Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA

ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

A PRODUÇÃO DE OXIGÊNIO POR DIA TOMÁCEAS PRESENTES NAS TEMPESTADES DE AREIA NO CICLO DESERTO DO SAARA - AMAZÔNIA

THE OXYGEN PRODUCTION BY DIATOMS IN THE DUST WINDS IN THE SAHARA DESERT – AMAZON CYCLE

Gabriela MARTELLI

Patrick PEREIRA

Simone Garcia SILVA

1 Técnica em Meio Ambiente pelo Instituto Educacional Ativa de Itapira.
gabi-martelli@hotmail.com

2 Psicólogo e Psicopedagogo pela UniFAJ. Mestre em Psicologia pela PUC-Campinas.
Professor de Psicologia da UNIESI.

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA

ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

patrickpereira@hotmail.com.br

3 Bióloga e Mestra em Ensino de Ensino de Biologia pela Unicamp.
simgsil@yahoo.com.br

RESUMO

Tempestades de areia são fenômenos comuns e recorrentes no Deserto do Saara, que fertilizam a maior floresta tropical do mundo, a floresta Amazônica localizada no Brasil, que utiliza os nutrientes a seu favor para regular o microclima do próprio bioma. Além de decorrerem inúmeros eventos que agem em conjunto do oceano Atlântico, da floresta Amazônica e do Deserto do Saara de modo a disponibilizar nutrientes e alimentos suficientes para seres microscópicos presentes no fitoplâncton, as microalgas diatomáceas. Objetivou-se com este artigo, por meio de pesquisas bibliográficas quantitativas e qualitativas, estabelecer um dos ciclos mais importantes para o planeta, ressaltar os reais responsáveis pela produção de oxigênio da atmosfera terrestre e provocar a conscientização para a preservação e valorização ambiental. Dessa forma, as diatomáceas produzem o oxigênio livre que permite que haja vida no planeta Terra, são as responsáveis por originarem o relevo terrestre e consequentemente a ocorrência das tempestades de areia no deserto africano; portanto, é estabelecido um ciclo que origina-se no Deserto do Saara, percorre o mundo e volta ao local de origem. É perceptível ao longo do artigo, a conectividade de todos os elementos, eventos e ações da própria natureza que buscam manter o equilíbrio ecológico e planetário, além de serem dependentes uns dos outros, entretanto, a interferência antrópica no meio ambiente de forma intensa causa resultados negativos ao ciclo do Deserto do Saara – Amazônia, o que coloca em risco a continuação do mesmo e por conseguinte a vida de toda a biodiversidade existente.

Palavras Chave: Amazônia; Deserto do Saara; Diatomáceas; Oxigênio; Tempestades de areia.

ABSTRACT

Dust storms are common and recurring phenomena in the Sahara Desert, whose main purpose is to fertilize the biggest rainforest of the world, the Amazon Forest located in Brazil, which uses those nutrients to regulate the microclimate of its own biome. Besides deriving countless events that work along with the Atlantic Ocean, the Amazon forest and the Sahara Desert in order to provide enough nutrients and nourishment to microscopic live organisms present in phytoplankton, the microalgae diatoms. This article aimed, through quantitative and qualitative bibliographic researches, to establish one of the most important cycles for the planet, highlighting the real responsible ones for the oxygen production on Earth's atmosphere and bringing awareness to the environmental conservation and valorization. Therefore, the diatoms produce the free oxygen that enables life on

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA

ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

Earth, being the responsible ones for originating terrestrial relief and consequently the occurrence of dust storms in the African desert; thus, a cycle that begins in the Sahara Desert is established, moving around the world and returning to the starting point. It is perceivable throughout the article, the connectivity of all elements, events and actions of nature itself which aim to keep the ecological and planetary balance, besides being dependent on each other, however, the intense anthropic interference in the environment causes negative results in the Sahara Desert – Amazon cycle and puts at risk not only the cycle continuation but also the life of all existing biodiversity.

Keywords: Amazon; Sahara Desert; Diatoms; Oxygen; Dust Storms.

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

1. CICLO DESERTO DO SAARA – AMAZÔNIA EM CONEXÃO COM O PLANETA TERRA

A formação do planeta Terra se deu há aproximadamente 4,5 bilhões de anos, de modo que originou-se uma atmosfera primitiva que há dois bilhões de anos sofreu transformações, dessa forma os oceanos se tornaram oxigenados e o oxigênio se acumulou na atmosfera, o que permitiu a possibilidade de vida (CARVALHO & CRUZ, 2008). O planeta Terra é o único corpo celeste do Sistema Solar constituído de oxigênio livre, que se originou devido às ações fotossintetizantes de microalgas encontradas no fitoplâncton (FALKOWSKI *et al.*, 1998).

As microalgas são reconhecidas por serem os primeiros seres vivos a habitarem o planeta Terra, há cerca de 3,5 bilhões de anos; se tratam de organismos procariontes de estrutura simples. Os seres mais antigos do planeta foram encontrados em formações microbianas e estromatólitos, o que possibilitou identificar suas semelhanças com cianobactérias e suas capacidades de originar esteiras de grandes comprimentos e bioconstruções com relevo (CARVALHO & CRUZ, 2008).

Os relevos existentes, além de precisarem das ações microscópicas, dependem da análise de substratos, como os fatores endógenos, causados por atividades sísmicas, tectônicas e erupções vulcânicas, que originam as massas rochosas.

Os processos que influenciam na formação do relevo provêm de mecanismos térmicos, o interno, referente à energia térmica presa no interior do planeta que controla os movimentos do manto terrestre e do núcleo, e disponibiliza energia o suficiente para a movimentação dos continentes e a formação de rochas e

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

montanhas. O Sol se trata da energia térmica externa, fornece a energia responsável pelo clima e condições meteorológicas, capazes de provocar mudanças climáticas e modelar o relevo, dessa forma, originam-se as paisagens (SILVA e*t al.*, 2008).

As paisagens naturais e geomorfológicas constituem a superfície terrestre e possuem distintos desenvolvimentos e composições, dessa forma, criam geodiversidades singulares (JORGE & GUERRA, 2016; DANTAS *et al.*, 2008). A biodiversidade está diretamente conectada com a geodiversidade, uma vez em que, os intemperismos rochosos e os efeitos climáticos e do relevo contribuem para a formação do solo, que reduz os problemas ambientais e disponibiliza nutrientes que são absorvidos pela biota (JORGE & GUERRA, 2016; SILVA *et al.*, 2008).

