

ANEXO A

LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O FITOPLÂNCTON



INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ
CENTRO DE PESQUISAS ZOOBOTÂNICAS E GEOLÓGICAS – CPZG
DIVISÃO DE BOTÂNICA

RELATÓRIO FINAL- EDITAL FAPEAP Nº 008/2014
**SUBPROJETO META 4: LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE O
FITOPLÂNCTON**

PESQUISADORA RESPONSÁVEL: ELANE DOMÊNICA DE SOUZA CUNHA

MACAPÁ – AP
FEVEREIRO/2015

IEPA/Campus Fazendinha: Rod. JK, km 10, s/n, Fazendinha. CEP: 68.903-410. Macapá – AP.
Contatos: (96) 3212-5353. E-mail: elanedsc@yahoo.com.br

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. MATERIAL E MÉTODOS	5
3. RESULTADOS.....	5
3.1. ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	5
3.2. PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA (CLOROFILA-A)	13
4. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	20
5. CORPO TÉCNICO.....	21
6. REFERÊNCIAS.....	22

1. INTRODUÇÃO

O fitoplâncton é formado por organismos procariontes (ausência de membrana nuclear) e eucariontes (núcleo delimitado por uma membrana), que ocorrem em ambientes lóticos e lênticos, além de águas doces, salgadas ou estuarinas, desde que haja luz e umidade suficiente para o seu desenvolvimento. Desta forma, sua distribuição pode ser considerada ampla, por habitarem desde solos férteis a desertos quentes e frios (CHOW, 2007; NOGUEIRA, 2003).

São organismos clorofilados e por isso são autótrofos fotossintetizantes, ou seja, são capazes de produzir o seu próprio alimento através da conversão da energia luminosa em glicose, celulose e amido, por apresentarem clorofila *a*. São responsáveis por metade de toda a atividade fotossintética do planeta Terra (ESTEVES, 2011; CHOW, 2007).

Nos rios e oceanos, as algas são as principais responsáveis pela produção primária que subsidia a existência de outros seres vivos, sendo a base da cadeia alimentar tanto da comunidade planctônica, quanto das outras comunidades aquáticas: bentônicas e nectônicas. Esta produção fornece alimento para os consumidores primários, incluindo organismos como protozoários, insetos, zooplâncton e peixes. Em face disto, o fitoplâncton é chamado de “grande pasto marinho”. Este é um dos grandes motivos da utilização deste grupo como bioindicador da qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 2011; NOGUEIRA, 2003).

Por ser a base da cadeia alimentar, através da produção primária, nos rios, mares e oceanos, a comunidade fitoplanctônica, responde rapidamente às mudanças que ocorrem no meio, apresentando-se em alguns casos sensíveis e em outros resistentes e de forma dominante a tais mudanças. Por isso muitos estudos, hoje, voltam-se para estes organismos, a fim de utilizá-los em pesquisas que buscam o biomonitoramento dos ambientes aquáticos, principalmente no que diz respeito à indicação do seu estado trófico.

Nos ecossistemas aquáticos, a produção primária é amplamente avaliada através da biomassa fitoplanctônica, expressa em teor de clorofila *a*, e/ou pelo

biovolume (volume biológico de algas por volume). Dentre os pigmentos responsáveis pela captura de energia luminosa para a fotossíntese, a clorofila *a* é o único que se encontra na maioria das células vegetais (DIAS JÚNIOR, 1998).

Este pigmento está presente em todas as espécies do fitoplâncton, incluindo organismos eucarióticos (algas) e procarióticos (cianobactérias), e por ser relativamente fácil sua determinação, é muito utilizada para estimar a biomassa total do fitoplâncton nos ambientes aquáticos (DIAS JÚNIOR, 1998; GREGOR e MARSÁLEK, 2004).

Para elaboração deste relatório analisou-se um total de 26 estudos realizados na área estudo, tanto voltados para o levantamento da composição do fitoplâncton, como também para a quantificação de biomassa (clorofila-*a*).

O estudo mais antigo é datado de 1966 e foi desenvolvido por Wood na costa do Amapá, abrangendo regiões neríticas e oceânicas desde a foz do rio Amazonas até os municípios de Amapá, Calçoene e Oiapoque. Estas mesmas áreas foram estudadas ainda por Paiva (2001) e Souza et al. (2009). Do mesmo modo Silveira Júnior (2012) realizou o levantamento da composição e biomassa fitoplanctônica na foz do rio Amazonas, nos canais Norte e Sul localizados, respectivamente, nos municípios de Santana (Amapá) e Afuá (Pará).

Diferente das pesquisas já citadas, estudos recentes relacionam a composição e biomassa do fitoplâncton com ciclos biogeoquímicos, enfatizando a importância destes organismos para fixação de carbono e disponibilização de N₂ e sílica para o ecossistema aquático (COOLEY e YAGER, 2006; SHIPE et al., 2007; SUBRAMANIAM et al., 2008; GOES et al., 2014).

Apresenta-se a seguir uma descrição da flora planctônica da Área de Estudo. Este relatório descritivo irá contemplar:

- a) A caracterização da estrutura das comunidades fitoplanctônicas considerando aspectos espaciais e temporais; b) descrição dos principais grupos taxonômicos na composição da comunidade fitoplanctônica na região costeira/ nerítica e oceânica do Estado do Amapá; c) dados de produtividade primária (clorofila-*a*) para a região costeira/ nerítica e oceânica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi feito um levantamento da literatura em busca de estudos sobre fitoplâncton e clorofila-*a* na região costeira (nerítica) e oceânica da Área de Estudo. Neste processo, foram utilizados artigos científicos, dissertações, teses e relatórios de projetos.

A partir destes trabalhos, foram extraídas informações complementares a composição dos principais grupos e concentração de clorofila-*a*, como: município, coordenadas geográficas, profundidade de coleta, região de ocorrência (costa ou oceano) e sazonalidade. Esta última foi relacionada à vazão do rio Amazonas, sendo classificada em: crescente (janeiro-março), máxima (abril-junho), decrescente (julho-setembro) e mínima (outubro- dezembro), conforme o padrão encontrado nos artigos utilizados neste trabalho.

3. RESULTADOS

3.1. ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

Das regiões que compõem a bacia da foz do rio Amazonas, Oiapoque, Calçoene, Amapá, Afuá e Santana já tiveram sua comunidade fitoplanctônica inventariadas, totalizando 436 espécies (Tabela 4, anexo) (WOOD, 1966; DEMASTER et al., 1983; PAIVA, 2001; SHIPE et al., 2007; SOUZA et al., 2009; SILVEIRA JÚNIOR, 2012; GOES et al., 2014; ;). Em tais estudos as diatomáceas, dinoflagelados e cianobactérias foram os grupos mais expressivos, com representantes nas zonas neríticas e/ou oceânicas (Tabela 1).

Tabela1: Principais grupos do fitoplâncton na Área de Estudo.

Município	Pt.	Coordenadas geográficas	Costa/Oceano	Vazão	Ano	Principais grupos taxonômicos	Ref.
Santana	P1N	S0 03 32.2 W51 03 47.7	C	Máxima	2011	Cianobactérias, Clorófitas, Diatomáceas	2
Santana	P2N	S0 04 35.9 W51 01 46.7	C	Máxima	2011	Cianobactérias,	2

Município	Pt.	Coordenadas geográficas	Costa/Oceano	Vazão	Ano	Principais grupos taxonômicos	Ref.
Santana	P3N	S0 05 01.9 W51 00 21.9	C	Máxima	2011	Clorofíceas, Diatomáceas Cianobactérias,	2
Santana	P1N	S0 03 32.2 W51 03 47.7	C	Máxima	2012	Clorofíceas, Diatomáceas Cianobactérias,	2
Santana	P2N	S0 04 35.9 W51 01 46.7	C	Máxima	2012	Clorofíceas, Diatomáceas Cianobactérias,	2
Santana	P3N	S0 05 01.9 W51 00 21.9	C	Máxima	2012	Clorofíceas, Diatomáceas Cianobactérias,	2
Santana	P1N	S0 03 32.2 W51 03 47.7	C	Máxima	2012	Cianobactéria, Clorofíceas, Diatomáceas	2
Santana	P2N	S0 04 35.9 W51 01 46.7	C	Máxima	2012	Cianobactérias, Clorofíceas, Diatomáceas	2
Santana	P3N	S0 05 01.9 W51 00 21.9	C	Máxima	2012	Cianobactérias, Clorofíceas, Diatomáceas	2
Santana	P1N	S0 03 32.2 W51 03 47.7	C	Decrescente	2011	Cianobactérias, Clorofíceas, Diatomáceas	2
Santana	P2N	S0 04 35.9 W51 01 46.7	C	Decrescente	2011	Cianobactérias, Clorofíceas, Diatomáceas	2
Santana	P3N	S0 05 01.9 W51 00 21.9	C	Decrescente	2011	Cianobactérias, Clorofíceas, Diatomáceas	2
Foz			C	Mínima	1979	Diatomáceas	10
Foz	10		O		1966	Clorofíceas, Diatomáceas	11
Foz	11		O		1966	Dinoflagelados, Euglenofíceas, Cianobactéria, Clorofíceas, Diatomáceas,	11
Foz	12		O		1966	Dinoflagelados, Euglenofíceas Cianobactéria, Clorofíceas, Diatomáceas,	11
Foz	15		O		1966	Dinoflagelados, Diatomáceas, Euglenofíceas	11
Amapá			C	Mínima	1979	Diatomáceas	10
Amapá	6		C		1966	Dinoflagelados, Diatomáceas	11
Amapá	8		C		1966	Dinoflagelados, Diatomáceas, Euglenofíceas	11
Amapá	9		C		1966	Cianobactéria,	11

Município	Pt.	Coordenadas geográficas	Costa/Oceano	Vazão	Ano	Principais grupos taxonômicos	Ref.
CA						Diatomáceas, Dinoflagelados, Euglenofíceas	
CA				Crescente	1990	Diatomáceas	12
CA				Decrescente	1989	Diatomáceas	4
CA				Máxima	1990	Diatomáceas	4
Calçoene	5		C		1966	Dinoflagelados	11
Calçoene			C	Máxima	1999	Cianobactéria, Diatomáceas, Dinoflagelados.	13
Calçoene	16	4°30'N 50°24'W	C	Mínima	1997	Cianobactéria, Diatomáceas, Dinoflagelados	1
Calçoene	16	4°30'N 50°24'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	16	4°30'N 50°24'W	C	Mínima	1997	Cianobactérias	1
Calçoene	17	4°03'N 50°42'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	17	4°03'N 50°42'W	C	Mínima	1997	Cianobactérias	1
Calçoene	17	4°03'N 50°42'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	18	3°40'N 50°54'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	19	3°09'N 50°36'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	20	3°41'N 50°18'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	20	3°41'N 50°18'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	21	3°58'N 50°06'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	21	3°58'N 50°06'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	32	4°00'N 49°24'W	C	Mínima	1997	Cianobactérias	1
Calçoene	32	4°00'N 49°24'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	33	3°37'N 49°54'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	34	3°21'N 49°49'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	34	3°21'N 49°49'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	34	3°21'N 49°49'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene			C	Mínima	1979	Diatomáceas	10
Calçoene	10	6°06'N 49°12'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	11	5°42'N 49°30'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	11	5°42'N 49°30'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	12	5°18'N 49°48'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	13	4°54'N 50°06'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	13	4°54'N 50°06'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	24	4°24'N 49°48'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	25	4°48'N 49°30'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	25	4°48'N 49°30'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	25	4°48'N 49°30'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	27	4°48'N 48°48'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	27	4°48'N 48°48'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Calçoene	28	4°24'N 49°06'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Oiapoque	4		C		1966	Clorofíceas, Diatomáceas, Dinoflagelados, Euglenofíceas	11

