



PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UECE-PROP GEO

**Impactos ambientais sobre os recursos hídricos na
planície de Jericoacoara – Litoral Oeste - CE**

Mestrando: Walter Celso Silva

Orientadora: Prof. Dra. Lidriana Souza Pinheiro

Fortaleza - Ceará

2017

PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UECE-PROPGEO

**Impactos ambientais sobre os recursos hídricos na
planície de Jericoacoara – Litoral Oeste - CE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre na área de concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-áridas e Litorâneas.

Orientadora: Profa. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro (UECE)

Fortaleza - Ceará

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Silva, Walter Celso .

Impactos ambientais sobre os recursos hídricos na planície de Jericoacoara ? Litoral Oeste - CE [recurso eletrônico] / Walter Celso Silva. - 2017. 1 CD-ROM: il.; 4 ¼ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 74 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2017.

Área de concentração: ANÁLISE GEOAMBIENTAL E ORDENAÇÃO DO TERRITÓRIO NAS REGIÕES SEMIÁRIDAS E LITORÂNEAS .

Orientação: Prof. Dr. Lidriana Souza Pinheiro.

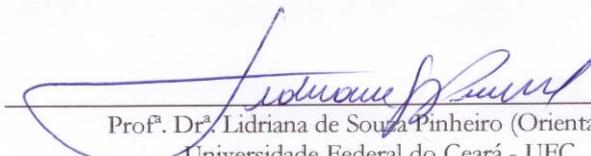
1. Jericoacoara. 2. recursos hídricos superficiais e subterrâneos. 3. disponibilidade hídrica. 4. degradação. I. Título.

WALTER CELSO SILVA

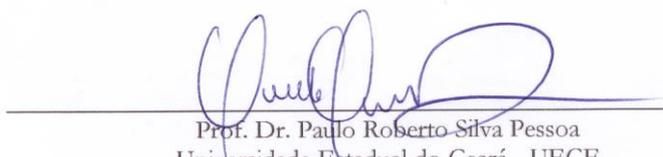
IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS NA PLANÍCIE DE
JERICOACOARA – LITORAL OESTE - CE.

*Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia. Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semiáridas e Litorâneas.

Aprovado em: 31 de outubro de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Dr.^a. Lidriana de Souza Pinheiro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará - UFC
Universidade Estadual do Ceará – UECE



Prof. Dr. Paulo Roberto Silva Pessoa
Universidade Estadual do Ceará - UECE



Prof. Dr. João César Abreu de Oliveira Filho
Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF.

Prof.^a. Dr.^a. Andrea Almeida Cavalcante
Universidade Estadual do Ceará – UECE

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Recursos Hídricos	12
2.2 Cobertura de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário	14
3. METODOLOGIA.....	22
3.1 Caracterização da Área.....	22
3.2 Estrutura Geológica	24
3.3 Aspectos Geomorfológicos	26
3.4 Clima e Hidrografia	34
3.5 Recorte temporal	40
4 Revisão Bibliográfica e Cartográfica.....	45
4.1 Sistemática técnico-operacional	45
4.2 Indicadores da qualidade das águas	45
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
5.1 Disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos.....	48
5.2 impactos ambientais naturais ou antrópicos sobre os recursos hídricos;	54
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXO A.....	73
ANEXO B.....	74
ANEXO C.....	75
ANEXO D.....	76

RESUMO

As preocupações ambientais devido à degradação dos recursos naturais só ganharam importância efetiva nas últimas décadas. Os mananciais hídricos tanto superficiais quanto subterrâneos também vêm sofrendo aumento intensificado nos impactos de degradação e tais processos devem ser identificados, analisados e tratados com eficiência e rapidez para a conservação ambiental. O clima semiárido, presente em quase todo o estado do Ceará, torna ainda mais importante as preocupações com a disponibilidade e qualidade desse precioso recurso. Nos polos turísticos ocorre a sazonalidade turística em que a alta temporada coincide com a estiagem, aumentando os problemas de abastecimento de água. Dessa forma, objetivou-se essencialmente o levantamento de informações quanto à qualidade e à disponibilidade da água superficial e subterrânea ao longo do ano em Jericoacoara, bem como as maiores degradações desses recursos, como a emissão de efluentes, a questão do lixo e as salinizações. De fato, as pesquisas realizadas confirmam as degradações já constatadas em diversos trabalhos anteriores que apontavam como maiores problemas, a questão dos resíduos sólidos que são coletados de forma não seletiva, transportados em veículos abertos e descartados em um lixão sem nenhum controle e, principalmente, a contaminação de quase todo o lençol freático superficial da Vila de Jericoacoara por coliformes fecais. Entre as várias estruturas turísticas pesquisadas que possuem cacimbas, apenas aquelas que se situam no alto da Vila ou na encosta do serrote possuem o aval de potabilidade obrigatório emitido pela vigilância sanitária, de acordo com análises feitas periodicamente em laboratório credenciado. Os demais estabelecimentos são servidos por água encanada e/ou poços profundos particulares, o que nos permitiu mapear tais contaminações cujos índices apresentam-se maiores nas áreas mais baixas da Vila. A indústria do turismo continua a crescer vertiginosamente, ignorando quaisquer problemas econômicos, políticos ou mesmo naturais. Porém, nota-se, principalmente nos últimos tempos, uma crescente preocupação geral da população local e dos órgãos públicos com a questão ambiental. Então, as informações obtidas procuram fornecer os indicativos atuais para o manejo racional da água e assim contribuir com o gerenciamento desses recursos de acordo com o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Jericoacoara, recursos hídricos superficiais e subterrâneos, disponibilidade hídrica, degradação.

ABSTRACT

Environmental concerns due to the degradation of natural resources have only gained effective importance in recent decades. Both surface and underground water sources have been intensified in degradation impacts, and these processes must be identified, analyzed and treated with efficiency and speed for environmental conservation. The semi-arid climate, present in almost all the state of Ceará makes even more important the concerns with the availability and quality of this precious resource. In the tourist resorts there is the seasonality of tourism in which the high season coincides with the drought, increasing the problems of water supply. In this way, the main objective was to collect information on the quality and availability of surface and groundwater throughout the year in Jericoacoara, as well as the greater degradation of these resources, such as the emission of effluents, the issue of garbage and salinization. In fact, the research carried out confirms the degradations already observed in several previous studies that pointed out as major problems, the issue of solid waste that is collected in a non-selective way, transported in open vehicles and discarded in a dump without any control and mainly contamination of almost all the surface water table of the Village of Jericoacoara by fecal coliforms. Among the various tourist structures that have cacimbas, only those located in the upper part of the village or on the side of the hill, have the obligatory potability guarantee issued by sanitary surveillance according to analyzes made periodically in an accredited laboratory. The other establishments are served by piped water and / or private deep wells, which allowed us to map such contaminations whose rates are higher in the lower areas of the Vila. The tourism industry continues to grow dizzyingly, ignoring seems, any economic, political or even natural problems. However, it is noted, especially in recent times a growing general concern of the local population and public agencies with the environmental issue. Therefore, the information obtained seeks to provide the current indicatives for rational water management and thus contribute to the management of these resources according to sustainable development.

Keywords: Jericoacoara, surface and underground water resources, water availability, degradation.

1. INTRODUÇÃO

Os processos de degradação ambiental, com a utilização inadequada dos recursos naturais fundamentais à vida, tais como a água, os solos, o ar, principalmente após a Revolução Industrial, têm causado sérios impactos ambientais, porém, apenas nas últimas décadas tais fenômenos têm sido alvo de maiores preocupações.

Os estudos dessa degradação não devem ser realizados apenas sob o ponto de vista físico. Na verdade, para que possamos entender a questão de forma global, integrada, holística, deve-se levar em conta as relações existentes entre a degradação ambiental e a sociedade causadora e vítima dessa degradação. Desta forma, esses processos devem ser identificados, analisados e tratados com eficiência e rapidez para a conservação do meio ambiente. A base dos recursos naturais do Ceará é notadamente frágil, sobretudo por estar localizado, quase em sua totalidade, no semiárido (Sucupira; Paulino, 2008). Estas características determinam a alta vulnerabilidade dos recursos hídricos, agravados pelos desmatamentos, remoção de matas ciliares, bem como os problemas antrópicos gerados pelo turismo desordenado.

Dentre os impactos acima mencionados, a poluição faz com que a água disponível para o consumo possa existir em quantidade muito menor do que a totalidade da água doce disponível. Os rios e lagoas são poluídos por resíduos de lixões e lançamento de esgoto doméstico sem tratamento, o que acaba deixando suas águas impróprias para o consumo.

O desperdício é também uma das principais causas da escassez dos recursos hídricos. O Brasil é um exemplo negativo: cerca de 40% da água tratada é desperdiçada no país (IBGE, 2010), onde os maiores responsáveis por esse desperdício são as próprias distribuidoras, pois a maior parte desta perda acontece entre a retirada dos mananciais e a chegada às torneiras devido a vazamentos na rede de fornecimento e encanamentos mal conservados. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2002), os consumidores também contribuem. Entre os maus hábitos estariam a lavagem de carros, calçadas, roupas, banhos demorados, louças, em que é desperdiçada mais água do que é necessário, além de vazamentos (uma gota de água caindo o dia inteiro corresponde a 46 litros). Ainda segundo a ANA, a agropecuária e a indústria consomem grande parte dos recursos hídricos, muitas vezes de maneira não adequada contribuindo para o mal uso e desperdício.

A ocupação e o uso desordenado do solo também contribuem para a redução da disponibilidade dos recursos hídricos. Some-se a isso o aumento da demanda, o desperdício e a falta de iniciativa pública para resolver os problemas hídricos e o resultado é milhões de pessoas sem acesso a água potável.

O artigo 225 da Constituição Brasileira diz que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e a coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações”.

A Companhia de água e esgoto do Ceará informa que no Ceará, nas áreas litorâneas, os aquíferos costeiros, lagoas costeiras e sistema de adução se constituem as principais fontes de abastecimento. Na Vila de Jericoacoara, recorte espacial dessa pesquisa, a captação ocorre principalmente em poços públicos e particulares de profundidades variáveis. Nos períodos de maior consumo (festas de final de ano e carnaval) ocorre a captação por adutoras nas lagoas próximas, pois segundo a Cagece, apenas os poços locais não suportam a demanda que chega a aumentar em dez vezes.

Jericoacoara e proximidades passaram por grandes transformações num período de tempo muito curto. De pequenos povoados de pescadores e agricultores de subsistência para uma das praias mais famosas do mundo pelas suas belezas naturais (Nettur, 2006). Com o incremento acelerado do turismo, os principais impactos decorrentes da utilização inadequada dos recursos naturais são visíveis (Arruda, 2007). A poluição hídrica proveniente de estabelecimentos turísticos, comerciais e residenciais que vem comprometendo o lençol freático superficial da vila de Jericoacoara (Georgen, 1985) ou a lagoa de Jijoca, que mesmo estando em uma área de proteção ambiental (APA – Lagoa de Jijoca) tem recebido esgotos do município ainda que de forma clandestina (Fonteles, 2004). A coleta dos resíduos sólidos também é inadequada e sua destinação é um lixão a céu aberto, mesmo que em desacordo com a lei (Arruda, 2013). As queimadas e o desmatamento da vegetação nativa, para a monocultura de caju e coco, vem ocasionando processos visíveis de erosão e assoreamento com a perda de solos férteis e biodiversidade (Gorayeb, 2005).

Baseados na realidade da planície litorânea de Jericoacoara, pode-se observar que os pontos de impasse que serão abordados nessa pesquisa deverão ser concentrados no uso dos recursos hídricos ao longo do Parque Nacional de Jericoacoara e áreas de contenção do entorno.

Em Jericoacora, os maiores problemas ambientais ocorrem nas altas estações turísticas, principalmente em dezembro e janeiro, pois coincide com a estação seca e a consequente carência natural dos recursos hídricos disponíveis. Tal processo acaba se agravando com a degradação do lençol freático superficial e a contaminação de lagoas e riachos, principalmente por esgotos, chorumes e salinizações. O próprio processo natural do deslocamento das dunas acaba por soterrar bosques, mangues, lagoas e até comunidades. Trata-se de um ambiente extremamente dinâmico e frágil, o que acarreta grande vulnerabilidade. Além dos atrativos paisagísticos e balneários, a região é referência mundial para prática de esportes eólico-aquáticos não motorizados (*kite surf*, *wind surf* e outros).

Em 1985, segundo Georgen, foi registrada a presença de coliformes fecais nas cacimbas dos pescadores, contaminadas por suas próprias fossas residenciais. O lençol freático é raso devido ao embasamento geológico, dominado pelo afloramento quartzítico Pré-cambriano, popularmente denominado de serrote ou morro do farol.

Deve-se destacar também que somente em janeiro de 2010 foi implantada na Vila de Jericoacoara uma estação de tratamento de esgoto (ETE), que vem captando o material da região central da Vila e bombeando-o para a citada estação. Porém, passados vários anos, aproximadamente 13km de tubulação foram assentados e considerando-se que tal estação situa-se cerca de 4km afastados da Vila é de se supor que a cobertura sanitária total seja insuficiente (Araujo, 2013).

Quanto á distribuição da água potável, segundo a Cagece (2013), 639 domicílios usufruem de água tratada na área central da Vila. Também, de acordo com a Cagece (*op cit*), são seis poços profundos (entre 18 e 60 metros) com vazão total de 100m³/h e bombeados para os dois reservatórios com capacidade de 150m³ cada um, onde é feito o tratamento para a distribuição.

Segundo dados do IBGE (2010), o percentual de domicílios que possui coleta de resíduos sólidos na Vila e seu entorno é de 33%, concentrados justamente no complexo turístico central, enquanto 68% dos domicílios, principalmente nas periferias, queimam, enterram ou jogam seus resíduos em terrenos baldios adjacentes. Mesmo o material que é coletado, não de forma seletiva ou racional, é descartado *in natura* em lixões a céu aberto, em área desmatada no tabuleiro costeiro do município de Jijoca, longe dos olhos dos turistas.

Eis então o impasse: o alto impacto do turismo mais o mau uso dos recursos naturais resultam em poluição que degrada o meio ambiente causando menor disponibilidade hídrica.

Sobre a realidade da planície de Jericoacoara hoje, pode-se observar que os pontos de impasse que serão abordados pela presente pesquisa deverão se concentrar na disponibilidade, qualidade e uso dos recursos hídricos que vêm sendo degradados, principalmente nas duas últimas décadas pelo incremento desordenado do turismo, gerando subsídios para um planejamento ambiental que não comprometa os ecossistemas nem a qualidade de vida da população local.

Em face do exposto, o objetivo geral dessa pesquisa é identificar e analisar a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos na área da planície de Jericoacoara. Os objetivos específicos são:

- a) Avaliar a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos para entender a influência da sazonalidade e demanda turística;
- b) Identificar os impactos ambientais naturais ou antrópicos sobre os recursos hídricos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Recursos Hídricos

Todas as águas que estejam à disposição para quaisquer tipos de uso são chamados de recursos hídricos, sejam eles superficiais ou subterrâneos. Sendo a água um recurso renovável estaria sempre disponível para o homem utilizar. Entretanto, mesmo com o avanço mundial nos sistemas de abastecimento de água e saneamento básico, nota-se no geral uma queda na disponibilidade e na qualidade da água, principalmente nas grandes metrópoles devido ao aumento gradual no consumo, associado a poluição por efluxos domésticos e industriais além da presença de lixões, agrotóxicos e vários outros agentes contaminadores, inclusive alguns de origem natural, o que tem causado o “estresse hídrico” com crises cíclicas de abastecimento. (Costa *et al.*, 2012).