Os diversos tipos e interações entre os geossistemas, permitem o mantimento dos equilíbrios ambientais e a ação da geodinâmica. A geodinâmica brasileira ocorreu com a separação do Brasil e da África, o que ocasionou a abertura do Oceano Atlântico entre as duas regiões, a formação de bacias sedimentares costeiras ricas em recursos minerais, a epirogenética da plataforma brasileira e a formação de um dos maiores biomas do mundo: a Amazônia (DANTAS *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2008).

A Amazônia possui quatro domínios morfológicos, planícies de inundação e terraços fluviais de várzeas; terra firme; superfície de aplainamento cratacônico; planaltos e serras. Se tratam de ambientes com regimes climáticos úmidos e quentes sob abundante ação de intemperismo e lixiviação do solo, origina-se assim, paisagens recobertas por extensa vegetação florestal (DANTAS e*t al.*, 2008).

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 versão eletrônica

A Amazônia, diferentemente do que é afirmado por inúmeras pessoas, não é o pulmão do mundo e não produz o oxigênio disponível para a respiração de toda vida do globo terrestre, uma vez que tudo o que é produzido por ela é consumido por sua biodiversidade própria, a atribuição do conceito de pulmão do mundo para a floresta tropical teve como objetivo o enfoque para os problemas do desmatamento (SOUZA & PAULA, 2010).

A Amazônia atua na purificação do ar por meio da fotossíntese, consome o dióxido de carbono e libera o oxigênio (SOUZA & PAULA, 2010) enquanto o real responsável pela quantidade e disponibilidade de oxigênio na atmosfera terrestre são os oceanos, mais especificamente as algas marinhas constituintes do fitoplâncton, principalmente as diatomáceas (SOUZA & PAULA, 2010; ESPERANTE, 2008).

O ecossistema amazônico é responsável também pelo resfriamento da atmosfera, que por sua vez age em um ciclo com os oceanos, a fim de evitar o aumento de temperatura das águas e consequentemente evitar a diminuição do oxigênio produzido pelas algas marinhas (SOUZA & PAULA, 2010). Devido a estas ações, a Amazônia atua diretamente como um dos principais elementos do ciclo de produção do oxigênio que tem origem no Deserto Africano.

2. CICLO DESERTO DO SAARA - AMAZÔNIA

Ciclos são sequências de eventos dependentes entre si, que ocorrem periodicamente e são estabelecidos pela análise de tais eventos em um determinado período. Os ciclos podem ser de diversos aspectos, como ciclos climáticos, ciclos meteorológicos, biogeoquímicos e naturais, dos quais os principais são de

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 versão eletrônica
reciclagem de nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 2015). O ciclo que se inicia no deserto africano refere-se à um ciclo de reciclagem de nutrientes, que por meio de tempestades de areia contribuem para a produção de um elemento abundante no planeta, o oxigênio (MATOS & TEIXEIRA, 2018).

As tempestades de areia podem ser vistas do espaço por meio de um sistema de instrumento de monitoramento de ozônio (KOREN *et al.*, 2006). Satélites mostram um continuo transporte de areia à uma distância de aproximadamente 5000 km de origem africana, no Deserto do Saara, que atravessa o Oceano Atlântico, e chega ao norte da América do Sul, onde se localiza a Amazônia (KOREN *et al.*, 2006; SWAP *et al.*, 1992).

O Deserto do Saara sofre todos os anos com tempestades de areia, onde os ventos levantam os sedimentos do solo até atingirem as nuvens; inicialmente se tratam de grãos de areia que ao se dissiparem à longas distâncias transformam-se em partículas minúsculas denominadas de poeira (MATOS & TEIXEIRA, 2018). As emissões de poeira começam com uma explosão da crosta de grandes partículas, que por sua vez erguem e liberam as finas partículas de poeira (KOREN *et al.*, 2006).

Próximo da fronteira norte de Sahel - África, se encontra a depressão de Bodelé, responsável por ser a maior fonte de poeira de todo o globo terrestre, esta libera partículas suspensas no ar para diversos continentes (KOREN *et al.*, 2006; SWAP *et al.*, 1992). Essa região é considerada a fonte responsável pelas tempestades de areia devido a sua localização entre duas formações magmáticas que agem como lentes de vento, que orientam a direção e sentido da superfície de poeira formada sobre a região africana (KOREN *et al.*, 2006).

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 versão eletrônica

A montanha Tibesti ao norte da depressão de Bodelé e as montanhas de Ennedi localizada ao sul, formam um extenso vale vulcânico de 44,300 km. Ao Sudoeste, a cratera vulcânica forma um cone com uma estreita passagem, que a favor do vento, acelera seu fluxo em direção à Bodelé. Um único nível baixo de vento é formado sobre a depressão, onde a máxima produção de poeira ocorre durante o inverno devido ao baixo nível de vento estar no período mais forte (KOREN *et al.*, 2006).

Anualmente 240-tg (1tg = 10^{12}g) de poeira são transportados da África para o Oceano Atlântico, 100-tg dessa poeira são transportados durante o inverno, onde de 140-tg necessários, 40-tg são depositados sobre o Oceano Atlântico e 15-tg acabam por atingir a floresta Amazônica e fertilizar todo o ecossistema local (MATOS & TEIXEIRA, 2018; LUIZÃO, 2007). Este se torna a fonte responsável pelo ciclo de nutrientes na floresta tropical brasileira (LUIZÃO, 2007).

A Amazônia é uma região onde se encontra a maior floresta tropical, com abundância em água e grande diversidade biológica adaptada para o solo pobre em nutrientes que a mesma apresenta, estas condições permitem que a floresta tenha interação com a atmosfera e corpos d'água (LUIZÃO, 2007). O solo pobre em nutrientes e com minerais solúveis escassos e, as chuvas fortes na bacia fazem com que os poucos nutrientes que estão no solo sejam levados dali até a foz do rio (KOREN *et al.*, 2006), o que impede que as plantas se beneficiem do mesmo (GÁRCIA, 2015).

