



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS - GRADUAÇÃO EM GEOQUÍMICA: PETRÓLEO E MEIO AMBIENTE -
POSPETRO**

ELAINE SANTOS DE SOUZA

**CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DAS LAGOAS COSTEIRAS DO
PARQUE DAS DUNAS, SALVADOR - BA**

Salvador
2015

ELAINE SANTOS DE SOUZA

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DAS LAGOAS COSTEIRAS DO PARQUE
DAS DUNAS, SALVADOR - BA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente – (POSPETRO), da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geoquímica do Petróleo e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Manuel Jerônimo Moreira Cruz

Salvador
2015

**CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DAS LAGOAS
COSTEIRAS DO PARQUE DAS DUNAS, SALVADOR-BA**

por

Elaine Santos de Souza

(Ciências Biológicas – União Metropolitana para o Desenvolvimento de Educação e Cultura – UNIME- 2009
Salvador - BA)

Orientador: **Prof. Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Submetida em satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM GEOQUÍMICA DO PETRÓLEO E AMBIENTAL

À Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Bahia

APROVAÇÃO

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz (UFBA)



Prof. Dra. Bárbara Rosemar Nascimento Araújo (UNIME)


Bahia)

Prof. Dr. Manoel Vítor Portugal Gonçalves (Prof. do Estado da

Data da Defesa Pública: 05/03/2015

**SALVADOR-BAHIA
MARÇO/2015**

Dedico este trabalho aos meus pais,
Jacira e Eduardo, que são os pilares da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminhos nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

Aos meus pais Jacira Gomes e Eduardo Santana, pelo esforço, carinho e apoio durante todos os períodos da minha vida.

À minha avó Rosalina, por suas palavras encorajadoras nos momentos difíceis.

Ao meu companheiro Rafael Rubens, pela paciência, pela dedicação, cuidado e amor.

Ao meu irmão Carlos Eduardo pela paciência e força.

Ao meu orientador professor Dr. Manoel Jerônimo Moreira Cruz, pela orientação e empenho para a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Sérgio Augusto de Moraes Nascimento, pelo apoio nas atividades de tirocínio docente, pelas sugestões e consultorias durante as etapas da pesquisa.

Às minhas amigas do curso de pós-graduação de Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente, Sheila Bonfim, Daiane Oliveira, Daniele Magalhães, Verônica Aragão, Maria do Carmo Filardi e Josana Mello, que são seres humanos incríveis e profissionais competentes! Pelas discursões preciosas, pela força espiritual e pela amizade.

Aos doutorandos do curso de pós-graduação em geologia, Antônio Bonfim e Rodrigo Alves, pelas discussões, apoio nas análises químicas e na base cartográfica.

Aos graduandos Ramon, Cristiane, Juliana e Jean, pela preciosa ajuda durante as atividades de campo, nas análises químicas e na base cartográfica.

Aos técnicos do Laboratório do Plasma, em especial Sales, Valdinéia, Raulina e Mônica.

Ao Laboratório Núcleo de Estudos Ambientais – NEA, especialmente Jorge Mario, Sarah Rocha e Gisele.

Ao Presidente do Parque das Dunas, na figura de Jorge Santana e aos colaboradores pelo auxílio durante o trabalho de campo.

À CAPES, pela bolsa de estudo.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para que este trabalho pudesse ser realizado.

“Quando se tem uma meta, o que era um obstáculo
passa a ser uma das etapas do plano.”

Gerhard Erich Boehme

RESUMO

As distintas fácies hidroquímicas que caracterizam as águas resultam em grande parte das litologias, podendo também ser influenciadas pelas atividades antrópicas capazes de mascarar a assinatura hidroquímica natural. Desta maneira, o estudo sobre a compreensão da dinâmica dos parâmetros físico e químicos nos corpos d'água é essencial para entender o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, que por sua vez, permite o desenvolvimento de estratégias adequadas de gerenciamento e conservação de seus recursos. Logo, este trabalho tem como objetivo caracterizar a hidrogeoquímica das lagoas costeiras do Parque das Dunas, Salvador – BA, usando a variação espacial e temporal de algumas variáveis limnológicas para entender a estrutura e funcionamento de três lagoas costeiras. O presente trabalho foi desenvolvido em campanhas amostrais no período seco e período chuvoso, nas lagoas costeiras Camarão, Vitória e Junco, situadas ao norte do município de Salvador, na Área de Proteção Ambiental (APA) - APA Lagoas e Dunas do Abaeté. Sendo analisados os parâmetros físicos temperatura, pH, ORP, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), oxigênio dissolvido (OD) e salinidade, os químicos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , CO_3^{-2} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-), além dos Al, Zn, Pb, Ni, Cd, Cu, Ba, Fe, Mn e clorofila-a. Os resultados comprovaram a existência de diferenças sazonais significativas nos parâmetros físico, químicos e do metal (Fe). Além do mais, o Nitrato apresentou concentrações acima do padrão CONAMA 357/05, nas lagoas Camarão e Junco. As amostras de água foram classificadas por íons principais a partir do diagrama triangular de Piper, sendo que as águas das três lagoas foram classificadas em cloretadas sódicas (100%) nos dois períodos sazonais.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoas costeiras, Parâmetros Hidroquímicos, Sazonalidade, Diagrama de Piper.

ABSTRACT

The distinct hydrochemical facies that featuring the waters are much results from lithologies and may also be influenced by human activities able to cover the natural hydrochemical signature. Thus, the study on the understanding the dynamics of physical and chemical parameters in water bodies is essential to understand the aquatic ecosystems functioning, which allows the development of appropriate management strategies of conservation and resources. Therefore, this study aims to characterize the hydrochemistry of coastal lagoons of the Dunas Park, Salvador - BA, using the spatial and temporal variation of some limnological variables to understand the structure and behaviour of three coastal lagoons. This work was developed in sampling campaigns in the dry and rainy seasons in Camarão, Vitória, and Junco coastal lagoons, located on north of Salvador city, in the Environmental Protection Area (APA - Area de Proteção Ambiental) - APA Lagoons and Dunes of Abaete. It had been analyzed the physical parameters as temperature, pH, ORP, conductivity (EC), total dissolved solids (TDS), dissolved oxygen (DO), and salinity, the chemicals (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-) in addition to Al, Zn, Pb, Ni, Cd, Cu, Ba, Fe, Mn and chlorophyll a. The results showed that there are significant seasonal differences in the physical-chemical parameters and metal (Fe). Furthermore, the nitrate presented above CONAMA 357/05 standard concentrations in Camarão and Junco coastal lagoons. Water samples were classified by the major ions from the triangular diagram of Piper, and the water from the three lagoons were classified into sodium-chlorinated (100%) in both seasonal periods.

KEYWORDS: Coastal lagoons, Hydroquematical parameters, Seasonality, Piper diagram.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.2	ÁREA DE ESTUDO	13
1.2.1	Histórico da área de estudo	15
1.2.2	As lagoas do parque das dunas.....	17
1.2.3	Geologia da bacia ipitanga.....	18
2	MATÉRIAS E MÉTODOS	24
2.1	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	24
2.2	RECONHECIMENTO DA ÁREA	24
2.3	TRABALHO EM CAMPO	25
2.4	AMOSTRAGEM.....	29
2.5	ANÁLISES QUÍMICAS	32
2.5.1	Parâmetros físico-químicos.....	33
2.5.2	Parâmetros hidroquímicos.....	33
2.6	CLASSIFICAÇÃO HIDROQUÍMICA.....	40
2.7	PROCESSAMENTO DOS DADOS E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS...	41
3	ESTUDO HIDROQUÍMICO SAZONAL, DAS LAGOAS COSTEIRAS (CAMARÃO, VITÓRIA E JUNCO) DO PARQUE DAS DUNAS, SALVADOR – BA.....	42
3.1	INTRODUÇÃO.....	42
3.2	ÁREA DE ESTUDO	44
3.3	MATERIAS E MÉTODOS	45
3.3.1	Sistematização das informações e interpretação dos resultados.....	49
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
3.5	CONCLUSÕES	67
3.6	AGRADECIMENTOS	68
4	CLASSIFICAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E INVESTIGAÇÃO DE METAIS NAS LAGOAS COSTEIRAS (CAMARÃO, VITÓRIA E JUNCO) NO PARQUE DAS DUNAS, SALVADOR - BA	69
4.1	INTRODUÇÃO.....	69
4.2	ÁREA DE ESTUDO	70
4.3	MATERIAS E MÉTODOS.....	72
4.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	76

4.5	CONCLUSÕES	82
4.6	AGRADECIMENTOS	83
5	CONCLUSÕES GERAIS	84
	REFERÊNCIAS	86
	APÊNDICE A.....	93
	APÊNDICE B.....	94
	ANEXO A.....	96

1 INTRODUÇÃO

A água é essencial para a existência e bem-estar do ser humano e demais seres vivos, devendo estar disponível em quantidade suficiente e de boa qualidade como garantia de manutenção da vida. Ela se distribui amplamente sobre a Terra, constituindo os oceanos, mares, geleiras, aquíferos, rios e lagos dentre outros que compõem em conjunto a hidrosfera.

As lagoas costeiras ocupam cerca de 13% dos continentes, sendo encontradas em todo tipo de clima, do Ártico ao Equador, do árido ao úmido (BARNES, 1980; LOUREIRO et al., 2003).

O ecossistema lacustre possui elevada produtividade biológica, cujo valor médio de produtividade equivale ao valor apresentado pelos estuários, que são, reconhecidamente, um dos ecossistemas mais produtivos de que se tem conhecimento (ESTEVES, 1998a). Esta elevada produtividade está relacionada especificamente, a pequena profundidade da coluna d'água, aporte constante de materiais particulados e dissolvidos carregados das zonas mais elevadas da bacia de drenagem e sua dinâmica dominada e subsidiada por energia externa (ESTEVES et al., 2008). Conhecer melhor tais ambientes é condição básica para o uso racional e manutenção da qualidade desse recurso hídrico.

O homem utiliza esses corpos hídricos em diversas atividades. Porém, para o uso adequado é preciso que os mesmos estejam dentro dos padrões de potabilidade e balneabilidade, como exige a Resolução 357/05 do Conama (BRASIL, 2005), que apresenta padrões para a água em relação à qualidade física, química e biológica. Não somente o homem beneficia-se de uma água de boa qualidade, mas os animais que ali habitam as aves, os peixes, toda e qualquer forma de vida. Toda cadeia alimentar ali presente desenvolve processos que levam ao equilíbrio de todo o corpo hídrico e assim, tanto o homem como toda e qualquer espécie ali presente tornará aquele meio conservado e útil.

Assim, o estudo sobre a compreensão da dinâmica hidroquímica nos corpos d'água é fundamental para entender o funcionamento e conservação dos ecossistemas aquáticos. Segundo Carmouze (1994), os estudos de fatores químicos, físicos e biológicos, tais como concentração de oxigênio dissolvido, alcalinidade, pH, condutividade, penetração de luz na água e concentração de pigmentos clorofilianos são importantes parâmetros utilizados para analisar o funcionamento dos ecossistemas aquáticos.

Muitos ecossistemas lacustres vêm apresentando uma acelerada taxa de degradação promovida por ações alóctones, autóctones ou ainda a ação sinérgica de ambos os processos e por consequência, as suas funções tem sido alteradas significativamente

(MARIANI et al., 2006). De uma maneira ou de outra, os lagos recebem matéria e energia proveniente de seu entorno, determinando gradativamente o seu assoreamento e alterações físicas, químicas e biológicas da água (AVERHOFF et al., 2007; QUIBLIER et al., 2008).

A fim de conhecer a real situação do ambiente em estudo, devem-se levar em conta as variações que os sistemas aquáticos apresentam, nos aspectos espacial e temporal, para que o conhecimento gerado possa realmente ser aplicado na recuperação de ambientes degradados e na preservação de mananciais ainda intactos.

As cidades brasileiras vêm sofrendo um processo acelerado de modificação em seus ecossistemas naturais, decorrente da necessidade crescente de urbanização. Novas lógicas de interação entre o ambiente natural e o construído vem se estabelecendo e, não raramente, gerando conflitos que podem ter consequências irreparáveis para o equilíbrio da paisagem.

Localizado ao norte do município de Salvador, o Parque das Dunas possui uma área de 1 milhão e 200 metros, com 5km de comprimento e uma largura média de 1km. Fica na Av. José Augusto Tourinho Dantas, entre os bairros de Praia do Flamengo, Stella Maris, fazendo fronteira com o Aeroporto Internacional Luís Eduardo Magalhães, com um perímetro de 3,5km. Em 1993 o decreto estadual nº 2.540 (DIÁRIO OFICIAL, 1993), decretou este local como Área de Proteção Ambiental (APA) - APA Lagoas e Dunas do Abaeté no Município do Salvador, com a finalidade de proteger o ecossistema de restinga presente na área urbana.

Além da fauna e flora, características do ecossistema de restinga, no Parque das Dunas atualmente, são registradas sete lagoas perenes e 10 intermitentes.

No entorno do parque é possível avarar a origem das principais fontes de poluição oriundas do uso e ocupação do meio físico, capazes de influenciar a qualidade das águas superficiais, são elas: o crescimento imobiliário, a disposição de resíduos domésticos e o aeroporto que fica a uma distância de 3,5 km do local em estudo. Além do trânsito de aviões que também gera emissão de outros poluentes, por exemplo, o chumbo e óleo, afetando a qualidade do ambiente que está em seu entorno.

O crescimento populacional e econômico, nas margens dos ecossistemas aquáticos, tem promovido impacto ambiental principalmente pelos dejetos lançados de forma inapropriada, por meio de altas taxas de cargas orgânicas e até mesmo poluentes tóxicos (BRANCO et al., 1977). Dentre as ações humanas que mais contribuem para acelerar o processo da poluição no ambiente aquático destacam-se: desmatamento, criação de áreas

agrícolas, lançamento de efluentes industriais, urbanização, utilização excessiva de adubos e pesticidas (ESTEVEES et al., 2008).

As lagoas costeiras comumente sofrem forte ação de descargas de rios, ventos, marés, precipitação, evaporação, aquecimento superficial e respondem de forma diferenciada a estas forçantes (KJERFVE, 1994; HENRY et al., 2004; SOARES et al., 2006).

As lagoas costeiras constituem-se em ricos ambientes nos quais ocorrem complexos processos ecológicos, além de terem papel importante como local de reprodução e proteção de espécies aquáticas e semiaquáticas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2002).

Não obstante sua grande importância e usos múltiplos, as lagoas costeiras são consideradas um dos ecossistemas que mais sofrem impactos antrópicos. Dentre os principais impactos sofridos pelas lagoas estão: o lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais, aterros e edificações nas margens, assoreamento da bacia hidrográfica, degradação da vegetação do entorno, introdução espécies exóticas, dentre outras (ESTEVEES, 1998b).

Desta forma, avaliar a hidroquímica das águas de três lagoas perenes do Parque das Dunas faz-se necessário para conservar este ambiente que é considerada área de recarga do lençol freático, além de conhecer a composição química atual e inédita, deste ecossistema aquático. Se tratando do último ecossistema de dunas, lagoas e restingas de Salvador, importante patrimônio baiano, nacional e mundial.

Além disso, o uso adequado das Áreas de Preservação Permanente (APP) pode promover, além da preservação de recursos naturais, a melhoria da qualidade de vida dos habitantes, em função de outros benefícios gerados pelo equilíbrio de sua função ambiental.

Os estudos sobre os recursos hídricos nesta região são escassos, por isso a necessidade de um diagnóstico mais rigoroso, assim como obtenção de dados mais atualizados.

O objetivo geral desta pesquisa foi caracterizar a hidroquímica de três lagoas perenes do Parque das Dunas, localizada no Município de Salvador, Bahia, usando a variação espacial e temporal de algumas variáveis limnológicas para entender a estrutura e funcionamento desse ambiente costeiro.

Os objetivos específicos foram:

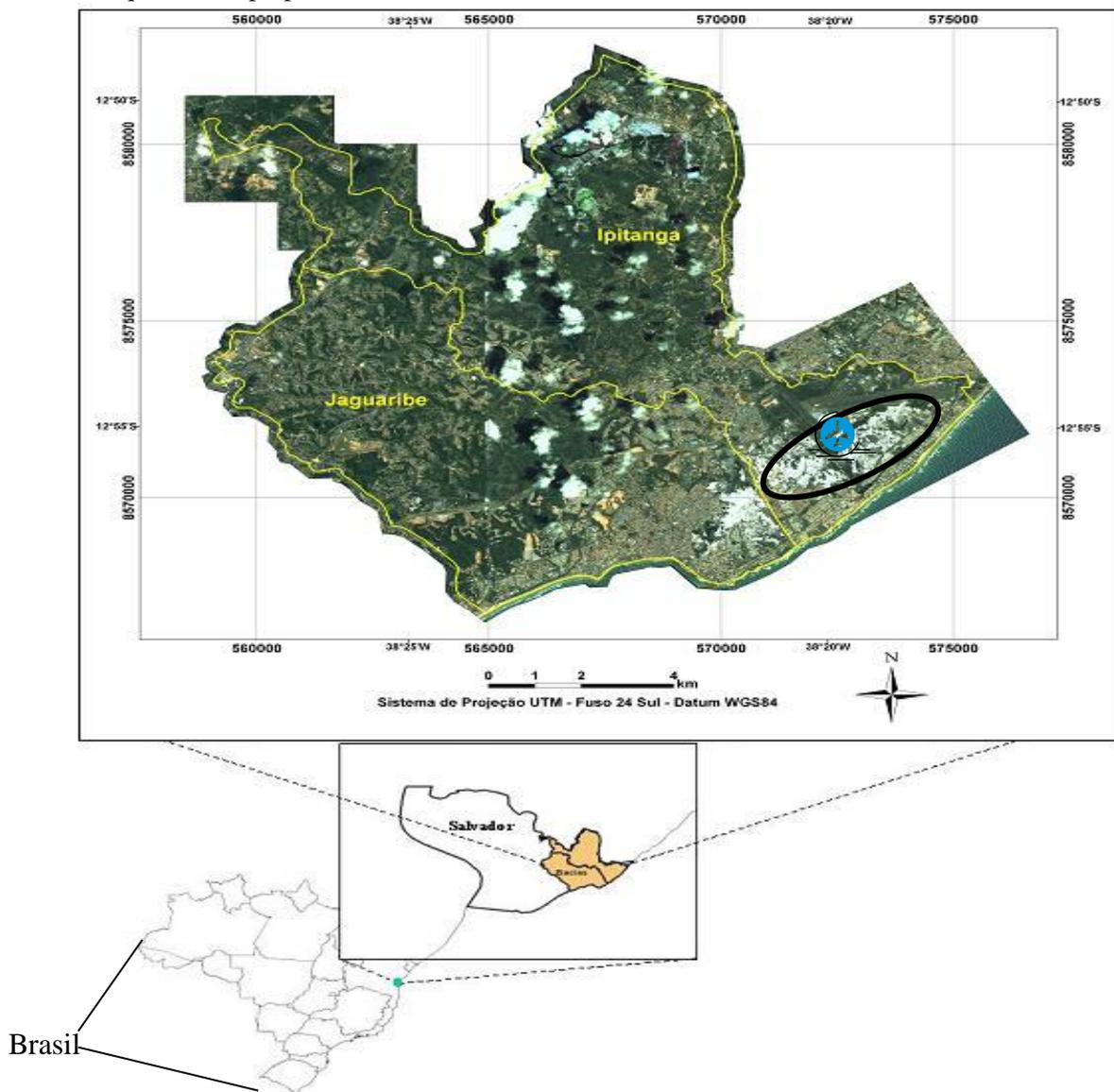
- caracterizar a hidroquímica das lagoas em estudo, contemplando diferentes pontos e profundidades para compreender seu funcionamento;
- classificar as águas das lagoas quanto a sua composição iônica, através do Diagrama de Piper,

- determinar os teores de metais contidos (Al, Zn, Pb, Ni, Cd, Cu, Ba, Fe e Mn) nas águas das três lagoas estudadas.

1.2 ÁREA DE ESTUDO

Localizado ao norte da cidade de Salvador, nas dunas do Abaeté, fazendo fronteira com o Aeroporto Internacional Luís Eduardo Magalhães, o Parque das Dunas ($12^{\circ}56'59''$ S e $38^{\circ}20'25''$ W) (Figura 1).

Figura 1- Localização da área de estudo, sobre imagens do satélite QuickBird. Parque das Dunas em destaque no campo preto

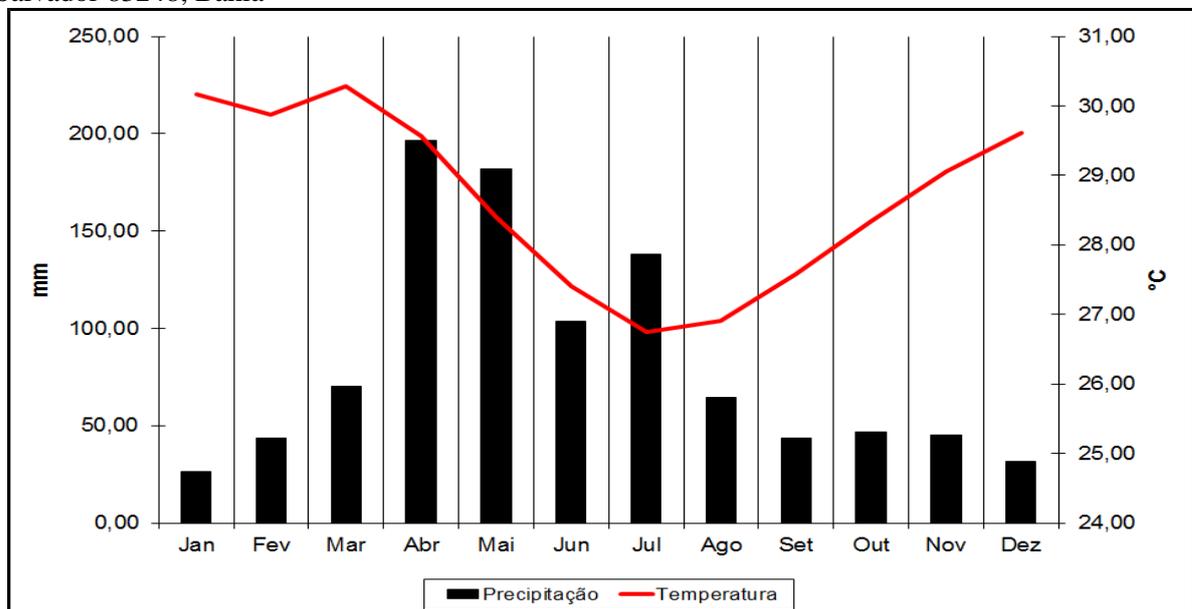


Fonte: Modificada por Elaine Souza, a partir de Zuccari et al. (2006).

Possui uma área de 5 km², o mesmo está inserido na Área de Proteção Ambiental das Lagoas e Dunas de Abaeté (12°56'S, 38°21'W), Salvador, Bahia, Brasil. O clima do local é tropical quente e úmido, sem estação seca segundo a classificação de Köppen (KÖPPEN et al., 1928). A vegetação local, do tipo restinga, forma manchas compostas por espécies arbóreas e arbustivas, cuja altura geralmente não ultrapassa 3 m, podendo ocorrer algumas emergentes. As lagoas do presente estudo estão inseridas na APA lagoas e Dunas do Abaeté.

A umidade na região deve-se à proximidade litorânea, além das massas de ar das correntes tropicais marítimas que influenciam na dinâmica dos regimes pluviométricos na região. Os ventos predominantes são oriundos do sudeste e a umidade do ar se mantém em torno de 80% (INEMA, 2014). O gráfico dos normais climatológicas da estação meteorológica do aeroporto internacional de Salvador 83248 (Figura 2), estação mais próxima da APA Lagoas e Dunas do Abaeté, mostra a média do excedente hídrico entre os anos de 2000 - 2010, o maior de abril a agosto, sendo que após o mês de agosto esse excedente vai diminuindo.

Figura 2- Normais climatológicas para a estação meteorológica do aeroporto internacional de Salvador 83248, Bahia



Fonte: EIA RIMA (2011).

Trata-se do único ecossistema de dunas e restingas, dentro do Município de Salvador, com diversidade das espécies vegetais e de fauna, além das aves migratórias que chegam apenas na época da reprodução. Este ambiente é utilizado frequentemente na área de pesquisa universitária, servindo principalmente de laboratório natural para as Instituições de

Ensino Superior, a exemplo da doutoranda BARBOSA, M.C.F., que está desenvolvendo sua pesquisa na delimitação da Área de Proteção Ambiental - APA das Lagoas e Dunas do Abaeté, tendo como objetivo o reconhecimento sedimentológico, pedológico, além da identificação botânica e suas correlações. Além disso, o Parque contribui para a manutenção do lençol freático e para estabilização climática local, além de abrigar nascentes do Rio Sapato. O Rio Sapato possui sua extensão entre Salvador e Lauro de Freitas banhando muitos bairros de ambas as cidades (CABANELAS et al., 2007).

1.2.1 Histórico da área de estudo

De 1981 a 1987, acontecem as primeiras conquistas sobre a delimitação da Área de Proteção Ambiental - APA das Lagoas e Dunas do Abaeté, onde se obteve do Governo do Estado da Bahia no uso de suas atribuições e com fundamento nos artigos 8º e 9º da Lei Federal nº 6.902, de 27 de abril de 1981, o decreto que recolhesse as dunas como área de preservação do Abaeté. Em seguida, a partir de uma proposta integrada de ocupação do solo na faixa costeira do Salvador, entre as Praias de Itapuã e Praia do Flamengo, iniciou-se à implantação do projeto do decreto estadual nº 351 de 22 de Setembro de 1987, dando-a como área de proteção ambiental. Na concepção e execução desse Projeto deveriam estar presentes os cuidados quanto à forma de intervenção no ecossistema duna e a perspectiva de dotar a área de uma estrutura voltada para a conservação ambiental, o turismo e lazer.

O decreto estadual nº 2.540 de 18 de Outubro de 1993 (DIÁRIO OFICIAL, 1993), foi decretado a APA Lagoas e Dunas do Abaeté no Município do Salvador, com a finalidade de proteger o ecossistema. Logo, em 1996 a Universidade Livre das Dunas e Restingas do Abaeté – UNIDUNAS, foi criada e vem mantendo esta área de 1.200.000m. Este espaço vem sendo utilizado por faculdades e escolas de Salvador e de todo o estado da Bahia para a prática de visitas, estimulando e mostrando o potencial ambiental.

Em 2001 nasceu uma nova parceria com o Instituto de Ciência e Tecnologia Interdisciplinar, o ICTI, uma associação civil sem fins lucrativos, promovendo atividades de educação ambiental. Através de estudos no local foram criados 12 projetos auto-sustentáveis, provando que, meio ambiente e desenvolvimento urbano podem ser parceiros.

Após adquirir a criação do Zoneamento da APA Lagoas e Dunas do Abaeté, da resolução CEPRAM, nº 3.023 de 20 de Setembro de 2002 (CEPRAM, 2002), onde indica que o Parque Ecológico da Restinga está inserido na ZUE (Zona de Uso Específico) (Figura 3),

com as seguintes descrições: Compreende área de dunas, lagoas, brejo, alagadiços, destinado também à ampliação do Aeroporto conforme decreto estadual nº 7.616/99, representa os últimos remanescentes de sistemas de dunas associadas às terras úmidas (lagoas, alagadiços e brejos), conservado no município do Salvador, podendo vir a constituir um laboratório natural de experiências científicas para o manejo deste tipo de ecossistema. O mesmo é contemplado em 2011, com a ampliação de sua área (Figura 4), sendo este decreto nº 22.507 de 22 de dezembro de 2011(UNIDUNAS, 2013).

Figura 3- Foto aérea das delimitações do parque das Dunas em 2006



Legenda:

 Delimitações do Parque das Dunas

Fonte: Site da UNIDUNAS (2013).

Figura 4- Foto aérea da ampliação do Parque das Dunas, decreto nº 22.507 em 22 de dezembro de 2011, sendo a mesma delimitada pelo polígono vermelho



Legenda:

 Delimitações do Parque das Dunas

Fonte: Site da UNIDUNAS (2013).

1.2.2 As lagoas do parque das dunas

Na região do Parque das Dunas, são catalogadas 7 lagoas que estão presentes o ano todo (perenes), enquanto que 10 são praticamente verificadas em maior quantidade principalmente após fortes chuvas (intermitente). O presente trabalho visa estudar 3 lagoas perenes, excluindo quatro das lagoas perenes, devido ao fato delas apresentarem menos de 1 metro profundidade no período seco.

A área da APA apresenta um ambiente típico de restinga com suas lagoas de coloração escuras intercaladas por dunas Blowout de areia branca móveis, semimóveis ou fixas, recobertas por vegetação arbórea, arbustiva e herbácea que desempenha um papel relevante na fixação das dunas e proteção do sedimento contra a erosão.

Grande parte das lagoas encontra-se afastada uma das outras em cerca de 2 km, algumas possuem vegetação herbácea, outras são circundadas por exuberantes vegetações arbóreas.

A análise feita pelo EIA/RIMA (Estudos de Impactos ambientais) em 2012 demonstrou que as lagoas apresentam pequena profundidade, comprimento, largura e área distintas, conforme representado (Figura 5 a 7). As lagoas, por não mostrarem aspectos de encontros entre seus corpos hídricos, sugerem que cada uma, pode apresentar características intrínsecas.