Município	Pt.	Coordenadas geográficas	Costa/Oceano	Vazão	Ano	Principais grupos taxonômicos	Ref.
Oiapoque			C/O	Máxima	1999	Cianobactéria, Diatomáceas, Dinoflagelados	13
Oiapoque			C	Máxima	2010	Cianobactérias Criptófitas, Diatomáceas,	9
Oiapoque	43	5°12'N 51°12'W	C	Decrescente	2001	Diatomáceas	8
Oiapoque	1	4°18'N 51°04'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Oiapoque	1	4°18'N 51°04'W	C	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Oiapoque	2	4°45'N 50°48'W	C	Mínima	1997	Cianobactérias Diatomáceas	1
Oiapoque	2	4°45'N 50°48'W	C	Mínima	1997	Cianobactérias Diatomáceas	1
Oiapoque			C	Mínima	1979	Diatomáceas	10
Oiapoque	7	6°00'N 49°54'W	O	Mínima	1997	Cianobactérias Diatomáceas	1
Oiapoque	7	6°00'N 49°54'W	O	Mínima	1997	Cianobactérias	1
Oiapoque	8	6°24'N 49°48'W	O	Mínima	1997	Cianobactérias Diatomáceas	1
Oiapoque	8	6°24'N 49°48'W	O	Mínima	1997	Diatomáceas	1
Oiapoque	9	6°46'N 49°18'W	O	Mínima	1997	Cianobactérias Diatomáceas	1
Oiapoque			O	Máxima	2010	Diatomáceas e Dinoflagelados	9
Oiapoque	39	5°30'N 47°12'W	O	Decrescente	2001	Diatomáceas	8
Afuá	P1S	S0 09 37.2 W50 38 59.2	C	Máxima	2011	Cianobactérias, Clorofíceas, Diatomáceas	2
Afuá	P2S	S0 10 43.0 W50 36 59.4	C	Máxima	2011	Cianobactérias, Clorofíceas, Diatomáceas	2
Afuá	P3S	S0 11 59.8 W50 35 59.7	C	Máxima	2011	Cianobactérias, Clorofíceas, Diatomáceas	2
Afuá	P1S	S0 09 37.2 W50 38 59.2	C	Decrescente	2011	Cianobactérias, Clorofíceas Diatomáceas	2
Afuá	P2S	S0 10 43.0 W50 36 59.4	C	Decrescente	2011	Cianobactérias, Clorofíceas Diatomáceas	2
Afuá	P3S	S0 11 59.8 W50 35 59.7	C	Decrescente	2011	Cianobactérias, Clorofíceas Diatomáceas	2
Afuá	P1S	S0 09 37.2 W50 38 59.2	C	Máxima	2012	Cianobactérias, Clorofíceas Diatomáceas	2
Afuá	P2S	S0 10 43.0 W50 36 59.4	C	Máxima	2012	Cianobactérias, Clorofíceas Diatomáceas	2
Afuá	P3S	S0 11 59.8 W50 35 59.7	C	Máxima	2012	Cianobactérias, Clorofíceas Diatomáceas	2
Afuá	P1S	S0 09 37.2 W50 38 59.2	C	Máxima	2012	Cianobactérias, Clorofíceas Diatomáceas	2
Afuá	P2S	S0 10 43.0 W50 36 59.4	C	Máxima	2012	Cianobactérias, Clorofíceas	2

Município	Pt.	Coordenadas geográficas	Costa/Oceano	Vazão	Ano	Principais grupos taxonômicos	Ref.
Afuá	P3S	S0 11 59.8 W50 35 59.7	C	Máxima	2012	Diatomáceas Cianobactérias, Clorófitas Diatomáceas	2

Legenda: Pt. (ponto), Ref. (referência), CA (costa do Amapá sem localização precisa).

Souza et al. (2009) ao realizar arrasto horizontal na superfície da coluna d'água, registraram 56 táxons nas regiões dos municípios de Oiapoque e Calçoene, com presença de cianobactérias (2 táxons), diatomáceas (34 táxons) e dinoflagelados (20 táxons). As diatomáceas dominaram o microfitoplâncton da área com espécies dos gêneros *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus* sp., *Thalassionema* spp., *Ditylum* sp. e *Lauderia* sp., seguidos dos dinoflagelados *Ceratium* sp. e *Protoperdinium* spp., e das cianofíceas *Trichodesmium* spp.

Paiva (2001) verificou a composição e quantificação do fitoplâncton nas regiões de Oiapoque e Calçoene. A densidade do fitoplâncton variou de 335×10^3 cel/L em uma profundidade de 104, 4 m a 12210×10^3 cel/L a 5,2 m. O picoplâncton ($\leq 4\mu\text{m}$) mostrou-se o grupo mais abundante, com maior concentração em áreas mais superficiais (5,0 m). Ressalta-se que este foi o único estudo de quantificação fitoplanctônica encontrado para a área de estudo.

Do mesmo modo, anos antes, Wood (1966) coletou em diferentes profundidades (0- 1500 m) da coluna de água na costa do Amapá. O estudo registrou a presença de diatomáceas, dinoflagelados e cianobactérias para as regiões dos municípios de Oiapoque, Calçoene e Amapá, bem como também a presença de euglenofíceas e clorófitas, em sua maioria em sítios próximos a foz do rio Amazonas. Wood (1996) e Paiva (2001) foram os únicos estudos que avaliaram a variação da composição do fitoplâncton em diferentes profundidades. Porém, a única conclusão observada sobre a profundidade, foi a presença expressiva de picoplâncton ($\leq 4\mu\text{m}$) em zonas superficiais (PAIVA, 2001).

Silveira Júnior (2012) identificou nas áreas de influência dos municípios de Santana e Afuá (foz do rio Amazonas) maior prevalência e frequência de clorófitas, seguido de cianobactérias, como também a presença de euglenofíceas e diatomáceas. Sendo que nessa região, as clorófitas predominavam em relação às

diatomáceas. Ressalta-se que o estudo de Silveira Júnior (2012) foi o único estudo de composição de fitoplâncton desenvolvido no sistema estuarino do Amazonas.

Ao contrário da região estuarina, na pluma do Amazonas são encontradas diatomáceas (em predominância), cianobactérias e criptofíceas. Este último *táxon*, de acordo com Goes *et al.* (2014), foi pouco citado em trabalhos anteriores pela dificuldade em sua identificação taxonômica. Entretanto, tudo indica que estes organismos já haviam sido reportados por Wood (1966) como microflagelado não identificado.

Quanto às diatomáceas que se encontram na pluma, as mesmas possuem a capacidade de associar-se a cianobactérias fixadoras de N₂, como *Richelia intracellularis*, já registrada por Wood (1966), Cooley e Yager (2006), Shipe *et al.* (2007) e Subramaniam *et al.* (2008), transformando-se em diatomáceas diazotróficas, as quais contribuem para o sequestro de carbono, assim como para a disponibilização de nitrogênio orgânico em sistemas oligotróficos, como o oceano (COOLEY e YAGER, 2006; DEMASTER *et al.*, 1983; SHIPE *et al.*, 2007; SUBRAMANIAM *et al.*, 2008).

Com relação à variação espacial, na zona nerítica (costeira) ocorrem grupos como cianobactérias, clorofíceas e dinoflagelados, porém predominam as diatomáceas (DEMASTER *et al.*, 1983; GOES *et al.*, 2014; PAIVA, 2001; SHIPE *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2009; WOOD, 1966). Este último grupo representa 50% da comunidade fitoplanctônica marinha. Na região nerítica ocorrem espécies típicas de ambientes costeiros, assim como algumas consideradas exclusivamente oceânicas, tais como a diatomácea *Chaetoceros peruvianum* e o dinoflagelado *Ceratium extensum* (PAIVA, 2001; WOOD, 1966).

Na zona oceânica, por sua vez, foram encontrados representantes de cianobactérias, diatomáceas e dinoflagelados, (GOES *et al.*, 2014; BRASIL, 2006; SOUZA *et al.*, 2009; WOOD, 1966). Neste ambiente, observa-se uma maior diversidade e densidade de dinoflagelados, entretanto são menos representativos que os outros grupos do fitoplâncton, como as diatomáceas (WOOD, 1966; SOUZA *et al.*, 2009; GOES *et al.*, 2014).

Com relação à sazonalidade, os estudos realizados apontam para uma

estabilidade temporal na estrutura da comunidade fitoplanctônica na área de estudo, demonstrando uma adaptação nas variações que ocorrem no decorrer de um ciclo sazonal completo. Entretanto observa-se que a maioria dos trabalhos foi desenvolvida em um único período sazonal.

Esta mesma estabilidade pode ser observada ao longo dos anos, uma vez que entre o primeiro e o último estudo desenvolvido na área, por Wood, em 1966, e Paiva, em 1999, respectivamente, não tem sido observadas grandes alterações na composição de espécies na área de estudo (WOOD, 1966; PAIVA, 2001). Apesar disso, existe uma lacuna desde o último grande levantamento que foi feito em 1999, há 16 anos por Paiva (2001). Além disso, para a área interna da foz do Amazonas há apenas um estudo realizado por Silveira Júnior (2012) e existem locais da área de estudo ainda não estudados, como Chaves e Itaubal.

Observa-se que várias espécies mantêm-se presentes ao longo dos anos, tais como *Surirella* spp., *Synedra* spp., e *Tabellaria* spp. na costa (WOOD, 1966; PAIVA, 2001; SOUZA et al., 2009); *Chaetoceros* spp, *Coscinodiscus* spp., *Skeletonema* spp., *Talassiosira* spp. e *Trichodesmium* spp., nas regiões neríticas e oceânicas (WOOD, 1966; PAIVA, 2001; SOUZA et al., 2009, GOES et al., 2014), assim como *Richelia intracellularis*, nas regiões sob influência da pluma com salinidade intermediária (± 32 psu) (WOOD, 1966; COOLEY; YAGER, 2006; SHIPE et al., 2007; SUBRAMANIAM et al., 2008).