Devido à baixa fertilidade da floresta amazônica, esta necessita, além dos nutrientes da decomposição orgânica realizada pela biodiversidade, de chuvas e aerossóis que representam alta importância da entrada de nutrientes na floresta por

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 versão eletrônica
outras vias (LUIZÃO, 2007; SWAP *et. al.*, 1992). Segundo experimentos realizados pela NASA, em 2015, por meio da *Amazon Tall Tower Observatory* (ATTO), foi comprovado que os aerossóis que fertilizam a floresta tropical são advindos do Saara (SILVEIRA, 2018; SWAP *et. al.*, 1992).

Por meio da compatibilidade de elementos químicos encontrados em ambas regiões, que por sua vez são: ferro, alumínio, manganês e silício (SILVEIRA, 2018; SWAP *et al.*, 1992), determina-se que o fluxo de aerossóis é de extrema importância para o balanço e saúde da floresta, uma vez que são raros na Bacia Amazônica, mas abundantes no deserto do Saara (GÁRCIA, 2015; SWAP *et. al.*, 1992). O fósforo por exemplo, delimita o nível da produção primária, denominada fitoplâncton, nos corpos da água próximos à floresta (LUIZÃO, 2007; SWAP *et. al.*, 1992).

Os aerossóis do Saara que fertilizam a floresta amazônica viajam à baixas altitudes, entre 1,5 e 3,0 km e não possuem capacidade suficiente para chegar até a Bacia Amazônica, o que torna necessário o impulso ocasionado pela Zona de Convergência Intertropical que permite a chegada das partículas suspensas no ar desse grandioso aerossol até o centro da bacia amazônica (SWAP *et. al.*, 1992).

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é a região onde os ventos, chamados de alísios, do hemisfério sul e norte convergem-se e possui presença constante de nuvens e alta precipitação, condicionadas pela elevada temperatura do mar e do clima úmido continental. As circulações dos ventos na ZCIT são resultado da diferença de pressão do movimento das massas de ar que buscam por um equilíbrio térmico do planeta (OLIVEIRA, 2010).

A localização dos Andes bolivianos faz com que a convergência dos ventos norte e sul na ZCIT determinem a quantidade de precipitação no ciclo hidrológico

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 versão eletrônica
anual da Amazônia. A zona de convecção desses ventos se dá sobre a bacia Amazônica enquanto as outras duas estão sobre o continente africano e sobre a Indonésia (OLIVEIRA, 2010). A poeira africana também contribui positivamente para o regime de chuvas na Amazônia, os aerossóis tornam as precipitações mais continuas e intensas e mais ricas em minerais e nutrientes inexistentes no ecossistema original da região tropical (SWAP *et. al.*, 1992).

Para que haja chuva são necessários três fatores fundamentais, vapor de água, condições termodinâmicas ideais e núcleos de condensação (SILVEIRA, 2018). Os núcleos de condensação das nuvens constituem a região da nuvem em que o vapor da água se condensa, formada por partículas em suspensão (COSTA & PAULIQUEVIS, 2009). Dessa forma, a tempestade de areia do Saara carregada de partículas de poeira, é de extrema eficácia para a formação de nuvens na floresta amazônica (SILVEIRA, 2018).

A Amazônia possui Linhas de Instabilidades (LIs) que são responsáveis pela precipitação no litoral da região e pela formação de chuvas durante a estação seca. As Linhas de Instabilidade se formam devido às brisas marítimas e referem-se a aglomerados de nuvens com a possibilidade de estenderem-se ao interior do continente. Essas LIs observadas por satélites posicionam-se ao sul da Zona de Convergência Intertropical, encontradas com mais frequência nos períodos em que a ZCIT está mais organizada (FISCH *et al.*, 1998).

As LIs durante a noite dissipam-se devido à redução térmica entre o oceano e o continente, no dia seguinte a superfície se torna quente novamente e as LIs reconstituem-se (FISCH *et al.*, 1998). A brisa fluvial, fator essencial para a formação das LIs, tem a movimentação do ar para o interior do continente durante o dia e para

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*
o exterior do continente no período noturno, devido ao contraste térmico entre a água e o ambiente terrestre (FISCH *et al.*, 1998).

O Saara é o principal agente causador do acúmulo de nutrientes na água da chuva da Bacia Amazônica Central, onde encontra-se altas concentrações de potássio (K) e fósforo (P) durante os períodos chuvosos (SWAP *et. al.*, 1992). A parcela fundamental do vapor precipitado origina-se no Oceano Atlântico, é reciclado no processo de evapotranspiração na Amazônia e transportado pelos ventos alísios do leste e noroeste (SILVEIRA, 2018).

A intensidade de precipitação na Amazônia tem capacidade superior devido a evaporação fornecida pelo oceano e pela evapotranspiração fornecida pela floresta (MOURA & VITORINO, 2012). A evapotranspiração se trata da saída de água de um ecossistema por meio da transpiração de plantas e evaporação do solo (NOBRE & MARENGO, 2017; FISCH *et al.*, 1998; MARQUES *et al.*, 1980). Obtêm-se também uma porcentagem de vaporização propiciada pelo Oceano Atlântico (FISCH *et al.*, 1998).

Constituída de 400 bilhões de árvores de diferentes espécies e tamanhos, a Amazônia produz cerca de 20 bilhões de toneladas de água por dia (NOBRE & MARENGO, 2017; FISCH *et al.*, 1998). O processo de transpiração tem por necessidade o envolvimento de extremas quantidades de água, uma vez em que essa água voltará para a atmosfera em forma gasosa e cobrirá toda extensão da cobertura vegetal (LEOPOLDO *et al.*, 1982).

A Amazônia possui um sistema fluviopluviométrico no qual os depósitos fluviais nos rios e afluentes dessa bacia agem de modo simultâneo à precipitação na bacia e subbacias (FISCH *et al.*, 1998). O rio Amazonas e seus afluentes drenam

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*
aproximadamente 37% das águas da América do Sul, considerado o maior sistema fluvial do mundo, onde 18% de suas drenagens tem como destino os oceanos (SANTOS *et al.*, 2017).

As águas da bacia amazônica são ricas em substratos minerais e nutrientes, como amônia, nitrato e fosfato, que servem de alimento para os produtores primários que constituem o fitoplâncton, essencialmente as microalgas diatomáceas (SANTOS *et al.*, 2017; FISHER, 1978). O planeta Terra é constituído por 70% de água, da qual 97% se encontra nos oceanos, onde existem seres microscópicos denominados de microalgas (OHSE *et al.*, 2007). As microalgas são responsáveis pela metade do processo fotossintético de todo o planeta (ASCENCIO, 2004).