Figura 5- Foto da lagoa do Camarão tirada no mês de janeiro de 2012, para compor o relatório do EIA/RIMA

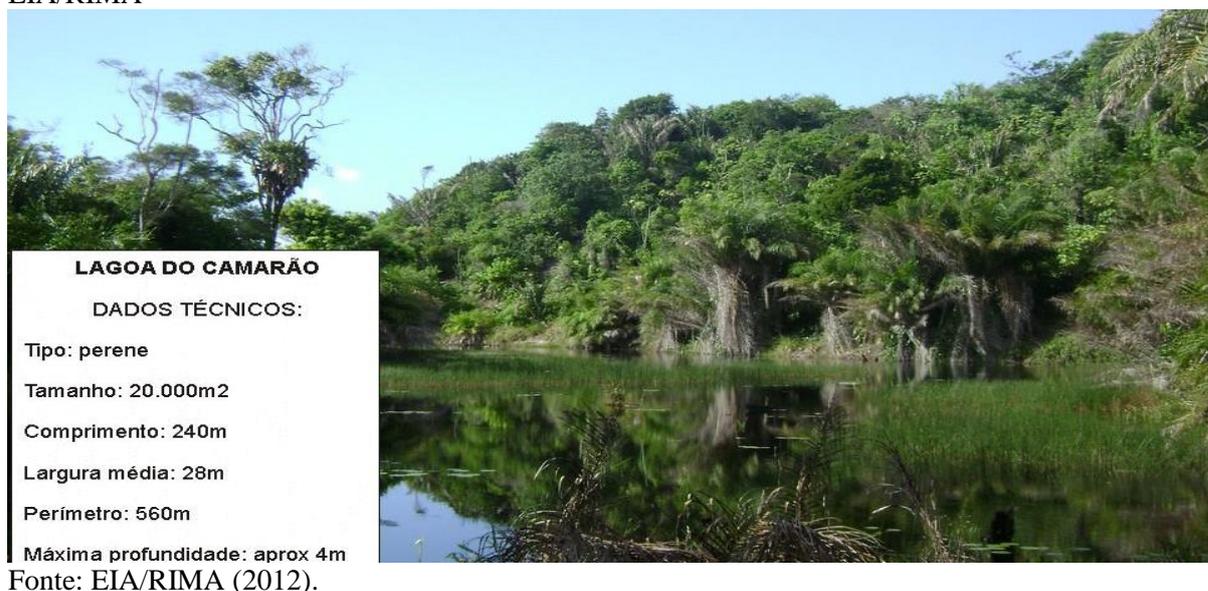
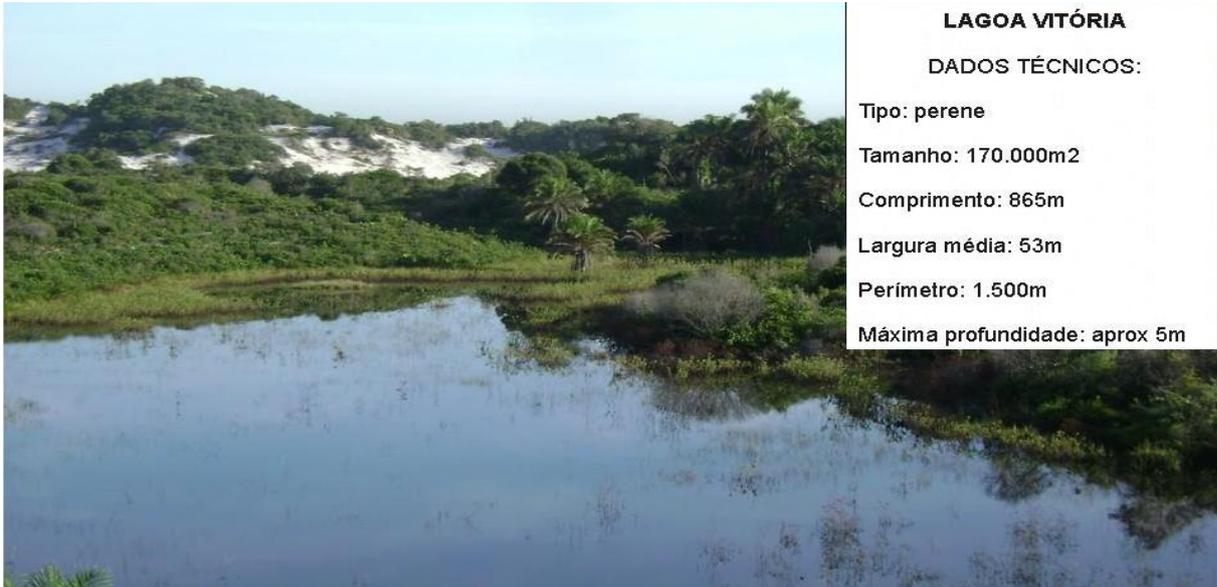


Figura 6- Foto da lagoa Vitória tirada no mês de janeiro de 2012, para compor o relatório do EIA/RIMA



Fonte: EIA/RIMA (2012).

Figura 7- Foto da lagoa do Junco tirada no mês de janeiro de 2012, para compor o relatório do EIA/RIMA



Fonte: EIA/RIMA (2012).

1.2.3 Geologia da Bacia Ipitanga

A área de estudo encontra-se na porção sudoeste da bacia hidrográfica do Ipitanga (Figura 8). As formações litológicas que ocorrem nas bacias do Jaguaribe e do Ipitanga são representadas pelo Embasamento Cristalino, Formação Barreiras e Depósitos Quaternários, segundo Bizzi et al. (2003) e Nascimento e Barbosa (2005).

Figura 8- APA Lagoa e Dunas do Abaeté delimitada em amarelo sobre imagem do satélite QuickBird e sua localização nas bacias Ipitanga e Jaguaribe

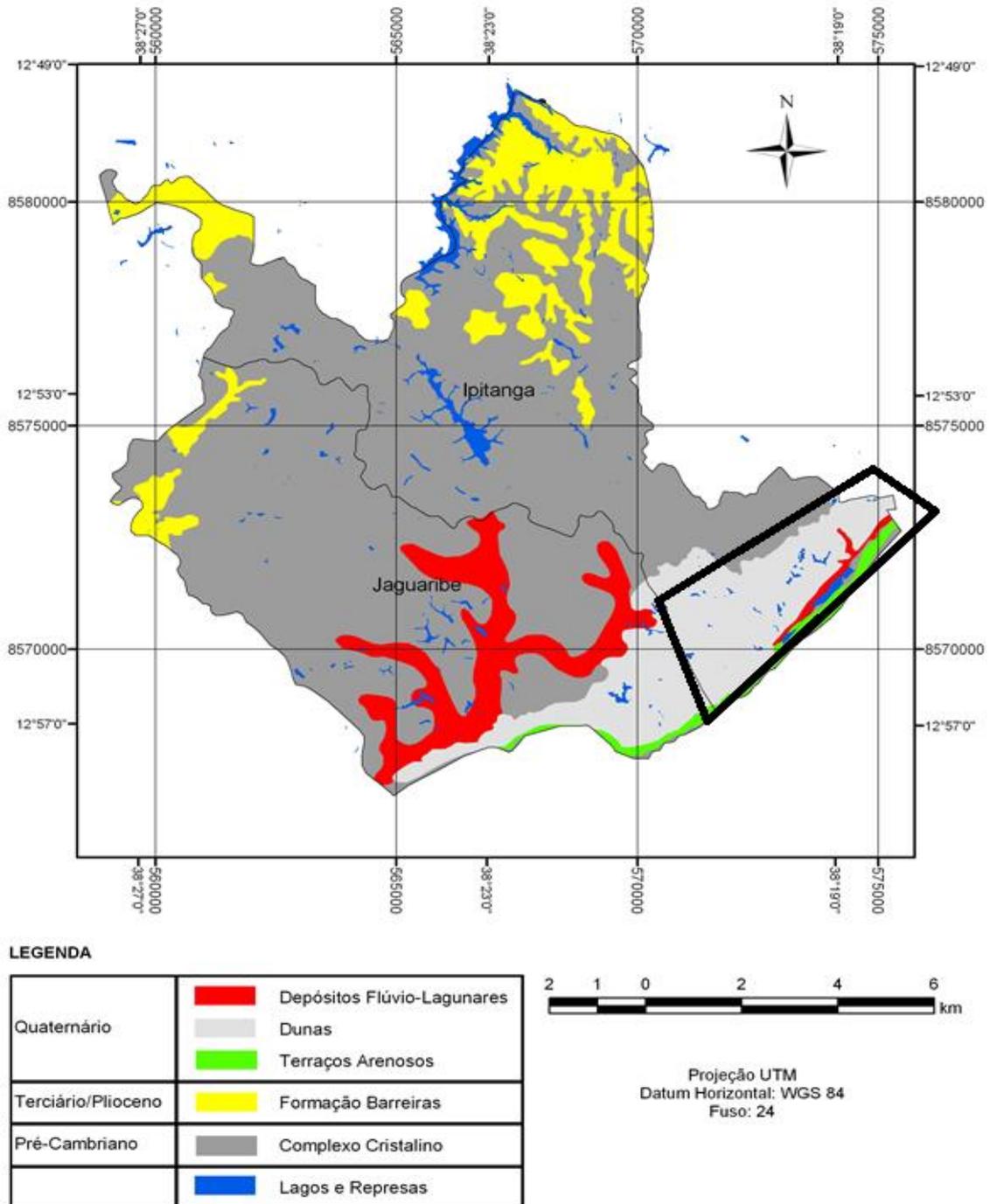


Fonte: ZUCCARI et al. (2006).

A bacia Ipitanga estende-se por Salvador e municípios próximos como Lauro de Freitas e Simões Filho. Dentro de Salvador compreende uma área de 59,0Km², definida pelo PDDU 2004 (SALVADOR, 2004) como área rural e também uma parte da APA do Abaeté. Ao descrever a bacia Ipitanga Zuccari et al. (2006) relatou que esta possui características distinta das outras bacias do município de Salvador, pela existência de áreas ocupadas pela agricultura e também pela localização de adutoras e reservatórios para abastecimento público. A mineração e desflorestamento evidenciam-se como fatores de intervenção antrópica desordenadas, promovendo desta forma desequilíbrios ambientais, contudo é importante preservar cobertura de mata atlântica ainda existente.

Os depósitos de dunas no sudoeste da bacia Ipitanga (Figura 9) correspondem a dunas *blowout* de areias finas, bem selecionada, predominantemente quartzosa, com graus de arredondamento variado, de coloração branca, ocre e amarelada.

Figura 9- Mapa de unidades litológicas das Bacias Jaguaribe e Ipitanga, com depósito de dunas *blowout* na área de estudo, delimitada pelo polígono preto



Fonte: Modificado por Elaine Souza a partir de Reiber (1992).

As dunas são representadas por forma eólicas mais definidas, com alta densidade na área do presente estudo (Figura 10).

Figura 10 - Foto das dunas no Parque das Dunas, área da APA Lagoa e Dunas do Abaeté



Fonte: Google Earth (2014).

Parte das dunas encontra-se com a morfologia modificada, seja por erosão natural, seja pela ação antrópica relacionada à ocupação urbana e turística e pela exploração das areias como material para construção civil, o que é identificado através da redução de altura, modificação dos ângulos de inclinação de barlavento e sotavento, presença de ravinas, cortes e cicatrizes de retirada de vegetação de cobertura (ZUCCARI et al., 2006).

As dunas têm papel fundamental na estabilidade da costa, evitando a erosão e o avanço da linha de costa.

Na área de estudo, os depósitos de areia aluvionar não são muito expressivos, pois os principais rios, dentre eles o Joanes, Ipitanga e Jaguaribe apresentam aluviões poucos espessos. Esse domínio é representado também por depósito flúvio-lagunares que são constituídos por areias e siltes argilosos, que vêm sendo formados desde o início da última transgressão marinha até o tempo presente (ZUCCARI et al., 2006).

As planícies aluviais são os terrenos geologicamente mais novos da região. Nelas se depositaram e estão se depositando os sedimentos que erodiram e estão sendo erodidos no atual ciclo de erosão e para elas são transportadas das áreas altas circunvizinhas pelos rios e

enxurradas. São sustentadas por um empilhamento com sucessão de camadas constituídas de argilas, quase sempre ricas em matéria orgânica, por areias de granulometrias e composição mineral variada (ZUCCARI et al., 2006).

Na parte oeste e norte da bacia hidrográfica do Ipitanga, o Complexo Cristalino é representado por uma série de afloramentos de rocha alteradas que ainda preservam algumas estruturas da rocha original (ZUCCARI et al., 2006). De forma geral, os territórios onde há presença do complexo cristalino nesta bacia apresentam coloração variada, de amarelo claro, bege, passando para rosa até marrom avermelhado (NASCIMENTO, 2008).

Ainda na porção norte encontra-se presente a Formação Barreiras, o substrato dessa área é diferenciada por ser sustentado por um pacote de espessas camadas de sedimentos argilosos e siltosos.

A Formação Barreiras engloba quase a totalidade dos sedimentos terciários em território baiano e cobre extensa área da RMS (Região Metropolitana do Salvador) (BARBOSA et al., 1996). Ela é composta de uma sequência de sedimentos terrígenos, pouco consolidados ou inconsolidados, de cores variadas, consistindo de argilas, areias e cascalhos, com estratificação irregular, normalmente indistinta e, em geral, afossilífera (ZUCCARI et al. 2006).

Este trabalho foi organizado em capítulos e estruturado na forma de artigos científicos. O primeiro capítulo é a introdução, com a abordagem dos temas do trabalho, apresentação das justificativas para o desenvolvimento do mesmo, delimitação dos objetivos e descrição da área. No capítulo 2, Materiais e Métodos, foram descritos os materiais utilizados na pesquisa e os métodos utilizados para o desenvolvimento do trabalho.

Os capítulos seguintes foram distribuídos com os artigos gerados na pesquisa. No capítulo 5 as conclusões, onde são feitas as considerações finais sobre o trabalho desenvolvido, assim como sugestões e perspectivas para trabalhos futuros referentes à Hidroquímica das lagoas costeiras no parque das dunas, Salvador BA.

Em seguida, foram listadas as referências de toda a base bibliográfica citada na dissertação.

Os dados obtidos e as análises feitas, colocados através dos artigos distribuídos nos capítulos 3 e 4 deste trabalho serão submetidos às comunicações científicas nos periódicos nacionais e internacionais.

Foram submetidos e apresentados dois trabalhos em congressos: no congresso internacional da SHEWC 2014 (XIV Segurança, Saúde e Congresso Mundial do Meio

Ambiente), Cubatão, BRASIL, 20-23 julho de 2014 (Apêndices A) e (Apêndice B) foi apresentado no 47º Congresso Brasileiro de Geologia.

2 MATÉRIAS E MÉTODOS

Baseada na seleção de técnicas e procedimentos adotados no âmbito das geociências, relacionada à caracterização hidroquímica das águas superficiais para ambiente lântico, a pesquisa foi desenvolvida em várias etapas metodológicas, distintas e dependentes entre si.

Partindo-se da hipótese de que zona costeira de todo o globo é encontrado como os ecossistemas mais produtivos da biosfera. De maneira a contribuir com a sociedade através de atividades relacionadas com a alimentação, energia e recreação. Logo o seu balanço natural pode ser facilmente perturbado, muitas vezes de forma irreversível e sempre acompanhado de problemas socioeconômicos. Além da facilidade de resultar em elevados graus de eutrofização natural, através da acumulação de materiais orgânicos e inorgânicos.

A verificação dessas hipóteses deu-se a partir do reconhecimento da área, amostragem da água na superfície e fundo, análises químicas, sistematização dos dados e interpretação dos resultados.

Paralelamente foi dada continuidade ao levantamento bibliográfico de referências acerca dos métodos apresentados.

A seguir são apresentadas as atividades desenvolvidas a fim de atingir os objetivos propostos.

2.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

A análise foi iniciada por uma ampla consulta as referências bibliográficas, através da análise de livros, artigos científicos, anais de congressos nacionais e internacionais, dissertações e teses publicados sobre o tema, e consultas a órgãos públicos visando a melhor compreensão do assunto.

2.2 RECONHECIMENTO DA ÁREA

Na busca de conhecer, delimitar e caracterizar geograficamente toda a área do presente estudo foi consultado diversos dados da Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador – CONDER, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -

EMBRAPA, Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - CPRM, Prefeitura Municipal de Salvador - PMS, Universidade Federal da Bahia - UFBA, Resoluções e Portarias do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama e do Ministério da Saúde.

Durante esta fase foram adquiridas e utilizadas cartas topográficas nas escalas 1/10 000 Conder (1976) e imagens de satélites obtidas pela Internet (Google Earth, 2014), que foram utilizadas antes e após as etapas de coleta. Foram realizadas várias visitas exploratórias na área de estudo, com o intuito de estabelecer um planejamento prévio ao processo amostral, bem como verificação das possíveis fontes de contaminação, aquisição de fotografias e georeferenciamento das lagoas.

2.3 TRABALHO EM CAMPO

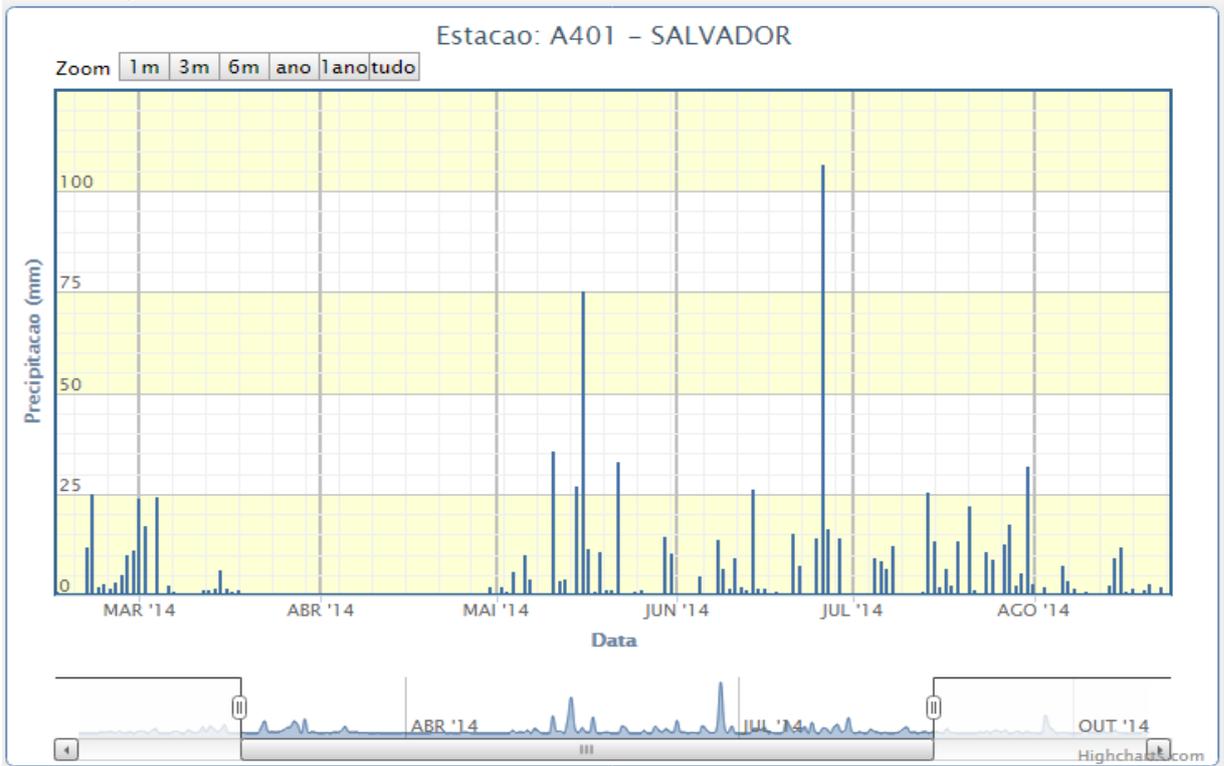
No reconhecimento do campo, realizado em jan/2013, visou-se identificar os limites da área de estudo e caracterizá-la, verificando previamente os acessos ao local e possível local de coleta, considerando para a coleta somente 3 lagoas perenes. O reconhecimento foi feito in situ com o auxílio de imagens de satélite.

As coletas de amostras foram realizadas em dois diferentes períodos, sempre na maré baixa: a 1ª campanha foi realizada em agosto/2013 (período chuvoso, após período de maior excedente hídrico, entre abril e agosto) (Figura 11), esta coleta foi realizada para averiguação de possíveis variações ligadas à pluviometria.

A 2ª campanha foi realizada em março/2014 (período seco, após período de menor excedente hídrico, entre novembro e março) (Figura 12). Com base nos dados da estação meteorológica de Salvador, no bairro da Ondina (INMET, 2014), estação mais próxima da APA Lagoa e Dunas do Abaeté. Em ambos os períodos as amostragens foram feitas sempre pela manhã.

Em cada ponto foi realizada coleta na superfície e fundo, para identificar prováveis estratificações das variáveis analisadas. As coletas superficiais foram realizadas a 30cm em relação a coluna d'água, já no fundo, a coleta foi feita a 1 metro em relação a coleta realizada na superfície. Há padronização de 1 metro foi feita após identificar a lagoa com a menor profundidade, que era de profundidade máxima de 2,5m. Os pontos foram transformados em códigos para tratamento estatístico (Quadro 1).

Figura 11- Dados de pluviometria que antecederam as datas de coleta ago/13, para a estação meteorológica de Salvador, Bahia



Fonte: INMET (2014).

Figura 12- Dados de pluviometria que antecederam as datas de coleta mar/14, para a estação meteorológica de Salvador, Bahia



Fonte: INMET (2014).

Quadro 1- Código dos pontos coletados nas lagoas Camarão, Vitória e Junco, sendo posteriormente trabalhados na estatística para interpretação dos dados

Lagoas	Pontos	Superfície	Fundo	Período	
				chuvoso	seco
CA = Camarão	1	1	2	CA11c; CA12C	CA11c; CA12S
	2			CA21c; CA22C	CA21c; CA22S
	3			CA31c; CA32C	CA31c; CA32S
VI = Vitória	4			VI41c; VI42C	VI41c; VI42S
	5			VI51c; VI52C	VI51c; VI52S
	6			VI61c; VI62C	VI61c; VI62S
JU = Junco	7			JU71c; JU72C	JU71c; JU72S
	8			JU81c; JU82C	JU81c; JU82S

Para melhor compreender a composição química das águas do sistema lacustre do Parque das Dunas, foram realizadas duas campanhas em pontos estrategicamente escolhidos, sendo representados de acordo (Figuras 13 e 15) e com distância de 100m entre eles, a fim de obter uma maior representatividade da área.

Figura 13- Localização dos pontos de amostragem para coleta de água na lagoa Camarão, Parque das Dunas, Salvador, Bahia

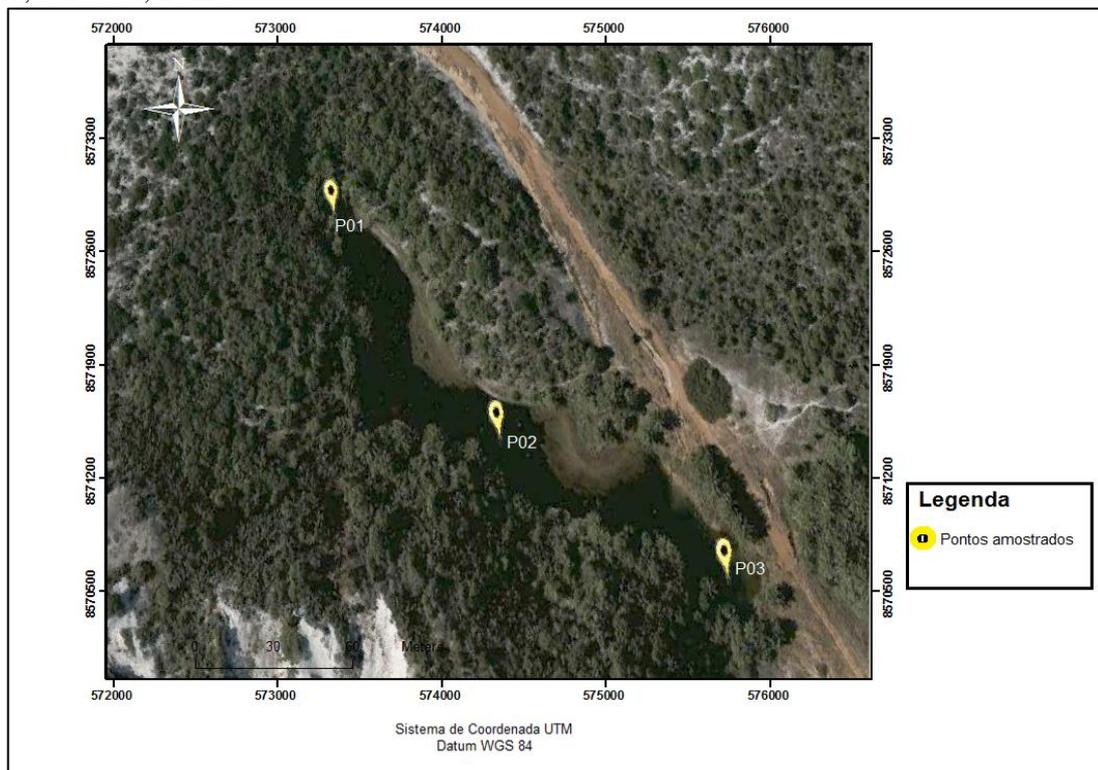


Figura 14- Localização dos pontos de amostragem para coleta de água na lagoa Vitória, Parque das Dunas, Salvador, Bahia

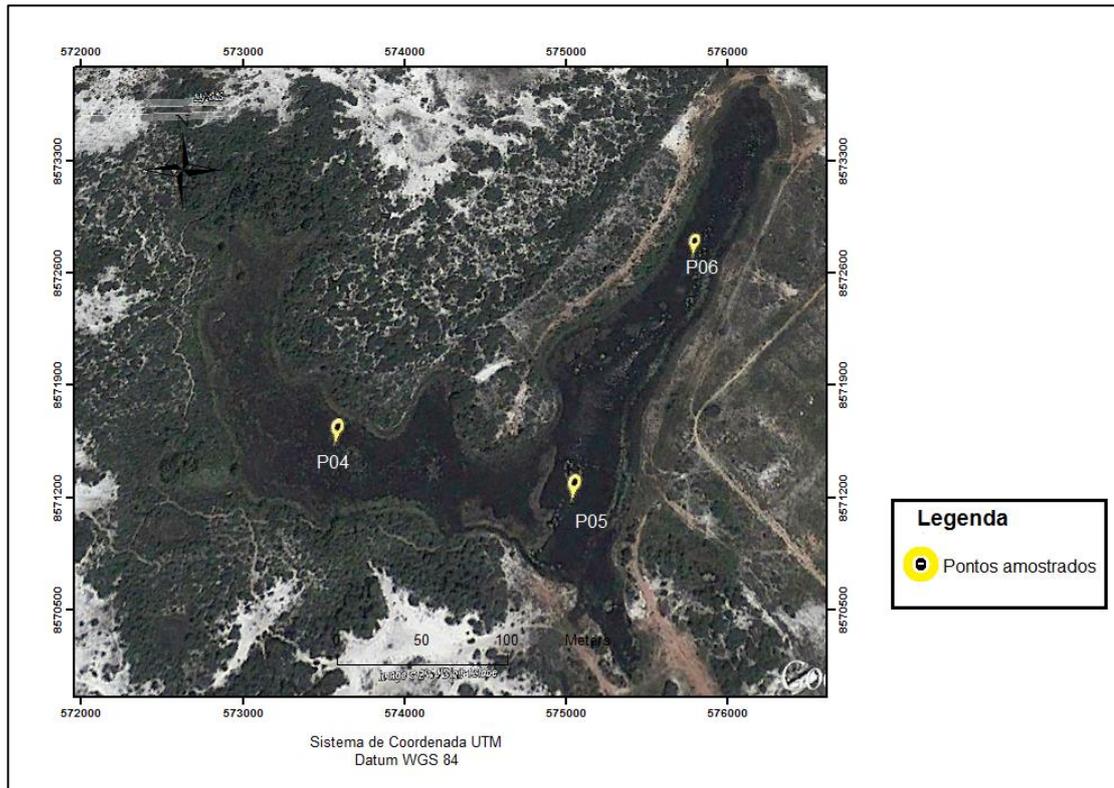
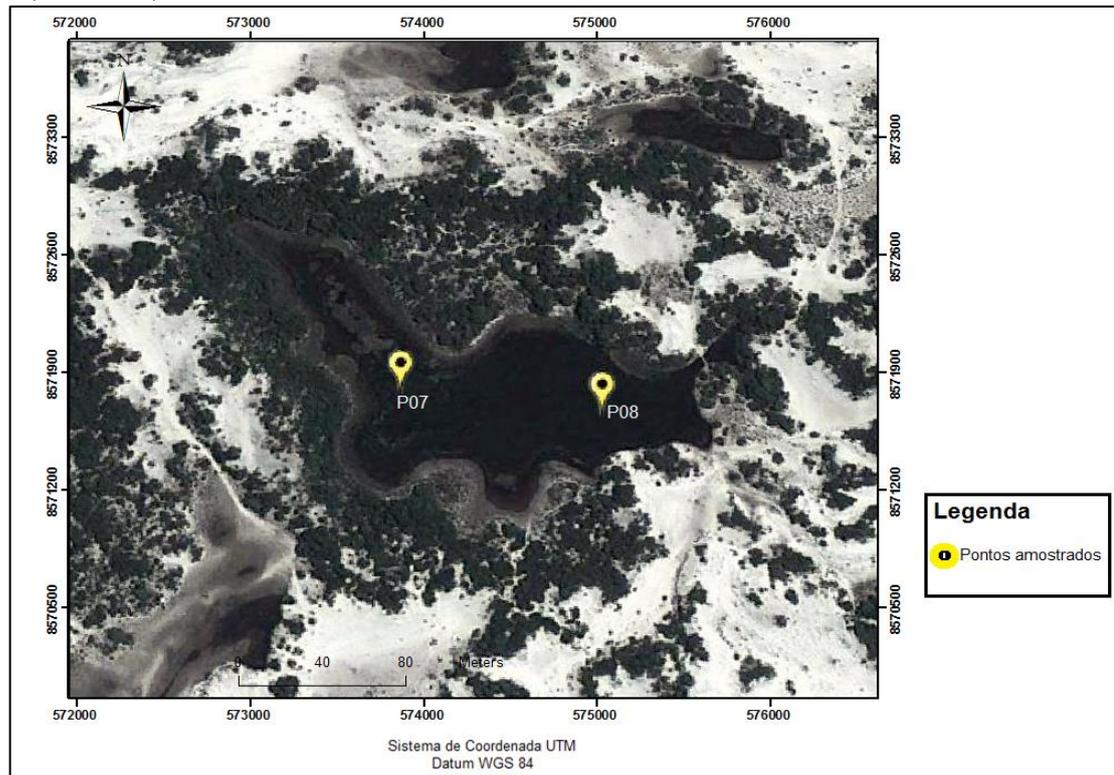


Figura 15- Localização dos pontos de amostragem para coleta de água na lagoa Junco, Parque das Dunas, Salvador, Bahia



2.4 AMOSTRAGEM

Inicialmente houve a lavagem e a descontaminação dos frascos de polietileno e das placas de acrílico a serem utilizados, esta última para reservar as membranas antes e pós filtração, seguindo a orientação do Guia e Preservação de amostras de água (CETESB, 2011) e do APHA (1995) onde todos os materiais foram deixados no banho com detergente Extran não fosfatado a 5% por 24h, posteriormente enxaguados com água destilada, concluindo assim o processo de limpeza. Para continuação da descontaminação, os materiais foram deixados no banho com HCl a 10%, exceto os fracos que acondicionaram amostra pra ensaio de cloreto, estes foram deixados em banho com HNO₃ 5% , posteriormente a retirada de todos do banho com os ácidos (HCl e HNO₃) para que fossem enxaguados 3 vezes com água destilada e 3 vezes com água deionizada, finalizando a descontaminação.