Desta forma, nota-se que há uma grande representatividade de diatomáceas na área de estudo e que as mesmas adaptaram-se neste ambiente, tanto no espaço quanto no tempo. É importante ressaltar que elas são responsáveis por grande parte da produção primária em regiões costeiras amazônicas, bem como em áreas oceânicas sob influência da pluma do rio Amazonas, relacionando-se, diretamente, com a entrada de nutrientes e a alta penetração de energia da pluma, o que possibilita uma rápida taxa de crescimento, característica do grupo (GOES et al. 2014; SHIPE et al., 2007, SOUZA et al., 2009).

Destaca-se, também, a importância das associações diazotróficas (cianobactérias+diatomáceas) compostas principalmente pelas espécies *Richelia intracellularis*+*Hemiaulus hauckii*, as quais ocorrem nas regiões mesohalinas (onde a água é parte doce, parte salgada), sob influência da pluma do Amazonas, no

extremo norte do Amapá. Já no oceano, a diazotrófica dominante é *Trichodesmium* sp. (SUBRAMANIAM et al., 2008).

Essas espécies são importantes para o sequestro de CO₂. Vários autores reportam que a fixação de carbono, bem como a disponibilização de N₂ e sílica, no oceano Atlântico Norte Tropical Ocidental dependem intimamente da estrutura da comunidade de algas que sofrem influência da pluma do Amazonas. Devido a grande importância desta comunidade, relacionam *blooms* de organismos diazotróficos, com a manutenção do sequestro de carbono na área (DEMASTER et al., 1983; COOLEY e YAGER, 2006; SHIPE et al., 2007; SUBRAMANIAM et al., 2008; YEUNG et al., 2012).

Cooley e Yager (2006) registraram dominância destes organismos diazotróficos (*Richelia*, *Hemiaulus* e *Trichodesmium*) em água superficiais a aproximadamente 250, 460 e 620 km da costa do Oiapoque (AP) com salinidades entre 32 e 33 psu. Shipe et al. (2007) detectaram também em 2001 uma grande abundância de *Richelia intracellularis* associada a *Hemiaulus hauckii* a cerca de 470km da costa do Oiapoque a uma salinidade de 32,5 psu em profundidades até 50% da zona eufótica. Subramaniam et al.(2008) identificaram grande abundância de *Richelia* associada a *H. hauckii* em águas mesohalinas (30-35 psu), e Yeung et al. (2012) em águas com salinidade entre 32-33 psu. Por fim, Wood havia encontrado em 1966 *R. intracellularis* em pontos distantes da costa, assim como em outros pontos mais próximos do município de Amapá (AP) e da costa do Pará.

Richelia intracellularis é o organismo diazotrófico mais importante em regiões mesohalinas, onde encontra os nutrientes sílica e fósforo proveniente da pluma do Amazonas e adquire N₂ por fixação atmosférica. (SUBRAMANIAM et al., 2008). A ocorrência destes organismos em águas com salinidade baixa (± 32) em locais muito distantes da costa pode ser explicada pela pluma do Amazonas que possui grande alcance na superfície do oceano Atlântico (LENTZ e LIMEBURNER, 1995; TERNON et al. 2000; COOLEY e YAGER, 2006; SILVA et al. 2009).

A pluma do Amazonas é formada pela água doce deste rio que se mistura com águas oceânicas formando uma pluma superficial de baixa salinidade ($S < 34$ psu), que não é contínua devido à influência da retroflexão da Corrente Norte do Brasil. A pluma vai para o leste quando ocorre essa retroflexão durante a vazão decrescente,

e vai para noroeste continuamente, mas principalmente durante o período de menor descarga do rio. Durante a maior vazão, as águas tendem a ficar na direção da foz (TERNON et al. 2000; SILVA et al. 2009). Segundo Ternon et al. (2000), as águas mesohalinas podem se estender por mais de 2000km a partir da foz, já Silva et al. (2009) detectaram anéis com água do Amazonas em torno de 340km da foz.

3.2. PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA (CLOROFILA-A)

As concentrações de clorofila-a fornecem estimativas da biomassa do fitoplâncton, assim como de sua produtividade. No Estado do Amapá, já foram feitos registros desta variável nos municípios de Santana, Macapá, Itaubal, Amapá, Calçoene e Oiapoque (Tabela 2). Além disso, há estudos em Afuá-PA e na foz do Amazonas.

A maior parte desses estudos teve como área a costa do Estado do Amapá, da Foz do Amazonas ao Cabo Orange (Oiapoque), como os cruzeiros dos projetos REVIZEE e AmasSeds, que deram origem a vários trabalhos (DEMASTER et al., 1991; SMITH JR; DEMASTER, 1996; PAIVA, 2001; SANTOS, 2004; SANTOS et al., 2008; SOUZA et al., 2009). Por outro lado, apenas dois estudos foram executados na área interna do Amazonas, próximo à foz (SILVEIRA-JUNIOR, 2012; GONÇALVES, 2009).

Tabela 2: Levantamento dos registros das concentrações de clorofila-a na Área de Estudo.

Município	Pt.	Coordenadas geográficas	Prof. (m)	Costa/Oceano	Vazão	Ano	Chl-a (µg/L)	Ref.
Santana	P1N	S0 03 32.2 W51 03 47.7		C	Máxima	2011	12,3	2
Santana	P2N	S0 04 35.9 W51 01 46.7		C	Máxima	2011	20,8	2
Santana	P3N	S0 05 01.9 W51 00 21.9		C	Máxima	2011	15,0	2
Santana	P1N	S0 03 32.2 W51 03 47.7		C	Máxima	2012	0,3	2
Santana	P2N	S0 04 35.9 W51 01 46.7		C	Máxima	2012	1,0	2
Santana	P3N	S0 05 01.9 W51 00 21.9		C	Máxima	2012	0,7	2
Santana	P1N	S0 03 32.2 W51 03 47.7		C	Máxima	2012	1,7	2

Santana	P2N	S0 04 35.9 W51 01 46.7	C	Máxima	2012	1,1	2
Santana	P3N	S0 05 01.9 W51 00 21.9	C	Máxima	2012	3,1	2
Santana	P1N	S0 03 32.2 W51 03 47.7	C	Decrescente	2011	3,1	2
Santana	P2N	S0 04 35.9 W51 01 46.7	C	Decrescente	2011	2,0	2
Santana	P3N	S0 05 01.9 W51 00 21.9	C	Decrescente	2011	3,5	2
Macapá	82	01°27,10'N 48°31,26'W	C	Decrescente	2001	2,02	5
Macapá	83	01°33,53'N 48°29,76'W	C	Decrescente	2001	2,98	5
Macapá	84	01°40,82'N 48°24,65'W	C	Decrescente	2001	3,39	5
Macapá	84	01°40,82'N 48°24,65'W	C	Decrescente	2001	0,82	5
Macapá	84	01°40,82'N 48°24,65'W	C	Decrescente	2001	0,62	5
Macapá	85	01°49,27'N 48°18,57'W	C	Decrescente	2001	1,48	5
Macapá	85	01°49,27'N 48°18,57'W	C	Decrescente	2001	0,81	5
Macapá	85	01°49,27'N 48°18,57'W	C	Decrescente	2001	1,89	5
Macapá	85	01°49,27'N 48°18,57'W	C	Decrescente	2001	1,03	5
Macapá	86	02°04'N 48°08,53'W	C	Decrescente	2001	1,26	5
Macapá	86	02°04'N 48°08,53'W	C	Decrescente	2001	0,16	5
Macapá	86	02°04'N 48°08,53'W	C	Decrescente	2001	0,73	5
Macapá	86	02°04'N 48°08,53'W	C	Decrescente	2001	1,62	5
Macapá	95	02°30,79'N 48°29,63'W	C	Decrescente	2001	1,32	5
Macapá	95	02°30,79'N 48°29,63'W	C	Decrescente	2001	4,05	5
Macapá	95	02°30,79'N 48°29,63'W	C	Decrescente	2001	0,55	5
Macapá	95	02°30,79'N 48°29,63'W	C	Decrescente	2001	0,49	5
Macapá	96	02°17,99'N 48°37,80'W	C	Decrescente	2001	1,7	5
Macapá	96	02°17,99'N 48°37,80'W	C	Decrescente	2001	1,08	5
Macapá	96	02°17,99'N 48°37,80'W	C	Decrescente	2001	0,27	5
Macapá	96	02°17,99'N 48°37,80'W	C	Decrescente	2001	0,59	5
Macapá	97	02°07,13'N 48°46,37'W	C	Decrescente	2001	2,75	5
Macapá	98	01°53,93'N 48°54,55'W	C	Decrescente	2001	3,57	5
Macapá	99	01°36'N 49°14'W	C	Decrescente	2001	4,75	5
Macapá	100	01°19,98'N 49°25,26'W	C	Decrescente	2001	2,98	5
Macapá	1	0°01'18.5"N 51°02'56.9"W	C	Decrescente	2007	4,49	7
Macapá	1	0°01'18.5"N 51°02'56.9"W	C	Crescente	2008	0,49	7
Itaubal	5B	0°25'31.1"N 50°35'09,6"W	C	Máxima	2008	0,44	7
Itaubal	5B	0°25'31.1"N 50°35'09,6"W	C	Mínima	2007	4,89	7
Foz	78	01°10,27'N 48°09'W	C	Decrescente	2001	0,59	5
Foz	78	01°10,27'N 48°09'W	C	Decrescente	2001	2,27	5
Foz	78	01°10,27'N 48°09'W	C	Decrescente	2001	1,71	5
Foz	78	01°10,27'N 48°09'W	C	Decrescente	2001	2,17	5
Foz	79	01°03,86'N 48°12,66'W	C	Decrescente	2001	4,88	5
Foz	79	01°03,86'N 48°12,66'W	C	Decrescente	2001	9,54	5
Foz	79	01°03,86'N 48°12,66'W	C	Decrescente	2001	9,15	5
Foz	80	00°57,82'N 48°17,02'W	C	Decrescente	2001	1,7	5
Foz	81	00°51,39'N 48°21,07'W	C	Decrescente	2001	1,67	5
Foz	7	1°43'N 47°40'W	C	Máxima	1990	0,6	6
Foz	10	1°7,5'N 48°15'W	C	Máxima	1990	1,18	6
Foz	5	1°18'N 47°37,5'W	C	Mínima	1991	0,29	6