O fitoplâncton formado por microrganismos está presente por toda camada superficial dos corpos aquáticos, esse conjunto de seres microscópicos necessita de luz para transformar os compostos inorgânicos em compostos orgânicos por meio da fotossíntese, componentes necessários para o crescimento e floração dessas espécies (PINAFFIA *et al.*, 2019; SOUZA & PAULA, 2010). O Filo *Chrysophyta,* composto por uma espécie de alga denominada diatomácea, encontradas em ambientes de água doce e salgada são os organismos de maior importância para a constituição do fitoplâncton (VIDOTTI & ROLLEMBERG, 2004).

As diatomáceas presentes no fitoplâncton se tratam de produtores primários existentes a mais de três bilhões de anos, são responsáveis pela constituição da atmosfera atual, rica em oxigênio e nitrogênio e pela possibilidade de existência de vida na superfície terrestre, além de serem essenciais na manutenção dos ecossistemas (VIDOTTI & ROLLEMBERG, 2004). As microalgas são resistentes a

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

diversos ambientes, desde solos férteis, desertos quentes e frios, até em ambientes aquáticos onde são encontradas em abundância (ASCENCIO, 2004).

No ambiente aquático as algas realizam papel fundamental na cadeia alimentar, atuam como produtores primários, produzem dióxido de carbono, matéria orgânica e disponibilizam uma vasta fonte de oxigênio, importante para o metabolismo da biodiversidade (ASCENCIO, 2004). As diatomáceas são capazes de estabelecer por meio destes processos, o equilíbrio aquático e a concentração de oxigênio (OHSE e*t al.*, 2007; VIDOTTI & ROLLEMBERG, 2004).

As diatomáceas são organismos unicelulares e caracterizam-se por um revestimento inorgânico, chamado de frústula, este é composto por sílica polimerizada (SiO2.nH2O) (SANTOS *et al.*, 2017; OHSE *et al.*, 2007; ASCENCIO, 2004). As microalgas necessitam de macronutrientes como C, N, O, H, Ca, Mg, S e K e micronutrientes Mn, Mo, Fe, Cu, Zn, para seu crescimento, contudo os nutrientes mais utilizados por esses organismos são o fósforo e o nitrogênio, com exceção das diatomáceas que necessitam ainda do ácido silícico (OHSE *et al.*, 2007).

As diatomáceas se tratam de organismos de vida livre fotossintetizantes, caracterizados por uma parede celular silicosa e por reprodução assexuada (LUBIANA, 2013). As diatomáceas são notáveis componentes de rasos lagos subtropicais, onde existe o fitoplâncton responsável pela produção primária. Nos lagos subtropicais há a competição entre essas microalgas pela grande demanda de nutrientes disponíveis (THEY & MARQUES, 2019).

O fitoplâncton está correlacionado com o movimento das águas marinhas, uma vez que as correntes marítimas elevam os nutrientes do fundo submerso às zonas superficiais, principalmente o N, P e Si. Os nutrientes agem como alimentos

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

para os organismos do fitoplâncton e consequentemente colaboram com o processo de reprodução que acelera e amplia em larga escala (FALKOWSKI *et al*, 1998).

As diatomáceas possuem um ciclo de divisão celular simples, ou seja, assexuado, o que torna o processo de multiplicação dos indivíduos mais rápido e fácil (OHSE *et al.*, 2007). A fase exponencial das diatomáceas e do fitoplâncton ocorrem apenas em condições ideais, nas quais apresentam um rápido crescimento e multiplicação. No entanto, quando os nutrientes são reduzidos ou escassos a população é condensada devido à diminuição da divisão celular (OHSE *et al.*, 2007).

As diatomáceas representam 40% da produção primária marinha, sendo a região mais produtiva o Sudeste do Pacífico, onde ocorre o evento El Ninõ; após seu ápice de produção, as diatomáceas passam a reduzir sua população devido a morte dos indivíduos que são sedimentados no fundo oceânico (MATEUS, 2012). Nos meses de novembro e dezembro os rios da bacia amazônica transbordam e fornecem nutrientes para todos os lagos remanescentes, onde o fitoplâncton encontra-se e têm a população de diatomáceas duplicada (FISHER, 1978).

A floração das diatomáceas também conhecida como *upwelling* decorre da corrente de ventos que gera a movimentação das águas e consequentemente a elevação das águas ricas em nutrientes para a camada superficial do oceano (MATEUS, 2012). A produção primária torna-se mais efetiva em zonas polares onde a densidade das massas de água e as correntes marítimas são frias, o que resulta nas geleiras que contém grande quantidade de nutrientes (LUBIANA, 2013).

As geleiras são corpos de gelo sobre a superfície oceânica polar, formadas pela recristalização da neve e congelamento da água da chuva. Esse fenômeno ocorre por parte de precipitação oriunda da Amazônia que é arrastada até as zonas

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 versão eletrônica
andinas pela ZCIT, por meio de combinações climatológicas, topográficas, geográficas e gravitacionais, capazes de reter massas de água por milhares de anos (ASSAYAG, 2015; OLIVEIRA, 2010). As geleiras correspondem a 10% da superfície aquática do globo terrestre e caracteriza-se por águas ricas em sais minerais, que são perdidos e espalhados em direção ao fundo oceânico no processo de solidificação (OLIVEIRA, 2010).

O tempo de vida de uma geleira é determinado pela diferença entre a zona de deposição de neve e da zona de ablação (perda de massa) separadas por uma linha de equilíbrio. A linha de equilíbrio por seu deslocamento em direção ao nível mais alto, causa um balanço negativo da massa congelada e consequentemente a retração da geleira (OLIVEIRA, 2010). A retração de geleiras é perceptível desde o início da era industrial, porém foi intensificado e acelerado o processo de ablação devido a eventos El Ninõ, responsável por aquecer as águas superficiais oceânicas e impulsionar as precipitações na Amazônia (RIBEIRO *et al.*, 2006).

Os sais minerais provenientes das geleiras servem como alimento para o fitoplâncton e outros componentes da biota marinha (OLIVEIRA, 2010). As diatomáceas possuem uma parede celular formada por sílica, onde durante o inverno os oceanos disponibilizam grande quantidade desse nutriente e resultam no vasto crescimento da população de diatomáceas presentes no fitoplâncton. Durante o verão, essa disponibilidade de nutrientes cessa e as diatomáceas têm seu crescimento impedido, e como consequência a morte das mesmas (FERNANDES *et al.*, 2005).

