaram a dinâmica da biomassa do fitoplâncton, na bacia de Pina, Recife – PE, e o efeito das variáveis ambientais. De maneira geral, observou-se que os teores de clorofila-*a* variaram entre 7,63 e 187,37 mg.m⁻³ durante a maré vazante, e entre 15,60 e 211,15 mg.m⁻³ durante a maré enchente, demonstrando que esse ambiente se apresenta hipereutrofizado, devido à forte ação antrópica a que está submetido.

Ferreira et al. (2010), efetuaram uma análise comparativa da estrutura da comunidade fitoplanctônica, variação da biomassa e dados ambientais, na zona de arrebentação de três praias urbanas do litoral sul de Pernambuco, a saber: Brasília Formosa, Boa Viagem e Piedade. Do total de 119 táxons, as diatomáceas obtiveram maior representatividade, em termos de frequência e abundância. E, os resultados indicaram que as condições ambientais de cada período sazonal refletiram sobre a composição específica, clorofila-*a* e densidade total, propiciando florescimentos esporádicos (2,3x10⁶ cel.L⁻¹) no período de estiagem.

Rodrigues e Cutrim (2010) determinaram a relação entre as variáveis físicas, químicas e fitoplanctônicas de três áreas estuarinas, São José de Ribamar, Cedral e Cajapió - MA. A clorofila-*a* variou de 2,4 a 16,56 mg.m⁻³. A densidade variou de 11 a 176 cel.mL⁻¹. As análises de regressão linear múltipla revelaram a correlação entre o fosfato e a clorofila-*a*, enquanto que nitrato e silicato influenciaram a quantidade de células fitoplanctônicas.

Santiago et al. (2010), ao avaliar a dinâmica temporal do fitoplâncton, no porto localizado no estuário do rio Capibaribe em confluência com a bacia de Pina - PE, concluíram que as diatomáceas formaram o grupo mais diverso, com 75,47% no período de estiagem e 60,82% no chuvoso, e que a sazonalidade determinou a estrutura da comunidade fitoplanctônica, em vez do fluxo estuarino.

Bastos et al. (2011), caracterizaram a biomassa fitoplanctônica (clorofila-*a*) e produtividade (C14), e variáveis ambientais da área costeira do rio Maracaípe, Ipojuca - PE. Os resultados de biomassa variaram de 1,11 a 18,72mg.m⁻³ e produtividade de 4,62 a 75,27mgC.m⁻³.h⁻¹. Os teores de clorofila-*a* no ecossistema de Maracaípe foram típicos de áreas costeiras, que não sofrem com o lançamento de efluentes domésticos ou industriais no local.

Melo-Magalhães et al. (2011), determinaram a variação sazonal da composição de fitoplâncton do estuário do rio São Francisco, Nordeste do Brasil (entre Sergipe e Alagoas). Foi identificado um total de 205 táxons, considerando as divisões Chlorophyta e Bacillariophyta com maior representatividade. Os autores concluíram que a variação anual do fitoplâncton e dos parâmetros físico-químicos está relacionada às chuvas, com maior riqueza taxonômica na estação seca.

Anjos et al. (2012), identificaram a variação da biomassa fitoplanctônica correlacionada aos fatores hidrológicos no estuário do rio Capibaribe - PE. A biomassa variou de 0,66 a 52,69 mg.m⁻³, e juntamente com a salinidade, temperatura e transparência da água apresentaram maiores valores no período de estiagem. Os resultados obtidos indicam que este estuário é um ambiente que apresenta índices de eutrofização, e que a maré foi o fator determinante e de fundamental importância na variação da biomassa fitoplanctônica.

Aquino et al. (2012), realizaram estudos acerca das características ambientais que regulam a biomassa fitoplanctônica no estuário rio dos Passos, PE. A salinidade e transparência da água estão em relação inversa à clorofila-*a*, sendo estes os fatores possivelmente condicionantes da biomassa algal.

Ainda em Pernambuco, Borges et al. (2012) identificaram 92 táxons, distribuídos em Cyanobacteria, Chlorophyta, Dinoflagellata e Ochrophyta (diatomáceas), em uma área portuária, entre a confluência da bacia do Pina com o rio Capibaribe e a foz do rio Beberibe - PE. E concluíram que as espécies fitoplanctônicas encontram-se distribuídas equitativamente.

Já na Bahia, Ferreira et al. (2012) avaliaram o impacto ambiental da dragagem sobre a comunidade fitoplanctônica do porto de Aratu, Baía de Todos os Santos. Identificadas 50 espécies, antes do processo de dragagem e 40 espécies durante a dragagem, sendo as Bacillariophyta representante com maior abundância relativa e riqueza em relação aos demais grupos de microalgas. Este estudo indicou diminuição da riqueza específica e elevação da densidade na fase de dragagem.

- REGIÃO COSTEIRA AMAZÔNICA

Dentre os trabalhos pioneiros na região Norte do Brasil, os estudos sobre microalgas na região amazônica brasileira iniciaram-se com Hustedt (1927-1966) e Gessner e Kolber (1934). Pode-se citar também o trabalho realizado por Müller-Melchers (1957), que relatou a dominância das diatomáceas *Coscinodiscus concinnus*, *C. oculus-iridis* e *Nitzschia pungens* var. *atlantica* na região costeira da desembocadura do rio Amazonas e na região sul.

Wood (1966) identificou 280 espécies, desde as Guianas até as proximidades de Fortaleza - CE. De maneira geral, as diatomáceas foram predominantes ao norte, e os dinoflagelados ao sul da desembocadura do rio. Na região mais afetada pela pluma da drenagem, o fitoplâncton é estuarino e concentrado em áreas rasas não afetadas pela turbidez.

Teixeira e Tundisi (1967) apresentaram a composição e a densidade fitoplanctônica em águas da plataforma continental afetadas pela descarga do rio Amazonas, observando a dominância de diatomáceas neríticas, principalmente nas estações próximas à costa.

Moreira-Filho et al. (1974), realizaram um estudo de composição e ecologia das microalgas na foz do rio Guamá, margem da cidade de Belém (Pará), registrou a ocorrência de 47 espécies, em 25 gêneros, com a predominância de *Coscinodiscus*, *Biddulphia*, *Cyclotella*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Actinella*, *Actinocyclus* e *Surirella*.

Silva-Cunha et al. (1991), pesquisaram a distribuição e a composição do fitoplâncton na área que vai do Amapá até a Paraíba, registrando 89 espécies, dentre essas 69 diatomáceas, 18 dinoflagelados, uma de cianobactéria e uma de silicoflagelado. Apesar de não terem observado uma composição claramente definida como descrito por Wood (1966), Silva-Cunha et al. (1991) apontaram a dominância das diatomáceas nas proximidades da desembocadura do Amazonas.

Paiva (1991), em estudo na Baía do Guajará e foz do rio Guamá, registrou a presença de 116 táxons, sendo 70 diatomáceas, 45 clorofíceas e apenas uma cianofíceas. Os fitoflagelados prevaleceram em densidade.

Em um levantamento das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas em alguns Estados do Norte e Nordeste brasileiro, incluindo o Estado do Pará, Moreira-Filho et al. (1999) registraram 85 espécies.

Na praia de Ajuruteua - PA, Melo et al. (2005) avaliaram a variação diurna da densidade planctônica, e observaram a ocorrência de diatomáceas, euglenofíceas, cianofíceas e fitoflagelados, os quais ocorreram em maior densidade. Na mesma praia, Santana et al.

(2005), estudando as diatomáceas cêntricas da região entre marés, identificaram 44 espécies, das quais 93% foram consideradas muito frequentes.

Paiva et al. (2006) realizaram estudos sobre a composição, biomassa e ecologia do fitoplâncton na baía do Guajará, Pará. Nesse estudo foram identificados 116 táxons, sendo 70 diatomáceas, 45 clorofíceas e uma cianofíceas. Entre esta, destaca-se *Polymyxus coronalis* por ser considerada indicadora de águas salobras da região Amazônica. A densidade fitoplanctônica variou de 790.000 cel.L⁻¹ a 4.790.000 cel.L⁻¹, destacando-se os fitoflagelados por serem organismos mais abundantes, seguidos das diatomáceas, cianofíceas e clorofíceas. Os teores de clorofila-*a* apresentaram variações entre 1,49 mg.m⁻³ e 23,33 mg.m⁻³.

Durante o Programa Recurso Vivos da Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE), teve destaque o trabalho desenvolvido por Santos et al. (2008), o qual estudaram os efeitos dos rios Amazonas e Pará na distribuição dos parâmetros físicos, químicos e biomassa fitoplanctônica na plataforma Amazônica e áreas oceânicas adjacentes. As águas costeiras estavam eutróficas, bem oxigenadas (máximo de 6.54 mL O₂L⁻¹) e apresentou clorofila-*a* (máximo de 9,8 mg.m⁻³). Águas oceânicas adjacentes à plataforma Amazônica apresentaram alta transparência (profundidade até 35 m) e clorofila-*a* (média 0,1 mg.m⁻³).

Sousa et al. (2008), estudaram as variações sazonal e nictemeral do microfitoplâncton em uma área costeira próxima à Ilha Canela - PA. A variação da salinidade foi significativa ao logo do estudo, entre 26,1 e 39ppm. Foram identificados 130 táxons incluídos nas divisões Bacillariophyta (115 táxons), Dinophyta (13 táxons) e Cyanophyta (dois táxons). Os autores observaram que a riqueza taxonômica, aparentemente, não esteve diretamente relacionada aos diferentes períodos sazonais e aos ciclos de marés estudados.

No mesmo local, Souza et al. (2009a) avaliaram a variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos, onde identificaram 64 táxons, e os fitoflagelados dominaram quantitativamente o fitoplâncton local, seguidos pelas diatomáceas. No período seco, quando se observam os mais elevados valores de salinidade, *Dimeregramma minor* constitui a espécie dominante, provocando a redução dos índices de diversidade e equitabilidade. No período chuvoso, os elevados valores de precipitação e o maior aporte de água doce permitem o desenvolvimento de outras espécies de diatomáceas, aumentando, desta forma, a diversidade da comunidade fitoplanctônica local.

Também merece destaque o trabalho de Cardoso (2009) que estudou a dinâmica do microfitoplâncton e sua correlação com os fatores ambientais no estuário no rio Guajará-mirim, Vigia - PA. Foram registrados 78 táxons, em que a divisão Bacillariophyta foi predominante em número de espécies (65), frequência de ocorrência e densidade (99,89%). A

variação sazonal dos parâmetros ambientais e densidade foi o fator preponderante no agrupamento de amostras, foram observados dois grandes grupos, o primeiro composto por amostras do período chuvoso e o segundo constituído por amostras do período de estiagem.

Ainda no estado do Pará, Monteiro et al. (2009), realizaram estudo sobre a composição e densidade do microfitoplâncton do rio Guamá no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá. Foram identificados 85 táxons pertencentes à Dinophyta (1%), Cyanophyta (4%), Chlorophyta (20%) e Bacillariophyta (75%). A densidade máxima ficou em 742.000 org.L⁻¹, e a mínima de 9.280 org.L⁻¹.

Na costa do estado do Amapá, Souza et al. (2009b), fizeram um inventário da comunidade microfitoplanctônica da Plataforma Continental Amazônica, e identificaram 56 taxa incluídos nas divisões Bacillariophyta (34 táxons), Dinophyta (20 táxons) e Cyanophyta (2táxons). As diatomáceas dominaram o microfitoplâncton da área. A estrutura do fitoplâncton foi influenciada pela pluma Amazônica e pela maior precipitação pluviométrica.

Santana et al. (2010) analisaram a composição e ecologia do microfitoplâncton do estuário do rio Marapanim - PA, encontrando 180 táxons, sendo relatadas 18 novas ocorrências para o estado. As correntes de marés, a salinidade e os processos de ressuspensão de sedimentos, possivelmente, contribuíram para o registro de um grande número de espécies ticoplanctônicas (bênticas e epífitas), neríticas e oceânicas planctônicas na área em estudo.

Costa (2010) estudou a diversidade do microfitoplâncton relacionada aos fatores ambientais do estuário do rio Curuçá - PA. Foram identificados 170 táxons pertencentes à Bacillariophyta (149 espécies), Pirrophyta (16 espécies), Chlorophyta (3 espécies) e Cyanophyta (2 espécies). A densidade do microfitoplâncton variou de 889 org.L⁻¹ (agosto) a 71.056 org.L⁻¹ (janeiro) e observou que a variação da densidade das espécies é condicionada pela variação dos parâmetros ambientais, principalmente pluviosidade, turbidez e salinidade.

Costa et al. (2011), estudaram os efeitos de um ambiente costeiro de alta energia sobre a estrutura e dinâmica das comunidades de fitoplâncton, na praia de Ajuruteua - PA. Os resultados indicaram que a precipitação é o principal fator que influencia a composição, densidade, biomassa e diversidade da comunidade fitoplanctônica na área de estudo, apesar de hidrodinâmica local favoreceu a ressuspensão dos sedimentos e espécies ticoplanctônicas, como *Dimeregramma menor*.

Matos et al. (2011) determinaram a composição e dinâmica do fitoplâncton no estuário do Caeté - PA. A comunidade fitoplanctônica local é dominada por diatomáceas (90,3%), seguido por dinoflagelados, cianofíceas e clorofíceas. A comunidade foi composta principalmente de espécies marinhas (68,3%).As mudanças na salinidade, resultantes de

oscilações sazonais na precipitação, modificou o gradiente horizontal observado dentro do estuário, e constituiu o principal fator determinante na variação da composição, densidade e biomassa da comunidade fitoplanctônica.

Sodré, et al. (2011) realizaram estudos sobre alterações induzidas pela maré nas comunidades de fitoplâncton de três estuários da Amazônia, Pará (rio Arari, rio Paracauari e baía do Guajará). Foram identificados 73 táxons, com predominância de diatomáceas em todos os três locais. Os resultados indicam que a proximidade com as águas marinhas e consequentes flutuações nos níveis de salinidade foram o principal determinante da distribuição espacial do fitoplâncton nos três locais.

Matos, et al. (2012), caracterizaram o fitoplâncton durante um ciclo nictemeral, na zona de arrebentação da praia da Princesa (Ilha de Maiandeuá), localizada no município de Marapanim, PA. O microfitoplâncton esteve representado por 98 táxons, com predomínio das diatomáceas, seguidas dos dinoflagelados e cianofíceas. A elevada precipitação e o maior aporte fluvial, carreando elevadas concentrações de nutrientes, favoreceram o maior desenvolvimento do fitoplâncton, principalmente, durante o período chuvoso.

Costa et al. (2013), caracterizaram a variação temporal do fitoplâncton na praia de Atalaia - PA, e o efeito das variáveis ambientais sobre esta comunidade. As diatomáceas dominaram o fitoplâncton local. No geral, as chuvas e a consequente variação da salinidade mostrou uma forte influência sobre a composição, densidade e biomassa do fitoplâncton local.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho foi proposto com a finalidade, visando analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Guajará Mirim (Vigia, Pará, Brasil), correlacionando-a com os fatores ambientais e identificando o comportamento espacial e temporal da flora, nas marés enchente e vazante, durante um ciclo hidrológico. Sendo assim, foram propostos os seguintes objetivos específicos:

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inventariar a comunidade fitoplanctônica, em níveis específicos e infraespecíficos, em pontos pré-fixados;
- Determinar a densidade total (cel.L^{-1}) da comunidade fitoplanctônica;
- Analisar e caracterizar a estrutura da comunidade fitoplanctônica quanto aos padrões ecológicos de distribuição, riqueza, frequência de ocorrência, índices de diversidade específica e equitabilidade dos táxons;
- Estimar a biomassa fitoplanctônica através das concentrações de clorofila-a (mg.m^{-3});
- Caracterizar e identificar os fatores ambientais (pluviometria, temperatura da água, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, material em suspensão, n-amoniaco, nitrito, nitrato, fosfato, silicato) que influenciam na estrutura e dinâmica do fitoplâncton;
- Analisar a variabilidade quali-quantitativa do fitoplâncton e parâmetros ambientais através de análise estatística aplicando-se a estatística descritiva e análise multivariada;

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1.1. Localização

Vigia de Nazaré localiza-se na Mesorregião Nordeste Paraense, Microrregião do Salgado, com latitude 00°51'12'' S e longitude 48°08'41'' O, a cerca de 93 km da cidade de Belém, Estado do Pará. Limita-se ao Oeste, com a Ilha de Colares e Baía do Marajó, ao Sul com o município de Santo Antônio do Tauá, a Leste com os municípios de São Caetano de Odivelas e Castanhal; ao Norte pelo município de São Caetano de Odivelas e Oceano Atlântico (PARÁ, 2013).

4.1.2. Hidrografia

O estuário Guajará-Mirim ou furo da Laura ou La Vigia é o principal acidente hidrográfico do Município, fazendo limite a Leste com Vigia e, ao Sul, com Santo Antônio do Tauá, e tem como um dos principais tributários o rio Baiacu, para ele convergem vários rios e igarapés, onde se destacam Tauapará, Itajurá, Mariteua, Fazenda, Maracajá e Itaqueçaua. Também fazem parte desta rede hidrográfica o rio Tupinambá e os igarapés Tauandeuá, Chácara, Arari, Boca Larga e outros que deságuam no Oceano Atlântico (PARÁ, 2013).

4.1.3. Clima

O clima é equatorial amazônico típico, super-úmido, do tipo Af (classificação de Köppen-Geiger). Apresenta temperatura média de 27° C, com período seco bem definido. A amplitude térmica é mínima e o clima é amenizado pela proximidade do oceano. A precipitação pluviométrica é relativamente elevada, com cerca de 2.770 mm, com nítida separação entre o período chuvoso e estiagem. Os seis primeiros meses do ano correspondem ao período chuvoso, os quais apresentam elevada disponibilidade de água no solo; o período de estiagem corresponde aos seis últimos meses do ano (PARÁ, 2013).

4.1.4. Geologia e relevo

Formada por sedimentos terciários da formação Barreiras e Quaternário antigo e recente, o município de Vigia não foge ao contexto da geologia da região Bragantina, apenas com influência maior da microrregião do Salgado, nas suas baixadas. A compartimentação do relevo é apenas uma decorrência do modelo da estrutura geológica apresentada, constituída pelos tabuleiros ou baixos platôs pediplanados e rebaixados, localizados nas áreas da Formação Barreiras e pelos terraços e várzeas, que constituem os níveis mais baixos, inseridos na unidade morfoestrutural que constitui o Planalto Rebaixado da Amazônia (do Baixo Amazonas) (PARÁ, 2013).

4.1.5. Características da flora

A vegetação da área se caracteriza pela presença de mata secundária, que se encontra em vários estágios de regeneração. Nas planícies aluviais (sujeitas à inundação), onde não existe a influência salina do mar, ocorre florestas de várzea e as matas ciliares (PARÁ, 2013).

A vegetação característica do estuário é o bosque de mangue, composto principalmente por um misto de vegetação típica de terra firme. Encontra-se também, a floresta de mangue-vermelho, *Rhizophora mangle* Linnaeus; e mangue-preto, *Avicennia germinans* Jacq, predominante na região (RAMOS, 2007).

4.2. DESENHO AMOSTRAL

O delineamento amostral foi realizado com o objetivo de se obter uma visão clara das possíveis variações espaciais e sazonais, tanto do microfitoplâncton quanto dos parâmetros físico-químicos, dentro do sistema, durante o período considerado chuvoso e menos chuvoso.

Assim, foram estabelecidos quatro pontos de coleta, os quais estão no rio Guajará-mirim (Figura 01, Tabela 01), sendo adotado os seguintes métodos:

Coletas bimestrais: foram realizadas seis campanhas de setembro de 2011 à julho de 2012, representando um ciclo hidrológico de amostragem, nos quatro pontos de coleta (Figura 01, Tabela 01), durante a maré enchente e vazante.

Coletas nictemeraias: Foram realizadas coletas de amostra a cada 3 horas. Sendo feitas duas campanhas: 1^a) no período de menor precipitação – período menos chuvoso, correspondente a novembro de 2011 e 2^a) de maior precipitação – período chuvoso, que corresponde ao mês de março de 2012; em um ponto georreferenciado, denominado de “ponto 3 – P3” (Figura01; Tabela01).

Figura 01 – Localização da área e os 4 pontos de coleta, no estuário do rio Guajará-mirim, Vigia - Pará.

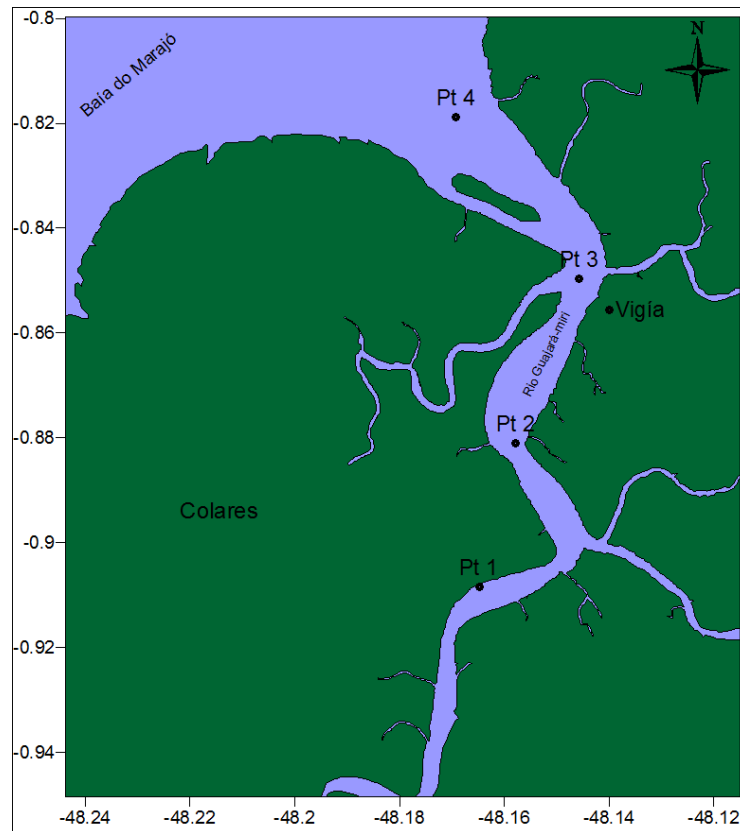


Tabela 01. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta, no estuário do rio Guajará-mirim (Vigia - Pa).

Pontos	Latitude	Longitude	Localização
P1	00°54'30,1" S	048°09'53,3" W	Porto do Salvo (ponto mais interno)
P2	00°52'51,4" S	048°09'28,3" W	Vila de Guajará
P3	00°50'58,5" S	048°08'44,7" W	Em frente da Cidade
P4	00°49'07,7" S	048°10'09,2" W	Ponto mais externo

4.3. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os dados de precipitação pluviométrica referente aos últimos 31 anos (1982-2012) foram provenientes da Estação Meteorológica de Vigia-Pa (Código do IBGE: 1508209), e fornecidos pela Agência Nacional de Águas – ANA (2013).

Foram medidas *in situ* as seguintes variáveis ambientais: temperatura da água, salinidade, potencial hidrogeniônico (pH) e o oxigênio dissolvido (OD) através do medidor de multiparâmetros da marca HANNA modelo HI9829. O percentual de saturação foi obtida correlacionando-se os dados de temperatura e salinidade de acordo com a International Oceanography Tables (UNESCO, 1973).

O teor de material em suspensão (mg.L^{-1}) foi medido com equipamentos da marca Hach (espectrofotômetro modelo DR 2500). Para a análise de nutrientes n-amoniacal, nitrito, nitrato, fosfato e silicato (mg.L^{-1}), o material foi acondicionado em recipientes plásticos e destinado ao laboratório, para posterior análise. As análises de nutrientes foram feitas no Laboratório de Química Ambiental - LQA, da UFRA.

Para determinação da clorofila-*a* (mg.m^{-3}), as amostras foram coletadas na superfície da água em recipientes plásticos de 1 litro, sendo determinada por espectrofotometria, e calculada pela fórmula de Strickland e Parsons (1963), descrito detalhadamente por Teixeira (1973). A tabela 02 detalha os parâmetros analisados e a metodologia utilizada.

Tabela 02. Parâmetros analisados e metodologia utilizada.

Parâmetros	Metodologia
Temperatura; salinidade; pH; OD;	Medidor de multiparâmetros da marca HANNA modelo HI9829;
Material em suspensão	(espectrofotômetro modelo DR 2500)
Formas nitrogenadas (NH_4 ; NO_2 ; NO_3)	Método de Nessler, adaptado por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995).
Fosfato	Foi utilizado a metodologia descrita em APHA (1995)
Silicato	Método adaptado de Mullin & Riley (1955) descrito por Aminot & Chaussepied (1983).
Clorofila- <i>a</i>	Strickland e Parsons (1972), descrito detalhadamente por Teixeira (1973)

4.4. MICROFITOPLÂNCTON

Para o estudo qualitativo do microfitoplâncton, as amostras foram coletadas com o auxílio de uma rede de plâncton de 64 μm de abertura de malha, através de arrastos horizontais na subsuperfície da água, durante 3 minutos, à velocidade de 1 nó ($1,852 \text{ Km.h}^{-1}$). Estas amostras foram preservadas em solução de formol a 2%.

As amostras destinadas à análise quantitativa do fitoplâncton foram coletadas à subsuperfície da água, através de recipientes plásticos de 200 ml, sendo imediatamente preservadas com solução de formol a 2%.

4.4.1. Procedimentos de laboratório

Para a análise qualitativa, o material coletado foi analisado através da montagem de lâminas temporárias observadas em microscópio binocular Olympus CX 21, através da objetiva de 40X e 100X (esta com óleo de imersão). Os táxons foram identificados, sempre que possível à categoria taxonômica de espécie, com o auxílio de bibliografia especializada.

Para melhor identificação de algumas espécies de diatomáceas, utilizou-se o método proposto por Carret al. (1986), com a finalidade de tornar as amostras ricas em matéria orgânica em menos concentradas.

As principais obras utilizadas foram: Peragallo e Peragallo (1897-1908), Husted (1930), Cleve-Euler (1953), Desikachary (1959), Förster (1969; 1974), Hendey (1964), Patrick; Reimer (1966), Lorenzen (1967), Bourrelly (1972), Uherkovich e Schmidt (1974), Dodge (1982), Hino; Tundisi (1984), Tundisi (1986), Balech (1988), Silva-Cunha e Eskinazi-Leça (1990).

O sistema de classificação adotado para as diatomáceas foi desenvolvido por Cavalier-Smith (1998), na divisão Ochrophyta, e Round et al. (1990), nas classes Bacillariophyceae, Coscinodiscophyceae, Dictyochophyceae e Fragilariophyceae; Bourrelly (1972) para as clorofíceas; Desikachary (1959) para as cianofíceas; Steindinger; Tangen (1997) para os dinoflagelados e Bicudo e Menezes (2005) para as euglenofíceas.

A classificação ecológica dos táxons foi baseada em Torgan e Biancamano (1991), Moreira Filho et al. (1990), Moro; Fürstenberger (1997), Moreira Filho et al. (1999), Eskinazi-Leça et al. (2010).

Para a análise quantitativa, a contagem do fitoplâncton foi realizada em microscópio invertido com aumento de 400X pelo método de sedimentação de Utermöhl (1958). A contagem cobriu toda a área da câmara. O tempo de sedimentação foi de 24 horas em câmara com capacidade de 10 ml. Os resultados foram expressos em densidade (cel.L^{-1}) e calculados de acordo com a fórmula:

$$N = n \frac{a}{A} \frac{1}{V} 10^3 \quad \text{onde:}$$

N = número de células por litro;
n = número de células contadas;
A = área total da câmara (mm^2);
a = área contada (mm^2);
V = volume total sedimentado;
 10^3 = fator para transformação de mL para litro.

4.5. TRATAMENTO NUMÉRICO DOS DADOS

4.5.1. Riqueza de Espécies

A riqueza específica é representada pelo número de táxons presentes em cada amostragem.

4.5.2. Frequência de ocorrência dos táxons

O critério adotado para calcular a frequência de ocorrência foi o mesmo utilizado por Mateucci e Colma (1982), aplicando-se a seguinte fórmula:

$$F = (a/A) * 100 \text{ onde:}$$

F = frequência do táxon na amostra;
a = número de amostras em que o táxon ocorre;
A = Número total de amostras analisadas.

Em Função do valor de F, os táxons foram classificados nas seguintes categorias, segundo Mateucci; Colma (1982): $F > 70\%$ (espécies muito frequentes); $F \leq 70\%$ e $> 40\%$ (espécies frequentes); $F \leq 40\%$ e $> 10\%$ (espécies pouco frequentes) e $F \leq 10\%$ (espécies esporádicas).

4.5.3. Índice de diversidade específica e equitabilidade

O índice de diversidade específica foi calculado pelo índice de Shannon-Weaver (1949) através da seguinte fórmula:

$$H' = \sum p_i \times \log_2 p_i \text{ onde:}$$

$p_i = N_i/N$; Probabilidade de coleta da espécie i na população;

N_i = número de indivíduos de cada espécie;

N = número total de indivíduos.

A diversidade específica varia de 0 a $5 \text{ bits} \cdot \text{cel}^{-1}$, valores abaixo de 1 são considerados de diversidade muito baixa; valores entre 1 e 2 correspondem a baixa diversidade; valores entre 2 e 3 correspondem a diversidade média e; acima de 3, alta diversidade (KOENING, 1997).

A equitabilidade foi calculada segundo Pielou (1966), através da fórmula:

$$J = H' / \log_2 S \text{ onde:}$$

H' = Índice de diversidade específica de Shannon;

S = Número de espécies.

A equitabilidade varia de 0 a 1. Valores próximos a 0 (zero) indicam uma baixa equitabilidade, enquanto que valores próximos a 1 representam uma distribuição uniforme de todas as espécies na amostra e alta equitabilidade (KOENING, 1997).

Foi utilizado o programa PAST (HAMMER et al. 2001) para o cálculo de diversidade e equitabilidade.

4.5.4. Análises estatísticas

Foi feita, inicialmente, uma análise exploratória dos dados abióticos e bióticos utilizando os métodos descritivos básicos (mínimo, máximo, média e desvio padrão) para caracterizar o ambiente durante o período de estudo e a distribuição do fitoplâncton frente às variações espaciais e temporais.

Em seguida, as variáveis físicas, químicas e biológicas foram testadas para se verificar se suas distribuições foram normais a 5% utilizando um teste tipo W de Shapiro-Wilks (ZAR, 1996). Uma vez que as variáveis não apresentaram distribuições normais, optou-se por utilizar o teste Hc (corrigido em função dos empates) de Kruskal-Wallis (análise de variância não paramétrica) e as comparações entre as medianas dos tratamentos foram feitas duas a duas através de um teste de Man-Whitney com correção de Bonferroni nos valores de p. Estas análises foram realizadas a fim de identificar diferenças significativas sazonais (entre os meses de coleta e entre as nictemerais), diárias (durante as nictemerais), espaciais (entre os pontos) e entre marés (enchente e vazante).

Para a análise de agrupamento foram utilizados os fatores: pluviometria, temperatura, salinidade, pH, OD, material em suspensão, n-amoniaco, nitrito, nitrato, fosfato, silicato, as concentrações de clorofila-*a* e foi utilizado os dados de densidade do fitoplâncton. Nesta análise foi utilizado o coeficiente de distância Euclidiana, que depende da escala de valores de cada descritor (VALENTIN, 2000). Como estratégia de agrupamento foi empregado o método da variância mínima, também conhecido como método de Ward, onde a representação bi-dimensional é o dendrograma. Este método é baseado no princípio de que em cada estágio da análise de agrupamento a variância dentro dos grupos é minimizada em relação à variância entre os grupos. A variância dentro dos grupos é definida como a soma dos quadrados da distância entre cada ponto e o centroide do agrupamento (PIELOU, 1984). Segundo VALENTIN (2000), o método de Ward é considerado o mais robusto. Os níveis de corte selecionados foram aqueles que permitiram definir de forma mais consistente os agrupamentos. O programa utilizado foi o programa Past 2.17 (HAMMER et al., 2001).

Para avaliar a relação das variáveis ambientais e espécies, foi realizada a Análise de Correspondência Canônica (ACC), com elaboração de duas matrizes: a biológica com a matriz de espécies que representaram pelo menos 10% da densidade total no período amostrado, e a matriz ambiental contendo todas as variáveis hidrológicas, utilizando o software Canoco 4.5 (BRAAK; SMILAUER, 2002). A significância das variáveis foi testada através do teste de permutação de Monte Carlo, com 9999 permutações irrestritas.