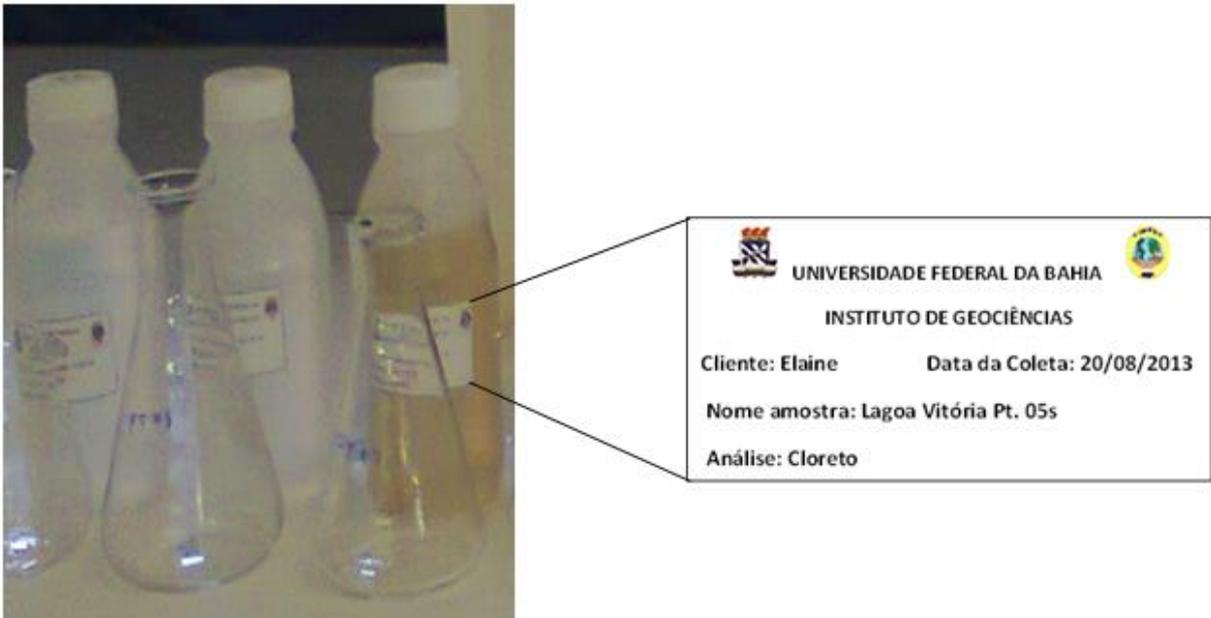
Durante a amostragem de campo foram feitas anotações em fichas padronizadas (anexo A) contendo: local, coordenadas geográficas e UTM, data, hora e resultados dos parâmetros considerados não conservativos, temperatura (°C), salinidade, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade (mS cm⁻¹), oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido saturado (%) e sólidos totais dissolvidos (STD).

O equipamento utilizado para determinação dos parâmetros considerados não conservativos foi o Medidor Multiparâmetros portátil (Multi Water Quality Checker U-50 Series 2) da marca HORIBA manta 2, este devidamente verificado e calibrado.

A água foi coletada *in natura*, e ocorreu afastado das margens das lagoas, seguindo as seguintes etapas:

Em cada ponto previamente escolhido, as amostras foram sempre coletadas primeiramente na superfície. Antes da coleta com os frascos para ensaios laboratoriais, foi utilizado balde de plástico de 2 litros para retirar água da superfície, nesta água eram feitas as análises pontuais dos parâmetros não-conservativos medidos *in situ* com a sonda multiparâmetro e as informações eram passadas para a ficha de campo. Em seguida os frascos devidamente identificados com etiquetas (Figura 16) eram segurados pela base, aberto e mergulhado a cerca de 30 cm, com a boca para baixo. O frasco era inclinado lentamente para cima e após completamente cheio foi retirado da água e tampado. Vasilhas devidamente descontaminadas foram utilizadas para encher frascos que tinham conservantes em seu interior.

Figura 16- Modelo de etiqueta de identificação das garrafas de coleta



Fonte: Modificado por Elaine Souza a partir de modelo usado no laboratório de Estudos do Petróleo (LEPETRO) do Núcleo de Estudos Ambientais (NEA).

Após o término do procedimento descrito acima, ainda no mesmo ponto, foi realizada uma coleta a 1 metro de profundidade. A mesma ordem de coleta foi realizada em outros pontos, sendo primeiramente coletado na superfície e posteriormente no fundo, onde primeiramente foram verificados os parâmetros não conservativos. A coleta na profundidade foi realizada com a garrafa de Van Dohr, a mesma era mergulhada na profundidade já estabelecida anteriormente. Em seguida a água retirada era transportada ao balde para fazer as análises *in situ* com a sonda Multiparâmetros. Posteriormente a garrafa era mergulhada novamente para retirar a alíquota de água para encher os frascos (Figura 17).

Para o ensaio de clorofila-**a** foram utilizados frascos de vidro âmbar com tampa revestida com Teflon. Para os demais ensaios realizados para este trabalho foram utilizados recipientes apropriados de plástico polietileno com tampa vedante de polipropileno. Durante cada coleta, as garrafas foram totalmente enchidas e lacradas, evitando-se bolhas de ar e evaporação, seu conteúdo foi homogeneizado, invertendo a embalagem várias vezes. Cada recipiente foi identificado com etiquetas e, posteriormente, armazenados em caixa de isopor térmico e refrigerados até a análise em laboratório. Para evitar alterações nas amostras d'água até a chegada ao laboratório.

Figura 17- Coleta de água na lagoa Vitória, com garrafa de Van Dohr, para posteriores análises físico-química, química e clorofila-a, em laboratório



As técnicas de amostragem e preservação das amostras seguiram as orientações técnicas especializadas, como o Manual prático de análise de água (FUNASA, 2006), Manual técnico para coleta de amostras de água (MANUAL, 2009), Norma CETESB para amostragem e monitoramento das águas brutas (CETESB, 2011) e do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1995).

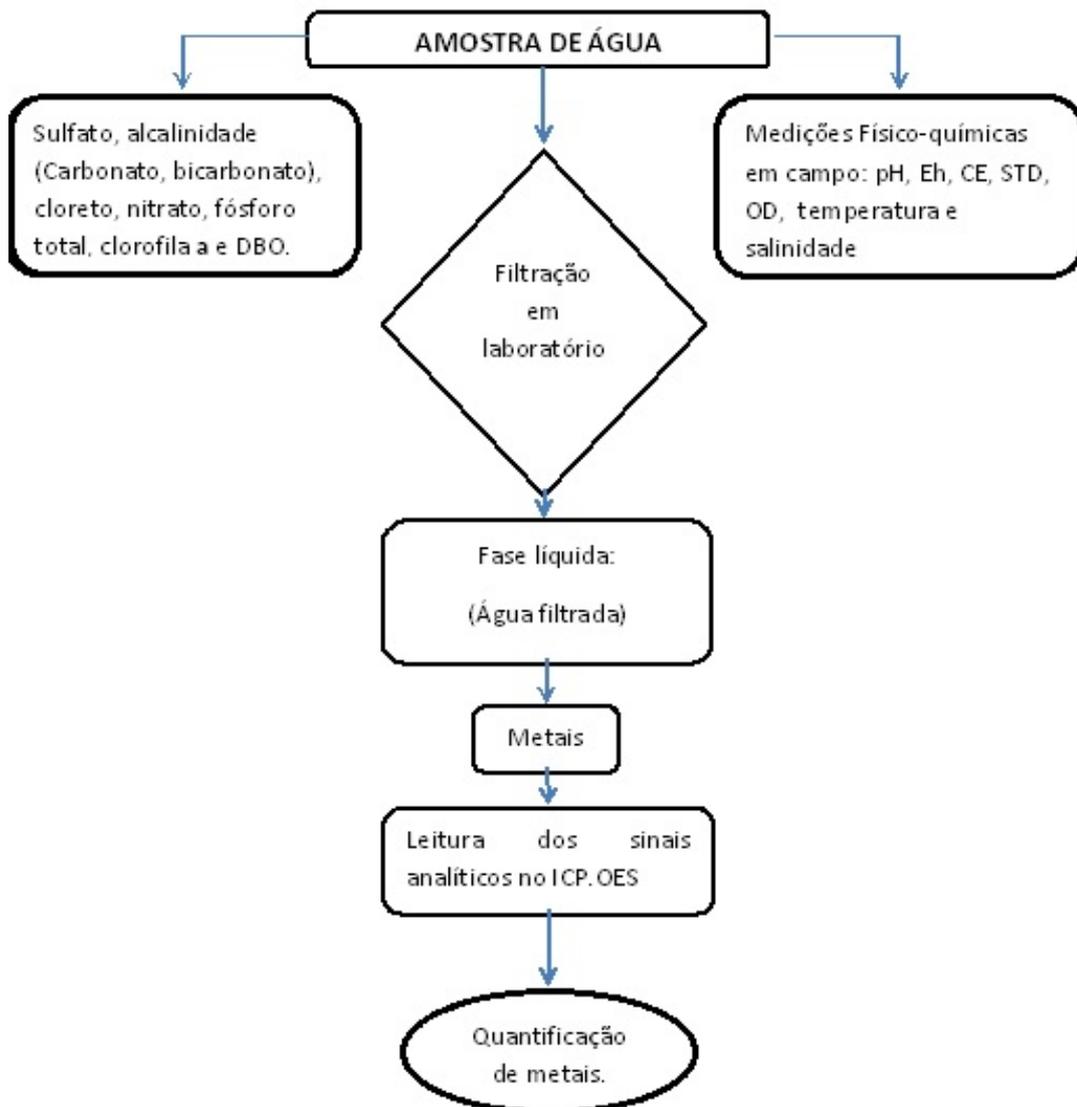
Todas as amostras coletadas foram devidamente identificadas. Entretanto as amostras de 1L para ensaio de metais foram filtradas utilizando membranas de celulose, Millipore, com 0.45 μm de poro. A filtração foi realizada em laboratório e em seguida acidificada com ácido nítrico (HNO_3). Para demais análises utilizaram amostras sem filtração.

Para locomoção de um ponto de amostragem para outro, no interior da lagoa, foi utilizado um bote inflável, sem motor. A cada ponto de amostragem foram obtidas as coordenadas geográficas utilizando um GPS (*Global Positioning System*) da marca GARMIM, que também auxiliou na distância dos intervalos entre os pontos.

2.5 ANÁLISES QUÍMICAS

Todas as amostras foram analisadas segundo os parâmetros físico-químicos e hidroquímicos (Figura 18). Para um controle da qualidade nas análises citadas foram realizadas duplicatas do total das amostras e triplicatas (10% do total das amostras), além do branco.

Figura 18- Fluxograma das etapas realizadas para análise dos parâmetros físico-químicos e hidroquímicos



As análises químicas das amostras de água foram feitas de acordo com as seguintes metodologias:

2.5.1 Parâmetros físico-químicos

Os parâmetros físico-químicos, tais como: temperatura, pH, ORP, condutividade elétrica (C.E.), turbidez, oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais dissolvidos (STD), salinidade, foram analisados *in situ* com o Medidor Multiparâmetros portátil (Multi Water Quality Checker U-50 Series 2) da marca HORIBA, manta 2 (Quadro 2).

Quadro 2- Técnicas e métodos analíticos utilizados, medidos em campo

PARÂMETROS	UNIDADE	EQUIPAMENTO	INTERVALO DE MEDIÇÃO*	RESOLUÇÃO*	PRECISÃO*
Temperatura	°C	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	-10 - 55	0,01	-
pH	mV	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-14	0,01	+/-0,1
ORP	mV	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	-2000 - +2000	1mV	+/-15 mV
C.E.	mS cm ⁻¹	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-100	0,01	1%
Turbidez	NTU	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0 - 1000	0,01	+/-1NTU
OD	mg L ⁻¹	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-50	0,01	+/-0,02 mg L ⁻¹
Salinidade	g L ⁻¹	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-70	0,1	+/-3 PPT
STD	g L ⁻¹	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-100	0,01	+/-5 g L ⁻¹

* Valores encontrados no manual de operação do equipamento.

2.5.2 Parâmetros hidroquímicos

Para estes parâmetros, as amostras foram reservadas em garrafas (plástica ou de vidro) e levadas ao laboratório para as seguintes análises.

A determinação do Sulfato e Nitrato foi realizada pelo método espectrofotométrico com o espectrofotômetro (HITACHI, modelo U-5100), no laboratório do plasma do Instituto de Geociências da UFBA (Figura 19). Para isso foram utilizados kits de bancada Hack (Sulfaver e Nitruver). Sendo para a análise de nitrato foram tomadas alíquotas de 10 ml de cada amostra para cada kit de reagente e para o sulfato as alíquotas foram de 25 ml.

Figura 19- Espectrofotômetro (HITACHI, modelo U-5100), utilizado na determinação do nitrato e sulfato



Para teores dos **metais** cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), ferro (Fe), alumínio (Al), cobre (Cu), zinco (Zn), chumbo (Pb), níquel (Ni), cádmio (Cd), bário (Ba) e manganês (Mn) a água foi filtrada em membrana Millipore 0,45 μ m, Bomba de vácuo Primatec, modelo 131 (Motor ¼ CV, 1720 rpm, 0,18Kw, 127/220 Volts.) na sequencia a fração filtrada foi destinada a análise dos metais contidos, acidificada (adicionar 1ml HNO₃ 65% P.A (MERCK S.A), pH<2) para conservar a amostra até o momento da digestão. No laboratório foram utilizadas as técnicas mais difundidas, cientificamente, para determinação de metais, englobando técnicas para tratamentos preliminares de amostras, conforme descrito em APHA (1995).

Após retirar as amostras do refrigerador, que foram pré-concentradas logo após a filtração, efetuou-se o processo de digestão para liberação dos metais supracitados.

Foram tomadas alíquotas de 200 mL, com pipetas volumétricas de 200mL, em duplicata, de cada garrafa de 1L após homogeneização. Essas alíquotas foram colocadas em beckers de Teflon, em capela de exaustão adicionou-se 5 mL de HNO₃ 65% P.A. Estas amostras foram levadas a placa de aquecimento a 70 °C para a redução de volume em oito vezes (Figura 20). Em seguida estas amostras foram transferidas para balões volumétricos de 25mL, completadas com água ultrapura (Figura 21). Em seguida, as amostras foram transferidas para garrafas de polietileno de 100 mL (Figura 22), e encaminhadas para quantificação por ICP OES (Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado) no equipamento ICP Emission Spectrometer modelo VISTA-PRO (Varian) no laboratório do grupo de Pesquisa em Química do Instituto de Química da UFBA. A espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado é uma técnica analítica multielementar amplamente utilizada para a determinação de elementos químicos em

diferentes tipos de matrizes. Na Tabela 1 consta a configuração de operação do ICP OES para determinação dos elementos químicos na água.

Figura 20- Amostras para redução do volume de água na placa aquecedora em *beckers* de Teflon a 70 °C



Figura 21- Amostras em balões volumétricos de 25 mL



Figura 22- Transferência das amostras digeridas para garrafas de polietileno de 100mL**Tabela 1-** Comprimentos de onda do equipamento para determinação dos elementos químicos na água

Dados	Características
Potência	1300 W
Vazão do plasma	15,0 L min ⁻¹
Vazão do gás auxiliar	1,50 L min ⁻¹
Vazão do nebulizador	0,8 L min ⁻¹
Sistema de nebulização	V-Groove com câmara de spray de PTFE
Linhas Espectrais Seleccionadas	Ba ^I – 493.408 nm Fe – 238.204 nm Mg – 279.553 nm Na – 589.592 nm Ca – 373.69 nm Zn ^I – 213.856 nm Cu ^I – 327.395 nm Pb ^I – 220.353 nm K – 769.897 nm Al - 308.215 nm Cd ^I - 226.502 nm Ni ^I – 216.555 nm Mn ^I - 257.61 nm

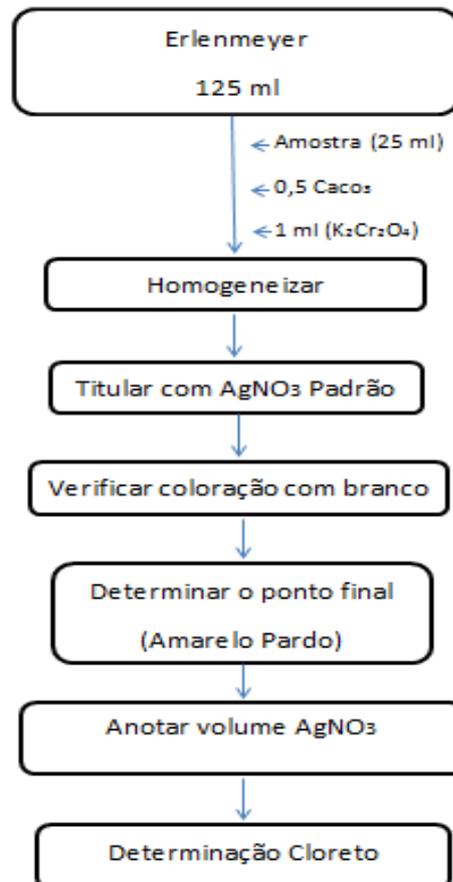
O cloreto foi quantificado pelo método volumétrico de Mohr, onde íons cloreto são titulados com solução padronizada de nitrato de prata (AgNO_3), na presença de cromato de potássio (K_2CrO_4) como indicador (APHA 1995). O ponto final da titulação é identificado quando todos os íons Ag^+ tiverem se depositado sob a forma de AgCl , logo em seguida haverá a precipitação de cromato de prata (Ag_2CrO_4) de coloração amarelo pardo (Figura 23), pois, o cromato de prata é mais solúvel que o cloreto de prata. O esquema a seguir (Figura 24), mostra o passo a passo da quantificação do cloreto.

Figura 23- Etapa final da titulação para quantificação do cloreto – coloração amarelo pardo



Figura 24- Etapas da quantificação do cloreto pelo método volumétrico de MOHR

Cloretos em água (Método volumétrico de MOHR)

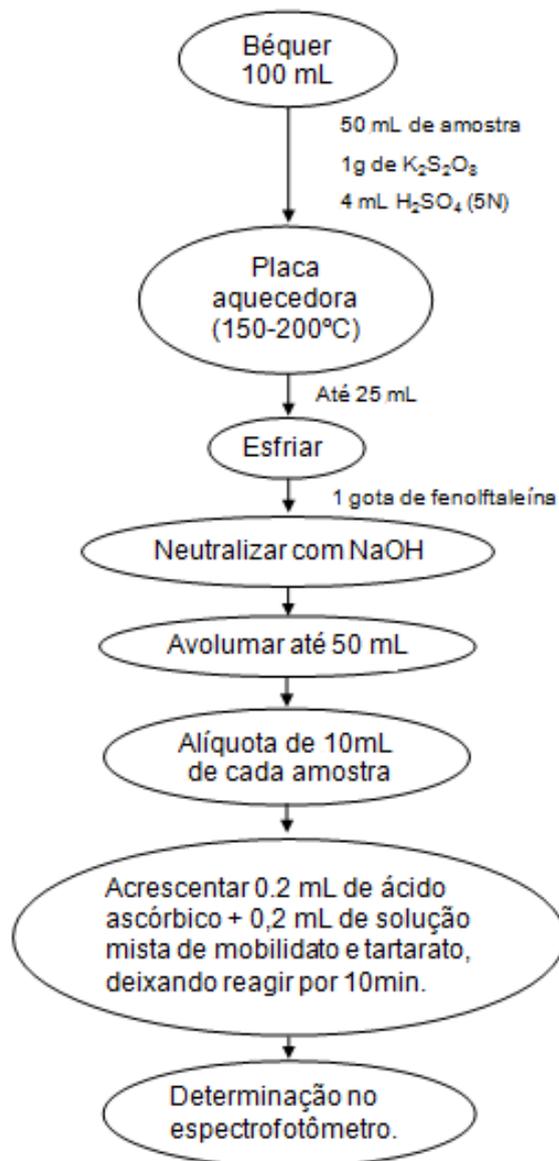


Os íons carbonato e bicarbonato foram calculados a partir do método da alcalinidade total, através da determinação titrimétrica das várias formas de alcalinidade,

mediante neutralização ácido/base, utilizando como titulante o ácido sulfúrico 0,01 mol/L. (APHA, 1998).

Na determinação do fósforo total, foi utilizada uma combinação de reagentes (Figura 25) e a leitura das amostras foram realizadas no espectrofotômetro marca Varian, modelo Cary 50, no comprimento de onda de 880 nm. Esta análise foi feita no laboratório do Núcleo de Estudos Ambientais do Instituto de Geociências da UFBA (NEA/IGEO/UFBA).

Figura 25- Fluxograma das etapas da quantificação do Fósforo total por espectrometria



Os ensaios de clorofila-**a** e da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram realizados pelo laboratório do SENAI Unidade Cetind / Sistema FIEB com (Qualidade ABNT

NBR ISSO/IER 17025 ISSO 9001). Para ambos utilizou-se o método disponível pelo Standard Methods 2012. Ao final de cada análise química, o material e amostra foram devidamente descartados, segundo critérios dos procedimentos do laboratório.

As técnicas e métodos analíticos, limite de detecção e quantificação de cada método, equipamento utilizado e a referências dos métodos podem ser observados no Quadro 3.

Quadro 3- Técnicas e métodos analíticos utilizados na quantificação dos parâmetros em laboratório

PARÂMETROS	UNIDADE	LDM	L QM	TÉCNICA ANALÍTICA	EQUIPAMENTO	REFERÊNCIA DO MÉTODO
Cloreto	mg L ⁻¹	-	2,0	Titrimetria	-	SMEWW 4500Cl- 19th
Nitrato	mg N-NO ₃ L ⁻¹	-	0,01	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	SMEWW 4500-NO ₃ E 20th
Alcalinidade total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	-	2,0	Titrimetria	-	SMEWW 2320 B 20th
Sulfato	mg L ⁻¹	0,0033	0,01	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	SMEWW 4500E 19th
Clorofila-a	µg L ⁻¹	0,6	1,8	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	SMEWW 10200 H – Mod.*
Fósforo Total	mg L ⁻¹	0,0033	0,01	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	SMEWW 4500-P – itens B e F 21th
DBO	mg L ⁻¹	0,36	1,1	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	(SMEWW 5210 B) EN 056 QGI
Bário	mg L ⁻¹	0,033	0,1	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Cálcio	mg L ⁻¹	0,033	0,1	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Chumbo	mg L ⁻¹	0,0066	0,02	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Cobre	mg L ⁻¹	0,0033	0,01	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Ferro	mg L ⁻¹	0,033	0,1	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Magnésio	mg L ⁻¹	0,033	0,1	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Alumínio	mg L ⁻¹	0,033	0,1	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Potássio	mg L ⁻¹	0,033	0,1	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Sódio	mg L ⁻¹	0,033	0,1	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Zinco	mg L ⁻¹	0,033	0,01	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Cádmio	mg L ⁻¹	0,033	0,01	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Níquel	mg L ⁻¹	0,033	0,01	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Manganês	mg L ⁻¹	0,033	0,01	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN

*SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd. Edition. Mod.: Método interno baseado em método oficial modificado.

LQM. : Limite de quantificação do método/ LDM.: Limite de detecção do método.

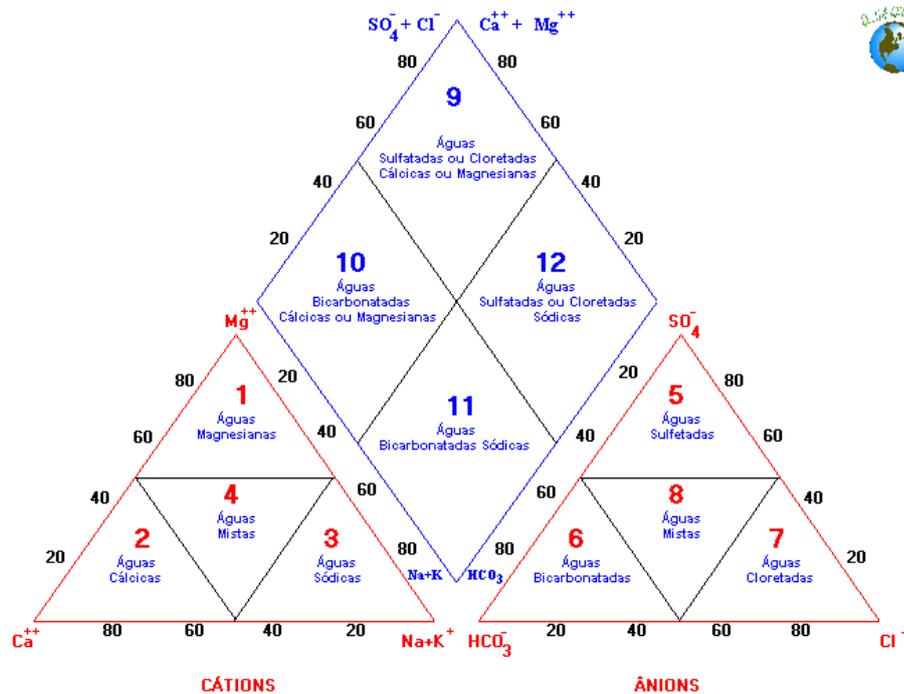
2.6 CLASSIFICAÇÃO HIDROQUÍMICA

Para a classificação do tipo químico das águas superficiais das lagoas de acordo com a comparação de distintos grupos de águas quanto aos cátions e ânions dominantes, foi elaborado o diagrama triangular de Piper (1944), utilizando o software Qualigraf (MOBUS, 2003).

O diagrama de Piper (Figura 26) é um diagrama hidroquímico utilizado, frequentemente para classificar e comparar os distintos grupos de águas quanto aos íons dominantes em cálcicas, cloretadas, bicarbonatadas, sódicas, magnesianas, sulfatadas ou mistas (SANTOS, 2008).

Diagramas triangulares, como o diagrama de Piper apresentam graficamente as concentrações em porcentagem para cada íon analisado, em diagramas triangulares, constituindo-se numa das mais utilizadas representações gráficas para a classificação de um conjunto de dados hidroquímicos. Para esta classificação são plotados os valores dos constituintes iônicos principais do grupo dos cátions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) e dos ânions (Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^-) em um diagrama triangular.

Figura 26- Diagrama triangular de Piper



Fonte: MOBUS, 2003.

2.7 PROCESSAMENTO DOS DADOS E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Os dados obtidos das campanhas de amostragem foram tabulados em planilhas utilizando-se o software Microsoft Excel, versão 2010. Em seguida, as planilhas foram transportadas para os aplicativos PC-ORD 6.0 (MCCUNE et al., 2011) e BioEstat 5.3 (AYRES et al., 2007), onde foram desenvolvidas as análises estatísticas.

Os testes de normalidade e homocedasticidade foram efetuados no programa estatística BioEstat 5.3, verificando a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias para $p < 0,05$.

A verificação das diferenças significativas entre as variações sazonal e espacial, ou seja, se os períodos estudados (seco/chuvoso), e a diferenciação entre as amostragens realizadas na superfície e fundo de cada lagoa, foram realizados através do teste para amostras independentes de Mann-Whitney no programa estatística BioEstat 5.3.

Para a avaliação das inter-relações entre as variáveis, foi calculada a matriz de correlação estatística, entre os pares de todos os parâmetros analisados. Trata-se de uma ferramenta importante para auxiliar na interpretação dos dados, através de situações de similaridade entre os parâmetros estudados.

A interpretação da matriz de correlação indica que valores mais próximos de 1, entre duas variáveis, sugerem que existe alta correlação positiva. Quando os valores de **R** são próximos a -1 indica alta correlação negativa, ou seja, o valor de uma variável tende a crescer quando o valor da outra decresce.

Sendo assim, a correlação de 1 indica que as variáveis são dependentes e uma correlação baixa muito próxima a zero indica que não existe correlação, ou seja, são linearmente independentes. Para fins de interpretação, considera-se que uma boa correlação apresenta valores acima de 0,7 ($r^2 > 0,7$).

Para os valores médios das variáveis obtidas em cada estação das diferentes lagoas, durante os períodos de estudo, foram utilizados a Análise de Cluster (análise de agrupamento), tendo como base a distância euclidiana e desta forma definir o grau de semelhança entre as lagoas.

Para análise de dados multivariados foi empregando a Análise de Componentes Principais (PCA), este método é o mais antigo de ordenação e mais aplicado nas geociências. Este método foi utilizado para determinar qual (is) variável (is) seria (m) determinante (s) na caracterização das lagoas.

3 ESTUDO HIDROQUÍMICO SAZONAL, DAS LAGOAS COSTEIRAS (CAMARÃO, VITÓRIA E JUNCO) DO PARQUE DAS DUNAS, SALVADOR – BA

Resumo: Este trabalho tem como principal objetivo desenvolver uma caracterização hidroquímica de forma (espacial e temporal) e diferenciar as lagoas costeiras Camarão, Vitória e Junco, a partir de alguns parâmetros (temperatura, pH, Condutividade Elétrica, turbidez, ORP, Oxigênio Dissolvido, Sólidos Totais Dissolvidos, Salinidade, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrato, Sulfato, Cloreto e Clorofila-a, a partir de dados obtidos em agosto de 2013 (Período Chuvoso) e março de 2014 (Período Seco). Os resultados demonstraram que as variáveis, de modo geral, tiveram diferenças significativas indicando elevada diferença entre o período seco e chuvoso. Além do mais, o nitrato apresentou altas concentrações, estando acima da Resolução 357/05 do Conama. Embora inserido numa área de proteção ambiental, as lagoas Vitória e Junco vem sofrendo impactos, sendo influenciadas pelos aportes exógenos que ali chegam e intensificados pela influência do período climático em que foi realizada a pesquisa. As lagoas Vitória e Junco apresentaram similaridade na Análise de Cluster nos dois períodos sazonais. Fatores específicos de cada ambiente como a influência marinha, a influência antrópica, e a disposição das lagoas nas dunas, são os responsáveis por essa diferença.