Tomado como um dos grandes problemas da atualidade, o equilíbrio da oferta e demanda dos recursos naturais, econômicos e sócio-culturais é de fundamental importância para a minimização dos conflitos de uso (Lima & Zakia, 1998).

Dessa forma, no Brasil, como na maioria dos países do mundo foi regulamentada a Lei 9.433/97, também conhecida como Lei das Águas, que segue o conceito de gestão integrada dos recursos hídricos para um manejo voltado para o desenvolvimento sustentável com ações para preservar os mananciais tanto de superfície quanto subterrâneos, mantendo assim a qualidade e a quantidade disponível desse precioso recurso.

De fato, a preocupação ambiental vem ganhando grande destaque principalmente nas últimas décadas preocupando toda a sociedade, sendo que as questões hídricas permanecem no topo das discussões. Assim, a qualidade e disponibilidade da água ficam comprometidas não só por períodos longos de estiagem, mas também pela carga de poluentes despejados (Meybeck & Helmer, 1992).

Em geral, as fontes contaminantes estão associadas à deficiência ou ausência de sistema de esgotamento sanitário, a despejo de efluentes domésticos e industriais bem como à implantação inadequada de aterros sanitários e lixões, para disposição de resíduos sólidos, dentre outros (Ribeiro, 2010). Em vista da complexidade de fatores que determinam a qualidade da água e a grande alternativa de variáveis usadas para

descrever o status dos corpos hídricos em termos quantitativos, é difícil fornecer uma definição simples de qualidade da água.

A qualidade do ambiente aquático é definida por uma série de concentrações, especificações e partículas físicas de substâncias orgânicas e inorgânicas, e a composição e estado da biota aquática encontrada num corpo hídrico. A qualidade do ambiente aquático mostra as variações temporais e espaciais em função dos fatores internos e externos do corpo hídrico. (Meybeck & Helmer, 1992).

A qualidade da água refere-se, então, a uma série de parâmetros físicos, químicos, biológicos e radiológicos que exercem influência direta na integridade da bacia hidrográfica que, por sua vez, está ligada a uma série de fatores de ordem natural e antrópica que devem ser observados conjuntamente”. (Silva *et al.* *apud* Lima, 1997).

A questão sobre os recursos hídricos e a água no Brasil e no mundo passa por inúmeras indagações e questionamentos em relação aos seus usos. Sabe-se que muitos estudos apontam um futuro sombrio em relação à água potável e aos recursos hídricos, isto levando em conta toda e qualquer forma de água doce encontrada no planeta. Segundo Setti (2001), uma situação de escassez envolverá cerca de cinco e meio bilhões de pessoas vivendo em áreas com moderada ou séria falta de água, em um horizonte de trinta anos.

Segundo Carvalho (2002), a água deve ser considerada como recurso finito e escasso que ainda sofre alta carga de poluentes degradando-a, mesmo sendo um recurso essencial para sobrevivência de todas as espécies inclusive a espécie humana.

Recurso hídrico e água, para Pompeu (2001), se diferenciam pois “Água é o elemento natural, descomprometido com qualquer uso ou utilização. É o gênero. Recursos Hídricos são a água como bem econômico passível de utilização com tal fim”.

A distribuição da água no planeta tem ocorrido de uma forma desigual, porém, essa distribuição se dá devido às características de regimes hidrológicos, geomorfológicos e particularidades peculiares de cada região.

Tabela 1 Distribuição de Água no Planeta

Reservatórios	Volume, km³	Percentual, %
Oceanos	1.320.305.000	97,24
Geleiras	29.155.000	2,14
Águas subterrâneas	8.330.000	0,61
Lagos	124.950	0,009
Mares	104.125	0,008
Umidade do solo	66.640	0,005
Atmosfera	12.911	0,001
Rios	1.250	0,0001
Total	1.358.099.876	100

Fonte: Grassi, 2001.

A abundância da água pode causar falsa sensação de recurso inesgotável. Entretanto, é possível considerar que a água não é um recurso infinito e que sua escassez poderá trazer drásticas consequências. O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, através da Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, apresenta os mecanismos que asseguram aos recursos hídricos o uso conforme a necessidade e conservação. O uso dos recursos hídricos pode ser através de diversos setores e atividades da sociedade. Algumas de suma importância, dentre elas podemos destacar: saneamento básico, agricultura e irrigação, energia hidrelétrica, transporte hidroviário, uso industrial, pesca e aquicultura, turismo e lazer.

2.2 Cobertura de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário

Analisar a operacionalização dos serviços de saneamento básico, em nível nacional, não é uma tarefa muito simples de se desenvolver, principalmente no caso do Brasil, que possui extensão continental. Mesmo o diagnóstico apresentado pelos órgãos

de pesquisa estatística ou pelos órgãos de desenvolvimento de atividades relacionadas ao setor de saneamento não possibilita a obtenção de um quadro exato da situação brasileira. Por outro lado, as informações fornecidas por esses órgãos são suficientes para a obtenção de um panorama bastante realista dos sistemas de abastecimento de água e tratamento de esgotos, ressaltando-se que os mesmos devem ser analisados com critério, de forma a não conduzirem a uma avaliação errônea do setor de saneamento brasileiro.

Dessa forma, é quase certo que o Estado deverá assumir a responsabilidade pelo setor de saneamento nas áreas rurais, de forma a elevar o índice de cobertura dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

No que se refere à Vila de Jericoacoara, o abastecimento de água tratada e encanada pela Cagece cobre todo o perímetro urbanizado. Também ocorre a coleta dos esgotos que são bombeados por turbilhonamento e tratados em duas estações paralelas situadas no tabuleiro costeiro distante quatro quilômetros do ponto de armazenamento da Vila. Já nas comunidades vizinhas, a água tratada e encanada ocorre nas áreas mais urbanizadas das comunidades, sendo que a coleta de esgotos ou seu tratamento são inexistentes. A Cagece também informa que os mananciais de captação para o abastecimento público são as lagoas e os poços profundos. Já os poços rasos são de uso privado. Também ocorrem inúmeros poços profundos privados que pelo seu elevado custo, estão principalmente nas estruturas voltadas ao turismo. Desta forma destacamos a seguir as características destes corpos hídricos onde a água é captada.

2.2.1 Lagoas Costeiras

Dentre os inúmeros corpos hídricos existentes, cada um apresenta peculiaridades próprias quanto a sua origem e principais usos: abastecimento, irrigação, pesca, transportes, turismo, lazer e outros mais. Lagos e rios são as principais fontes de água potável, mesmo constituindo, em seu conjunto, menos de 0,01% do suprimento total de água. Estudos recentes dizem que a agricultura utiliza um quinto da água que escoar para os mares; e as previsões indicam que essa fração atingirá cerca de três quartas partes no ano de 2025. (Braid, 2004)

Vários autores definem auxiliando na caracterização das lagoas costeiras. Loureiro *et al.* (2006) as definem como corpos hídricos em conexão com o oceano originados a partir da elevação do nível marítimo durante o Holoceno/Pleistoceno e da

deposição de restingas arenosas pelos processos marinhos que acabaram isolando-as do mar de forma parcial ou total.

Para Tundisi (2008), a lagoa costeira apresenta-se como um lago raso ou como corpos hídricos ligados a um curso fluvial ou ao oceano. Segundo Kjerfve (1994), tais corpos de água são rasos e, sendo costeiros, separados do mar por uma barreira em geral paralela à costa e ligadas ainda que de forma intermitente com o oceano.

No Brasil, segundo Esteves (1998) *apud* Fontenele (2014), não importa a origem nem a localização desses corpos hídricos, pois tanto na costa quanto no interior são chamados como lagoas. Porém, ressalta o autor a imprecisão desse procedimento, pois lagoas costeiras ligadas ao mar são denominadas lagunas e apenas as isoladas do mar são na realidade lagoas costeiras. Ainda de acordo com esses autores, os principais processos que formaram tais lagoas são os seguintes:

- 1) Lagoas formadas através de faixas de areia que isolaram um braço de mar ou uma pequena enseada;
- 2) Lagoas formadas por sedimentos marinhos depositados na foz de um rio, processo comum nos tabuleiros litorâneos do Nordeste;
- 3) Lagoas formadas por faixas de areia depositadas nas depressões que formam as restingas.

Os autores destacam ainda a importância da compreensão da dinâmica dessas lagoas não só para o entendimento do metabolismo desses ambientes, mas para sua conservação e bem como sua utilização racional, pois contribuem para a estabilidade climática e a manutenção do lençol freático. Reafirmam ainda os autores a grande importância desses corpos hídricos para a ecologia e para a estabilidade climática além de serem reservatórios de água doce para múltiplas finalidades, tais como: o turismo e lazer, o controle de inundações e até o receptor de efluentes, desde que devidamente tratados para não comprometerem a qualidade hídrica.

Pela resolução CONAMA 357/05 os recursos hídricos devem apresentar padrões de qualidade física, química e biológica para potabilidade e balneabilidade para seu uso adequado.

O litoral cearense está incluído no “Domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos”, constituído por sedimentos Tércio-quadernários da Formação Barreiras, sobrepostos a depósitos holocênicos de dunas, praias, mangues e aluviões em superfícies localizadas (Souza, 1988), sendo considerado ecossistema de grande fragilidade no contexto do macrozoneamento do litoral brasileiro (MMA, 1998).

Então no litoral cearense formaram-se lagoas em função da somatória do avanço das dunas e da variação da linha da costa. Em geral, estão situadas nos tabuleiros litorâneos ligando-se com o mar por percolação ou por pequenos cursos d'água Matias *et al.* (2003) *apud* Vicente da Silva (1998). Ainda segundo os autores, possuem em sua maioria regimes perenes e meandros devido a terem sido antigos cursos fluviais. Também afirmam que o complexo Jijoca-Azul-Paraíso apresenta forma em “espinha de peixe”, por ocupar os vales interdunares. Deste modo, pode-se afirmar que o litoral cearense possui elevado potencial hidrológico se o compararmos ao interior semiárido.

Tendo sido decretada área de proteção ambiental (Decreto Estadual 25.975/2000), as lagoas do complexo e seu entorno possuem grande riqueza florística, hídrica e paisagística e, desta forma, tal decreto visa a conscientização da população local sobre a preservação ambiental através de ações de desenvolvimento sustentável principalmente devido a sua maior atividade, que é justamente o turismo ecológico (Matias *et al.*, 2003).

Na planície de Jericoacoara, os lagos e as lagoas são de suma importância como fonte de abastecimento e principalmente para recreação e turismo, pois em suas margens encontram-se pousadas, restaurantes, barracas e toda uma estrutura para prática de esportes náuticos e eólicos não motorizados. Segundo Braid (2004), menos de 0,01% de toda a água do planeta constitui-se de água potável, fornecida principalmente por rios e lagos que vêm apresentando maior vulnerabilidade pela intervenção humana.

Mesmo em se tratando de uma área de proteção ambiental, a lagoa de Jijoca e seu entorno vêm sofrendo, principalmente nas áreas mais urbanizadas, o despejo de alguns resíduos, bem como a ocupação de suas margens com pouca ou nenhuma estrutura de saneamento, ocasionando assim visíveis processos de degradação ambiental. A atividade da carcinicultura também vem comprometendo a qualidade de alguns corpos hídricos como constatado recentemente pela população local no complexo do Guriu, onde, devido à doença da mancha branca, os produtores locais realizaram uma despesca emergencial esvaziando o conteúdo dos tanques ocasionando uma considerável mortalidade de organismos aquáticos.

“Lagoas costeiras são ecossistemas presentes em todos os continentes sendo áreas de acentuada importância para as populações humanas em função dos recursos alimentares, através da pesca, e também, por apresentarem excelentes áreas de lazer”. (Esteves, 1998a *apud* Nascimento, 2010).

Para Barroso *et al.* (2000), de toda a costa mundial, 15% é ocupada por lagoas que são um dos ambientes mais produtivos do planeta. Também salienta que devido às atividades humanas ligadas a alimentação, transporte, energia, lazer e urbanismo causam vulnerabilidade nesses corpos hídricos que possuem um equilíbrio delicado que pode ser perturbado facilmente, em geral associado a problemas econômicos que criam situações muitas vezes irreversíveis.

Por isso, é fundamental o uso racional deste ecossistema que tornará aquela região autossustentável e, conseqüentemente, irá gerar mais emprego, renda e uma qualidade de vida melhor.

Porém, de acordo com Matias *et al.* (2003), o complexo lagunar de Jijoca-Paraíso-Azul constitui-se em exemplo de uso irracional do ecossistema, pois mesmo tendo sido decretada como área de preservação permanente ainda se notam alguns problemas ambientais, embora a conscientização da população local quanto à importância eco turística vem se ampliando.

A grande visibilidade trazida pelas atividades turísticas, além da participação de organizações ambientalistas, tem promovido junto aos órgãos públicos medidas que visam minimizar ou mesmo extinguir a origem dos problemas ambientais que impactam essas lagoas. Várias iniciativas de revitalização vêm sendo tomadas, tais como campanhas e mutirões para coleta de resíduos ao longo de suas margens.

A crescente ocupação do litoral cearense influi para que haja maior preocupação quanto ao uso adequado dos recursos hídricos e a conservação dos ambientes aquáticos (Silva, 1998).

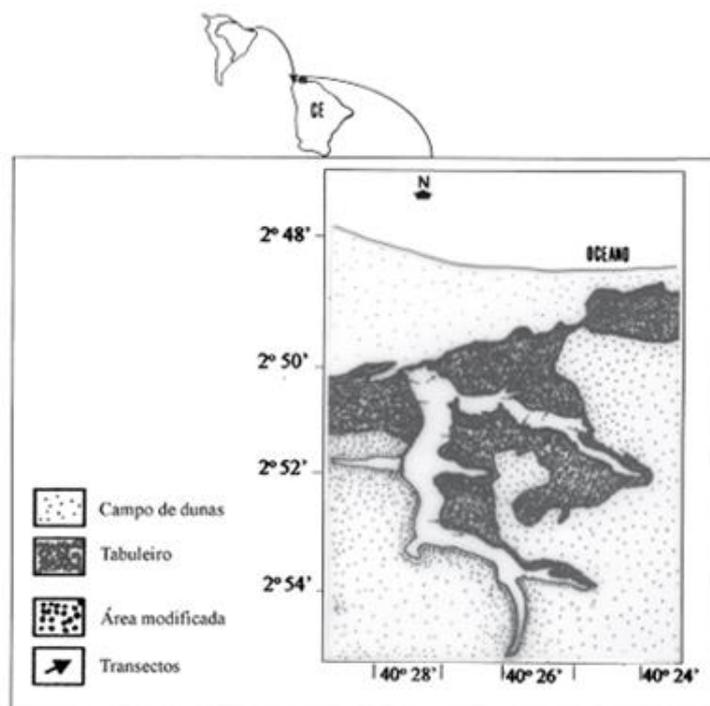


Figura 1 Localização da área de proteção ambiental da Lagoa de Jijoca de Jericoacoara, Ceará, Brasil. Fonte: Modificado do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, 1972. Escala 1:100.000.



Figura 2 Complexo lacustre interdunar (estação chuvosa).

Fonte: *jericoacoara.travel*

2.2.2 Águas subterrâneas

2.2.2.1 Poços

São retiradas através de poços que, segundo Feitosa & Filho (1997), trata-se de uma abertura feita no solo com a finalidade de tirar (captar) água do subsolo. Os poços podem ser rasos (mais comuns) ou profundos (cidades).