5. RESULTADOS

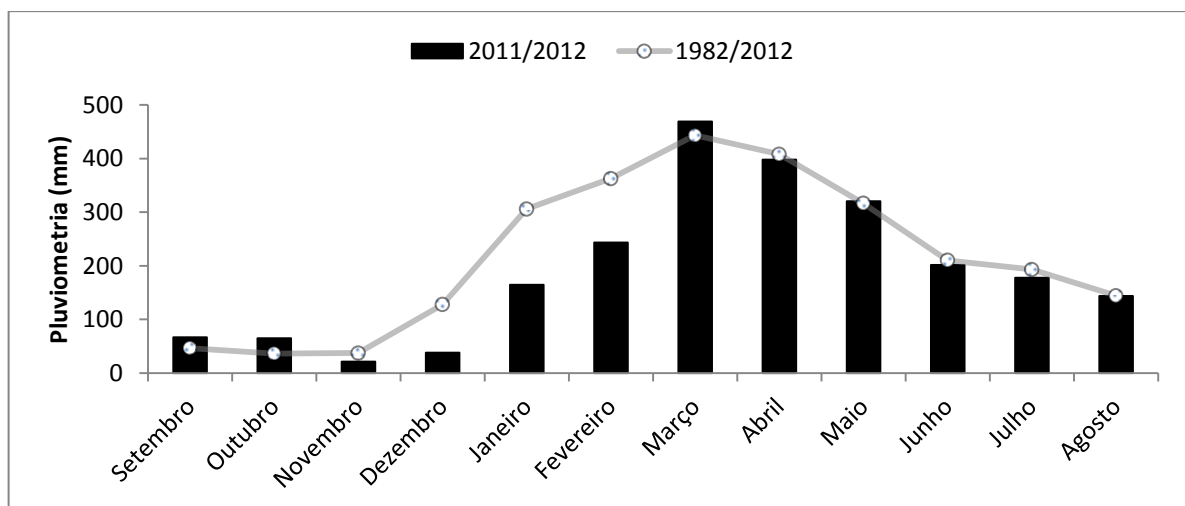
5.1. PLUVIOMETRIA

Os índices pluviométricos médios mensais entre os anos 1982 a 2012 registraram mínimo de 37,27 mm (novembro) e máximo de 443,29 mm (março), com ampla variação dos valores de precipitação ao longo do ciclo anual. Os resultados da amplitude pluviométrica referente ao ano de estudo (set./2011 - jul./2012) variaram de 21,30 mm em novembro, a 469,00 mm em março, com precipitação total anual de 2.310,10 mm (Figura 02.).

Não foram registradas diferenças significativas ($p=0,92$) entre a média climatológica mensal dos últimos 31 anos com o total de chuvas mensal ocorrido durante o estudo, o que caracteriza o ano estudado como regular sob o ponto de vista pluviométrico.

Com base no regime pluviométrico dos últimos 31 anos foi possível diferenciar dois períodos sazonais característicos, o período chuvoso, que vai de janeiro a junho e o período menos chuvoso, de julho a dezembro, os quais correspondem aos períodos de maior e menor precipitação pluviométrica, respectivamente. Para o período estudado, nota-se que no mês de janeiro/2012 a precipitação pluviométrica apresentou características de um mês de transição, entre o período menos e mais chuvoso.

Figura 02: Variação sazonal do regime pluviométrico (mm), indicando média climatológica de chuvas, correspondente aos últimos 31 anos (1982-2012), e a média mensal referente ao ciclo anual de coletas (Set./2011 a Jul./2012). (Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA; <http://www.snirh.gov.br/>).



5.2. TEMPERATURA

Os valores registrados de temperatura variaram entre 27,71°C, no mês de março no ponto mais interno (P1), a 30,89°C, em setembro no ponto P2 (Figura 03) (APÊNDICE A). Entre os pontos de amostragem não foi constatada diferença significativa nos valores relativos à temperatura da água ($H_c = 0,21$; $p = 0,975$). Porém, se observou diferença significativa na variação sazonal ($H_c = 40,48$; $p = 0,000$), sendo mais elevado durante os meses de setembro, novembro e julho (correspondente ao período menos chuvoso). Também houve diferença significativa entre maré nos meses de setembro, janeiro, março, maio e julho (Tabela 03), sendo mais elevado na maré enchente.

Figura 03: Variação espacial e sazonal dos valores de temperatura (°C) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante maré enchente e vazante. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.

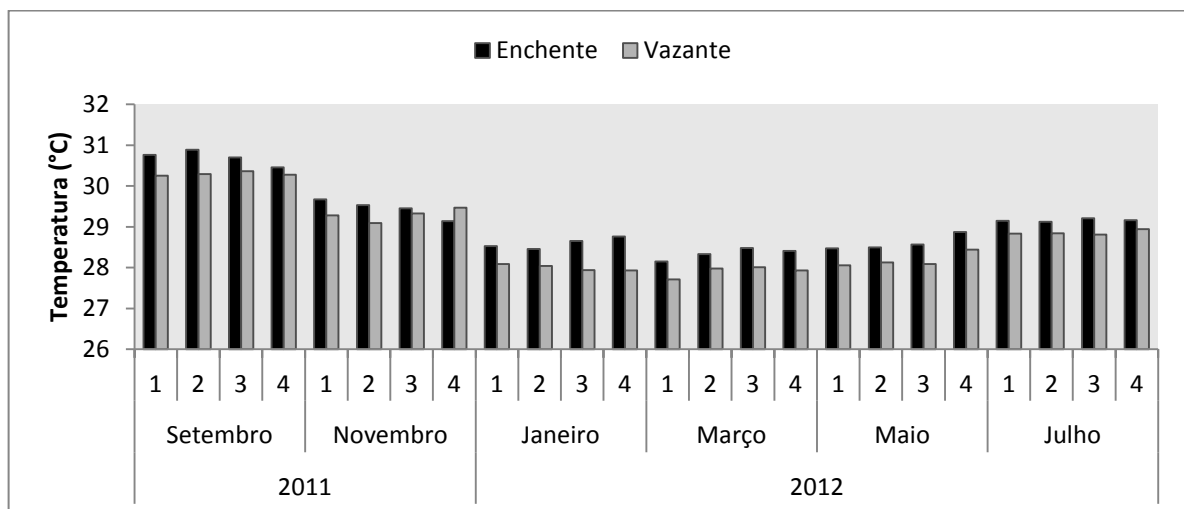


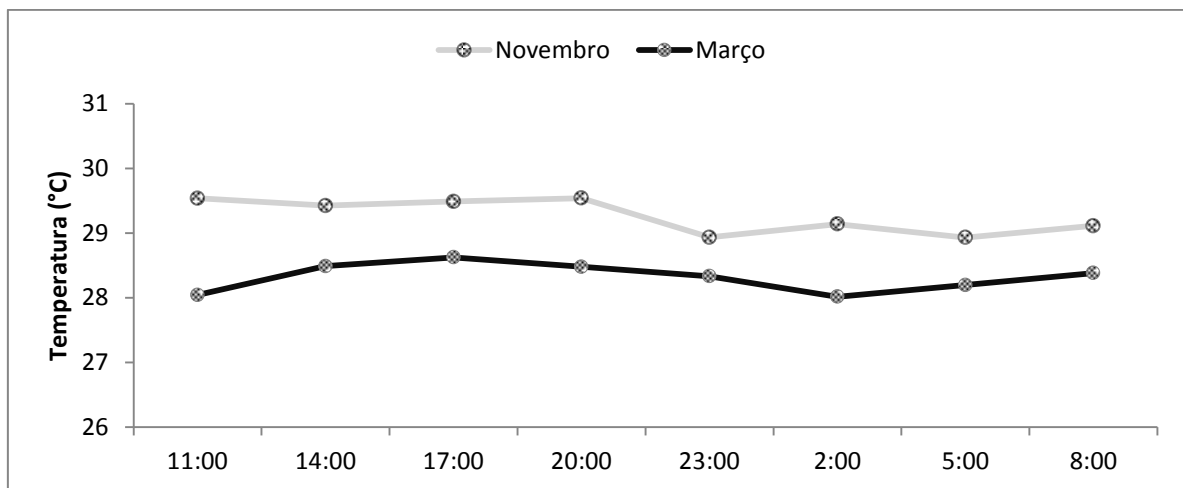
Tabela 03: Valores de significância referente diferença entre maré enchente e vazante dos dados abióticos, no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante um ciclo anual.

	Setembro		Novembro		Janeiro		Março		Maio		Julho	
	Hc	p	Hc	p	Hc	p	Hc	p	Hc	p	Hc	p
Temp	5,33	0,0209*	1,33	0,2482	5,33	0,0209*	5,33	0,0209*	5,33	0,0209*	5,33	0,0209*
Sal	0,00	1	0,33	0,5637	3,00	0,0833	0,19	0,6612	1,73	0,1886	0,33	0,5637
pH	0,33	0,5614	0,00	1	3,56	0,0591	5,33	0,0209*	2,08	0,1489	0,09	0,7664
OD	3,04	0,0814	1,33	0,2482	1,33	0,2482	0,00	1	0,08	0,7728	0,33	0,5637
Mat. S.	0,53	0,4678	0,53	0,4678	2,53	0,1081	0,75	0,3865	0,33	0,5637	5,33	0,0209*
N. amon.	0,00	1	2,08	0,1489	3,61	0,0576	0,33	0,5637	0,19	0,6592	0,53	0,4678
Nitrito	2,72	0,0994	1,33	0,2482	0,02	0,8845	1,35	0,2692	0,00	1	0,08	0,7728
Nitrato	1,00	0,3173	2,03	1,547	1,05	0,3046	1,33	0,2482	2,58	0,1081	0,08	0,7728
Fosfato	0,35	0,5541	4,20	0,0404*	2,78	0,0956	3,11	0,0778	0,00	1	0,55	0,4568
Silicato	0,08	0,7715	0,09	0,7702	0,08	0,7728	0,00	1	0,76	0,3836	0,33	0,5637
Clorofila	0,75	0,3865	0,34	0,5614	0,00	1	0,75	0,3865	1,33	0,2482	1,33	0,2482

*Valores significativos $a < 0,05$.

Na análise nictemeral, a temperatura mostrou índices razoavelmente mais elevados no período diurno, ocorrendo uma diminuição gradativa até o amanhecer (Figura 04), sendo essa variação diária não significativa ($H_c = 2,30$; $p = 0,941$). Esse parâmetro apresentou valor mínimo de $28,02^\circ\text{C}$ registrado às 02h00min no mês de março, e máximo de $29,54^\circ\text{C}$ às 20h00min em novembro (APÊNDICE B). No entanto, houve diferença significativa entre as nictemerais ($H_c = 11,33$; $p = 0,001$) com valores maiores de temperatura em novembro, mês que apresenta menor precipitação pluviométrica, e, de acordo com a Figura 02, este é classificado como período menos chuvoso.

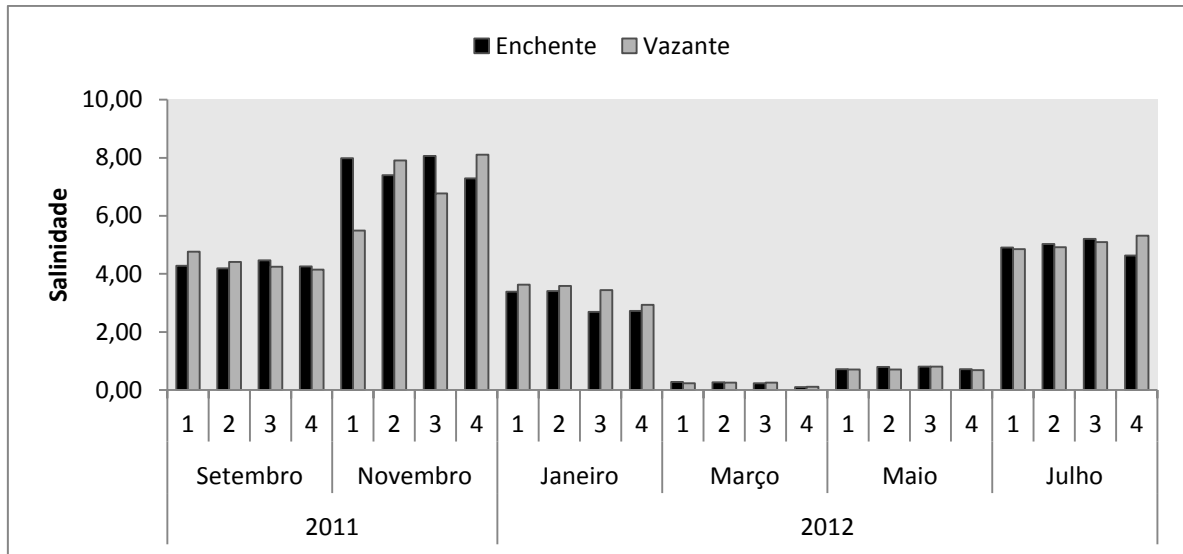
Figura 04: Variação nictemeral dos valores de temperatura ($^\circ\text{C}$), no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante meses novembro e março.



5.3. SALINIDADE

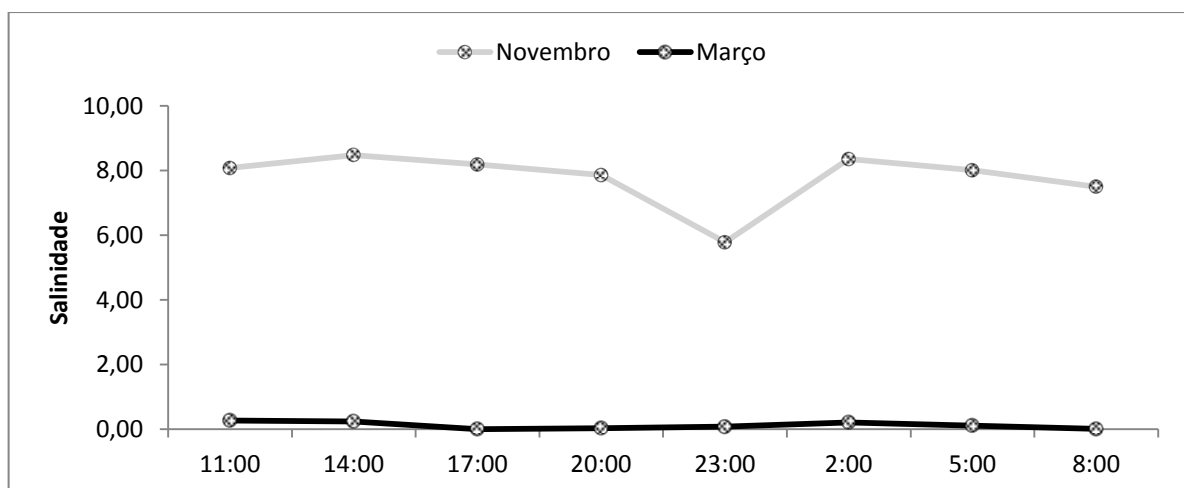
Os valores de salinidade da água oscilaram de 0,10 a 8,06, sendo o menor valor encontrado no ponto mais externo (P4) durante o mês de março, enquanto que o maior foi registrado no ponto em frente à cidade de Vigia (P3) no mês de novembro (Figura 05), apresentando diferença significativa na variação sazonal ($H_c = 45,64$; $p = 0,000$), com teores mais elevados durante os meses de setembro, novembro e julho, que corresponde ao período menos chuvoso. Porém, os valores de salinidade da água não apresentaram diferença significativa entre os pontos ($H_c = 0,16$; $p = 0,983$) e entre maré (Tabela 03).

Figura 05: Variação espacial e sazonal dos valores de salinidade no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante maré enchente e vazante. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.



Durante a análise nictemeral a salinidade no estuário não sofreu variação diária significativa ($H_c = 2,69$; $p = 0,912$). No entanto, os valores de salinidade mostraram diferença significativa entre as nictemerais ($H_c = 11,33$; $p = 0,001$), com valores maiores no mês de novembro (Figura 06), sendo que o maior valor foi de 8,48 às 14h00min, já o menor valor chegou à zero, às 17h00min, no mês de março.

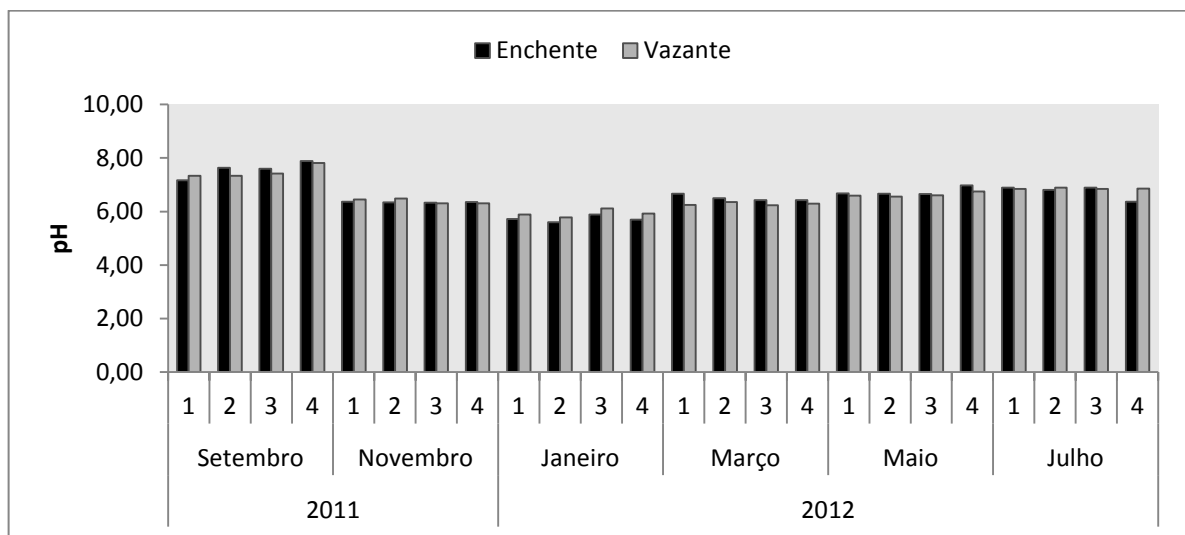
Figura 06: Variação nictemeral dos valores de salinidade no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante os meses de novembro e março.



5.4. pH

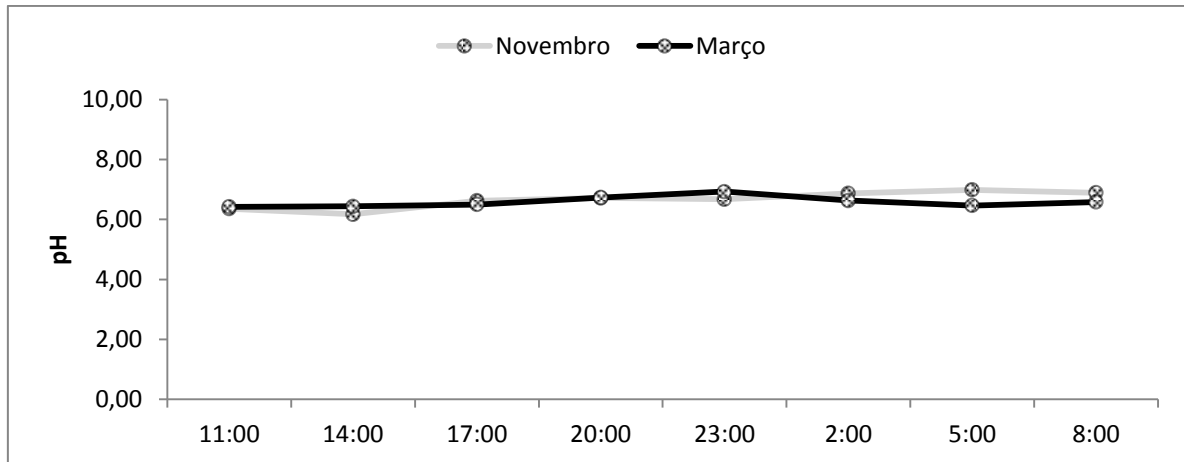
Os valores de pH de oscilaram de 5,60 (P2, Janeiro/2012) a 7,89 (P4, setembro/2011) (Figura 07), sendo registrada variação significativa ao longo do ano ($H_c = 41,75$; $p = 0,00$), com valores de pH mais elevados no mês de setembro. Porém, os valores deste parâmetro não apresentaram variação significativa entre os pontos ($H_c = 0,06$; $p = 0,997$), e entre maré variou somente no mês de março, com maiores valores na maré enchente (Tabela 03).

Figura 07: Variação espacial e sazonal dos valores de pH no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante maré enchente e vazante. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; = Ponto 03; 4= Ponto 04.



Durante a análise nictemeral, o valor referente ao pH da água mostraram pequenas variações (entre 6,17 às 14h00min no mês de novembro e 6,93 às 23h00min no mês de março), sendo considerada não significativa diariamente ($H_c = 9,86$; $p = 0,196$), nem entre as nictemerais ($H_c = 0,62$; $p = 0,4306$) (Figura 08).

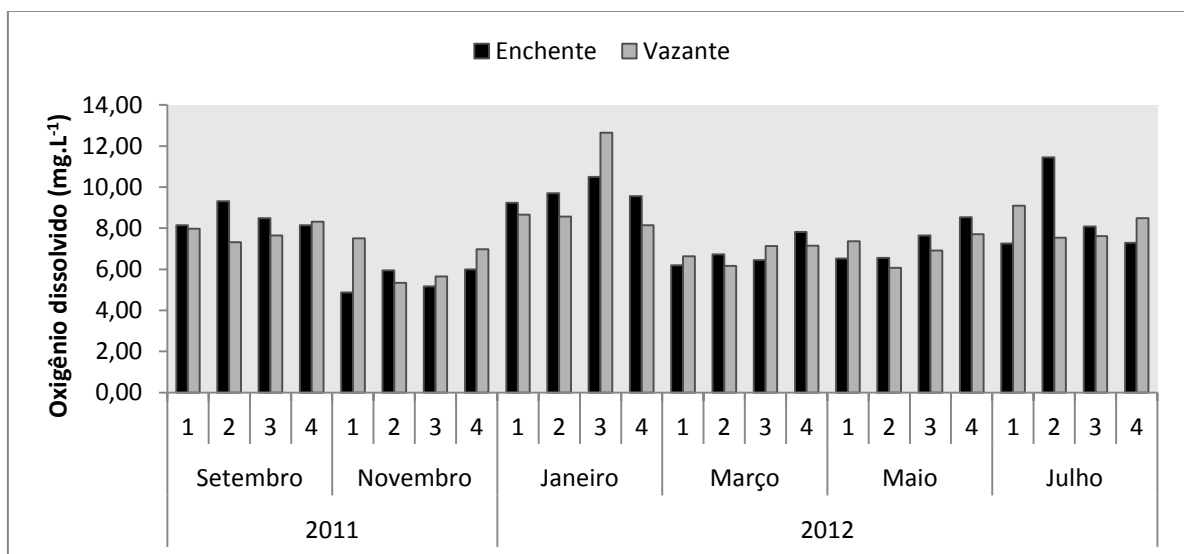
Figura 08: Variação nictemeral dos valores de pH de no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante os meses de novembro e março.



5.5. OXIGÊNIO DISSOLVIDO

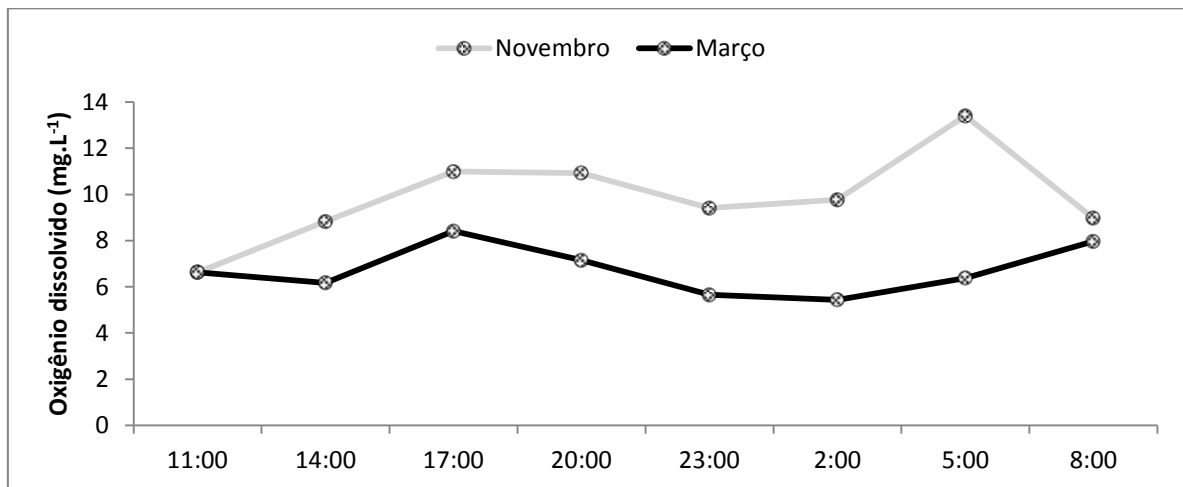
Os teores de oxigênio dissolvido da água oscilaram entre 4,87 (P1, novembro/2011) e 12,64 (P3, janeiro/2012) (Figura 09), apresentando diferenças sazonais significativas ($H_c=33,11$; $p=0,000$), com maiores valores nos meses de setembro, julho (período menos chuvoso) e principalmente em janeiro (período de transição). Todavia, não houve diferença significativa entre os pontos de coleta ($H_c=1,12$; $p=0,773$), e entre maré (Tabela 03).

Figura 09: Variação espacial e sazonal dos valores de oxigênio dissolvido (OD) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante maré enchente e vazante. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.



Entre as análises nictemeraias, os valores de oxigênio dissolvido apresentaram um padrão de variação semelhante, sendo observada variação significativa ($H_c = 8,97$; $p = 0,003$) com valores menores no mês de março (5,44 às 02h00min) e valores maiores no mês de novembro (13,40 às 05h00min) (Figura 10). Enquanto que na variação diária não foi houve diferença significativa ($H_c = 3,27$; $p = 0,859$).

Figura 10: Variação nictemeral dos valores de oxigênio dissolvido no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante os meses de novembro e março.

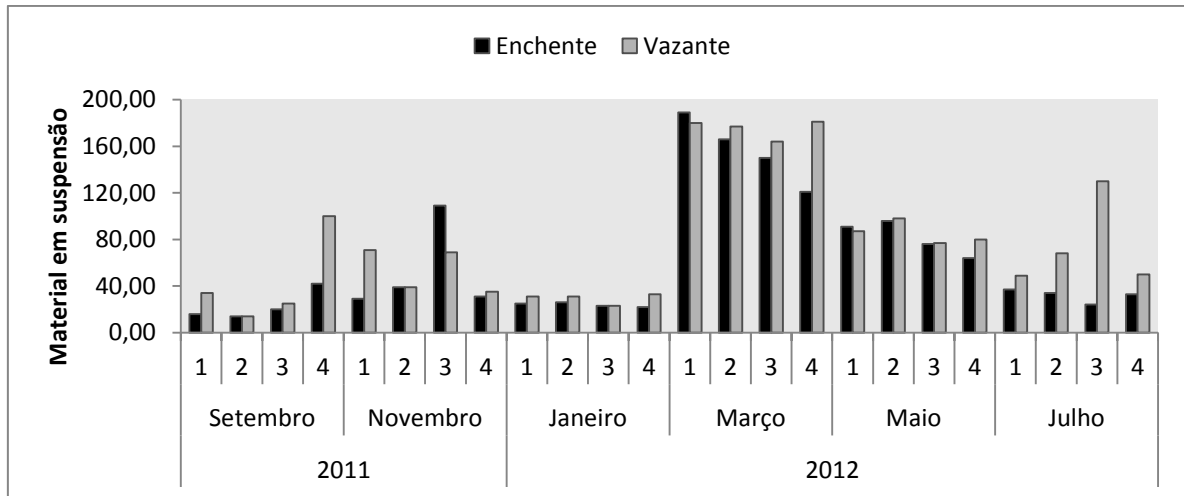


5.6. M

5.7. ATERIAL EM SUSPENSÃO

Os teores de material em suspensão variaram entre 14 (P2, setembro/2011) e 189 (P1, março/2012), apresentando diferença significativa na variação sazonal ($H_c = 33,32$; $p = 0,00$), com valores mais elevados durante os meses de março e maio, correspondente ao período chuvoso (Figura 11). Já entre os pontos de coleta, foi observada uma variação não significativa ($H_c = 0,14$; $p = 0,986$) e entre marés só houve variação significativa no mês de julho (Tabela 3), com valores maiores na maré vazante.

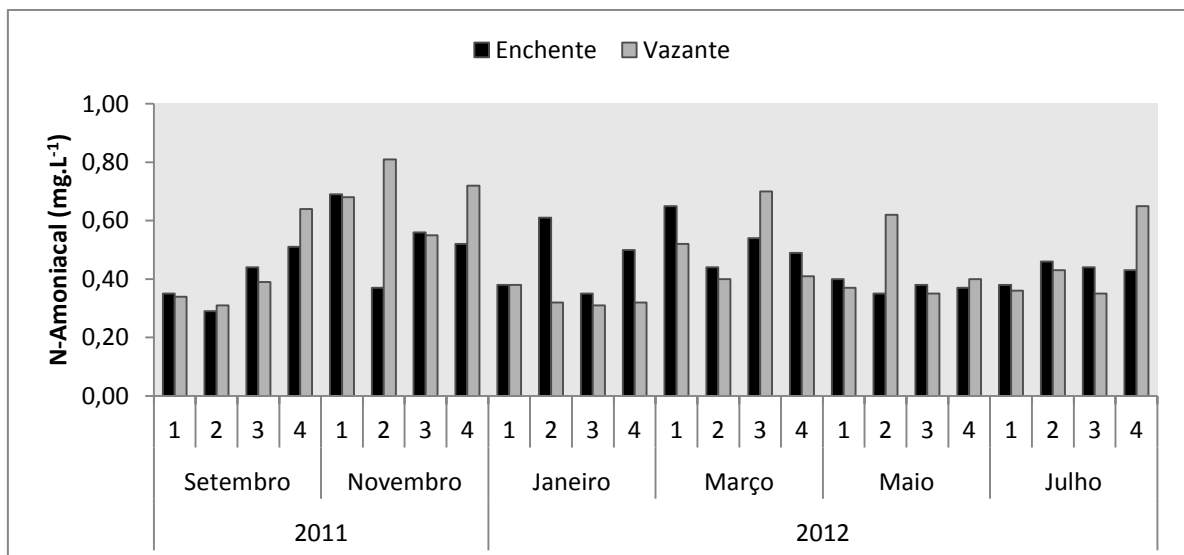
Figura 11: Variação espacial e sazonal dos valores de material em suspensão no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante maré enchente e vazante. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.



5.8. NITROGÊNIO AMONIAICAL DISSOLVIDO

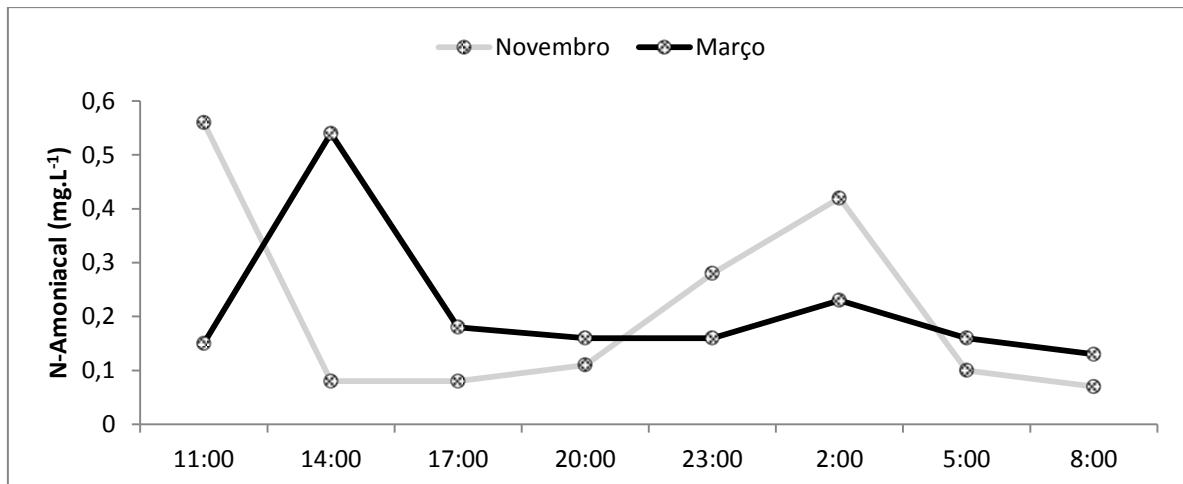
Os valores de N-amoniaco oscilaram entre 0,29 mg.L⁻¹ (P2, setembro/2011) e 0,81 mg.L⁻¹ (P2, em novembro/2011) (Figura 12). Houve diferença significativa entre os períodos sazonais ($H_c = 16,42$; $p = 0,006$), com valores maiores no mês de março e maio, correspondente ao período chuvoso. Por outro lado, não houve variação significativa entre os pontos ($H_c = 1,64$; $p = 0,651$) e entre maré (Tabela 03).

Figura 12: Variação espacial e sazonal dos valores de N-amoniaco (mg.L⁻¹) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante maré enchente e vazante. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.



Entre as nictemerais, as concentrações de N-amoniaco oscilaram entre 0,08 (às 14h00min e 17h00min, no mês de novembro) e 0,56mg.L⁻¹(14h00min, em março), não havendo variação significativa entre os meses (Hc= 1,11; p= 0,292) nem entre as horas (Hc= 6,21; p= 0,515) (Figura 13).