Palavras-chave: Parâmetros Físicos e Químicos; Impacto Ambiental; Sazonal.

3.1 INTRODUÇÃO

Lagoas costeiras são ecossistemas ecologicamente e economicamente importantes que apresentam características e processos comuns a sistemas marinhos em geral, mas mostram também aspectos particulares, dependentes de influências naturais e antrópicas em suas bacias hidrográficas (LASSERRE, 1979).

Estes ecossistemas ocupam cerca de 13% das zonas costeiras em todo o mundo (KJERFVE, 1994) e são importantes contribuintes para reservatórios de água subterrânea, locais e regionais estabilidade do tempo, a preservação da biodiversidade e também como fornecedores de água (ESTEVEZ et al., 2008). Caracterizam-se por serem ambientes rasos e por sofrerem forte ação dos ventos, fatores estes geralmente levam a uma maior homogeneidade da coluna d'água.

Estudos mostram que as lagoas costeiras exibem importantes taxas de produção primária (KNOPPERS, 1994; ANDRADE et al., 2012) e secundária (BORREGO, 1994; FONTES et al., 2009). Esta última está associada, por exemplo, a produção de peixes, crustáceos e a produção primária, ao desenvolvimento de algas, comunidade perifítica e

macrófitas aquáticas, as quais constituem a base alimentar da cadeia trófica (WIT et al., 2012). Segundo Knoppers (1994) as taxas de produção primária nas lagoas costeiras, são comparáveis em termos globais, às taxas de produção encontradas em regiões de ressurgência nos oceanos.

Devido às características intrínsecas, tais como: águas rasas, contínua entrada de material particulado e dissolvido, particularmente de terras altas, propiciando dinâmicas internas distintas. Desta maneira, as lagoas costeiras funcionam como depósito, retendo por longos períodos de tempo, sedimentos inorgânicos, matéria orgânica e poluentes fornecidos por sua bacia hidrográfica (SMITH et al., 1994; PEREIRA et al., 2006). Logo, esses ambientes são geralmente muito vulneráveis aos processos de poluição orgânica e inorgânica (LACERDA, 1994).

A distribuição das lagoas costeiras ao longo do Litoral brasileiro coincide com áreas densamente povoadas (ESTEVES et al., 2008). Neste contexto, várias lagoas costeiras brasileiras estão sendo submetidos a vários tipos de usos e influências antrópicas, que conduzem à degradação da qualidade de suas águas (HENNEMANN et al., 2011; NASCIMENTO, 2010; ALVES, 2014).

Assim, o estudo sobre a compreensão da dinâmica dos parâmetros físico-químicos e biológicos nos corpos d'água é fundamental para entender o funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Segundo Carmouze (1994) os estudos de fatores químicos, físicos e biológicos, tais como temperatura, concentração de oxigênio dissolvido, alcalinidade, pH, condutividade e concentração de pigmentos clorofilianos são importantes parâmetros utilizados para analisar o funcionamento dos ecossistemas aquáticos.

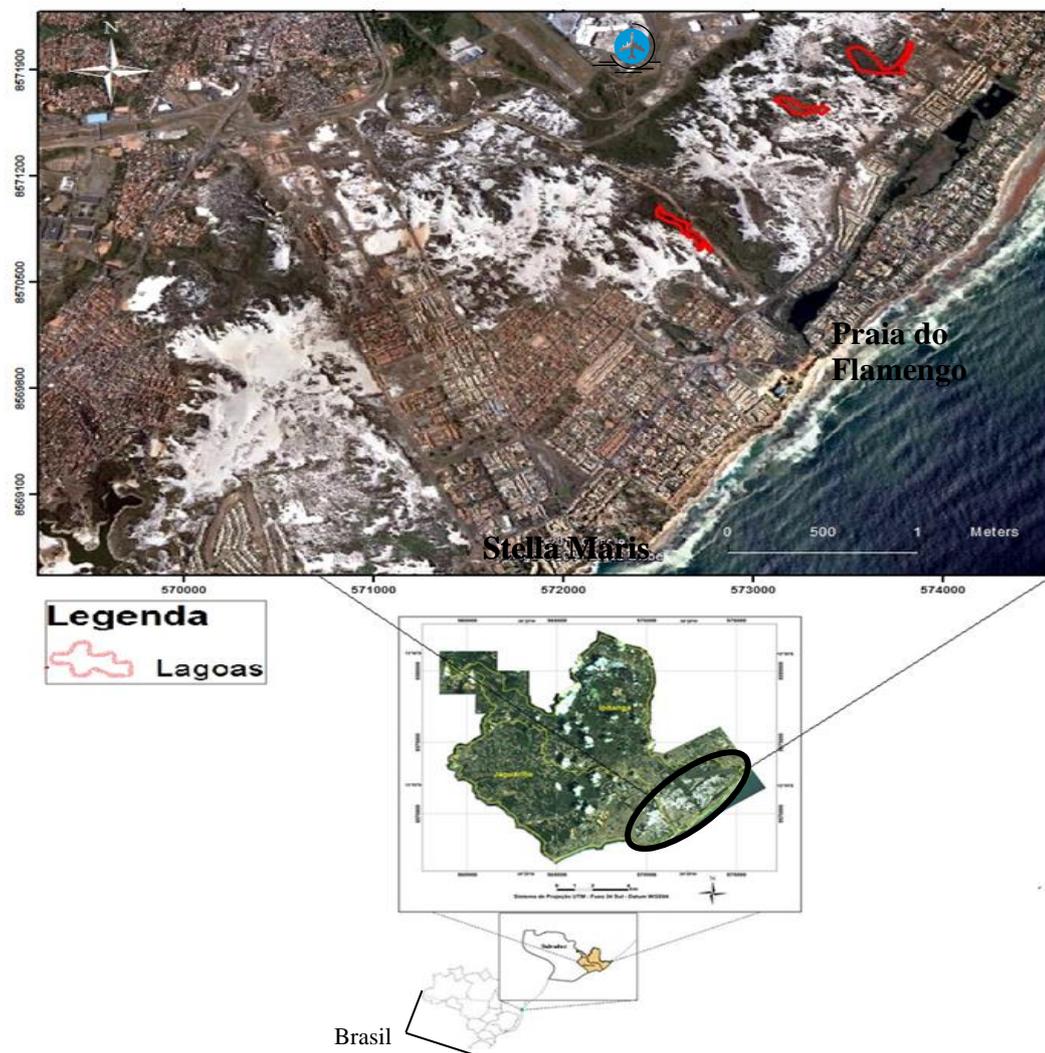
Além disso, para conhecer a real situação dos ambientes em estudo, devem-se levar em conta as variações que os sistemas aquáticos apresentam, nos aspectos espacial e temporal. Já que os processos hidrológicos apresentam propriedades e características que variam com as escalas espaço-temporais (ESTEVES, 1998a).

Com isso este trabalho tem como principal objetivo fazer uma caracterização hidroquímica de forma (espacial e temporal) e diferenciar as lagoas costeiras Camarão, Vitória e Junco, a partir de alguns parâmetros (temperatura, pH, Condutividade Elétrica, turbidez, ORP, Oxigênio Dissolvido, Sólidos Totais Dissolvidos, Salinidade, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Nitrato, Sulfato, Cloreto e Clorofila-a, que foram obtidos em agosto de 2013 e março de 2014.

3.2 ÁREA DE ESTUDO

Localizadas ao norte da cidade de Salvador, nas dunas do Abaeté, entre o bairro da praia do Flamengo e Stella Maris, fazendo fronteira com o Aeroporto Internacional Luís Eduardo Magalhães, as lagoas Camarão, Vitória e Junco, estão inseridas no Parque das Dunas ($12^{\circ}56'59''$ S e $38^{\circ}20'25''$ W) (Figura 27).

Figura 27- Localização da área de estudo, Parque das Dunas em destaque no círculo preto, onde estão inseridas as lagoas do presente estudo em contornos vermelhos



Fonte: Modificado por Elaine Souza a partir de ZUCCARI (2006).

O Parque das Dunas possui uma área de 5 Km², com 5km de comprimento e uma largura média de 1km, o mesmo estar inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) das Lagoas e Dunas de Abaeté ($12^{\circ}56'S$, $38^{\circ}21'W$), Salvador, Bahia, Brasil. O clima do local é

tropical quente e úmido, sem estação seca segundo a classificação de Köppen (KÖPPEN et al., 1928).

De acordo com o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, o clima nas dunas caracteriza-se por ventos fortes, temperatura média anual de 25° C, precipitação anual de 2.100 mm e umidade relativa alta durante todo o ano, variando entre 80 e 82% (INEMA, 2014).

A área da APA apresenta um ambiente típico de restinga com suas lagoas de coloração escuras intercaladas por dunas Blowout de areia branca móveis, semimóveis ou fixas, recobertas por vegetação arbórea, arbustiva e herbácea que desempenha um papel relevante na fixação das dunas e proteção do sedimento contra a erosão.

As lagoas Camarão, Vitória e Junco são ambientes de rara beleza e relativamente rasos pois, a profundidade máxima não ultrapassa os 5 m encontrado na lagoa Vitória. Esta lagoa também apresenta o maior perímetro 1.500 m, seguida da lagoa do Junco, que apresenta um perímetro de 800 m e da lagoa do Camarão com 560 m de perímetro. As lagoas Camarão e Junco são os corpos d'águas mais rasos apresentando respectivamente aproximadamente 4m e 2,5m.

A área de estudo encontra-se na porção sudoeste da bacia hidrográfica do Ipitanga. As formações litológicas que ocorrem nesta bacia são representadas pelo Complexo Cristalino, Formação Barreiras e Depósitos Quaternários, segundo Bizzi et al. (2003) e Nascimento e Barbosa (2005).

A bacia Ipitanga estende-se por Salvador e municípios próximos como Lauro de Freitas e Simões Filho. Dentro de Salvador compreende uma área de 59,0Km², definida pelo PDDU 2004 (SALVADOR, 2004) como área rural e também uma parte da APA do Abaeté. Ao descrever a bacia Ipitanga, Zuccari et al. (2006) relatou que esta possui características distinta das outras bacias do município de Salvador, pela existência de áreas ocupadas pela agricultura e também pela localização de adutoras e reservatórios para abastecimento público.

A mineração e desflorestamento evidenciam-se como fatores de intervenção antrópica desordenadas, promovendo desta forma desequilíbrios ambientais, contudo é importante preservar cobertura de mata atlântica ainda existente.

3.3 MATERIAS E MÉTODOS

Preliminarmente foi feito um levantamento utilizando-se mapas topográficos e imagens de satélites. As coletas de amostras foram realizadas em dois diferentes períodos,

sempre na maré baixa: a 1ª campanha foi realizada em agosto/2013 (período chuvoso, após período de maior excedente hídrico, entre abril e agosto), esta coleta foi realizada para averiguação de possíveis variações ligadas à pluviometria.

A 2ª campanha foi realizada em março/2014 (período seco, após período de menor excedente hídrico, entre novembro e março). O levantamento do excedente hídrico foi feito com base nos dados da estação meteorológica de Salvador, no bairro da Ondina (INMET, 2014), estação mais próxima da APA Lagoa e Dunas do Abaeté. Em ambos os períodos as amostragens foram feitas sempre pela manhã.

Em cada ponto foi realizada coleta na superfície e fundo, para identificar prováveis estratificações das variáveis analisadas. As coletas superficiais foram realizadas a 30cm em relação a coluna d'água, já no fundo, a coleta foi feita a 1 metro em relação a coleta realizada na superfície. A padronização de 1 metro foi feita após identificar a lagoa com a menor profundidade, que era de profundidade máxima de 2,5m. Para locomoção de um ponto de amostragem para outro, no interior da lagoa, foi utilizado um bote inflável, sem motor. A cada ponto de amostragem foram obtidas as coordenadas geográficas (Quadro 4) utilizando um GPS (Global Positioning System) da marca GARMIM, que também auxiliou na distância dos intervalos entre os pontos.

Quadro 4- Localização dos pontos de coletas das águas destinadas às análises hidroquímicas e datas de coletas da campanha 1 referente ao período chuvoso e campanha 2 referente ao período seco. Sendo CA- Camarão, VI- Vitória e JU- Junco

Pontos	Coordenadas		Data da 1ª coleta Período chuvoso	Data da 2ª coleta Período seco
	X	Y		
CA-Pt 01	572410.00	8570918.00	22/08/2013	10/03/2014
CA-Pt 02	572473.00	8570832.00	22/08/2013	10/03/2014
CA-Pt 03	572560.00	8570779.00	22/08/2013	10/03/2014
VI-Pt 04	573744.00	8571942.00	23/08/2013	10/03/2014
VI-Pt 05	573883.96	8571909.66	23/08/2013	10/03/2014
VI-Pt 06	573953.19	8572052.54	23/08/2013	10/03/2014
JU-Pt 07	573255.00	8571621.00	23/08/2013	11/03/2014
JU-Pt 08	573352.00	8571611.00	23/08/2013	11/03/2014

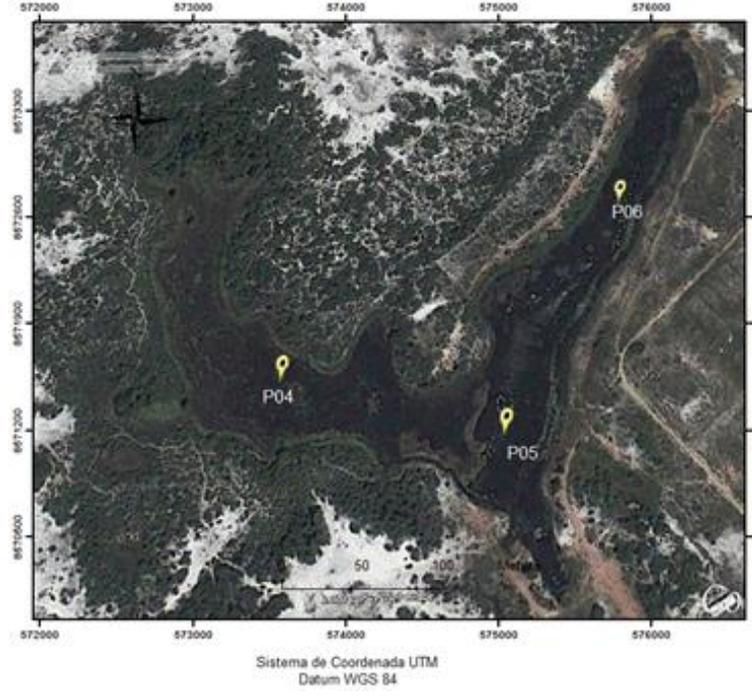
Para melhor compreender a composição química das águas do sistema lacustre do Parque das Dunas, foram realizadas duas campanhas em pontos estrategicamente escolhidos, sendo representados de acordo (Figuras 28) e com distância de 100m entre eles, a fim de obter uma maior representatividade da área.

Figura 28- Localização dos pontos de amostragem para coleta de água na lagoa Camarão (a), Vitória (b) e Junco (c) no Parque das Dunas, Salvador, Bahia

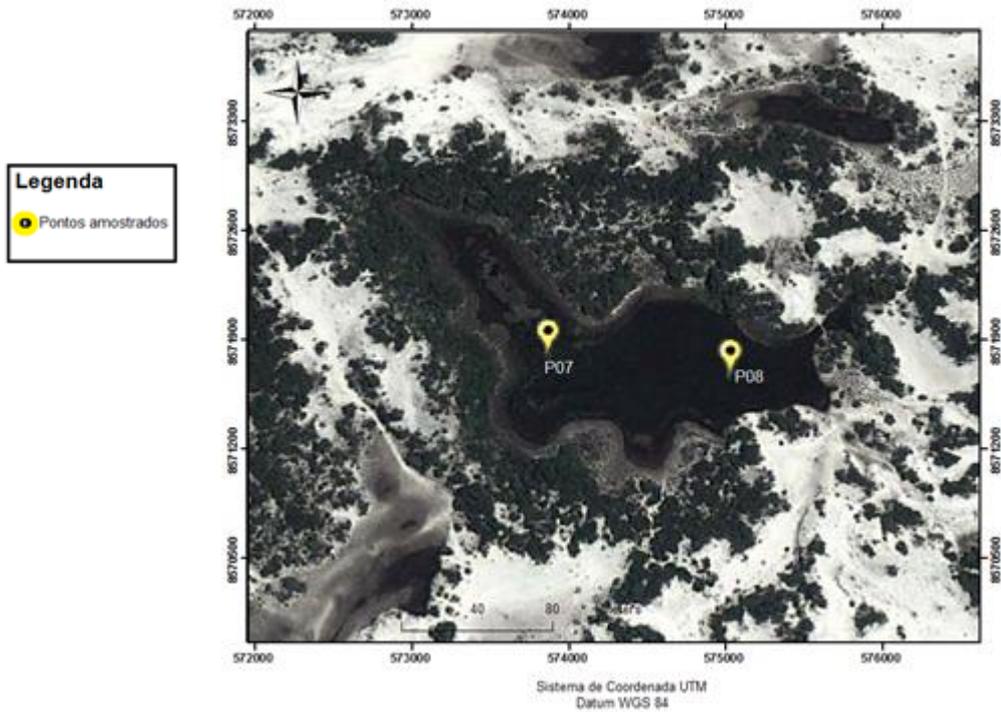
Lagoa Camarão (a)



Lagoa Vitória (b)



Lagoa do Junco (c)



Foram determinados os seguintes parâmetros: Temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), pH, ORP, Sólidos Totais Dissolvido (STD), Turbidez, Salinidade, Condutividade Elétrica (C.E.) (Quadro 5), mensurados *in situ* com o auxílio de uma sonda multiparâmetro (Horiba) e outros determinados no laboratório (Quadro 06).

Visando as alterações nas amostras d'água até a chegada ao laboratório, foi necessária a conservação e preservação, em caixas de isopor, sob refrigeração. As técnicas de amostragem e preservação das amostras seguiram as orientações técnicas especializadas, como o Manual prático de análise de água (FUNASA, 2006), Manual técnico para coleta de amostras de água (MANUAL, 2009), Norma CETESB para amostragem e monitoramento das águas superficiais (CETESB, 2011) e do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

Quadro 5- Equipamento, explicitando sua resolução e precisão, para análise dos parâmetros físicos e químicos medidos em campo

PARÂMETROS	UNIDADE	EQUIPAMENTO	INTERVALO DE MEDIÇÃO*	RESOLUÇÃO*	PRECISÃO*
Temperatura	°C	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	-10 - 55	0,01	-
pH	-	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-14	0,01	+,-0,1
ORP	mV	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	-2000 - +2000	1mV	+,-15 mV
C.E.	mS cm ⁻¹	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-100	0,01	1%
Turbidez	NTU	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0 - 1000	0,01	+,-1NTU
OD	mg L ⁻¹	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-50	0,01	+,-0,02 mg L ⁻¹
Salinidade	g L ⁻¹	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-70	0,1	+,-3 PPT
STD	g L ⁻¹	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-100	0,01	+,-5g L ⁻¹

* Valores encontrados no manual de operação do equipamento.

Quadro 6- Técnicas e métodos analíticos utilizados, analisados em laboratório

PARÂMETROS	UNIDADE	L QM	TÉCNICA ANALÍTICA	EQUIPAMENTO	REFERENCIA DO MÉTODO
Cloreto	mg L ⁻¹	2,0	Titrimetria	-	SMEWW 4500Cl- 19th
Nitrato	mg N-NO ₃ L ⁻¹	0,01	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	SMEWW 4500-NO ₃ E 20th
Sulfato	mg L ⁻¹	0,01	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	SMEWW 4500E 19th
Clorofila-a	µg L ⁻¹	1,8	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	SMEWW 10200 H – Mod.*
Fósforo Total	mg L ⁻¹	0,01	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	SMEWW 4500-P – itens B e F 21th
DBO	mg L ⁻¹	1,1	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	EN 056 QGI(SMEWW 5210 B)*
Carbono Orgânico Total (COT)	mg L ⁻¹	0,9			EN 171 QGI(SMEWW 5310 B)*

*SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd. Edition. Mod.: Método interno baseado em método oficial modificado.

LQM. : Limite de quantificação do método.

3.3.1 Sistematização das informações e interpretação dos resultados

Os dados obtidos das campanhas de amostragem foram tabulados em planilhas utilizando-se o software Microsoft Excel, versão 2010. Em seguida, as planilhas foram transportadas para dos softwares PC-ORD 6.0 (MCCUNE et al., 2011) e BioEstat 5.3 (AYRES et al., 2007), onde foram desenvolvidas as análises estatísticas.

Os testes de normalidade foram efetuados no programa estatística BioEstat 5.3 (Shapiro-Wilk) , verificando a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias para $p < 0,05$.

A verificação das diferenças significativas entre as variações sazonal e espacial, ou seja, se os períodos estudados (seco/chuvoso), e a diferenciação entre as amostragens realizadas na superfície e fundo de cada lagoa, foram realizados através do teste para amostras independentes de Mann-Whitney no programa estatística BioEstat 5.3.

Para a avaliação das inter-relações entre as variáveis, foi calculada a matriz de correlação estatística, entre os pares de todos os parâmetros analisados. Trata-se de uma ferramenta importante para auxiliar na interpretação dos dados, através de situações de similaridade entre os parâmetros estudados.

Sendo assim, a correlação de 1 indica que as variáveis são dependentes e uma correlação baixa muito próxima a zero indica que não existe correlação, ou seja, são linearmente independentes. Para fins de interpretação, considera-se que uma boa correlação apresenta valores acima de 0,7 ($r^2 > 0,7$).

Os valores médios das variáveis abióticas obtidas em cada estação das diferentes lagoas foram utilizadas para Análise de Cluster, tendo como base a distancia Euclidiana e desta forma definir o grau de semelhança entre estes ecossistemas aquáticos. Foi realizada também uma análise de componentes principais (PCA) para determinar quais variáveis seriam determinantes na caracterização das lagoas.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físicos e químicos estudados para ambos os períodos apresentaram valores com diferenças estatisticamente significativas. Através da aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, observou-se que para o período chuvoso e seco as variáveis apresentaram distribuição não normal, com exceção do ORP no período chuvoso e no período seco também da ORP, O.D. e clorofila-a (Tabela 2).

Tabela 2- Teste de normalidade Shapiro-Wilk com variáveis com $p < 0.05$, sendo dados não normais para as variáveis estudadas nos períodos chuvoso e seco.

Variável	Período Chuvoso <i>p</i> -valor Shapiro-Wilk	Período Seco <i>p</i> -valor Shapiro-Wilk
Temperatura (H ₂ O)	0.0090	0.0096
pH	0.0047	0.0057
C.E	0.0080	0.0098
Turbidez	0.0081	0.0070
ORP	0.5358*	0.0175*
O.D.	-	0.0975*
STD	0.0079	0.0089
Salinidade	0.0074	0.0074
Nitrato	0.0084	0.0094
Sulfato	0.0091	0.0099
DBO	0.0069	0.0069
Clorofila-a	0.0071	0.0154*
Clorofo	0.0100	0.0094

Com exceção*, que são dados normais.

Nas tabelas 3, 4 e 5 são apresentadas medidas descritivas nos períodos chuvoso e seco, das variáveis hidroquímicas avaliadas neste trabalho, nas diferentes lagoas costeiras estudadas. O

uso das medianas na discussão deste trabalho foi devido os valores serem não normais. O teste de diferenciação de médias ou medianas, conhecido como teste de Mann-Whitney, foi utilizado para comparar valores de dois grupos distintos, indicando se as diferenças entre eles são estatisticamente significativas. Este teste foi utilizado para a comparação dos parâmetros hidroquímicos entre os dois períodos estudados (período chuvoso e seco) nas referidas lagoas. Os cálculos foram realizados utilizando o teste para grupos independentes no Programa BioEstat 5.3 com 95% de confiança ($p = 0,05$).

Com base no p-valor ($<0,05$) pode-se afirmar que há diferenças entre as medianas de alguns parâmetros analisados comparando-se os ambientes no período chuvoso e seco.

Knoppers et al. (1984) observaram que a ação de ventos intensos sobre a Lagoa da Conceição em um período de dois dias é suficiente para homogeneizar verticalmente o sistema. Não foi detectada diferença significativa entre as áreas rasas e profundas das lagoas, indicando uma homogeneização vertical na coluna da água para todos os parâmetros analisados.

Tabela 3 - Parâmetros físico-químicos dos períodos chuvoso e seco, demonstrando diferenciação entre as medianas segundo teste de Mann-Whitney. $p < 0,05^*$ e distribuição das medidas descritivas da lagoa Camarão

Variável	Período Chuvoso n=6				Período Seco n=6				P-bilateral
	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	
Temperatura (H ₂ O)	25 - 26	25.29	2.15%	0.54	28.72 - 29.15	29.03	0.51%	0.14	0.0039*
pH	4 - 5	4.94	11.92%	0.51	3.52 - 4.65	4.29	1.55%	0.47	0.025*
C.E	68 - 71	69	1.69%	1.16	73 - 78	76.5	2.76%	2.09	0.0039*
Turbidez	0 - 2	1.4	63.25%	0.63	0	0	0	0	0.0163*
ORP	335 - 416	358	8.72%	31.81	387 - 410	403	2.42%	9.68	0.0782
O.D.	5 - 10	7.45	23.90%	1.67	ND	ND	ND	ND	ND
STD	44 - 46	45	1.68%	0.75	48 - 53	50.5	3.48%	1.75	0.0039*
Salinidade	0 - 0	0	-	0	0 - 0	0	-	0	ND
Nitrato	4 - 7	5.85	22.27%	1.22	7.32 - 8.79	8.6	7.31%	0.60	0.0039*
Sulfato	0 - 1	0.91	154.92%	0.51	1.23 - 1.55	1.39	9.58%	0.13	0.0104*
DBO	1 - 8	2.4	84.33%	2.52	3.30 - 4.40	3.6	12.53%	0.47	0.2002
Clorofila-a	2 - 6	3.8	50.31%	1.76	2.80 - 10.80	3.15	68.60%	3.70	0.4712
Cloreto	9 - 11	11.69	7.65%	0.81	27.35 - 28.12	27.64	1.16%	0.32	0.0039*

ND – Não detectável.

Tabela 4 - Parâmetros físico-químicos dos períodos chuvoso e seco, demonstrando diferenciação entre as medianas segundo teste de Mann-Whitney. $p < 0.05^*$ e distribuição das medidas descritivas da lagoa Vitória

Variável	Período Chuvoso n=6				Período Seco n=6				p-bilateral
	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	
Temperatura (H ₂ O)	24.74 - 27.80	25.66	4.47%	1.16	29.21 - 31.90	30.05	2.99%	0.90	0.0039*
pH	4.14 - 4.48	4.45	3.72%	0.16	3.8 - 4.7	4.3	7.18%	0.30	1
CE	124 - 129	125	1.77%	2.22	136 - 179	138.5	11.43%	16.9	0.0039*
Turbidez	0.00 - 0.05	0.00	244.95%	0.02	0.00 - 7.0	0.00	165.20%	2.95	0.5218
ORP	302 - 362	349	6.29%	21.67	347 - 404	385	5.97%	22,6 7	0.0531
OD	4.13 - 4.40	4.80	42.31%	2.59	ND	ND	ND	ND	ND
STD	81 - 83	81.5	1.20%	0.98	80 - 92	89	4.71%	4.14	0.0547
Salinidade	0.01 - 0.01	0.01	0.00%	0.00	0.01 - 0.01	0.01	-	0.00	1
Nitrato	42.42 - 49.24	46.14	5.57%	2.56	8.54 - 9.95	9.37	5.31%	0.49	0.0039*
Sulfato	6.36 - 8.28	7.51	9.03%	0.67	3.18 - 4.45	3.64	13.54%	0.50	0.0039*
DBO	1.10 - 1.10	1.10	0,00%	0.00	3.20 - 4.60	3.85	12.59%	0.48	0.0039*
Clorofila-a	2.80 - 2.80	2.80	0,00%	0.00	1.80 - 2.50	1.80	14.91%	0.28	0.0039*
Cloreto	17.99 - 22.82	20.40	7.73%	1.57	47.12 - 48.98	48.05	1.45%	0.69	0.0039*

ND – Não detectável.

Tabela 5 - Parâmetros físico-químicos dos períodos chuvoso e seco, demonstrando diferenciação entre as medianas segundo teste de Mann-Whitney. $p < 0.05^*$ e distribuição das medidas descritivas para lagoa Junco

Variável	Período Chuvoso n=4				Período Seco n=4				p-bilateral
	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	
Temperatura (H ₂ O)	27.24 - 33.40	29.45	9.77%	2.91	31.87 - 35.11	33.26	4.38%	1.46	0.08
pH	4.12 - 4.43	4.27	3.00%	0.12	4.13 - 4.43	4.25	3.05%	0.13	1
CE	122 - 127	126	1.89%	2.36	125 - 137	130.5	4.34%	5.67	0.19
Turbidez	0.00 - 5.40	5.40	118.44%	2.75	0.00 - 6.0	2.71	115,76 %	3.30	0.56
ORP	283 - 316	291	4.87%	14,3 8	314 - 336	323	3.36%	10.90	0.06
OD	4.58 - 8.27	5.75	28.21%	1.71	ND	ND	ND	ND	ND
STD	79 - 82	81.5	1.75%	1.41	81 - 88	85.5	3.46%	2.94	0.11
Salinidade	0.01 - 0.01	0.01	0,00%	0.00	0.01 - 0.01	0.01	0,00%	0.00	1
Nitrato	49.32 - 51.68	51.18	2.12%	1.07	12.23 - 14.96	14.04	8.67%	1.19	0.02*
Sulfato	8.17 - 9.10	8.50	5.13%	0.43	3.28 - 5.49	4.24	23.20%	1.00	0.02*
DBO	2.50 - 24.60	10.90	87.90%	10,7 4	31.7 - 34.4	33.3	3.57%	1.18	0.02*
Clorofila-a	2.80 - 4.70	2.80	29.01%	0.95	5.0 - 6.9	6.2	14.62%	0.88	0.02*
Cloreto	17.25 - 19.11	18.27	5.60%	1.02	55.47 - 58.25	56.40	2.04%	1.15	0.02*

ND – Não detectável.