Foz	7	1°15'N 48°W		C	Mínima	1991	0,28	6
Foz	9	1°N 48°15'W		C	Mínima	1991	0,15	6
Amapá	26	2°45'N 49°W		C	Máxima	1990	9,31	6
Amapá	58	2°15'N 48°30'W		C	Máxima	1990	0,08	6
Amapá	59	2°22,5'N 48°37,5'W		C	Máxima	1990	0,65	6
Amapá	60	2°15'N 48°45'W		C	Máxima	1990	1,37	6
Amapá	102	02°25,92'N 49°11,98'W		C	Decrescente	2001	1,22	5
Amapá	103	02°34,13'N 49°06,98'W		C	Decrescente	2001	0,59	5
Amapá	104	02°46,90'N 48°59,61'W		C	Decrescente	2001	0,78	5
Amapá	21	2°N 48°30'W		C	Decrescente	1989	0,85	6
Amapá	22	2° 7,5'N 48°22,5'W		C	Decrescente	1989	2,11	6
Amapá	26	2°52,5'N 48°22,5'W		C	Decrescente	1989	0,21	6
Amapá	27	2°45'N 48°30'W		C	Decrescente	1989	4,84	6
Amapá	28	2°37,5'N 48°37,5'W		C	Decrescente	1989	0,32	6
Amapá	24	2°52,5'N 48°48'W		C	Crescente	1990	1,54	6
Amapá	25	2°45'N 48°55'W		C	Crescente	1990	8,06	6
Costa do Amapá sem definição precisa					Crescente	1990	14,3	4
Costa do Amapá sem definição precisa					Decrescente	1989	3,6	4
Costa do Amapá sem definição precisa					Máxima	1990	5,2	4
Calçoene	38	3°15'N 49°15'W		C	Máxima	1990	0,16	6
Calçoene	45	3°37,5'N 49°45'W		C	Máxima	1990	8,2	6
Calçoene	46	3°22,5'N 49°56'W		C	Máxima	1990	1,73	6
Calçoene	37	3°15'N 48°48'W		C	Decrescente	1989	1,53	6
Calçoene	39	4°N 48°52,5'W		C	Decrescente	1989	0,12	6
Calçoene	45	2°52,5'N 49°55'W		C	Decrescente	1989	3,96	6
Calçoene	112	03°14,21'N 49°15,75'W		C	Decrescente	2001	1,96	5
Calçoene	112	03°14,21'N 49°15,75'W		C	Decrescente	2001	0,2	5
Calçoene	113	03°0,68'N 49°24,95'W		C	Decrescente	2001	3,78	5
Calçoene	113	03°0,68'N 49°24,95'W		C	Decrescente	2001	1,29	5
Calçoene	114	02°47,44'N 49°34,83'W		C	Decrescente	2001	1,28	5
Calçoene	114	02°47,44'N 49°34,83'W		C	Decrescente	2001	0,62	5
Calçoene	115	02°39,80'N 49°39,03'W		C	Decrescente	2001	1,23	5
Calçoene	115	02°39,80'N 49°39,03'W		C	Decrescente	2001	0,57	5
Calçoene	116	03°08,48'N 49°59,01'W		C	Decrescente	2001	0,99	5
Calçoene	116	03°08,48'N 49°59,01'W		C	Decrescente	2001	2,15	5
Calçoene	117	03°22,30'N 49°50,10'W		C	Decrescente	2001	1,31	5
Calçoene	117	03°22,30'N 49°50,10'W		C	Decrescente	2001	2,36	5
Calçoene	118	03°32,74'N 49°41'W		C	Decrescente	2001	0,13	5
Calçoene	118	03°32,74'N 49°41'W		C	Decrescente	2001	0,92	5
Calçoene	125	03°33,37'N 50°20,31'W		C	Decrescente	2001	9,86	5
Calçoene	125	03°33,37'N 50°20,31'W		C	Decrescente	2001	0,84	5
Calçoene	126	03°23,75'N 50°26,02'W		C	Decrescente	2001	3,8	5
Calçoene	16	4°30'N 50°24'W	2,6	C	Mínima	1997	1,27	1
Calçoene	16	4°30'N 50°24'W	34,2	C	Mínima	1997	3,14	1
Calçoene	16	4°30'N 50°24'W	72,5	C	Mínima	1997	0,47	1
Calçoene	17	4°03'N 50°42'W	2,73	C	Mínima	1997	0,45	1

Calçoene	17	4°03'N 50°42'W	20,5	C	Mínima	1997	0,65	1
Calçoene	17	4°03'N 50°42'W	35,5	C	Mínima	1997	5,53	1
Calçoene	18	3°40'N 50°54'W	4,61	C	Mínima	1997	2,57	1
Calçoene	19	3°09'N 50°36'W	8,85	C	Mínima	1997	2,57	1
Calçoene	20	3°41'N 50°18'W	5,02	C	Mínima	1997	0,96	1
Calçoene	20	3°41'N 50°18'W	31,7	C	Mínima	1997	0,64	1
Calçoene	21	3°58'N 50°06'W	11,1	C	Mínima	1997	0,96	1
Calçoene	21	3°58'N 50°06'W	22,5	C	Mínima	1997	0,96	1
Calçoene	32	4°00'N 49°24'W	10,1	C	Mínima	1997	0,32	1
Calçoene	32	4°00'N 49°24'W	71,5	C	Mínima	1997	0,48	1
Calçoene	33	3°37'N 49°54'W	75	C	Mínima	1997	0,64	1
Calçoene	34	3°21'N 49°49'W	3,53	C	Mínima	1997	0,32	1
Calçoene	34	3°21'N 49°49'W	19,8	C	Mínima	1997	0,32	1
Calçoene	34	3°21'N 49°49'W	64,4	C	Mínima	1997	0,64	1
Calçoene	23	3°7,5'N 48°37,5'W		C	Mínima	1991	0,18	6
Calçoene	24	3°N 48°45'W		C	Mínima	1991	0,1	6
Calçoene	25	2°52,5'N 48°52,5'W		C	Mínima	1991	0,15	6
Calçoene	26	2°45'N 49°W		C	Mínima	1991	0,15	6
Calçoene	36	3°15'N 49°15'W		C	Mínima	1991	0,15	6
Calçoene	36	3°22,5'N 49°7,5'W		C	Crescente	1990	0,49	6
Calçoene	10	6°06'N 49°12'W	2,39	O	Mínima	1997	0,32	1
Calçoene	11	5°42'N 49°30'W	5,03	O	Mínima	1997	0,8	1
Calçoene	11	5°42'N 49°30'W	132	O	Mínima	1997	0,48	1
Calçoene	11	5°42'N 49°30'W	183	O	Mínima	1997	0,64	1
Calçoene	12	5°18'N 49°48'W	5,39	O	Mínima	1997	0,32	1
Calçoene	12	5°18'N 49°48'W	182	O	Mínima	1997	0,32	1
Calçoene	13	4°54'N 50°06'W	49	O	Mínima	1997	0,84	1
Calçoene	13	4°54'N 50°06'W	113	O	Mínima	1997	0,22	1
Calçoene	24	4°24'N 49°48'W	5,5	O	Mínima	1997	0,87	1
Calçoene	25	4°48'N 49°30'W	5,5	O	Mínima	1997	0,5	1
Calçoene	25	4°48'N 49°30'W	101	O	Mínima	1997	0,88	1
Calçoene	25	4°48'N 49°30'W	140	O	Mínima	1997	0,43	1
Calçoene	27	4°48'N 48°48'W	5,57	O	Mínima	1997	0,16	1
Calçoene	27	4°48'N 48°48'W	112	O	Mínima	1997	0,32	1
Calçoene	28	4°24'N 49°06'W	5,45	O	Mínima	1997	0,48	1
Calçoene	28	4°24'N 49°06'W	170	O	Mínima	1997	0,16	1
Oiapoque	51	4°N 50°56'W		C	Máxima	1990	1,82	6
Oiapoque	52	4°7,5'N 50°54'W		C	Máxima	1990	2,73	6
Oiapoque	53	4°15'N 50°52,5'W		C	Máxima	1990	4,1	6
Oiapoque	55	4°30'N 50°30'W		C	Máxima	1990	1,64	6
Oiapoque	134	4°24'N 51°W		C	Decrescente	2001	41,5	3; 5
Oiapoque	127	04°02,61'N 50°40,60'W		C	Decrescente	2001	7,7	5
Oiapoque	128	04°27,05'N 50°23,45'W		C	Decrescente	2001	2,68	5
Oiapoque	133	04°44,50'N 50°48,76'W		C	Decrescente	2001	9,72	5
Oiapoque	134	04°23,64'N 51°02,58'W		C	Decrescente	2001	1,89	5
Oiapoque	48	4°7,5'N 50°30'W		C	Decrescente	1989	11,3	6

Oiapoque	1	4°18'N 51°04'W	5,21	C	Mínima	1997	0,96	1
Oiapoque	1	4°18'N 51°04'W	9,35	C	Mínima	1997	0,64	1
Oiapoque	2	4°45'N 50°48'W	5,4	C	Mínima	1997	2,69	1
Oiapoque	2	4°45'N 50°48'W	40,4	C	Mínima	1997	0,33	1
Oiapoque	7	6°00'N 49°54'W	4,59	O	Mínima	1997	0,16	1
Oiapoque	7	6°00'N 49°54'W	158	O	Mínima	1997	0,56	1
Oiapoque	8	6°24'N 49°48'W	5,5	O	Mínima	1997	0,16	1
Oiapoque	8	6°24'N 49°48'W	61,7	O	Mínima	1997	0,66	1
Oiapoque	8	6°24'N 49°48'W	111	O	Mínima	1997	1,34	1
Oiapoque	9	6°46'N 49°18'W	5,49	O	Mínima	1997	1,32	1
Afuá	P1S	S0 09 37.2 W50 38 59.2		C	Máxima	2011	33,4	2
Afuá	P2S	S0 10 43.0 W50 36 59.4		C	Máxima	2011	12,0	2
Afuá	P3S	S0 11 59.8 W50 35 59.7		C	Máxima	2011	16,9	2
Afuá	P1S	S0 09 37.2 W50 38 59.2		C	Decrescente	2011	7,2	2
Afuá	P2S	S0 10 43.0 W50 36 59.4		C	Decrescente	2011	2,2	2
Afuá	P3S	S0 11 59.8 W50 35 59.7		C	Decrescente	2011	4,0	2
Afuá	P1S	S0 09 37.2 W50 38 59.2		C	Máxima	2012	0,3	2
Afuá	P2S	S0 10 43.0 W50 36 59.4		C	Máxima	2012	2,0	2
Afuá	P3S	S0 11 59.8 W50 35 59.7		C	Máxima	2012	1,3	2
Afuá	P1S	S0 09 37.2 W50 38 59.2		C	Máxima	2012	1,5	2
Afuá	P2S	S0 10 43.0 W50 36 59.4		C	Máxima	2012	1,8	2
Afuá	P3S	S0 11 59.8 W50 35 59.7		C	Máxima	2012	0,7	2

Legenda: Pt. (ponto), Prof. (profundidade), Chl-*a* (clorofila-*a*), Ref (referência).