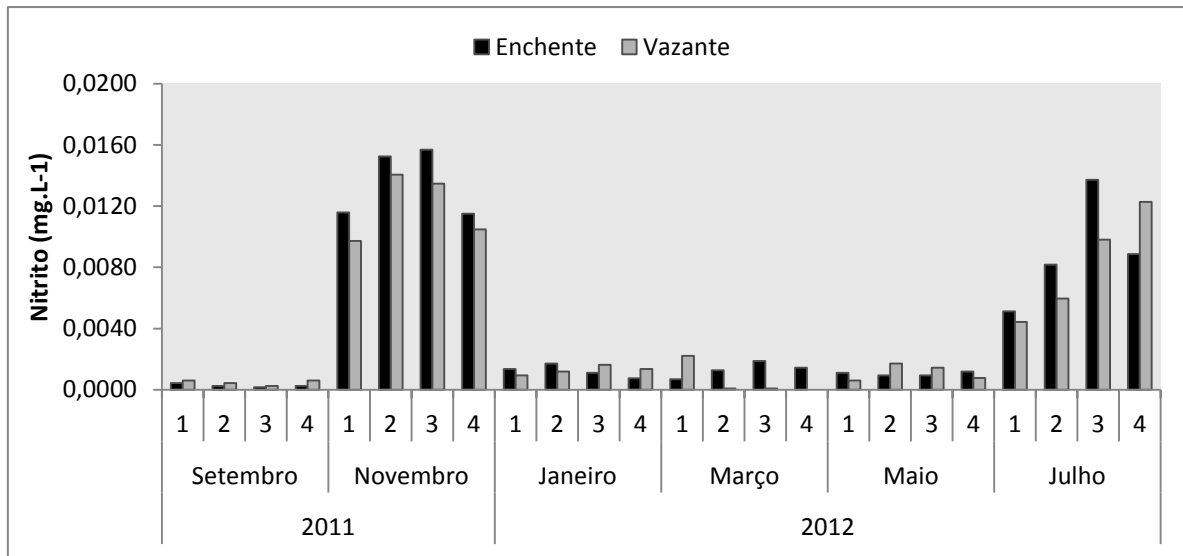
Figura 13: Variação nictemeral dos valores de N-amoniaco (mg.L⁻¹) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante os meses de novembro e março.



5.9. NITRITO

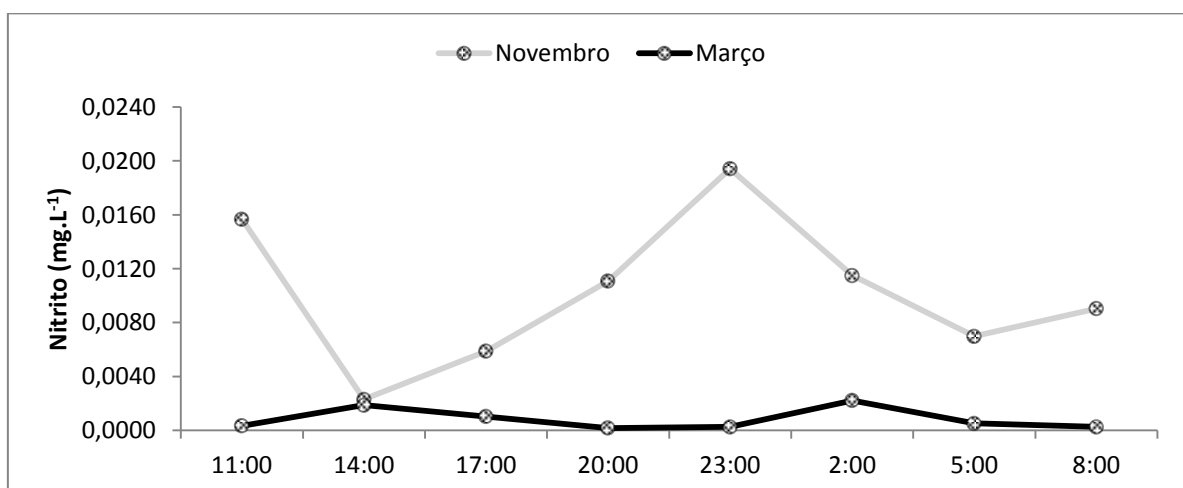
Os dados de nitrito oscilaram entre zero (P4, março/2012) e 0,0157mg.L⁻¹ (P3, em novembro/2011) (Figura 14), apresentando diferença sazonal significativa (Hc= 37,12; p= 0,00) sendo superior durante os meses de novembro e julho (referente ao período menos chuvoso). Enquanto que entre os pontos não houve diferença significativa (Hc= 0,24; p= 0,971) nem entre maré (Tabela 03).

Figura 14: Variação espacial e sazonal dos valores de N-amoniaco (mg.L^{-1}) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante maré enchente e vazante. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.



Entre as nictemerias, os teores de nitrito variaram entre 0,0002 (às 20h00min, mês de março) e 0,0194 mg.L^{-1} (às 23h00min, no mês de novembro) (Figura 15), sendo observada variação significativa entre os meses ($H_c=11,36$; $p= 0,001$), com valores maiores no mês de novembro. Já na variação diária, os valores de nitrito não sofreram variação significativa ($H_c= 1,02$; $p= 0,995$).

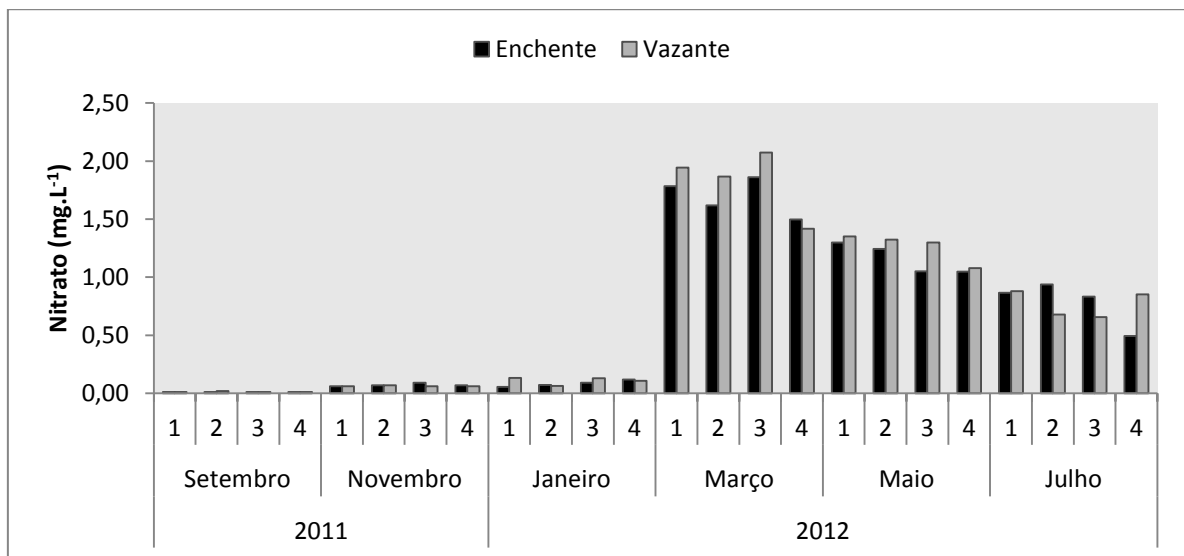
Figura 15: Variação nictemeral dos valores de nitrito (mg.L^{-1}) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante os meses de novembro e março.



5.10. NITRATO

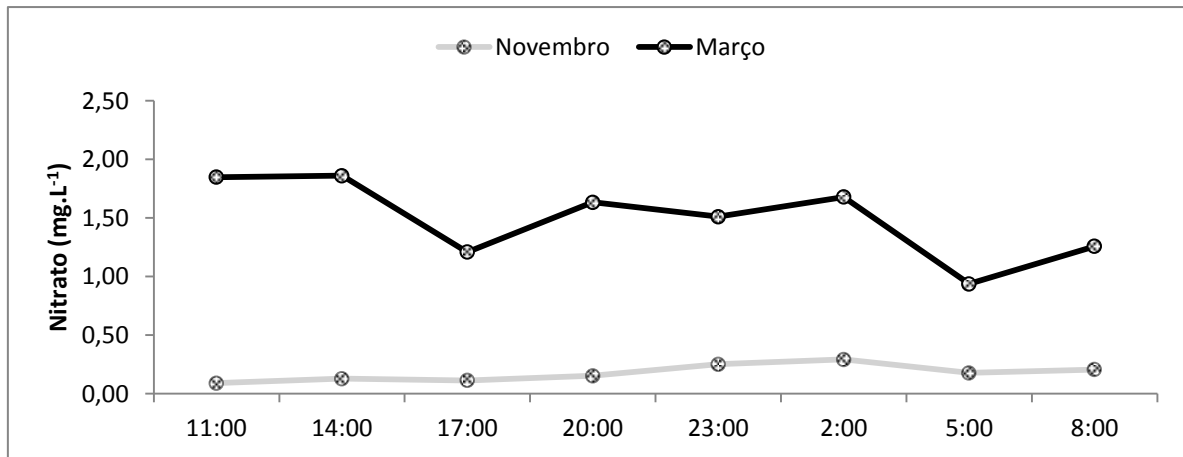
Os teores de nitrato oscilaram entre 0,01 (nos quatro pontos, em setembro/2011) e 2,07 mg.L⁻¹ (P3, em março/2012) (Figura 16). Portanto, houve diferença significativa entre os períodos sazonais (Hc= 45,03; p= 0,00) com maiores valores nos meses que apresentam maior precipitação pluviométrica (março e maio), e em julho, com menor quantidade. Mas, entre os pontos e entre maré a variação não foi significativa (Hc= 0,06; p= 0,997; Figura 03, respectivamente).

Figura 16: Variação espacial e sazonal dos valores de nitrato (mg.L⁻¹) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante maré enchente e vazante. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.



Durante a análise as nictemerais, os valores de nitrato tiveram mínimo de 0,09 mg.L⁻¹, às 11h00min no mês de novembro, e máximo de 1,86 mg.L⁻¹, às 14h00min no mês de março (Figura 17). Houve variação significativa entre as nictemerais (Hc= 11,29; p= 0,001), sendo os teores expressivamente maiores de no mês de março. Já a variação diária não foi significativa (Hc= 1,50; p= 0,982).

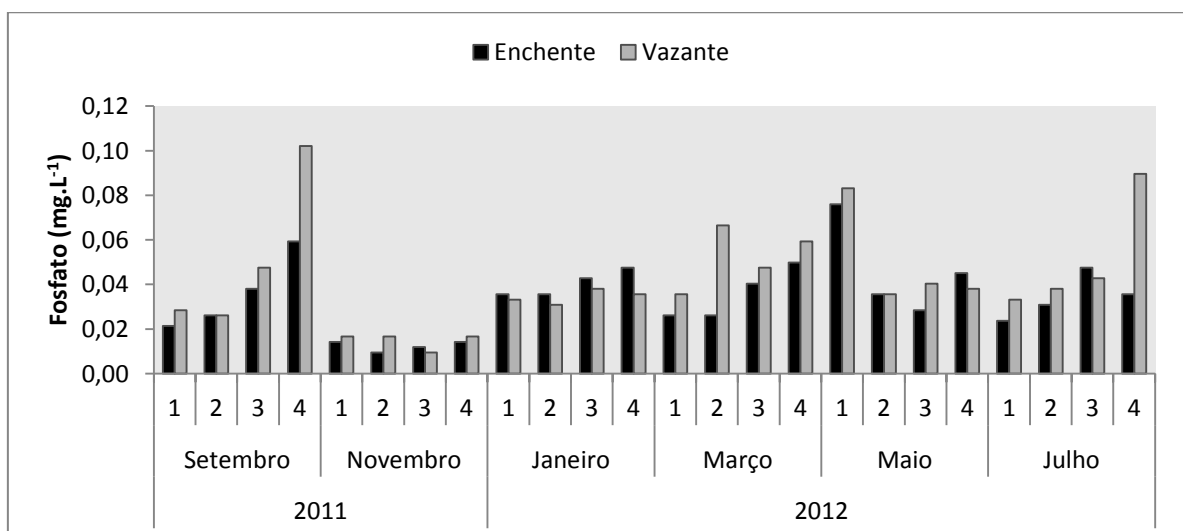
Figura 17: Variação nictemeral dos valores de nitrato (mg.L^{-1}) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante os meses de novembro e março.



5.11. FOSFATO

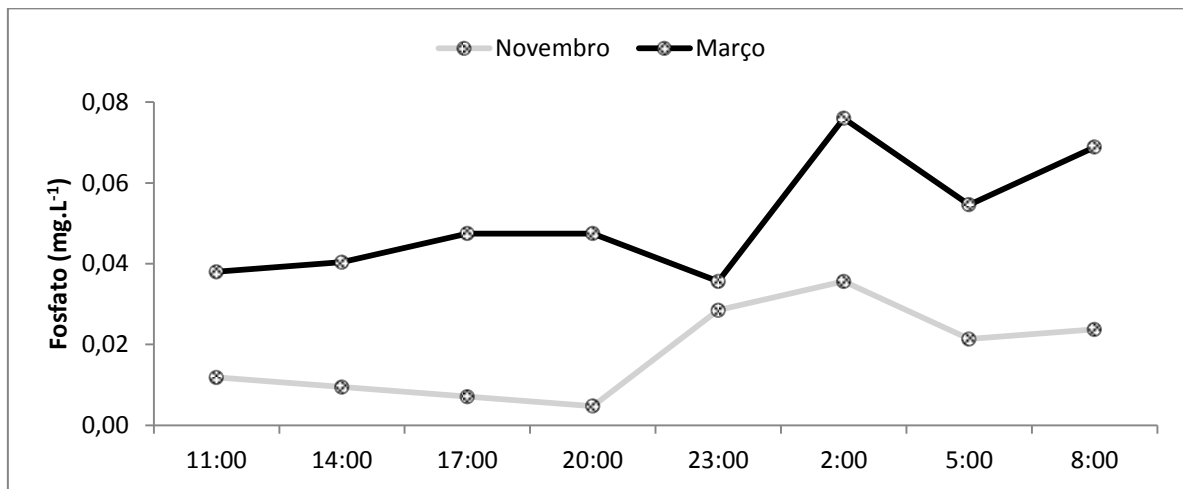
Os dados de fosfato tiveram menor valor de 0,01, em todos os pontos do mês de novembro/2011, e valor máximo 0,10 mg.L^{-1} , no ponto P4 de setembro/2011 (Figura 18). Houve variação sazonal significativa somente do mês de novembro em relação aos demais meses ($H_c = 21,28$; $p = 0,001$), sendo este mês teve concentração menor. Entre maré, também só houve variação significativa no mês de novembro (Tabela 03), com valores maiores na maré vazante. Já entre os pontos, não houve variação significativa ($H_c = 6,78$; $p = 0,079$).

Figura 18: Variação espacial e sazonal dos valores de fosfato (mg.L^{-1}) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante maré enchente e vazante. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.



Os valores de fosfato durante as nictemerais apresentaram variação de zero a 0,08 mg.L^{-1} , às 20h00min do mês de novembro e às 02h00min em março, respectivamente (Figura 19). Houve variação significativa entre as nictemerais ($H_c = 10,56$; $p = 0,001$), estando os valores de março maior. Porém, a variação entre as horas não foi significativa ($H_c = 3,12$; $p = 0,874$).

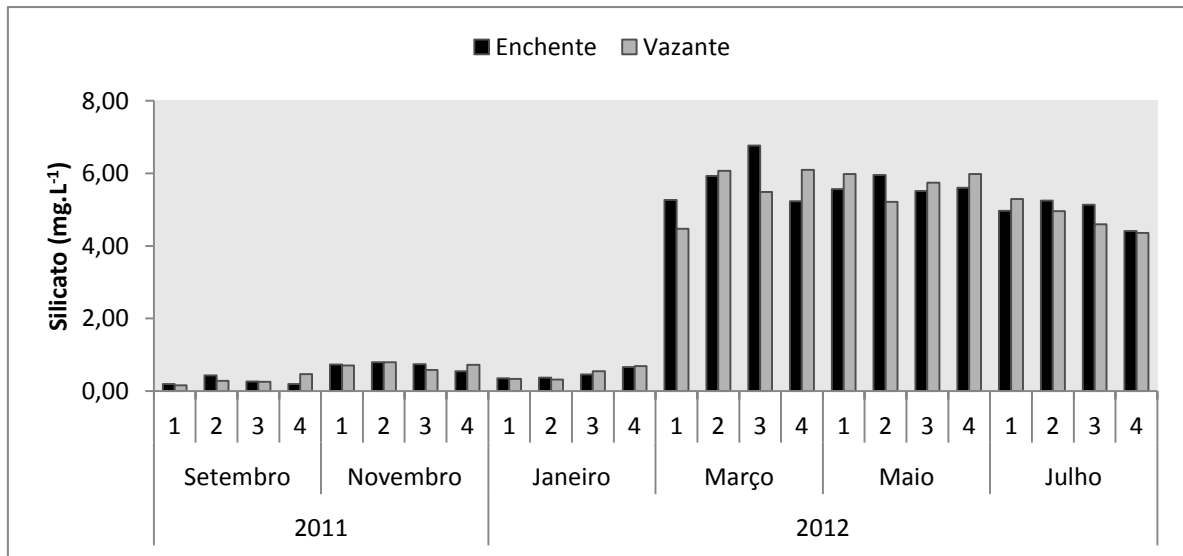
Figura 19: Variação nictemeral dos valores de fosfato (mg.L^{-1}) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante os meses de novembro e março.



5.12. SILICATO

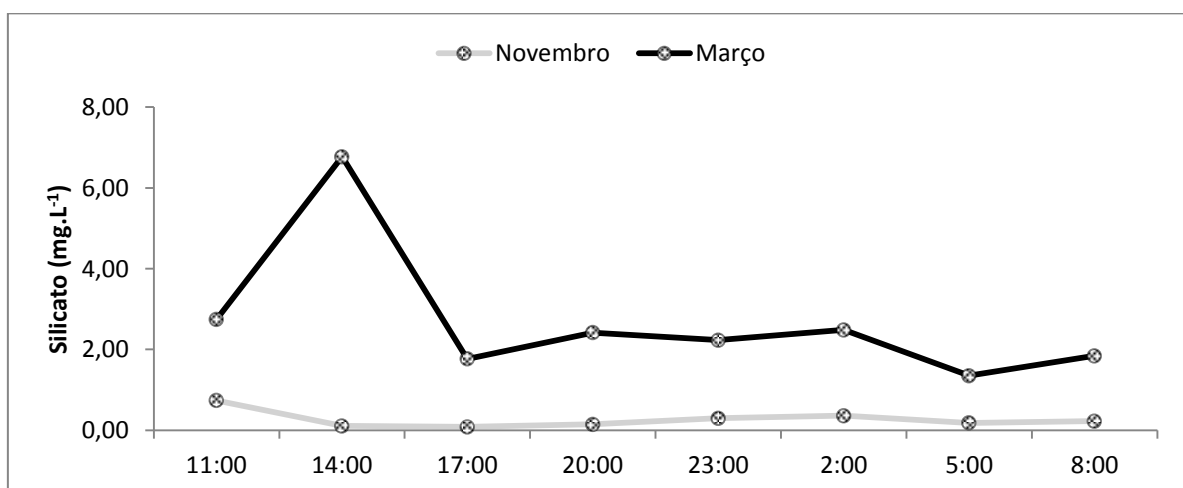
A concentração de silicato variou de 0,16 (P1, em setembro/2011) a 6,77 mg.L^{-1} (P3, em março/2012) (Figura 20). Os valores de silicato apresentaram claramente variação sazonal, com diferença significativa entre os meses ($H_c = 42,14$; $p = 0,00$), com valores maiores em março, maio e julho. Já entre os pontos de amostragem e entre maré, a variação dos valores de silicato não foi significativa ($H_c = 0,31$; $p = 0,958$ e Tabela 03, respectivamente).

Figura 20: Variação espacial e sazonal dos valores de silicato (mg.L^{-1}) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante maré enchente e vazante. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.



Quanto à variação nictemeral, os teores de silicato variaram entre 0,09 (às 17h00min, no mês de novembro) e $6,77 \text{ mg.L}^{-1}$ (às 14h00min em março) (Figura 21). Entre as nictemerais a variação foi significativa ($H_c = 11,29$; $p = 0,001$), com valores significativamente maiores no mês de março. Porém, foi observado que a variação diária das concentrações de silicato não apresentou diferença significativa ($H_c = 2,38$; $p = 0,936$).

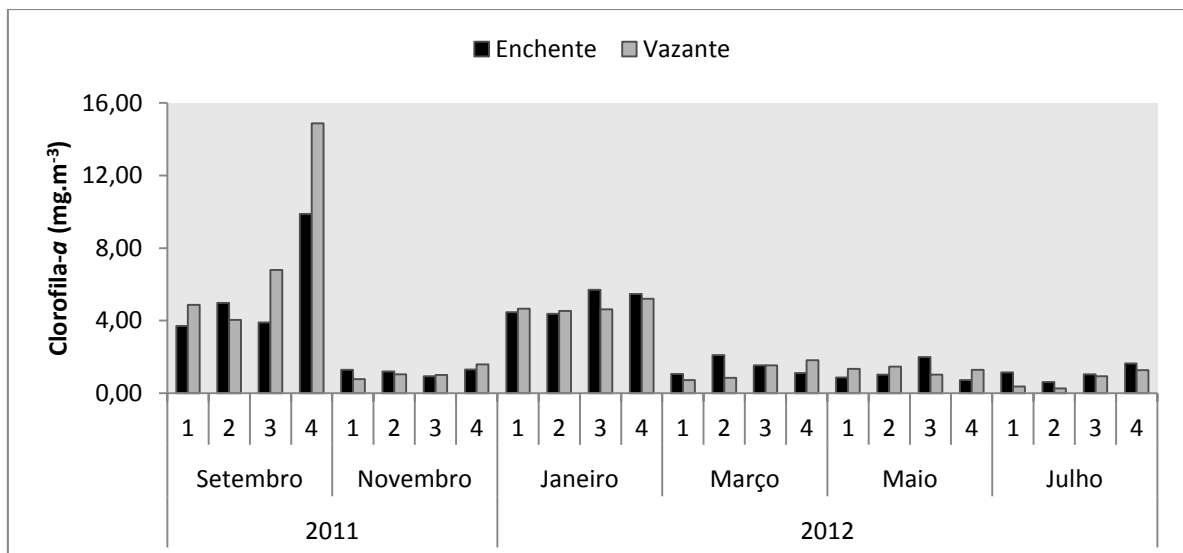
Figura 21: Variação nictemeral dos valores de silicato (mg.L^{-1}) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante os meses de novembro e março.



5.13. CLOROFILA-*a*

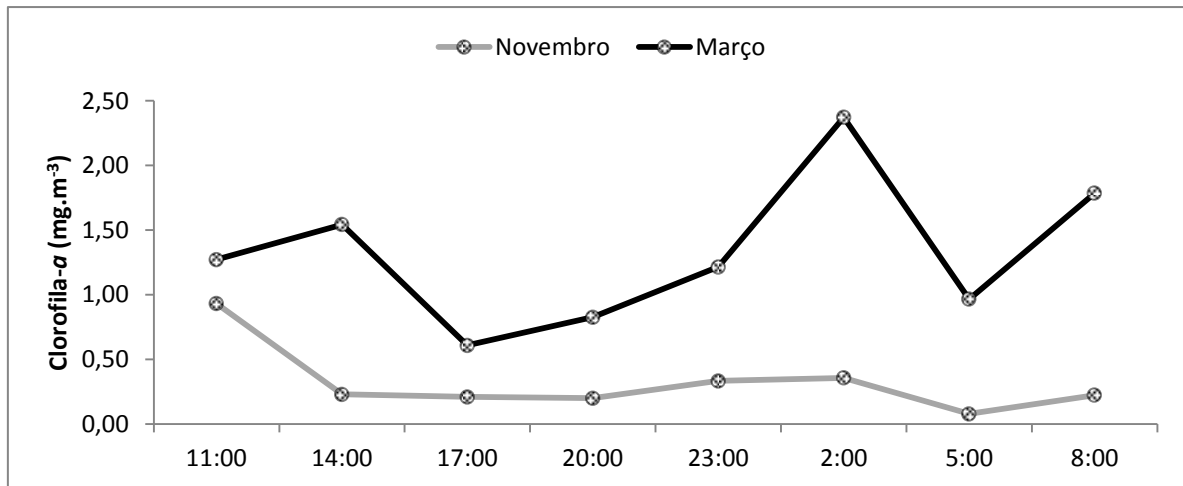
A biomassa fitoplanctônica, estimada a partir da clorofila-*a*, apresentou uma variação entre 0,26 (P2, em julho/2012) e 14,87 mg.m⁻³ (P4, em setembro/2011) (Figura 22). Houve variação significativa entre os períodos sazonais (Hc= 32,63; p= 0,00), com valores maiores nos meses de setembro (período menos chuvoso) e janeiro (período de transição). Por outro lado, não foi registrada variação entre os pontos de coleta (Hc= 2,71; p= 0,439), nem entre maré (Figura 21).

Figura 22: Variação espacial e sazonal dos valores de clorofila-*a* (mg.m⁻³) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante maré enchente e vazante. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.



Quanto à variação nictemeral, a clorofila-*a* variou de 0,08 (às 05h00min, no mês de novembro) a 2,37 mg.m⁻³ (às 02h00min no mês de março) (Figura 23). Entre as nictemerais foi registrada diferença significativa nos valores de clorofila (Hc= 9,93; p= 0,002), com teores maiores no mês de março. Contudo, a variação entre os horários não foi significativa (Hc= 3,93; p= 0,788).

Figura 23: Variação nictemeral dos valores de clorofila-*a* ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante os meses de novembro e março.

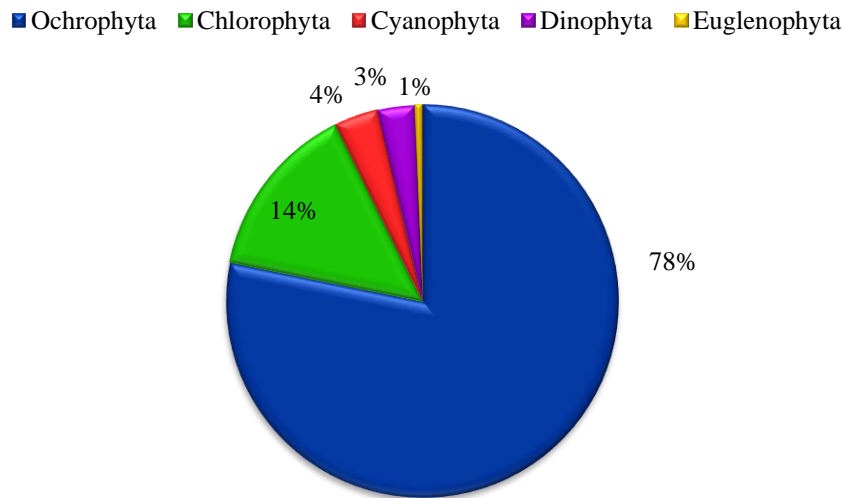


5.14. COMUNIDADE MICROFITOPLANCTÔNICA

5.14.1.1. Composição do microfitoplâncton

O microfitoplâncton do estuário de Guajará Mirim apresentou um total de 165 táxons distribuídos em cinco divisões, com maior riqueza das diatomáceas (Ochrophyta), representando 129 táxons, seguido pelas clorofíceas (Chlorophyta), com 24 táxons, cianobactérias (Cyanophyta) com 6 táxons, dinoflagelados (Dinophyta) com 5 táxons e euglenofíceas (Euglenophyta) com apenas um táxon, registrados nas coletas sazonais e nictemerais (Figura 24, Tabela 04). As diatomáceas predominaram, em número de espécies, ao longo de todo o estudo.

Figura 24: Composição percentual total do microfitoplâncton no estuário do rio Guajará-mirim (Vigia, Pará).



Ao longo do estudo sazonal, foi registrada a ocorrência de 149 táxons, referente às divisões Ochrophyta (125 táxons, 84%), Chlorophyta (16 táxons, 11%), Cyanophyta (3 táxon, 2%) e Dinophyta (5 táxons, 3%) (Figura 25).

A comunidade microfitoplanctônica, no mês de setembro, foi representada por 58 táxons, as quais pertencem às divisões Ochrophyta (55 táxons, 95%), Chlorophyta (2 táxons, 3%) e Cyanophyta (1 táxon, 2%). Os táxons exclusivos do mês de setembro foram às diatomáceas: *Surirella striatula*, *Dimeregramma fulvum*, *Cyclotella meneghiniana*, *Rhizosolenia hebetata*, e a clorófitcea *Desmodesmus quadricaudatus*, (Figura 25).

No mês de novembro, foram registrados 85 táxons, as quais pertencem às divisões Ochrophyta (76 táxons, 89%), Chlorophyta (3 táxons, 4%), Cyanophyta (2 táxon, 2%) e Dinophyta (4 táxons, 4%). Os táxons exclusivos deste mês foram às diatomáceas *Tryblionella granulata*, *Odontella granulata*, *Hemiaulus sinensis*, *Leptocylindrus danicus*, *Lauderia annulata*, e os dinoflagelados *Protoperidinium depressum* e *Protoperidinium divergens*(Figura 25).

No mês de janeiro, foram registrados 66 táxons pertencentes às divisões Ochrophyta (62 táxons, 94%), Chlorophyta (3 táxons, 5%) e Cyanophyta (1 táxon, 1%). Apenas dois táxons foram exclusivos deste mês, a diatomácea *Campilosyra cymbeliformes* e a clorófitcea *Staurastrum fitkai* (Figura 25).

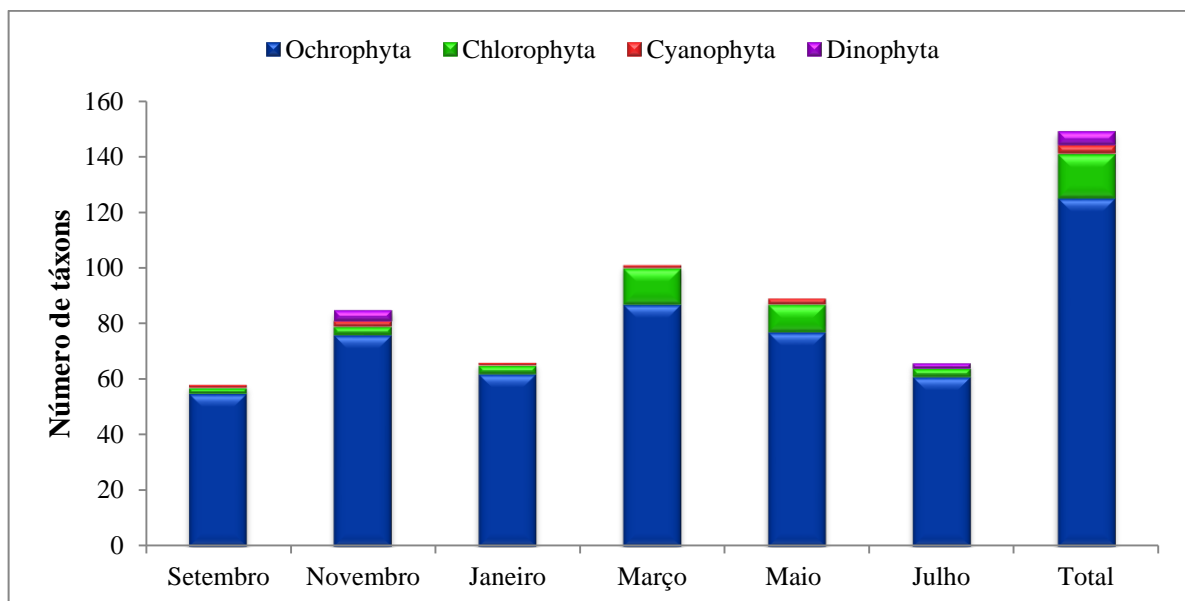
Foram registrados 102 táxons, no mês de março, distribuídos em três divisões: Ochrophyta (88 táxons, 86%), Chlorophyta (13 táxons, 13%) e Cyanophyta (1 táxon, 1%). Os

táxons exclusivos do mês de março foram às diatomáceas *Achnanthes* sp, *Cocconeis fluviatilis*, *Plagiotropis lepidóptera*, *Gyrosigma acuminatum*, *Gyrosigma balticum*, *Nitzschia gracilis*, *Psammodictyon panduriforme*, *Tryblionella compressa*, *Terpsinoe americana*, *Dimeregramma dubium*, *Bacteriastrum hyalinum*, *Urosolenia iriensis*, e as clorofíceas *Coelastrum microporum*, *Closterium kuentzingii*, *Closterium kuentzingii* e *Staurastrum leptocanthum* var. *borgei* (Figura 25).

Em maio foram registrados 89 táxons, sendo 77 (87%) Ochrophyta, 10 (11%) Chlorophyta e apenas 2 (2%) Cyanophyta. Os táxons exclusivos deste mês foram apenas às diatomáceas *Cymatodiscus planetophorus*, *Nitzschia fasciculata*, *Pseudonitzschia pungens*, *Eunotia fallax*, *Eunotia tautoniensis*, *Leptocylindrus minimus* e *Actinoptychus splendens* (Figura 25).

E no mês de julho ocorreram 66 táxons, pertencentes às divisões Ochrophyta (61 táxons, 92%), Chlorophyta (3 táxons, 5%) e Dinophyta (2 táxons, 3%). Os táxons exclusivos deste mês foram às diatomáceas *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros decipiens*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Chaetoceros peruvianus*, *Chaetoceros subtilis*, a clorofíceia *Xanthidium mamilosum* var. *longispinum* e o dinoflagelado *Protoperidinium pentagonum* (Figura 25).