2.2.2.1.1 Poços Rasos

De acordo com Taffarel (2012), recebem a denominação de poços rasos as estruturas que captam a água do lençol freático existente acima do embasamento impermeável mais próximo da superfície. Suas profundidades raramente são maiores que 20 metros apresentando quase sempre aspecto circular. Podem ser de três tipos:

- 1) Poços rasos escavados, construídos em geral manualmente com diâmetros elevados (de 0,80 a 1,50m). Os cacimbões, comuns no sertão do Nordeste, costumam apresentar mais de 2m de diâmetro e são os mais sujeitos a contaminações. Dificilmente ultrapassam os 10 metros de profundidade;
- 2) Poços rasos perfurados são construídos por escavadeiras ou outros equipamentos manuais possuindo pequenos diâmetros (0,15 a 0,30m) e profundidades entre 8 e 20 m, por explorarem lençóis freáticos de grande vazão, raros no Nordeste;
- 3) Poços rasos cravados, construídos mecanicamente por tubos metálicos providos de ponteiros por rotação ou percussão com pequenos diâmetros (3 a 5cm) e profundidades variáveis conforme o terreno.

2.2.2.1.2 Poços Profundos

Segundo Feitosa & Filho (1997), recebem esse nome quando captam a água do lençol freático armazenado entre duas camadas impermeáveis. Sua construção exige maquinário e mão de obra especializadas e suas profundidades são superiores a 40 m, podendo atingir 200m ou mais conforme o terreno e é chamado de poço jorrante quando a água flui naturalmente por pressão, sem bombeamento. As águas de tais poços, também chamados de artesianos, costumam ser mais livres de bactérias e impurezas além de possuírem mais sais.

Ainda de acordo com os autores, os ventos e a chuva trouxeram o material arenoso para cima das “fendas” rochosas. Ficou, então, o solo em cima, a formação

crystalina, a água e uma segunda camada cristalina novamente. Entre as duas camadas, a água freática é armazenada. Aproveitando as características dessa rocha impermeável, deu-se a formação dos lençóis de água.

Os poços profundos hoje são os principais mananciais que abastecem a Vila de Jericoacoara. Os públicos que armazenam tratam e distribuem por toda Vila e comunidades próximas e os particulares que atendem aos empreendimentos turísticos. A oferta hídrica subterrânea também depende da sazonalidade climática, pois a maior demanda turística coincide com as menores reservas aquíferas na estiagem.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Área

O recorte espacial do projeto compreende a planície litorânea de Jericoacoara (ICMBio, 2007). Compreende a área ocupada pelo Parque Nacional de Jericoacoara, sua vila e o entorno do parque formado pelas comunidades de Guriú (município de Camocim), Mangue-Seco e Lagoa Grande (município de Jijoca) e Caiçara e Preá (município de Cruz). A morfologia de Jericoacoara é pouco frequente na costa, trata-se de um promontório sustentado pelo afloramento rochoso quartzítico (cristalino) do Pré-cambriano, chamado popularmente de Serrote (Meireles *et al.*, 2002). As dunas barcanas de grande porte são as feições mais proeminentes e que se deslocam em direção L-O, seguindo a direção dos ventos predominantes (ICMBio, 2007).

Dentre os ecossistemas que ocorrem na região, os manguezais e os tabuleiros são os que têm uma vegetação natural mais densa. Além dos extensos manguezais do complexo estuarino do Guriú, ocorrem manguezais em franja em lagoas com influência de maré salgada como a lagoa da Tatajuba (Lima, 2007) e também os campos de dunas com seus bosques e lagoas encravados além das praias.

O Parque Nacional de Jericoacoara (PNJ), onde se situa a Vila de Jericoacoara, está localizado no litoral oeste do estado do Ceará (Figuras 3 e 4), a aproximadamente 300 km da capital Fortaleza. A Unidade de Conservação foi criada no dia 4 de fevereiro de 2002, com área de 8.416 hectares, sendo ampliado pela Lei Federal nº 11.486, de 15 de julho de 2007, para 8.816 hectares. O PNJ está inserido entre as coordenadas S 02°46'27,33015'' de latitude ao norte do parque, S 02°50'49,17264'' de latitude ao sul, W 40°24'58,76862'' de longitude a leste e W 40°35'48,12954'' de longitude a oeste.

O mapa (Figura 3) mostra a localização da área foco da pesquisa: a Vila de Jericoacoara, o Parque Nacional homônimo, bem como o seu entorno. Embora os recursos hídricos na planície de Jericoacoara seja o foco do projeto, a Vila polariza toda a região tanto no consumo desses recursos como nos impactos nos mesmos.



Figura 3 Parque Nacional de Jericoacoara. Fonte: ICMBio, 2015

As áreas de captação de águas superficiais para abastecimento da Vila estão concentradas nos complexos lagunares próximos, agrupados na área de Proteção Ambiental da Lagoa de Jijoca que está localizada no litoral oeste do Estado do Ceará ($2^{\circ}50'10''$ e $2^{\circ}55'32''$ S - $40^{\circ}28'32''$ e $40^{\circ}24'0''$ W), abrangendo área de 3.995,61ha (Figura 3).



Figura 4 Guarita na entrada do Parque Nacional de Jericoacoara via Mangue Seco

Fonte: Arquivo Pessoal.

3.2 Estrutura Geológica

A geologia do Parque Nacional de Jericoacoara é bastante diversa em tempo geológico, sendo possível encontrar rochas aflorantes desde o Pré-cambriano a sedimentos inconsolidados holocênicos. De acordo com os Planos de Manejo (ICMBio, 2009; ICMBio, 2011c) e bem como os trabalhos de Arruda (2007) e Júlio (2012), destacam-se na área três grandes ambientes geológicos distintos: o primeiro ambiente geológico é a região do Serrote ou Morro do Farol, que representa o afloramento do embasamento cristalino (quartzítico) que remonta ao Pré-cambriano e abrange todo o promontório de Jericoacoara. Além dos quartzitos, a formação também possui gnaisses ferríferos cataclasiados e silicificados da formação São Joaquim (Georgen, 1985; Arruda, 2007 ; Julio, 2012).

De acordo com Siqueira (2011), a Formação São Joaquim é composta principalmente por “quartzitos com variável composição mineralógica, incluindo minerais como cianita, silimanita e muscovita com intercalações menores de calcissilicáticas, xistos e metavulcânicas félsicas”.

Para Georgen *et al.* (1985; ICMBio, 2009), tais afloramentos quartzíticos ocorrem nas vertentes norte e nordeste da formação do serrote com textura “maciça, cor

creme a cinza cor creme a cinza escuro, às vezes avermelhado devido intensa impregnação e percolação de óxido de ferro nas zonas fraturadas, e granulação fina”.

Trata-se de uma formação intensamente fraturada em várias direções com predomínio N60W nos principais sistemas de fraturas que, em geral, são preenchidas por óxido de ferro. Tais dobramentos nos mostram as fases de deformação do embasamento cristalino (ICMBio, 2009; ICMBio, 2011c).

Ainda de acordo com Julio (2012) e Julio *et al.* (2013), tal formação se compõe de quartzitos dobrados com intercalações de itabiritos que pertencem a Formação São Joaquim do Grupo Martinópolis, cujas idades constituem diversos estudos que discordam quanto a época de sua origem.

Sobre a deposição original das rochas pertencentes à Formação São Joaquim os autores colocam que foram

(...) depositadas em paleoambientes que transacionaram entre fluvial e deltaico com a sedimentação marginal do tipo *flash* (sequencia de camadas intercaladas de arenitos gradacionais e folhelhos) em placas fragmentadas do supercontinente Rodínia, cuja idade de fragmentação data do Neoproterozoico (Período Toniano) a cerca de 750 a 850 Ma (Julio, 2012 e Julio *et al.* 2013)

O segundo ambiente geológico apresenta rochas sedimentares do Grupo Barreiras em forma de pequenas falésias e cortes em poucos locais a leste do Parque Nacional de Jericoacoara (Arruda, 2007; ICMBio, 2009c). Georgen *et al.* (1985) também destaca tal formação (Barreiras) na parte sul do parque. Para Siqueira (2011) e Nunes *et al.* (2011), Grupo Barreiras constitui uma “cobertura sedimentar terrígena continental e marinha de idade miocênica a pleistocênica inferior” que se estende de forma quase continua do litoral do estado do Pará ao Rio de Janeiro, enquanto a composição os autores colocam que o grupo é composto por “uma sequencia de sedimentos detríticos, siliclásticos”.

Ainda sobre o Grupo Barreiras, para Georgen *et al.* (1985) e ICMBio (2009), nas áreas junto a costa da Vila aparece um gregado de seixos e calhaus de quartzito e cimento composto de arenito grosso cinza claro e materiais ferroginosos bastante compactos com estratificação paralela erosiva, caracterizado como uma facies do Grupo Barreiras fazendo parte da Formação Camocim.

O terceiro ambiente geológico apresenta depósitos holocênicos composto por sedimentos litorâneos (depositados nas praias). Deposições eólicas e fluviomarinhas nas praias apresentando areias finas e médias oriundas da plataforma continental contígua e

de rochas encontradas na linha de costa com tonalidades entre o cinza claro e o creme (ICMBio 2009; ICMBio, 2011).

Os depósitos eólicos são a maior unidade geológica em área do PNJ, ocorrendo em forma de cordões com direção NE-SW (Figura 5). As praias do Desterro e Preá, a leste, são a fonte de alimentação do campo de dunas (Figura 17). No PNJ são encontradas principalmente dunas de primeira geração (paleodunas), de segunda geração (dunas parabólicas) e de quarta geração (dunas ativas).

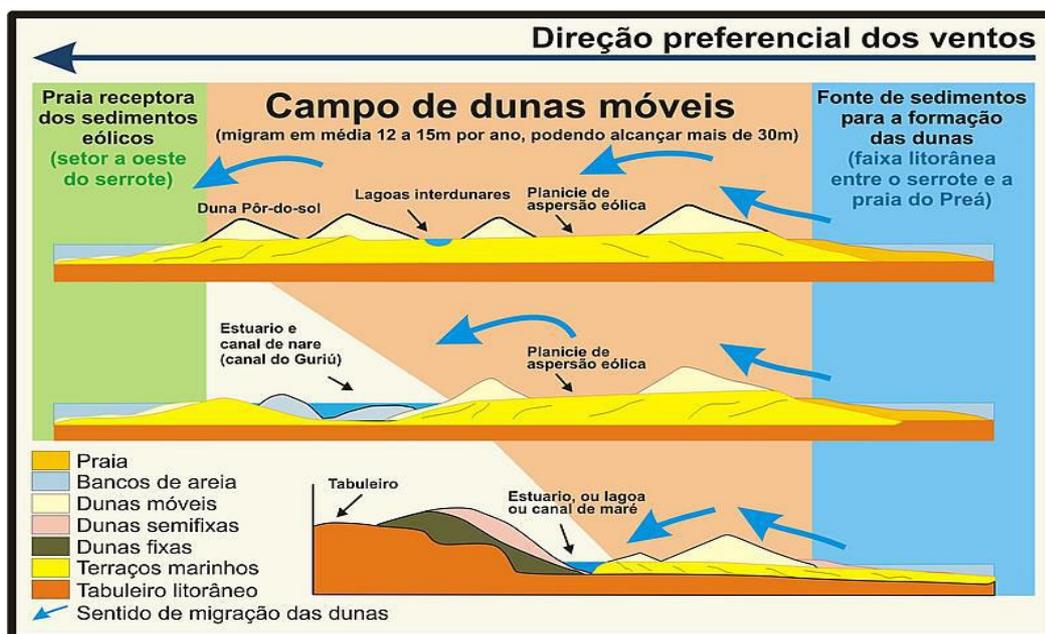


Figura 5 Formação e migração do Campo de Dunas do Parque Nacional de Jericoacoara. Fonte: <http://www.ijericoacoara.com/dunas/>, acesso em outubro de 2015.

3.3 Aspectos Geomorfológicos

De acordo com o ICMBio (2000), a planície costeira de Jericoacoara é delimitada pela Foz do Riacho Doce a leste e a desembocadura do Complexo fluviomarinho do Guriu a oeste. Vale destacar também o Córrego Arrombado, situado integralmente no interior do Parque, a oeste da Duna do Por do sol e que é alimentado pelas lagoas perenes interdunares por processo de percolação. Segundo Meireles (2009), destaca-se ainda que seus principais elementos morfológicos tiveram como origem processos desencadeados durante o quaternário pelas diversas mudanças de nível do mar. (Figuras 18, 19 e 20).

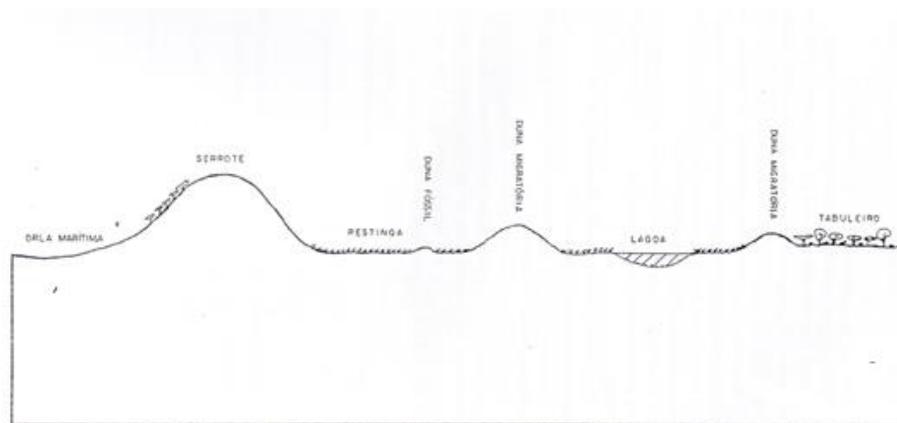


Figura 6 Perfil N – S do Parque Nacional de Jericoacoara. Fonte: Georgen, 1985.

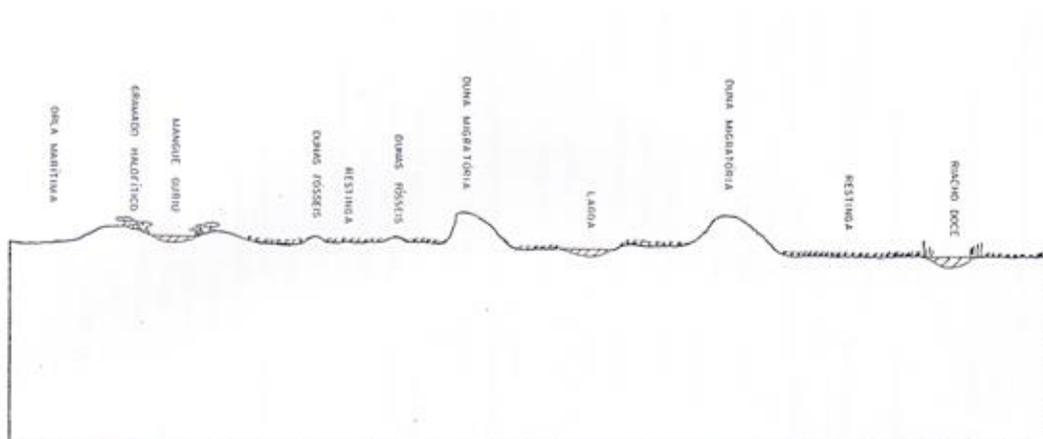


Figura 7 Perfil L – O do Parque Nacional de Jericoacoara

Fonte: Georgen, 1985.