O valor máximo de clorofila-*a* já registrado para a área de estudo foi de 41,5 µg.L⁻¹, na região costeira do Oiapoque, durante a vazão decrescente do Rio Amazonas em 2001 (SANTOS, 2004; SANTOS et al. 2008). Já os valores mínimos foram obtidos na costa do município de Amapá em 1990, na vazão máxima do Rio Amazonas (SMITH JR e DEMASTER, 1996).

Smith Junior e DeMaster (1996) observaram um aumento na concentração de clorofila-*a* na plataforma continental à medida que a pluma do Amazonas ia para o norte, sendo os valores mais elevados registrados na costa do município de Oiapoque (11,3 µg.L⁻¹; 25 µg.L⁻¹). Santos (2004) e Santos et al. (2008) também observaram valores máximos de clorofila-*a* próximo à costa do Oiapoque (41,5 µg.L⁻¹), assim como Paiva (2001), sendo este último (5,53 µg.L⁻¹) no limite entre os municípios de Oiapoque e Calçoene.

Além dos municípios ao norte do Estado do Amapá, foram observadas elevadas concentrações de clorofila-*a* na desembocadura do rio Amazonas, nos canais Norte e Sul (GONÇALVES, 2009; SILVEIRA-JUNIOR, 2012). Silveira Junior

(2012) registrou máximas de 20,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ em Santana (AP) e de 33,4 $\mu\text{g.L}^{-1}$ em Afuá (PA).

Segundo PAIVA (2001) e SANTOS (2004), os locais com alta produtividade mudam conforme a sazonalidade (vazão) do Rio Amazonas. Isso ocorre porque os nutrientes da foz do Amazonas são transportados ao longo da Plataforma Continental do Estado do Amapá pela Corrente Norte do Brasil (CNB), sendo responsáveis pelo aumento da biomassa e produtividade do fitoplâncton nesta região.

No período de descarga máxima, a área com elevada produtividade é maior próxima à desembocadura do rio. Já no período de vazão decrescente, as regiões com maior produtividade ficam na costa, a noroeste da foz, próximo ao Cabo Orange, Oiapoque (SANTOS, 2004).

As maiores médias de clorofila-a durante a vazão máxima foram registradas próximo à foz do Amazonas, em frente à Santana e Afuá no ano de 2011 por Silveira Junior (2012). Quanto às maiores médias para a vazão decrescente, estas foram obtidas ao norte (Oiapoque), em 1989, por Smith Junior e DeMaster (1996) e, em 2001, por Santos (2004) e Santos et al. (2008) (ver Tabela 3).

Tabela 3: Valores médios de clorofila-a ($\mu\text{g/L}$) durante o ciclo sazonal, por município na área de estudo. Em negrito, maiores concentrações registradas nas vazões máxima e decrescente.

Local	Ano	Costa/ Oceano	Vazão Crescente	Vazão Máxima	Vazão Decrescente	Vazão Mínima
Santana	2011	C		16*	2,9	
Santana	2012	C		1,3		
Macapá	2001	C			1,72	
Macapá	2007	C			4,49	
Macapá	2008	C	0,49			
Itaubal	2007	C				4,89
Itaubal	2008	C		0,44		
Foz	1990	C		0,89		
Foz	1991	C				0,24
Foz	2001	C			3,74	
Amapá	1989	C			2	
Amapá	1990	C	8	3,32		

Amapá	2001	C			0,9
Calçoene	1989	C			1,87
Calçoene	1990	C	0,49	3,36	
Calçoene	1997	C			1,02
Calçoene	1997	O			0,48
Calçoene	2001	C			1,96
Oiapoque	1989	C			11,3*
Oiapoque	1990	C		2,57	
Oiapoque	1997	C			1,15
Oiapoque	1997	O			0,7
Oiapoque	2001	C			12,7*
Afuá	2011	C		20,8*	4,5
Afuá	2012	C		1,3	

Quanto ao gradiente costa/oceano, foram observados valores moderados de clorofila-*a* na costa e baixas concentrações nas águas com elevada salinidade, na zona oceânica (DEMASTER et al., 1991; SMITH JR; DEMASTER, 1996; SANTOS, 2000). Santos (2000) detectou concentrações próximo à costa de 0,03 a 9,79 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e de 0 a 1,85 $\mu\text{g.L}^{-1}$ em águas oceânicas. As maiores concentrações de clorofila-*a* ocorreram na camada superficial da zona de transição entre águas estuarinas e oceânicas, caracterizadas por elevada concentração de nutrientes, baixa salinidade (<32psu) e baixa concentração de sólidos suspensos (<10mg. L^{-1}) (DEMASTER et al., 1991; SMITH JR e DEMASTER, 1996). Na zona de alta produtividade, Smith Junior e Demaster (1996) observaram valores de 25 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Com relação à composição da biomassa de algas, Paiva (2001) afirma que 90 a 99,6% da biomassa fitoplanctônica da região norte (Calçoene e Oiapoque) é composta de picoplâncton ($\leq 4\mu\text{m}$), principalmente diatomáceas. Outros autores corroboram a informação de que as diatomáceas são o grupo mais abundante, entre eles: DeMaster et al. (1983), Cooley e Yager (2006), Shipe et al (2007), Souza et al. (2009) e Goes et al. (2014). Shipe et al (2007) e Cooley e Yager (2006) detectaram que grande parte destas apresentou associação com a cianobactéria diazotrófica *Richelia intracellularis*, também abundante e mencionada desde Wood (1966).

Goes et al. (2014) observaram, além da elevada abundância de diatomáceas, cianobactérias do gênero *Synechococcus* e criptófitas. As criptófitas já haviam sido citadas como muito abundantes por Wood, em 1966, assim como as diatomáceas.

Já nas águas oceânicas, a cianobactéria dominante é *Trichodesmium* sp. (COOLEY; YAGER, 2006; SUBRAMANIAM et al., 2008, SOUZA et al., 2009).

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

- Vários estudos mostram que a área de estudo é composta principalmente por diatomáceas, dinoflagelados e cianobactérias, grupos que têm se mantido estáveis ao longo de décadas. Porém, a parte interna do Rio Amazonas apresenta outra composição, onde predominam as clorofíceas, e as diatomáceas são menos representativas do que na costa. Vale ressaltar, entretanto, que a região interna da foz (Canal Norte e Sul do Amazonas próximo à Macapá, Santana, Itaubal, Chaves e Afuá) não foi tão bem estudada quanto à região costeira.
- Ainda sobre as espécies da área de estudo, destaca-se a importância das associações diazotróficas entre cianobactérias e diatomáceas que ocorrem na pluma do Amazonas. Essas espécies são essenciais para o sequestro de CO₂ da atmosfera, bem como para a disponibilização de nutrientes (N₂ e Si) para o Oceano Atlântico Norte Tropical Ocidental. Portanto, o enriquecimento trófico das águas desta região do oceano depende, intimamente, da estrutura da comunidade de algas que sofrem influência da pluma do Amazonas.
- Com relação à sazonalidade, apesar da maioria dos trabalhos realizados ter sido desenvolvido em um único período sazonal, uma vez que os objetivos não eram avaliar a dinâmica temporal, não foram identificadas grandes diferenças na composição do fitoplâncton na região.
- Quanto à clorofila-a (produtividade primária), os maiores valores foram observados na zona costeira do município de Oiapoque (41,5µg.L⁻¹). Deve-se ressaltar, porém, que os locais com alta produtividade mudam conforme a sazonalidade (vazão) do Rio Amazonas, onde quando a descarga do rio se encontra na vazão mínima, as maiores médias de clorofila-a são observadas a noroeste da foz (Oiapoque/AP). Já na sua vazão máxima, as

maiores médias são observadas na foz e a leste da foz (Santana/AP, Afuá/PA). Apesar destas conclusões, ressalta-se que não foram encontrados levantamentos para toda a área de estudo.

- No tocante ao gradiente costa/oceano, foram observados valores moderados de clorofila-a na costa e baixas concentrações nas águas com elevada salinidade, na zona oceânica.
- As maiores concentrações de clorofila-a ocorreram na zona de transição entre águas costeiras e oceânicas, caracterizada pela elevada concentração de nutrientes, baixa salinidade (<32psu) e baixa concentração de sólidos suspensos (<10mg. L⁻¹). Isso ocorre porque os nutrientes da foz do Amazonas são transportados para esta área, onde os sólidos suspensos começam a diminuir e ocorrem picos de produtividade primária.

5. CORPO TÉCNICO

NOME	FUNÇÃO	FORMAÇÃO	INSTITUIÇÃO
Elane Domênica de Souza Cunha	Coordenação da equipe de fitoplâncton, Produtividade primária (clorofila-a)	Bióloga MSc. Biodiversidade Tropical Doutoranda Biodiversidade e Biotecnologia	IEPA
Arialdo Martins da Silveira Júnior	Estrutura da comunidade fitoplanctônica	Biólogo MSc. Ciências da Saúde Doutorando Biodiversidade Tropical	UNIFAP

6. REFERÊNCIAS

- 1- Paiva, R.S. 2001. **Parâmetros físicos, químicos, biomassa e produção primária de fitoplâncton na Plataforma continental amazônica.** Tese de doutorado, USP, 153p.
- 2- Silveira Junior, A.M. 2012. **Composição e biomassa microfitoplanctônica associadas a variáveis físico e químicas em dois transectos da zona estuarina do Rio Amazonas (Amapá, Amazônia, Brasil).** Dissertação de mestrado, UNIFAP, 93p.
- 3- Santos, M.L.S.; Muniz, K.; Barros-Neto, B.; Araújo, M. Nutrient and phytoplankton biomass in the Amazon River shelf waters. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 80 (4):703-717. 2008.
- 4- DeMaster, D.J.; McKee, B.A.; Moore, W.S.; Nelson, D.M.; Showers; Smith Jr, W.O. Geochemical processes occurring in the waters at the Amazon River/ Ocean Boundary. **Oceanography** abril: 15- 20. 1991.
- 5- Santos, M.L.S. 2004. **Distribuição dos nutrientes (fósforo e nitrogênio) na plataforma continental do Amazonas.** Tese de doutorado, UFPE, 156p.
- 6- Smith Jr, W.O.; Demaster, D.J. Phytoplankton biomass and productivity in the Amazon River plume: correlation with seasonal river discharge. **Continental Shelf Research** 16 (3): 291-319.1996.
- 7- Gonçalves, K.M. 2009. **Caracterização da dinâmica de comunidade de bacterioplâncton no estuário do Rio Amazonas (Canal Norte) - AP.** Dissertação de mestrado, UNIFAP, 94p.
- 8- Shipe, R. F.; Carpenter, E. J.; Govil, S. R.; Capone, D. G. Limitation of phytoplankton production by Si and N in the western Atlantic Ocean. **Marine Ecology Progress Series** 338: 33-45. 2007.
- 9- Goes, J.I.; Gomes, H.R.; Chekalyuk, A.M.; Carpenter, E.J.; Montoya, J.P.; Coles, V.J.; Yager, P.L.; Berelson, W.M.; Capone, D.G.; Foster, R.A.; Steinberg, D.K.; Subramaniam, A.; Hafez; M.A. Influence of the Amazon River discharge on the biogeography of phytoplankton communities in the western tropical north Atlantic. **Progress in Oceanography** 120: 29-40. 2014.