Figura 25: Composição anual do número de táxons de microfítoplâncton registrados no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará).

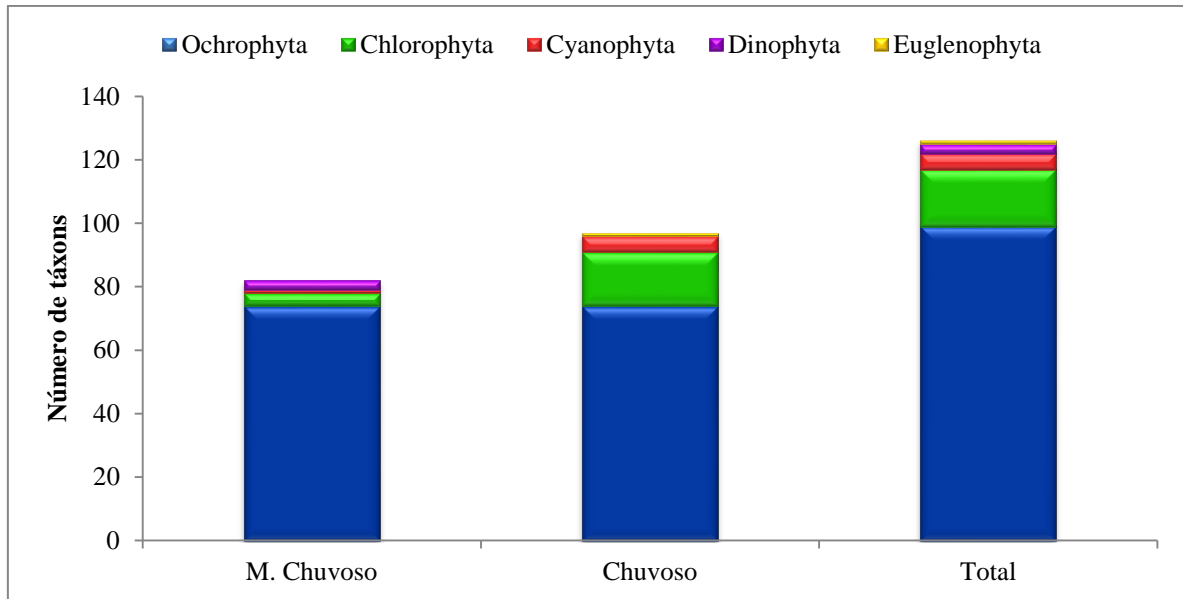


Na análise nictemeral, foram identificados 126 táxons, distribuídos em cinco divisões: Ochrophyta (99 táxons, 79%), Chlorophyta (18 táxons, 14%), Cyanophyta (5 táxons, 4%), Dinophyta (3 táxons, 2%) e Euglenophyta (1 táxon, 1%) (Figura 26).

Foi registrado na nictemeral do período menos chuvoso (novembro) um total de 82 táxons, nas divisões Ochrophyta (74 táxons, 90%), Chlorophyta (4 táxons, 5%), Cyanophyta (1 táxon, 1%) e Dinophyta (3 táxons, 4%). Os táxons exclusivos deste período foram às diatomáceas *Frustulia rhomboides*, *Diploneis interrupta*, *Diploneis weissflogii*, *Pseudonitzschia seriata*, *Tryblionella acuminata*, *Surirella* spp., *Actinella mirabilis*, *Odontella aurita* var. *obtusata*, *Pleurosira laevis*, *Hemiaulus sinensis*, *Dimeregramma dubium*, *Chaetoceros costatus*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros decipiens*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Chaetoceros peruvianus*, *Actinoptychus trilingulatus*, *Campilosyra cymbeliformes*, *Ditylum sol*, *Lhitedesmium undulatum*, *Guinardia delicatula*, *Pseudosolenia calcaravis*, *Rhizosolenia hebetata*, *Lauderia annulata*, *Thalassiosira leptopus*, *Asterionelopsis glacialis*, *Thalassionema* sp, e a clorófitcea *Micrasterias torreyi* var. *curvata* (Figura 26).

Já na nictemeral do período chuvoso (Março) ocorreram 97 táxons, nas divisões Ochrophyta (74 táxons, 76%), Chlorophyta (17 táxons, 18%), Cyanophyta (5 táxons, 5%) e Euglenophyta (1 táxon, 1%). Os táxons exclusivos deste período foram às diatomáceas: *Vanheurckia lewisiana*, *Caloneis permagna*, *Gyrosigma acuminatum*, *Gyrosigma balticum*, *Nitzschia fasciculata*, *Nitzschia lorenziana*, *Surirella linearis*, *Tryblionella compressa*, *Tryblionella scalaris*, *Tryblionella granulata*, *Amphora* sp, *Eunotia asterionelloides*, *Eunotia flexuosa*, *Hydrosera whampoensis*, *Terpsinoe americana*, *Odontella rhombus*, *Odontella turgida*, *Triceratium dubium*, *Triceratium favus* f. *quadrata*, *Trigonium alternans*, *Bacteriastrum furcatum*, *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros subtilis*, *Tryblioptychus cocconeiformis*, as clorófitceas *Mucidosphaerium pulchellum*, *Coelastrum microporum*, *Desmodesmus opoliensis*, *Eudorina elegans*, *Closterium kuentzingii*, *Hyathotheca dissiliens*, *Micrasterias mahabuleshwarensis* var. *amazonensis*, *Micrasterias radiata* var. *croasdalece*, *Micrasterias radiata* var. *gracillima*, *Staurastrum fitkaii*, *Staurastrum leptocladum* var. *insigne*, *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum*, *Xanthidium canadense* var. *amazonense*, *Xanthidium canadense* var. *magnum*, as cianobactérias *Anabaena crassa*, *Spirulina* sp, *Phormidium* sp, *Microcystis aeruginosa*, e a Euglenophyta *Euglena acus* (Figura 26).

Figura 26: Composição nictemeral do número de táxons de microfitoplâncton registrados no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará).



5.14.2. Ecologia dos táxons

A ecologia dos 143 táxons de microfitoplâncton foi enquadrada na seguinte categoria: epicontinental; marinha; marinha litoral; marinha planctônica nerítica; marinha oceânica e marinha planctônica nerítico-oceânica; quanto à salinidade: eurihalina; mesohalóbia e polihalóbia (Tabela 04).

De acordo com o habitat, os táxons predominantes foram os classificados como de ambiente marinho, com 96 táxons, os quais estão subdivididos nas seguintes categorias: marinha (10 táxons); marinha litoral (44 táxons); marinha planctônica nerítica (23 táxons); marinha planctônica nerítico-oceânica (13 táxons) e marinha oceânica (6 táxons) (Tabela 04). Quanto à salinidade, 26 táxons foram considerados como eurihalina, 21 táxons caracterizados como polihalóbia e apenas 7 táxons como mesohalóbia (Tabela 04).

Dentre os táxons que exibiram maiores valores da densidade, houve predomínio das espécies marinha litoral e marinha planctônica nerítico-oceânica, para todo o período estudado.

Tabela 04. Composição, ocorrência e classificação ecológica do microfitoplâncton de Guajará Mirim (Vigia, Pará).

Táxons	Cód.	Meses						Nictem.		Ecologia
		Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Nov	Mar	
OCHOROPHYTA										
BACILLARIOPHYCEAE										
BACILLARIOPHYCIDEAE										
ACHNANTHALES										
COCCONEIDACEAE										
<i>Achnanthes</i> sp	acsp				X					
<i>Cocconeis fluviatilis</i> Wallace	cofl				X					Ec
<i>Cocconeis</i> sp	cosp	X		X						
NAVICULALES										
AMPHIPLEURACEAE										
<i>Vanheurckia lewisiana</i> (Greville) Brébisson	vale			X	X	X	X		X	M.L, Eu
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	frrh	X	X					X		Ec
DIPLONEIDACEAE										
<i>Diploneis gluendleri</i> (Schmidt) Cleve	digl	X	X	X	X	X		X	X	M.L
<i>Diploneis interrupta</i> (Kützing) Cleve	diin			X	X			X		M.L
<i>Diploneis weissflozii</i> (Schmidt) Cleve	diwe		X	X	X	X	X	X		M.L, Po
NAVICULACEAE										
<i>Caloneis permagna</i> (Bailey) Cleve	cape		X	X	X	X	X		X	Marinha,Me
<i>Navicula</i> sp	nasp	X	X	X	X	X	X	X	X	
PINNULARIACEAE										
<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Cleve	pima	X	X							Ec
<i>Pinnularia</i> sp	pisp	X	X	X	X	X	X	X	X	
PLAGIOTROPIDACEAE										
<i>Plagiotropis lepidóptera</i> (Gregory) Kuntze	plle				X					M.L
PLEUROSIGMATAACEAE										
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	gyac				X				X	Ec
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst	gyba				X				X	M.L, Eu
<i>Pleurosigma angulatum</i> (Queck.) W. Smith	plan		X	X	X	X	X	X	X	M.L, Me
<i>Pleurosigma</i> spp. W.Smith	plsp	X	X	X	X	X	X	X	X	
BACILLARIALES										
BACILLARIACEAE										
<i>Bacillaria paxilifer</i> (Müller) Hendey	bapa		X	X	X	X	X	X	X	M.O, Po
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & Lewin	cycl		X	X	X	X	X	X	X	M.L, Eu

Legenda: Ec= epicontinental; M.L.= marinha litoral; MPN= marinha planctônica nerítica; M.O= marinha oceânica; MPNO= marinha planctônica nerítico-oceânica; Eu= eurihalina; Me= mesohalóbia; Po= polihalóbia.

Continua

Tabela 04. Composição, ocorrência e classificação ecológica do microfitoplâncton de Guajará Mirim (Vigia, Pará).

Táxons	Cód.	Meses					Nictem.		Ecologia	
		Set	Nov	Mar	Mar	Mai	Jul	Nov		Mar
<i>Cymatodiscus planetophorus</i> (Meist.) Hendeley	cypl					X			M.L	
<i>Cymatotheca weissflogii</i> (Grunow) Hendeley	cywe		X						Marinha	
<i>Nitzschia fasciculata</i> Grunow	nifa					X		X	Ec	
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	nigr				X				Ec	
<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow	nilo			X	X	X	X	X	Ec	
<i>Nitzschia obtusa</i> W.Smith	niob		X		X	X	X	X	M.L, Eu	
<i>Nitzschia</i> sp	nisp	X	X		X					
<i>Psammodictyon panduriforme</i> (Greg.) Mann	pspa				X				M.L, Eu	
<i>Pseudonitzschia pungens</i> (Grunow) Hasle	pspu					X			MPN	
<i>Pseudonitzschia seriata</i> (Cleve) Peragallo	psse		X					X	MPN,Po	
<i>Tryblionella acuminata</i> W.Smith	trac							X	M.L	
<i>Tryblionella circumscuta</i> (Bailey) D. Mann	trci			X	X	X		X	X	M.L, Me
<i>Tryblionella compressa</i> (Bailey) M.Poulin	trco				X				X	M.L, Eu
<i>Tryblionella gracilis</i> Hantzsch	trgr			X	X					M.L
<i>Tryblionella scalaris</i> (Ehrenb.) Silver&Ham.	trsc		X		X	X			X	M.L
<i>Tryblionella granulata</i> (Grunow) D. Mann	trga		X						X	M.L, Eu
SURIRELLALES										
SURIRELLACEAE										
<i>Schuetzia annulata</i> (Wallich) De Toni	scan		X	X	X	X		X	X	
<i>Surirella linearis</i> W.Smith	suli				X	X			X	Ec
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	suro	X	X	X	X	X	X	X	X	Ec
<i>Surirella striatula</i> Turpin	sust	X								Marinha
<i>Surirella</i> spp.	susp	X	X	X	X			X		
ENTOMONEIDACEAE										
<i>Amphora</i> sp	amsp				X	X	X		X	
<i>Entomoneis alata</i> (Ehrenberg) Reimer	enal	X	X	X	X	X	X	X	X	M.L, Me
EUNOTIOPHYCIDAEAE										
EUNOTIALES										
EUNOTIACEAE										
<i>Actinella mirabilis</i> (Eulenstein) ex Grunow	acmi							X		Ec
<i>Eunotia asterionelloides</i> Hustedt					X				X	Ec
<i>Eunotia camelus</i> Ehrenberg					X					Ec
<i>Eunotia fallax</i> A.Cleve						X				Ec
<i>Eunotia flexuosa</i> (Brébisson) Kützing					X	X			X	Ec

Legenda: Ec= epicontinental; M.L.= marinha litoral; MPN= marinha planctônica nerítica; M.O= marinha oceânica; MPNO= marinha planctônica nerítico-oceânica; Eu= eurihalina; Me= mesohalóbia; Po= polihalóbia.

Continua

Tabela 04. Composição, ocorrência e classificação ecológica do microfitoplâncton de Guajará Mirim (Vigia, Pará).

Táxons	Código	Meses							Nictem.		Ecologia
		Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Nov	Mar		
<i>Eunotia maior</i> (Smith) Rabenhorst	euma				X	X					Ec
<i>Eunotia tautoniensis</i> Hustedt	euta					X					Ec
BIDDULPHIOPHYCIDAE											
BIDDULPHIALES											
BIDDULPHIACEAE											
<i>Hydrosera whampoensis</i> (Schwarz) Deby	hywh		X	X	X	X	X		X		M.L
<i>Terpsinoe americana</i> (Bailey) Ralfs	team				X				X		M.L, Eu
<i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg	temu	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.L, Eu
<i>Terpsinoe musica</i> var. <i>intermedia</i> Grunow	temi		X	X	X	X			X	X	
TRICERATALES											
TRICERATAACEAE											
<i>Cerataulus smithii</i> Ralfs	cesm	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.L, Eu
<i>Eupodiscus radiatus</i> Bailey	aura	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Marinha
<i>Odontella aurita</i> (Lyngbye) Agardh	odau	X	X	X	X	X			X	X	M.L, Po
<i>Odontella aurita</i> var. <i>obtusa</i> (Kützing) Denys	odao		X						X		M.L
<i>Odontella granulata</i> (Roper) R.Ross	odgr		X								M.L
<i>Odontella mobiliensis</i> (Bailey) Grunow	odmo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MPNO, Po
<i>Odontella regia</i> (Schultze) Simonsen	odre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MPN
<i>Odontella rhombus</i> (Ehrenberg) Kützing	odrh			X	X	X	X			X	M.L, Eu
<i>Odontella sinensis</i> (Greville) Grunow	odsi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	MPNO
<i>Odontella turgida</i> (Ehrenberg) De Tony	odtu			X		X	X			X	M.L, Po
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère	plla	X	X	X		X			X		M.L, Eu
<i>Triceratium dubium</i> Brightwell	trdu	X	X	X	X	X				X	M.L
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg	trfa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	M.L, Eu
<i>Triceratium favus</i> f. <i>quadrata</i> Villefranche	trfq	X	X	X	X	X	X			X	M.L, Eu
<i>Trigonium alternans</i> (Bailey) A.Mann	tral				X					X	M.L
HEMIAULALES											
BELLEROCHEACEAE											
<i>Bellerochea horologicales</i> Stosch	beho		X	X	X	X	X	X	X	X	MPN
HEMIAULACEAE											
<i>Hemiaulus sinensis</i> Greville	hesi		X						X		MPN, Po
PLAGIOGRAMMACEAE											
<i>Dimeregramma dubium</i> Grunow	didu				X				X		
<i>Dimeregramma fulvum</i> (Gregory) Ralfs	difu	X									

Legenda: Ec= epicontinental; M.L.= marinha litoral; MPN= marinha planctônica nerítica; M.O= marinha oceânica; MPNO= marinha planctônica nerítico-oceânica; Eu= eurihalina; Me= mesohalóbia; Po= polihalóbia.

Continua

Tabela 04. Composição, ocorrência e classificação ecológica do microfitoplâncton de Guajará Mirim (Vigia, Pará).

Táxons	Cód.	Meses						Nictem.		Ecologia
		Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Nov	Mar	
CHAETOCEROPHYCIDADE										
CHAETOCEROTALES										
CHAETOCEROTACEAE										
<i>Bacteriastrum hyalinum</i> Shadbolt	bahy				X					MPN, Po
<i>Bacteriastrum furcatum</i> Lauder	bafu	X	X	X	X	X	X		X	Marinha, Po
<i>Chaetoceros compressus</i> Schütt	chco						X		X	MPNO, Po
<i>Chaetoceros costatus</i> Lauder	chcs					X	X	X		MPN
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve	chcu		X				X	X		MPN, Po
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	chde						X	X		MPNO, Eu
<i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow	chlo						X			MPN, Po
<i>Chaetoceros peruvianus</i> Grunow	chpe						X			MO, Po
<i>Chaetoceros subtilis</i> Cleve	chsu						X		X	MPN, Po
LEPTOCYLINDRACEAE										
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	leda		X							MPN, Po
<i>Leptocylindrus minimus</i> Gran	lemi					X		X	X	MPN
COSCINODISCOPHYCIDAE										
AULACOSEIRALES										
AULACOSEIRACEAE										
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen	augr	X	X	X	X	X	X	X	X	Ec
COSCINODISCALES										
COSCINODISCACEAE										
<i>Coscinodiscus apiculatus</i> Ehrenberg	coap	X	X	X	X	X	X	X	X	MPN
<i>Coscinodiscus argus</i> Ehrenberg	coar		X	X	X	X		X	X	MPN
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg	coas	X	X	X	X	X	X	X	X	MPNO, Eu
<i>Coscinodiscus concinnus</i> W. Smith	coco	X	X	X	X	X	X	X	X	MPNO
<i>Coscinodiscus jonesianus</i> (Grevil.) Ostenf.	cojo	X	X	X	X	X	X	X	X	MPN, Po
<i>Coscinodiscus obscurus</i> A. Schmidt	cooub	X	X	X	X	X	X	X	X	M.O
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> (Ehrenb.) Ehrenb.	cooc	X	X	X	X	X	X	X	X	MPNO, Po
<i>Coscinodiscus perforatus</i> Ehrenberg	cope	X	X	X	X	X	X	X	X	MPNO
<i>Coscinodiscus rothii</i> (Ehrenberg) Grunow	coro	X	X	X	X	X	X	X	X	MPN, Eu
HELIOPELTACEAE										
<i>Actinoptychus splendens</i> (Shadbolt) Ralfs	acsp						X			M.L, Eu
<i>Actinoptychus trilingulatus</i> (Bright.) Ralfs	actr						X	X	X	
<i>Actinoptychus undulatus</i> (Bailey) ex Hust.	acun	X	X	X	X	X	X	X	X	M.L, Eu

Legenda: Ec= epicontinental; M.L.= marinha litoral; MPN= marinha planctônica nerítica; M.O= marinha oceânica; MPNO= marinha planctônica nerítico-oceânica; Eu= eurihalina; Me= mesohalóbia; Po= polihalóbia.

Continua

Tabela 04. Composição, ocorrência e classificação ecológica do microfitoplâncton de Guajará Mirim (Vigia, Pará).

Táxons	Cód.	Meses						Nictem.		Ecologia
		Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Nov	Mar	
<i>Polymyxus coronalis</i> Bailey	poco	X	X	X	X	X	X	X	X	M.L, Eu
HEMIDISCACEAE										
<i>Actinocyclus normanii</i> (Gregory) Hustedt	acno	X	X	X	X	X	X	X	X	Marinha
MELOSIRALES										
MELOSIRACEAE										
<i>Melosira nummuloides</i> Agardh	menu	X	X	X	X	X	X	X	X	M.L, Me
<i>Melosira</i> sp	mesp	X	X		X	X		X	X	
PARALIALES										
PARALIACEAE										
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	pasu		X	X	X	X	X	X	X	M.L, Eu
CYMATOSIROPHYCIDAE										
CYMATOSIRALES										
CYMATOSIRACEAE										
<i>Campilosyra cymbeliformes</i> (Schm.) Grunow	cacy			X				X		M.L
<i>Cymatosira belgica</i> Grunow	cybe		X	X	X	X	X	X	X	M.L
LITHODESMIOPHYCIDAE										
LITHODESMIALES										
LITHODESMIACEAE										
<i>Ditylum brightwellii</i> (West) Grunow	dibr	X	X	X	X	X	X	X	X	MPN, Po
<i>Ditylum sol</i> (Grunow) De Toni	disso		X		X		X	X		MPN
<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenberg	lhun					X	X	X		MPN, Eu
RHIZOSOLENIOPHYCIDADE										
RHIZOSOLENIALES										
RHIZOSOLENIACEAE										
<i>Guinardia delicatula</i> (Cleve) Hasle	gude		X					X		MPN
<i>Pseudosolenia calcaravis</i> (Schultze) Sund.	psca				X	X	X	X		M.O, Po
<i>Rhizosolenia hebetata</i> Bailey	rhhe	X						X		M.O, Po
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	rhse	X	X	X	X	X		X	X	MPN, Po
<i>Rhizosolenia</i> sp	rhsp	X	X	X	X					
<i>Urosolenia iriensis</i> Round & Crawford	urir				X					Ec
THALASSIOSIROPHYCIDAE										
THALASSIOSIRALES										
LAUDERIAACEAE										
<i>Lauderia annulata</i> Cleve	laan		X					X		MPN

Legenda: Ec= epicontinental; M.L.= marinha litoral; MPN= marinha planctônica nerítica; M.O= marinha oceânica; MPNO= marinha planctônica nerítico-oceânica; Eu= eurihalina; Me= mesohalóbia; Po= polihalóbia.

Continua

Tabela 04. Composição, ocorrência e classificação ecológica do microfitoplâncton de Guajará Mirim (Vigia, Pará).

Táxons	Cód.	Meses						Nictem.		Ecologia
		Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Nov	Mar	
SKELETONEMACEAE										
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve	skco	X	X	X	X	X	X	X	X	MPNO, Eu
STEPHANODISCACEAE										
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	cyme	X								ML
<i>Cyclotella striata</i> (Kützing) Grunow	cyst	X	X	X	X	X	X	X	X	M.L., Eu
<i>Cyclotella stylum</i> Brightwell	cycy	X	X	X	X	X	X	X	X	M.L., Me
THALASSIOSIRACEAE										
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i> (Schmidt) Fryxell & Hasle	than	X	X		X	X	X	X	X	
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenb.) Cleve	thec	X	X	X	X					M.L., Eu
<i>Thalassiosira leptopus</i> (Grunow) Hasle & Fryxell	thle	X	X					X		
<i>Thalassiosira subtilis</i> (Ostenfeld) Gran	thsu		X		X	X		X	X	M.O
<i>Thalassiosira</i> spp.	thsp	X	X							
<i>Tryblionella cocconeiformis</i> (Grunow) Hendey	trcc		X		X	X	X		X	M.L
FRAGILARIOPHYCEAE										
FRAGILARIOPHYCIDAE										
FRAGILARIALES										
FRAGILARIACEAE										
<i>Asterionella glacialis</i> (Castr.) Round	asgr							X		MPNO, Eu
<i>Fragilaria</i> sp	frsp	X			X					
THALASSIONEMATALES										
THALASSIONEMATACEAE										
<i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grun.) Hallegr.	thfr	X	X	X	X	X	X	X	X	MPNO, Po
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grun.) Meres.	thni	X	X	X	X	X	X	X	X	MPNO
<i>Thalassionema</i> sp	thsp	X	X					X		
DICTYOCOPHYCEAE										
DICTYOCHALES										
DICTYOCHACEAE										
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	difi				X	X			X	Marinha
CHLOROPHYTA										
CHLOROPHYCEAE										
CHLOROCOCCALES										
DICTYOSPHAERIACEAE										

Legenda: Ec= epicontinental; M.L.= marinha litoral; MPN= marinha planctônica nerítica; M.O= marinha oceânica; MPNO= marinha planctônica nerítico-oceânica; Eu= eurihalina; Me= mesohalóbia; Po= polihalóbia.

Continua

Tabela 04. Composição, ocorrência e classificação ecológica do microfitoplâncton de Guajará Mirim (Vigia, Pará).

Táxons	Código	Meses						Nictem.		Ecologia
		Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Nov	Mar	
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i> (Wood) Bock, Proschold & Krienitz	mupu								X	
SPHAEROPLEALES										
HYDRODICTYACEAE										
<i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda	mosi		X	X	X	X	X	X	X	Ec
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	pedu	X	X		X	X	X	X	X	Ec
SCENEDESMACEAE										
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	comi				X				X	Ec
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (Richter) Hegew.	deop				X	X			X	Ec
<i>Desmodesmus perforatus</i> (Lemm.) Hegew.	depe				X	X				Ec
<i>Desmodesmus protuberans</i> (Fritsch & Rich) Hegewald	depr				X	X				Ec
<i>Desmodesmus quadricaudatus</i> (Turpin) Heg	dequ	X								Ec
VOLVOCALES										
VOLVOACEAE										
<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	euel				X	X			X	Ec
ZYGNEMAPHYCEAE										
DESMIDIALES										
CLOSTERIACEAE										
<i>Closterium kuentzingii</i> Brébisson	clku				X				X	Ec
<i>Closterium setaceum</i> (Ehrenberg) ex Ralfs	clse		X	X	X	X		X	X	Ec
DESMIDIACEAE										
<i>Hyatotheca dissiliens</i> (Brébisson) ex Ralfs	hydi								X	Ec
<i>Micrasterias mahabuleshwariensis</i> var. <i>amazonensis</i> Förster	mima								X	Ec
<i>Micrasterias radiata</i> var. <i>croasdalece</i> (Agardh) ex Ralfs	mirc								X	Ec
<i>Micrasterias radiata</i> var. <i>gracillima</i> G. Smi.	mirg								X	Ec
<i>Micrasterias torreyi</i> var. <i>curvata</i> Willi Krie.	mitc							X		Ec
<i>Staurastrum fitkauai</i> Förster	stfi			X					X	Ec
<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>insigne</i> Först.	stli				X	X			X	Ec
<i>Staurastrum leptocanthum</i> var. <i>borgei</i> Smith	stlb				X					Ec
<i>Staurastrum sebaldi</i> var. <i>ornatum</i> P.Bour.	stso				X	X			X	Ec
<i>Staurodesmus cuspidatus</i> (Bréb.) Teiling	stcu				X	X				Ec
<i>Xanthidium canadense</i> var. <i>amazonense</i> (Joshua) Förster	xaca								X	Ec

Legenda: Ec= epicontinental; M.L.= marinha litoral; MPN= marinha planctônica nerítica; M.O= marinha oceânica; MPNO= marinha planctônica nerítico-oceânica; Eu= eurihalina; Me= mesohalóbia; Po= polihalóbia.

Continua

Tabela 04. Composição, ocorrência e classificação ecológica do microfitoplâncton de Guajará Mirim (Vigia, Pará).

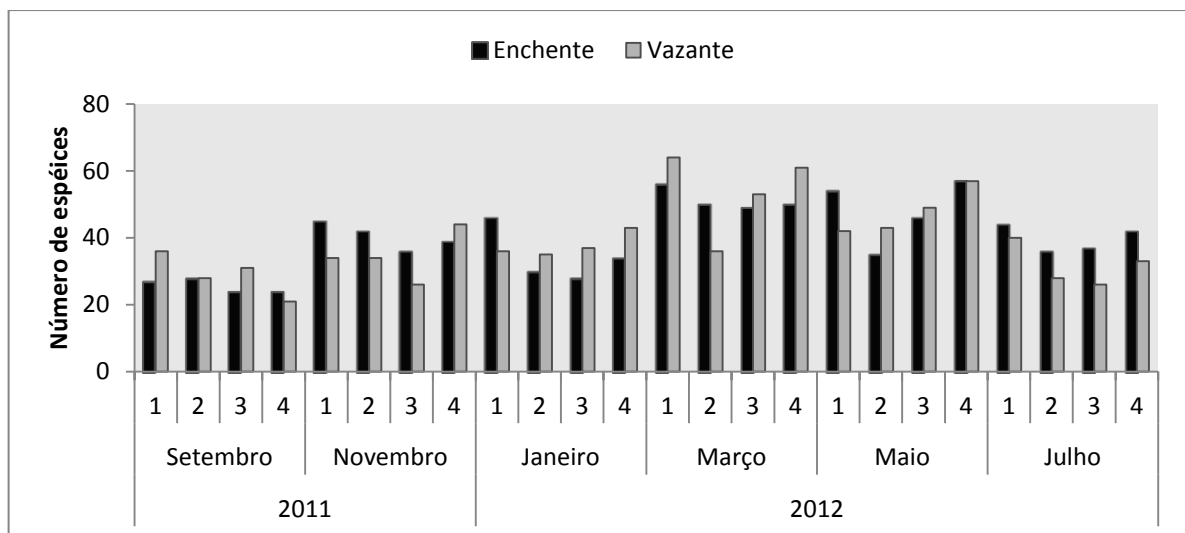
Táxons	Código	Meses							Nictem.		Ecologia
		Set	Nov	Jan	Mar	Mai	Jul	Nov	Mar		
<i>Xanthidium canadense</i> var. <i>magnum</i> (Joshua) Förster	xacm								X		Ec
<i>Xanthidium mamilosum</i> var. <i>longispinum</i> (Borge) Förster	xaml							X			Ec
CYANOPHYTA											
CYANOPHYCEAE											
NOSTOCALES											
NOSTOCACEAE											
<i>Anabaena crassa</i> (Lemmermann) Komark.-Legn. & Cronberg	ancr									X	Ec
<i>Pseudanabaena</i> sp	pssp	X	X	X					X	X	Ec
OSCILLATORIALES											
OSCILLATORIACEAE											
<i>Oscillatoria</i> sp	ossp		X				X				Ec
<i>Spirulina</i> sp	spsp									X	
PHORMIDIACEAE											
<i>Phormidium</i> sp	phsp				X	X				X	Ec
CHROOCOCCALES											
MICROCYSTACEAE											
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	miae									X	
DINOPHYTA											
DINOPHYCEAE											
GONYAULACALES											
CERATIACEAE											
<i>Neoceratium furca</i> (Ehrenb.) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia	nefr		X							X	Marinha
<i>Neoceratium fusus</i> (Ehrenb.) F. Gomez, D. Moreira & P. Lopez-Garcia	neps		X					X	X		MPN
PERIDINIALES											
PROTOPERIDINIACEAE											
<i>Protoperidinium depressum</i> (Bail) Balech	prde		X								MPNO
<i>Protoperidinium divergens</i> (Ehrenb) Balec.	prdi		X							X	Marinha
<i>Protoperidinium pentagonum</i> (Gran) Balec.	prpe							X			Marinha
EUGLENOPHYTA											
EUGLENOPHYCEAE											
EUGLENALES											
EUGLENACEAE											
<i>Euglena acus</i> (Müller) Ehrenberg	euac									X	Ec

Legenda: Ec= epicontinental; M.L.= marinha litoral; MPN= marinha planctônica nerítica; M.O= marinha oceânica; MPNO= marinha planctônica nerítico-oceânica; Eu= eurihalina; Me= mesohalóbia; Po= polihalóbia.

5.14.3. Riqueza

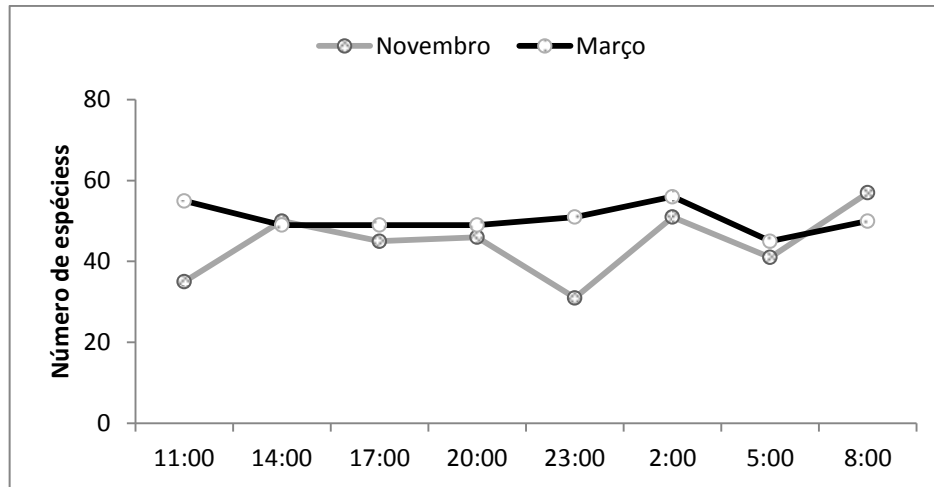
A riqueza de espécies do microfitoplâncton no estuário de Guajará Mirim, Vigia-Pa, oscilou entre 21 (P4, setembro/2011) e 64 táxons (P1, março/2012), durante todos os meses de coleta (Figura 27) (APÊNDICE C). Houve diferença significativa para os valores de riqueza nos períodos sazonais ($H_c = 28,61$; $p = 0,00$), com maiores valores em março e maio, que corresponde aos meses de maior precipitação pluviométrica. No entanto, não foram observadas diferenças significativas para a riqueza de espécies entre os pontos de coleta ($H_c = 4,80$; $p = 0,19$) e entre as marés enchente e vazante ($H_c = 0,26$; $p = 0,61$).

Figura 27: Número de espécies por ponto de coleta no estuário de Guajará Mirim (Vigia-Pa), durante um ciclo anual. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.