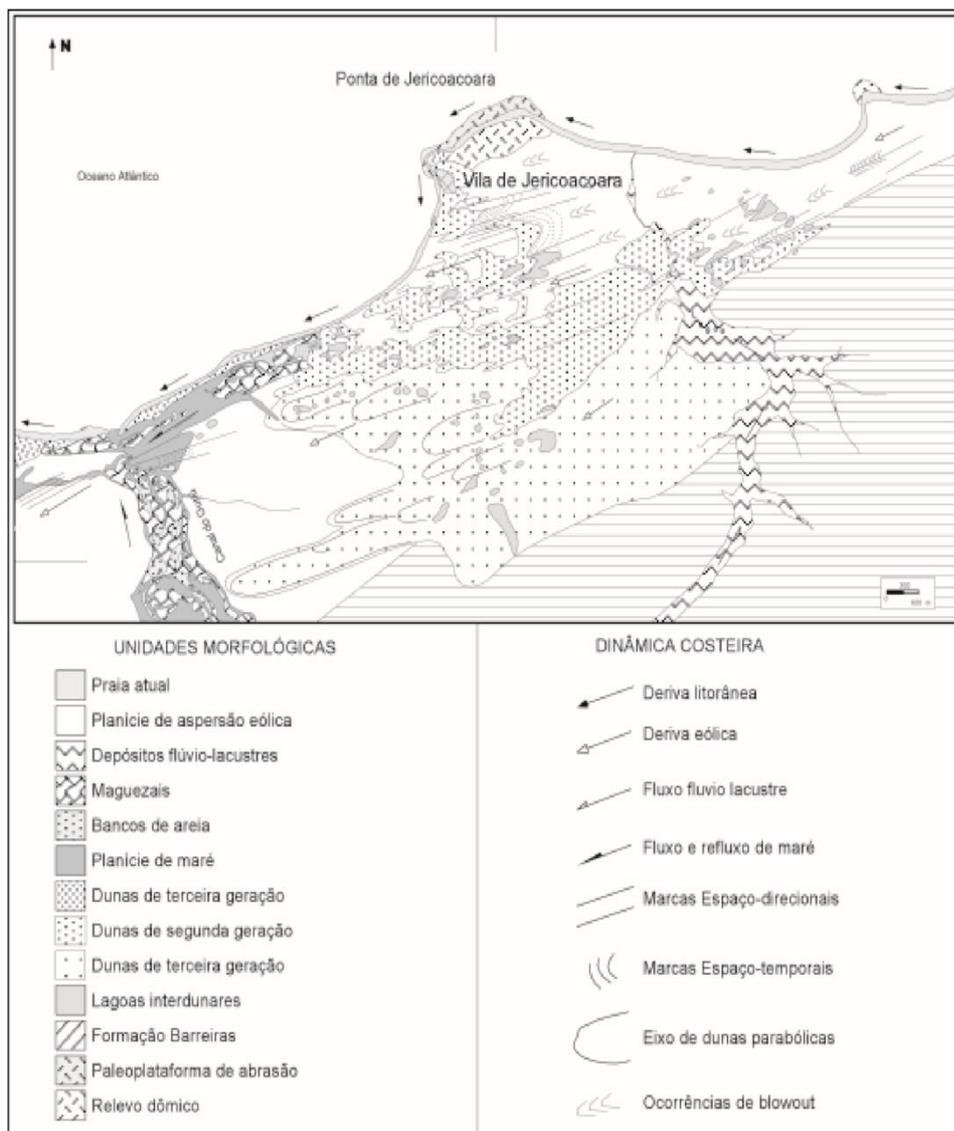


Figura 8 Aspectos geomorfológicos e localização dos geoindicadores.

Fonte: Raventos, 2002.

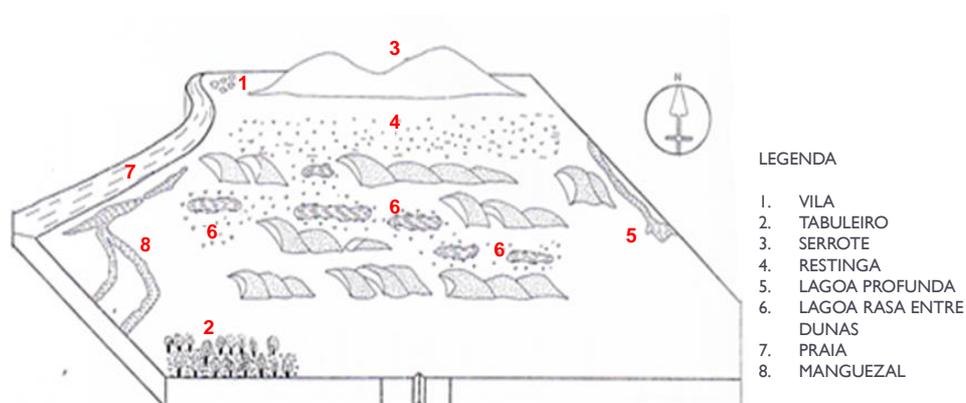


Figura 9 Perspectiva espacial do Parque Nacional de Jericoacoara.

Fonte: Georgen, 1985 modificado pelo autor.

As rochas Pré-cambrianas (quartzitos e gnaisses) apresentam claramente três níveis topográficos de paleoplataformas e a existência de rochas de praia (*beachrocks*) sobre o embasamento cristalino justamente dispostas nesses mesmos três níveis:

“Presença de conchas em camadas de sedimentos lacustres, lagunares e marinhos; gerações de dunas barcanas e parabólicas; alinhamentos consecutivos e paralelos de cordões arenosos (marcas espaço-temporais e direcionais), evidenciando direção e sentido de migração de dunas barcanas; camadas de antigas rochas coralinas e paleomangues aflorando na linha de praia atual sobre paleoplataformas de abrasão e antigos depósitos de mangue aflorando no estirâncio representaram os principais indicadores” Meireles, 2009).

Para Hopley (1986), *beachrocks* ou rochas de praia presentes ao longo da planície, em estudo em diferentes níveis topográficos, atestam flutuações do nível do mar ao longo dos tempos, que no quaternário foram definindo as paisagens atuais. Notam-se também grutas de abrasão marinha em diferentes níveis na encosta externa do Serrote, o que corrobora os diversos níveis de linha da costa provocados pelas transgressões e regressões do mar ao longo dos tempos.

Para Meireles (2009), os períodos de glaciação e interglaciação ocorridos durante o quaternário, quando os níveis dos oceanos variaram bastante (desde dezenas até uma centena de metros), geraram muitas alterações nos processos geoambientais em todo o planeta, inclusive na costa cearense.

King (1963), Davis (1972), Sunamura (1994) e Pirazolli (1986), estudando paleopavimentos originados por abrasão marinha, denominaram de notches aos registros morfológicos produzidos pela erosão das ondas em costas rochosas. Os autores ainda destacam que as flutuações e estabilizações do nível do mar por longos períodos criaram micro e mesoestruturas quando encontradas distantes e mais elevadas do que o nível atual da linha da costa, evidenciando diversos perfis topográficos ocorridos na plataforma de abrasão existentes próximas à Pedra Furada. Um perfil de detalhe detectou a presença de estruturas originadas pela ação das ondas, porém a uma altitude de 6,40m acima da maré baixa atual (a maré média máxima atual é de 3,55m). A abrasão marinha foi responsável pela origem de um notch, construído em rochas metamórficas (Meireles *et al.*, 2001).

Ocorrem localmente preenchendo fraturas em rochas do embasamento cristalino (plataformas de abrasão), indicando que o início do processo erosivo, que originou os níveis escalonados de abrasão, procedeu-se durante a penúltima transgressão, antes da origem das rochas de praia. Esses níveis erosivos foram retrabalhados durante a fase

transgressiva holocênica. De acordo com Suguio *et al.* (1985), durante esse período ocorrido até por volta de 5100 anos atrás, a plataforma de abrasão atuou como base para a formação dos *beachrocks*, pois tal plataforma encontrava-se recoberta por sedimentos das praias, sendo que tais rochas de praia ou *beachrocks* foram preservadas somente quando encaixadas em zonas fraturadas.

Segundo Chaves (1996), as análises isotópicas realizadas na costa pernambucana nos mostram que o cimento das rochas de praia ocorreu em um ambiente variado com predomínio do ambiente marinho raso ao longo do evento de transgressão tendo sido praticamente erodidas pela abrasão marinha durante processo regressivo quando o nível do mar atingiu a cota atual. O autor ainda salienta que os intensos fraturamentos no embasamento cristalino não afetaram as *beachrocks*, caracterizando uma certa estabilidade nos processos neotectônicos, não interferindo diretamente nos diversos níveis escalonados de abrasão marinha.

Então as fraturas nas rochas de praia se devem a eventos tectônicos, como solapamentos basais a partir da erosão marinha. Ainda conforme o autor, a ocorrência de lagunas e lagoas nos mostram importantes informações sobre o nível do mar, suas oscilações e principalmente sobre as variações climáticas durante o holoceno, onde foram encontradas níveis de conchas marinhas, paleossolos (com a presença de restos vegetais, biodetritos e material argiloso), cobertos por sedimentos eólicos, durante as fases de migração das dunas barcanas. A camada de sedimentos ricos em matéria orgânica, situada nas barreiras de erosão criadas pelo fluxo fluvial do riacho doce, atingiu até 1,20m indicando provavelmente o fundo da lagoa. Nessas camadas de sedimentos predominam diatomácias (organismos de água doce e salobra próprios de ambientes lacustres) além de grãos de quartzo, fragmentos de carapaças e matéria orgânica. Então, conclui o autor que esses sedimentos foram responsáveis pela disponibilidade de materiais para a origem nas inúmeras gerações de dunas.

A definição das unidades geomorfológicas da planície costeira de Jericoacoara, seus depósitos geológicos e os aspectos dinâmicos, proporcionaram a elaboração de um dos mais completos conjuntos de evidências de mudanças climáticas e do nível do mar ao longo do litoral cearense. Estes eventos foram os responsáveis pela origem, disponibilidade e transporte de sedimentos, bem como os processos erosivos associados, representando importantes indicadores dos eventos eustáticos locais.

Então, caracterizadas unidades geomorfológicas e a evolução dos processos geoambientais costeiros representam uma síntese dos agentes modeladores que deram origem a planície de Jericoacoara.

Para a realização de estudos ambientais, levando em conta a integração das energias representadas localmente pela ação dos ventos, ondas, marés, correntes marinhas e hidrodinâmica dos canais de maré, aliados à transferência de materiais e processos erosivos resultantes, foi de fundamental importância considerar as oscilações do nível relativo do mar e as variações climáticas durante o quaternário. A realização de estudos palinológicos dos sedimentos de paleomangue e lagoas antigas, para comparar resquícios de vegetação dentro do depósito fluviomarinho e lacustre, possibilitará a integração dos aspectos vegetacionais com as mudanças climáticas sugeridas. A obtenção da idade das rochas de praia, em seus diferentes níveis topográficos, possibilitará definição da idade dos períodos de estabilização e retomada do processo regressivo, no qual o mar atinge a cota atual.





Figuras 10, 11 e 12 “Grutas” formadas por abrasão marinha em paleolinhas costeiras de vários níveis. Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 13 O grande fraturamento do embasamento quartzítico possibilita infiltrações.
Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 14 Afloramento quartzítico na Praia da Malhada intensamente fraturado.
Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 15 Pilar marinho conhecido como Pedra do Frade. É possível visualizar o intenso faturamento do quartzito. Fonte: Meira, 2016.

3.4 Clima e Hidrografia

Segundo Matias *et al.* (2003), “O clima da região é do tipo quente e úmido (Aw’sg. Köppen, 1931), com chuvas de verão ocorrendo de janeiro a julho, e com temperaturas médias oscilando entre 35°C e 25°C”. O autor salienta a presença da estação seca com duração média de 5 a 6 meses, que ocorre ao longo do segundo semestre e que pode ser interrompida por chuvas ocasionais em setembro e outubro.

De acordo com a Funceme (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos), através da Estação Meteorológica de Jijoca de Jericoacoara com dados obtidos a partir de 2000, procurou-se caracterizar o clima da região em função da estiagem e a consequente diminuição dos níveis hídricos das lagoas e dos lençóis buscando amenizar as consequências da seca (Matias *et al.* 2003).

Como foco de destino principal dos recursos hídricos captados, o atual estudo aborda a Vila de Jericoacoara inserida no Parque Nacional homônimo. De acordo com ICMBio (2007), o Parque Nacional de Jericoacoara situa-se nos municípios de Jijoca de Jericoacoara, Cruz e Camocim, no litoral oeste do estado do Ceará, no Brasil. Possui uma área de 8850 hectares. O perímetro do parque é de 49 929,4m.

Ainda de acordo com ICBio (2007), que administra o Parque Nacional de Jericoacoara, o clima da região é quente e úmido com temperaturas entre 22 e 35°C, chuvas no verão e outono, e seca de 5 a 6 meses no segundo semestre. Sua média

pluviométrica anual está por volta de 1350mm em um ambiente costeiro extremamente vulnerável, apresentando paisagens distintas, tais como: dunas, serrote, restingas, lagoas, manguezais, tabuleiro costeiro, praias e gramados halofíticos com vegetação variada como gramíneas, cerrado, caatinga e herbáceas. Seu bioma é costeiro.



Figura 16 Direção dos ventos L-O. Destaque para o Serrote (no centro da imagem, cemitério desativado). Fonte: jijocadejericoacoara.ce.gov.br



Figura 17 A direção do vento (abaixo a praia da Vila, ao fundo a praia da Malhada). Fonte: arisdomar.com.br/jericoacoara.php



Figura 18 Adensamento vegetal no alto do serrote. Fonte: Próprio autor.

A geodiversidade é fruto da interação dos elementos abióticos com os processos de origem endógena (tectônica, vulcanismo) e exógena (clima, atividades fitoecológicas). Diante disso, é atribuído elevado valor ao clima na delimitação de categorias de geodiversidade, já que uma mesma rocha pode adquirir diferentes geoformas de acordo aos índices pluviométricos, de insolação, ventos, entre outros, predominante na área. (Meira, 2016 *apud* Ferreira e Melo, 2005; Arruda, 2007).

O principal fator que atua no regime de chuvas e no clima da região Nordeste brasileira é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A ZCIT pode ser definida como uma “banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre” (Ferreira e Melo, 2005, p. 18) oriunda da confluência dos ventos alísios dos hemisférios norte e sul em áreas de baixa pressão atmosférica e altas temperaturas de superfície do mar, resultando assim em intensa atividade convectiva e precipitação (Meira, 2016 *apud* Ferreira e Melo, 2005; Arruda, 2007).

Dessa forma, para Meira (2016 *apud* Ferreira e Melo (2005); Arruda (2007), deve-se atribuir grande importância ao clima na caracterização da geodiversidade sendo o fator mais atuante no regime pluviométrico e climático da região Nordeste a influência da ZCIT.

O regime de ventos é de fundamental importância no contexto natural do Parque Nacional de Jericoacoara, já que o mesmo é formado em sua maioria por um extenso

campo de dunas móveis. Segundo o relatório do Plano de Manejo (ICMBio, 2011b, p. 6), os ventos são alísios controlados pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) com constantes correntes vindas do sudeste com velocidade entre 5,6 e 8,0km. No início da estação chuvosa, com a chegada da ZCIT, registram-se mudanças na direção dos ventos, passando a predominar os de nordeste.

Sobre o regime fluvial do estado do Ceará (Cavalcanti e Cavalcante, 2014), caracteriza-se por apresentar majoritariamente rios intermitentes por vários fatores sendo os principais os geológicos e os climáticos. Com clima semiárido predominante, o estado do Ceará tem índice pluviométrico anual inferior a 1000mm e altos níveis de evapotranspiração com as chuvas concentradas em um curto período, sendo que o processo que predomina é o de enxurradas quando o fenômeno do escoamento torrencial supera o da infiltração. Como apresenta maioria de terrenos cristalinos com baixa porosidade, a presença de aquíferos significativos fica restrita às zonas de fraturamento. Assim sendo, tais características resultam em rios com baixa vazão e grande sazonalidade.