O degelo das geleiras decorrente do aumento da temperatura global, juntamente com o regime de ventos, reduz a salinidade da camada superficial dos

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 versão eletrônica
oceanos e disponibiliza maior quantidade de nutrientes, como o Fe, o que permite que o fitoplâncton entre em contato com a radiação solar e forme grandes florações principalmente de diatomáceas, predominante aos arredores de geleiras, icebergs e regiões costeiras (LANGE, 2011).

Devido ao aquecimento global e as mudanças climáticas as geleiras passaram a se retrair gradativamente a partir do século XX, principalmente as que se encontram em regiões polares (ASSAYAG, 2015). As geleiras tropicais estão se retraindo rigorosamente nas últimas décadas, estas contribuíram para o aumento no nível no mar, e têm forte ocorrência na América do Sul, na África e Indonésia (BICCA, 2012).

As regiões tropicais caracterizadas por altas temperaturas e elevadas taxas de evaporação contribuem diretamente para a produção primária, enquanto as regiões glaciais, sensíveis ao aumento da temperatura, elevam o nível do mar a partir dos efeitos de retração das geleiras (OLIVEIRA, 2010).

Os ciclos de Milankovitch são os eventos responsáveis pela elevação dos níveis dos rios e oscilações do nível do mar que resulta nas alterações dos sedimentos marinhos (HAFFER, 1992). Os ciclos climáticos são estabelecidos a partir de fatores meteorológicos e de sedimentação aquática, das quais as diatomáceas são as principais atuantes e provocam oscilações no nível do mar (OLIVEIRA, 2010).

As diatomáceas estão presentes em abundância nos sedimentos marinhos devido a estrutura silicosa que as revestem e as permitem longo tempo de resistência enquanto se encontram fossilizadas (VIDOTTI & ROLLEMBERG, 2004; HUSSEIM *et al.*, 2003). Ao morrerem, as frústulas das diatomáceas por serem muito

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 versão eletrônica

resistentes e perdurarem intactas por longos períodos de tempo, acabam por afundar e permanecer na sedimentação marinha e acabam por formar depósitos denominados diatomitos (LUZ *et al.*, 2018; LUBIANA, 2013; ASCENCIO, 2004).

O solo do Saara formou-se por erosão eólica e constituinte de minerais e matéria orgânica, condição ocasionada pela antiga fauna e flora da região norte africana composta majoritariamente por animais aquáticos, que ao morrerem, sedimentaram-se no fundo marinho por meio de suas carapaças, esqueletos e microrganismos; bem como pela antiga formação geográfica, composta essencialmente de rios, lagos e deltas (MATOS & TEIXEIRA, 2018).

O deserto do Saara se trata de um lago seco, onde resta apenas areia e riqueza de nutrientes, devido a era pré-histórica em que essa região se tratava de um lago constituído de algas e microrganismos e acabou por secar há sete mil anos (GÁRCIA, 2015). Parte da areia desse lago de fosseis de microalgas, se encontra em uma depressão no Chade, depressão de Bodelé, que é atingida por tempestades de areia constantes, que por sua vez chegam até a América do Sul (GÁRCIA, 2015).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da pesquisa apresentada é possível compreender o ciclo que inicia-se no continente africano com tempestades de areia e atinge a Amazônia, o que por sua vez traz benefícios para a floresta tropical brasileira por meio de nutrientes que servem de alimento para as diatomáceas, algas microscópicas constituintes do fitoplâncton, o principal responsável pela produção de oxigênio em escala global.

As diatomáceas alimentam-se desses nutrientes que mais comumente são Fósforo (P), Potássio (K) e Silício (Si), e passam a se reproduzir em níveis acelerados, o que aumenta a população desses seres vivos em um grau

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 versão eletrônica
relativamente alto. As diatomáceas se reproduzem a partir da disponibilidade de nutrientes e de condições favoráveis, como temperatura e fluxo das águas marinhas, o que as permitem em situações de escassez de nutrientes na Amazônia, alimentarem-se dos nutrientes provenientes das geleiras e continuarem seu processo de multiplicação.

Quando cessada a fase exponencial das diatomáceas, estas morrem e sedimentam-se no fundo oceânico e não se decompõem devido a constituição da carapaça por sílica polimerizada ($SiO_2.nH_2O$). Porém, conforme a desregulação do nível do mar, aquela região seca e forma-se um deserto de areia, onde estão as frústulas das diatomáceas ressecadas que originam as tempestades de areia em conjunto das correntes de vento, como acontece no Deserto do Saara; portanto, todo o processo acontece novamente desde o deserto africano até a floresta tropical brasileira e retorna ao seu ponto de origem, o que propicia a conservação do ciclo.

Desse modo, nota-se a importância deste ciclo para o mundo como um todo, desde as menores espécies de seres vivos, como microrganismos, até a constituição da atmosfera terrestre, uma vez em que é responsável pela produção de oxigênio. O oxigênio mantem a existência da vida no planeta Terra e permite que haja a sobrevivência de grande parte das espécies de seres vivos, desde a microbiota até a macrobiota.

Contudo, a produção de oxigênio não provêm somente da fotossíntese realizada pelas plantas, já que estas reutilizam este oxigênio para a respiração celular e disponibilizam a substância para o meio ambiente em quantidades pouco significativas; o real responsável pela produção de oxigênio são as diatomáceas encontradas no fitoplâncton, que por meio de nutrientes específicos realizam

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 versão eletrônica
fotossíntese e disponibilizam todo o produto, o oxigênio, para o globo terrestre e dessa forma conseguem fazer com que a vida no planeta seja possível.

Além do mais, conclui-se que os elementos essenciais para garantir a capacidade de haver vida são seres microscópicos, impossíveis de ver a olho nu, e não seres ou coisas de imensa visibilidade. Ou seja, os minúsculos detalhes da vida são capazes de manter a existência de corpos com quilômetros de extensão, como um planeta, e acabam por não receber a devida valorização e passam-se por despercebidos em meio a população que se beneficia de seus atos. As diatomáceas, mesmo que sejam microscópicas, são um dos elementos essenciais de um dos ciclos mais importantes para a humanidade e devem ser mais estudadas e certamente preservadas.