A riqueza taxonômica teve amplitude de 31 (às 23h00 min, em novembro/2011) e 57 táxons (às 08h00 min, em novembro/2011), durante as nictemerais (Figura 28) (APÊNDICE D). Não houve diferença significativa nos valores de riqueza dos táxons entre as nictemerais ($H_c = 1,74$; $p = 0,19$), nem na variação diária ($H_c = 7,48$; $p = 0,38$).

Figura 28: Variação nictemeral do número de espécies no estuário de Guajará Mirim (Vigia-Pa), durante os meses de novembro e março.



5.14.4. Frequência de ocorrência

Com relação à frequência de ocorrência dos táxons de microfitoplâncton nos períodos sazonais, às diatomáceas *Coscinodiscus concinnus*, *Odontella regia*, *Odontella sinensis* e *Polymyxus coronalis* apresentaram 100% de ocorrência, estando presente em todas as mostras analisadas e, portanto, são essas espécies que caracterizam o ecossistema estudado. Ainda nesta categoria (muito frequente) estiveram outras 18 diatomáceas.

Todos os táxons classificados na categoria frequente pertencem à divisão Ochrophyta, exceto a espécie *Monactinus simplex* (Chlorophyta), que apresentou 58% de ocorrência. As demais espécies distribuíram-se nas categorias pouco frequente e esporádica (Apêndice E).

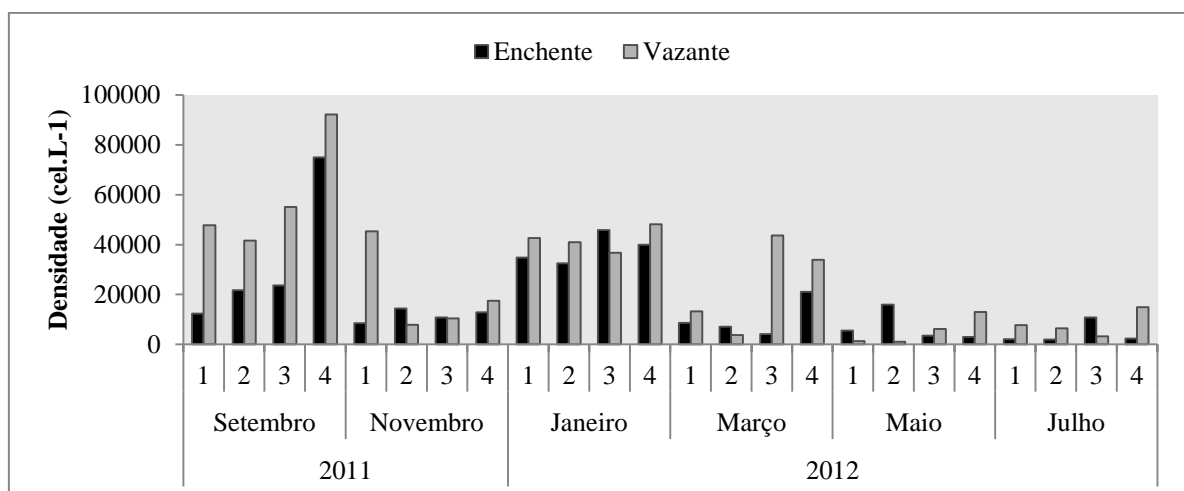
Dentre as espécies registradas nas nictemerais, às diatomáceas *Coscinodiscus concinnus*, *Coscinodiscus jonesianus*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Entomoneis alata*, *Melosira nummuloides*, *Odontella mobiliensis*, *Odontella regia*, *Odontella sinensis*, *Polymyxus coronalis* e *Triceratium favus* foram registradas em todas as horas, com 100% de ocorrência. Ainda nesta categoria (muito frequente) estiveram outras 17 diatomáceas e uma clorofícea, *Monactinus simplex* (88% de ocorrência).

Dos táxons classificados na categoria frequente, 17 táxons pertencem à divisão Ochrophyta, um táxon pertence à divisão Chlorophyta (espécie *Closterium setaceum*) e dois táxons pertencem à divisão Dinophyta (espécies *Neoceratium fusus* e *Pseudanabaena* sp). As demais espécies distribuíram-se nas categorias pouco frequente e esporádica (Apêndice F).

5.14.5. Densidade do microfitoplâncton

O fitoplâncton total apresentou diferença significativa na variação sazonal ($H_c = 29,62$; $p = 0,00$) com valores que oscilaram entre 1.100 cel.L^{-1} (P2, maio/2012) e $92.200 \text{ cel.L}^{-1}$ (P4, setembro/2011) (Figura 29) (APÊNDICE C), sendo mais elevado durante os meses setembro, período menos chuvoso, e janeiro, período de transição. Entretanto, a variação entre os pontos de amostragem não foi significativa ($H_c = 2,52$; $p = 0,47$), nem a variação entre maré ($H_c = 1,74$; $p = 0,19$).

Figura 29: Variação da densidade do microfitoplâncton (cel.L^{-1}) no estuário de Guajará Mirim (Vigia-Pa), durante um ciclo anual. 1= Ponto 01; 2= Ponto 02; 3= Ponto 03; 4= Ponto 04.



Nos meses de estudo, as diatomáceas predominaram quantitativamente sobre os demais grupos com 93,52% da densidade total. As espécies que mais contribuíram para esses valores foi o *Coscinodiscus concinnus*, seguido por *Polymyxus coronalis*, *Actinocyclus normanii* e *Aulacoseira granulata*.

No mês de setembro, os táxons que apresentaram maiores valores de densidade foram *Coscinodiscus concinnus*, *Polymyxus coronalis* e *Actinocyclus normanii*, que juntos chegaram a apresentar valor 99% ($21.500 \text{ cel.L}^{-1}$) do total de densidade, no ponto 02, maré enchente (Figura 30). É importante ressaltar que o *Coscinodiscus concinnus* predominou nos meses (setembro e janeiro) em que a salinidade foi intermediária.

Em novembro, os táxons que dominaram quantitativamente foi a cianobactéria *Pseudanabaena* sp em vários pontos, que chegou a apresentar 59% ($10.400 \text{ cel.L}^{-1}$) da densidade total no ponto 04 maré vazante, e com menor evidência às diatomáceas *Coscinodiscus concinnus*, *Polymyxus coronalis* e *Actinocyclus normanii* (Figura 30).

Em janeiro, as espécies *Coscinodiscus concinnus*, *Polymyxus coronalis*, *Pseudanabaena* sp e *Cymatosira belgica* foram responsáveis pelos elevados valores de densidade, com destaque para a diatomácea *Coscinodiscus concinnus* que apresentou densidade superior a 58% do total de táxons em todos os pontos (Figura 30).

No mês de março, as espécies que predominaram em termos de densidade foram *Aulacoseira granulata*, *Polymyxus coronalis*, *Coscinodiscus concinnus*, com ocorrência em todos os pontos, e *Cymatosira belgica*, *Actinocyclus normanii* e *Melosira nummuloides*, em várias amostras. Vale ressaltar que a *Aulacoseira granulata* e *Polymyxus coronalis* predominaram no período chuvoso (março e maio) (Figura 30).

No mês de maio, as espécies *Aulacoseira granulata*, *Polymyxus coronalis* e *Coscinodiscus concinnus* foram novamente dominante em todos os pontos, e *Melosira nummuloides* ocorreu em menor destaque (Figura 30).

Já no mês de julho, os táxons de maior densidade foram *Chaetoceros compressus*, *P. coronalis* e *C. concinnus*. Sendo que a espécie *C. compressus* aparece com exclusividade neste mês em quantidade expressiva, em várias amostras (Figura 30), vale ressaltar que neste mês a salinidade foi relativamente maior que no mês de setembro, sendo assim, o período de estiagem do ano de 2012 não foi contínuo, quando comparado a 2011.

A densidade microfitoplanctônica, durante as nictemerais, variou de 2.000 cel.L⁻¹ (às 02h00 min, no mês de março) a 30.000 cel.L⁻¹ (às 08h00 min, em novembro) (Figura 31) (APÊNDICE), sendo as diferenças entre as nictemerais significativas (Hc= 4,86; p= 0,027), com os maiores valores no mês de novembro. Já a diferença diária, a variação os valores de densidade não foi significativa (Hc= 5,65; p= 0,58).

Entre as nictemerais, as diatomáceas predominaram em termos de densidade, com 82% do total. As espécies que mais contribuíram para esse resultado foram: *Actinocyclus normanii*, *Polymyxus coronalis*, *Coscinodiscus concinnus*, *Aulacoseira granulata*, *Cymatosira belgica*, *Thalassionema nitzschioides* e *Skeletonema costatum*.

Na nictemeral de novembro, as principais espécies responsáveis pela densidade do microfitoplâncton foram à cianobactéria *Pseudanabaena* sp, com 54% às 23h00 min, e as diatomáceas *Actinocyclus normanii*, com 47% às 5h00 min, *Polymyxus coronalis*, com 29% às 2h00 min e *Coscinodiscus concinnus*, com 26% também às 2h00 min (Figura 32).

E na nictemeral do mês de março, as espécies que tiveram destaque na densidade do microfitoplâncton foram às diatomáceas: *Aulacoseira granulata*, com 50% às 2h00 min, *Polymyxus coronalis*, com 36% às 5h00 min, *Cymatosira belgica*, com 29% às 17h00 min e *Coscinodiscus concinnus*, com 25% às 2h00 min (Figura 32).

Figura 30: Variação da densidade do microfitoplâncton em termos percentuais, no estuário do rio Guajará-mirim (Vigia - PA). Enc= maré enchente; vaz= maré vazante. 1= ponto01; 2= ponto02; 3= ponto 03; 4= ponto04.

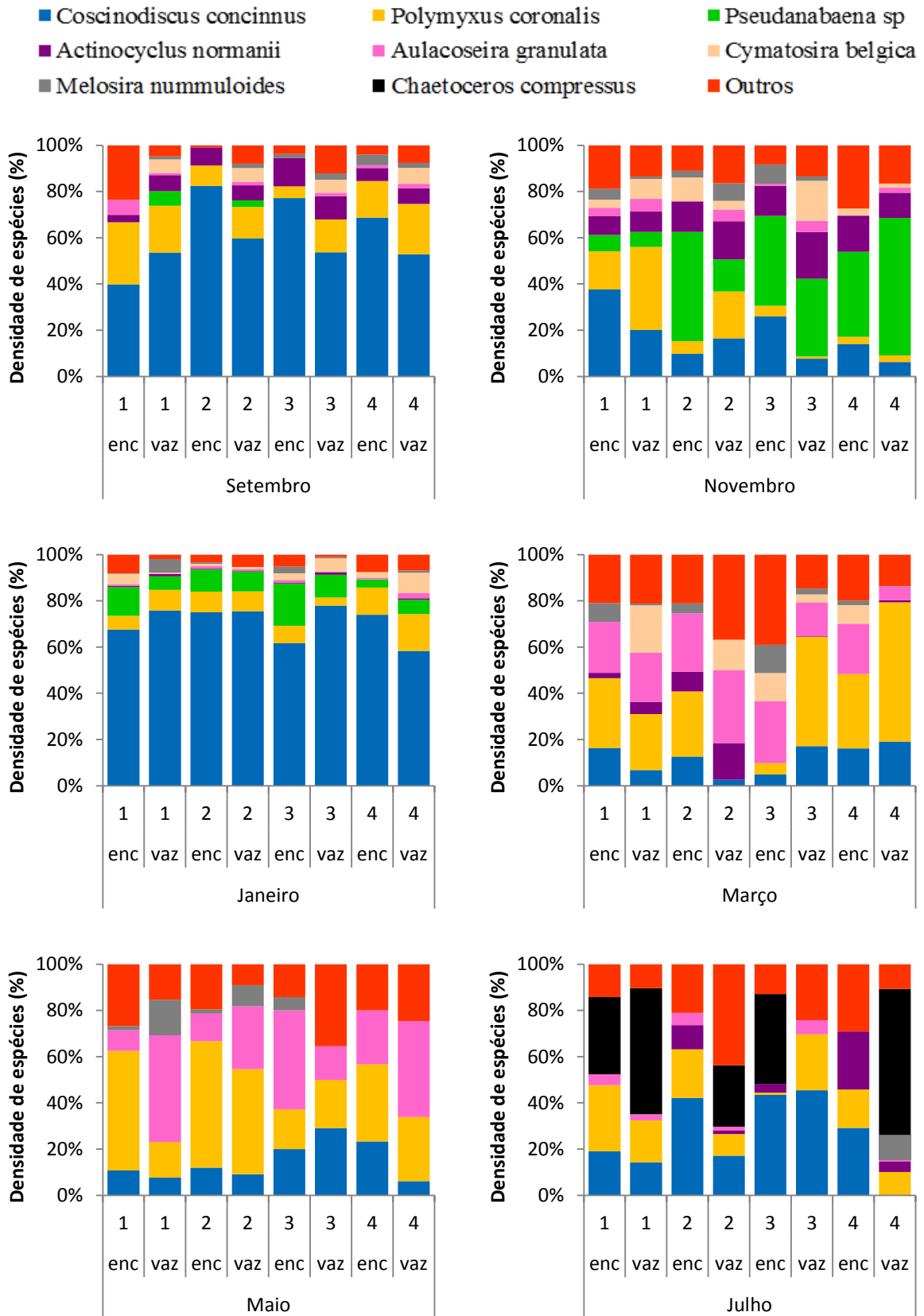


Figura 31: Variação nictemeral da densidade do microfitoplâncton (cel.L^{-1}) no estuário de Guajará Mirim (Vigia-Pa), durante os meses de novembro e março.

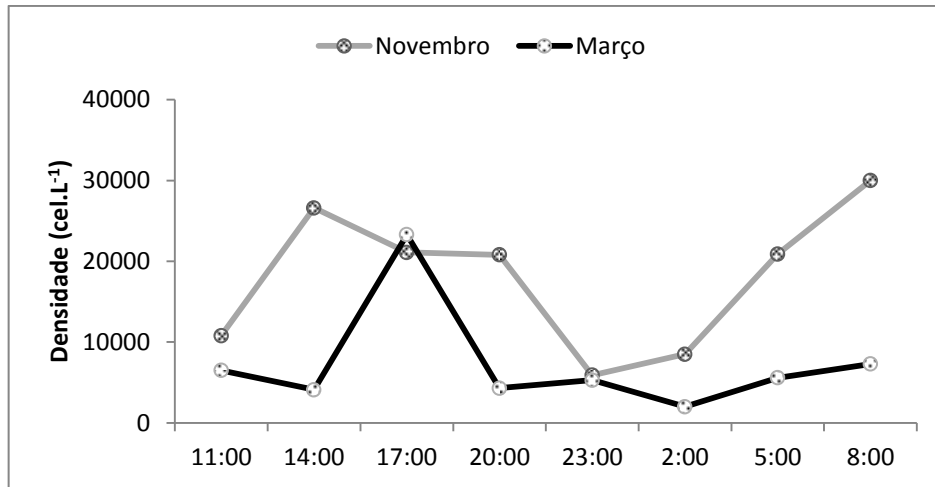
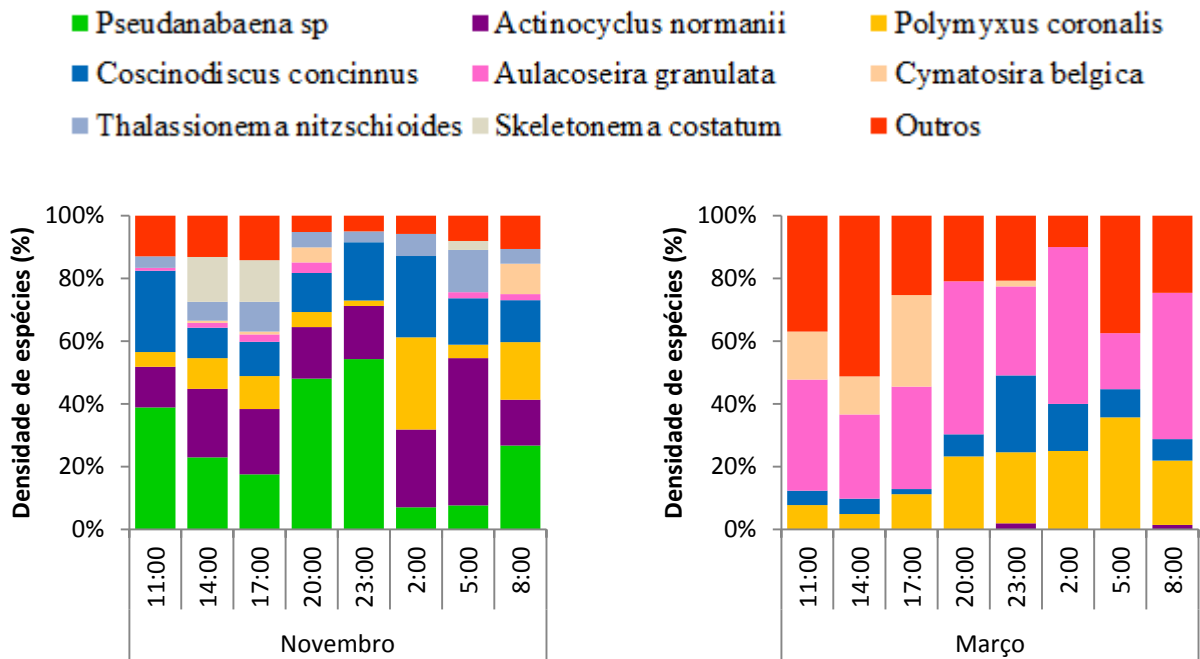


Figura 32: Variação nictemeral da densidade do microfitoplâncton em termos percentuais, no estuário do rio Guajará-mirim (Vigia - PA). Enc= maré enchente; vaz= maré vazante. 1= ponto01; 2= ponto02; 3= ponto 03; 4= ponto04.

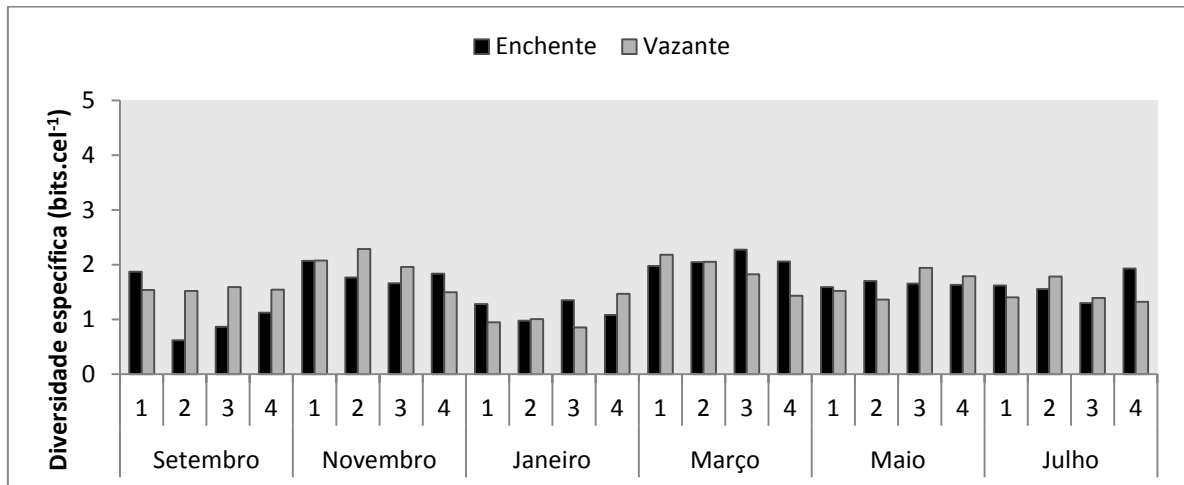


5.14.6. Diversidade e equitabilidade

A diversidade específica apresentou menor valor de $0,62 \text{ bits.cel}^{-1}$ no ponto 02, maré enchente, em setembro de 2011, e maior valor de $2,29 \text{ bits.cel}^{-1}$ também no ponto 02, maré enchente, em novembro de 2011. Portanto, a diversidade variou entre muito baixa a média,

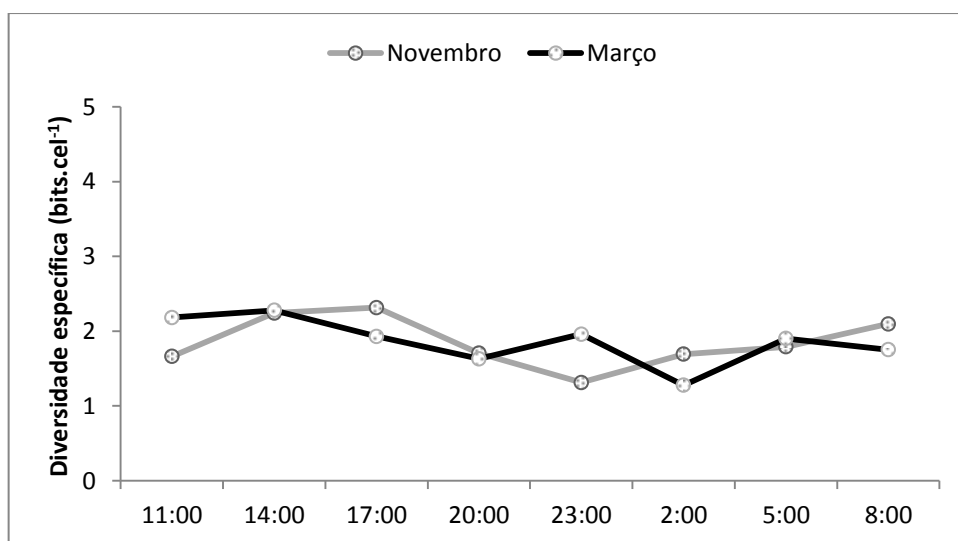
contudo, teve predominância da diversidade baixa (entre 1 e 2 $\text{bits}\cdot\text{cel}^{-1}$) com uma estrutura pouco diversificada, para os períodos sazonais (Figura 33).

Figura 33: Índices de diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{cel}^{-1}$) da comunidade microfitoplanctônica ao longo do estuário de Guajará Mirim.



Ao longo da nictemeral, a diversidade específica variou de baixa (com menor valor de $1,28 \text{ bits}\cdot\text{cel}^{-1}$ às 2h:00 min, março) à média (com maior valor $2,31 \text{ bits}\cdot\text{cel}^{-1}$ às 17h00 min em novembro) (Figura 34) sem um padrão definido de variação entre a variação diária.

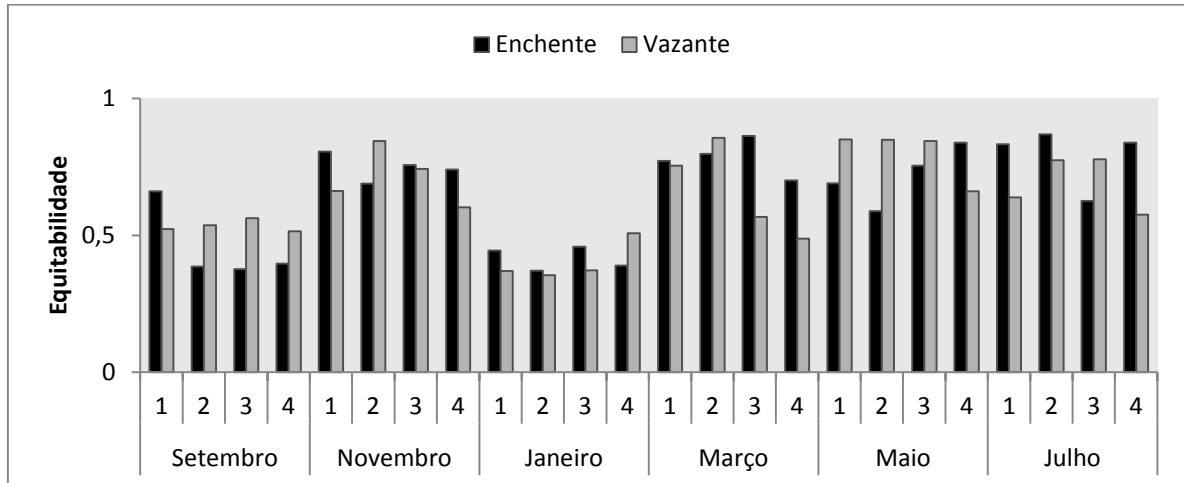
Figura 34: Variação nictemeral dos índices de diversidade específica ($\text{bits}\cdot\text{cel}^{-1}$) da comunidade microfitoplanctônica ao longo do estuário de Guajará Mirim.



Durante os meses de coleta, foi registrada a predominância de equitabilidade elevada, oscilando entre 0,37 e 0,87, portanto, distribuição uniforme de todas as espécies na amostra.

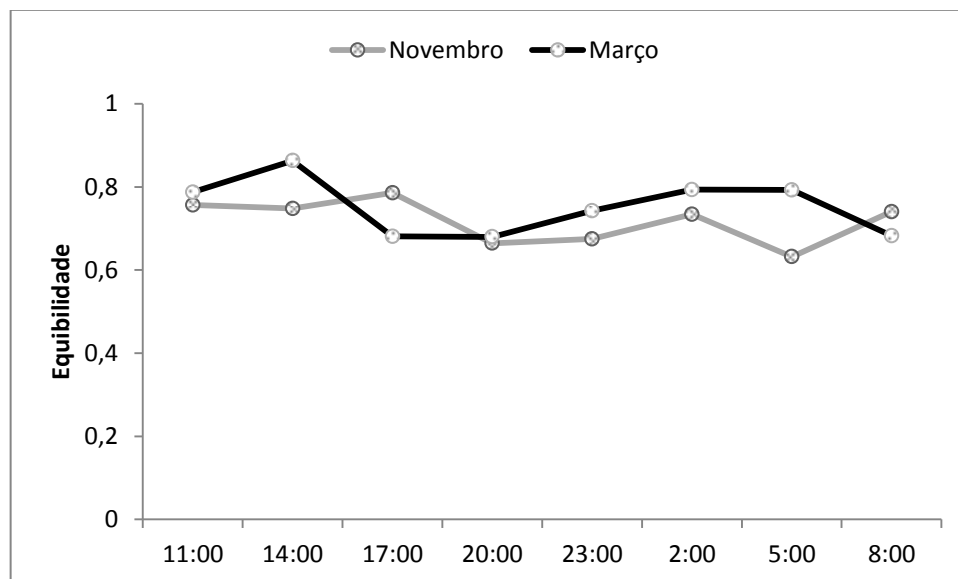
Enquanto que no mês de setembro e janeiro, foi registrado menor valor, com tendência a baixa uniformidade (Figura 35).

Figura 35: Índices de equitabilidade da comunidade microfitoplanctônica ao longo rio estuário de Guajará Mirim.



Ao longo da nictemeral, os valores de equitabilidade variaram entre 0,63 e 0,86, apresentando distribuição uniforme de todas as espécies na amostra, para cada nictemeral (Figura 36).

Figura 36: Variação nictemeral dos índices de equitabilidade da comunidade microfitoplanctônica ao longo rio estuário de Guajará Mirim.



5.15. ANÁLISE MULTIVARIADA

5.15.1. Análise de agrupamento para variáveis hidrológicas

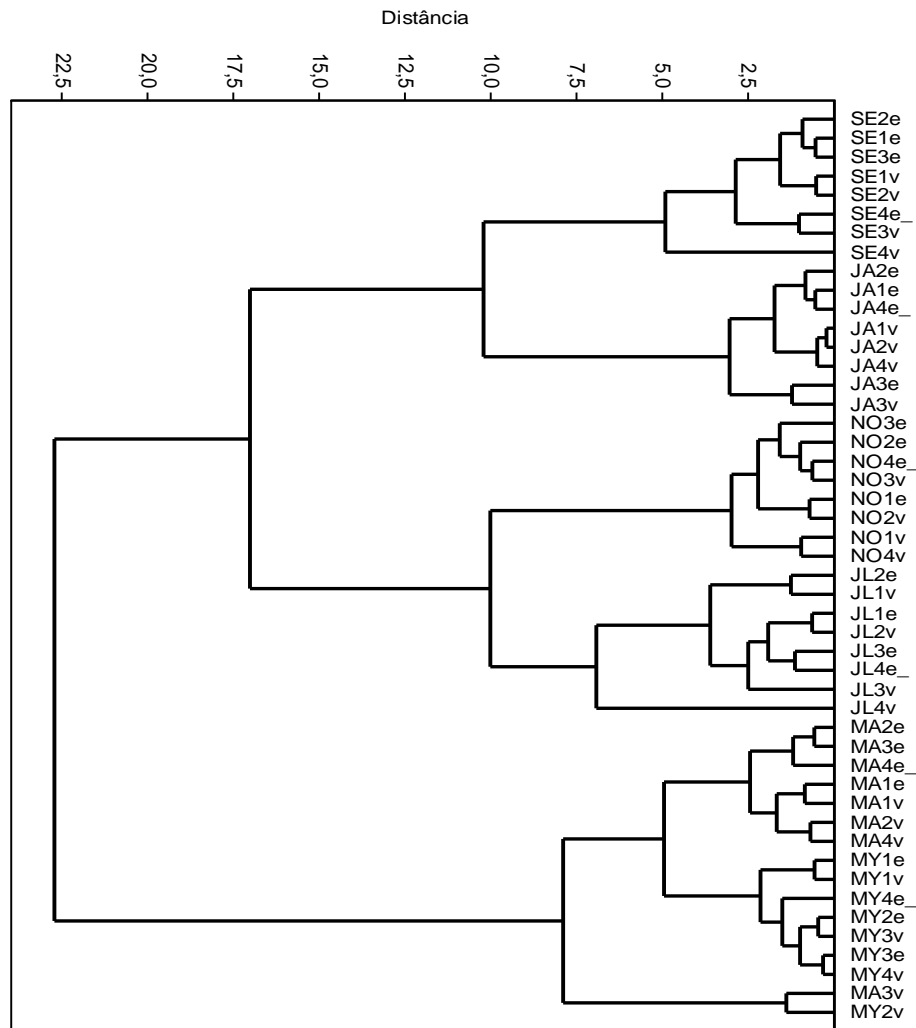
De acordo com a análise, foi registrada a formação três grandes grupos (nível de similaridade acima de 60%, para a maioria das amostras), sendo relacionados principalmente com o período sazonal e os meses de estudo.

O primeiro grupo é composto pelos meses de março e maio, que compreendem os meses de maior precipitação pluviométrica e em decorrência disto, maiores concentrações de silicato, material em suspensão, nitrato e nitrogênio amoniacal. Já o segundo grupo é composto pelos meses de julho e novembro, sendo os meses de menor precipitação pluviométrica e com maiores valores de salinidade, principalmente, além de concentrações maiores de nitrito. No entanto, vale destacar que a precipitação pluviométrica no mês de julho esteve menor em relação à média climatológica, justificando assim o fato de ser considerado um dos meses mais secos.

O terceiro grupo representa os meses de setembro e janeiro, estes podem ser considerados meses de transição entre os períodos mais e menos chuvosos. Onde os valores das variáveis hidrológicas ficaram em concentrações intermediárias entre os dois períodos citados, no entanto, é importante ressaltar que neste período foram onde ocorreram as maiores concentrações de clorofila-*a*, podendo estar relacionada à disponibilidade de nutrientes e, talvez, de uma melhor transparência da água.

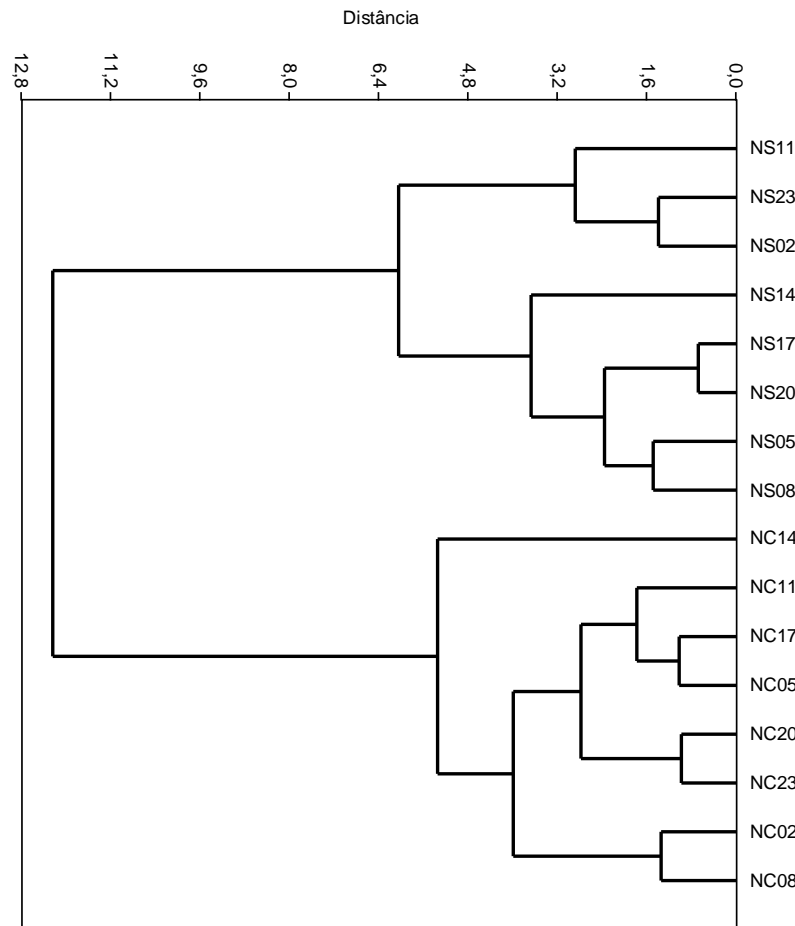
Com a análise de agrupamento, pode-se perceber que a formação dos grupos está diretamente ligada aos períodos de coleta, no entanto, não foi encontrada formação de grupos em relação aos pontos de coleta e ao ciclo de maré. Indicando, assim, que não existe diferença espacial no local de estudo e nem influência do ciclo de marés nas variáveis hidrológicas (Figura 37).