De acordo com ICMBio (2001), o Plano de Manejo do Parque Nacional de Jericoacoara destaca três bacias hidrográficas adjacentes ao PNJ e os municípios em sua zona de amortecimento, sendo elas a do Rio Acaraú, Rio Aracatiaçu e Rio Coreaú. Entretanto, somente a bacia do rio Coreaú integra efetivamente a área do Parque, sendo a mais representativa.

Segundo Torrez e Sobrinho (2014), a bacia do rio Coreaú possui uma área de 10633,67km² (7,19% do território cearense) com 167,5km de extensão até a foz, em seu curso principal no período das chuvas.

Entretanto, na área interna ou limítrofe ao Parque os cursos hídricos mais significativos são o Riacho Doce no limite leste do Parque, o Córrego Arrombado no interior do Parque e o Complexo do Guriú no limite leste, além das lagoas já citadas anteriormente.

Deve-se destacar também que as águas superficiais locais além das utilizações tradicionais (lazer-turismo, agricultura, pesca etc.) também serviram como principal matriz hídrica para o abastecimento público da cidade de Jijoca, Vila de Jericoacoara e arredores. Porém, nos últimos anos com a perfuração de poços e a implantação das estruturas de tratamento, armazenamento e distribuição implantadas pela Cagece, as águas subterrâneas tornaram-se a principal fonte dos recursos hídricos para a Vila e arredores sendo que apenas em alguns momentos pontuais na alta temporada turística a

Cagece lança mão das águas superficiais, através de adutoras que complementam tal demanda utilizando-se das lagoas próximas.

O Parque Nacional de Jericoacoara, segundo o relatório de plano de manejo, está inserido no Bioma Zona Costeira e Marinha, o qual abrange além da zona costeira a plataforma continental. Na área se desenvolvem ecossistemas costeiros caracterizados por restingas, mangues e dunas, os quais são de extrema fragilidade e reafirmam a necessidade de uma unidade de conservação na área.

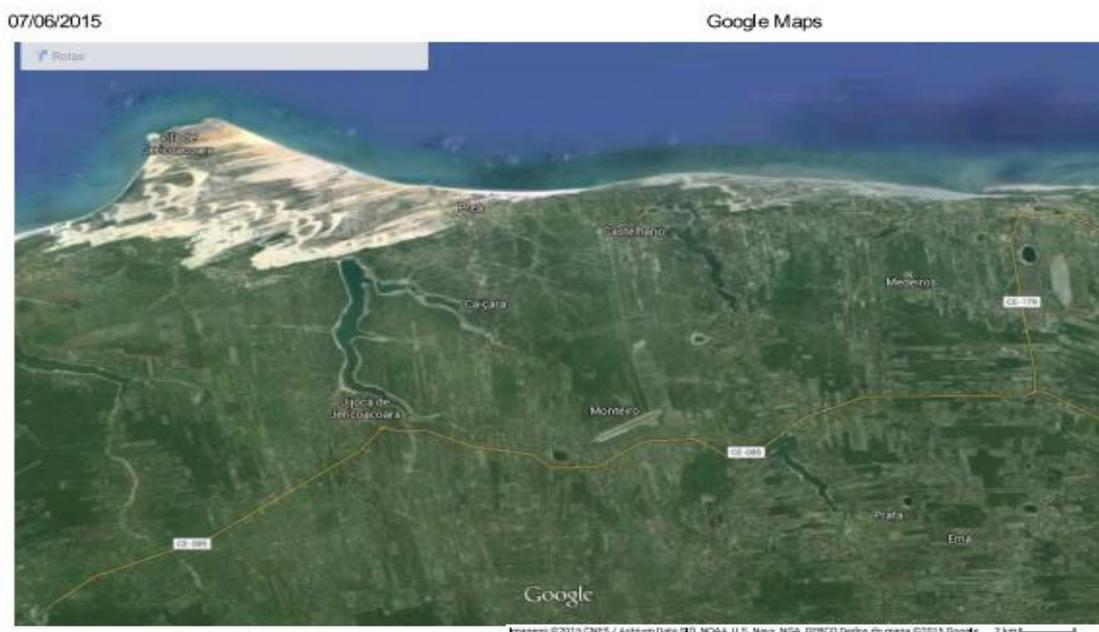


Figura 19 De leste para oeste: Riacho Doce, Complexo lagunar da Jijoca e Rio Guriú.

Fonte: google.com.br/maps/place/Vila+de+Jericoacoara

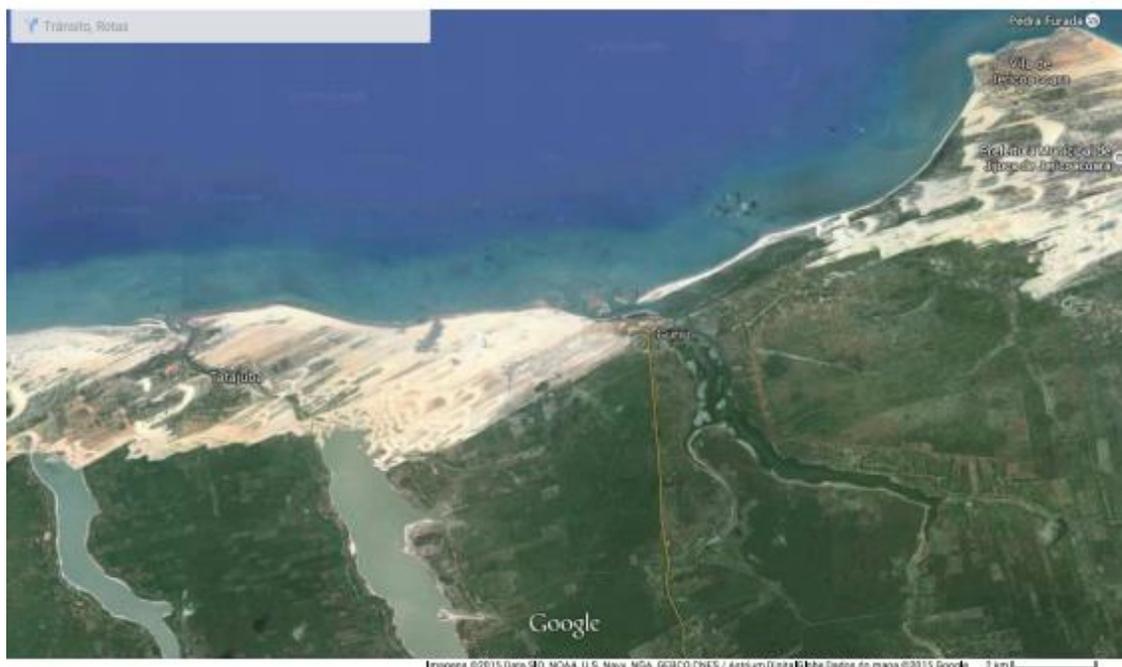


Figura 20 Complexo Estuarino Guriú – Mangue Seco e Lagoa da Tatajuba.

Fonte: google.com.br/maps/place/Vila+de+Jericoacoara



Figura 21 Foz do Rio Guriú. Fonte: Arquivo Pessoal.



Figura 22 Rio Guriu médio curso. Fonte: Arquivo Pessoal.



Figura 23 Organização espacial dos esportes náutico-eólicos não motorizados na região do Parque Nacional de Jericoacoara. Fonte: Arquivo pessoal.

3.5 Recorte temporal

A Vila de Jijoca de Jericoacoara tem sua origem num aldeamento indígena que se fixou no local desde tempos imemoriais. Um antigo registro sobre o povoado, obtido nesta pesquisa, data de 1842, junto à Diocese de Acaraú, quando um padre itinerante

registrou sua passagem pelo aldeamento, naquela época, já cristianizado e com população mestiça, para realizar serviços religiosos, tais como batizados, casamentos, bênção de canoas e inauguração oficial da primeira capela, próxima de onde hoje se situa a Igreja Matriz. A população à época talvez não atingisse uma centena de habitantes, incluindo os arredores, ainda segundo relato desse mesmo padre. Deve-se esclarecer que no período colonial não havia registro civil, tais serviços eram incumbidos à Igreja, que naquela época subordinava-se ao Estado (Figura 24).



Figura 24 Igreja Matriz atual construída no alto da Vila de Jericoacoara com rochas locais. Fonte: Arquivo pessoal.

De acordo com ICMBio (2009), a riqueza da história da Vila de Jericoacoara é abundante com relatos ainda no século XVII de resistência dos locais as tentativas de invasão de piratas, além de conjecturas não oficialmente comprovadas sobre o desembarque do navegador Vicente Pinzón em 1499, ainda antes do próprio descobrimento oficial do Brasil. Porém, ainda de acordo com ICMBio (2009), a fixação da população exercendo alguma atividade comercial (pesca) se deu no final do século XIX com a chegada de algumas famílias de retirantes fugindo da seca. Vale salientar também que a atividade pesqueira foi a mais importante até os anos 1980, tendo sido substituída pelo turismo. Segundo ICMBio (2009), as relações comerciais eram de escambo, cujo pescado era salgado e trocado por toda a sorte de mercadorias

necessárias, porém nos anos 1970 a pesca declinou e a Vila foi se esvaziando, só voltando a crescer com o advento do turismo.

De fato, os relatos dos moradores antigos, pescadores e agricultores nativos, sexagenários, residentes no Mangue Seco e arredores, nos contam que nos tempos passados os pescados eram salgados, defumados e armazenados para que 2 a 4 vezes por ano, fossem levados aos municípios e povoados do interior onde eram trocados por produtos necessários aos praianos. Assim eram obtidos tecidos, calçados, remédios, ferramentas, alimentos, combustíveis e toda sorte de produtos que eram transportados no lombo de jumentos. Tais viagens sempre duravam mais de um mês e não raro eram alvo de salteadores, inundações e toda sorte de empecilhos que atrasavam a viagem, danificavam os produtos ou até os inutilizava. Era uma verdadeira odisséia, e essa era a única forma de comunicação com o chamado “mundo exterior”.

Outra referência interessante é o antigo cemitério, hoje desativado, porém muito bem conservado, nos altos da praia da Malhada, situada no serrote, na face oposta à Vila. Os sobrenomes nos túmulos se repetem, sugerindo um pequeno número de famílias residentes no local.

Porém, o recorte temporal foi estabelecido nos últimos cinquenta anos quando do aparecimento dos primeiros turistas. Hippies, andarilhos, aventureiros, naturistas e gente desiludida do mundo metropolitano à procura de um refúgio paradisíaco e uma vida alternativa em um local isolado e tranquilo. De fato, dormia-se em redes nos barracões utilizados para reparos de velas, que eram graciosamente oferecidos pelos pescadores além da água potável, banhos, peixe, frutas e muito carinho e hospitalidade. Não havia relação comercial, eram todos hóspedes amigos, o turismo como atividade econômica era desconhecido por lá.

A fama do local foi se difundindo no “boca a boca” até chegar na mídia e virar polo turístico. As reportagens na “mídia” nacional e estrangeira fizeram a propaganda inserindo-a como destino turístico diferenciado. Dessa forma rústica e desestruturada, as atividades turísticas foram tomando corpo de modo que as primeiras pesquisas (Georgen, 1985) já detectaram contaminações nas cacimbas. Porém, foi a partir da chegada da energia elétrica em 1995 que se deu a verdadeira explosão da atividade turística. Expandiram-se enormemente não só na Vila mas também no entorno do parque e também nas comunidades vizinhas. Com o avanço vertiginoso e desenfreado do turismo, a especulação imobiliária elevou os preços nas alturas, expulsou comunidades locais e potencializou os impactos no ambiente.

A demanda por energia foi se ampliando e encontra-se em fase final a implantação de um parque eólico próximo à comunidade do Preá limite leste do parque. O aeroporto internacional local, recentemente inaugurado, situa-se no município de Cruz, nas proximidades da praia do Preá, que é ligado por estrada asfaltada à Rodovia do Por do Sol (CE 085) e promete um incremento ainda maior no fluxo turístico. De fato, diversas estruturas particulares de nível internacional estão sendo implantadas nos seus arredores. Dessa forma, a principal via de acesso a Vila no momento é através da praia do Preá até onde chega o asfalto.

Eis então o impasse! Quanto mais cresce o turismo, maiores os impactos ambientais que geram degradação e poluição afetando os recursos naturais e as paisagens que são justamente os maiores atrativos oferecidos. De fato, desde as primeiras ocupações humanas até as modernas estruturas turísticas atuais a disponibilidade de água é determinante. De acordo com a Professora Niede Guidon (1992), diretora do Parque Nacional da Serra da Capivara e do Museu do Homem Americano, em São Raimundo Nonato – PI, os primeiros humanos a se fixarem nos ambientes litorâneos e sertanejos do Nordeste brasileiro, pode ter ocorrido há pelo menos 20 mil anos, talvez até 40 mil. Faltam estudos e pesquisas sobre o assunto até pelo dinamismo natural do ambiente onde apenas em áreas do tabuleiro existem certa estabilidade mais duradoura do ambiente. Já foi detectada a presença de sambaquis nos tabuleiros, monturos formados principalmente por restos de conchas retiradas nos mangues e nas praias relativamente distantes. (Viana, 2007). De fato, foi localizado um sítio arqueológico na Praia da Malhada, onde foram descobertos vários objetos líticos e cerâmicos, segundo Viana (2007) (Figura 25).



Figura 25 Figura Cemitério antigo, hoje desativado, mas muito bem conservado. Ao lado de seu muro escavou-se um sítio arqueológico até 2007. Fonte: Arquivo pessoal.

Atualmente, os mapas hidrogeológicos existentes são segredos comerciais, pois representam áreas com possibilidades econômicas pela disponibilidade hídrica. Os estudos disponibilizados para o público geral são raros e imprecisos até mesmo nas prefeituras locais.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E CARTOGRÁFICA

Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico detalhado de trabalhos relacionados ao tema da pesquisa e cartográfico da área sobre evolução geológica, distribuição da rede de drenagem, distribuição fitogeográfica, uso e ocupação e processos associados, sendo para isso consultadas as bibliotecas setoriais das instituições, tais como: Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (DEHA) – UFC, Departamento de Produção Mineral (DNPM), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), Universidade Estadual do Ceará (UECE), Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace), Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (Cogerh) e Prefeituras dos municípios do trecho estudado. Com a realização da avaliação bibliográfica preliminar da área e de posse da base cartográfica, realizaram-se viagens técnicas de campo ao longo da área de trabalho.

4.1 Sistemática técnico-operacional

Na delimitação dessas unidades para a área em estudo foram utilizadas as concepções de Bertrand (2004), Sotchava (1978), Tricart (1981), Christofolletti (1979) e Souza (2000).

4.1.1. Instrumento de coleta de dados

Foram realizadas visitas as entidades gestoras destes recursos hídricos do município: Sisar (Anexo C), Cagece (Anexo A) e a Prefeitura Municipal de Jijoca de Jericoacoara, representada pela Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento (Anexo B). A partir de visitas às comunidades rurais e responsáveis administrativos por diversas estruturas turísticas, foi realizado o levantamento dos principais tipos de usos dos recursos hídricos e impactos associados.

4.2 Indicadores da qualidade das águas

Os dados de qualidade das águas para abastecimento público foram gentilmente cedidos pela Cagece, referentes ao período de 01/01/2015 até 31/12/2015. Neste período foram coletadas 120 amostras na rede de distribuição, nas quais foram realizadas 540 análises. Na rede de distribuição, a qualidade da água é verificada semanalmente com

amostras coletadas em pontos estratégicos, representativos e de interesse sanitário ao longo de toda a sua extensão. Nestas amostras são feitas avaliações laboratoriais de forma a assegurar a manutenção do padrão de potabilidade até a ligação do cliente.