O curso natural entre o Deserto do Saara e a Amazônia revela um fator ignorado pelas pessoas, onde mostra que o mundo está conectado em todos os aspectos e que é de suma importância estudar afundo todas essas conexões (MATOS & TEIXEIRA, 2018). Como por exemplo, para que de fato o ciclo apresentado neste artigo aconteça é preciso das correntes de vento que carregam a poeira do Deserto do Saara por 5.000 km até a floresta amazônica, onde ocorre o processo de evapotranspiração realizado pelas plantas.

Dessa forma, as plantas proporcionam um ambiente favorável para que as nuvens das Linhas de Instabilidade condensem-se, ocorra a precipitação e os nutrientes sejam levados até o Oceano Atlântico e sejam absorvidos pelas diatomáceas que conseguem se reproduzir. Com a escassez dos nutrientes de determinadas regiões as diatomáceas morrem e recebem o auxílio do fluxo das

Consciesi
REVISTA CIENTÍFICA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ITAPIRA
ISSN: 2525-9091 versão eletrônica
correntes marítimas e se sedimentam no fundo oceânico, onde forma-se um lago seco de areia e origina a base do processo de produção do oxigênio.

Devido à esta conectividade, é importante ressaltar a necessidade de preservação ambiental para que o equilíbrio planetário permaneça constante e que eventos extremos não se tornem algo comum para o planeta Terra. É possível compreender que o excesso de oxigênio pode resultar em queimadas espontâneas e frequentes, e que a falta dele ocasiona a morte de toda a vida por meio de asfixia.

As ações antrópicas estão cada vez mais incessantes e têm por consequência o aquecimento global que provoca inúmeros problemas ambientais e mudanças climáticas, como o derretimento de geleiras, que podem deixar de existir se as ondas de calor continuarem em alta intensidade, o que provocaria a redução da população de diatomáceas que alimentam-se dos nutrientes provenientes da ablação das geleiras.

O desenfreado desmatamento da Amazônia é outro problema decorrente das ações antrópicas, se este bioma deixar de existir ou for quase completamente destruído a produção de oxigênio estará totalmente em risco juntamente com a vida dos seres vivos, uma vez em que a floresta tropical é a responsável por disponibilizar os nutrientes para as diatomáceas, e sem nutrientes as microalgas não produzem oxigênio e a humanidade pode entrar em extinção.

As mudanças climáticas podem provocar mudanças permanentes e que irão afetar o processo de transporte e de estoque de nutrientes, e transformará a Amazônia em apenas um deserto verde (LUIZÃO, 2007). Dessa forma, faz-se necessário estudar mais afundo este ciclo e procurar medidas alternativas para caso ocorra eventos inesperados de desastres ambientais, além de colocar em evidência

ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

e em prática ações de conservação ambiental; sugere-se, deste modo a realização de mais pesquisas a respeito do ciclo, que devido à inexistência de nome cientifico para o mesmo, foi chamado de ciclo Deserto do Saara – Amazônia.

Buscou-se com este artigo enfatizar a importância deste ciclo para todo o planeta e propiciar a conscientização do leitor para que medidas de preservação e educação ambiental sejam tomadas, e que o ambiente como um todo seja valorizado por aqueles que vivem em seu meio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASCENCIO, P. G. M**. Diatomácea marinha Coscinodiscus wailesii Gran et Angst (bacillariophyceae): isolamento, cultivo e estudo dos polissacarídeos**. 2004. Dissertação Pós-Graduação (Bioquímica e Biologia Molecular) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/27937/R%20-%20D%20-%20POLIANA%20G%20MARSON%20ASCENCIO.pdf;jsessionid=3AC08F37F2806D3CAE4FF98F2258E697?sequence=1. Acesso em: 10 mar. 2020.

ASSAYAG, E. S. Declínio das geleiras da bacia do Rio Amazonas. **Internacional Water Resources Association**, Amazonas, p. 1-16, 2015. Disponível em: https://iwra.org/member/congress/resource/PAP00-5865.pdf. Acesso em: 03 fev. 2020.

BICCA, C. E. Variações nas geleiras da porção norte da Cordilheira Real durante o período de 1984 a 2010 através do Sensoriamento Remoto. *In*: BICCA, C. E. **Introdução**. 2012. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 14, 2012. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/56328. Acesso em: 26 fev. 2020.

COSTA, A. A.; PAULIQUEVIS, T. Aerossóis, nuvens e clima: resultados do experimento LBA para o estudo de aerossóis e microfísica de nuvens. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 234-253, Jun. 2009. DOI: https://doi.org/10.1590/S0102-77862009000200010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862009000200010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 02 mar. 2020.

COSTA, Beatriz Souza (Org.). Anais do “V Congresso Internacional de Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Pan-Amazônia – Integrar e Proteger” e

ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

do “I Congresso da Rede Pan-Amazônia. *In*: MATOS, P. A.; TEIXEIRA, L. A. **“Dust in the Wind”: Como o Deserto do Saara Fertiliza a Floresta Amazônica**. Belo Horizonte: Dom Helder, p. 380-390, 2018. Disponível em: http://revista.domhelder.edu.br/index.php/congressodireitoambiental/article/view/1378/24661. Acesso em: 02 mar. 2020.

ESPERANTE, R. A Origem Da Vida Na Terra: Razões Pelas Quais Os Modelos Naturalistas São Impossíveis. **Ciências das Origens**, Geoscience Research Institute, Loma Linda, Califórnia, EUA, n. 15, 2008. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32450205/15.pdf?1385874055=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DINTRODUCAO_APRESENTACAO_DO_DECIMO_QUINTO.pdf&Expires=1596387380&Signature=KXoHVbwmsV6Ars3UKkxQRj2f2jaFkgDsZpFhssNpYPXHvUAeL~6CdgmZ-mV1gHHiD5Np9iSoRkUadANoqirYqov-0wOEo9SeVIFtSGVxnex6zGFEiIMg7j~jpevSWlc1mCQt7Anx9sXQ1IakYRtgZMwyEWTVhjYF~KoZKIPwONi-hsEZb-ypYjlEUZYz9EnGjbAseO8P4D87E-6yFkrbCj62VawGBi~LjGwUbFy2hSqAXQbxNNi5QrQafH582bemzF68LZTfB6C-DElLwDWNpRelbSEKkP5ZxTKiQPa0gYzcZ1Ze3gdU6A8fxsN9gIM9NY~SnpwswfZBGs1ViAn22g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 30 jan. 2020.