Figura 37. Dendograma da associação das amostras coletadas no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante um ciclo anual.



Para os dados do ciclo nictemeral, a análise de associação de amostras demonstrou que houve alto grau de similaridade na maior parte das amostras (acima de 70%), sendo notada a formação de dois grupos que estão relacionados com os meses estudados. Onde o grupo 1 associaram todas as amostras do mês de novembro (NS) e no grupo 2, as amostras do mês de março (NC) (Figura 38).

Figura 38. Dendograma da associação das amostras coletadas no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará), durante as nictemerais dos meses de novembro e (NS) março (NC).



5.15.2. Interação entre espécies e variáveis ambientais

A análise de correspondência canônica (ACC) confirmou haver relação significativa entre as espécies dominantes e as variáveis ambientais ($p < 0,001$). A ordenação mostra o agrupamento de espécies, pontos de coleta, períodos bimensais e variáveis ambientais significativas (pluviometria, salinidade, pH, OD, material em suspensão e silicato). Os eixos 1 e 2 explicaram 31,2% da variância de espécies no gradiente de variação ambiental, em que a correlação das espécies com as variáveis ambientais foi alta, explicando 84,4% da ordenação canônica nos dois primeiros eixos (Tabela 05).

Os fatores ambientais estiveram associados com algumas espécies, estando em relação direta com a salinidade, no eixo 1, *Actinocyclus normanii*, *Thalassiosira* sp, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Pseudanabaena* sp, *Skeletonema costatum*, *Odontella sinensis*, *Coscinodiscus jonesianus*, *Schuetzia annulata*, *Navicula* sp, *Odontella regia* e *Coscinodiscus obscurus*, as quais apresentaram correlação inversa com a pluviosidade

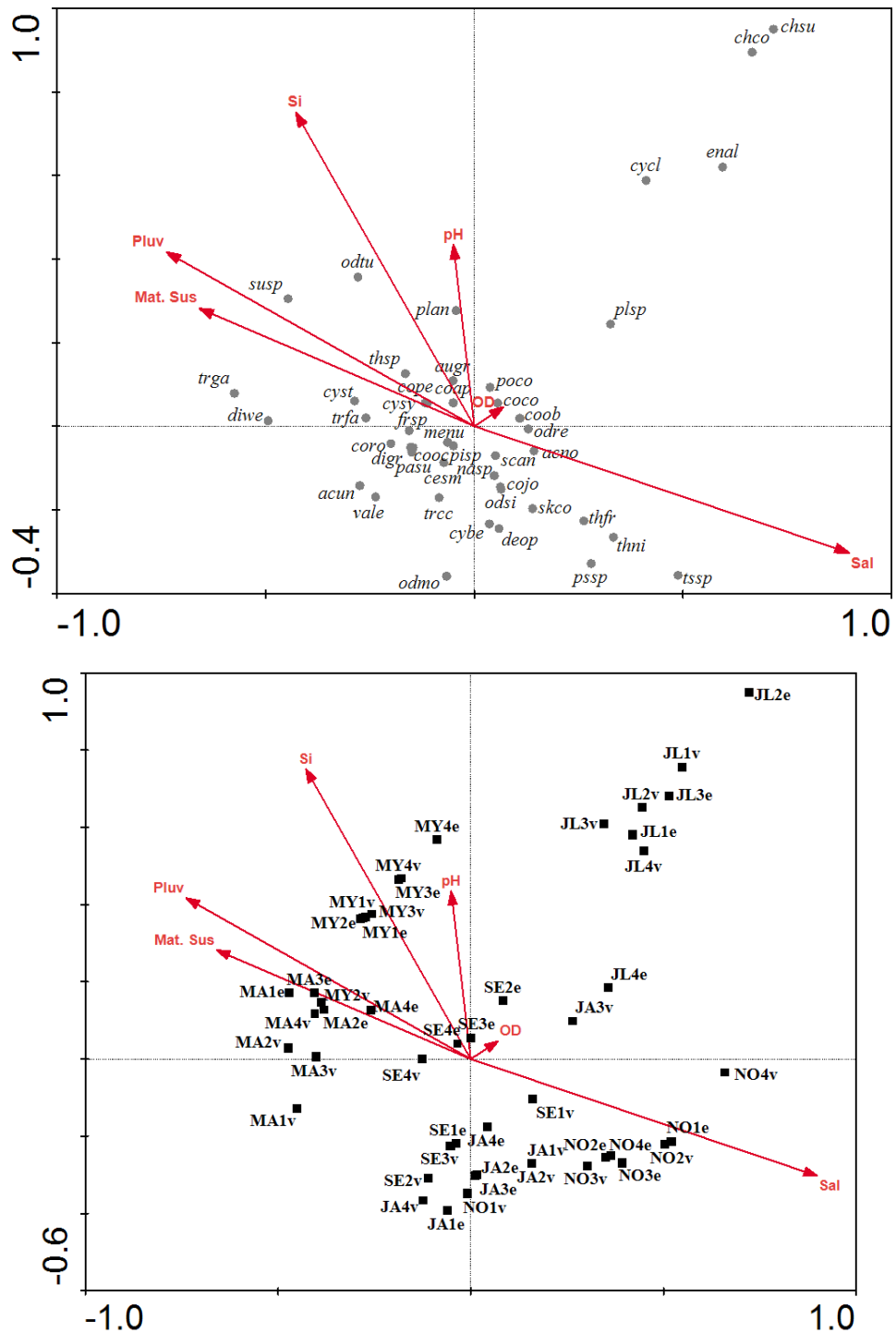
(silicato, nitrato, material em suspensão e nitrogênio amoniacal). No eixo 2, silicato e pH estiveram relação direta com as espécies *Odontella turgida*, *Pleurosigma angulatum*, *Aulacoseira granulata*, *Coscinodiscus apiculatus*, *Coscinodiscus perforatus* e *Thassionema* sp (Figura 39).

A ordenação das unidades pontuais mostrou agrupamento nítido dos grupos de espécies com os períodos climáticos (chuvoso e menos chuvoso), pois, no eixo 1, a salinidade teve relação direta com os pontos dos meses de novembro e janeiro, os quais também apresentam relação inversa com pluviometria, nitrato, material em suspensão e nitrogênio amoniacal. Já o grupo de espécies dos meses de março e maio aconteceu o inverso, apresentaram relação direta com pluviometria, nitrato, material em suspensão e nitrogênio amoniacal, e inversa com salinidade. Já o eixo 2, o pH apresentou correlação positiva com os pontos de coleta dos meses de maio e julho, principalmente (Figura 39).

Tabela 05: Estatística e coeficientes de correlação entre as espécies do microfitoplâncton e as variáveis ambientais dos dois primeiros eixos da ACC, no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará).

	Eixo1	Eixo2
Eigenvalues	0,164	0,134
Varição dos dados bióticos (%)	11,10	20,10
Varição da relação espécie-ambiente (%)	29,90	54,50
Correlação espécie-ambiente	0,916	0,893
Teste de Monte Carlo:		
Significância do primeiro eixo canônico – <i>p</i>	0,001	
Significância do segundo eixo canônico – <i>p</i>	0,001	
	Coeficiente Canônico	
	Eixo 1	Eixo 2
Salinidade	0,8183	-0,2667
pH	-0,0457	0,3825
Oxigênio dissolvido	0,0643	0,0408
Material em suspensão	-0,6001	0,2486
Silicato	-0,3898	0,6616
Pluviometria	-0,6721	0,3670

Figura 39. Ordenação da ACC (Análise de correspondência canônica), baseados nas variáveis ambientais e as principais espécies de microfítolplâncton no estuário de Guajará Mirim (Vigia, Pará).



Legendas: Sal= Salinidade; OD= oxigênio dissolvido; Si= silicato; Pluv = pluvimetria; Mat. Sus= material em suspensão; acno= *Actinocyclus normanii*, tssp = *Thalassiosira* sp; thni=*Thalassionema nitzschioides*; thfr=*Thalassionema frauenfeldii*; pssp=*Pseudanabaena* sp; skco=*Skeletonema costatum*; odsi=*Odontella sinensis*; cojo= *Coscinodiscus jonesianus*; scan= *Schuetzia annulata* ;nasp= *Navicula* sp; odre=*Odontella régia*; coob = *Coscinodiscus obscurus*; odtu= *Odontella turgida*; plan=*Pleurosigma angulatum*; augr=*Aulacoseira granulata*; coap= *Coscinodiscus apiculatus*; cope=*Coscinodiscus perforatus*; thsp= *Thalassionema* sp. As unidades pontuais são identificadas pelas iniciais do mês (se= setembro; no= novembro; já = janeiro; ma = março; my = maio; jl= julho), pelo número do ponto de coleta (1= P1; 2= P2; 3= P3, 4= P4) em condições de maré (e= enchente; v= vazante).

6. DISCUSSÃO

Estuários são ambientes extremamente dinâmicos, sujeitos a amplas oscilações dos parâmetros físico-químicos e hidrológicos, em diferentes escalas temporais e com diferenças ambientais circunstanciais. As comunidades, por sua vez, modulam-se em função de fatores extrínsecos (temperatura, ventos, pluviosidade, entrada de nutrientes) e intrínsecos (maré, salinidade, vazão do rio) (WHITFIELD et al., 1999; BLABER, 2002).

De maneira geral, a pluviometria apresentou um padrão sazonal definido (chuvoso e menos chuvoso), no presente estudo, e foi um fator de grande importância na variação sazonal dos parâmetros hidrológicos (temperatura, salinidade, pH, oxigênio dissolvido, material em suspensão, n-amoniacal, nitrito, nitrato, fosfato, silicato) clorofila-*a* e biológicos, o qual condicionou as características ambientais do estuário em estudo, fato que pode ser ratificado no estudo feito por Cardoso (2009), também realizado no estuário de Guajará Mirim, PA. E em outros estuários brasileiros evidenciam a influência da variabilidade sazonal do regime pluviométrico sobre os parâmetros hidrológicos e biológicos, onde altera fortemente a dinâmica dos estuários, como observado no estuário do rio Formoso, PE (HONORATO-DA-SILVA et al., 2009) e no estuário do rio Caeté, PA (MATOS et al., 2011).

Nos estuários tropicais a temperatura é sempre elevada e as pequenas variações que ocorrem no ciclo sazonal dependem do grau de insolação e de outras condições meteorológicas (HONORATO-DA-SILVA et al., 2004). As águas amazônicas apresentam média de 29°C, e sofrem variações anuais pouco acentuadas, ligadas principalmente aos padrões sazonais (SIOLI, 1964; PAIVA et al., 2006).

No estuário de Guajará Mirim a temperatura da água esteve dentro das faixas das regiões tropicais, apresentando baixa variação térmica, visto que a mudança ocorre ao longo dos meses. Quanto ao padrão espacial, o estuário pode ser classificado como homogêneo termicamente. Esse padrão foi evidente em outros estuários, a exemplo do estuário do rio Ariquindá- PE, onde foi observada a variação sazonal da temperatura da água (GREGO et al., 2009), e no estuário do rio São Francisco (Entre Alagoas e Sergipe), onde foi observada temperatura uniforme, com pequena variação espacial e entre maré (MELO-MAGALHÃES et al., 2011).

A variação nictemeral da temperatura na área de estudo foi bastante estável ao longo do dia, não evidenciando uma variação nictemeral definida. Essa pequena variação térmica é comum em estuários tropicais, semelhante ao registro por Figueiredo et al. (2006) nas Barras

Orange e Catuama (PE), Costa (2010) no estuário do rio Curuçá (Pa). Souza et al. (2009a) na Ilha Canela (PA), porém, observaram variação significativa de temperatura com maiores valores registrados durante as horas de maior intensidade luminosa. Entre as nictemerais de novembro e março foi observada variação, devido à influência sazonal e o regime pluviométrico.

A salinidade é um dos parâmetros fundamentais para o desenvolvimento de uma comunidade em estuários, tornando-se fator condicionante para o estabelecimento das espécies, visto que pode oscilar em função da maré e da vazão dos rios. Além de servir tanto para delimitar o início e o término de um estuário, como também, influenciar a distribuição dos organismos (FEITOSA et al. 1999). Segundo Quinlan; Phlips (2007), a salinidade parece ser o fator que melhor explica as variações dos táxons fitoplanctônicos em estuários.

Nas porções superiores (próximo a foz) de um estuário, os processos fluviais são os determinantes da dinâmica costeira, e as marés apenas exercem influência na oscilação do nível das águas e na penetração de uma cunha salina pelo fundo dos canais que induz a migração da fauna marinha até o baixo curso dos rios (PERILLO, 1996; CAMARGO; ISAAC, 2003). Segundo Barbosa (2007), esta é a realidade das porções mais internas do estuário do rio Pará, a exemplo do furo da Laura, de Guajará-Mirim.

Na área estudada, a salinidade apresentou uma nítida sazonalidade, com menores teores no período de maior precipitação pluviométrica (meses de março e maio) e maiores no período menos chuvoso (novembro). Segundo classificação de Veneza (1958), expandido por Carriker (1967), o estuário em estudo foi classificado como limnético, oligohalino e mesohalino, sendo que a oscilação ocorreu ao longo do ano. Em relação à variação espacial e variação das marés, o padrão de circulação da salinidade comportou-se de forma homogênea.

Os valores de salinidade registrados no estuário de Vigia são semelhantes a outros estudos na área de influência da Bacia do Marajó, como observado por Paiva et al. (2006) no estuário do rio Guamá (PA) e Sodré et al. (2011) em três estuários amazônicos (estuário do rio Arari, Paracauari e baía do Guajará). E menores do que a outros estuários da região nordeste paraense, onde os teores podem chegar a 39, durante o período menos chuvoso (MAGALHÃES et al. 2006; CONTENTE et al. 2007; SOUZA et al. 2008; COSTA, 2010).

A variação nictemeral da salinidade, no estuário em estudado, não foi significativa, sendo considerado um parâmetro com certa estabilidade ao longo do dia. Variações nictemerais em ciclos de 24 horas de salinidade também foram estudadas por Souza, et al. (2009) para a ilha Canela (PA), e por Figueiredo et al. (2006) nas Barras Orange e Catuama (PE), onde a variação nictemeral foi bastante definida, acompanhando o ciclo de marés. Entre

as nictemerais dos meses de novembro e março, a diferença foi significativa, com maiores valores no mês de novembro, mês de menor precipitação pluviométrica.

Os valores de pH foram de ligeiramente ácidos (nos meses de novembro, janeiro, março, maio e julho) à levemente básicos (no mês de setembro), que reflete as diferentes influências da água doce ou a água do mar, para os diferentes meses, com variação sazonal. Normalmente, o pH nos estuários e baías mantém-se geralmente alcalinos, podendo apresentar, também, valores ácidos e neutro que, segundo Costa e Macedo (1987/89), deve-se à produção de ácido sulfídrico. Porém, a variação espacial e entre os regimes de marés não foi significativa. Os valores semelhantes de pH foram registrados por Sodré et al. (2011), em três estuários do estado do Pará. Diferentemente do resultado obtido no estuário do rio Curuçá (COSTA, 2010; PALHETA, 2005) que observaram um padrão alcalino durante todo o período de estudo.

No estudo da nictemeral, também não foi registrado variação significativa diária e entre os meses nos valores de pH da água, onde se mantiveram acima de 6,17. A característica frequente do pH observada nos ambientes costeiros não apresenta padrão de variação definido, devido à água do mar apresentar um efeito tampão (SCHMIEGELOW, 2004).

Os valores de oxigênio dissolvido no estuário de Guajará Mirim apresentaram variação sazonal significativo, com maiores concentrações nos meses de setembro (referente ao período menos chuvoso) e principalmente no mês de janeiro (período de transição). Esses maiores teores podem estar associados a uma taxa fotossintética mais elevada no período de estiagem, já que foi observada variação sazonal nos valores de biomassa fitoplanctônica com maior concentração durante os meses de setembro e janeiro. Este padrão sazonal também foi observado em outro sistema estuarino do rio Ariquindá (PE) (GREGO et al. 2009). No entanto, no ambiente estudado não apresentou variação espacial nem entre maré.

Macêdo e Costa (1978) classificaram o ambiente estuarino em: Zona saturada – com teores acima de 100%; Zona de baixa saturação – com teores entre 50 e 100%; Zona semi-poluída – com teores entre 25 e 50%; Zona poluída – com teores abaixo de 25%. Baseado neste sistema de classificação verifica-se que, os elevados valores de OD encontrados permitiram classificar o estuário de Guajará Mirim como zona saturada em todos os pontos das coletas sazonais, com exceção do ponto 01 na maré enchente (novembro/2011), em que foi classificado como zona de baixa saturação. Portanto, este parâmetro foi importante indicador de que a área apresenta uma grande capacidade de renovação hídrica local que favorece a oxigenação da coluna d'água como observado em outros ambientes estuarinos (LOSADA et al. 2003, BASTOS et al. 2005; HONORATO-DA-SILVA, et al. 2009).

A variação nictemeral dos valores de oxigênio dissolvido, no ambiente estudado, não foi significativa ao longo do dia. Entretanto, a diferença entre os meses de novembro e março foi significativa, com maiores valores no mês de novembro. A área estudada apresentou-se como zona saturada em todos os horários (MACÊDO; COSTA 1978), durante as duas coletas nictemerais, padrão observado por Souza et al. (2009a), na Ilha Canela - PA.

No sistema estuarino de Guajará Mirim o material em suspensão apresentou uma nítida variação sazonal, com maior concentração no período chuvoso, e apresentou relação com os parâmetros nitrato e silicato. Não apresentou influência dos ciclos de marés e nem variação espacial. Losada et al. (2003), trabalhando no rio Mamucaba (PE), encontraram teores bem menores de material em suspensão em relação aos obtidos neste trabalho e relataram que houve uma relação inversa do material em suspensão com a salinidade, como foi aqui registrado.

Na área estudada, o padrão de distribuição da concentração dos nutrientes nitrogenados (NO_2^- -N, NO_3^- -N) foi bem caracterizado por variações entre os períodos sazonais, com teores mais elevados no período de maior precipitação pluviométrica para o nitrato, evidenciando uma contribuição da drenagem terrestre no aporte deste nutriente. A distribuição dos nutrientes nestes corpos d'água é controlada por processos físicos, topográficos, químicos, biológicos e sedimentológicos (ANDE; XISAN, 1989), tendo como principais fontes às descargas fluviais e águas de drenagem terrestre provocada pelas chuvas.

A determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição. O nitrogênio amoniacal apresenta concentrações elevadas, em locais próximos a efluentes urbanos, sendo esse parâmetro um bom indicador de contaminação orgânica recente. Em caso de poluição mais remota os íons nitrito e nitrato apresentam concentrações maiores, sendo estas duas formas de nitrogênio menos tóxicas em relação ao nitrogênio amoniacal (OLIVEIRA et al., 2004).

Os valores obtidos para N-amoniacal tiveram variação sazonal significativa, sendo mais elevados durante o período chuvoso devido ao pico ocorrido no ponto P3 no mês de março e no ponto P2 em maio e esses pontos são mais próximos à cidade podendo indicar uma possível influência dos efluentes domésticos. No entanto, não houve diferença significativa entre os pontos de coleta e entre os ciclos de maré.

Este parâmetro não apresentou, entretanto, um padrão de distribuição e variação definido durante o ciclo nictemeral, entre as horas e entre os meses de novembro e março. Resultado distinto foi observado semelhante ao relatado por Flores Montes et al. (1998) em estudos realizados no Canal de Santa Cruz (PE), onde houve uma diferença nictemeral.

Segundo Ketchum (1969), Shiroyamat et al. (1975) e Tundisi; Tundisi (1976) os principais elementos limitantes da produção de matéria orgânica pelo fitoplâncton são o nitrogênio combinado em várias formas inorgânicas e fósforo.

A concentração de nitrito na área estudada apresentou uma variação em relação à sazonalidade, com valores maiores no período menos chuvoso (referente aos meses de novembro/2011 e julho/2012). Porém, não houve influência entre os pontos de coleta e entre os ciclos de maré. Verificou-se que o nitrito apresentou as mais baixas concentrações, fato esperado, uma vez que este tem a capacidade de rápida oxidação, sendo convertido em nitrato, Padrão semelhante também foi evidenciado por Honorato-da-Silva (2004) no estuário do rio Formoso (PE).

No estudo da nictemeral, não foi observada influência na variação entre as horas para os valores de nitrito. Porém, entre os meses de novembro e março, houve variação, com valores maiores no mês de novembro.

Quanto ao nitrato, verificou-se que as concentrações variaram significativamente ao longo do ano, sendo registrada maiores concentrações no período chuvoso. Padrão de variação semelhante foi registrado por Losada et al. (2003) nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba (PE). Também foi observado que as maiores concentrações de nitrato não coincidiram com as mais altas concentrações de clorofila-*a*, evidenciado que estes provavelmente foram utilizados no processo fotossintético. Quanto à variação entre os pontos e entre os regimes de maré, não foi observado variação, para o ambiente estudado.

No estudo da nictemeral, não foi registrada variação entre as horas para os teores de nitrato. Entretanto, foi observada variação significativa entre os meses de novembro e março com valores maiores no mês de março.

Quanto ao fosfato, verificou-se uma variação sazonal, sendo os menores valores registrados no mês de novembro (período menos chuvoso), com discreta elevação no período chuvoso (março e maio), da mesma forma como na Barra das Jangadas (LACERDA et al. 2004). Quanto à variação espacial e entre os ciclos de maré, não foi observado diferença significativa, ao contrario do padrão encontrado por Noriega et al. (2005) no estuário de Barra das Jangadas, onde relataram que este nutriente mostrou variação espacial .

No estuário estudado, a variação nictemeral dos teores de fosfato não ocorreu ao longo do dia. Entretanto, houve variação entre os meses de novembro e março, com maiores teores no mês de março.

A importância das concentrações de sílica no meio está relacionada à ecologia das diatomáceas, cujas frústulas de sílica são a base estrutural da parede celular (DARLEY,

1982). No presente trabalho, o silicato apresentou um padrão sazonal nítido, com maiores teores no período chuvoso, portanto teve relação com a chuva, fato que pode ser explicado por um menor consumo pelas diatomáceas, uma vez que pode ser visualizada a relação inversa do silicato com a biomassa fitoplanctônica como o observado por Aktan et al.(2005) na baía de İzmit (Turquia), onde os autores associaram a pouca disponibilidade do nutriente no período de estiagem e ao consumo pelas diatomáceas. Padrão semelhante de sazonalidade foi observado por Lacerda et al. (2004), no estuário do rio Botafogo (PE) e por Flores Montes (1996), no canal de Santa Cruz (PE), onde o mesmo, além de justificar o aumento deste nutriente pelo menor consumo das diatomáceas atribuiu-o também aos processos geoquímicos e à diferença de densidade das massas d'água provocada pelo aumento da salinidade das águas costeiras marinhas.

A variação nictemeral dos teores de silicato não ocorreu entre as horas. Já entre os meses, teve diferença, com maiores valores no mês de março.

A determinação da biomassa fitoplanctônica através da extração da clorofila-*a* é um dos métodos mais precisos que possibilita a avaliação da comunidade dos produtores primários aquáticos. Nos estuários paraenses, ainda há uma carência de estudos nessa natureza.

Nos estuários tropicais as maiores concentrações de clorofila *a* pode ocorrer no período de estiagem, sendo o maior fator condicionante para isso ocorra é a chuva, pois ela pode aumentar a quantidade de material em suspensão, limitando a camada fótica, podendo afetar o desenvolvimento do fitoplâncton e diminuir as concentrações da biomassa (LOSADA, 2000).

Para o estuário estudado, a biomassa apresentou variação significativa entre os períodos climáticos, com teores mais elevados durante os meses de setembro (período menos chuvoso) e janeiro (período de transição), o que pode ser justificado por ser o material em suspensão o fator limitante no estuário, uma vez que, com a diminuição do material em suspensão da água nesse período, verificaram-se os maiores teores. Fato este também pode ser descrito para o Golfão Maranhense (AZEVEDO et al. 2008); no estuário do rio dos Passos - PE (AQUINO et al. 2012) e no estuário dos rios Mamucaba e Ilhetas (LOSADA et al. 2003). Ao contrário, na Ilha Canela, Bragança-PA (SOUZA et al. 2009); no estuário do rio Caeté, Bragança-PA (MATOS et al. 2011) e na Ilha de Maiandeuá (MATOS et al. 2012). Observou-se também que a biomassa fitoplanctônica no estuário não apresentou diferenças significativas quanto ao regime de maré e a espacialidade. Não foi possível identificar um gradiente entre as estações, pois esta variou de forma alternada.

Mediante o sistema de classificação de Passavante (2003), os valores de biomassa algal obtidas no rio Guajará Mirim permitiram caracterizar a zona estuarina como oligotrófico, com teores que variado de 0,26 a 4,97 mg.m³ em praticamente todos os meses, mostrando indicativos de ser uma área ainda isenta do processo de eutrofização.

Quanto à variação nictemeral, dos teores de clorofila-*a* não tiveram variação significativa entre os horários de coleta, como observado por Souza et al. (2009a). Já entre as nictemerais foi registrada diferença significativa nos valores de clorofila, com maiores teores no mês de março. Segundo o sistema de classificação de Passavante (2003), observou-se também que os valores de biomassa fitoplanctônica comportaram-se como característica de ambiente oligotrófico.

No estuário de Guajará Mirim, o microfitoplâncton é constituído por Ochrophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Dinophyta e Euglenophyta. A composição observada foi de 165 táxons, durante todo o estudo, foi superior ao registrado por Cardoso (2009) na mesma área de estudo, cuja composição encontrada foi de 75 táxons. No entanto, assim como Cardoso (2009), o presente estudo evidenciou a predominância da divisão Ochrophyta (78%). A dominância de diatomáceas tem sido constatada em regiões costeiras amazônicas, destacando-se os trabalhos de: Sousa et al. (2008), em águas costeiras da Amazônia, na ilha Canela (PA); Santana et al. (2010), no estuário do rio Marapanim (PA); Paiva et al. (2006) que constataram as diatomáceas como o grupo de maior representação na baía do Guajará e foz do rio Guamá (PA), as quais apresentaram 56% na composição florística; além de constituírem, segundo Silva-Cunha e Eskinazi-Leça (1990), uma parcela significativa da flora de água doce e serem um dos principais componentes da flora marinha.

A dominância destas microalgas decorre principalmente de sua alta taxa de crescimento em relação aos demais grupos fitoplanctônicos, como também devido a sua natureza eurihalina e a sua preferência por ambientes eutróficos, peculiares a estes ecossistemas (PATRICK, 1967; EGGE; AKSNES, 1992; SILVA-CUNHA, 2001).

A divisão Chlorophyta foi registrada como o segundo grupo de maior importância qualitativa no estuário de Vigia. Este padrão também foi descrito em outros estuários, onde as clorofíceas contribuíram mais de 12,70% de táxons registrados (PAIVA et al. 2006; SANTIAGO, et al. 2010; SANTANA et al. 2010).

De forma geral, as maiores distribuições das clorofíceas foram observadas basicamente no período chuvoso (março e maio/2012) e na nictemeral do mês de março/2012. Na área de estudo, como pode ser visto em outros estuários do norte e nordeste brasileiro, a presença de Chlorophyta foi relacionada com os menores valores de salinidade. Smayda

(1983) também observaram a presença de Chlorophyta durante o predomínio do fluxo limnética.

Os dinoflagelados ocorreram apenas no período menos chuvoso (novembro/2011 e julho/2012), o que indica a influencia do fluxo marinho para a inserção desses indivíduos na área estudada. A ausência deste grupo no período chuvoso pode ser justificada pela baixa salinidade e alta concentração de material em suspensão, uma vez que estes organismos tem preferência por áreas com alta salinidade e transparência.

Para Eskinazi-Leça et al. (2004), a maioria dos organismos deste grupo vive no plâncton de regiões tropicais, habita preferencialmente as regiões oceânicas, é susceptível às variações de salinidade e temperatura, apresenta uma distribuição desigual, podendo ainda, segundo Smayda (1958), ser encontrados em áreas estuarinas com melhor desenvolvimento em salinidades em torno de 15.

A divisão Cyanophyta teve pouca representatividade na composição florística local, e o número de espécies permaneceu constante, sendo seus representantes provenientes, principalmente dos rios. Apesar da baixa contribuição da divisão Cyanophyta, elas são de fundamental importância na avaliação da qualidade dos sistemas aquáticos contribuindo bastante para a biomassa e produção primária em oceanos tropicais e subtropicais (AGAWIN et al., 2003).

A Euglenophyta foi pouco representativa, totalizando 1% da flora local, encontrada no mês de março (nictemeral referente ao mês de maior índice pluviométrico), colaborando com Paiva et al. 2004, que em estudo na foz do Igarapé Tucunduba observaram que a maioria das espécies de euglenofíceas ocorreu durante o período menos chuvoso. Esse grupo é típico de ambientes continentais, ricos em matéria orgânica (ALVES-DA-SILVA; BRIDI, 2004).

Na área estudada, a presença de espécies marinhas foi bastante significativa (96 táxons), onde predominaram as espécies marinhas litorâneas e eurihalinas. Em outros trabalhos realizados no nordeste paraense foi observado a predomínio de espécies neríticas e eurihalinas (COSTA, 2001; PAIVA et al. 2006; CARDOSO, 2009; SANTANA et al. 2010). Quanto aos táxons que exibiram maiores valores da densidade, houve predomínio das espécies marinha litoral e marinha litorânea nerítico-oceânica, para todo o período estudado. Costa (2010) evidenciou a predominância de espécies marinhas planctônicas neríticas e marinhas planctônicas nerítico-oceânicas no estuário do rio Curuçá-Pa.

Os valores de riqueza taxonômica apresentaram variação sazonal significativa, com maiores valores no período chuvoso (meses de março e maio), devido a um maior aporte de água doce no estuário e de espécies limnéticas, fato também observado no estuário do rio

Formoso-PE (HONORATO-DA-SILVA, et al. 2009) e no Porto de Recife (SANTIAGO et al. 2010). No entanto, diatomáceas foram o grupo dominante do fitoplâncton. Observou-se também que a riqueza no estuário não apresentou diferenças significativas quanto ao regime de maré e a espacialidade.

A riqueza taxonômica durante as nictemerais não apresentou diferença significativa na variação diária e entre amostragens do mês de novembro e março.

As espécies muito frequentes que caracterizaram a área de estudo com 100% de ocorrência foram *Coscinodiscus concinnus*, *Odontella regia*, *Odontella sinensis* e *Polymyxus coronalis*, ainda nesta categoria, estiveram outras 18 diatomáceas. Estas espécies são de ocorrência comum para o estado do Pará (PAIVA et al. 2006; SOUSA et al. 2008; CARDOSO, 2009; SANTANA et al. 2010; SODRÉ, et al. 2011; MATOS et al. 2011). As diatomáceas constituem o grupo mais representativo em regiões estuarinas e correspondem aos principais produtores desses ecossistemas (PROCOPIAK et al. 2006).

Entretanto, as demais espécies pertencentes às outras divisões foram distribuíram-se nas categorias pouco frequente e esporádica. Cardoso (2009) relatou que no estuário de Vigia-Pa apesar da baixa variabilidade espacial e sazonal dos parâmetros físico-químicos e da baixa salinidade, este estuário não apresenta condições propícias ao desenvolvimento destes táxons.

Dentre as espécies registradas nas nictemerais, foram registradas 28 espécies muito frequentes, sendo 27 pertencentes ao grupo das diatomáceas e uma clorofícea, *Monactinus simplex* (88% de ocorrência).

Diversos autores têm observado que as variações quantitativas ocorridas na riqueza e densidade microfitoplanctônica em mares tropicais estão mais relacionadas aos períodos anuais. Atribuem à precipitação pluviométrica grande importância, podendo influenciá-la direta ou indiretamente (KOENING e ESKINAZI-LEÇA, 1990).

A densidade do fitoplâncton apresentou uma variação sazonal marcante, constatou-se que os valores de densidade mais elevados durante os meses de setembro e janeiro (período menos chuvoso e de transição), este padrão de variação ocorreu na Baía de Tamandaré – PE (ROSEVEL-DA-SILVA, et al. 2005). Sendo as maiores concentrações de clorofila-*a* foram registradas durante esse período. Dentre os grupos fitoplanctônicos, as diatomáceas foram quantitativamente mais representativas durante o período estudado, padrão este descrito em outros ambientes amazônicos (COSTA, 2010; SODRÉ, et al., 2011).

Durante os meses de setembro e janeiro, a espécie *Coscinodiscus concinnus* foram dominantes em todos os pontos de coleta. Este dado corrobora com os resultados encontrados por Cardoso (2009) para o estuário em estudo, assim como esta espécie ocorreu em outros

ambientes da região amazônica (PAIVA, et al., 2006; MONTEIRO et al., 2009; SANTANA et al., 2010; SODRÉ et al., 2011; MATOS et al., 2012). Dentre os trabalhos pioneiros na Região Norte do Brasil, pode-se citar o de Müller-Melchers (1957), o qual observou que a flora é constituída principalmente por *Coscinodiscus concinnus*.