Os parâmetros indicadores da qualidade da água, segundo a Cagece, são:

- a) **Cloro Residual Livre (CRL)** – Consiste no resíduo de cloro deixado na rede de distribuição após o processo de desinfecção da água. É um importante indicador das condições da água, funcionando como barreira contra organismos indesejáveis. De acordo com a Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, a água entregue ao consumidor deve apresentar uma concentração mínima de 0,2 mg/L (miligramas por litro) de cloro residual;
- b) **Turbidez** – Indica o grau de transparência da água. A turbidez é causada devido à presença de substâncias em suspensão. Água muito turva dificulta o processo de desinfecção. O Ministério da Saúde exige um valor máximo permissível de 5,0 uT (unidades de turbidez) na água distribuída;
- c) **Cor** – Indica a presença de substâncias naturais coloridas finamente divididas ou dissolvidas, capazes de emprestar a própria cor à água. Trata-se de um parâmetro eminentemente estético. Geralmente não apresenta risco à saúde. O valor máximo permitido na água distribuída é 15,0uH (unidades de Hazen);
- d) **Coliformes Totais** – Indicam presença de bactérias na água e não necessariamente representam problemas para a saúde. De acordo com a Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, a água entregue ao consumidor deve apresentar o limite mínimo de 95% de ausência de coliformes totais nas amostras coletadas durante o mês, exceto para os sistemas que coletam menos de 40 amostras por mês, as quais a Portaria admite apenas uma amostra fora dos padrões durante o mês;
- e) ***Escherichia coli*** – Faz parte do grupo coliforme e indica a possível presença de organismos que podem causar doenças. De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde, a água entregue aos consumidores deve estar ausente desse microrganismo em todas as amostras coletadas durante o mês.

Quando algum resultado analítico se apresenta fora do padrão estabelecido pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, as seguintes medidas são tomadas:

1. O laboratório de controle de qualidade comunica imediatamente o setor operacional desta operadora;
2. São efetuadas descargas de rede, isto é, por meio de registros existentes na rede de distribuição deixa-se correr a água para efetuar a limpeza da canalização;
3. Verifica-se a ocorrência de alguma interferência próxima ao ponto onde foi coletada a amostra com resultado desfavorável;
4. Coleta-se nova amostra para verificar se os procedimentos surtiram efeito.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos

A oferta de água superficial para consumo na área de pesquisa é altamente irregular ao longo do ano pela sazonalidade climática. Abundante no período chuvoso, onde nos invernos mais intensos os complexos lagunares se interligam formando um só corpo hídrico contínuo com mais de 70km de extensão e, nos anos mais secos, diminuem de tal forma que muitas dessas lagoas chegam mesmo a secar pela sua origem pluvial. O abastecimento fica extremamente comprometido. Outro problema que vem ocorrendo em algumas comunidades e nas zonas rurais diminuindo a oferta de água para consumo é a ocorrência de salinizações.

Na comunidade do Mangue Seco foram inviabilizadas diversas cacimbas construídas há dezenas de anos pelo contato da água salgada com o lençol freático. Também a chamada “capa rosa” (contaminação bacteriológica) é notada embora com muito menor frequência, principalmente nas propriedades onde ocorrem currais próximos as cacimbas (Figuras 26 e 27).



Figura 26 A comunidade do mangue seco apresentou cacimbas salinizadas pelo avanço da maré. Fonte:Arquivo pessoal.

Locais com alguma impactação no Parque Nacional de Jericoacoara



Figura 27 Parque Nacional de Jericoacoara e arredores.

Fonte: ICMBio, 2007. Adaptada pelo autor.



Figura 28 A linha vermelha determina de maneira geral cacimbas não contaminadas na encosta do serrate no alto da imagem. Fonte: mochileiros.com, modificado pelo autor.

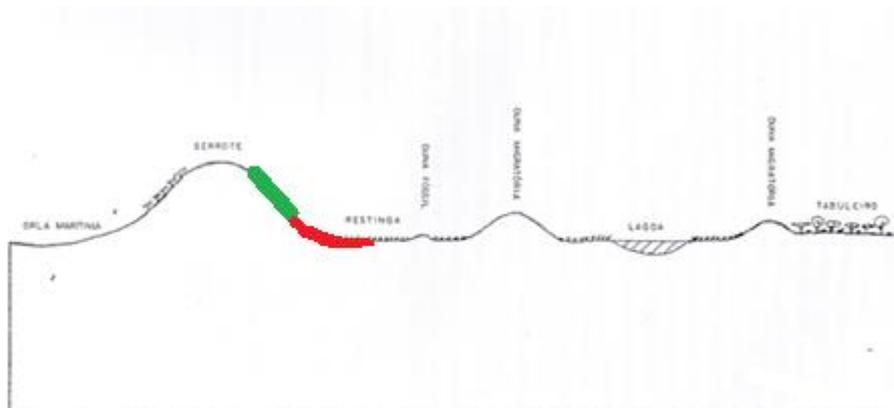


Figura 29 Perfil N – S do Parque Nacional de Jericoacoara.

Fonte: Georgen, 1985, modificado pelo autor.

Quanto às águas subterrâneas, existem seis poços profundos públicos próximos aos dois reservatórios da Cagece para o abastecimento. Os muitos poços profundos particulares estão nas estruturas dos complexos turísticos. Também ocorrem poços profundos públicos nas comunidades do entorno do parque onde a água é tratada, armazenada e distribuída por encanamento nas áreas mais habitadas e por chafarizes nas demais. As cacimbas e cacimbões predominam nas áreas rurais e abastecem as

populações lá residentes. Na Vila de Jericoacoara estas estruturas tornaram-se, em boa parte, inviáveis para o consumo humano pelas contaminações constatadas há tempos no lençol freático superficial.

Em se tratando dos recursos hídricos subterrâneos, foram identificadas na pesquisa as cacimbas nas comunidades do entorno do Parque, as cacimbas da Vila de Jericoacoara e os poços profundos públicos nas comunidades e particulares na Vila e arredores. Os poços profundos públicos situam-se nas comunidades adjacentes ao Parque. Foram construídos pelos diversos órgãos que atuam no setor e são administrados e operacionalizados pela Cagece. A água é tratada e armazenada em reservatórios e nas áreas mais habitadas é encanada e distribuída com tarifas subsidiadas. Nas demais, existe o sistema de chafarizes onde a população se desloca para obtê-la. Embora nesses chafarizes a água seja tratada, nem sempre estes apresentam manutenções de limpeza adequadas e periódicas, mas os maiores problemas notados estão no transporte para as residências dos consumidores, feito na maioria das vezes por carroças onde a água é armazenada em tambores plásticos, nem sempre adequadamente higienizados. O acondicionamento do produto nas residências também muitas vezes compromete sua qualidade, podendo até tornarem-se foco de proliferação de mosquitos.



Figura 30 Reservatório no alto da Vila de Jericoacoara junto aos poços profundos.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 31 Estação de tratamento de água no centro alto da Vila de Jericoacoara.

Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 32 Poço público profundo e reservatório nos arredores do Mangue Seco com distribuição por encanamento. Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 33 Figura Posto de saúde recém-inaugurado no Mangue Seco próximo ao reservatório. Saúde e saneamento nos carentes arredores. Fonte: Arquivo pessoal.

Os poços profundos particulares, pelo seu elevado custo, ocorrem nos complexos turísticos, tanto na Vila quanto nas adjacências, sendo que os mais sofisticados possuem piscinas de água mineral corrente dia e noite, servindo inclusive como mote publicitário (figura 35). Em uma única pousada com apenas seis chalés existem dois poços profundos captando água do lençol abaixo do embasamento quartzítico, o que nos permite especular sobre o limite potencial destes depósitos até que seja atingido o “estresse hídrico” nesse aquífero.



Figura 34 Piscina com água mineral corrente (poços profundos). Fonte: *The_Chili_Beach_Boutique_Hotel_ResortJericoacoara_Jijoca_de_Jericoacoar*

As cacimbas e cacimbões nas comunidades e propriedades rurais do entorno do Parque sofrem com os problemas da sazonalidade climática, muitas vindo a secar na alta estiagem. Por serem pouco profundas (em geral, não mais de 10m) também estão mais sujeitas a contaminações de toda ordem, pois muitas delas estão próximas a currais, lavouras que utilizam agrotóxicos ou mesmo fossas domésticas. Alguns órgãos públicos distribuem gratuitamente o hipoclorito para minimizar tais problemas, mas apenas nas sedes dos municípios, o que acarreta problemas de logística para os usuários. Porém, o acompanhamento técnico quase não existe e, pelo desconhecimento do consumidor, as dosagens nem sempre são corretas e muitas vezes causam mais problemas que soluções para a saúde pública.

5.2 impactos ambientais naturais ou antrópicos sobre os recursos hídricos;

O movimento das dunas, o avanço ou recuo do mar, as salinizações ou até mesmo um período chuvoso mais intenso num ambiente tão frágil podem vir a causar problemas pela sua alta vulnerabilidade. Tal critério também foi considerado na pesquisa além das propriedades organolépticas suspeitas aparentes, bem como pesquisas anteriores sobre o tema nesses mesmos locais.

A descaracterização dos corpos hídricos tanto superficiais como subterrâneos tem sido um ponto muito abordado entre os especialistas que desenvolvem pesquisas nesta área. Não só os rios e mares são os ecossistemas mais impactados pelas atividades humanas, lagoas costeiras, interiores e lagos também têm sido atingidos por diversas atividades.

Nestes ambientes, não somente o meio terrestre é degradado, o meio aquático é submetido a diversas formas de poluição e contaminação que, muitas vezes, levam estes recursos a um desequilíbrio do meio com consequências muitas vezes irreversíveis a toda fauna e flora que nele habitam e o utilizam para sobrevivência.

Para Soffiati (1998), os ecossistemas aquáticos fazem parte do desenvolvimento da vida humana e tornam-se alvos impotentes das atividades por eles desenvolvidas em seu meio. A seguir observa-se em suas palavras a verdade inserida nas modificações ambientais geradas pelo homem que diz: rios, lagoas e brejos não mais são vistos, pelo novo paradigma organicista, como espaço inerte, cenário, palco para seres humanos representarem seus dramas. São também atores da história. Uma lagoa, por exemplo, é um ecossistema com estrutura e dinâmica próprias que responde às agressões humanas.

Suprimir um ecossistema lagunar significa eliminar inúmeros nichos ecológicos, empobrecer a biodiversidade, produzir alterações no microclima e perturbar as permutas entre águas superficiais e subterrâneas, pelo menos. Efetuar intervenções antrópicas numa lagoa sem detalhado conhecimento prévio pode gerar desestratificação térmica, reduzir a rica zona litorânea e perturbar todo o equilíbrio ecológico.

Segundo Esperling (1993), os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo com distintas finalidades, entre as quais se destacam o abastecimento de água, a geração de energia, a navegação, a aquicultura e a harmonia paisagística. A água representa, sobretudo o principal constituinte de todos os organismos vivos, porém, nas últimas décadas, esse precioso recurso vem sendo ameaçado pelas ações indevidas do homem, o que acaba resultando em prejuízo para a própria humanidade.

Como o estudo aqui proposto é sobre uma lagoa costeira, e por encontrar-se em locais de alto valor imobiliário comercial, as lagoas costeiras brasileiras têm sofrido cada vez mais a pressão das atividades antrópicas, com consequente degradação ecológica e paisagística. Para Leal (2002), destacam-se como principais formas de degradação das condições naturais das lagoas costeiras:

- Lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais;
- Aterro das margens;
- Aceleração do assoreamento da bacia;
- Dragagens para retirada de areia;
- Degradação da vegetação terrestre no entorno da lagoa ou ao longo de seus tributários;
- Introdução de espécies de peixes exóticos, como a tilápia;
- Edificações às margens das lagoas.

A lagoa de Jijoca é amplamente utilizada pelos moradores das imediações, que praticam pesca sustentável, com redes e anzóis e se locomovem em jangadas, respeitando assim as condições da APA, que proíbe qualquer tipo de atividade potencialmente poluidora ou degradadora, que possa afetar os mananciais de água, de acordo com o art.3º do Decreto 25.975 (Ceará, 2000). Também fica proibido o uso de embarcações motorizadas e similares na lagoa (Ceará, 2010).

Na lagoa do Paraíso, o turismo de aventura (modalidade que está em expansão e prega a conservação e a utilização do meio ambiente, de modo sustentável) está sendo difundido através das trilhas feitas por veículos *off-road* até esportes radicais, como o

windsurf, *kitesurf*, mergulho livre e autônomo e caiaque, e, além disso, são oferecidos passeios de jangada aos visitantes (Atlântida, 2011).

Com a presença das barracas e com o aumento gradativo do fluxo turístico, surgiram problemas logísticos que implicam em prejuízos para o meio ambiente e para o uso sustentável da lagoa. Um dos principais problemas encontrados é a má disposição de resíduos sólidos, o que acarreta na presença de resíduos dentro e no entorno da lagoa.

Quanto às cacimbas da Vila de Jericoacoara, desde as primeiras pesquisas (Georgen, 1985) têm apresentado contaminações pela proximidade das fossas. Nessas primeiras pesquisas efetuadas foram coletadas amostras de águas de seis lagoas e quatro poços na Vila de Jericoacoara, que foram submetidas a análises físico-químicas e bacteriológicas. A partir dos resultados obtidos na época pode ser concluído sobre os recursos hídricos em questão:

- a) As lagoas contém, geralmente, um baixo teor de sais e não há influência de água do mar;
- b) A simples lavagem de roupas com detergentes e sabão já causa uma poluição notável devido ao baixo volume da lagoa no período seco;
- c) Os altos consumos de KMnO_4 são provenientes de materiais orgânicos em suspensão. Provavelmente provenientes de eutroficação causada pelos fosfatos nos detergentes;
- d) Os poços analisados são contaminados com fezes e despejos domésticos devido ao alto teor de coliformes totais, fecais e do nitrato;
- e) A água desses poços não deve ser consumida sem prévio tratamento ou desinfecção;
- f) Não há ocorrência de metais pesados significantes nas amostras examinadas.

Nesses primeiros estudos sobre análise da paisagem local feitos em 1984 (Área de Proteção Ambiental de Jericoacoara – contribuição ao estudo de bases e perspectivas para o desenvolvimento integrado) pelo Dr. Georgen e sua equipe, coordenada pelo Prof. Dr. Luiz Cruz Lima, ficou evidenciado que os principais problemas de saneamento na época eram “a total falta de saneamento, existindo uma sujeira excessiva que provoca disseminação e aumento exagerado de parasitas e micróbios, prejudica a saúde e capacidade de produção da população. Nota-se, via de regra, que os poços ficam bem próximos às fossas. A permeabilidade do solo facilita, assim, a infiltração da sujeira contaminando as águas, tendo sido estas contaminações comprovadas através de análise

bacteriológica, que demonstrou um alto índice de coliformes fecais. Só sendo esta aconselhável para o uso humano após desinfecção. Além disso, falta uma deposição organizada do lixo, pois este é depositado indiscriminadamente em toda a área, chegando até a praia e misturando-se a pequenos poços de água estagnada”.

Embora a área estudada, como foi salientada pelo autor na época, não apresentasse descaracterização em seu quadro natural, conseguiu identificar pequenas alterações tais como:

- Descontinuidade do tapete vegetal herbáceo, devido ao deslocamento desordenado dos meios de condução e o favorecimento da deflação eólica;
- Contaminação da água subterrânea na Vila por fezes e despejos domésticos, embora no todo da APA, esse recurso apresente boa qualidade;
- Ausência de saneamento básico e deposição indiscriminada de lixo na Vila;
- Essas alterações evidenciadas não se devem ao uso em si dos recursos e sim à utilização não embasada em preceitos conservacionistas dos recursos naturais.