FALKOWSKI, P. G.; BARBER, R. T.; SMETACEK, V. Biogeochemical Controls and Feedbacks on Ocean Primary Production. **Science**, Washington, DC, v. 281, p. 200-206, Jul. 1998. DOI: 10.1126/science.281.5374.200. Disponível em: https://science.sciencemag.org/content/281/5374/200. Acesso em: 04 fev. 2020.

FERNANDES, L. F.; WOSIAK, A. C.; DOMINGUES, L.; PACHECO, C. V.; LAGOS, P. E. Comunidades fitoplanctônicas em ambientes lênticos. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: Finep, p. 303-366, 2005. Disponível em: file:///E:/3%C2%B0%20ano%20Ensino%20M%C3%A9dio/TCC/Artigos%20Usados/Algas/Cap%C3%ADtulo%2010%20comunidades%20filopl%C3%A2nctonicas%20em%20ambientes%20l%C3%AAnticos.pdf. Acesso em: 30 jan. 2020.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 28, n. 2, p. 101, Jun. 1998. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-43921998282126. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59671998000200101&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 02 fev. 2020.

FISHER, T. R. Plâncton e produção primária em sistemas aquáticos da bacia da Amazônia Central. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 8, n. 4, supl. 1, p. 43-54, Dez. 1978. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-43921978084s043. Disponível em:

ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59671978001100043&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 10 mar. 2020.

GÁRCIA, Gabriel. Nasa descobre como a areia do Saara fertiliza a floresta Amazônica. **Exame**, online, 2 mar. 2015. Disponível em: https://www.google.com/amp/s/exame.com/ciencia/nasa-descobre-como-a-areia-do-saara-fertiliza-a-floresta-amazonica/amp/. Acesso em: 27 jan. 2020.

HAFFER, Jürgen. Ciclos de tempo e indicadores de tempos na história da Amazônia. **Estud. av.**, São Paulo, v. 6, n. 15, p. 7-39, Ago. 1992. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-40141992000200002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141992000200002&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 30 jan. 2020.

HUSSEIN, M. C.; OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K.; BEZERRA, H. R. Emprego de algas diatomáceas no estudo da variação do nível do mar do holoceno da lagoa olho d´água, Recife, PE. **Abequa**, Minas Gerais, p. 1-6, 2018. Disponível em: file:///E:/3%C2%B0%20ano%20Ensino%20M%C3%A9dio/TCC/Artigos%20Usados/Algas/EMPREGO%20DE%20ALGAS%20DIATOM%C3%81CEAS%20NO%20ESTUDO%20DA%20VARIA%C3%87%C3%83O%20DO%20N%C3%8DVEL%20DO.pdf. Acesso em: 04 fev. 2020.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Métodos. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, V. 6, N.1, p. 151-174, 2016. ISSN 2237-3071. DOI: https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2016.5241. Disponível em: https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/5241/3849. Acesso em: 11 jul. 2020.

KOREN, I.; KAUFMAN, Y. J.; WASHINGTON, R.; TODD, M. C.; RUDICH, Y.; MARTINS, J. V.; ROSENFELD, D. The Bodélé depression: a single spot in the Sahara that provides most of the mineral dust to the Amazon forest. **Environmental Research Letters**, California, n. 1, p. 1-5, 2006. DOI:10.1088/1748-9326/1/1/014005. Disponível em: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/1/1/014005/pdf. Acesso em: 11 fev. 2020.

LANGE, P. K. O Fitoplâncton Da Baía Do Almirantado (Antártica): Variações Temporais E Espaciais Entre Os Anos De 2002 E 2008. *In*: LANGE, P. K. **Introdução**. 2011. Dissertação (Pós-Graduação em Oceanografia Biológica) – Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, p. 3, 2011. Disponível em: https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/tde_arquivos/2/TDE-2011-11-25T111543Z-338/Publico/Priscila%20Kienteca%20Lange.pdf. Acesso em: 09 mar. 2020.

ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

LANGE, P. K. O Fitoplâncton Da Baía Do Almirantado (Antártica): Variações Temporais E Espaciais Entre Os Anos De 2002 E 2008. *In*: LANGE, P. K. **Conclusões**. 2011. Dissertação (Pós-Graduação em Oceanografia Biológica) – Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, p. 22, 2011. Disponível em: https://sistemas.furg.br/sistemas/sab/arquivos/bdtd/tde_arquivos/2/TDE-2011-11-25T111543Z-338/Publico/Priscila%20Kienteca%20Lange.pdf. Acesso em: 09 mar. 2020.

LEOPOLDO, P. R.; FRANKEN, W.; MATSUI, E.; SALATI, E. Estimativa de evapotranspiração de floresta amazônica de terra firme. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 12, supl. 3, p. 23-28, 1982. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-43921982123S023. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59671982000600023&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 02 mar. 2020.

LUBIANA, K. M. F. **Culturas como alternativa para elucidação de biodiversidade críptica do fitoplânction**: o caso das águas costeiras do estado de São Paulo. 2013. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfrico, University of São Paulo, São Paulo, 2013. DOI: 10.11606/D.21.2013.tde-09042014-180843. Acesso em: 30 jan. 2020.

LUIZÃO, Flávio J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 59, n. 3, p. 31-36, Set. 2007. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252007000300014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 30 jan. 2020.

LUZ, C. F. P. et al. Microfósseis não polínicos como indicadores de mudanças ambientais no Holoceno médio da Lagoa Comprida, Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 46, n. 1, e782018, 2019. DOI: https://doi.org/10.1590/2236-8906-78/2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-89062019000100212&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 28 jan. 2020.

MARQUES, J.; SALATI, E.; SANTOS, J. M. Cálculo da evapotranspiração real na Bacia Amazônica através do método aerológico. **Acta Amaz.**, Manaus, v. 10, n. 2, p. 357-361, Jun. 1980. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-43921980102357. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59671980000200357&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 02 mar. 2020.

MATEUS, S. I. A. Contribuição para a reconstrução da Produtividade Primária no Pacífico Sul durante o último ciclo climático: Registo das diatomáceas. *In*: MATEUS, S. I. A. **Motivação e Objetivo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências do Mar) – Faculdade de Ciências, departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, Universidade de Lisboa, Lisboa, p. 2, 2012. Disponível em:

ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/1854/1/35612.pdf. Acesso em: 30 jan. 2020.