No mês de novembro foi observado que o gênero *Pseudanabaena* sp foi dominante em praticamente todos os pontos. Em sistemas salobros rasos, como lagoas costeiras e sistemas estuarinos, esses grupos fitoplanctônicos tendem a dominar, por apresentarem estratégias adaptativas às condições de elevadas temperaturas, águas enriquecidas e baixa turbulência (PAERL 1988, QUINLAN; PHILIPS 2007).

Durante os meses de março e maio houve o predomínio das espécies *Aulacoseira granulata* e *Polymyxus coronalis*. A espécie *Polymyxus coronalis* tem sido considerada como característica de águas salobras e indicadoras deste tipo de ambiente na região amazônica (MOREIRA-FILHO; VALENTE-MOREIRA; TRIPPIA-CECY, 1974). No estudo de Paiva et al. (2006), realizado na baía do Guajará e foz do rio Guamá, esta espécie foi considerada dominante, chegando a representar mais de 50% do microfitoplâncton.

No mês de julho foi registrado que a espécie *Chaetoceros compressus* dominou em termos quantitativos, correspondendo ao período menos chuvoso. Esta diatomácea foi registrada apenas no período menos chuvoso, sendo espécie planctônica nerítica oceânica. Padrão semelhante foi registrado por Ferreira et al. (2010), em três praias urbanas do litoral sul de Pernambuco.

Portanto, as espécies que caracterizaram o ambiente e que são dominantes para o estuário do Guajará Mirim, são: *Coscinodiscus concinnus* para os meses de setembro e janeiro, *Pseudanabaena* sp para o mês de novembro, *Polymyxus coronalis* e *Aulacoseira granulata* para os meses de março e maio e, *Chaetoceros compressus* para o mês de julho, evidenciando a importância da precipitação pluviométrica para a distribuição sazonal das espécies.

A diversidade específica predominantemente baixa foi atribuída à dominância das espécies *Coscinodiscus concinnus* para os meses de setembro e janeiro, *Pseudanabaena* sp para o mês de novembro, *Aulacoseira granulata* e *Polymyxus coronalis* para o mês de março e maio e a espécie *Chaetoceros compressus* para o mês de julho. A diversidade baixa, aliada à dominância de poucas espécies é comumente observada em locais estuarinos (CARDOSO, 2009; HONORATO-DA-SILVA et al. 2009; AQUINO 2012). Quando a comunidade é dominada por uma ou poucas espécies, a diversidade decresce (OMORI; IKEDA 1984). A equitabilidade dos meses de setembro e janeiro apresentou valores menores quando

comparados com os meses de novembro, março, maio e julho, demonstrando que na maior parte do ano as espécies possuem uma distribuição uniforme.

Para as amostragens nictemeraias a diversidade específica foi considerada baixa, fato relacionado à dominância de *Pseudanabaena* sp e *Actinocyclus normanii* no mês de novembro e *Aulacoseira granulata* e *Polymyxus coronalis* no mês de março. Os valores de equitabilidade demonstraram que as populações do fitoplâncton apresentaram uma distribuição uniforme.

A análise de agrupamento mostrou a formação de três grandes grupos, em que foram observados os efeitos sazonais sobre a separação desses grupos, e indicou a precipitação pluviométrica e a salinidade como o principal fator que determina a densidade das diferentes comunidades do fitoplâncton. O primeiro grupo foi caracterizado a partir de meses com maior precipitação pluviométrica (meses de março e maio), enquanto que o segundo grupo foi composto por meses de menor índice pluviométrico e com maiores valores de salinidade (meses de novembro e julho). Já o terceiro grupo foi representado por meses de transição entre os períodos mais e menos chuvosos (meses de setembro e janeiro), onde os valores das variáveis hidrológicas ficaram em concentrações intermediárias entre os dois períodos citados, no entanto, é importante ressaltar que neste período foram onde ocorreram as maiores concentrações de clorofila-*a*, podendo estar relacionada a disponibilidade de nutrientes e, talvez, de uma melhor transparência da água. Este padrão de agrupamento foi semelhante ao encontrado por Matos et al. (2011), no estuário do rio Caeté, PA.

De acordo com a análise de associação das amostras, para os dados da variação nictemeral, evidenciaram-se a formação dois grupos que estão relacionados com os meses estudados. O grupo 1, composto por amostras coletadas do mês de novembro, independente na variação diária; grupo 2 associado por amostras coletadas do mês de março. Esta diferença está relacionada a precipitação pluviométrica. Um padrão semelhante foi observado por Costa (2010) onde descreveu sobre a variação nictemeral do fitoplâncton no estuário do rio Curuçá-Pa, e também registrou a formação de dois grupos.

A representação gráfica da análise dos componentes canônicos revelou a influência das variáveis físicas e químicas no padrão de distribuição das espécies, com o primeiro eixo representando o gradiente sazonal da salinidade determinado pelo regime pluviométrico, separando os períodos sazonais, enquanto que o segundo eixo separou as amostragens do período chuvoso, representando o gradiente da disponibilidade de silicato.

Algumas espécies foram importantes na separação dos grupos encontrados, tais como *Actinocyclus normanii* e *Thalassiosira* sp, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassionema*

frauenfeldii, para o período menos chuvoso (relação direta com a salinidade e inversa com a pluviosidade). Essas diatomáceas são comumente observadas em ambientes estuarinos amazônicos (PAIVA et al. 2006; CARDOSO, 2009; SOUZA et al. 2009; SENA, 2012) e algumas dessas tem caracterizado a comunidade fitoplanctônica de ecossistemas costeiras, sob influência da pluma Amazônica (Cupp, 1943 e Hendey 1964). Já no segundo grupo, as espécies *Odontella turgida*, *Pleurosigma angulatum*, *Coscinodiscus apiculatus*, *Aulacoseira granulata*, a qual teve relação direta com silicato e pH. A *Aulacoseira granulata* apresentou elevada densidade no período chuvoso, sendo favorecida pela maior concentração de silicato e pH próximo à alcalinidade. De acordo com Reynolds et al. (2002), diatomáceas cêntricas, como *A. granulata* tem preferência por condições de menor disponibilidade de luz, sendo frequentes e abundantes em ambientes com mistura vertical da coluna d'água (Reynolds et al., 2002).

7. CONCLUSÃO

O estuário Guajará Mirim é um ambiente que apresenta efeito das oscilações sazonais sobre os parâmetros hidrológicos (salinidade, pH, temperatura, oxigênio dissolvido, material em suspensão, n-amoniaco, nitrito, nitrato, fosfato, silicato e clorofila-*a*) e sobre o microfitoplâncton (riqueza e densidade).

A dinâmica de marés, espacialidade e o ciclo nictemeral não exerceram influência sobre os parâmetros hidrológicos e sobre o microfitoplâncton.

As diatomáceas constituíram o grupo de maior riqueza taxonômica, e dominaram em termos quantitativos em praticamente todo o período estudado, sendo registrada uma nova ocorrência para a região norte: *Schuetzia annulata*.

A diversidade específica foi predominantemente baixa para o ciclo anual estudado e as nictemerais, devido à dominância de algumas diatomáceas em praticamente todos os meses, identificando a importância desse grupo.

As espécies que caracterizaram o ambiente e que são dominantes para o estuário do Guajará Mirim, são: *Coscinodiscus concinnus* para os meses de setembro e janeiro, *Pseudanabaena* sp para o mês de novembro, *Polymyxus coronalis* e *Aulacoseira granulata* para os meses de março e maio e, *Chaetoceros compressus* para o mês de julho, evidenciando a importância da precipitação pluviométrica para a distribuição sazonal das espécies.

De forma geral, os baixos teores de sais nutrientes, elevada taxa de saturação do oxigênio e baixa concentração de clorofila *a* foram indicativos de uma área ainda isenta do processo de eutrofização.

A densidade do fitoplâncton e a clorofila-*a* apresentaram variação sazonal definida, sendo mais elevada durante os meses de setembro e janeiro (período onde a precipitação pluviométrica apresenta valores intermediários entre o período mais chuvoso e menos chuvoso).

As variáveis hidrológicas influenciam na estrutura da comunidade microfitoplânctônica em termos sazonais, como demonstrado na análise de correspondência canônica. E indica que o regime pluviométrico, salinidade e material em suspensão são os principais fatores controladores da diversidade e densidade microfitoplânctônica local.

REFERÊNCIAS

- AGAWIN, N. S. R.; DUARTE, C. M.; AGUSTÍ, S.; MCMANUS, L. Abundance biomass and growth rates of *Synechococcus* sp. In: A tropical coastal ecosystem (Philippines, South China Sea). *Estuarine Coastal Shelf Science*, v.56, p.493-502, 2003.
- AKTAN, Y, I TÜFEKCV, HI TÜFEKCV & G AYKULU. Distribution patterns, biomass estimates and diversity of phytoplankton in İzmit Bay (Turkey). *Estuary. Coast. Shelf Sci.* 64: 372-384, 2005.
- ALVES-DA-SILVA, S. M.; BRIDI, F. C. Euglenophyta in the Jacuí Delta State Park, Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. 3. The genus *Strombomonas* Defl. *Acta Botanica Brasiliense*. v. 18, n. 3, p. 555-572, 2004.
- AMINOT, A. CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin**. Brest, CNEXO, 1983. 379p.
- ANA– Agência Nacional de Águas (**Portal: www.snirh.gov.br/**). Acesso em 22/03/2013.
- ANDE, F.; XISAN, J. Tidal effect on nutrient exchange in Xiangshan Bay, China. *Marine Chemistry*, Amsterdam, v. 27, n. 3/4, p. 259-281. 1989.
- ANJOS, D. L.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G. ; HONORATO-DASILVA, M. Biomassa fitoplanctônica correlacionada aos fatores hidrológicos estuário do rio Capibaribe (Recife, Pernambuco). ***Tropical Oceanography***, v. 40, p. 167-184, 2012.
- APHA. **Standard Methods**. 19th ed. American Public Health Association. Washington, DC. 1995.
- AQUINO, E. P. Fitoplâncton do estuário do rio dos Passos (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, UFPE, Recife, 87p., 2012.
- AQUINO, E. P.; FIGUEIREDO, L. G. P.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J. Z. O. Biomassa fitoplanctônica e fatores ambientais em um estuário tropical do Brasil.. ***Tropical Oceanography*** (Online), v. 40, p. 17-28, 2012.
- ATTRILL, M. J. & RUNDLE, S. D. Ecotone or ecocline: ecological boundaries in estuaries. ***Estuarine, Coastal and Shelf Science***. v. 55, p. 929-936, 2002.
- AZEVEDO, A. C. G.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. ***Acta Botânica Brasilica***, v. 22, n. 3, p. 870-877, 2008.
- BALECH, E. **Los Dinoflagelados del Atlantico Sudoccidental**. Madrid: Publicaciones Especiales - Instituto Español de Oceanografía. 1988. 310 p.
- BARBOSA, E. J. S. Unidades de relevo em zona costeira estuarina: Municípios de Colares e Santo Antônio do Tauá (PA). , Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Dissertação (Mestrado em Geografia), UFPA, Belém, 2007, 96p.

BASTOS, R.B.; FEITOSA, F.A.N.; MUNIZ, K. Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrologia no estuário do rio Una (Pernambuco – Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n. 1, p. 1–18, 2005.

BASTOS, R. B.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L.; MACHADO, R. C. A.; MUNIZ, K. Caracterização de uma zona costeira tropical (Ipojuca- Pernambuco- Brasil): produtividade fitoplanctônica e outras variáveis ambientais. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, p. 01-10, 2011.

BATISTA, G. J.; CHEN, A. R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. de O. Estudos preliminares sobre o manguezal e o zooplâncton associado como indicadores da qualidade ambiental do estuário do rio Formoso - PE (Brasil) e aspectos socioeconômicos e educacionais. In: Encontro Nacional de Educação Ambiental em Áreas de Manguezal, 6, 2000, João Pessoa. **Anais do VI Eneam. Parnaíba: Ibama-MMA**, Resumo v. 1. p. 69. 2000.

BICUDO, C. E. M. & MENEZES, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. RIMA, São Carlos. 2005.

BLABER, S. J. M. Fish in hot water: the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. *Jornal of fish biology*, 61: p. 1-20, 2002.

BOLD, H. C.; WYNNE, M. J. **Introduction to the Algae: Structure and reproduction**. New Jersey: Prentice-Hall. 1985. 720 p.

BONEY, A. D. **Phytoplankton**. 2º ed, London: E, Arnald. 118p. 1989.

BORGES, G. C. P.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; SANTIAGO, M. F.; LIMA, J. C. Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em área portuária, Nordeste de Pernambuco. **Tropical Oceanography**, v. 40, p. 309-318, 2012.

BOURRELLY, P. Les algues d'eau douce. Initiation a la systématique. III. Les algues bleues et rouges, les Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines. 2. ed. **Paris: Éditions N. Boubée & Cie.**, 512 p., 1970.

BRAAK C. J. F. & SMILAUER P. Canoco Reference Manual and CanoDraw for Windows Users guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, New York. 2002.

BRANCO, C. W. C. & CAVALCANTI, C. G. B. **A ecologia das comunidades planctônicas no Lago Paranoá**. In: HENRY, R. (Ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: Fapesp/Fundibio, p.573-595, 1999.

BRANCO, E. S.; FEITOSA, F. A. N.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; NEUMANN-LEITÃO, S.; VITORIO, U. S. R.; Variação sazonal das algas planctônicas correlacionadas com parâmetros ambientais no estuário de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes – PE – Brasil) **Boletim Técnico Científico CEPENE**, v. 14, p. 17-23, 2006.

BRANDINI, F. P.; FERNANDES, L. F. Microalgae of the continental shelf off Paraná state, southeastern Brazil: a review of studies. **Revista Brasileira de Oceanografia**. v. 44, n. 1, p. 69-80. 1996.

CALIJURI, M. C.; ALVES, M. S. A.; SANTOS, A. A. **Cianobactérias e Cianotoxinas em Águas Continentais**, 2 Ed. São Carlos: Rima, 118p., 2006.

CAMARGO, M.; ISAAC, V. J. Ictiofauna estuarina. In: FERNANDES, M. E. B. (org.). Os manguezais da costa norte brasileira. São Luis: Fundação Rio Bacanga, 2003, p. 105-142.

CARDOSO, F. F. C. Dinâmica da comunidade microfitorplanctônica relacionada com os parâmetros físico-químicos do estuário do Rio Guajará-Mirim (Vigia-Pa). 2009, 76p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Pará, 2009.

CARMO, T. N. S. Os manguezais ao norte da baía de Vitória, Espírito Santo. In: Simpósio Sobre ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese dos Conhecimentos, 1987, Cananéia. **Anais... São Paulo**: ACIESP, v.1, p. 173-194. 1987.

CARRET, J. M.; HERGENRADER, G. L.; TROELSTRUP, N. H. A simple inexpensive method for cleaning diatoms. **Trans. Am. Microsc. Soc.**, [S.l.], v. 105, n. 2, p. 152-157, 1986.

CARVALHO, M. C. Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo. 2003. 130 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - **Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2003.

CAVALIER-SMITH, T. A revised six-kingdom system of life. **Biol. Rev.** 73: 203-266. 1998.

CLEVE-EULER, A. Die Diatomeen Von Schweden und Finland. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. **fjärde ser.**, v. 4, n. 1, p. 1-255, 1953.

CONTENTE, C. T.; PALHETA, G. D. A.; MELO, N. F. A. C.; RAMOS, C. A. R.; PAIVA, R. S. Variação nictemeral do ictioplâncton no estuário do rio Curuçá (Pará-Brasil), durante os períodos chuvoso e seco. **Boletim Técnico-científico do CEPNOR**, v. 7, n. 1, p. 27-40, 2007.

COSTA, B. O. **Variação nictemeral do microfitorplâncton em um estuário do nordeste paraense, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Instituto de Ciências Biológicas. UFPA, 102 p., 2010.

COSTA, K. M. O.; MACEDO, S. J. Estudo hidrológico do Rio Timbó (Pernambuco-Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, Recife, v. 20, n. 2, p. 7-34, 1987/1989.

COSTA, L. T. R. **Sedimentação holocênica no estuário do Rio Araguari-AP**. 1996. 148p. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade Federal Pará, Brasil, Centro de Geociências. Belém. 1996.

COSTA, R. M. Biodiversidade planctônica na zona costeira amazônica. In: Simpósio Zona Costeira Amazônica, 2007, Belém-Pa. **Anais da 59ª Reunião da SBPC**. Belém-PA. 2007.

COSTA, R. M.; MATOS, J. B.; PINTO, K. S. T.; PEREIRA, L. C. C. Phytoplankton of a dynamic Amazon sandy beach, Proceedings 12th International Coastal Symposium (Plymouth, England), **Journal of Coastal Research**, Special Issue N. 65, p. 1751-1756, 2013.

COSTA, V. B.; SOUSA, E. B.; PINHEIRO, S. C. C.; PEREIRA, L. C. C.; da COSTA, R. M. Effects of a high energy coastal environment on the structure and dynamics of phytoplankton communities (Brazilian Amazon littoral). **Journal of Coastal Research**, Special Issue 64, p. 354-358, 2011.

CROSSETTI, L. O. & BICUDO, C. E. M. Phytoplankton as a monitoring to in a tropical urban shallow reservoir (Garças pond): the assemblage index application. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 610, p. 161-173, 2008.

CUNHA, M. G.; ESKINAZI-LEÇA, E. Catálogo das Diatomáceas (Bacillariophyceae) da Plataforma Continental de Pernambuco. Recife: SUDENE- PG/PRN/RPE/UFPE Departamento de Oceanografia, 1990. 308 p.

CUPP, E.E. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California, v.5, p.1-238, 1943.

DAJOZ, R. Ecologia Geral. Petrópolis, 3^a ed., **Vozes**, 1978. 474 p.

DARLEY, W. M. Algal biology: a physiological approach. Oxford: Blackwell Cientific Publications, 1982. 168 f. (Basic microbiology).

DESIKACHARY, T. V. **Cyanophyta**. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research, 1959. 686p.

DODGE, J. D. **Marine Dinoflagellates of the British Isles**. London: Her Majesty's Stationery Office, 1982. 303 p.

EGGE, J. K.; AKSNES, D. L. Silicate as regulating nutrient in phytoplankton competition. Marine Ecology Progress Series. v. 83, p. 281-289, 1992.

ELLIOT, M. MCLUSKY, D. S. De need for definitions in undestanding estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, p. 815-827, 2002.

ESKINAZI-LEÇA, E.; KOENING, M.L. & SILVA-CUNHA, M.G.G. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica. In: E. ESKINAZI-LEÇA; S. NEWMANNLEITÃO & M.F. COSTA (org.). Oceanografia: um cenário tropical. Recife: Edições Bagaço, p. 353-373. 2004.

ESKINAZI-LEÇA, E., SILVA-CUNHA, M. DA G. G., SANTIAGO, M.F., PALMEIRA BORGES, G.C., CABRAL DE LIMA, J.M., DA SILVA, M.H., DE PAULA LIMA, J. & MENEZES, M. Bacillariophyceae. In: Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Andrea Jakobsson Estúdio; Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Vol. 1. (Forzza, R.C. Eds), pp. 262-309, 2010.

FEITOSA, F. A. N.; NASCIMENTO, F. C. R.; MUNIZ, K. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros hidrológicos na Bacia do Pina

- (Recife-PE). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 27, n. 2, p. 1-13. 1999.
- FEITOSA, F. A. N.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; BRANCO, E. S. Composição do Microfitoplâncton no Sistema Estuarino de Barra das Jangadas (Jaboatão dos Guararapes-Pernambuco-Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 37, p. 63-76, 2004.
- FEITOSA, F. A. N.; BASTOS, R. B. Produtividade fitoplanctônica e hidrologia do ecossistema costeiro de Maracajaú - RN. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 40, p. 26-36, 2007.
- FERREIRA, A. N.; BERETTA M.; MAFALDA-JÚNIOR, P. M. Avaliação do impacto da dragagem sobre associação fitoplanctônica do Porto de Aratu, Baía de Todos os Santos, Bahia. **Arq. Ciênc. Mar**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 30-46, 2012.
- FERREIRA, L. C.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; KOENING, M. L.; FEITOSA, F. A. N.; SANTIAGO, M. F.; MUNIZ, K. Variação temporal do fitoplâncton em três praias urbanas do litoral sul do estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, p. 214-224, 2010.
- FERREIRA-CORREIA, M. M.; ALMEIDA, I. C. S.; DOURADO, E. C. S. Microalgas da baía de Turiaçu, APA das reentrâncias maranhenses - Uma abordagem qualitativa. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 17, n. 1, p. 1-56, 2004.
- FIGUEIREDO, J. A.; MUNIZ, K. ; MACEDO, S. J.; MONTES, M. J. F. ; FEITOSA, F. A. N. Hidrologia e biomassa fitoplanctônica nas barras Orange e Catuama(Canal de Santa Cruz), em Itamaracá-PE: Variação nictemeral. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 39, n.1, p. 5-17, 2006.
- FLORES MONTES, M. de J.; MACÊDO, S. J.; KOENING, M. L.; CORREIA, I. L.. Variação Nictemeral do Fitoplâncton e Elementos Nutrientes no Canal de Santa Cruz, Itamaracá-PE-Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**. Recife, v. 26, n. 1, p. 13-26. 1998.
- FÖRSTER, K. Amazonian Desmids. 1st part. Area Santarém. *Amazoniana*, v. 2, p. 5-232, 1969. (in German with abstract in Portuguese).
- FÖRSTER, K. Amazonian Desmids. 2nd part. Area Maués-Abacaxis. *Amazoniana*, v. 2, n. 5, p. 135-242. 1974. (in German with abstract in Portuguese).
- GESSNER, F.; KOLBE, R. W. Ein Beitrag zur Kenntnis der Algenflora des unteren Amazonas. *Berichte Deutsch. Botanischen Ges.*, v. 52, n. 3, p. 162. 1934.
- GOMES, P. F.; NASCIMENTO, A. E.; OKADA, K.; NASCIMENTO SHARIFA, A. E.; TAVARES, S.; SACONI, A. M.; MANZI, J. T. Environmental aspects of the ecosystems of rio Formoso, Pernambuco, Brasil. In: **Sustainable use of estuaries and mangroves: challenges and prospects**, Recife, CD-ROOM. 2000.

GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; HONORATO-DA-SILVA, M.; FLORESMONTES, M. J. Distribuição espacial e sazonal da Clorofila-*a* fitoplanctônica e hidrologia do estuário do rio Timbó (Paulista - PE). **Tropical Oceanography**, v. 32, n. 2, p. 181-199, 2004.

GREGO, C. K. S.; FEITOSA, F. A. N.; HONORATO-DA-SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; NASCIMENTO-FILHO, G. Fitoplâncton do ecossistema estuarino do rio Ariquindá (Tamandaré, Pernambuco, Brasil): variáveis ambientais, biomassa e produtividade primária. **Atlântica**, v. 31, p. 22-32, 2009.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 9p.

HENDEY, N. I. Fishery Investigations, Series IV. **An Introductory Account of the Smaller Algae of British coastal Waters**. Part V: Bacillariophyceae (diatoms). London: Otto Koeltz Science Publishers, 317 p., 1976.

HENDEY, N.I. An introductory account of the smaller algal of British coastal water. London: **Fishery Investigations**. (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food; Fishery Investigations Series IV; pt. 4: Bacillariophyceae – Diatoms), 90p., 1964.

HINO, K.; TUNDISI, J. **Atlas de algas da Represa do Broa**. Série Atlas. 2 ed. v.2. São Paulo: Universidade Federal de São Carlos, 143 p., 1984.

HONORATO-DA-SILVA, M.; PASSAVANTE, J.Z.O.; SILVA-CUNHA, M.G.G.; NASCIMENTO-VIEIRA, D.A.; GREGO, C. K. S.; MUNIZ, K. Distribuição espacial e sazonal da biomassa fitoplanctônica e dos parâmetros hidrológicos no estuário do rio Formoso (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). **Tropical Oceanography**, v. 32, p. 89-106, 2004.

HONORATO-DA-SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; PASSAVANTE, J.Z.O.; GREGO, C. K. S.; MUNIZ, K. Estrutura sazonal e espacial do microfitoplâncton no estuário tropical do rio Formoso, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 23, p. 355-368, 2009.

HUBER, M. E. & CASTRO, P. **Biologia marinha**. 8ª ed. Artmed, Rio de Janeiro, 480p., 2012.

HUSTEDT, F. **Die kieselalgen**. In: Rabenhorst (Ed.), L. Kryptogamen-Flora. Vol. 7(1-3). Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft. 1927-1966.

HUSTEDT, F. Die Kieselalgen. Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz. In: RABENHORST'S, L. (ed.). Kryptogamen-flora von Deustschland, Osterreich un der Schweiz 7. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft, p.1-920., 1930.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E. Aspectos quantitativos do fitoplâncton na área estuaride Suape (Pernambuco). In: ENCONTRO BRASILEIRO DE PLÂNCTON, 4., 1990, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, p. 55-60. 1991.

KINEKE, G. C.; STERNBERG, R. W.; TROWBRIDGE, J. H.; GEYSER, W. R. Fluid-mud processes on the Amazon continental shelf. **Continental Shelf Research**, Oxford, v. 16, p. 667-696, 1996.

KOENING, M.L. Ecologia e dinâmica do fitoplâncton no estuário do rio Ipojuca, após a implementação do Porto de Suape (PE, Brasil). 1997. 263 f. Tese (Doutorado em Botânica) **Departamento de Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife. 1997.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; MACEDO, S. J. Impactos da construção do porto de Suape sobre a comunidade fitoplanctônica no estuário do rio Ipojuca (Pernambuco, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 4, p. 407-420. 2002.

KOENING, M. L.; ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO, S.; MACÊDO S. J. Impacts of the construction of the Port of Suape on phytoplankton in the Ipojuca River estuary (Pernambuco-Brazil). *Braz. Archives of biology and technology*, v. 46, n. 1, p. 73-81, 2003.

LACERDA, S. R.; KOENING, M. L.; NEUMANNLEITÃO, S.; FLORES-MONTES, M. J. Phytoplankton nyctemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá-Pernambuco-Brazil). **Braz. J. Biol.**, v. 64, n.1, p. 81-94, 2004.

LEÃO, B. M.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; & SANTIAGO, M. F. Ecologia do microfítolâncton do estuário do rio Igarassu, PE, Brasil. *Acta botânica brasílica*, v. 22, n. 3, p.711-722, 2008.

LOBO, E. A.; CALLEGARO, V. L. M.; BENDER, E. P. Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadores da qualidade da água em rios e arroios da região hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul: **EDUNISC**, 2002. 127 p.

LORENZEN, C. J. Determination of chlorophyll and phaeopigments: Spectrophotometric equations. **Limnol. Oceanogr.**, (12):343-346. 1967.

LOSADA, A. P. M. Biomassa fitoplanctônica relacionada com parâmetros abióticos nos estuários dos Rios Ilhetas e Mamucaba e na Baía de Tamandaré (Pernambuco-Brasil). Recife: Dissertação (Mestrado em Oceanografia) Departamento de Oceanografia. Universidade Federal de Pernambuco. 88p, 2000.

LOSADA, A. P. M.; FEITOSA, F. A. N.; CORREIA-LINS, I. Variação sazonal e espacial da biomassa fitoplanctônica nos estuários dos rios Ilhetas e Mamucaba (Tamandaré-PE) relacionada com parâmetros hidrológicos. *Tropical Oceanography*, Recife: v. 31, n. 1, p. 1-26, 2003.

MACÊDO, S. J.; COSTA, K. M. P. Estudo ecológico da região de Itamaracá Pernambuco-Brasil, condições hidrológicas do estuário do rio Botafogo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, n. 7, p. 368, 1978.

MAFALDA-JR, P. O.; SOUZA, P. M.; SILVA, E. M. Estrutura hidroquímica e biomassa planctônica no Norte da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. *Tropical Oceanography*, Recife: v. 31, n. 1, p. 31-51, 2003

MAGALHÃES, A.; COSTA, R.M.; LIANG, T.H.; PEREIRA, L.C.C. & RIBEIRO, M.J.S. Spatial and temporal distribution in density and biomass of two Pseudodiaptomus species (Copepoda: Calanoida) in the Caeté river estuary (Amazon Region-North of Brazil). *Brazilian Journal Biology* 66 (2A): 421-430. 2006.

- MATOS, J. B.; SODRÉ, D. K. L.; COSTA, K. G.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Spatial and temporal variation in the composition and biomass of phytoplankton in an Amazonian estuary. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 64, p. 1525-1529, 2011.
- MATOS, J. B.; SILVA, N. I. S.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Caracterização qualitativa do fitoplâncton da zona de arrebentação de uma praia amazônica. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 979-990, 2012.
- MATSUZAKI, M.; MUCCI, J. L. N.; ROCHA, A. A comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**. v. 38, n. 5, p. 679-686, 2004.
- MATTEUCCI, S. D. e COLMA, A. Metodologia para el estudio de la vegetacion. Washington: The Genral Secretarial of the Organization of American States, (**Série Biologia - Monografia, 22**). 1982. 167p.
- MELO, J.S.C. **Água e Construção de Viveiros na Piscicultura**. 1999. 102 p.
- MELO, N. F. A. C.; PAIVA, R. S.; SILVA, M. M. T. Variação diurna da densidade planctônica na região intertidal da praia de Ajuruteua (Bragança-Pará). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Série Ciências Naturais, v. 1, n. 3, p. 189-200, 2005.
- MELO-MAGALHÃES, E. M.; KOENING, M. L.; SANT'ANNA, C. L. Fitoplâncton e variáveis ambientais nos canais do sistema estuarino lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas, Brasil. **Hoehnea**, v. 31, n.1, p. 73-86, 2004.
- MELO-MAGALHÃES, E. M. **Influência da eutrofização do complexo estuarino-lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas-Brasil, sobre a comunidade fitoplanctônica**. 2005. 253p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 2005.
- MELO-MAGALHÃES, E. M.; MOURA, A. N.; MEDEIROS, P. R.; LIMA, E. L. R.; KOENING, M. L. Phytoplankton of the São Francisco River estuarine region (Northeastern Brazil): A study of its diversity. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, p. 95-105, 2011.
- MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. 1.ed. São Paulo: Editora USP, 2002.
- MONTEIRO, M. D. R.; MELO, N. F. A. C.; ALVES, M. A. M. S. Composição e distribuição do microfitoplâncton do rio Guamá no trecho entre Belém e São Miguel do Guamá, Pará, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. **Ciências Naturais**. v. 4, n.3, p. 341-351. 2009.
- MOREIRA-FILHO, H.; VALENTE-MOREIRA, I. M.; TRIPPIA-CECY, I. I. Diatomáceas do Rio Guamá, Foz do rio - Belém - Estado do Pará. **Leandra**, Rio de Janeiro, v. 3-4, n. 4-5, p. 123-135. 1974.

MOREIRA-FILHO H., VALENTE-MOREIRA I. M., SOUZA- MOSIMANN R. M, e CUNHA J. A. Avaliação florística e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta-Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Estudos de Biologia**. v. 25, p. 5-48. 1990.

MOREIRA-FILHO, H.; ESKINAZI-LEÇA, E.; VALENTE-MOREIRA, I. M.; CUNHA, J. A. Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Chrysophyta- Bacillariophyceae) marinhas e estuarinas nos estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão, Pará e Amapá, Brasil. **Trabalhos Oceanográficos**. v. 27, n. 1, p. 55-90. 1999.

MORO, R. S. & FÜRSTENBERG, C. B. **Catálogo dos principais parâmetros ecológicos de diatomáceas não marinhas**. Ponta Grossa: UEPG. 282p.1997.

MULLER-KARGER, F. E.; McCLAIN, C. R.; RICHARDSON, P. L. **The dispersal of the Amazon's waters**. Nature, London, v.333, p. 56-69, 1986.

MÜLLER-MELCHERS, F. C. Plankton diatoms of the Toko-Marú voyage (Brazil Coast). **Boletim do Instituto oceanográfico de São Paulo**, v. 8, p. 111-136. 1957.

MULLIN, J. B. & RILEY, J.B. The colourometric determination of silicate with special reference to sea and natural waters. **Analytica Chim. Acta**, v. 12, pp. 31–36, 1955.

NASCIMENTO, F. C. R.; MUNIZ, K.; FEITOSA, F. A. N.; ARAÚJO, J. P.; SILVA, R. M. S.; SILVA, G. S.; FLORES-MONTES, M. J. Disponibilidade nutricional da bacia do Pina e rio Tejipió (Recife - PE - Brasil) em relação aos nutrientes e biomassa primária (setembro/2000). *Tropical Oceanography*, v. 31, n. 2, 149-169, 2003.

NORIEGA, C. D.; COSTA, K. M. P.; FEITOSA, F. A. N.; FLORES-MONTES, M. J.; GREGO, C. K. S.; SOARES, G. S. S.; SILVA, H. P. Distribuição espacial da biomassa fitoplanctônica e sua relação com os sais nutrientes, no sistema estuarino de Barra das Jangadas (Pernambuco - Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 38, p. 5-18, 2005.

ODUM, E. P. & BARRET, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 612p., 2011.