- 10-Demaster, D. J.; Knapp, G. B.; Nittrouer, C. A. Biological uptake and accumulation of silica on the Amazon continental shelf. **Geochimica et Cosmochimica Acta** **47**: 1713- 1723. 1983.
- 11-Wood, E. J. F. A Phytoplankton Study of the Amazon Region. **Bulletin of Marine Science**. 1966.
- 12-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. Trab. Oceanog. Univ. Fed. Pe**, Recife, 27(1):55-90. 1999.
- 13-Souza, L.R.; Zacardi, D.M.; Bittencourt, S.C.S.; Rawietsch, A.K.; Bezerra, M.F.C.; Costa, S.D.; Nakayama. Microfitoplâncton da plataforma continental amazônica brasileira: costa do estado do Amapá- Brasil. **Boletim Técnico Científico Cepnor** **9**:115-124. 2009.
- 14-Chow, F. 2007. (Org). Introdução a Biologia das Criptogamas. São Paulo, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 2007.
- 15-Nogueira, N.M.C. 2003. **Estrutura da comunidade fitoplanctônica em cinco lagos marginais do Rio Turiaçu (Maranhão, Brasil) e sua relação com o pulso de inundação**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, 122p.
- 16-Esteves, F. A., 2011. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro. Ed. Interciência, 826 p.
- 17-Dias Júnior, C. 1998 **Estudo do fitoplâncton em um reservatório de águas ácidas na região litorânea do Espírito Santo (Reservatório Águas Claras, Aracruz, ES)**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- 18-Gregor, J. E.; Marsálek, B. Freshwater phytoplankton quantification by chlorophyll a: a comparative study of in vitro, in vivo and in situ methods. **Water Research** **38**: 517–522. 2004.
- 19-Subramaniam, A. Yager, P.L.; Carpenter, E.J.; Mahaffey, C.; Björkman, K.; Cooley, S.; Kustka; Montoya, J.P.; Sañudo-Wilhelmy, S.A.; Shipe, R.; Capone. Amazon River enhances diazotrophy and carbon

- sequestration in the tropical North Atlantic Ocean. **PNAS** **July (29)**: 10460- 10465 (2008).
- 20-Cooley, S.R.; Yager, P.L. Physical and biological contributions to the western tropical North Atlantic Ocean carbon sink formed by the Amazon River plume. **Journal of geophysical research** 111: 1-14. 2006
- 21-Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 2006. **Programa REVIZEE: avaliação do potencial sustentável dos recursos vivos na zona econômica exclusiva: relatório executivo.MMA**. Brasília. 280p.
- 22-Santos, M.L.S.2000. **Influência dos Rios Amazonas e Pará sobre a biomassa fitoplanctônica**. Dissertação de mestrado, UFPE, 105p.
- 23-Lentz, S. J.; R. Limeburner. The Amazon River plume during AMASSEDS: Spatial characteristics and salinity variability. **J. Geophys. Res. (100)**: C2, 2355–2375. 1995.
- 24-SILVA, A.C.; SANTOS, M. L. S.; ARAUJO, M. C.; BOURLÈS, B. Observações hidrológicas e resultados de modelagem no espalhamento sazonal e espacial da pluma de água Amazônica. **Acta Amazonica** **39(2)**: 361 – 370. 2009.
- 25-Ternon, J. F., C. Oudot, A. Dessier, and D. Diverres. A seasonal tropical sink for atmospheric CO₂ in the Atlantic Ocean: the role of the Amazon River discharge. **Marine Chemistry (68)**: 183–201. 2000.
- 26- Yeung, L.Y.; Berelson,W.M.; Young, E.D.; Prokopenko, M.G.; Rollins, N.; Coles, V.J.; Montoya, J.P.; Carpenter, E.J.; Steinberg, D.K.; Foster, R.A.; Capone, D.G.; Yager, P.L. Impact of diatom-diazotroph associations on carbon export in the Amazon River plume. **Geophysical Research Letters** **39**. 2012.

ANEXO

Tabela 4: Lista de espécies do fitoplâncton registradas em estudos prévios na Costa do Amapá.

<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>	<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>
CIANOFÍCEAS				Oscillatoria princeps			
<i>Anabaena circinalis</i>	AF, SAN	C	2	<i>Phormidium</i> sp.	AF, SAN	C	2
<i>Anabaena planctonica</i>	AF, SAN	C	2	<i>Pseudanabaena mucicola</i>	AF, SAN	C	2
<i>Anabaena</i> sp.	CAL, OIA	C	13	<i>Radiocystis fernandoi</i>	AF, SAN	C	2
<i>Anabaena spiroides</i>	AF, SAN	C	2	<i>Richellia intracelluales</i>	AMA, FOZ,OIA	C, O	8;11; 19;20
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	AF, SAN	C	2	<i>Snowella lacustris</i>	AF, SAN	C	2
<i>Aphanocapsa elegans</i>	AF, SAN	C	2	<i>Synechococcus</i> sp.	OIA	C	9
<i>Aphanocapsa incerta</i>	AF, SAN	C	2	<i>Synechocystis</i> sp.	AF, SAN	C	2
<i>Aphanocapsa planctonica</i>	AF, SAN	C	2	<i>Trichodesmium</i> sp.	CAL, OIA	C	13
<i>Aphanocapsa stagnalis</i>	AF, SAN	C	2	COLORÓFICEAS			
<i>Arthrospira jenneri</i>	AF, SAN	C	2	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	AF, SAN	C	2
<i>Chroococcus</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Bambusina brebissonii</i>	AF, SAN	C	2
<i>Coelomoron</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Binuclearia</i> sp.	AF, SAN	C	2
<i>Merismopedia</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Closterium acutum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Microcystis aeruginosa</i>	AF, SAN	C	2	<i>Closterium ehrenbergii</i>	AF, SAN	C	2
<i>Microcystis wesenbergii</i>	AF, SAN	C	2	<i>Closterium gracille</i>	AF, SAN	C	2
<i>Nostoc</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Closterium kuetzingii</i>	AF, SAN	C	2
<i>Oscillatoria</i> sp.	OIA	C, O	1	<i>Closterium moniliferum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Oscillatoria annae</i>	AF, SAN	C	2	<i>Closterium setaceum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Oscillatoria nitida</i>	AF, SAN	C	2	<i>Closterium striolatum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Oscillatoria perornata</i>	AF, SAN	C	2	<i>Coelastrum cambricum</i>	AF, SAN	C	2

<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>	<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>
<i>Coelastrum pulchrum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Hyaloteca dissiliens</i>	AF, SAN	C	2
<i>Coenochloris</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Hyaloteca mucosa</i>	AF, SAN	C	2
<i>Coenococcus</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Kirchneriella</i> sp.	AF, SAN	C	2
<i>Cosmarium contractum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micractinium bornhemiense</i>	AF, SAN	C	2
<i>Cosmarium denticulatum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias alata</i>	AF, SAN	C	2
<i>Cosmarium pseudobroomei</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias borgei</i>	AF, SAN	C	2
<i>Cosmarium pseudomagnificum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias foliacea</i>	AF, SAN	C	2
<i>Desmidium aequale</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias furcata</i>	AF, SAN	C	2
<i>Desmidium aptogonum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias furcata</i> var. <i>smitii</i>	AF, SAN	C	2
<i>Desmidium baileyi</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias laticeps</i>	AF, SAN	C	2
<i>Desmidium graciliceps</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias mahabuleshwariensis</i>	AF, SAN	C	2
<i>Desmidium grevillii</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias pinnatifida</i>	AF, SAN	C	2
<i>Desmidium laticeps</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias radiosa</i>	AF, SAN	C	2
<i>Desmidium laticeps</i> var. <i>quadrangulare</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias sol</i>	AF, SAN	C	2
<i>Desmidium quadratum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias thomasiana</i>	AF, SAN	C	2
<i>Desmodesmus communis</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias torreyi</i>	AF, SAN	C	2
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Micrasterias torreyi</i> var. <i>curvata</i>	AF, SAN	C	2
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Microspora</i> sp.	AF, SAN	C	2
<i>Dimorphococcus</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Mougeotia</i> sp.	AF, SAN	C	2
<i>Eudorina elegans</i>	AF, SAN	C	2	<i>Oedogonium</i> sp.	AF, SAN	C	2
<i>Eudorina</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Onychonema filiformis</i>	AF, SAN	C	2
<i>Eutetramorus fottii</i>	AF, SAN	C	2	<i>Pandorina</i> sp.	AF, SAN	C	2
<i>Gloeocystis</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Pediastrum duplex</i>	AF, SAN	C	2
<i>Golenkinia radiata</i>	AF, SAN	C	2	<i>Pediastrum simplex</i>	AF, SAN	C	2
<i>Gonatozygon monotaenium</i>	AF, SAN	C	2	<i>Phymatodocis</i> sp.	AF, SAN	C	2
<i>Gonatozygon pilosum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Platymonas</i> sp.	OIA, FOZ	C, O	11

<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>	<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>
<i>Pleurotaenium coronatum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Staurastrum quadrinotatum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Pleurotaenium eherenbergii</i>	AF, SAN	C	2	<i>Staurastrum rotula</i>	AF, SAN	C	2
<i>Pyramimonas</i> sp.	AMA, FOZ	O	11	<i>Staurastrum setigerum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Radiococcus planctonicus</i>	AF, SAN	C	2	<i>Staurastrum sexangulare</i>	AF, SAN	C	2
<i>Radiococcus</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Staurastrum stelliferum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Sphaeroszoma filiforme</i>	AF, SAN	C	2	<i>Staurastrum subamericanum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Spirogyra</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Staurastrum wolleanum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Spondylosium panduriforme</i>	AF, SAN	C	2	<i>Stauroidesmus convergens</i>	AF, SAN	C	2
<i>Spondylosium pulchrum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Stauroidesmus leptodermus</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum boergesenii</i>	AF, SAN	C	2	<i>Stauroidesmus mamillatus</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum brasiliense</i>	AF, SAN	C	2	<i>Stauroidesmus pachyrhynchus</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum furcatum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Stauroidesmus phimus</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum ginzbergeri</i>	AF, SAN	C	2	<i>Stauroidesmus seleneaum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum grallatorium</i>	AF, SAN	C	2	<i>Stauroidesmus subulatus</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum hystrix</i> morpha 4-radiata	AF, SAN	C	2	<i>Stauroidesmus subulatus</i> var. <i>subaequale</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum hystrix</i> morpha triradiata	AF, SAN	C	2	<i>Stauroidesmus triangularis</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum leptochanthum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Stauroidesmus validus</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum leptocladum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Triploceras gracile</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum longipes</i>	AF, SAN	C	2	<i>Volvox</i> sp.	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum manfeldtii</i>	AF, SAN	C	2	<i>Xanthidium antilopaeum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum minnesotense</i>	AF, SAN	C	2	<i>Xanthidium antilopaeum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum nudibrachiathum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Xanthidium antilopaeum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum ornatum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Xanthidium regulare</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum paradoxum</i>	AF, SAN	C	2	<i>Xanthidium trilobum</i>	AF, SAN	C	2
<i>Staurastrum pingue</i>	AF, SAN	C	2	DIATOMÁCEAS			
<i>Staurastrum pulcherrimum</i> var. <i>brasiliense</i>	AF, SAN	C	2	<i>Actinella mirabilis</i>	AF	C	2