Diante desse estudo, a equipe técnica sugeriu como medidas gerais recomendadas:

- O esforço para organizar a estrutura e manejo adequado da APA com sua ampliação estendendo-se a cerca de 20 km no mar, com intuito de garantir a conservação dos recursos marinhos;
- Sugere-se a construção de uma estrada principal para limitar a locomoção;
- Criação de uma área de pastagens específica para os pequenos rebanhos ali existentes;
- Implantação de fontes alternativas de energia com o aproveitamento da intensidade de radiação do sol e da ação dos ventos;
- Coleta, transporte e acondicionamento do lixo doméstico em local restrito e apropriado;
- O turismo, que está sendo naturalmente intensificado na área, deverá ser controlado e orientado por pessoas da comunidade que estejam capacitadas a repassar e conduzir aos visitantes a consciência de conservação da APA.

Portanto, desde aquela época tais problemas foram constatando-se, ao longo do tempo, ampliados pelo crescimento vertiginoso do turismo. Várias iniciativas vêm

sendo tomadas, mas, grosso modo, as principais situações descritas no passado persistem, mas a crescente preocupação ambiental tem procurado soluções.

O embasamento quartzítico muito fraturado, duro e pouco permeável, relativamente superficial, suporta uma camada de solo arenítico raso e pela elevada permoporosidade desse terreno, o lençol freático superficial torna-se extremamente vulnerável às contaminações. Além disso, muitas cacimbas, por estarem inviáveis para o consumo, foram transformadas em fossas, comprometendo ainda mais a qualidade desse recurso hídrico.

Destaca-se também que os serviços de coleta e destinação dos esgotos só foram implantados na Vila em 2010 e embora exista uma estação de tratamento de esgotos, nem sempre as bombas elevatórias funcionam sendo muitas vezes necessário o uso de caminhões sanitários. A própria estação de tratamento de esgotos, eventualmente fica paralisada por problemas técnicos, sendo que nesses momentos nem sempre o sistema suporta a demanda e então os efluxos são despejados *in natura* no meio ambiente, em meio ao coqueiral cultivado através de ferti-irrigação.

Outro contaminante é o “chorume” produzido pelos resíduos sólidos que são coletados de forma não seletiva, transportados por veículos abertos para uma área desmatada em meio ao tabuleiro litorâneo denominada Baixio, que, como o nome sugere, tende a alagar em períodos chuvosos, contaminando ainda mais o meio ambiente e principalmente o lençol freático pelo chorume. São depositados em um lixão a céu aberto, sem os devidos cuidados instituídos por lei federal nº 12.305/2010, que determina que a partir de 2014 nenhum município no Brasil poderia proceder desta forma. Trata-se de mais uma lei que “não pegou” num país cheio de leis que permanecem inócuas, apenas no papel (Figura 36).



Figura 35 Resíduos sólidos descartados em área desmatada no tabuleiro costeiro sem nenhum cuidado ambiental, em desacordo com a Lei Federal. Fonte: Arquivo pessoal.

Os cacimbeiros

Um remanescente quilombola, também conhecido como Vila dos Pretos Cacimbeiros, instalada num passado remoto nas proximidades do povoado de Caiçara em área de mata mais densa e afastada, nos tabuleiros litorâneos deve ser citado.

As áreas mais habitadas historicamente são aquelas próximas aos corpos hídricos (lagoas, rios, estuários) além das praias. Por questões de segurança, os antigos quilombolas então preferiam habitar as áreas mais distantes, porém com pouca disponibilidade hídrica superficial. Dessa forma, desenvolveram a técnica de escavação de cacimbas para sua sobrevivência. Tais conhecimentos foram passados por gerações e nos dias atuais são muito requisitados e os que possuem grande conhecimento empírico sobre as águas subterrâneas superficiais das imediações. São muito simpáticos e solícitos e não negam informações sobre seus conhecimentos centenários.

Porém, pela sua própria origem, não possuem os conhecimentos técnicos adequados como a compartimentação geológica, a pedologia, a geomorfologia ou hidrologia. Até mesmo faltam noções comerciais, uma vez que cobram pela cacimba que produz a água potável, assumindo todos os riscos que sem prévios conhecimentos do terreno em particular e não fazendo sondagens, não é raro cavarem dois ou mais poços relativamente próximos até encontrarem o recurso tão desejado.

Acidentes são frequentes, alguns com feridos e até mortos. O trabalho, além de muito arriscado e perigoso, é desumano. Para conseguirem respirar lá em baixo,

constroem um sistema de polias que a cada lata de material escavado no fundo que sobe, simultaneamente, um galho de árvore cheio de folhas verdes desce, na tentativa de arejar um pouco o ambiente quente, escuro e sufocante. Além dos acidentes pontuais frequentes, como queda de materiais ou mesmo desmoronamentos, várias doenças como a silicose, doenças nos olhos e de pele são comuns e causam o afastamento precoce destes valentes trabalhadores por atuarem em um ambiente tão insalubre.

De forma diametralmente oposta, as empresas escavadoras de cacimbas ou poços profundos simplesmente negam informações sobre os recursos hídricos subterrâneos, tratando-os como sigilosos e fundamentais para manter sua atividade comercial. Ou, por outro lado, fornecem informações difusas, até contraditórias, confundindo o pesquisador, desconhecendo intencionalmente a Constituição Brasileira que enfatiza claramente o caráter público deste precioso recurso.

As prefeituras locais possuem alguns estudos a respeito dos mananciais hídricos subterrâneos, mas, em geral, apresentam-se incompletos e defasados, restringindo-se as poucas áreas mais habitadas, em geral no sítio urbano.

Quantos às cacimbas da Vila de Jericoacoara, vale destacar que a vigilância sanitária exige um mínimo de duas análises anuais feitas em laboratório credenciado para cada ponto de captação de água subterrânea, além da sua correta cloração para autorização para pleno uso do recurso. Foram consultadas várias pousadas em pontos distintos da Vila sobre a qualidade da água de seus poços e cacimbas e, dessa forma, foi possível mapear, grosso modo, as áreas com lençol superficial comprometido. Como mostra a Figura 29, os estabelecimentos situados na encosta do serrote e no alto da Vila utilizam suas cacimbas que mesmo relativamente rasas apresentam boa qualidade da água, porém nas partes mais baixas da Vila tais cacimbas, por estarem comprometidas, somente são usadas como água não potável para irrigação ou outros usos.



Figura 36 Cacimba da praia da Vila de Jericoacoara que apresenta contaminação fecal desde as primeiras análises em 1984. Continua sendo usada normalmente logo após o banho de mar. Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 2: Resumo das informações do monitoramento dos parâmetros de maior relevância sanitária da água distribuída, incluindo o número total de amostras analisadas no período de 01/01/2015 até 31/12/2015.

Mês			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Parâmetros Analisados	<i>Escherichia coli</i>	Nº de Amostras em conformidade	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
		Nº de Amostras Efetuadas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Nº de Amostras Exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Coliformes totais	Nº de Amostras em conformidade	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10
		Nº de Amostras Efetuadas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Nº de Amostras Exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Cloro Residual Livre	Nº de Amostras em conformidade	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Nº de Amostras Efetuadas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Nº de Amostras Exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Cor	Nº de Amostras em conformidade	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Nº de Amostras Efetuadas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		Nº de Amostras Exigidas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Turbidez	Nº de Amostras em conformidade	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Nº de Amostras Efetuadas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		Nº de Amostras Exigidas	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Fonte: Cagece, 2015.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa geoambiental sendo realizada sobre os recursos hídricos, sua disponibilidade e qualidade ao longo das estações seca e chuvosa, bem como os impactos naturais e antrópicos por eles sofridos, apresenta-se como um importante método para explicar o relacionamento entre os processos físicos, biológicos e antrópicos observados no espaço geográfico dos corpos hídricos estudados. A identificação dos Sistemas Ambientais possibilitou uma melhor compreensão da dinâmica ambiental do meio. Portanto, os princípios da ecodinâmica contribuíram para a definição do grau de fragilidade dos Sistemas Ambientais, em virtude da ação de fenômenos naturais e antrópicos dos sistemas estudados, a saber: complexo lagunar de Jijoca e os recursos hídricos subterrâneos da Vila de Jericoacoara e de algumas comunidades do entorno do Parque.

Para a área estudada, com base nos resultados das amostras de água, se faz necessária uma proposta de gestão municipal para garantir a qualidade dos recursos hídricos (QA) para percentuais mais significativos, o que reforça a necessidade de incorporar as preocupações ambientais nas políticas públicas como ingrediente essencial na conquista do desenvolvimento sustentável.

Atualmente, as campanhas de coleta seletiva do lixo são instrumentos eficazes de ação, facilitando o manejo dos resíduos sólidos por parte da administração pública. O volume de lixo gerado pelo município pode ser compactado e armazenado para posterior reciclagem. Já o lixo orgânico, depois do processo de compostagem, pode ser transformado em adubo para aproveitamento na agricultura.

Quanto ao tratamento dos esgotos, há tecnologias modernas como os reatores aeróbicos que necessitam de um pequeno espaço para instalação, de fácil manutenção e com aproveitamento da rede de drenagem pluvial urbana para condução dos efluentes tratados. Sendo importante, também, a preservação e o manejo de riachos, a proteção e a recuperação da vegetação de mata ciliar.

O presente trabalho realizou um levantamento preliminar sobre os recursos hídricos disponíveis ao longo das estações e os impactos do turismo sobre esses essenciais recursos. Dessa forma, foram feitos questionamentos sobre a disponibilidade e a qualidade desses recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Então, de acordo com o que foi apurado nas pesquisas, pode-se enfatizar que devido a enorme dinâmica natural da área ocorrem aterramento de lagoas pelo movimento das dunas e salinização de cacimbas nas comunidades.

Os impactos causados pelo homem são muito mais notados. A contaminação da maior parte do lençol freático superficial da Vila por esgotos e a questão do lixo, ainda não totalmente resolvida, são os maiores problemas. Devemos destacar também que a distribuição de água encanada e tratada e a coleta e tratamento dos esgotos de forma adequada têm contribuído muito para melhoria das condições sanitárias atuais.

A disponibilidade hídrica varia muito com a sazonalidade climática. Abundante nos períodos mais chuvosos, torna-se escassa na estiagem, vindo mesmo a secar algumas lagoas e cacimbas. O maior fluxo de turistas ocorre nos finais de ano coincidindo com o período mais seco, o que acarreta problemas de abastecimento e escoamento e tratamento dos efluxos.

É fundamental a instrumentalização dos próprios municípios para lidar com a proteção dos recursos hídricos em escala local, como forma de dar suporte aos órgãos regionais de gestão. As decisões sobre a ocupação do solo, com base nos respectivos Planos Diretores e outros instrumentos, são tomadas no âmbito do município, onde a Agenda 21 torna-se importante para o fortalecimento local.

Embora muitos problemas venham sendo detectados desde o inicial trabalho de gabinete, onde as entrevistas e observação ao longo de anos e a própria pesquisa em campo os têm confirmado, nos últimos anos algumas medidas públicas e de iniciativa particular vêm proporcionando melhorias visíveis em vários problemas que impactam enormemente o ecossistema. A coleta total dos esgotos no centro da Vila de Jericoacoara, bem como seu bombeamento para a estação de tratamento, é um bom exemplo. O sistema de distribuição de água tratada encanada e a coleta de resíduos sólidos também. A crescente conscientização quanto à questão ambiental de pescadores, bugueiros e profissionais do turismo em geral também vêm dando bons resultados. O grupo “Eu Amo Jeri”, formado na sociedade civil local, é um bom exemplo de contribuição sócio-ambiental. Promove o acondicionamento, coleta, transporte e destinação sistemática para a reciclagem em empresas especializadas, dos resíduos sólidos e gorduras culinárias. Ocorre que dos cerca de 350 estabelecimentos lá existentes apenas 66 são filiados e seguem o protocolo discutido e estabelecido em audiência pública. Nos demais estabelecimentos sempre se nota alguma irregularidade nos mais diversos níveis. A qualificação dos motoristas profissionais locais, bem como

a fiscalização sistemática com aplicação de multas, tem colaborado muito para o disciplinamento do trânsito por praias e dunas não só no interior do Parque, afinal são 335 bugues credenciados, além dos inúmeros veículos que transportam pessoas e cargas.

A Lagoa de Jijoca, pela maior pressão urbana, tem sofrido os maiores efeitos nocivos pelo despejo de efluxos e resíduos sólidos. De fato, algumas organizações locais têm trabalhado para sua despoluição.

A indústria do turismo continua a crescer vertiginosamente, ignorando, parece, quaisquer problemas econômicos, políticos ou mesmo naturais. A escassez de água nos períodos de alta estiagem, onde muitas lagoas secam, diminuindo drasticamente a disponibilidade e a qualidade das águas superficiais, vem sendo contornada com a crescente perfuração de poços públicos profundos, próximos aos reservatórios para tratamento e distribuição.

Os resíduos sólidos vêm sendo melhores acondicionados pelos estabelecimentos comerciais, evitando seu espalhamento, pois vagam tranquilamente muitos animais “exóticos” espalhados pela Vila (cães, gatos, galinhas, ratos, baratas etc.) e pelo entorno (jumentos, porcos, bois, cavalos etc.).

Existem planos para a construção do aterro sanitário em moldes adequados. Aguardamos ansiosamente.

Desta forma, nota-se, principalmente nos últimos tempos, uma crescente preocupação geral da população local com a questão ambiental. Cooperativas e organizações de profissionais ligados ao turismo, empresários dos diversos setores envolvidos, profissionais liberais, aposentados, professores, turistas e até, na medida do possível, o setor público, vem se mobilizando e obtendo resultados positivos.