OLIVEIRA, C. M. S.; GAIGHER, L. P.; SILVEIRA, I. M. O. Concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato no no Piraquê-Uça (Aracruz — ES). I Congresso Brasileiro de Oceanografia e XIV Semana Nacional de Oceanografia. p.181. 2004.

OMORI, M.; IKEDA, T. *Methods in marine zooplankton ecology*. New York, Wiley Interscience Publication. 1984.

PADISÁK, J.; CROSSETTI, L. O.; NASELLI-FLORES, L. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. **Hydrobiologia** 621(1): 1-19. 2009.

PAERL, H.W. Nuisance phytoplankton blooms in coastal, estuarine, and inland waters. *Limnology and Oceanography*, 33: 823-847, 1988.

PAIVA, R. S. **Composição e Biomassa do Fitoplâncton da Baía do Guajará (Pará - Brasil)**. Dissertação de Mestrado. UFPE. Recife, 155 p., 1991.

PAIVA, R. S.; et al.. A ocupação urbana como fonte poluidora dos corpos d'água na região Amazônica. Estudo de caso: Composição e biomassa primária da foz do igarapé Tucunduba (Belém-Pará). In: UHLY, S.; SOUZA, E. L. (org.). A questão da água na grande Belém. cap. 10, p. 231-247. 2004.

PAIVA, R. S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; MELO, N. F. A. C. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará, Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Naturais, Belém, v. 1, n. 2, p. 133-146, maio/ago., 2006.

PALHETA, G. D. A. Composição e distribuição espaço-temporal de ovos e larvas de peixe nos estuários dos rios Curuçá e Muriá (Curuçá - Pará). Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Centro Agropecuário, Núcleo de Estudos em Ciência Animal, Universidade Federal do Pará, Belém, 87p., 2005.

PARÁ. GOVERNO DO PARÁ, 2005. Conheça o Pará – Vigia. Disponível em <www.governodopara.pa.gov.br/conhecaopara/vigia.asp>. Acesso em julho de 2005.

PARÁ. Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. Informações gerais. Disponível em: <<http://www.idesp.pa.gov.br/paginas/produtos/EstatisticaMunicipal/pdf/Vigia.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

PASSAVANTE, J. Z. de O. Produção fitoplanctônica do estuário do rio Capibaribe (Recife, Pernambuco, Brasil). In: Congresso Nordeste de Ecologia, Recife, Anais... CD, 10, 2003.

PATRICK, R.; REIMER, C. W. **The diatoms of the United States**. vol. 1. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 1966. 688p.

PATRICK, R. Diatoms communities in estuaries. In: LAUFF, G. H. (Ed.). Estuaries. Washington: Am. Ass. Adv. Sci., p. 311-315, 1967.

PERAGALLO, H. & PERAGALLO, M. Diatomées marines de France et des district aritimes voisins. **Cidade. M. J. Tempère**, 1897-1908. 491 p.

PERILLO, G. M. E. Geomorphology and sedimentology of the estuaries: na introduction. In: PERILLO, G. M. E. (ed.). 2. ed. Geomorphology and sedimentology of estuaries. Amsterdam: Elsevier, 1996, pp.1-16.

PHLIPS, E. J.; BADYLAK, S.; GROSSKOPF, T. Factors affecting the abundance of phytoplankton in a restricted subtropical lagoon, the Indian river lagoon, Flórida, USA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, London, v. 55, p. 385-402, 2002.

PIELOU, E. C. The Interpretation of Ecological Data: a Primer on Classification and Ordination. **Wiley**, New York, 263p., 1984.

PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collection. **J. Theoret. Biol.**, v. 13, p.131-144, 1966.

PROCOPIAK, L. K.; FERNANDES, L. F.; MOREIRA FILHO, H. Diatomáceas (Bacillariophyta) marinhas do Paraná, Sul do Brasil: lista de espécies com ênfase em espécies nocivas. **Biota Neotropica**, 6: 1-28. 2006.

QUILAN, L.E. & PHILIPS, J.E. Phytoplankton assemblages across the marine to low-salinity transition zone in a blackwater dominated estuary. *Journal of Plankton Research*, 19: 401-416, 2007.

RAMOS, C. A. R. **Qualidade ambiental, distribuição e densidade do mesozooplâncton do estuário de Guajará-Miri, Vigia de Nazaré, NE do Estado do Pará.** 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

REYNOLDS, C.S.; HUSZAR, V.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of Plankton Research*, v.24, n.5, p.417-428, 2002.

RICKLEFS, E. R. A. **Economia da Natureza**, 5^a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A. 2003.

RODRIGUES, E. I. & CUTRIM, M. V. J. Relações entre as variáveis físicas, químicas e fitoplanctônicas de três áreas estuarinas da Costa Norte do Brasil - São José de Ribamar, Cedral e Cajapió, MA. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 45–54, 2010.

RODRIGUES, W.C. 2007. DivEs - Diversidade de Espécies - Guia do Usuário. Seropédica: Entomologistas do Brasil. 9p. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/dives/>>.

ROSEVEL-DA-SILVA, M.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Estrutura da comunidade fitoplanctônica na baía de Tamandaré (Pernambuco, Nordeste do Brasil). **Trop. Oceanography**, Recife, v. 33, n.2, p.163–181, 2005.

ROUND, F. E.; CRAWFORD, R. M. e MANN, D. G. **The Diatoms, Biology e Morphology of the Genera.** Cambridge University. Cambridge, 747 p. 1990.

SANT'ANNA, C. L.; SORMUS, L.; TUCCI, A.; AZEVEDO, M. T. P. Variação sazonal do fitoplâncton do lago das Garças. **Hoehnea**. v. 24, p. 67-86, 1997.

SANTANA, D. S.; PAIVA, R. S.; MELO, N. F. A. C. Diatomáceas cêntricas da região entre marés da praia de Ajuruteua (Bragança - Pará). *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências Naturais*, v. 1, n. 3, p. 109-116, 2005.

SANTANA, D. S.; PAIVA, R. S.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Microphytoplankton of the Marapanim estuary (Pará, Northern BRAZIL). *Tropical Oceanography*, Recife, v. 38, n. 2, p. 152-163, 2010.

SANTIAGO, M. F.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G. Caracterização de parâmetros físicos, químicos e biológico em um ambiente hipersalino, estuário do rio Pisa Sal

(Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil). **Tropical Oceanography**, Recife, v. 33, n.1, p. 39-55, 2005.

SANTIAGO, M. F.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; MUNIZ, K. ; NEUMANN LEITÃO, S.; BORGES, G. C. P.; PORTO NETO, F. F.; NUNES, F. S.. Phytoplankton dynamics in a highly eutrophic. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, p. 189-205, 2010.

SANTOS, M. L. S.; MEDEIROS, C.; MUNIZ, K.; FEITOSA, F. A. N.; SCHWAMBORN, R.; MACEDO, S. J. Influence of the Amazon and Pará Rivers on Water Composition and Phytoplankton Biomass on the Adjacent Shelf. **Journal of Coastal Research**, v. 24, p. 585-593, 2008.

SANTOS, T. G.; BEZERRA-JUNIOR, J. L.; MUNIZ, K. ; FEITOSA, F. A. N. Dinâmica da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais em um estuário tropical (bacia do Pina -PE). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 4, n. 1, 2009.

SCHMIEGELOW, J. M. M. O planeta azul: uma introdução às ciências marinhas. Rio de Janeiro. Editora Interciência Ltda. 202p., 2004.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. The mathematical theory of communication. Urbana: **University Illinois Press**, 1949.117p.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E. **Catálogo das Diatomácias (Bacillariophyceae) da Plataforma continental de Pernambuco**. Recife. SUDENE/UFPE.318pp. 1990.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E.; ALMEIDA, C. D. P. Estrutura e distribuição do microfítolâncton na região compreendida entre o Amapá e Paraíba. In: Encontro Brasileiro de Plâncton, 4., 1990, Recife: **Anais Encontro Brasileiro de Plâncton**, Recife. Universidade Federal de Pernambuco, 1991.

SILVA-CUNHA, M. G. G. Estrutura e dinâmica da flora planctônica no canal de Santa Cruz – Itamaracá (PE) – Nordeste do Brasil. 2001. 246 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2001.

SIOLI, H. General features of the limnology of Amazonia. *Internat Verein. Limnol.* v. 5, n. 2, p. 1053-1058, 1964.

SMAYDA, T.J. 1983. The Plankton of Estuaries. In: Ketchum, B.H. (ed.) *Estuaries and Enclosed Seas*. Amsterdam: Elsevier, (4): 65-112p.

SODRÉ, D. K. L.; MATOS, J. B.; COSTA, K. G.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Tide-induced Changes in the Phytoplankton Communities of three Amazon Estuaries (Pará – Northern Brazil). **Journal of Coastal Research**, Special Issue 64, p. 1574–1578, 2011

SÔNIA da S. G.; MELLO, R. L. S.; NASCIMENTO, A. E.; MESSIAS, A. S.; ARAÚJO, S. F. S. A sustentabilidade ecológica das atividades pesqueiras artesanais e a relação com a malacofauna no manguezal do Rio Formoso, Pernambuco, Brasil. **Trop. Oceanogr.**, Recife, v. 28, n. 2, p.155–169, 2000.

SOUSA, E. B. **Composição, ecologia e variação temporal do fitoplâncton na Ilha Canela (Bragança-Pará-Brasil)**. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas Costeiros e Estuarinos) - Departamento de Biologia, Universidade Federal do Pará, Bragança.

SOUSA, E. B.; COSTA, V. B. da; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Microfitoplâncton de águas costeiras amazônicas: Ilha Canela (Bragança, PA, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n.3, 2008.

SOUSA, E. B., COSTA, V. B., PEREIRA, L. C. C. COSTA, R. M. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, PA, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, p. 1084-1095, 2009a.

SOUZA, L.R.; ZACARDI, D. M.; BITENCOURT, S. C. S.; RAWIETSCH, A. K.; BEZERRA, M. F. C.; COSTA, S. D.; NAKAYAMA, L. Microfitoplâncton da Plataforma Continental Brasileira: Costa do Estado do Amapá - Brasil. **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, v. 9, p. 115-124, 2009b.

STOERMER, E. F.; SMOL, J. P. The Diatoms: Applications for the environmental and earth sciences. Cambridge: **Cambridge University Press**, 1999. 469 p.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. A practical handbook of seawater analysis. Bulletin Fisheries research board of Canada, **Ottawa**, 2ed. n. 167, p.1-311, 1972.

TEIXEIRA, C. Introdução aos métodos para medir a produção primária do fitoplâncton marinho. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 22, p. 59-92, 1973.

TEIXEIRA, C. & TUNDISI, J. G. Primary production and phytoplankton in equatorial waters. **Bulletin of marine Science**, v. 17, n. 4, p. 884-891, 1967.

THRONDSSEN, J. Preservation and storage: Monographs on oceanographic methodology. In **SOURNIA, A. (Ed.). 6. Phytoplankton manual**. Norwich: Unesco, 1978. P. 69-74.

TORGAN, L. C. & BIANCAMANO, M. I. Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) referidas para o estado do Rio Grande do Sul, Brasil, no período de 1973 a 1990. Caderno de Pesquisa, **Série Botânica**, v. 3, n. 1, p. 1-201. 1991.

TUNDISI, J. G. Estudos ecológicos do fitoplâncton marinho e lacustre no Brasil. In: BICUDO, C. E. M.; TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J. G. (Ed.) **Algas: a energia do amanhã**. São Paulo: [s.n.], 1986. p. 27-48.

UEHLINGER, V. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. **Arch. Sci.**, 17(2): 121-123. 1964.

UNESCO. **International Oceanographic Table**. Wormly: Optichrome, 1973. 141 p. v. 2.

UTERMÖHL, H. Neue wege in der quantitativen Erfassung des Planktons. *Verh. int. Verein. theor. angew. Limnol.*, 5(2):567-596. 1931.

UHERKOVICH, G. & SCHMIDT, G. W. Phytoplanktontaxa in dem zentralamazonischen Schwemmlandsee. **Amazoniana**, v. 2, n. 5, pp. 243-283, 1974.

VALENTIN, J. L. Ecologia Numérica. Rio de Janeiro, **Editora Interciência**. 117p., 2000.

WETZEL, R. G. **Limnologia**. 2.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 905 p., 1993.

WETZEL, R. G. Freshwater ecology: changes, requirements and future demands. **Limnology**. v. 1, p. 3-9, 2000.

WHITFIELD, F. B. F.; HELIDONIOTIS, K. J.; SHAW, D.; SVORONOS. Journal of agricultura and food chemistry. v. 47: 2367, 1999.

WOOD, E. J. F. A phytoplankton study of the Amazon region. **Bulletin of Marine Science**, New Haven, v. 16, n. 1, p. 102-123. 1966.

ZAR J. H. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey, 1996.

APÊNDICE

(A) Número de valores (N), mínimo (Min), máximo (Max), média (Med) e desvio padrão (Desv) dos parâmetros hidrológicos registrados no estuário de Guajará Mirim (Vigia - PA), durante os períodos sazonais.

	Maré	N	Setembro			Novembro			Janeiro		
			Min	Max	Med ± Desv	Min	Max	Med ± Desv	Min	Max	Med ± Desv
Temp	Enc.	4	30,25	30,88	30,3 ± 0,05	29,09	29,47	29,29 ± 0,16	27,93	28,09	28 ± 0,08
	Vaz.	4	30,36	30,89	30,7 ± 0,18	29,14	29,67	29,45 ± 0,22	28,46	28,76	28,6 ± 0,13
Sal	Enc.	4	4,15	4,76	4,39 ± 0,27	5,49	8,10	7,07 ± 1,21	2,69	3,41	3,05 ± 0,39
	Vaz.	4	4,19	4,47	4,30 ± 0,12	7,29	2,06	7,68 ± 0,39	2,93	3,63	3,39 ± 0,32
pH	Enc.	4	7,33	7,81	7,47 ± 0,23	6,31	6,48	6,39 ± 0,09	5,6	5,89	5,72 ± 0,12
	Vaz.	4	7,17	7,89	7,51 ± 0,31	6,33	6,37	6,35 ± 0,02	5,78	6,11	5,92 ± 0,13
OD	Enc.	4	7,32	8,31	7,82 ± 0,43	5,34	7,51	6,37 ± 1,04	9,23	10,49	9,74 ± 0,53
	Vaz.	4	8,15	9,31	8,52 ± 0,55	4,67	6,00	5,50 ± 0,57	8,15	12,64	9,50 ± 2,10
Mat	Enc.	4	14	42	23 ± 12,91	29	109	52 ± 38,24	22	26	24 ± 1,82
	Vaz.	4	14	100	43,25 ± 38,71	35	71	53,5 ± 19,13	23	33	29,5 ± 4,43
NH4	Enc.	4	0,29	0,51	0,40 ± 0,42	0,37	0,69	0,53 ± 0,13	0,35	0,61	0,46 ± 0,11
	Vaz.	4	0,31	0,64	0,10 ± 0,15	0,55	0,81	0,69 ± 0,10	0,31	0,38	0,33 ± 0,03
N02	Enc.	4	0,0002	0,0004	0,0003 ± 0,0001	0,0115	0,0157	0,0135 ± 0,0022	0,0008	0,0017	0,0012 ± 0,0003
	Vaz.	4	0,0003	0,0006	0,0005 ± 0,0002	0,0097	0,0141	0,0119 ± 0,0021	0,0009	0,0016	0,0012 ± 0,0002
NO3	Enc.	4	0,01	0,01	0,01 ± 0	0,06	0,09	0,07 ± 0,01	0,06	0,12	0,08 ± 0,02
	Vaz.	4	0,01	0,02	0,01 ± 0,005	0,06	0,07	0,06 ± 0	0,06	0,13	0,1 ± 0,03
PO4	Enc.	4	0,02	0,06	0,04 ± 0,02	0,01	0,01	0,01 ± 0	0,04	0,05	0,04 ± 0
	Vaz.	4	0,03	0,10	0,05 ± 0,03	0,01	0,02	0,01 ± 0	0,03	0,04	0,03 ± 0
Si	Enc.	4	0,19	0,43	0,27 ± 0,11	0,54	0,79	0,70 ± 0,1	0,36	0,66	0,46 ± 0,13
	Vaz.	4	0,16	0,46	0,29 ± 0,13	0,58	0,79	0,70 ± 0,08	0,32	0,69	0,47 ± 0,17
Chlo	Enc.	4	3,71	9,88	5,61 ± 2,90	0,93	1,3	1,18 ± 0,17	4,37	5,7	5 ± 0,68
	Vaz.	4	4,03	14,87	7,65 ± 4,95	0,78	1,58	1,10 ± 0,33	4,54	5,2	4,75 ± 0,3
	Maré	N	Março			Maio			Julho		
			Min	Max	Med ± Desv	Min	Max	Med ± Desv	Min	Max	Med±Desv
Temp	Enc.	4	28,46	28,76	28,6 ± 0,13	28,47	28,87	28,60 ± 0,18	29,12	29,21	29,16 ± 0,03
	Vaz.	4	27,93	28,09	28 ± 0,07	28,06	28,44	28,18 ± 0,17	28,81	28,94	28,85 ± 0,05
Sal	Enc.	4	0,1	0,27	0,12 ± 0,07	0,72	0,81	0,76 ± 0,04	4,63	5,2	4,94 ± 0,23
	Vaz.	4	0,11	0,25	0,21 ± 0,06	0,68	0,81	0,72 ± 0,05	4,85	5,31	5,04 ± 0,20
pH	Enc.	4	6,42	6,67	6,50 ± 0,11	6,65	6,98	6,74 ± 0,15	6,37	6,89	6,74 ± 0,24
	Vaz.	4	6,24	6,35	6,28 ± 0,04	6,65	6,75	6,62 ± 0,08	6,84	6,89	6,86 ± 0,02
OD	Enc.	4	6,2	7,81	6,79 ± 0,70	6,52	8,53	7,31 ± 0,96	7,25	11,44	8,51 ± 1,98
	Vaz.	4	6,17	7,15	6,77 ± 0,46	6,07	7,71	7,01 ± 0,7	7,53	9,09	8,17 ± 0,74
Mat S	Enc.	4	121	189	165,5 ± 28,57	64	96	81,75 ± 14,56	24	37	32 ± 5,59
	Vaz.	4	164	181	175,5 ± 7,85	77	98	85,5 ± 9,32	49	130	74,25 ± 38,17
NH4	Enc.	4	0,44	0,65	0,53 ± 0,08	0,35	0,4	0,37 ± 0,02	0,38	0,46	0,42 ± 0,03
	Vaz.	4	0,4	1,7	0,75 ± 0,63	0,35	1,62	0,68 ± 0,62	0,35	0,65	0,44 ± 0,13
N02	Enc.	4	0,0007	0,0019	0,0013 ± 0,0004	0,0009	0,0012	0,0010 ± 0	0,0051	0,0137	0,0089 ± 0,0035
	Vaz.	4	0	0,0022	0,0006 ± 0,0010	0,0006	0,0017	0,0011 ± 0,0005	0,0044	0,0123	0,0081 ± 0,0035
NO3	Enc.	4	1,5	1,86	1,69 ± 0,16	1,05	1,3	1,16 ± 0,12	0,49	0,94	0,78 ± 0,19
	Vaz.	4	1,42	2,07	1,82 ± 0,28	1,08	1,35	1,26 ± 0,12	0,66	0,88	0,76 ± 0,11
PO4	Enc.	4	0,03	0,05	0,03 ± 0	0,03	0,08	0,05 ± 0,02	0,02	0,05	0,03 ± 0,01
	Vaz.	4	0,04	0,07	0,05 ± 0,01	0,04	0,08	0,05 ± 0,02	0,03	0,29	0,1 ± 0,12
Si	Enc.	4	5,23	6,77	5,8 ± 0,72	5,51	5,96	5,66 ± 0,20	4,41	5,25	4,94 ± 0,37
	Vaz.	4	4,48	6,09	5,53 ± 0,75	5,22	5,98	5,73 ± 0,35	4,36	5,3	4,8 ± 0,41
Chlo	Enc.	4	1,06	2,1	1,45 ± 0,48	0,72	1,99	1,14 ± 0,57	0,62	1,64	1,11 ± 0,41
	Vaz.	4	0,72	1,81	1,22 ± 0,52	1,03	1,47	1,28 ± 0,57	0,26	1,27	0,71 ± 0,47

(B) Número de valores (N), mínimo (Min), máximo (Max), média (Med) e desvio padrão (Desv) dos parâmetros hidrológicos registrados no estuário de Guajará Mirim (Vigia - PA), durante a variação nictemeral dos meses de novembro e março.

	Nictemerais				
	Mês	N	Min	Max	Med ± Desv
Temp	Nov	8	28,93	29,54	29,26 ± 0,26
	Mar	8	28,02	28,62	28,32 ± 0,21
Sal	Nov	8	5,78	8,48	7,78 ± 0,86
	Mar	8	0	0,27	0,11 ± 0,10
pH	Nov	8	6,17	6,99	6,66 ± 0,27
	Mar	8	6,43	6,93	6,59 ± 0,17
OD	Nov	8	6,63	13,4	9,86 ± 1,98
	Mar	8	5,44	8,41	6,72 ± 1,05
NH4	Nov	8	0,07	0,56	0,21 ± 0,18
	Mar	8	0,13	0,54	0,21 ± 0,13
NO2	Nov	8	0,0023	0,0194	0,0102 ± 0,0054
	Mar	8	0,0002	0,0022	0,0008 ± 0,0007
NO3	Nov	8	0,09	0,29	0,17 ± 0,06
	Mar	8	0,94	1,86	1,49 ± 0,32
PO4	Nov	8	0	0,04	0,01 ± 0,01
	Mar	8	0,04	0,08	0,05 ± 0,01
Si	Nov	8	0,09	0,74	0,27 ± 0,21
	Mar	8	1,35	6,77	2,70 ± 1,70
Chlo	Nov	8	0,08	0,93	0,32 ± 0,26
	Mar	8	0,61	2,37	1,32 ± 0,56

(C) Número de valores (N), mínimo (Min), máximo (Max), média (Med) e desvio padrão (Desv) dos dados de riqueza e densidade (cel.L^{-1}) da comunidade microfitoplanctônica registrada no estuário de Guajará Mirim (Vigia - PA), durante a variação sazonal.

Riqueza				Densidade (cel.L^{-1})			
Mês	N	Min	Max	Med ± Desv	Min	Max	Med ± Desv
Set	8	21	36	27,38 ± 4,66	12300	92200	46162,5 ± 27538,5
Nov	8	26	45	37,25 ± 6,27	7900	45300	15950,0 ± 12269,5
Jan	8	28	46	36,13 ± 6,03	32500	48200	40187,5 ± 5376,52
Mar	8	36	63	52,25 ± 8,38	3800	43600	16925,0 ± 14801,5
Mai	8	35	57	48,00 ± 7,98	1100	15900	6200,0 ± 5454,23
Jul	8	26	44	35,63 ± 6,41	1900	14900	6187,5 ± 4740,23

(D) Número de valores (N), mínimo (Min), máximo (Max), média (Med) e desvio padrão (Desv) dos dados de riqueza e densidade (cel.L^{-1}) da comunidade microfitoplanctônica registrada no estuário de Guajará Mirim (Vigia - PA), durante a variação nictemeral dos meses de novembro e março.

Nictemerais					
	Mês	N	Min	Max	Med ± Desv
Riq	Nov	8	31	57	44,50 ± 8,59
	Mar	8	45	56	50,50 ± 3,55
Den	Nov	8	5900	30000	18075 ± 8720,05
	Mar	8	2000	23300	7300 ± 6663,98

(E) Frequência de ocorrência dos táxons de microfitoplâncton registrados no estuário de Guajará Mirim (Vigia - PA), durante os períodos sazonais.

MUITO FREQUENTE (F > 70%)

OCHROPHYTA: *Actinocyclus normanii*, *Aulacoseira granulata*, *Bacillaria paxilifer*, *Cerataulus smithii*, *Coscinodiscus apiculatus*, *Coscinodiscus concinnus*, *Coscinodiscus jonesianus*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Coscinodiscus perforatus*, *Coscinodiscus rothii*, *Entomoneis alata*, *Melosira nummuloides*, *Navicula* sp, *Odontella mobiliensis*, *Odontella regia*, *Odontella sinensis*, *Pleurosigma* spp, *Polymyxus coronalis*, *Skeletonema costatum*, *Surirella robusta*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Triceratium favus*.

FREQUÊNTE (40% < F ≤ 70%)

OCHROPHYTA: *Actinoptychus undulatus*, *Bacteriastrum furcatum*, *Caloneis permagna*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Coscinodiscus obscurus*, *Cyclotella striata*, *Cyclotella stylonum*, *Cymatosira belgica*, *Ditylum brightwellii*, *Eupodiscus radiatus*, *Nitzschia lorenziana*, *Odontella aurita*, *Paralia sulcata*, *Pinullaria* spp, *Pleurosigma angulatum*.

CHLOROPHYTA: *Monactinus simplex*.

POUCO FREQUENTE (10% < F ≤ 40%)

OCHROPHYTA: *Bellerochea horologicales*, *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros costatus*, *Chaetoceros lorenzianus*, *Chaetoceros subtilis*, *Coscinodiscus argus*, *Cylindrotheca closterium*, *Diploneis gruendleri*, *Diploneis weissflogii*, *Hydrosera whampoensis*, *Melosira* sp, *Nitzschia obtusa*, *Odontella rhombus*, *Odontella turgida*, *Rhizosolenia setigera*, *Rhizosolenia* sp, *Schuetitia annulata*, *Surirella* spp, *Terpsinoe musica*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira anguste-lineata*, *Thalassiosira eccentrica*, *Thalassiosira subtilis*, *Triceratium dubium*, *Triceratium favus* f. *quadrata*, *Tryblionella scalaris*, *Tryblioptychus cocconeiformis*, *Vanheurckia lewisiana*.

CHLOROPHYTA: *Closterium kuentzingii*, *Closterium setaceum*, *Eudorina elegans*, *Pediastrum duplex*, *Staurastrum leptocladum* var. *insigne*, *Staurastrum seabaldi* var. *ornatum*.

CYANOPHYTA: *Pseudanabaena* sp.

DINOPHYTA: *Neoceratium fusus*, *Protoperidinium pentagonum*.

ESPORÁDICO (F ≤ 10%)

OCHROPHYTA: *Achnanthes* sp, *Actinoptychus splendens*, *Actinoptychus trilingulatus*, *Amphora* sp, *Bacteriastrum hyalinum*, *Campylosira cymbelliformis*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros peruvianus*, *Cocconeis fluviatilis*, *Cocconeis* sp, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymatodiscus planetophorus*, *Cymatotheca weissflogii*, *Dictyocha fibula*, *Dimeregramma dubium*, *Dimeregramma fulvum*, *Diploneis interrupta*, *Ditylum sol*, *Eunotia asterionelloides*, *Eunotia camelus*, *Eunotia fallax*, *Eunotia flexuosa*, *Eunotia major*, *Eunotia tautoniensis*, *Fragillaria* sp, *Frustulia rhomboides*, *Guinardia delicatula*, *Gyrosigma acuminatum*, *Gyrosigma balticum*, *Hemiaulus sinensis*, *Lauderia annulata*, *Leptocylindrus danicus*, *Leptocylindrus minimus*, *Lhitodesmium undulatum*, *Nitzschia fasciculata*, *Nitzschia gracilis*, *Nitzschia* sp, *Odontella aurita* var. *obtusa*, *Odontella granulata*, *Pinullaria maior*, *Plagiotrops lepidoptera*, *Pleurosira laevis*, *Psammodictyon panduriforme*, *Pseudonitzschia pungens*, *Pseudonitzschia seriata*, *Pseudosolenia calcaravis*, *Rhizosolenia hebetata*, *Surirella linearis*, *Surirella striatula*, *Terpsinoe americana*, *Terpsinoe musica* var. *intermedia*, *Thalassionema* sp, *Thalassiosira leptopus*, *Thalassiosira* spp, *Tryblionella circumsuta*, *Tryblionella compressa*, *Tryblionella gracilis*, *Tryblionella granulata*, *Urosolenia iriensis*.

CHLOROPHYTA: *Coelastrum microporum*, *Desmodesmus opoliensis*, *Desmodesmus perforatus*, *Desmodesmus protuberans*, *Desmodesmus quadricaudatus*, *Hyalotheca dissiliens*, *Staurastrum fitkauii*, *Staurastrum leptacanthum* var. *borgei*, *Staurodesmus cuspidatus*, *Xanthidium mammosum* f. *longispinum*.

CYANOPHYTA: *Oscillatoria* sp, *Phormidium* sp.

DINOPHYTA: *Neoceratium furca*, *Protoperidinium depressum*, *Protoperidinium divergens*.

(F) Frequência de ocorrência dos táxons de microfitoplâncton registrados no estuário de Guajará Mirim (Vigia - PA), durante as nictemerais.

MUITO FREQUENTE (F > 70%)

OCHROPHYTA: *Aulacoseira granulata*, *Bacillaria paxilifer*, *Cerataulus smithii*, *Coscinodiscus concinnus*, *Coscinodiscus jonesianus*, *Coscinodiscus obscurus*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Coscinodiscus perforatus*, *Coscinodiscus rothii*, *Cymatosira belgica*, *Ditylum brightwellii*, *Entomoneis alata*, *Eupodiscus radiatus*, *Melosira nummuloides*, *Navicula* sp, *Odontella mobiliensis*, *Odontella regia*, *Odontella sinensis*, *Pinullaria* spp, *Pleurosigma angulatum*, *Pleurosigma* spp, *Polymyxus coronalis*, *Skeletonema costatum*, *Surirella robusta*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Thalassiosira subtilis*, *Triceratium favus*.

CHLOROPHYTA: *Monactinus simplex*.

FREQUENTE (40% < F ≤ 70%)

OCHROPHYTA: *Actinocyclus normanii*, *Actinoptychus undulatus*, *Bellerochea horologicales*, *Caloneis permagna*, *Coscinodiscus apiculatus*, *Coscinodiscus asteromphalus*, *Cyclotella striata*, *Cyclotella stylum*, *Guinardia delicatula*, *Nitzschia lorenziana*, *Nitzschia obtusa*, *Odontella aurita*, *Paralia sulcata*, *Rhizosolenia setigera*, *Terpsinoe musica*, *Thalassionema nitzschioides*, *Vanheurckia lewisiana*.

CHLOROPHYTA: *Closterium setaceum*.

CYANOPHYTA: *Pseudanabaena* sp.

DINOPHYTA: *Neoceratium fusus*.

POUCO FREQUENTE (10% < F ≤ 40%)

OCHROPHYTA: *Asterionellopsis glacialis*, *Bacteriastrium furcatum*, *Chaetoceros curvisetus*, *Chaetoceros decipiens*, *Coscinodiscus argus*, *Cylindrotheca closterium*, *Dictyocha fibula*, *Diploneis gruendleri*, *Eunotia asterionelloides*, *Frustulia rhomboides*, *Hemiaulus sinensis*, *Hydrosera whampoensis*, *Lauderia annulata*, *Leptocylindrus minimus*, *Melosira* sp, *Odontella aurita* var. *obtusa*, *Odontella rhombus*, *Odontella turgida*, *Pseudonitzschia seriata*, *Rhizosolenia hebetata*, *Schuetzia annulata*, *Surirella linearis*, *Surirella* spp, *Terpsinoe musica* var. *intermedia*, *Thalassionema* sp, *Thalassiosira anguste-lineata*, *Triceratium dubium*, *Triceratium favus* f. *quadrata*, *Tryblionella circumscuta*, *Tryblionella compressa*, *Tryblionella scalaris*, *Tryblionella tryblionella*.

CHLOROPHYTA: *Closterium kuentzingii*, *Desmodesmus opoliensis*, *Eudorina elegans*, *Hyalotheca dissiliens*, *Pediastrum duplex*, *Staurastrum leptocladum* var. *insigne*, *Staurastrum sebaldi* var. *ornatum*.

CYANOPHYTA: *Phormidium* sp.

DINOPHYTA: *Neoceratium furca*, *Protoperidinium divergens*.

ESPORÁDICO (F ≤ 10%)

OCHROPHYTA: *Actinella mirabilis*, *Actinoptychus trilingulatus*, *Amphora* sp, *Campylosira cymbelliformis*, *Chaetoceros compressus*, *Chaetoceros costatus*, *Chaetoceros subtilis*, *Dimeregramma dubium*, *Diploneis interrupta*, *Diploneis weissflogii*, *Ditylum sol*, *Eunotia flexuosa*, *Gyrosigma acuminatum*, *Gyrosigma balticum*, *Lhitodesmium undulatum*, *Nitzschia fasciculata*, *Pleurosira laevis*, *Pseudosolenia calcaravis*, *Terpsinoe americana*, *Thalassiosira leptopus*, *Trigonium alternans*, *Tryblionella acuminata*, *Tryblionella granulata*.

CHLOROPHYTA: *Coelastrum microporum*, *Micrasterias mahabuleshwariensis* var. *amazonensis*, *Micrasterias radiata* f. *croasdalece*, *Micrasterias radiata* f. *gracillina*, *Micrasterias torreyi* var. *curvata*, *Mucidosphaerium pulchellum*, *Staurastrum fitkaii*, *Xanthidium canadense* f. *amazonense*, *Xanthidium canadense* f. *magnum*.

CYANOPHYTA: *Anabaena crassa*, *Microcystis aeruginosa*, *Spirulina* sp.

EUGLENOPHYTA: *Euglena acus*.