<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>	<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa</u>	<u>Ref.</u>
<i>Actinella</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Chaetoceros atlanticus</i>	CAL	O	1
<i>Actynocyclus heltactis</i>	FOZ	O	11	<i>Chaetoceros brevis</i>	CAL	O, C	1
<i>Actynocyclus ovatus</i>	FOZ	O	11	<i>Chaetoceros coarctatum</i>	OIA, AMA, FOZ	C, O	11, 13
<i>Actinocyclus</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Chaetoceros compressus</i>	OIA, CAL, AMA	C	1, 11
<i>Actinoptychus splendens</i>	CAL, OIA	C	13	<i>Chaetoceros concavicornis</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Actinoptychus undulatus</i>	CAL, OIA	C	13	<i>Chaetoceros convolutum</i>	CAL	O, C	1
<i>Asterionella</i> sp.	AF, SAN	C	2	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	OIA, CAL	C, O	1
<i>Asterionella formosa</i>	OIA	C	1	<i>Chaetoceros dadayi</i>	FOZ	O	11
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	OIA, CAL	C	1	<i>Chaetoceros decipiens</i>	CAL	C	1
<i>Asterionellopsis</i> sp.	OIA	C	8	<i>Chaetoceros delicatulus</i>	CAL	O	1
<i>Asterolompa marylandica</i>	AMA	C	11	<i>Chaetoceros didymum</i>	CAL, AMA	C	1, 11
<i>Asterompholus cleveanus</i>	OIA	C	11	<i>Chaetoceros filiformis</i>	CAL	C	
<i>Asterompholus heptactis</i>	FOZ	O	11	<i>Chaetoceros fragile</i>	OIA, CAL,	C	1
<i>Aulacoseira granulata</i>	AF, SAN	C	2	<i>Chaetoceros laciosus</i>	OIA, CAL	O, C	1
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	OIA, CAL	O, C	1, 13	<i>Chaetoceros lacioniosus</i>	CAL	C	1
<i>Bacteriastrium elongatum</i>	CAL	C, O	1	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	OIA, CAL, AMA	C	1
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	OIA, CAL	O, C	1, 13	<i>Chaetoceros paradoxa</i>	OIA, CAL, AMA	C	11
<i>Bacteriastrium varians</i>	FOZ	O	11	<i>Chaetoceros pelagicus</i>	CAL	C	1
<i>Bellerochea malleus</i>	AMA	C	11	<i>Chaetoceros peruvianum</i>	OIA, CAL, FOZ	C, O	1, 11, 13
<i>Biddulphia aurita</i>	OIA	C	11	<i>Chaetoceros secundum</i>	AMA	C	11
<i>Biddulphia regia</i>	CAL	C	1	<i>Chaetoceros simplex</i>	OIA, CAL	C	1
<i>Caloneis</i> sp.	AF	C	2	<i>Chaetoceros sociale</i>	CAL	C	1
<i>Campylosira cymbelliformis</i>	OIA, FOZ	C, O	11	<i>Chaetoceros</i> sp.	OIA	O, C	8,9
<i>Cerataulina dentada</i>	CAL, FOZ	C	13	<i>Chaetoceros teres</i>	CAL, FOZ	O	1, 11
<i>Cerataulina pelagica</i>	OIA, AMA, FOZ	C, O	11	<i>Chaetoceros vanheurckii</i>	OIA, CAL, AMA, FOZ	C, O	11
<i>Chaetoceros aequatoriale</i>	OIA, FOZ	C, O	11	<i>Chaetoceros wighami</i>	OIA, CAL	C	1

Espécie	Município	Costa/ Oceano	Ref.	Espécie	Município	Costa/ Oceano	Ref.
<i>Corethron criophilum</i>	OIA, CAL, FOZ	O	1, 11	<i>Fragilaria sp.</i>	AF, SAN	C	2
<i>Coscinodiscus africanus</i>	FOZ	O	11	<i>Fragilaria striatula</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>	CAL	C	11	<i>Gossleriella tropica</i>	FOZ	O	11
<i>Coscinodiscus centralis</i>	OIA, CAL, FOZ	C, O	11	<i>Guinardia delicatula</i>	OIA, CAL	C	1
<i>Coscinodiscus concinnus</i>	CA, OIA, CAL, AMA	C	12, 11	<i>Guinardia striata</i>	OIA	C	1
<i>Coscinodiscus excentricus</i>	OIA, FOZ	C, O	11	<i>Hemiaulus hauckii</i>	OIA, CAL, FOZ	C, O	11
<i>Coscinodiscus gigas</i>	AMA	C	11	<i>Hemiaulus indicus</i>	CAL, OIA	C	11, 13
<i>Coscinodiscus jonesianus</i>	CAL, OIA	C	13	<i>Hemiaulus mambranaceus</i>	OIA, CAL	C	11, 13
<i>Coscinodiscus lineatus</i>	OIA, CAL, FOZ	C, O	11, 13	<i>Hemiaulus sinenses</i>	OIA, CAL, FOZ	C, O	1, 11, 13
<i>Coscinodiscus marginatus</i>	OIA, CAL, FOZ	C, O	11	<i>Hemiaulus sp.</i>	OIA	O, C	8
<i>Coscinodiscus oculurisdidis</i>	CAL, CA, OIA	C	1, 12, 13	<i>Hemidiscus cuneiformis</i>	FOZ	O	11
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	CA, FOZ, CAL, OIA	O	12, 11, 13	<i>Hydrosera whampoensis</i>	AF, SAN	C	2
<i>Coscinodiscus reniformis</i>	FOZ	O	11	<i>Lauderia annulata</i>	OIA, CAL, AMA	C	1, 11, 13
<i>Coscinodiscus rothii</i>	AMA	C	11	<i>Leptocylindrus minimus</i>	OIA, CAL	C, O	1
<i>Coscinodiscus sp.</i>	FOZ	C	10	<i>Licmophora abbreviata</i>	FOZ	O	11
<i>Ctenophora sp.</i>	AF, SAN	C	2	<i>Licmophora luxuriosa</i>	AMA	C	11
<i>Cyclotella sp.</i>	CAL, OIA	C	13	<i>Mastogloria rostrata</i>	FOZ	O	11
<i>Cyclotella comta</i>	OIA, CAL, AMA, FOZ	C, O	11	<i>Melosira juergensi</i>	OIA	C	1
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	OIA, AMA, FOZ	C, O	11	<i>Melosira moniliforme</i>	FOZ	O	11
<i>Diploneis cabro</i>	OIA	C	11	<i>Melosira sulcata</i>	OIA	C	11
<i>Diploneis fusca</i>	AMA	C	11	<i>Navicula acus</i>	OIA, CAL, AMA, FOZ	C, O	11
<i>Ditylum brigtwelli</i>	CAL, CA, OIA	C	1, 12, 11, 13	<i>Navicula closterium</i>	OIA	C	11
<i>Ditylum sol</i>	OIA, CAL, AMA	C	11	<i>Navicula distans</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Eucampia cornuta</i>	AMA, FOZ	C, O	11	<i>Navicula lorenziana</i>	OIA, FOZ	C, O	11
<i>Eunotia sp.</i>	AF, SAN	C	2	<i>Navicula membranacea</i>	AMA	C	11
				<i>Navicula palea</i>	FOZ	O	11

Espécie	Município	Costa/ Oceano	Ref.	Espécie	Município	Costa/ Oceano	Ref.
<i>Navicula seriata</i>	OIA, CAL, AMA, FOZ	C, O	11	<i>Rhizosolenia setigera</i>	OIA, CAL, AMA	C	11, 13
<i>Navicula sp.</i>	OIA, CAL	O	1	<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>	OIA, AMA	C	11
<i>Navicula tryblionella</i>	OIA	C	11	<i>Rhizosolenia styliformis</i>	OIA, CAL, AMA, FOZ	C, O	1, 11, 13
<i>Odontella regia</i>	CAL, OIA	C	13	<i>Skeletonema costatum</i>	OIA, CAL, AMA, FOZ	C, O	1, 11, 13, 9
<i>Odontella sinensis</i>	OIA, CAL	C	1	<i>Skeletonema sp.</i>	OIA, CAL, AMA	C	8, 10
<i>Planktoniella sol</i>	FOZ	O	11	<i>Stauroneis sp.</i>	AF, SAN	C	2
<i>Pleurosigma acuminatum</i>	OIA	C	11	<i>Surirella guatemalensis</i>	AF, SAN	C	2
<i>Pleurosigma angulatum</i>	AMA	C	11	<i>Surirella linearis</i>	AF, SAN	C	2
<i>Pleurosigma capense</i>	FOZ	O	11	<i>Synedra superba</i>	FOZ	O	11
<i>Pleurosigma distortum</i>	OIA, AMA	C	11	<i>Synedra fulgens</i>	FOZ	O	11
<i>Pleurosigma elongatum</i>	CAL	C	11	<i>Synedra sp.</i>	FOZ	C	10
<i>Pleurosigma formosum</i>	OIA	C	11	<i>Tabellaria sp.</i>	AF, SAN	C	2
<i>Pleurosigma majus</i>	OIA, CAL	C	11	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	CAL, CA, OIA, AMA	C	1, 12, 11
<i>Pleurosigma naviculaceum</i>	OIA	C	11	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	CAL, OIA, AMA	O, C	1, 11, 13
<i>Pleurosigma sp.</i>	CAL, OIA	C	13	<i>Thalassionema sp.</i>	CAL, OIA	C	13, 8
<i>Polymyxus coronalis</i>	AF, SAN	C	2	<i>Thalassiosira alienii</i>	OIA	C	9
<i>Proboscia alata</i>	CAL, OIA	O, C	1, 13	<i>Thalassiosira angulata</i>	CAL	C	1
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	OIA, CAL	C, O	1, 13	<i>Thalassiosira longissima</i>	AMA	C	11
<i>Pseudo-nitzschia sp.</i>	OIA	C	9	<i>Thalassiosira sp.</i>	FOZ, CAL, OIA, AMA	O, C	11, 10
<i>Rhizosolenia alata</i>	OIA, AMA, FOZ	C, O	11	<i>Thalassiosira mediterranea</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Rhizosolenia bergonii</i>	FOZ	O	11	<i>Terpsinoe musica</i>	AF, SAN	C	2
<i>Rhizosolenia cacar-avis</i>	AMA	C	11	<i>Triceratium alternans</i>	FOZ	O	11
<i>Rhizosolenia cylindrus</i>	FOZ	O	11	<i>Tropidoneis lepidoptera</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	CAL, OIA	C	13	<i>Urosolenia sp.</i>	AF, SAN	C	2
<i>Rhizosolenia imbricata var. shrubsolei</i>	AMA	C	11				
<i>Rhizosolenia hebetata f. semispina</i>	FOZ	O	11				