Com base nos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia da estação meteorológica de Salvador (INMET, 2014), as precipitações que antecederam (120 anteriores) a 1ª campanha (agosto/13) totalizaram 932 mm, sendo este período caracterizado com a maior precipitação, e a 2ª campanha (março/14), 585 mm, como o período de menor precipitação.

A salinidade mede a quantidade de sais dissolvidos existentes num corpo de água (ESTEVEZ, 1988). Logo, as lagoas costeiras podem apresentar de água doce até hipersalina, dependendo do balanço hidrológico do ambiente.

Dentre os parâmetros base para a compreensão dos processos que controlam a qualidade de água de um sistema costeiro, a salinidade é fundamental por ser um fator de controle da força iônica da água, que é determinante para as velocidades reacionais (LIMA, 2010).

A Resolução 357/05 do Conama (BRASIL, 2005) dispõe sobre as diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, e classifica as águas do território brasileiro, de acordo com sua salinidade na qual define que águas com salinidade inferior ou igual a 0,5‰ são classificadas como água doce.

Os valores registrados para salinidade foram nulo na lagoa Camarão a 0,01 ‰ nas lagoas Vitória e Junco, os dois períodos analisados, classificando-as como água doce, conforme a Resolução 357/05 do Conama.

De acordo a qualidade requerida para seus determinados usos, as três lagoas foram enquadradas na classe 3 de acordo com a Resolução citada, possibilitando a comparação e discussão dos parâmetros.

As lagoas Vitória e Junco mostram valores similares nos dois períodos analisados, provavelmente devido a proximidades das mesmas do oceano. Logo, lagoas costeiras podem ser considerados ambientes extremamente sujeitos a variações espaciais e temporais da salinidade, podendo apresentar grandes diferenças de salinidade no decorrer do ano. Essa variação de salinidade ocorre em função da contribuição da água costeira (durante a maré alta) por meio de canais abertos natural ou artificialmente, por meio da cunha salina ou por meio da contribuição de ventos (aerossóis marinhos) (LIMA, 2010).

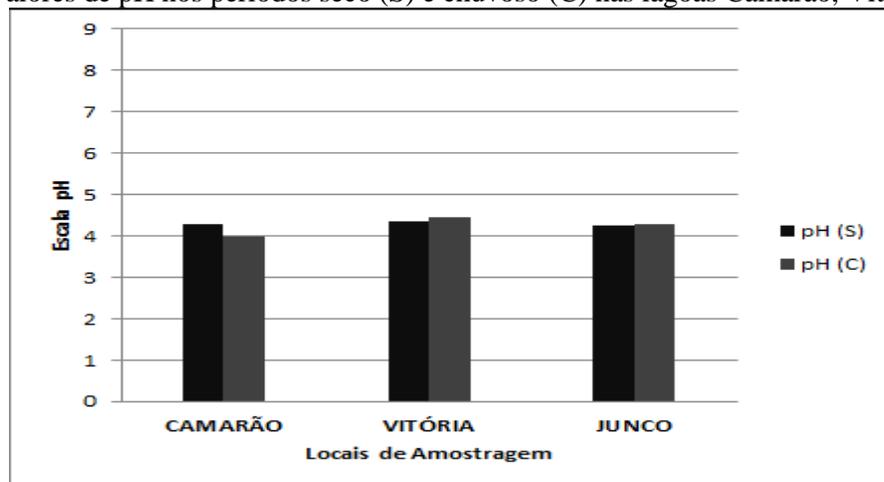
Em ambos os períodos a aferição foi realizada na maré baixa, sendo necessários estudos posteriores, com aferições durante a maré alta, com o intuito de conhecer a dinâmica deste ambiente durante a maré alta.

Os valores de pH (Figura 29) apresentaram um caráter ácido em todas as lagoas, com máxima de 4,95 na lagoa Camarão no período chuvoso e mínima de 4,25 na lagoa do

Junco no período seco, logo pode haver indício de uniformidade de características entre esses locais, consequência de contribuições semelhantes ao seu redor.

Estudo realizado por Cabanelas et al. (2012) na lagoa Vitória também observou que a mesma apresentou pH ácido de 4,7. Durante o atual trabalho a lagoa Vitória apresentou nos períodos estudados mínima de 4,34 no período seco (S) e máxima de 4,45 no período chuvoso (C). Segundo Luz et al. (2011), o fator preponderante para a acidez encontrada em uma de suas lagoas de estudo está associada aos compostos húmicos provenientes da drenagem da região. As lagoas do Parque das Dunas apresentam presença de matéria orgânica em suas águas. Essa observação pode ser verificada pelos valores do carbono orgânico total realizado na segunda coleta, apresentando as seguintes medianas nas lagoas Camarão 26,9 mg L⁻¹, Vitória 35,3 mg L⁻¹ e Junco 39,2 mg L⁻¹. De acordo Libâneo et al. (2000), em águas superficiais o teor de COT varia de 1 a 20 mg L⁻¹.

Figura 29- Valores de pH nos períodos seco (S) e chuvoso (C) nas lagoas Camarão, Vitória e Junco



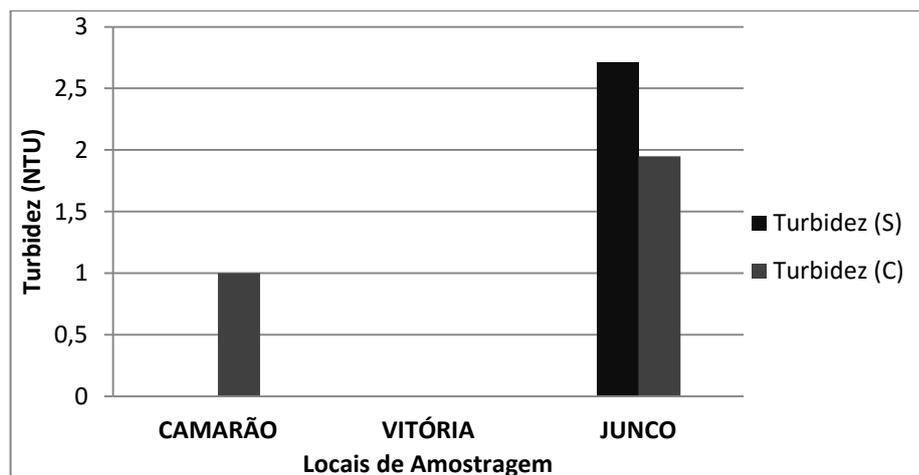
Segundo Lopardo et al. (2008) a matéria orgânica pode ser medida também como carbono orgânico total (COT). A análise de COT considera as parcelas biodegradáveis e não biodegradáveis da matéria orgânica, não sofrendo interferência de outros átomos que estejam ligados à estrutura orgânica, quantificando apenas o carbono presente na amostra. O carbono orgânico em água doce origina-se da matéria viva e também como componente de vários efluentes e resíduos (CETESB, 2009). Petrucio (1998) objetivando caracterizar diferentes lagoas costeiras atribuiu à acidez da lagoa comprida a forte influência da região de restinga adjacente, tendo um grande aporte de matéria orgânica principalmente na forma de ácidos húmicos e fúvicos.

A lagoa Camarão caracterizou-se por ser um ambiente de águas claras. Este fato permite o desenvolvimento de uma comunidade de macrófitas submersas, constituída basicamente por algas da família Characea, formando um importante grupo do metabolismo deste ecossistema (PETRUCIO, 1998). As lagoas Vitória e Junco apresentam as águas mais escuras. De acordo Albertoni et al., (1999), esta característica deve-se a elevada concentração de ácidos húmicos e fúlvicos, proveniente da área de restinga. Isto ocorre, principalmente, em lagoas cuja alimentação origina-se basicamente do lençol freático de áreas arenosas.

A elevada concentração de compostos húmicos e fúlvicos, propiciando os baixos valores de pH, tornam as lagoas costeiras de águas escuras, ambientes ecologicamente seletivos (ESTEVEZ, 1998b). Logo, quanto maior a concentração de compostos húmicos e fúlvicos, menores serão os valores de pH, tornando o ecossistema mais desfavorável para ser habitado pela maioria das espécies aquáticas, ou seja baixa biodiversidade, e por outro lado elevado grau de endemismo (espécies que habitam somente esses ambientes).

Durante os dois períodos de coleta, foram registrados baixos valores de turbidez da água (Figura 30), quando comparados aos limites descrito na Resolução 357/05 do Conama (máximo de 100 UNT). É importante salientar que a lagoa Junco apresentou as maiores medianas no período chuvoso (C) 1,95 UNT e 2,71 UNT no período seco (S). Provavelmente pelo fato desta lagoa ser a mais rasa, promovendo uma ressuspensão do material particulado durante a coleta.

Figura 30-Valores de Turbidez nos períodos seco (S) e chuvoso (C) nas lagoas Camarão, Vitória e Junco



Resultados similares foram obtidos por (THOMAZ, 1991), o qual constatou que a redução da penetração de luz, durante o período em que os ambientes da planície se

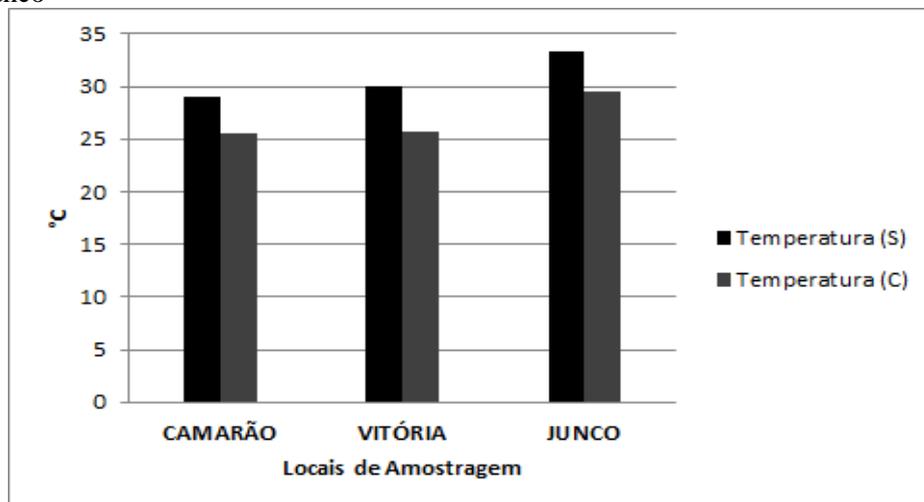
encontram mais rasos, está associada à ressuspensão do sedimento pela ação do vento, facilitada pela pequena profundidade dos ambientes.

A turbidez ocorre devido à presença de sólidos em suspensão, que pode ser de origem natural, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais, microrganismos e erosão) (SPERLING, 1996).

Para a temperatura da água foi observada diferença significativa entre os valores nos períodos seco (S) e chuvoso (C) apresentando $p=0,0039$ para as lagoas Camarão e Vitória, não havendo diferença significativa na lagoa Junco. A temperatura no período seco é superior ao período chuvoso nas três lagoas (Figura 31), sendo a variação sazonal responsável pela diferença de temperatura em todas as lagoas.

Cabanelas et al. (2012), estudando a lagoa Vitória, uma das nascentes do Rio Sapato, o rio que se estende por todo o município de Lauro de Freitas, Bahia, e que deságua junto ao rio Joanes no oceano Atlântico (divisa Lauro de Freitas/Camaçari), verificou o valor de 30°C na água durante o período chuvoso, valor próximo foi observado também referente ao mesmo período para esta lagoa no atual estudo.

Figura 31- Valores de Temperatura na água nos períodos seco (S) e chuvoso (C) nas lagoas Camarão, Vitória e Junco



A temperatura do ar apresentou diferença significativa entre os períodos estudados. Sendo observados os menores valores no período (C) e os maiores no período seco (S). Apresentando os seguintes valores mínimo e máximo para as lagoas Camarão (28°C – 30°C), Vitória (28°C – 32°C) e Junco (29°C – 35°C). Os resultados revelam boas correlações no período chuvoso $r^2= 0,74$ e seco $r^2=0,86$ entre a temperatura da água com a temperatura do ar.

O ciclo de aquecimento e resfriamento de lagoas costeiras ocorre em três escalas temporais distintas: *diurna*, como resultado do aquecimento pelo sol e resfriamento noturno; *sinótica*, que dura em torno de uma a duas semanas, em função de eventos meteorológicos, como passagens de frentes frias e massas de ar seco, alterando a cobertura de nuvens, velocidade do vento e temperatura do ar e *sazonal*, obedecendo a variações no ângulo zenital do sol, produzindo um ciclo anual de aquecimento e resfriamento que acompanha as estações do ano (SMITH, 1994).

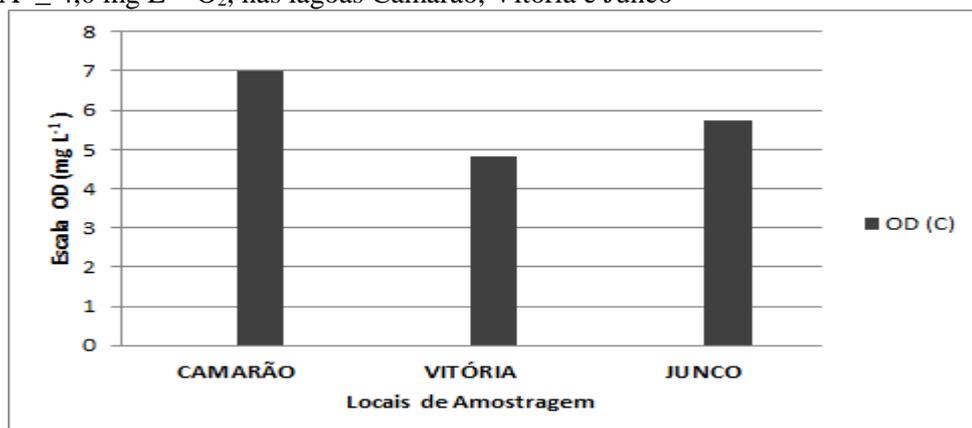
Foi observado durante o período seco uma ótima correlação da temperatura com os teores de nitrato e sulfato ($r^2 = 0,84$ e $0,90$) respectivamente. A temperatura exerce influência sobre as diferentes reações químicas e bioquímicas que ocorrem no ambiente e a formação de estratificação térmica nos ecossistemas aquáticos. De suma importância é a temperatura para a produtividade biológica da água, tanto para o ritmo do metabolismo das espécies quanto para o ritmo do processo fotossintético (ESTEVES et al., 2008).

Não foi observada estratificação térmica entre a superfície e fundo, provavelmente pelo fato de serem lagoas rasa, onde se observou que a lagoa Camarão, Vitória e Junco seguem as respectivas médias de profundidade 4m, 5m e 2,5m. Este fato pode ser explicado pela influência do vento na mistura da coluna da água, tornando-as homogêneas.

Na maioria dos casos a estratificação química é determinada pela estratificação térmica que, por sua vez, é gerada através da diminuição progressiva da penetração da radiação solar na coluna d'água com o aumento da profundidade (ESTEVES, 1998a).

As concentrações de oxigênio dissolvido nas águas estudadas no período chuvoso foram superiores a $4 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$, estando todas as lagoas amostradas dentro do limite estabelecido pela Resolução 357/05 do Conama (Figura 32). Para o período seco, devido a problema de leitura na sonda, não foi possível a verificação da concentração de oxigênio.

Figura 32- Valores de Oxigênio Dissolvido no período chuvoso (C), com valor de referência do CONAMA $\geq 4,0 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$, nas lagoas Camarão, Vitória e Junco



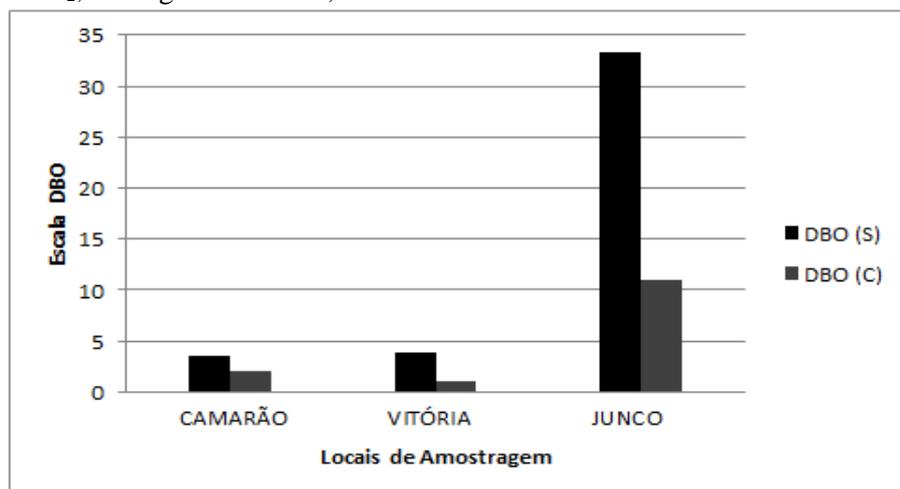
O oxigênio participa de várias reações químicas e biológicas, ele é um gás fundamental na respiração da biota conseqüentemente essencial à sobrevivência de muitas formas de vidas aquáticas (BECKER et al., 2009). Sua distribuição em águas naturais fornece uma medida conveniente da produção orgânica, formando a base de muitos métodos de medição de produção primária (ESTEVES, 1988).

Em ambientes aquáticos a fonte de oxigênio mais importante procede do fitoplâncton, a partir da fotossíntese. A difusão do oxigênio atmosférico para dentro da água é considerada também como uma fonte, ainda que, na maioria das vezes, se trate de um processo lento, exceto em condições de turbulência (LIMA, 2010). O oxigênio é consumido na coluna d'água pela respiração dos organismos e pela decomposição da matéria orgânica (Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO).

O estudo da DBO esta relacionada a ação de microrganismos presentes no meio que alimentam-se da presença de matéria orgânica nos corpos d'água. Ao analisar os valores encontrados de DBO nas três lagoas, pode-se observar que na lagoa do Junco, como mostra a figura 33 apresentou os maiores valores entre 10,9 mg L⁻¹ no período (C) e 33,3mg L⁻¹ no período (S), valores estes acima para águas doce, classe 3, segundo o que recomenda a Resolução 357/05 do Conama, já nas lagoas Camarão e Vitória tiveram valores esperados pela mesma Resolução, demonstrando que as referidas lagoas amostragem não tem presença de poluição.

Embora a lagoa do Junco esteja com os valores acima do permitido pela Resolução, a DBO não demonstrou relação inversa com o O.D.

Figura 33- Valores de DBO no período chuvoso (C) e seco (S), com valor de referência do CONAMA até 10mg L⁻¹ de O₂, nas lagoas Camarão, Vitória e Junco



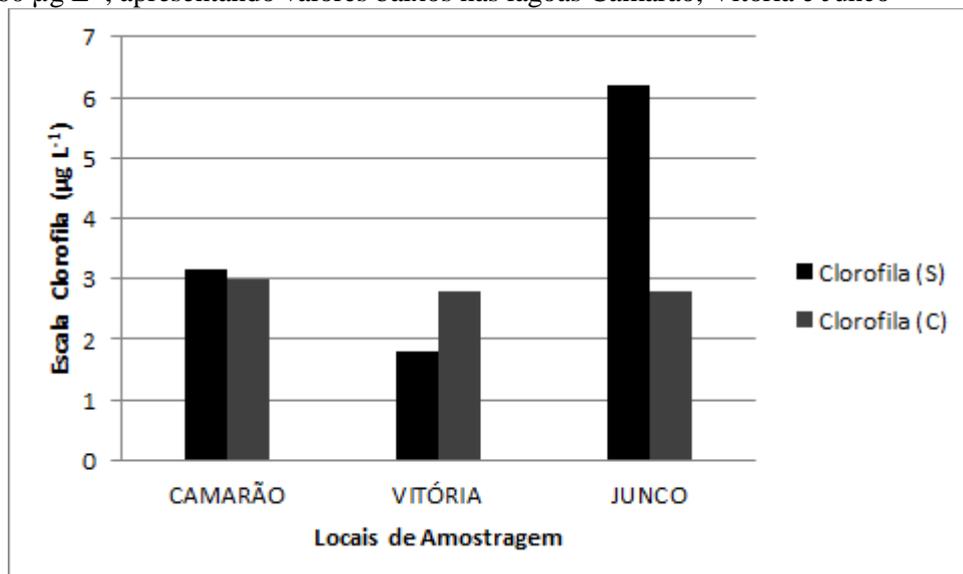
A biomassa fitoplanctônica foi estimada pela concentração da clorofila-**a**. Sendo que as três lagoas apresentaram valores de concentração de clorofila-**a** abaixo do máximo estabelecido pela Resolução 357/05 do Conama, que é de $60 \mu\text{g L}^{-1}$. Herrera-Silveira et al. (2002) destacaram que ambientes costeiros rasos suportam altas densidades de produtores bentônicos e pirifiton e, devido a isto, apresentam baixas densidades fitoplanctônicas.

Outro fator observado e que provavelmente possa influenciar nos baixos valores de clorofila-**a**, é a deficiência do fósforo total nos dois períodos e do nitrato no período seco. Alves (2014), também achou valores baixos de clorofila-**a**, com médias de $0,01 \mu\text{g L}^{-1}$ a $0,17 \mu\text{g L}^{-1}$ na lagoa costeira dos patos, Salvador-BA.

Na lagoa Junco, no período (S) houve um pico, sendo representado pela mediana $6,2 \mu\text{g L}^{-1}$ (Figura 34). Os resultados aqui demonstrados vão de encontro dos observados por Oliveira (2006), na lagoa batoque, na região costeira do Ceará, que encontrou as menores concentrações de clorofila-**a** durante o mês de maior precipitação pluviométrica e, no período seco um leve aumento nestas concentrações, apresentando $1,34 \mu\text{g L}^{-1}$ referente ao chuvoso a $10 \mu\text{g L}^{-1}$ no período seco. O período seco é caracterizado por maior insolação e maiores temperaturas da água, o que aliado às boas condições óticas das águas das lagoas, favorece a produção fitoplanctônica em sua região limnética (GOMES, 1998).

Porém, as lagoas Camarão e Junco se assemelham aos resultados encontrados por Sousa et al. (2009), onde constataram o aumento das concentrações de clorofila-**a**, durante o período chuvoso.

Figura 34- Valores de Clorofila-**a** no período (C) e seco (S), com valor de referência do CONAMA, limite de $60 \mu\text{g L}^{-1}$, apresentando valores baixos nas lagoas Camarão, Vitória e Junco

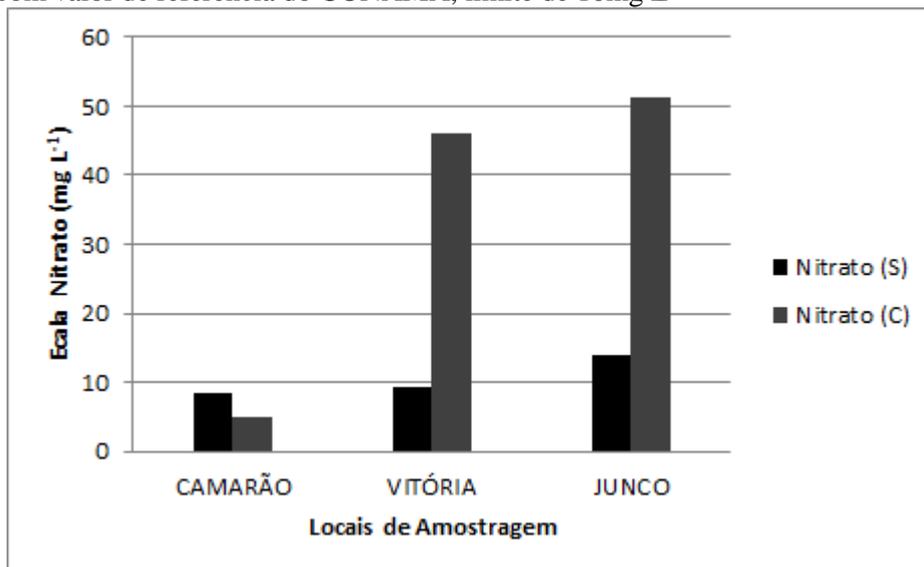


O ORP (Potencial de oxi-redução) é um parâmetro muito importante na delimitação das condições de oxi-redução do meio, pois uma boa parte das reações observadas na natureza (25°C e atm de pressão) envolvem processos de oxidação e redução (RAMOS JUNIOR, 2012).

Os resultados encontrados para ORP nas águas das lagoas Camarão, Vitória e Junco, apresentaram respectivamente medianas de 403 mV, 385.5 mV e 323.5 mV no período (S) e 358 mV, 349 mV e 291.5 mV no período chuvoso, sendo esses ambientes oxidantes. Vale ressaltar que não houve diferença significativa nos dois períodos estudados para ORP. A biodisponibilidade de uma série de metais e nutrientes como o nitrogênio esta associada ao seu estado de oxidação, o conhecimento do ORP pode ajudar a definir quais formas estão presentes em maior concentração no corpo d'água (VALLE JR., 2013).

A lagoa Camarão apresentou para o nitrato, valores abaixo do limite estabelecido pela Resolução 357/05 do Conama de 10mg L⁻¹ nos diferentes períodos sazonais com mediana máxima de 8,79 mg L⁻¹ no (S) e 5,85mg L⁻¹ no (C), a lagoa Vitória apresentou valores acima do limite no período chuvoso com máxima de 49,24mg L⁻¹, já a lagoa do Junco excedeu o limite nos dois períodos estudados 14,96mg L⁻¹(S) e 51,68mg L⁻¹(C) (Figura 35). A análise inferencial demonstrou diferença significativa do nitrato referente à sazonalidade nas três lagoas.

Figura 35- Valores de Nitrato no período chuvoso (C) e seco (S) nas lagoas Camarão, Vitória e Junco, com valor de referência do CONAMA, limite de 10mg L⁻¹

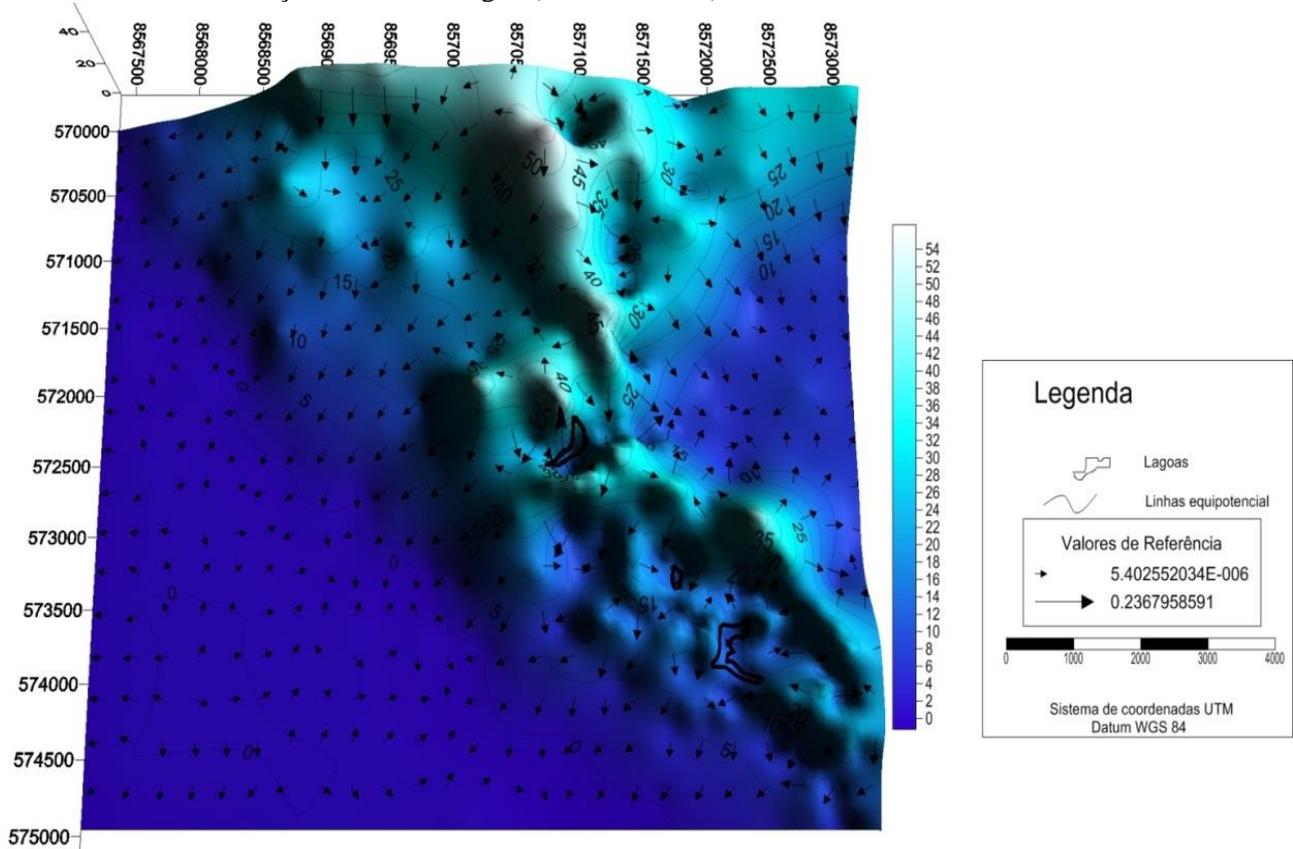


É necessário se informar que as três lagoas estão inseridas na bacia Ipitanga, sendo esta influenciada pela agricultura, imóveis e um aterro sanitário.

Com as informações obtidas através do levantamento topográfico executado na área, elaborou-se um modelo tridimensional visando simular o comportamento do lençol freático (Figura 36). As evidências do sentido do fluxo mostram que os fluxos superficiais originados a partir do aterro se deslocam em direção as lagoas, além dos rios e residências que devem ser considerados, já que estão no meio e em sentido ao Parque das Dunas.