MATEUS, S. I. A. Contribuição para a reconstrução da Produtividade Primária no Pacífico Sul durante o último ciclo climático: Registo das diatomáceas. *In*: MATEUS, S. I. A. **Caracterização da circulação oceânica regional**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências do Mar) – Faculdade de Ciências, departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, Universidade de Lisboa, Lisboa, p. 11, 2012. Disponível em: http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/1854/1/35612.pdf. Acesso em: 30 jan. 2020.

MOURA, M. N.; VITORINO, M. I. Variabilidade da precipitação em tempo e espaço associada à Zona de Convergência Intertropical. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 475-483, Dez. 2012. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862012000400010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862012000400010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 02 mar. 2020.

NOBRE, A.; MARENGO, J. O que são os 'rios voadores' que distribuem a água da Amazônia. **BBC News**, São Paulo, 1 set. 2017. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/brasil-41118902. Acesso em: 27 jan. 2020.

OLIVEIRA, A. M. S. D. F. **Inventário das Geleiras da Cordilheira Oriental, Bolívia. 1975-2009**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharel (Geografia) – Biblioteca Geociências – UFRGS. Porto Alegre, 2010. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/28498. Acesso em: 26 fev. 2020.

OLIVEIRA, M. J.; BAPTISTA, G. M. M.; CARNEIRO, C. D. R.; VECCHIA, F. A. S. História geológica e Ciência do clima: métodos e origens do estudo dos ciclos climáticos na Terra. **Terræ**, Campinas, n. 12 (1), p. 3-26, 2015. ISSN 1679-2297. Disponível em: https://www.ige.unicamp.br/terrae/V12/PDFv11/T056-1.pdf. Acesso em: 30 jan. 2020.

OHSE, S. et al. Revisão: sequestro de carbono realizado por microalgas e florestas e a capacidade de produção de lipídios pelas microalgas. **Insula**, Florianópolis, v. 36, p. 39-74, 2007. ISSN print 0101-9554 ISSNe 2178-4574. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/insula/article/view/15121/13773. Acesso em: 02 mar. 2020.

PINAFFIA, C. D.; SCANDELAI, A. P. J.; SANTOS, C. H. Seasonal performance of aquatic macrophytes in improving physicochemical parameters of swine wastewater. **Braz. J. Biol.**, São Carlos, 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.225502. Disponível em:

ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842019005020104&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 28 jan. 2020.

RIBEIRO, R.; BREMER, U. F.; RAMIREZ, E.; SIMÕES, J. C. Morfologia das geleiras andinas: uma análise na cordilheira Três Cruces, Bolívia. **Observatório Geográfico da América Latina**, Bolívia, p. 1-18, 2006. Disponível em: http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Nuevastecnologias/Cartografiaautomatizada/16.pdf. Acesso em: 03 fev. 2020.

SANTOS, A. K. D. et al. Spatial and seasonal variation of microphytoplankton community and the correlation with environmental parameters in a hypereutrophic tropical estuary - Maranhão - Brazil. **Braz. j. oceanogr.**, São Paulo, v. 65, n. 3, p. 356-372, Set. 2017. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/s1679-87592017134406503. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592017000300356&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 27 jan. 2020.

SILVA, Cassio Roberto da. Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. *In*: CARVALHO, M. S.; CRUZ, N. M. C. **Evolução da vida**. Rio de Janeiro: CPRM, cap. 2, p. 22, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265600113_Solos_Tropicais. Acesso em: 03 fev. 2020.

SILVA, Cassio Roberto da. Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. *In*: DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G.; ADAMY, A. **Origem das Paisagens**. Rio de Janeiro: CPRM, cap. 3, p. 34-39, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265600113_Solos_Tropicais. Acesso em: 03 fev. 2020.

SILVA, Cassio Roberto da. Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. *In*: SILVA, C. R.; RAMOS, M. A. B.; PEDREIRA, A. J.; DANTAS, M. E. **Começo de Tudo**. Rio de Janeiro: CPRM, cap. 1, p. 12-15, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265600113_Solos_Tropicais. Acesso em: 03 fev. 2020.

SILVEIRA, E. Como o deserto do Saara participa do regime de chuvas da Amazônia, a 5 mil km de distância. **BBC Brasil**, São Paulo, Mar. 2018. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/internacional-43360970. Acesso em: 30 jan. 2020.

SOUZA, M. C. B.; PAULA, P. O. C. Algas e suas diversas utilidades para o meio ambiente. *In*: SOUZA, M. C. B.; PAULA, P. O. C. **Ecologia das algas**. Natal, UFRN – PROCEEM, p. 3, 2010. Disponível em:

ISSN: 2525-9091 *versão eletrônica*

http://www.comperve.ufrn.br/conteudo/sbpc/jovem/arquivos_site/minicursos_oficinas/119.pdf. Acesso em: 27 jan. 2020.

SOUZA, M. C. B.; PAULA, P. O. C. Algas e suas diversas utilidades para o meio ambiente. *In*: SOUZA, M. C. B.; PAULA, P. O. C. **Floresta Amazônica e Algas um Ciclo Harmônico**. Natal, UFRN – PROCEEM, p. 10, 2010. Disponível em: http://www.comperve.ufrn.br/conteudo/sbpc/jovem/arquivos_site/minicursos_oficinas/119.pdf. Acesso em: 27 jan. 2020.

SWAP, R.; GARSTANG, M.; GRECO, S.; TALBOT, R.; KÁLLBERG, P. Saharan Dust in the Amazon Basin. **Tellus B**, Nova York, n. 44, p. 133-149, 1992. DOI: https://doi.org/10.1034/j.1600-0889.1992.t01-1-00005.x. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1034/j.1600-0889.1992.t01-1-00005.x. Acesso em: 11 fev. 2020.

THEY, N. H.; MARQUES, D. M. The structuring role of macrophytes on plankton community composition and bacterial metabolism in a large subtropical shallow lake. **Acta Limnol. Bras.**, Rio Claro, v. 31, e19, 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/s2179-975x10017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2019000100315&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 28 jan. 2020.

VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. C. E. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à biorremediação e à química analítica. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 139-145, Fev. 2004. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422004000100024. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000100024&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 27 jan. 2020.