<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>	<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>
EUGLENOFÍCEAS							
<i>Acanthoica</i> sp.	FOZ	O	11	<i>Ceratium bucerus</i>	FOZ	O	11
<i>Coccolithus pelagicus</i>	AMA, FOZ	C, O	11	<i>Ceratium candelabrum</i>	FOZ	O	11
<i>Coccolithus huxleyi</i>	FOZ	O	11	<i>Ceratium contortum</i>	CAL, OIA	C	13
<i>Discophaera thomsoni</i>	AMA, FOZ	C, O	11	<i>Ceratium declinatum</i>	AMA, FOZ, CAL, OIA	C, O	11, 13
<i>Dictyocha fíbula</i>	FOZ	O	11	<i>Ceratium extensus</i>	OIA, CAL, AMA, FOZ	C, O	11
<i>Ebria tripartita</i>	FOZ	O	11	<i>Ceratium falcatum</i>	FOZ	O	11
<i>Eutreptia viridis</i>	OIA, FOZ	C, O	11	<i>Ceratium furca</i>	OIA, CAL, AMA, FOZ	C, O	11, 13
<i>Hemiselmis</i> sp.	FOZ	O	11	<i>Ceratium fusus</i>	CAL, FOZ, OIA	C, O	1, 11, 13
<i>Isocrysis</i> sp.	OIA, AMA, FOZ	C, O	11	<i>Ceratium geniculatum</i>	FOZ	O	11
<i>Michaelsarsia</i> sp.	FOZ	O	11	<i>Ceratium gibbrum</i>	AMA	C	11
<i>Phacus gigas</i> Cunha	AF	C	2	<i>Ceratium hexacanthum</i>	FOZ, CAL, OIA	O, C	11, 13
<i>Pontosphaera apsteini</i>	FOZ	O	11	<i>Ceratium horridum</i>	CAL, OIA	C	13
<i>Pontosphaera stylifer</i>	FOZ	O	11	<i>Ceratium inflatum</i>	CAL, OIA	C	13
<i>Rhabdosphaera</i> sp.	FOZ	O	11	<i>Ceratium karsteni</i>	AMA	C	11
<i>Syphosphaera apsteini</i>	FOZ	O	11	<i>Ceratium limulus</i>	CAL, OIA	C	13
<i>Syracosphaera</i> sp.	AMA, FOZ	C, O	11	<i>Ceratium lineatum</i>	CAL, OIA	C	13
<i>Trachellomonas</i> sp.	AF	C	2	<i>Ceratium lunula</i>	CAL, OIA	C	13
DINOFLAGELADOS							
<i>Amphidinium klebsi</i>	FOZ	O	11	<i>Ceratium macroceros</i>	CAL, OIA	C	13
<i>Amphidinium turbo</i>	AMA, FOZ	C, O	11	<i>Ceratium massiliense</i>	OIA, FOZ	C, O	11
<i>Amphisolenia clavipes</i>	FOZ	O	11	<i>Ceratium pentagonum</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Amphisolenia globifera</i>	FOZ	O	11	<i>Ceratium schmidt</i>	AMA	C	11
<i>Blepharocysta splendo maris</i>	AMA, FOZ	C, O	11	<i>Ceratium</i> sp.	CAL, OIA	C	13
<i>Ceratium arietnium</i>	FOZ	O	11	<i>Ceratium teres</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Ceratium breve</i>	OIA, AMA, FOZ	C, O	11	<i>Ceratium trichoceros</i>	OIA, CAL	C	11, 13
				<i>Ceratium tripos</i>	CAL, OIA	C	13

<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>	<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>
<i>Ceratocorys armata</i>	FOZ	O		<i>Gymnodinium gelbum</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Ceratocory horrida</i>	CAL, OIA	C	13	<i>Gymnodinium grammaticum</i>	FOZ	O	11
<i>Ceratocory sp.</i>	CAL, OIA	C	13	<i>Gymnodinium marinum</i>	AMA, FOZ	C,O	11
<i>Isocrysis sp.</i>	AMA	C	11	<i>Gymnodinium mirabile</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Cochlodinium faurei</i>	AMA, FOZ	C, O	11	<i>Gymnodinium multstriatum</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Cochlodinium virescens</i>	FOZ	O	11	<i>Gymnodinium nudum</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Dinophysis exígua</i>	AMA, FOZ	C, O	11	<i>Gymnodinium punctatum</i>	FOZ	O	11
<i>Dinophysis okamurai</i>	FOZ	O	11	<i>Gymnodinium scopulosum</i>	FOZ	O	11
<i>Dinophysis schuetii</i>	FOZ	O	11	<i>Gymnodinium simplex</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Dinophysis sphaerica</i>	FOZ	O	11	<i>Gyrodinium nasutum</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Dinophysis uracantha</i>	FOZ	O	11	<i>Gyrodinium ochraceum</i>	FOZ	O	11
<i>Diplopsalis lenticula</i>	OIA, CAL, FOZ	C, O	11	<i>Gyrodinium prunus</i>	AMA	C	11
<i>Exuviaella báltica</i>	FOZ	O	11	<i>Heterodinium mediterraneum</i>	AMA	C	11
<i>Geniaulax diegensis</i>	FOZ	O	11	<i>Histioneis helenae</i>	FOZ	O	11
<i>Geniaulax monacantha</i>	FOZ	O	11	<i>Histioneis milneri</i>	FOZ	O	11
<i>Goniaulax polygrama</i>	AMA, FOZ	C,O	11	<i>Histioneis panaria</i>	FOZ	O	11
<i>Goniaulax sp.</i>	CAL, OIA	C	13	<i>Histioneis tubifera</i>	FOZ	O	11
<i>Geniaulax spinifera</i>	FOZ	O	11	<i>Histioneis variabilis</i>	FOZ	O	11
<i>Goniaulax scrippsae</i>	FOZ	O	11	<i>Katodinium rotundatum</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Goniodoma marinum</i>	OIA, AMA	C	11	<i>Melanodinium nigricans</i>	FOZ	O	11
<i>Goniodoma polyedricum</i>	AMA, FOZ, CAL, OIA	C, O	11, 13	<i>Nematodinium torpedo</i>	FOZ	O	11
<i>Goniodoma sphaericum</i>	AMA	C	11	<i>Ornithocercus magnificus</i>	FOZ	O	11
<i>Gymnodinium coerulatum</i>	FOZ	O	11	<i>Ornithocercus sp.</i>	CAL, OIA	C	13
<i>Gymnodinium costatum</i>	FOZ	O	11	<i>Oxytoxum belgicae</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Gymnodinium flavum</i>	FOZ	O	11	<i>Oxytoxum curvatum</i>	FOZ	O	11
<i>Gymnodinium galeforme</i>	FOZ	O	11	<i>Oxytoxum gracile</i>	FOZ	O	11

<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>	<u>Espécie</u>	<u>Município</u>	<u>Costa/ Oceano</u>	<u>Ref.</u>
<i>Oxytoxum milneri</i>	FOZ	O	11	<i>Pronoctiluca pelagica</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Oxytoxum pachyderme</i>	FOZ	O	11	<i>Prorocentrum scutellum</i>	AMA	C	11
<i>Oxytoxum scolopax</i>	AMA, FOZ	C,O	11	<i>Prorocentrum schilleri</i>	FOZ	O	11
<i>Oxytoxum sphaeroedea</i>	FOZ	O	11	<i>Protoceratium reticulum</i>	FOZ	O	11
<i>Oxytoxum tessellatum</i>	AMA, FOZ	C,O	11	<i>Protopteridinium sp.</i>	CAL, OIA	C	1, 13
<i>Oxytoxum turbo</i>	AMA, FOZ	C,O	11	<i>Pyrocistis fusiformis</i>	FOZ	O	11
<i>Oxytoxum variabile</i>	AMA, FOZ	C	11	<i>Pyrocistis lunula</i>	FOZ	O	11
<i>Parahistioneis cerasus</i>	FOZ	O	11	<i>Pyrocistis pseudonoclituca</i>	OIA, FOZ	C, O	11
<i>Parahistioneis crateriformis</i>	FOZ	O	11	<i>Spiraulax jolliffei</i>	FOZ	O	11
<i>Parahistioneis gascoienseis</i>	FOZ	O	11	<i>Triposolenia bicaudata</i>	FOZ	O	11
<i>Peridinium conicum</i>	CAL	C	11	<i>Wanowia atra</i>	AMA, FOZ	C,O	11
<i>Peridinium diabolus</i>	FOZ	O	11	<i>Wanowia violescens</i>	AMA, FOZ	C, O	11
<i>Peridinium divergens</i>	CAL, AMA, FOZ	C, O	11	<u>CRIFTOFÍCEAS</u>	<u>OIA</u>	<u>C</u>	<u>9</u>
<i>Peridinium pedunculatum</i>	AMA, FOZ	C, O	11				
<i>Peridinium roseum</i>	FOZ	O	11				
<i>Peridinium sphaericum</i>	AMA, FOZ	C, O	11				
<i>Peridinium steini</i>	AMA, FOZ	C, O	11				
<i>Phalacroma circumsutum</i>	FOA	O	11				
<i>Phalacroma doryphorum</i>	FOZ	O	11				
<i>Phalacroma hindmarchi</i>	AMA	C	11				
<i>Phalacroma pulchcellum</i>	FOZ	O	11				
<i>Phalacroma ovum</i>	AMA, FOZ	C,O	11				
<i>Phalacroma rotundatum</i>	FOZ	O	11				
<i>Podolampas bipes</i>	FOZ	O	11				
<i>Podolampas elegans</i>	FOZ	O	11				
<i>Podolampas palmipes</i>	OIA, AMA, FOZ	C,O	11				

Legenda: AF (Afuá), SAN (Santana), OIA (Oiapoque), CAL (Calçoene), AMA (Amapá), FOZ (Foz do Amazonas), CA (Costa do Amapá sem definição precisa), Ref. (referência).