Provavelmente a drenagem urbana pluvial influenciou as características da água superficial das lagoas Vitória e Junco em relação ao nitrato, essas lagoas estão dispostas nas situações mais críticas, sendo encontradas nas áreas mais próximas do lençol freático, recebendo desta forma maiores quantidades de efluentes.

Figura 36- Mapa do fluxo superficial da APA Lagoas e Dunas do Abaeté variação a partir de linhas de contorno e direção do fluxo de água (tridimensional)



O nitrogênio dissolvido na forma de íon nitrato (NO_3^-) é o indicador de contaminação mais comum encontrado na água subterrânea. A sua presença tem sido crescente em vários sistemas aquíferos no mundo, poluindo-os. Isto é consequência das atividades agrícolas e do lançamento indiscriminado de esgotos sobre e abaixo da superfície do solo (BELLINGIERI et al., 2004).

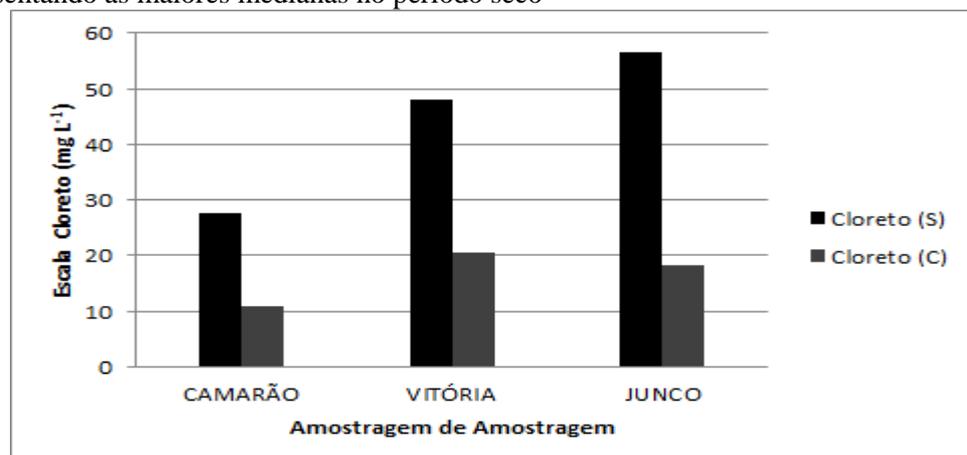
O fósforo total ficou abaixo do limite de quantificação em todas as lagoas e nos dois períodos sazonais. Este resultado pode ser explicado pela presença de macrófitas, nas três lagoas. Esta hipótese está baseada na eficiência das macrófitas aquáticas, que são reconhecidas por sua importância na ciclagem de nutrientes, capazes de absorver poluentes e metais pesados (NOGUEIRA, 1989; POTT et al., 2000), principalmente na remoção de fósforo total (HENRY-SILVA et al., 2008).

O sulfato é o ânion SO_4^{2-} , um dos mais abundantes íons na natureza. Surge nas águas subterrâneas através da dissolução de solos e rochas, como o gesso (CaSO_4) e o sulfato de magnésio (MgSO_4) e pela oxidação de sulfeto (exemplo: pirita, sulfeto de ferro), sendo as principais fontes antrópicas de sulfato nas águas superficiais são as descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais (CETESB, 2009).

As concentrações de SO_4 , nos períodos sazonais, apresentaram valores menores que 250 mg L^{-1} , ou seja, estão dentro do valor máximo estabelecido pela Resolução 357/05 do Conama. Os maiores valores foram encontrados nas lagoas Vitória e Junco, com respectivas máximas de $8,28 \text{ mg L}^{-1}$ e $9,10 \text{ mg L}^{-1}$ no período chuvoso. Esses valores indicam que nas proximidades do manancial não tem sido introduzidas descargas industriais e domésticas. Outra característica é que a região onde se encontra as lagoas não é árida, onde sulfatos minerais estão mais presentes (NASCIMENTO, 2010).

A concentração de ânion Cl^- (cloreto) mostrou valores baixos nas três lagoas, se comparados aos valores recomendados pela Resolução 357/05 do Conama que estabelece o teor de 250 mg L^{-1} . Embora tenham sido encontrados valores baixos, vale ressaltar que no período chuvoso a concentração foi significativamente inferior, podendo ser atribuídos às taxas de diluição ocasionadas pelos elevados índices pluviométricos (Figura 37).

Figura 37- Valores de Cloreto no período chuvoso (C) e seco (S) nas lagoas Camarão, Vitória e Junco, apresentando as maiores medianas no período seco



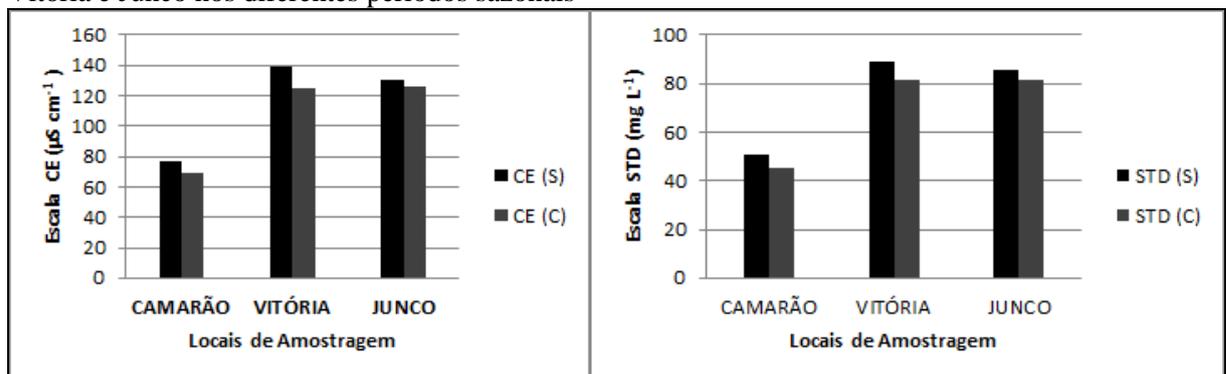
A lagoa do Junco demonstrou a maior mediana do período (S) com valor de 56,5 mg L⁻¹, já a lagoa Vitória apresentou a maior mediana do período (C) 20,42 mg L⁻¹. Estudos em lagoas costeiras também apresentaram valores similares relacionados aos dois períodos sazonais (NASCIMENTO, 2010; MORAES, 1997).

Esses valores baixos de cloretos indicam que as águas das lagoas apresentam reduzidos aportes de atividades antrópicas e também não recebe influencia direta do mar.

O cloreto se apresenta nas águas subterrâneas através de solos e rochas. Nas águas superficiais são fontes importantes as descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca de 6 g de cloreto por dia, o que faz com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam a 15 mg L⁻¹. Nas regiões costeiras, através da chamada intrusão da cunha salina, são encontradas águas com níveis altos de cloreto (CETESB, 2009).

Em relação a Condutividade e ao STD a lagoa Camarão foi a que apresentou os menores valores em mediana, respectivamente 69μS cm⁻¹ (C); 76,5 μS cm⁻¹ (S) e 45 mg L⁻¹ (C); 50,5 mg L⁻¹ (S). As lagoas Vitória e Junco apresentaram valores próximos (Figura 38). Esses valores estão abaixo do limite estabelecido pela Resolução 357/05 do Conama de 500 mg L⁻¹. A condutividade apresentou forte correlação $r^2 = 0,99$ (S) e boa correlação $r^2 = 0,78$ (C) com o STD em todas as lagoas, além disso, não houve diferença significativa entre os dois períodos estudados para ambos os parâmetros. Correlação semelhante entre ambas variáveis foi observada por Alves (2014) e Artioli (2012) ao estudar lagoas costeiras.

Figura 38- Valores de STD e C.E. apresentaram comportamentos similares, nas lagoas Camarão, Vitória e Junco nos diferentes períodos sazonais



Esses valores considerados baixos de C.E. e STD são reflexos dos baixos valores de íons dissolvidos (Cl⁻, NO₃⁻ e SO₄²⁻), que causam uma baixa carga iônica na solução. A condutividade depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração

de poluentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta (RAMOS JUNIOR, 2012).

A análise foi realizada em Modo “Q”, com a finalidade de realizar um agrupamento entre as lagoas (objetos) com base nos resultados dos parâmetros analisados (descritores). Como coeficiente de associação utilizou-se a distância Euclidiana, que é considerada uma distância geométrica no espaço multidimensional perfeitamente métrica e baseada no teorema de Pitágoras. Os dados foram padronizados através da conversão dos valores em seus respectivos logaritmos. Utilizou-se o método de agrupamento politético não-probabilístico, por aglomeração sequencial hierárquica. Dessa forma, utilizou-se o Método aglomeração pela Variância Mínima (Ward’s Method) como algoritmo de ligação, levando em consideração o valor do coeficiente cofenético como critério para avaliar o grau de distorção do dendograma de similaridade.

No período seco o valor de referência para tornar as relações de similaridade significativas, demonstrando assim um dendograma pouco distorcido, foi definido com base no coeficiente cofenético, que para esta matriz de análise foi de (72% de similaridade). Nesse sentido, as relações de similaridades entre as lagoas são significativas quando as dicotomias estiverem acima da linha indicada na figura 39a (> 72% de similaridade). Para o período chuvoso foi definido com base no coeficiente cofenético de (81% de similaridade). Logo, as relações de similaridades entre as lagoas são significativas quando as dicotomias estiverem acima da linha indicada na figura 39b (> 81% de similaridade).

Pela análise de componentes principais (Figura 40), no período seco, os dois primeiros Componentes Principais explicaram 99,9% da variância dos dados ambientais. O primeiro Componente Principal explicou 75,81 % da variância total dos dados, enquanto que o segundo Componente explicou 24,18 % da variância total dos dados. As lagoas Vitória e Junco foram posicionadas no lado direito, sendo influenciadas pelas variáveis: pH, Condutividade Elétrica, STD, Salinidade, Sulfato, Cloreto, Turbidez, Temperatura, Nitrato e DBO. Além disso, a lagoa Camarão situada no quadrante oposto (esquedo), está sob influência do potencial de oxi-redução (ORP), evidenciando uma relação inversamente proporcional as variáveis Temperatura, DBO e Nitrato.

Figura 39- Análise de Cluster (Ward's Method), tendo-se por base a distância euclidiana, e obtida a partir dos valores médios das variáveis hidroquímicas. (a) coleta realizada em março/2014 referente ao período seco (PS) e (b) coleta realizada em agosto/2013 referente ao período chuvoso (PC). Ambos os períodos apresentaram dois grupos distintos: Um grupo formado pelas lagoas do Junco e Vitória que apresentam maior similaridade, e o segundo formado pela lagoa Camarão

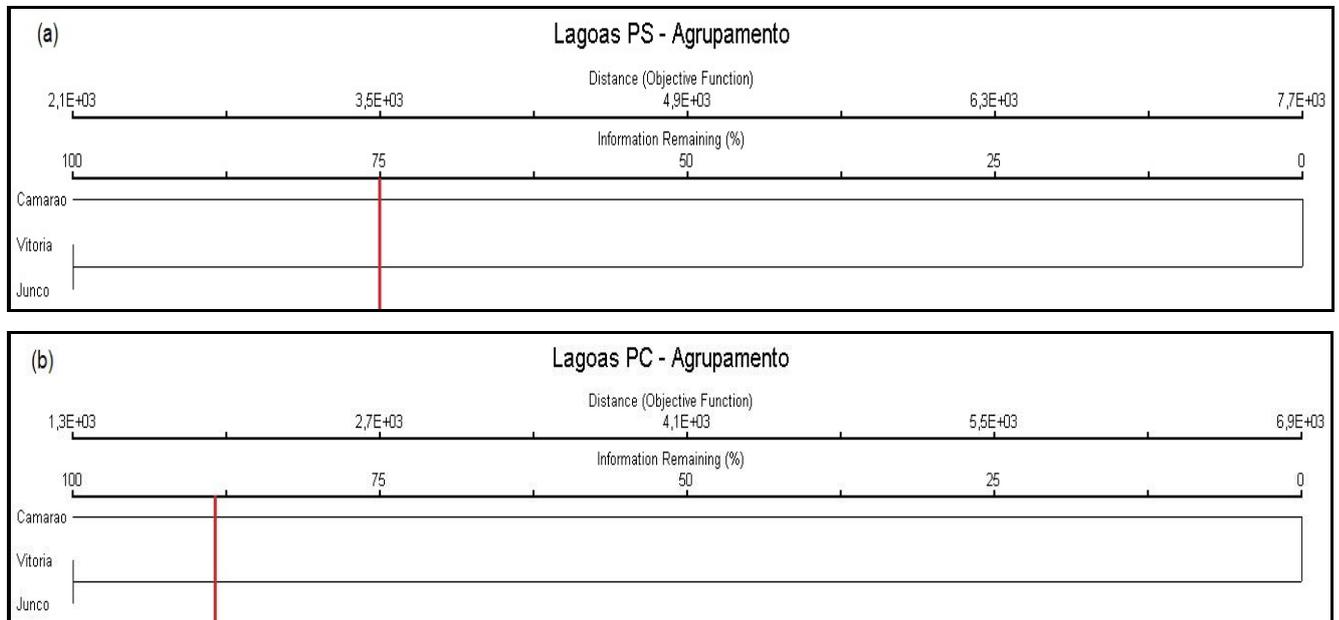
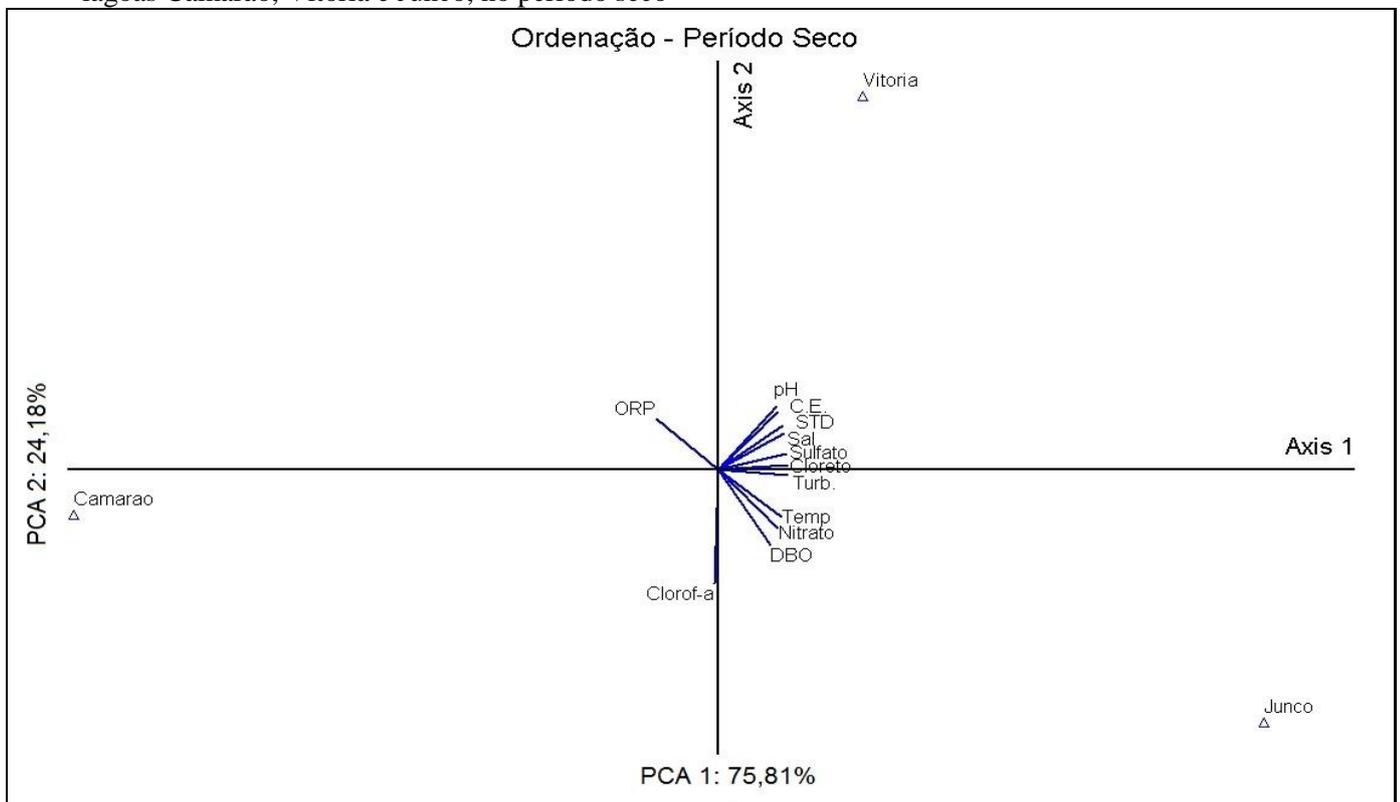


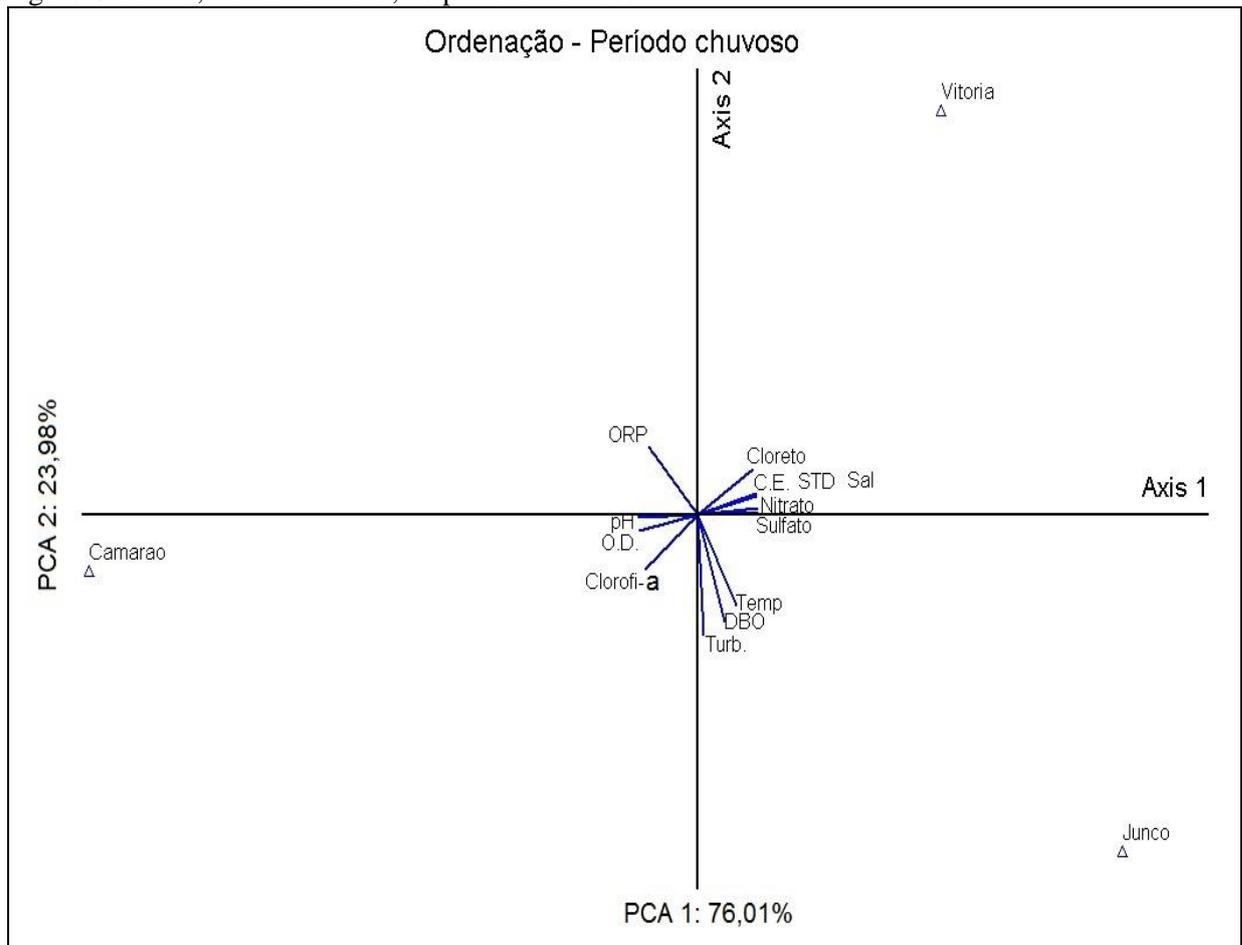
Figura 40- Resultado da análise de componentes principais das variáveis hidroquímicas, obtidas nas lagoas Camarão, Vitória e Junco, no período seco



Na análise de componentes principais (Figura 41), no período chuvoso, os dois primeiros Componentes Principais explicaram 99,9% da variância dos dados ambientais. O primeiro Componente Principal explicou 76,01% da variância total dos dados, enquanto que o segundo Componente explicou 23,98 % da variância total dos dados. As lagoas Vitória e Junco foram posicionadas no lado direito, sendo influenciadas pelas variáveis: Condutividade Elétrica, STD, Salinidade, Sulfato, Cloreto, Turbidez, Temperatura, Nitrato e DBO. Pode-se considerar as variáveis pH, O.D. e Clorofila-a as responsáveis pela dissimilaridade da lagoa Camarão, em relação as lagoas Vitória e Junco.

Nos dois períodos sazonais houve a separação espacial das lagoas amostradas, onde um grupo foi formado pelas lagoas Junco e Vitória, provavelmente devido à proximidade e posicionamento dessas lagoas na área de estudo, o outro grupo foi formado pela lagoa Camarão, sendo esta afastada das duas primeiras.

Figura 41- Resultado da análise de componentes principais das variáveis hidroquímicas, obtidas nas lagoas Camarão, Vitória e Junco, no período chuvoso



3.5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no estudo das Lagoas Camarão, Vitória e Junco permitiram avaliar que o ecossistema, apresentou características químicas próprias de região costeira, com vegetação de restinga, presente em toda área de estudo.

Embora inserido numa área de proteção ambiental, as lagoas Vitória e Junco vem sofrendo impactos, sendo influenciadas pelos aportes exógenos que ali chegam e intensificados pela influência do período climático em que foi realizada a pesquisa.

Dessa forma foi possível comprovar a existência de diferenças sazonais significativas nos parâmetros hidroquímicos analisados, sendo que o período seco apresentou as maiores médias quando comparado ao período chuvoso. Com exceção da salinidade que não variou e do nitrato que no período chuvoso, apresentou as maiores médias nas lagoas Vitória e Junco.

Assim, dos resultados analíticos das variáveis hidroquímicas conclui-se que:

As três lagoas apresentam baixa produção primária do fitoplâncton, que se confirmam pelos valores de pH de caráter ácido, tornando o ecossistema mais seletivo para ser habitado pela maioria das espécies aquáticas, colaborado pelos baixos valores de Clorofila-a e do fósforo total, sendo os resultados encontrados nos dois períodos do estudo.

Os valores de nitrato apresentaram valores bem significativos no período chuvoso nas lagoas Vitória e Junco, provavelmente por estarem mais próximas do lençol freático. Já no período seco somente a lagoa do Junco ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução 357/05 do Conama, para ambiente lântico de água doce, classe 3. Acredita-se que a precipitação pluviométrica neste período auxiliou a lixiviação do nitrato, este oriundo da bacia de drenagem, esta influenciada pela agricultura, por imóveis e um aterro sanitário.

Os valores de sulfato apresentaram-se baixos nas três lagoas de coleta indicando que o referido corpo hídrico não recebe aporte de descargas industriais.

Mesmo sendo litorânea, as três lagoas não recebem influência direta do mar, o que se confirma pelos teores de STD apresentando mediana $< 90 \text{ mg L}^{-1}$, nos dois períodos sazonais e em todas as lagoas, o cloreto com maior valor ($56,40 \text{ mg L}^{-1}$) na lagoa do Junco no período seco e salinidade máxima de 0,1‰ nas lagoas Vitória e Junco .

As águas das três lagoas podem ser classificadas como água doce devido sua baixa salinidade.

O teor de matéria orgânica presente nas lagoas, expresso pelos valores de DBO, apresentaram-se superior ao limite preconizado pela Resolução 357/05 do Conama na lagoa

do Junco. Contudo, não foi verificada relação inversa com O.D. no período seco. Logo, não foi possível identificar presença de poluição nesta lagoa.

Mesmo com impactos da sazonalidade as lagoas Camarão, Vitória e Junco tem demonstrado uma excelente capacidade de recuperação, razão porque se mantém ainda preservadas. Para que sejam melhoradas as condições gerais do ecossistema e plena recuperação das lagoas, é necessário que seja estabelecido um programa integrado de recuperação da bacia Ipitanga, restabelecendo-se as faixas de proteção permanente e minimização das entradas pontuais e difusas de poluentes a partir da reordenação do uso e ocupação do solo na área de influência.

Com base nos estudos obtidos, constata-se que as lagoas Camarão, Vitória e Junco apesar de estarem proximamente localizadas, apresentam características hidroquímicas distintas. Fatores específicos de cada ambiente como a influência marinha, a influência antrópica, e a disposição das lagoas nas dunas, podem influenciar as diferenças entre as lagoas.

3.6 AGRADECIMENTOS

A autora agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de auxílio através de bolsas de estudo, ao NEHMA (Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente), a equipe do Salvamar e a Universidade Católica de Salvador, pelo apoio técnico durante a pesquisa.

4 CLASSIFICAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E INVESTIGAÇÃO DE METAIS NAS LAGOAS COSTEIRAS (CAMARÃO, VITÓRIA E JUNCO) NO PARQUE DAS DUNAS, SALVADOR - BA

Resumo: As três lagoas estão localizadas ao norte da cidade de Salvador, no Parque das Dunas (12°56'59" S e 38°20'25" W) com uma área de 5 Km², com 5km de comprimento e uma largura média de 1km. A bacia Ipitanga, onde está inserido o Parque, possui formações litológicas representadas pelo Embasamento Cristalino, Formação Barreiras e Depósitos Quaternários. Tendo como objetivo a classificação das águas das lagoas Camarão, Vitória e Junco quanto à sua composição hidrogeoquímica dos cátions (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺) e ânions (Cl⁻, SO₄²⁻, CO₃²⁻, HCO₃⁻), e da investigação dos metais (Al, Zn, Pb, Ni, Cd, Cu, Ba, Fe e Mn). De acordo com o diagrama de Piper (1944) as águas das três lagoas foram classificadas em cloretadas sódicas (100%), nos dois períodos sazonais estudados. Tais ocorrências podem ser explicadas pela lixiviação do solo desses elementos presentes na geologia da bacia de drenagem, durante o período de maior precipitação pluviométrica, sendo a maior presença de sódio na água deve-se, em grande parte, não à sua abundância na composição das rochas, mas à sua grande solubilidade, que o mantém em solução. Enquanto o Cl⁻ pode ser proveniente de aerossóis marinhos, devido à proximidade da costa. O ferro apresentou concentrações abaixo do limite estabelecido pela Resolução 357/05 do Conama, já os demais ficaram abaixo do limite de detecção do método.

Palavras-chave: Classificação hidrogeoquímica; Lagoas costeiras; Diagrama de Piper.

4.1 INTRODUÇÃO

As distintas fácies hidroquímicas que caracterizam as águas resultam em grande parte das litologias, podendo também estar influenciadas pelas atividades antrópicas capazes de mascarar a assinatura hidroquímica natural.

Assim, a qualidade da água superficial depende de sua composição química, logo, os fatores climáticos, estruturais e da existência de atividades antrópicas, podem influenciar sua característica natural.

Vários fatores podem influenciar na composição iônica dos corpos d'água, como: a geologia da área de drenagem dos efluentes, geologia da bacia de acumulação do lago e regime de chuvas. Em regiões com baixa precipitação e predominância de rochas magmáticas, a composição iônica da água é, em geral, determinada por produtos de intemperismo destas rochas. Porém, em regime de alta pluviosidade e predominância de rochas sedimentares, a composição iônica da água é determinada pela composição das rochas,

ou seja, pela geologia da bacia de drenagem. Além disso, para alguns corpos hídricos deve-se levar em conta o tipo de influência antrópica, quando o mesmo encontra-se exposto (ESTEVEES, 2011).

De acordo com Nascimento (2010), no Brasil as lagoas próximas ao litoral apresentam na composição química da água uma influência das precipitações marinhas, carregadas de íons oriundos da evaporação dos oceanos. Assim, lagos costeiros apresentam concentrações maiores de Na^+ , Mg^+ e Cl^- , em relação aos lagos interiores.

Segundo Esteves (2011), os principais cátions presentes em lagoas são: Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}), Sódio (Na^+), potássio (K^+), ferro (Fe^{3+}) e manganês (Mn^{2+}), enquanto os principais ânions são: cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-). Sendo, alguns elementos traços como: Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Co, Mo e o B são essenciais aos seres vivos, ainda que em pequenas concentrações e têm importante papel no metabolismo dos organismos aquáticos, uma vez que participam de um grande número de processos fisiológicos, como: fotossíntese (Mg contribui na formação da clorofila).

Mesmo aqueles com função biológica definida, podem, quando em grande concentração, apresentarem alta toxicidade aos organismos vegetais e animais. Em muitos casos, as características geológicas são de fundamental importância para determinação da concentração dos diferentes elementos em ecossistemas que são formados principalmente pela precipitação pluviométrica ou pelo afloramento do lençol freático.

Com isso este trabalho tem como principal objetivo classificar a hidroquímica de três lagoas costeiras (Camarão, Vitória e Junco), com o uso do diagrama de Piper (1944) através das análises dos cátions (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) e dos ânions (Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HCO_3^-). Além, de investigar os metais (Al, Zn, Pb, Ni, Cd, Cu, Ba, Fe e Mn) nas águas das lagoas.

Vale ressaltar o estudo espacial de ambientes aquáticos por levar em conta as ideias de homogeneidade e heterogeneidade, assim como pesquisas feitas em épocas diferentes revelam como as características de um corpo d'água podem mudar a concentração de um determinado elemento químico com o tempo.

4.2 ÁREA DE ESTUDO

Localizado ao norte da cidade de Salvador, nas dunas do Abaeté, entre o bairro da praia do Flamengo e Stella Maris, fazendo fronteira com o Aeroporto Internacional Luís

Eduardo Magalhães, o Parque das Dunas (12°56'59" S e 38°20'25" W) (Figura 42) possui uma área de 5 Km², com 5km de comprimento e uma largura média de 1km. A vegetação local, do tipo restinga, forma manchas compostas por espécies arbóreas e arbustivas, cuja altura geralmente não ultrapassa 3 m, podendo ocorrer algumas emergentes. As lagoas do presente estudo estão inseridas na APA lagoas e Dunas do Abaeté.

O Parque contribui para a manutenção do lençol freático e para estabilização climática local, além de abrigar nascentes do Rio Sapato. O Rio Sapato possui sua extensão entre Salvador e Lauro de Freitas banhando muitos bairros de ambas as cidades (CABANELAS et al., 2007).

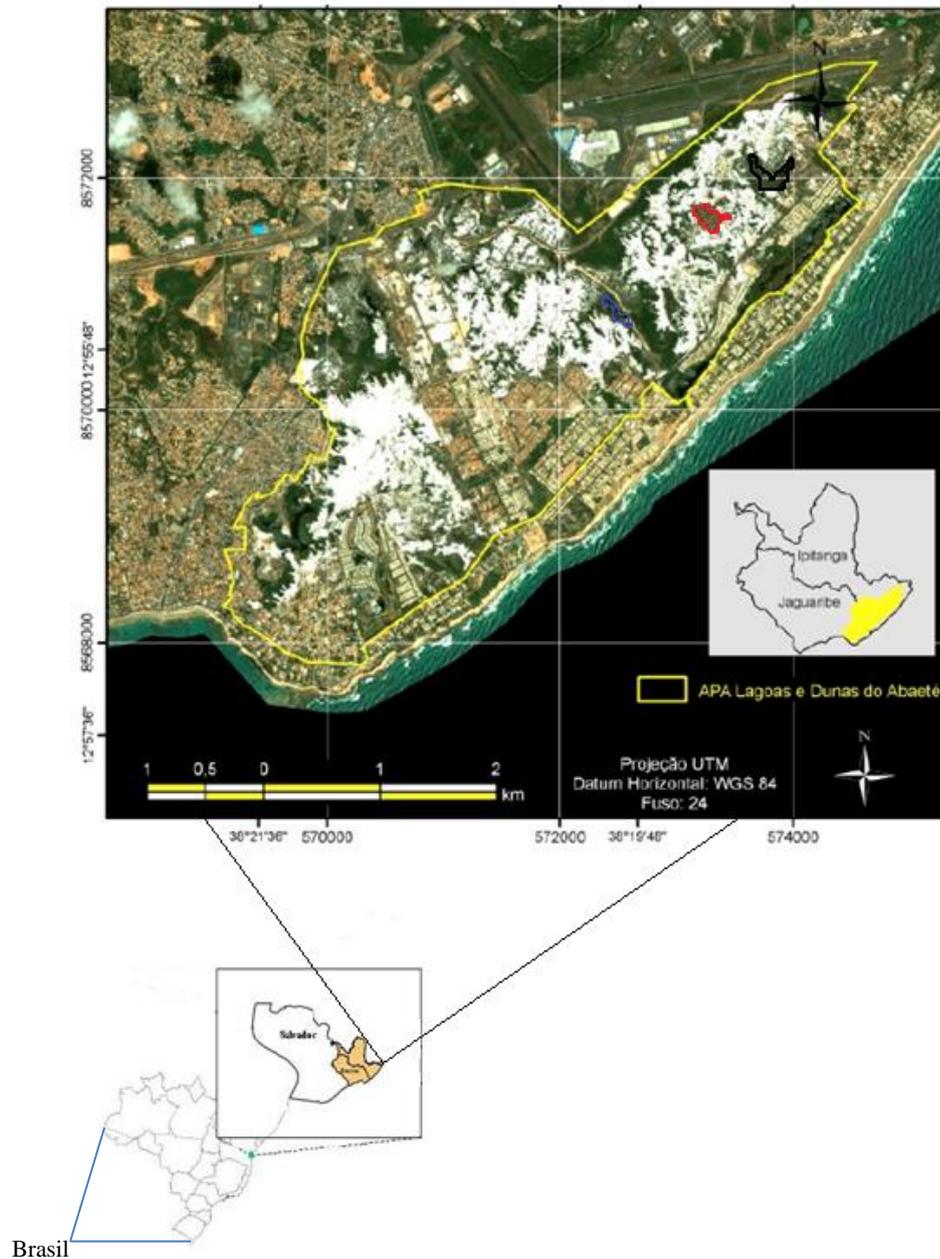
O clima do local é tropical quente e úmido, sem estação seca segundo a classificação de Köppen (KÖPPEN et al., 1928).

A área de estudo encontra-se na porção sudoeste da bacia hidrográfica do Ipitanga (Figura 51). As formações litológicas que ocorrem nesta bacia são representadas pelo Embasamento Cristalino, Formação Barreiras e Depósitos Quaternários, segundo Bizzi et al. (2003) e Nascimento e Barbosa (2005). Podemos dividir o local do estudo em quatro grandes compartimentos: Rochas cristalinas do embasamento, sãs ou fraturadas, e seu manto de alteração, níveis areno-argilosos fluviolagunares e o corpos arenosos (MORAES, 1997). Apenas na linha da praia pode-se encontrar afloramentos de rochas pouco alteradas do embasamento cristalino. O grupo Barreiras não é observado em afloramento nesta área.

Os depósitos de dunas no sudoeste da bacia Ipitanga, onde estão localizadas as lagoas, correspondem a dunas Blowout de areias finas, bem selecionada, predominantemente quartzosa, com graus de arredondamento variado, de coloração branca, ocre e amarelada.

Parte das dunas encontra-se com a morfologia modificada, seja por erosão natural, seja pela ação antrópica relacionada à ocupação urbana e turística e pela exploração das areias como material para construção civil, o que é identificado através da redução de altura, modificação dos ângulos de inclinação de barlavento e sotavento, presença de ravinas, cortes e cicatrizes de retirada de vegetação de cobertura (ZUCCARI, 2006).

Figura 42- APA Lagoa e Dunas do Abaeté sobre imagem do satélite QuickBird e sua localização nas bacias Ipitanga e Jaguaribe. As lagoas Vitória (Preto), Junco (vermelho) e Camarão (azul), estão inseridas na bacia Ipitanga



Fonte: Modificado por Elaine Souza a partir de ZUCCARI et al. (2006).

4.3 MATERIAS E MÉTODOS

As coletas de amostras foram realizadas em dois diferentes períodos, sempre na maré baixa: a 1ª campanha foi realizada em agosto/2013 (período chuvoso, após período de maior excedente hídrico, entre abril e agosto), esta coleta foi realizada para averiguação de possíveis variações ligadas à pluviometria.

A 2ª campanha foi realizada em março/2014 (período seco, após período de menor excedente hídrico, entre novembro e março). O levantamento do excedente hídrico foi feito com base nos dados da estação meteorológica de Salvador, no bairro da Ondina (INMET, 2014), estação mais próxima da APA Lagoa e Dunas do Abaeté. Em ambos os períodos as amostragens foram feitas sempre pela manhã.

As distribuições dos pontos em cada lagoa estão representados na figura 43. Em cada ponto foi realizada coleta na superfície e fundo, para identificar prováveis estratificações das variáveis analisadas. As coletas superficiais foram realizadas a 30cm em relação a coluna d'água, já no fundo, a coleta foi feita a 1 metro em relação a coleta realizada na superfície. A padronização de 1 metro foi feita após identificar a lagoa com a menor profundidade, que era de profundidade máxima de 2,5m. Para auxiliar na coleta, foi utilizado um bote inflável, sem motor.

Visando a alterações nas amostras d'água até a chegada ao laboratório, foi necessária a conservação e preservação, em caixas de isopor, sob refrigeração. As técnicas de amostragem e preservação das amostras seguiram as orientações técnicas especializadas, como o Manual prático de análise de água (FUNASA, 2006), Manual técnico para coleta de amostras de água (MANUAL, 2009), Norma CETESB para amostragem e monitoramento das águas superficiais (CETESB, 2011) e do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

Para classificar as águas de cada lagoa, de acordo com sua composição iônica, utilizou-se o Software Qualigraf (MOBUS, 2003), sendo esta classificação em função das suas concentrações de cálcio, magnésio, da soma de sódio e potássio, e, ainda, pelos ânions cloretos, sulfatos e a soma dos carbonatos e bicarbonatos.

Durante a amostragem de campo foram feitas anotações em fichas padronizadas e efetuadas medidas *in situ* de pH, ORP, Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), com o Medidor Multiparâmetros portátil (Multi Water Quality Checker U-50 Series 2) da marca HORIBA, manta 2(Quadro 8). Para as demais técnicas analíticas utilizadas, os dados importantes estão no (Quadro 9).

Figura 43- Localização dos pontos de amostragem para coleta de água na lagoa Camarão (a), Vitória (b) e Junco (c) no parque das dunas, Salvador, Bahia

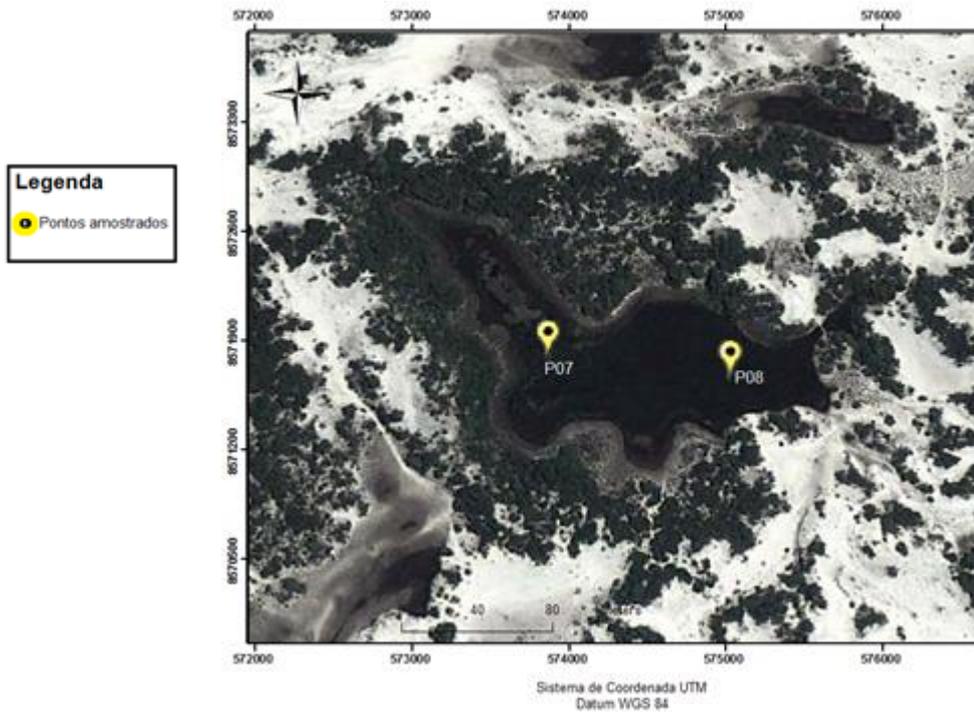
Lagoa Camarão (a)



Lagoa Vitória (b)



Lagoa do Junco (c)



Quadro 8- Técnicas e métodos analíticos utilizados, medidos em campo.

PARÂMETROS	UNIDADE	EQUIPAMENTO	INTERVALO DE MEDIÇÃO*	RESOLUÇÃO*	PRECISÃO*
Temperatura	°C	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	-10 - 55	0,01	-
pH	-	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-14	0,01	+/-0,1
ORP	mV	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	-2000 - 2000	1mV	+/-15 mV
C.E.	mS cm ⁻¹	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-100	0,01	1%
STD	g L ⁻¹	Multi Water Quality Checker U-50 Series 2	0-100	0,01	+5 g L ⁻¹

* Valores encontrados no manual de operação do equipamento.

Quadro 9- Técnicas e métodos analíticos utilizados na quantificação dos parâmetros em laboratório. Sendo, (Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Indutivamente Acoplado) ICP OES no equipamento ICP Emission Spectrometer, Espectrômetro de emissão ótica com plasma de argônio induzido. Modelo Liberty 150 (VARIAN).

PARÂMETROS	UNIDADE	LDM	LQM	TÉCNICA ANALÍTICA	EQUIPAMENTO	REFERÊNCIA DO MÉTODO
Cloreto	mg L ⁻¹	-	2,0	Titrimetria	-	SMEWW 4500Cl ⁻ 19th
Alcalinidade total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	-	2,0	Titrimetria	-	SMEWW 2320 B 20th
Sulfato	mg L ⁻¹	0,0033	0,01	Espectrofotometria	Espectrofotômetro	SMEWW 4500E 19th
Bário	mg L ⁻¹	0,03	0,10	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Cálcio	mg L ⁻¹	0,03	0,10	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Chumbo	mg L ⁻¹	0,0066	0,02	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Cobre	mg L ⁻¹	0,0033	0,01	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Ferro	mg L ⁻¹	0,03	0,10	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Magnésio	mg L ⁻¹	0,03	0,10	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Alumínio	mg L ⁻¹	0,03	0,10	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Potássio	mg L ⁻¹	0,03	0,10	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Sódio	mg L ⁻¹	0,03	0,10	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Zinco	mg L ⁻¹	0,0033	0,01	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Cádmio	mg L ⁻¹	0,0033	0,01	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Níquel	mg L ⁻¹	0,0033	0,01	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN
Manganês	mg L ⁻¹	0,0033	0,01	ICP OES	ICP Emission Spectrometer	Método do Manual VARIAN

LQM. : Limite de quantificação do método.
LDM: Limite de detecção do método.

A espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado é uma técnica analítica multielementar amplamente utilizada para a determinação de elementos químicos em diferentes tipos de matrizes. Na Tabela 6 consta a configuração de operação do ICP OES para determinação dos elementos químicos na água.

Tabela 6- Características de operação do equipamento para determinação dos elementos químicos na água

Dados	Características
Potência	1300 W
Vazão do plasma	15,0 L min ⁻¹
Vazão do gás auxiliar	1,50 L min ⁻¹
Vazão do nebulizador	0,8 L min ⁻¹
Sistema de nebulização	V-Groove com câmara de spray de PTFE
Linhas Espectrais Seleccionadas	Ba – 493.408 nm Fe – 238.204 nm Mg – 279.553 nm Na – 589.592 nm Ca – 373.69 nm Zn – 213.856 nm Cu – 327.395 nm Pb – 220.353 nm K – 769.897 nm Al - 308.215 nm Cd - 226.502 nm Ni – 216.555 nm Mn - 257.61 nm

Técnicas de estatística descritiva e inferencial (**Mann-Whitney**) foram empregadas a fim de identificar diferenças significativas ($p < 0.05$), entre o período seco e chuvoso. As análises foram realizadas no programa estatística BioEstat 5.3.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises foram sistematizados em planilha Excel com o objetivo de fornecer elementos para a construção de gráficos de concentração iônica. Na Tabela 7, 8 e

9 são apresentadas medidas descritivas nos períodos chuvoso e seco, em três lagoas costeiras, das variáveis físico-químicas avaliadas neste trabalho. Com o teste de diferenciação de médias ou medianas, conhecido como teste de Mann-Whitney, com base no p-valor ($<0,05$) pode-se afirmar que há diferenças entre as medianas de algumas variáveis analisadas comparando-se os ambientes no período chuvoso e seco. Os cálculos foram realizados utilizando o teste para grupos independentes no Programa BioEstat 5.3 com 95% de confiança ($p = 0,05$). Não foi detectada diferença significativa entre as áreas rasas e profundas das lagoas, indicando uma homogeneização vertical na coluna da água para todas as variáveis analisadas.

Tabela 7 - Parâmetros físico-químicos dos períodos chuvoso e seco, demonstrando diferenciação entre as medianas segundo teste de Mann-Whitney. $p < 0.05^*$ e distribuição das medidas descritivas da lagoa Camarão

Variável	Período Chuvoso n=6				Período Seco n=6				P-bilateral
	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	
Temperatura (H ₂ O)	25 - 26	25.29	2.15%	0.54	28.72 - 29.15	29.03	0.51%	0.14	0.0039*
pH	4 - 5	4.94	11.92%	0.51	3.52 - 4.65	4.29	1.55%	0.47	0.025*
C.E	68 - 71	69	1.69%	1.16	73 - 78	76.5	2.76%	2.09	0.0039*
ORP	335 - 416	358	8.72%	31.81	387 - 410	403	2.42%	9.68	0.0782
STD	44 - 46	45	1.68%	0.75	48 - 53	50.5	3.48%	1.75	0.0039*
Salinidade	0 - 0	0	-	0	0 - 0	0	-	0	ND
Sulfato	0 - 1	0.91	154.92%	0.51	1.23 - 1.55	1.39	9.58%	0.13	0.0104*
Alcalinidade total	4 - 5	4	11.92%	0.51	0 - 0	0	0 - 0	0 - 0	0.0039*
Cálcio	0.37 - 0.47	0.43	7.88%	0.03	0.33 - 0.61	0.38	25.02%	0.10	0.1
Magnésio	0.80 - 0.88	0.87	3.66%	0.03	0.75 - 0.98	0.84	10.57%	0.09	1.0
Sódio	9.9 - 10.9	10.44	2.95%	0.30	8.0 - 12.6	9.28	17.90%	1.77	0.33
Potássio	0.19 - 0.30	0.24	16.34%	0.04	0.13 - 0.23	0.17	20.26%	0.03	0.01*
Cloreto	9 - 11	11.69	7.65%	0.81	27.35 - 28.12	27.64	1.16%	0.32	0.0039*

ND – Não detectável.

Tabela 8- Parâmetros físico-químicos dos períodos chuvoso e seco, demonstrando diferenciação entre as medianas segundo teste de Mann-Whitney. $p < 0.05^*$ e distribuição das medidas descritivas da lagoa Vitória

Variável	Período Chuvoso n=6				Período Seco n=6				p-bilateral
	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	
Temperatura (H ₂ O)	24.74 - 27.80	25.66	4.47%	1.16	29.21 - 31.90	30.05	2.99%	0.90	0.0039*
pH	4.14 - 4.48	4.45	3.72%	0.16	3.8 - 4.7	4.3	7.18%	0.30	1
C.E	124 - 129	125	1.77%	2.22	136 - 179	138.5	11.43%	16.9	0.0039*
ORP	302 - 362	349	6.29%	21.67	347 - 404	385	5.97%	22.67	0.0531
STD	81 - 83	81.5	1.20%	0.98	80 - 92	89	4.71%	4.14	0.0547
Salinidade	0.01 - 0.01	0.01	0.00%	0.00	0.01 - 0.01	0.01	-	0.00	1
Sulfato	6.36 - 8.28	7.51	9.03%	0.67	3.18 - 4.45	3.64	13.54%	0.50	0.0039*
Alcalinidade total	4 - 7	5	22.63	1.16	0 - 0	0	0 - 0	0 - 0	0.0039*
Cálcio	0.72 - 0.79	0.78	3.73%	0.02	0.22 - 0.37	0.28	19.59%	0.05	0.0039*
Magnésio	1.54 - 1.67	1.62	3.28%	0.05	0.51 - 1.62	0.61	54.83%	0.42	0.01*
Sódio	16.66 - 18.30	17.38	3.21%	0.55	5.19 - 7.60	6.07	13.98%	0.87	0.0039*
Potássio	0.47 - 0.53	0.50	4.93%	0.02	0.07 - 0.30	0.12	52.35%	0.08	0.0039*
Cloreto	17.99 - 22.82	20.40	7.73%	1.57	47.12 - 48.98	48.05	1.45%	0.69	0.0039*
Ferro	0.80 - 1.0	0.97	8.41%	0.07	0.20 - 0.27	0.25	11.37%	0.02	0.0039*

ND – Não detectável.

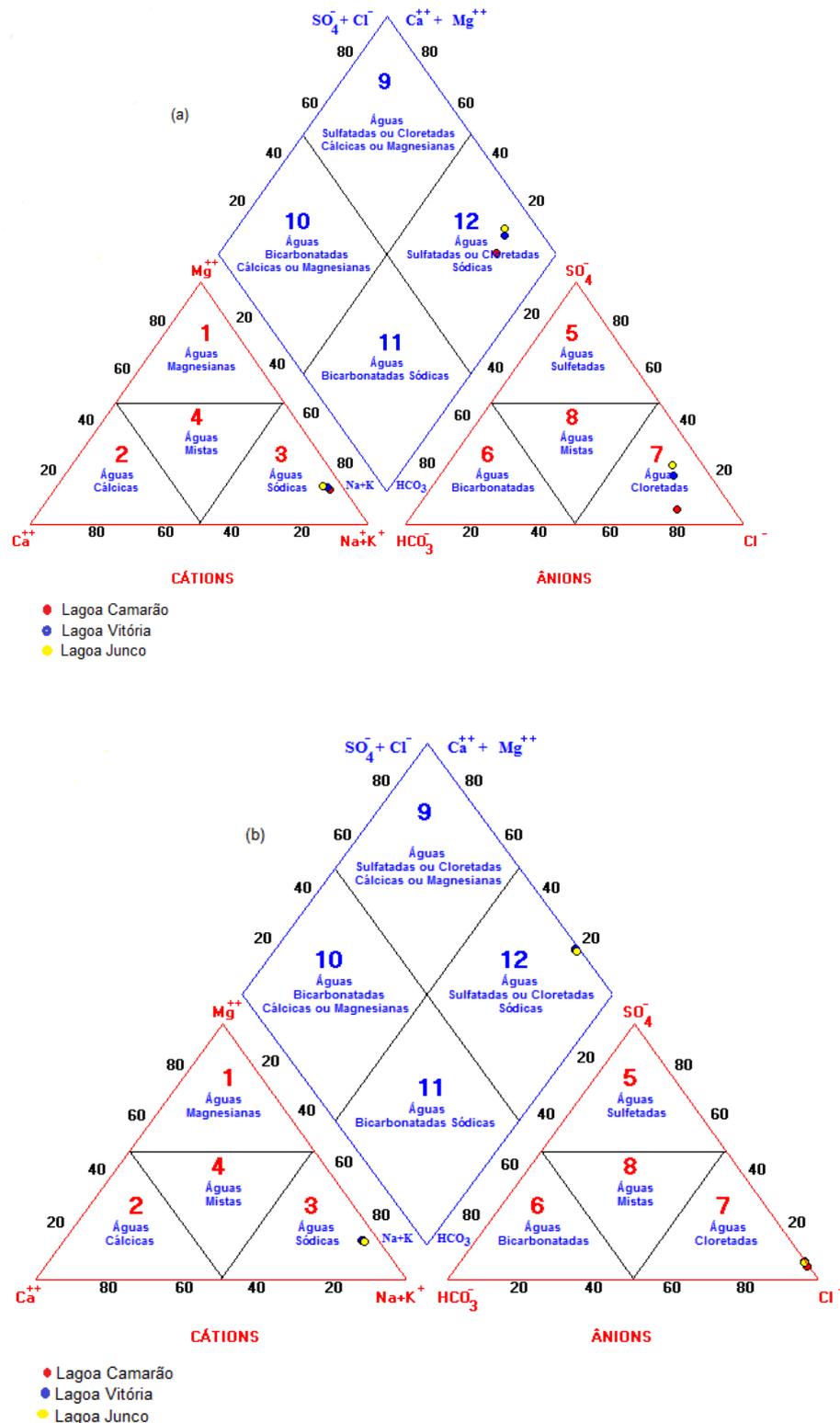
Tabela 9 - Parâmetros físico-químicos dos períodos chuvoso e seco, demonstrando diferenciação entre as medianas segundo teste de Mann-Whitney. $p < 0.05^*$ e distribuição das medidas descritivas para lagoa Junco

Variável	Período Chuvoso n=4				Período Seco n=4				p-bilateral
	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	
Temperatura (H ₂ O)	27.24 - 33.40	29.45	9.77%	2.91	31.87 - 35.11	33.26	4.38%	1.46	0.08
pH	4.12 - 4.43	4.27	3.00%	0.12	4.13 - 4.43	4.25	3.05%	0.13	1
C.E	122 - 127	126	1.89%	2.36	125 - 137	130.5	4.34%	5.67	0.19
ORP	283 - 316	291	4.87%	14.38	314 - 336	323	3.36%	10.90	0.06
STD	79 - 82	81.5	1.75%	1.41	81 - 88	85.5	3.46%	2.94	0.11
Salinidade	0.01 - 0.01	0.01	0.00%	0.00	0.01 - 0.01	0.01	0.00%	0.00	1
Sulfato	8.17 - 9.10	8.50	5.13%	0.43	3.28 - 5.49	4.24	23.20%	1.00	0.02*
Alcalinidade Total	3 - 6	4	19.61%	1.25	0 - 0	0	0 - 0	0 - 0	0.02*
Cálcio	0.83 - 0.87	0.88	6.57%	0.05	0.30 - 0.39	0.33	12.09%	0.04	0.02*
Magnésio	1.46 - 1.59	1.55	3.68%	0.05	0.73 - 0.86	0.75	7.58%	0.05	0.02*
Sódio	15.26 - 26.10	15.68	2.45%	0.38	7.99 - 9.42	8.73	6.71%	0.58	0.02*
Potássio	0.52 - 0.61	0.55	7.27%	0.04	0.14 - 0.18	0.16	10.32%	0.01	0.02*
Cloreto	17.25 - 19.11	18.27	5.60%	1.02	55.47 - 58.25	56.40	2.04%	1.15	0.02*
Ferro	0.35 - 0.43	0.39	10.85%	0.04	0.11 - 0.15	0.13	12.42%	0.01	0.02*

ND – Não detectável.

A interpretação geral do diagrama permite classificar essas águas como sendo, predominantemente, águas cloretadas sódicas (100%) (Figura 44).

Figura 44- Diagrama Triangular de Piper (1944) para as águas superficiais das lagoas costeiras do parque das Dunas. (a) período chuvoso e (b) período seco



Resultado similar foi encontrado por Tubbs et al. (2011), durante estudo hidrogeoquímico em lagoas em região litorânea do Rio de Janeiro e Pereira (2004), objetivando compreender o desenvolvimento de um balanço hídrico e hidroquímico para avaliar as contribuições das águas subterrâneas nas lagoas do sistema lacustre Bonfim-RN.

Nos dois períodos sazonais, as análises físicas e químicas, descritas nas tabelas acima, quando encontradas na referida Resolução, apresentaram concentrações abaixo do limite estabelecido pela Resolução 357/05 do Conama (BRASIL, 2005), para ambientes lântico de água doce, classe 3. Com exceção do pH, que obteve valores abaixo do permitido pelo Conama, caracterizando todas as lagoas como ácida.

Em relação ao sódio (Na^+), potássio (K^+), magnésio (Mg^{2+}) e Cálcio (Ca^{2+}), notou-se uma maior concentração desses no período chuvoso, provavelmente devido a lixiviação do solo desses elementos presentes na geologia da bacia de drenagem, durante o período de maior precipitação pluviométrica, embora o Mg, Na podem também serem influenciados pelas precipitações marinhas e através do spray marinho que chegam ao continente (ESTEVES, 1998b). A hipótese da influência litológica, também foi usada por Tubbs (2011), para justificar os valores desses íons encontrados nas lagoas próximas ao litoral do Rio de Janeiro. Ainda este autor nos seus estudos, obteve teores de Na, K, Ca e Mg semelhantes ao presente estudo, sendo os valores de Na mais elevados ($30,3 \text{ mg.L}^{-1}$) comparados aos de K, Ca e Mg.

Os principais constituintes químicos dos minerais que formam as rochas cristalinas são o cálcio, sódio, magnésio e potássio. A degradação desses minerais da origem a matérias solúveis que são transportados pela água (NEVES, 2005).

Os valores do sódio foram bem maiores nas três lagoas que os valores de potássio conforme as tabelas 2, 3 e 4. Estes íons apresentam importante fator de troca e transporte de íons para os meios intra e extracelular. A maior presença de sódio na água deve-se, em grande parte, não à sua abundância na composição das rochas, mas à sua grande solubilidade, que o mantém em solução. Por isso, uma importante parcela de sódio constituinte da crosta terrestre está nos corpos aquáticos interiores e marinhos (NASCIMENTO, 2010).

Os íons potássio encontrado em menores valores são também menos solúveis e apresenta grande tendência a reincorporação nas rochas, especialmente nos minerais argilosos. Além disso, o potássio é encontrado em baixas concentrações nas águas naturais, já que rochas que contenham potássio são relativamente resistentes às ações do tempo (CETESB, 2009).

Os minerais ferromagnesianos se desintegram mais rapidamente do que os feldspáticos. Dentre estes, os calcio-sódicos se alteram mais facilmente do que os potássicos, logo o cálcio e sódio são mais abundantes na água (NEVES, 2005).

No entanto o cloreto apresentou valores altos no período seco, esses valores podem está relacionado às elevadas temperaturas que aumentaram o processo de ebulição da água da laguna, deixando-a mais rasa e concentrada com relação a esses íons. A temperatura apresentou diferença significativa para os dois períodos estudados nas lagoas Camarão e Vitória $p= 0,0039$ nas duas lagoas, sendo que nas três lagoas os maiores valores foram encontrados no período seco. Aliado a ação dos ventos, pois a região onde se localiza as lagoas é litorânea, precisamente a poucos metros do meio marinho que usualmente está carregado com íons Na^+ , Mg^{2+} e Cl^- , que são arrastados pela interferência das precipitações marinhas e através do spray marinho chegam ao continente. Os valores baixos de cloretos indicam que as águas da lagoa apresentam reduzidos aportes de atividades antrópicas.

De acordo Esteves (2011) a condutividade elétrica esta relacionada à capacidade de uma solução conduzir corrente elétrica, sendo que esta pode variar em função da concentração de íons presentes na água. Conforme as análises de correlação da condutividade elétrica com os íons Ca, Na+K, Mg, Cl, SO_4 realizadas no Qualigraf (MOBUS, 2003), foi possível observar que as maiores correlações aconteceram durante o período chuvoso, apresentando respectivamente $r^2= 0.95$, $r^2= 0,95$, $r^2=0.99$, $r^2=0.93$ e $r^2= 0.98$.

Constatou-se que no período chuvoso a alcalinidade total apresentou em geral valores baixos, porém no período seco a alcalinidade não foi detectada. Conforme Esteves et al. (1988), os menores teores de íons e a maior quantidade de substância húmicas, oriundas de solos de restinga são os principais fatores responsáveis pela menor alcalinidade total e menores valores de pH. As três lagoas apresentam baixos valores de íons, e recebem forte influência da região de restinga, reforçando a hipótese acima.

O íon sulfato é um elemento de grande importância para a produtividade dos ecossistemas, pois é a principal fonte de enxofre para os produtores primários. Os valores dos íons sulfato presentes foram baixos, esses valores indicam também que no manancial não tem sido introduzidas descargas industriais. Outra característica é que a região onde se encontra a lagoa não é árida onde sulfatos minerais estão mais presentes. Valores similares foram encontrados por (NASCIMENTO, 2010) durante estudos realizados em lagoas costeiras.

Embora encontrando ambiente favorável, uma vez que a acidez aumenta a solubilidade do metal, possibilitando o aumento de suas concentrações (MENDES et al., 2004; SCHULTZE et al., 2010), os metais Al, Zn, Pb, Ni, Cd, Cu, Ba e Mn, ficaram abaixo

do limite de detecção do método. Esses resultados indicam a grande ausência de fontes poluentes. Cabe salientar que os dados de metais nas águas destas lagoas são inéditos.

Para o Fe, foi encontrado nas lagoas Vitória e Junco, concentrações abaixo do limite estabelecido pela Resolução 357/05 do Conama (Tabela 10). Contudo, ainda foram encontradas diferenças significativas entre os períodos sazonais nas duas lagoas.

Tabela 10- Concentrações de Ferro dissolvido nas lagoas Vitória e Junco encontram-se abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução 357/05 do Conama, de 5.0 mg L⁻¹

Lagoas	Variável	Período Chuvoso				Período Seco				p-bilateral
		Mín - Max	Mediana	CV %	DP	Mín - Max	Mediana	CV %	DP	
Camarão	Ferro	-	-	-	-	-	-	-	-	ND
Vitória	Ferro	0.80 – 1.0	0.97	8.41%	0.07	0.20 – 0.27	0.25	11.37%	0.02	0.0039*
Junco	Ferro	0.35 – 0.43	0.39	10.85%	0.04	0.11 – 0.15	0.13	12.42%	0.01	0.02*

ND: Não detectável

Os baixos valores do Fe podem está relacionado ao ambiente oxidante, estes poderiam precipitar como hidróxidos, no caso do Fe, e co-precipitar com hidróxidos de ferro e adsorvido em sítios de troca catiônica, no caso do Mn (argilas, matéria orgânica e fases coloidais), sendo, portanto, então, retirados do meio aquoso (TUBBS et al., 2011).

4.5 CONCLUSÕES

Este artigo apresenta os primeiros resultados analíticos de metais para as lagoas Camarão, Vitória e Junco, servindo de referência para futuros estudos. Destacam-se algumas características que parecem ser inerentes as suas águas:

As águas das três lagoas do presente estudo foram classificadas como cloretadas sódicas (100%) nos dois períodos sazonais, embora no geral os valores sazonais tenham apresentado diferença significativa para os períodos seco e chuvoso.

Os íons Na⁺, Mg²⁺, K⁺ e Ca²⁺, podem estar relacionados à geologia local, isso devido ao fato destes elementos serem os principais constituintes químicos dos minerais que formam as rochas cristalinas, presente na região, embora o Mg²⁺, Na⁺ podem também serem influenciadas pelas precipitações marinhas e através do spray marinho chegam ao continente. Enquanto o Cl⁻ pode ser proveniente de aerossóis marinhos, devido à proximidade da costa.

Mesmo em condições favoráveis, com as três lagoas apresentando águas ácidas nos períodos seco e chuvoso, os valores dos metais Al, Zn, Pb, Ni, Cd, Cu, Ba e Mn, estiveram no geral abaixo do limite de detecção, logo o ambiente não está contaminado. Porém o carácter ácido das águas pode aumentar o risco de contaminação, caso este ambiente receba aportes desses elementos.

4.6 AGRADECIMENTOS

A autora agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de auxílio através de bolsas de estudo, ao NEHMA (Núcleo de Estudos hidrogeológicos e do meio ambiente), a Universidade Católica de Salvador e a equipe do Salvamar, pelo apoio técnico durante a pesquisa.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Este trabalho apresenta os primeiros dados de metais para as lagoas Camarão, Vitória e Junco, servindo de referência para futuros estudos. Destacam-se algumas características que parecem ser inerentes a esse sistema aquático:

Os resultados obtidos no estudo das Lagoas Camarão, Vitória e Junco permitiram avaliar que o ecossistema, apresentou características químicas próprias de região costeira, com vegetação de restinga, presente em toda área de estudo.

Embora inserido numa área de proteção ambiental, as lagoas Vitória e Junco vem sofrendo impactos, sendo influenciadas pelos aportes exógenos que ali chegam e intensificados pela influência do período climático em que foi realizada a pesquisa.

Dessa forma foi possível comprovar a existência de diferenças sazonais significativas nos parâmetros hidroquímicos analisados, sendo que o período seco apresentou as maiores médias quando comparado ao período chuvoso. Com exceção da salinidade que não variou e do nitrato que no período chuvoso, apresentou as maiores médias nas lagoas Vitória e Junco.

Os valores de nitrato apresentaram valores bem significativos no período chuvoso nas lagoas Vitória e Junco, provavelmente por estarem mais próximas do lençol freático. Já no período seco somente a lagoa do Junco ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução 357/05 do Conama, para ambiente lântico de água doce, classe 3. Acredita-se que a precipitação pluviométrica neste período auxiliou a lixiviação do nitrato, este oriundo da bacia de drenagem, esta influenciada pela agricultura, por imóveis e um aterro sanitário.

Os íons Na, Mg, K e Ca, podem estar relacionados a geologia local, isso devido ao fato destes elementos serem os principais constituintes químicos dos minerais que formam as rochas cristalinas, presente na região, embora o Mg, Na podem também serem influenciadas pelas precipitações marinhas e através do spray marinho chegam ao continente (ESTEVEZ, 1998). Enquanto o Cl pode ser proveniente de aerossóis marinhos, devido à proximidade da costa.

Mesmo em condições favoráveis, com as três lagoas apresentando águas ácidas nos períodos seco e chuvoso, os valores dos metais Al, Zn, Pb, Ni, Cd, Cu, Ba e Mn, estiveram no geral abaixo do limite de detecção, logo o ambiente não está contaminado. Porém o carácter ácido das águas pode aumentar o risco de contaminação, caso este ambiente receba aportes desses elementos.

As águas das três lagoas do presente estudo foram classificadas como cloretadas sódicas (100%) nos dois períodos sazonais, embora no geral os valores sazonais tenham apresentado diferença significativa para os períodos seco e chuvoso.

Mesmo com impactos da sazonalidade as lagoas Camarão, Vitória e Junco tem demonstrado uma excelente capacidade de recuperação, razão porque se mantém ainda preservadas. Para que sejam melhoradas as condições gerais do ecossistema e plena recuperação das lagoas, é necessário que seja estabelecido um programa integrado de recuperação da bacia Ipitanga, restabelecendo-se as faixas de proteção permanente e minimização das entradas pontuais e difusas de poluentes a partir da reordenação do uso e ocupação do solo na área de influência.

Com base nos estudos obtidos, constata-se que as lagoas Camarão, Vitória e Junco apesar de estarem proximamente localizadas, apresentam características hidroquímicas distintas. Fatores específicos de cada ambiente como a influência marinha, a influência antrópica, e a disposição das lagoas nas dunas, podem influenciar as diferenças entre as lagoas.

Recomenda-se que outras pesquisas sejam realizadas de forma sazonal durante a maré alta, a fim de conhecer prováveis interferências na dinâmica deste ambiente aquático.

Sugere-se, também, estudo da composição química e da granulometria, do sedimento. Assim como, programa de biomonitoramento.

REFERÊNCIAS

- ALBERTONI, E. F.; ESTEVES, F. A. Jurubatiba, uma restinga peculiar. **Ciências hoje**, São Paulo. v, 25, n. 148, p. 61-63, 1999.
- ALVES, A. P. A. **Caracterização hidroquímica e aspectos de degradação ambiental de uma lagoa costeira**: o caso da lagoa dos Patos, Salvador-BA. 2014. 55f. (Monografia - Curso de Geologia), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19 th ed. Washington: APHA/AWWA, 1995.
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 th ed. Washington: APHA/AWWA, 1998.
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 th ed. Washington: APHA/AWWA, 2005.
- ANDRADE, C. F. F. et al. Fluxos de nutrientes associados às descargas de água subterrânea para a Lagoa Mangueira (Rio Grande do Sul, Brasil). **Química Nova**, v. 35, n. 1, 2012.
- ANDRADE, F.G.B. **Efeitos da pressão antrópica e urbanizadora sobre as Áreas de Preservação Permanente das lagoas costeiras** – o caso da lagoa dos Quadros, costa norte do Estado do Rio Grande do Sul/ Brasil. 2012. 112f. Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- AYRES M.; AYRES D.L.; SANTOS A.S. BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá, MCT-CNPq, Belém, 2007.
- ARTIOLI, L. G. S. **As assembléias de peixes da Zona Litoral de Lagoas Costeiras Subtropicais do Sistema do Rio Tramandaí/RS**: aspectos amostrais, variações espaciais e temporais de descritores ecológicos e suas relações com a variabilidade ambiental. 2012. 96f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- AVERHOFF, O. L. et al. Chemical, physical and biological characteristics of Saladito Reservoir, Cienfuegos Province, Cuba. **Lakes & Reservoirs: Research & Management**, v. 12, n. 1, p. 43-53, 2007.
- BARBOSA, J. F.; DOMINGUEZ, J. M. L. **Geologia da Bahia**: texto explicativo. 2. ed. Governo do Estado da Bahia, Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração, Superintendência de Geologia e Recursos Minerais, 1996. Disponível em: <http://books.google.com.br/books/about/Geologia_da_Bahia.html?id=4ZcAAAAMAAJ&redir_esc=y>. Acesso em: 18 jan. 2013.
- BARNES, R. S. K. **Coastal Lagoons**: the natural history of a neglected habitat. Cambridge: University press, 1980.

BECKER, A.; LAURENSEN, L. J. B.; BISHOP, K. Artificial mouth opening fosters anoxic conditions that kill small estuarine fish. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v. 82, p. 566-572, 2009.

BELLINGIERI, P. H., CORAUCCI FILHO, B. Avaliação da presença de nitrato em poços de monitoramento dispostos em área de reuso agrícola. Livro de resumo. Suplemento – In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 13., 2004, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: ABAS, 2004. Disponível em: <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23346> Acesso em: 14 jan. 2014.

BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTT, R. M.; GONÇALVES, J. H. **Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil**: texto, mapas & SIG. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Minas e Metalurgia, Brasília, 2003. Disponível em < http://www.cprm.gov.br/didote/pdf/geologia_tectonica.pdf>. Acesso em: 14 de dez. 2014.

BORREGO, S. A. Secondary Productivity in Coastal Lagoons. In: Kjerfve, B. ed. **Coastal Lagoon Processes**. Elsevier Oceanography Series, Amsterdam, p. 287–309, 1994. v. 60.

BRANCO, S. M.; ROCHA, A. A. **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas**. São Paulo: CETESB/ Edgard Blücher, 1977. 185 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res05/res35705.pdf>> Acesso em: 06 jul. 2013.

CEPRAM. Conselho Estadual do Meio Ambiente. Resolução nº 3.023 de 20 de Setembro de 2002. Zoneamento Ecológico-Econômico da Área de proteção Ambiental – APA Lagoas e Dunas do Abaeté. Disponível em:< <http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/09/RESOLU%C3%87%C3%83O-N%C2%BA-3023.pdf>> Acesso em: 14 ago. 2014.

CABANELAS, I.T.D.; MOREIRA, L.M.A. Estudo sobre o estado de preservação das nascentes do rio Sapato, Lauro de Freitas-BA. **Revista de ciências médicas e biológicas**, v.6, n.2, p.160-162, 2007.

CABANELAS, I.T.D.; MOREIRA, L.M.A. Danos citogenotóxicos em ecossistema aquático submetido a esgotamento sanitário urbano. **Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology**, v. 7, n. 2, p. 31- 3, 2012.

CARMOUZE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos**. Fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas. São Paulo, Ed. Edgard Blücher/Fapesp. p. 255, 1994.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Série relatórios. São Paulo, 2009. Disponível em: < <http://cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wpcontent/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>. Acesso em: 09 agost. 2014.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <

<http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/guia-nacional-coleta-2012.pdf>> Acesso em: 16 jul. 2013.

DIÁRIO OFICIAL – República Federativa do Brasil. Estado da Bahia. Decreto estadual nº 2.540, Ano LXXVIII, nº15.473, 19 de out. de 1993.

ESTEVES, F. A. et al. Variação diária (24 horas) de temperatura, O₂ Dissolvido, pH e alcalinidade em duas lagoas costeiras de estado do Rio de Janeiro e suas implicações no metabolismo destes ecossistemas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 11, p. 99-127, 1988.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência/ FINEP, 602p, 1998a.

ESTEVES, F. A. Lagoas costeiras: origem, funcionamento e possibilidades de manejo. In: ESTEVES, F. A. **Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro, 1998b, p. 63–87.

ESTEVES, F. A. et al. Neotropical coastal lagoons: an appraisal of their biodiversity, functioning, threats and conservation management. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 631-63, 2008.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 826p, 2011.

FONTES, M. L. S.; ABREU, P. C. Spatiotemporal variation of bacterial assemblages in a shallow subtropical coastal lagoon in Southern Brazil. **Microbial Ecology**, v. 58, n. 1, p. 140-152, 2009.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual prático de análise de água**. 2. ed. rev. Brasília: FUNASA, 2006.

GOMES, D. F. **Caracterização limnológicas de um ecossistema lacustre tropical – Lagoa do Uruaú – Planície Costeira do município de Bebebribe – Ceará**. 1998. 124f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998.

HENNEMANN, M. C.; PETRUCIO, M. M. Spatial and temporal dynamic of trophic relevant parameters in a subtropical coastal lagoon in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 181, n. 1-4, p. 347-361, 2011.

HENRY, R.; CARMO, C.F.; BICUDO, D.C. Trophic status of a Brazilian urban reservoir and prognosis about the recovery of water quality. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n.3, p. 251- 262, 2004.

HENRY-SILVA, G. G., CAMARGO A. F. M. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas flutuantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.181-188, 2008.

HERRERA-SILVEIRA, J. A.; MEDINA-GOMEZ, I. COLLI R. Trophic status based on nutrient concentration scales and primary producers community of tropical coastal lagoons influenced by groundwater discharges. **Hydrobiologia**. v. 475/476, p. 91-98, 2002.

INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-lagoas-e-dunas-do-abaete>>. Acesso em: 25 jan. 2014.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações automáticas – gráficos**: Salvador (Ondina). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em: 03 out. 2014.

KJERFVE, B. Coastal Lagoon Processes. In: KJERFVE, B. ed. **Coastal lagoon Processes**. Amsterdam: Elsevier Oceanography Series, 1994, p.1 – 8. v. 60.

KNOPPERS, B. A. et al. The spatial distribution of particulate organic matter and some physical and chemical water properties in Conceição Lagoon, Santa Catarina, Brasil. **Arquivos Biologia e Tecnologia**. v. 27, n. 1, p. 59-77. 1984.

KNOPPERS, B. A. Aquatic primary production in coastal lagoons. In: KJERFVE, B. ed. **Coastal lagoon Processes**. Amsterdam: Elsevier Oceanography Series, 1994, p.243-286. v. 60.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928.

LACERDA, L. D. Biogeochemistry of heavy Metals in Coastal Lagoons. In: Kjerfve, B. ed. **Coastal Lagoon Processes**. Amsterdam: Elsevier Oceanography Series, p. 221-241, 1994. v. 60.

LASSERRE, P. Coastal lagoons: sanctuary ecosystems, cradles for culture, targets for economic growth. **Nature and Resources**, v. 15, n. 4, p. 2-21, 1979.

LIMA, L. S. **Estudos de hidrodinâmica ambiental e mudanças na qualidade das águas da lagoa Rodrigo de Freitas após ligação com o mar via dutos afogados**. 2010. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

LOPARDO, A. T. V.; FERNANDES, C. V. S.; AZEVEDO, J. C. R. Caracterização do Carbono Orgânico para Avaliação Ambiental da Qualidade da Água — Estudo de Caso do Lago do Parque Barigüi. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 3, p. 23-34, 2008.

LOUREIRO, D. D.; FERNANDEZ, M. A. S.; NÓBREGA, F. S. Variações de curto período nas concentrações de oxigênio dissolvido numa laguna costeira hipertrófica urbana. In: CONGRESSO SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA. 2., 2003. Recife. **Anais...** Recife: ABEQUA, 2003.

LUZ, J. L. et al. Bats (Chiroptera) sampled in lagoons at Parque Nacional da Restinga Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brazil. **Biota Neotropical**, v. 11, n. 4, p. 161-168, 2011.

MANUAL técnico para coleta de amostras de água. Florianópolis, 2009. Disponível em: http://www.ctec.ufal.br/professor/elca/manual_coleta_%C3%81gua.pdf Acesso em 12 de fev. 2013.

MARIANI, C. F. et al. Biota and water quality in the Riacho Grande reservoir, Billings Complex (São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n. 3, p. 267-280, 2006.

MCCUNE, B. M. J; MEFFORD, M. J. **PC-ORD Multivariate analysis of ecological data**. Version 6.0 MJM. Software design, Oregon. 2011.

MENDES, B.; OLIVEIRA, J.F.S. **Qualidade da água para consumo humano**. Lidel-edições técnicas, Lda. Lisboa-Porto, 2004.

MOBUS, G. **Qualifraf**. Programa para análise da qualidade de água. FUNCEME. Disponível em: <<http://www.funceme.br/DEHID/index.html>. 2003>. Acesso em 22 out. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade das zonas costeira e marinha. **Série Biodiversidade**, n. 5, p. 404, 2002.

MORAES, J. W. O. **Avaliação geofísica do sistema aquífero na área do parque das lagoas e dunas do Abaeté**. 1997. 134f. Graduação – Instituto de Geociências – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1997.

NASCIMENTO, A. P. **Análise dos impactos das atividades antrópicas em lagoas costeiras – estudo de caso da lagoa grande em Paracuru – CE**. 2010. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará - UFC, Ceará, 2010.

NASCIMENTO, S. A. de M. **Diagnóstico hidrogeológico, hidroquímico e da qualidade da água do aquífero freático do alto cristalino de Salvador - Bahia**. 2008. 195f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

NASCIMENTO, S. A. M; BARBOSA, J. S. F. Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de Salvador, Bacia do Rio Lucaia, Salvador, Bahia. **Brazilian Journal of Geology**, v. 35, n. 4, p. 543-550, 2005.

NEVES, M. A. **Análise Integrada Aplicada à Exploração de Água Subterrânea na Bacia do Rio Jundiá (SP)**. 2005. 200 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

NOGUEIRA, F. M. B. **Importância das macrófitas aquáticas Eichhornia azurea Kunth e Scirpus cubensis Poepp & Kunth na ciclagem de nutrientes e nas principais características limnológicas da Lagoa do Infernã (SP)**. 1989. 147f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Ciências Biológicas, São Carlos, 1989.

OLIVEIRA, E. C. **Aspectos Limnológicos e sanitários de uma lagoa costeira no litoral leste do ceará – Lagoa Batoque**. 2006. 164f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Paulo, São Carlos, 2006.

PEREIRA, A. A.; MENDONÇA, A. S. F.; ANDRADE FILHO, M. C. Aspectos Qualitativos de Águas de Lagoas Costeiras e seus Fatores Influentes – Estudo de Caso: Lagoa Mãe-Bá, Espírito Santo. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 11, n. 1, p. 63-77, 2006.

PEREIRA, R. Análise do saldo de fluxo subterrâneo da caracterização hidrológica das lagoas do sistema lacustre Bonfim, RN – Brasil. **Holos**, v. 20, 2004 .

PETRUCIO, M. M. Caracterização das Lagoas Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus a partir da temperatura, salinidade, condutividade, alcalinidade, O₂ dissolvido, pH, transparência e material em suspensão. In: ESTEVES, F. A . ed. **Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)**. Rio de Janeiro, p. 109–122, 1998.

POTT, V.J.; POTT, A. **Plantas Aquáticas do Pantanal**. 1. ed. Centro de Pesquisa Agropecuária do Patanal (Corumbá - MS). Embrapa, Brasília. 2000. 404 p.

QUIBLIER, C.; LEBOULANGER, C.; SANÉ, S.; DUFOUR, P. Phytoplankton growth control and risk of cyanobacterial blooms in the lower Senegal River delta region. **Water Research**, v. 42, n. 4-5, p. 1023-1034, 2008.

RAMOS, A. B. S. J. **Hidroquímica do rio São Paulo, Recôncavo Baiano**. 2012. 74f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

REIBER, W. F. (Coord.) Plano diretor de mineração para a Região Metropolitana de Salvador, 1992. 124p. (DNPM/ Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador e Superintendência de Geologia e Recursos Minerais da Bahia).

SALVADOR. Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente da Prefeitura Municipal do Salvador (SEPLAM). Lei nº 6.586, de agosto de 2004: Revisão e atualização do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município do Salvador (PDDU). Disponível em: <[http:// seplam.pms.ba.gov.br/pddua/lei658604.asp](http://seplam.pms.ba.gov.br/pddua/lei658604.asp)>. Acesso em: 03 ago. 2014.

SANTOS, A. C. Noções de hidroquímica. In: Feitosa A. C.; Manoel Filho, J. (Eds.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 2008. p. 81–108.

SANTOS, R. A. **Hidrogeoquímica das águas subterrâneas do município de Iraquara, Bahia**. 2011. 114f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

SMITH, S. V.; ATKINSON, M. J. Mass Balance of Nutrient Fluxes in Coastal Lagoons. In: Kjerfve, B. ed. **Coastal Lagoon Processes**. Amsterdam: Elsevier Oceanography Series, 1994. p. 133–155. v. 60.

SMITH, N. P. Water, salt, and heat balances of coastal lagoons. In: Kjerfve, B. ed. **Coastal Lagoon Processes**. Amsterdam: Elsevier Oceanography Series, 1994.p. 69-101.v. 60.

SOARES, A.; MOZETO, A. A. Water Quality in the Tiete River Reservoirs (Billings, Barra Bonita, Bariiri and Promissao, SP-Brazil) and Nutrient Fluxes across the Sediment-Water Interface (Barra Bonita). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n. 3, p. 247-266, 2006.

SOUSA, E. B. et al. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, Pará, Brasil). São Paulo. **Acta Botânica Brasilica**, v. 23, n. 4, 2009.

SPERLING, V. M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v. 1 e 2. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 243 p.

SCHULTZE, M., POKRANDT K., HILLE W. Pit lakes of the Central German lignite mining district: Creation, morphometry and water quality aspects. **Limnologia - Ecology and Management of Inland Waters**, v. 40, n. 2, p. 148-155, 2010.

THOMAZ, S. M. **Influência do regime hidrológico (pulsos) sobre algumas variáveis limnológicas de diferentes ambientes aquáticos da planície de inundação do alto rio Paraná, MS, Brasil**. 1991. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1991.

TUBBS, D. et al. Impacto da Mineração de Areia sobre a Química das Águas Subterrâneas, Distrito Areeiro da Piranema, Municípios de Itaguaí e Seropédica, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geociências**, v.41, n. 3, p. 472-485, 2011.

UNIDUNAS – Universidade Livre das Dunas e Restingas de Salvador. Disponível em <<http://unidunas.com.br/historico/>>. Acesso em: 10 de jan. 2013.

VALLE JR., R. F. et al. Diagnóstico temporal e espacial da qualidade das águas superficiais do rio Uberaba – MG. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 45, p. 1-11, 2013.

WIT, R. et al. Short-term interactions between phytoplankton and intertidal seagrass vegetation in a coastal lagoon (Bassin d' Arcachon, SW France). **Hydrobiologia**. v. 699, Issue 1, p.55-68, 2012.

ZUCCARI, M. L. et al. **Atividades e produtos em desenvolvimento no projeto “Subsídios para a Gestão dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Jaguaribe e Ipitanga no Município do Salvador, BA”**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, v. 99, p. 2006. (Documentos, 58). Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br/publica/serie.html>>. Acesso em: 14 jan. 2013.

APÊNDICE A

PROCEEDINGS OF SAFETY, HEALTH
AND ENVIRONMENT WORLD
CONGRESS

XIV Safety, Health and Environment World Congress

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS LAGOAS COSTEIRAS
DO PARQUE DAS DUNAS, SALVADOR-BA

Elaine Santos de Souza¹, Manoel Jerônimo Moreira Cruz²

Abstract — The study on understanding the dynamics of physic-chemical parameters in water bodies is essential to understand the functioning of aquatic ecosystems. Thus, the present study it is necessary to know the actual chemical composition of the dune ecosystem that is considered an important area of groundwater recharge. Therefore, this study aims to evaluate the physic-chemical parameters of coastal lagoons of Parque das Dunas, Salvador - BA, using the spatial variation of some limnological variables in six coastal lagoons, in this urban area. The samples were collected and analyzed at the laboratory of Institute of Geosciences of UFBA. The parameters studied were: temperature, pH, turbidity, conductivity, DO, total dissolved solids, salinity, nitrate, sulfate, OBD and chlorophyll a. Five lakes had values above the nitrate established by CONAMA Resolution 357/05 (10mg L⁻¹).

Index Terms — Coastal Lagoon, physic-chemical parameters, Spatial distribution.

OBSERVAÇÃO: O trabalho completo poderá ser acessado nos anais do congresso.

<http://dx.doi.org/10.14684/shewc.14.2014.161-164>

APÊNDICE B

47º Congresso Brasileiro de Geologia

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS NO PERÍODO SECO DAS LAGOAS COSTEIRAS, DO PARQUE DAS DUNAS, SALVADOR – BA

SOUZA, E. S.¹; CRUZ, M. J. M.¹; BARBOSA, M. C. F.¹; OLIVEIRA, C.B.¹, RAMOS JUNIOR, A. B. S.¹; SANTANA, J.S.¹

¹ **Universidade Federal da Bahia**

RESUMO: As lagoas costeiras contribuem de maneira direta para manutenção do lençol freático e para a estabilidade climática local e regional. Logo, o estudo sobre a compreensão da dinâmica dos parâmetros físico-químicos nestes corpos d'água é essencial para entender o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, permitindo o desenvolvimento de estratégias adequadas de gerenciamento e conservação de seus recursos. Esse ambiente natural, considerado área de recarga do lençol freático, vem sendo ameaçado por possíveis fontes de poluição oriundas do uso e ocupação do meio físico e que são capazes de influenciar na qualidade das águas superficiais, são elas: o crescimento imobiliário, a disposição de resíduos domésticos e o aeroporto que fica a 3,5 Km do local em estudo. Três lagoas fazem parte deste estudo e estão localizadas ao norte do município de Salvador. As mesmas estão inseridas no Parque das Dunas (12°56'59" S e 38°20'25" W), este possui uma área de 6 milhões de metros quadrados. Os ambientes lagunares pesquisados estão inseridos na faixa costeira correspondendo a depósitos de dunas blow-outs, recoberta com vegetação de restinga. O presente trabalho analisa uma campanha no período seco, com amostragem realizada em três lagoas costeiras sob influência de contribuições agrícolas e sanitárias. Neste contexto, foram determinados os seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura (°C), pH, turbidez (NTU), condutividade elétrica (CE) ($\mu\text{s cm}^{-1}$), oxigênio dissolvido (mg L^{-1}), sólidos totais dissolvidos STD (mg L^{-1}), salinidade e nitrato (mg L^{-1}), na superfície das lagoas. Todas as lagoas estão classificadas como doce em relação à resolução do CONAMA 357/05, mesmo tendo concentrações diferentes de salinidade. Com relação ao pH, foi observado um caráter ácido entre 3,61 a 5,11, para as três lagoas. Desta maneira, as lagoas são um exemplo típico de lagoa costeira de águas escuras, devido aos chamados compostos húmicos, estes em elevadas concentrações tornam as águas ácidas. Os valores encontrados para turbidez estão dentro do limite máximo permitido pela resolução do CONAMA 357/05, sendo que para o nitrato apenas uma lagoa excedeu o limite máximo estabelecido para a mesma resolução, apresentando uma média de $14,5 \text{ mg L}^{-1}$ na lagoa do Junco. Para as altas concentrações de nitrato podemos inferir a contribuição da decomposição de plantas na superfície do solo até possível contaminação de fertilizantes nitrogenados, que pode estar associado à presença de atividades agrícolas na bacia Ipitanga, onde se encontram inseridas as lagoas. As variações de temperatura foram significativas entre as lagoas, que possivelmente deve estar relacionada à influência das condições climáticas em função dos horários e locais das coletas em diferentes períodos do dia. Os baixos valores encontrados de CE e STD estão relacionados aos valores de salinidade, evidenciando uma baixa influência do mar. Com base nos resultados obtidos, constata-se que as quatro lagoas apesar de estarem localizadas na mesma área, apresentam características que as diferenciam ecologicamente. Os altos valores de nitrato na lagoa do

Junco demonstram à ocorrência de impactos significativos, caracterizando um risco eminente a saúde humana devido a presença deste íon. Entretanto, se faz necessário uma caracterização sazonal a fim de uma melhor compreensão desse ecossistema.

PALAVRAS-CHAVE: LAGOAS COSTEIRA, PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.

ANEXO A – FORMULÁRIO DE CAMPO

Ficha de Campo_ Parque das Dunas										
Nome da Lagoa - _____										
Código da fotografia - _____										
Data da coleta - _____										
Horário- _____										
<u>Dados Hidroquímicos:</u>										
Aspecto: () límpido () Turvo										
Odor: () Com cor () Inodoro										
Condições Sanitárias: () Ruim () Regular () Boa () Ótima										
Obs.: caso seja ruim, regular ou boa justificar:										

<u>Coordenadas dos pontos:</u>										
Ponto de referencia: _____										
Pontos		Coordenadas								
		X				Y				
Hora da Medição						Temperatura do ar (°c)				
Multiparâmetros										
Temp °C água	pH	pH (mV)	ORP (mV)	C.E. (mS/cm)	Turb (NTU)	OD (mg/L)	STD (g/L)	Sal. (g/L)	Cl (mg/L)	NO ₃ (mg/L)

Formulário de campo adaptado de NASCIMENTO (2008) e SANTOS (2011).