Não se trata apenas de uma atividade comercial, é uma questão de sobrevivência. O paraíso agradece.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERS, R. N. e JORGE, K. D. **Descentralização da gestão da água: por que os comitês de bacia estão sendo criados?** In Ambiente e Sociedade. Campinas: Nepam: Unicamp, v. 8, n. 2, p. 1-26, jul/dez. 2005.
- AB' SÁBER, A. N. (2003). **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, **A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002.
- Agência nacional de águas. **A evolução de gestão dos recursos hídricos no Brasil – The evolution of water resources management in Brazil / Agência Nacional de Águas – Brasília: ANA, 2002.**
- ARAÚJO, E.C., **Panorama atual da gestão da água em Jijoca de Jericoacoara**. Dissertação de Mestrado em Educação Ambiental/Faculdade da Aldeia de Carapicuíba. Jijoca de Jericoacoara, 2013.
- ARRUDA, M.G.C de, **Unidades de conservação, parque nacional de Jericoacara**. Dissertação de mestrado em Geografia/UFC. Fortaleza, 2007.
- ATLAS nacional do Brasil Milton Santos. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- BAHIA ANÁLISE & DADOS Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003.
- BARROSO, V.L., MEDINA, R. S., MOREIRA-TURQ, P.F., BERNARDES, C.M., **Aspectos Ambientais e Atividades de Pesca em Lagoas Costeiras Fluminenses**. Série Meio Ambiente em Debates, 31. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Diretoria de Gestão Estratégica – Brasília. Ed. IBAMA, 50p, 2000.
- BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico**. Revista Ra'eGa. n. 8, p. 141-152, 2004.
- BHATIA, R.; BATHIA, M. **De água e redução da pobreza: o papel dos investimentos e intervenções políticas**. In: ROGERS, P. P., *et al.* (Ed.) **A crise da água: mito ou realidade?** Londres: Fundação Marcelino Botín, Taylor & Francis, 2006. p.197-220.
- BRAID, E.C.M., **Reserva Extrativista do Batoque**. Contextualização Ambiental e Propostas de Ordenamento Ambiental Sustentável, Aquiraz – Ceará, 220p. Trabalho de Pesquisa para Obtenção do Diploma de Estudos

- Avançados do Programa de Doutorado em Planificação Territorial e Desenvolvimento Regional – Facultat de Geografia, Història – Universidade de Barcelona, Barcelona, Espanha, 2004.
- BRASIL. **Código das Águas: e legislação correlata**. Coleção Ambiental. v. 1. Brasília: Senado Federal, 2003. 234 p.;
 - BRASIL. **Decreto nº 24.643, de 10 de Julho de 1934 Decreta o Código de Águas**.
 - BRASIL, 1997. Constituição, 1988. Lei no 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que Instituí a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências. Congresso Nacional.
 - BREGA FILHO, D. & MANCUSO, P. C. S. **Conceito de reuso de água**. In: Reuso de água; Capítulo 2. Eds. P. C. Sanches Mancuso & H. Felício dos Santos. Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. São Paulo, 2002.
 - Cagece. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Relatórios Comerciais. Fortaleza – CE, 2013. Disponível na intranet da CIA.
 - CAMARGO, E; RIBEIRO, E. **A proteção jurídica das águas subterrâneas no Brasil**. In RIBEIRO, Wagner C. (Org.). Governança de água no Brasil : uma visão interdisciplinar. São Paulo: Annablume; Fapesp; CNP q, 2009. p. 155-174.
 - CAMPANILLI, M., 1997. **Colegiados gerenciam uso da água**. Boletim Parabólicas. Instituto Socioambiental, ano 4, 35:8-9.
 - CAMPELLO NETO, M.S. **Políticas de recursos hídricos para o semi-árido nordestino**. Brasília, Projeto ÁRIDAS–RH, SEPLAN/PR, 1995.
 - CARVALHO, de S. R; **Água, um bem que precisa ser cuidado**. Coordenador Nacional Do Projeto de Estruturação Institucional de Consolidação da Política Nacional de Recursos Hídricos – BRA/ OAG – SRH/MMA, 2002.
 - CAVALCANTI, J. A. D; CAVALCANTE, J. C. **Aspectos Gerais do Meio Físico: Evolução Geológica**. In: BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. (Org.). Geodiversidade do Estado do Ceará. Fortaleza, CPRM, 2014, p. 19-34.
 - CHAVES, N.S. –1996- **Beachrocks do litoral pernambucano** : estudo sedimentológico e análise de isótopos estáveis. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 1996, 180p.

- CNUMAD - Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992: Rio de Janeiro). Brasília: Ed. Do Senado Federal. 2001. p.331-598.
- CONAMA, Resolução CONAMA n° 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o enquadramento bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- CONTI, J.B. **Desertificação no trópico**: proposta de metodologia de estudo aplicado ao Nordeste brasileiro. 1995. 208 p. Tese (Livre Docente), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- COSTA, W. **Água subterrânea e o desenvolvimento sustentável do semi-árido Nordestino**. Brasília, Projeto ÁRIDAS–RH, SEPLAN/PR, 1994.
- COSTA, A.F.S. *et al.*. **Recursos Hídricos**. Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas. Sergipe, v. 1. n.15. p. 67-73. out. 2012.
- CRISTOFIDIS, D. **Recursos Hídricos e Irrigação no Brasil**. Brasília: CDS – UNB.1999.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: HUCITEC, 1979, p. 1-56.
- DAEE, **Departamento Estadual de Águas e Energia Elétrica**. Extraído via , em 29 de janeiro de 2013.
- DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 6ª.edição revista e ampliada. São Paulo:Gaia, 2000 (9ª,2007).
- DOWBOR, L.; TAGNIN R. A. **Administrando a água como se fosse importante**. São PaulSP: Senac, 2005.
- ESTEVES, F.A., **Ecologia das Lagoas Costeiras – Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé – Rj**, 1998a.
- FEITOSA, A. C. F.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM Serviço Geológico do Brasil, LCR, 1997.
- FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S.. **Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região**. Revista Brasileira de Climatologia. v. 1, n. 1, p. 15-28, 2005.
- FLORIANI, Jr. Claudio R. **Gestão Compartilhada na Prestação dos Serviços de Saneamento**. 32 p. Florianópolis, 2008.

- FONTELES, José Osmar. **Turismo e Impactos Socioambientais**. São Paulo: Aleph, 2004
- GORAYEB, A.; SILVA, E. V. da; MEIRELES, A.J. de A. **Impactos Ambientais e propostas de Manejo Sustentável para a Planície Flúvio-Marinha do Rio Pacoti-Fortaleza/Ceará**. Revista Sociedade&Natureza, Uberlândia, 17(33): 143-152, dez. 2005.
- GEORGEN, J. 1985. **Área de Proteção Ambiental Jericoacoara**. PRINTER/CE, UECE/NUGA, SUDEC/DRN, PRMA/DF, PMA/CE, CEDCT/CE, GTZ, Fortaleza.
- GRASSI, T.M., **As águas do planeta terra**. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, Edição Especial – Maio de 2001.
- GUIDON, Niéde. “**As ocupações pré-históricas do Brasil** (Excetuando a Amazônia).” História dos índios no Brasil. São Paulo: Cia das Letras: FAPESP: SMC (1992): 37-52.
- HOLANDA (apud) LIMA-LABORATÓRIO INTERDISCIPLINAR DE MEIO AMBIENTE, Avaliação Ambiental Estratégica-Linha de base- Aspectos Ambientais, Ministério do Turismo. Brasília, 2007.
- HOPLEY, D. –1986- **Beachrocks as a sea-level indicator**. In: Sea-level research: a manual for the collection and evaluation of data. Ed. by Orson van de Palassche; 6: 157-174.
- INSTITUTO ATLÂNTIDA, organização não governamental sem fins lucrativos. Relatório interno da entidade. Projeto de Educação Ambiental. Julho de 2011.
- IRIGARAY, Carlos Teodoro José Hugueney. **A Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos no Brasil: Um Direito Humano Fundamental?** Florianópolis. 2003, p. 281. Direito – UFSC.
- KOPPERS, S.B., **Aquatic Primary Production in Coastal Lagoon Processes**. In: KJERVE, B (ed) Coastal Lagoon Processes, Elsevier Oceanography, Series 60. Amsterdam, 243 – 286p, 1994.
- JULIO, K. **A Ponta de Jericoacoara e seu potencial como sítio geológico no Brasil no patrimônio Mundial** (World Heritage Comittee – UNESCO). Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceará, 2012.

- KING, C.A.M. –1963 – **Some problems concerning marine planation and formation of erosion surface**. Trans. Pap. Inst. Brit.Geogr., 1963, 29-43.
- LEAL, J.P., **Estudo Geoambiental e Evolução Paleogeográfica da Lagoa do Olho d'água. Jaboaão dos Guararapes**. Dissertação de Mestrado em Geociências - CTG, UFPE, 2002.
- LIMA-LABORATÓRIO INTERDISCIPLINAR DE MEIO AMBIENTE, Avaliação Ambiental Estratégica-Linha de base- Aspectos Ambientais, Ministério do Turismo. Brasília, 2007.
- LOUREIRO, D. D. **Evolução do aporte de metais pesados na lagoa Rodrigo de Freitas**, RJ. 120f. Dissertação – Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.
- MEIRELES, A.J.A; RAVENTOS, J. **Um modelo geomorfológico integrado para a planície costeira de Jericoacoara/Ceará**. Mercator, n. 1, p. 79-94, 2002.
- MEYBECK, M. & HELMER, R. 1992. **An introduction to water quality**. In. CHAPMAN, D. 1996. Water quality assessment. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - Caracterização dos ativos ambientais em áreas selecionadas da zona costeira brasileira. Brasília, 1998.
- MOSS, T. Solving problems of fit at the expense of problems of interplay? The spatial reorganization of water management following the EU water framework directive. In: BREIT, H. *et al.*. (Ed.). **How institutions change: perspectives on social learning in global and local environmental contexts**. Opladen: Leske + Budrich, 2003. p. 85-121.
- NETTUR - LABORATÓRIO DE ESTUDOS DO TERRITÓRIO E TURISMO. 2006. Universidade Estadual do Ceará-UECE. A (Re)estruturação do Litoral Cearense pelos Serviços da Atividade Turística a partir da década de 1990. (Projeto de pesquisa). Fortaleza: NETTUR/UECE.
- NUNES, F. C.; SILVA, E. F.; BOAS, G. S. V.. **Grupo Barreiras: Características, gênese e evidências de neotectonismo**. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Solos**, 194. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.
- PIRAZZOLI, P.A. -1996- Sea-level changes. The last 20.000 years. Wiley, Chichester, 1996, 211p.

- PLIRHINE – SUDENE. **Plano de aproveitamento integrado dos recursos hídricos do Nordeste do Brasil**. 15 v., 1980.
- POMPEU, cid Tomanik. **Aspectos Legais e Institucionais da Gestão das Águas**. I ENCONTRO ESTADUAL SOBRE ASPECTOS LEGAIS DA GESTÃO DAS ÁGUAS. Salvador: Superintendência de Recursos Hídricos – SRH/BA, 2001.
- RIBEIRO, J.W.; ROOKE, J.M.S. **Saneamento Básico e sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública**. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Análise Ambiental da Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2010.
- SETTI, Arnaldo A. *et al.*. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 3. Ed. Brasília: ANEEL/ANA - 328p, 2001.
- SIQUEIRA, A. S. A. **Geoquímica das lateritas do Domínio Médio Coreaú - Noroeste do estado do Ceará**. Dissertação. (Mestrado em Geologia da Universidade Federal do Ceará). Centro de Ciências, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- SOFFIATI, A. **Aspectos históricos das lagoas do Norte do Estado do Rio de Janeiro**. In: Esteves, F. A., Ecologia de Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ), Rio de Janeiro, RJ: NUPEM, p. 1 – 3, 1998.
- SOTCHAVA, V.B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre**. Biogeografia (14). Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia: São Paulo, 1978.
- SOUZA, M. J.N., **Contribuição ao Estudo das Unidades Morfoestruturais do Estado do Ceará**. Revista de Geologia. UFC, 2:35 – 57, Fortaleza, 1988.
- SUCUPIRA, P. A.P; PAULINO, W.D, 2008. **Inventário Ambiental do Açude Acarape do Meio: Fatores Condicionantes da Qualidade das Águas**, Governo do Estado do Ceará Secretaria Dos Recursos Hídricos - SRH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH. Fortaleza, 2008.
- SUGUIO, k.; Martin, L.; Bittencourt, A.C.S.P.; Dominguez, J.M.L.; Flexor, J.M. & Azevedo, A.E.G. -1985- **Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira**. Rev. Bras. Geoc., 15 (4): 273-286.

- SUNAMURA, T. – 1994- **Geomorphology of rock coast**. 1ª Ed., 1994, University of Tsukuba, Japan, 301p.
- TAFFAREL, S. R. Apostila de Operações e Processos Hidrosanitários I. Unilasalle – Canoas, 2012.
- TEIXEIRA [et al.]. **Decifrando a Terra**. Oficina de textos. São Paulo, 2000.
- TORRES, M. V.; SOBRINHO, J. F.. **Compartimentação geomorfológica e ambientes de açudes da bacia hidrográfica do rio Coreaú no Ceará**. Casa de Geografia de Sobral. v. 16, n.2, p. 144-159, 2014.
- TRICART, J. I. **Paisagem e Ecologia**. São Paulo: IGEO/USP, 1981.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA–TUNDISI, T.; *Limnologia, Oficinas de Textos*, 2008.
- VIANA, V.; SOARES, K.; SOUZA, L.D. **Os Antigos Habitantes da Praia de Jericoacoara, Ceará: Arqueologia, História e Ambiente**. Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2007.
- VICENTE DA SILVA, E. *Geocologia da Paisagem do Litoral Cearense; uma abordagem ao nível de escala regional e tipológica*. **Geocologia da Paisagem do Litoral Cearense: uma abordagem ao nível de escala regional e tipológica**, 1998.

Referências Digitais

- **ÁGUA – RECURSOS HÍDRICOS** disponível em: <<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/>> acessado em 17 maio 2016.
- **LAGOA DE JIJOCA** disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/area-de-protecao-ambiental-da-lagoa-de-jijoca/>> acessado em 16 de out. 2014.
- **PARQUE NACIONAL DE JERICOACARA** disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/o-que-fazemos/visitacao/ucs-abertas-a-visitacao/190-parque-nacional-de-jericoacoara.html>> acessado em 15 de out. 2014.

ANEXO A

Questionário aplicado à Cagece (Companhia de Água e Esgoto do Estado de Ceará)

1. Como é feita a gestão da água em Jijoca de Jericoacoara? Que modelo de gestão é aplicado?
2. De onde é extraída toda a água que abastece a cidade? Como é feita a cobrança? Baseia-se em que critérios da lei? Comente.
3. Existe a probabilidade de haver a escassez de água nessa região, considerando o cenário atual e a tendência de seu desenvolvimento até 2025, no âmbito da “Visão Mundial da Água”? Comente.
4. Existe algum estudo ou avaliação realizado pela Cagece ou parceiros que comprovem essas teses? Refere-se à questão três.
5. Como é realizado o tratamento da água desde sua extração até a chegada às residências? Que produtos são utilizados para esse tratamento?
6. É feito acompanhamento periódico dos reservatórios? Como é feita a limpeza e a manutenção?
7. Já houve contaminação da água de algum desses reservatórios? Como foi feita a descontaminação? Que produtos foram usados?
8. Que agentes patológicos são comuns na água desses reservatórios? Que produto é usado para exterminá-los?
9. As leis que regem o gerenciamento dos recursos hídricos, no Brasil e no Ceará, são eficazes ou falhas? O que poderia ser melhorado? Comente.
10. Trabalham-se projetos de Educação Ambiental em alguma comunidade? Quais comunidades e quais projetos?
11. Quantos imóveis, na sede do município de Jijoca de Jericoacoara, estão ligados à rede de tratamento de esgoto? E quantos imóveis na mesma situação na Vila de Jericoacoara?
12. Quantas adutoras/poços a Cagece gerencia dentro do município de Jijoca? Em quais localidades do município estão localizadas cada poço? E quantas residências são abastecidas com a água desses reservatórios?

ANEXO B

Questionário aplicado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento de Jijoca de Jericoacoara

1. Como é o gerenciamento dos recursos hídricos do município? Quantos reservatórios são gerenciados pela prefeitura? Como é a cobrança pelo uso da água?
2. As leis que regem o gerenciamento dos recursos hídricos são eficazes ou falhas? O que poderia ser melhorado? Comente.
3. Como é realizado o tratamento da água? Que profissionais são designados para realizar esses procedimentos?
4. A manutenção e limpeza desses reservatórios são feitas de que forma? Em que períodos? Quem realiza esse serviço?
5. Já houve contaminação de algum reservatório? Como foi realizado o processo de descontaminação?
6. Como é a cobrança da taxa pelo uso da água do reservatório? Quem recebe essas taxas? Comente.
7. Há desperdício de água em algum dos reservatórios? Como por exemplo: vazamentos por fissuras nos anéis, controle do tempo que os motores ficam ligados etc.
8. Nas comunidades, quem são os responsáveis pela fiscalização, monitoramento e controle desses reservatórios?
9. A prefeitura, como órgão gerenciador, entende a importância desse recurso? Realiza projetos de economia de água junto à população deste município? Exemplifique as ações e projetos realizados pelas secretarias.
10. Existe a probabilidade de haver a escassez de água nessa região, considerando o cenário atual e a tendência de seu desenvolvimento até 2025, no âmbito da “Visão Mundial da Água”? Comente.

ANEXO C

Questionário aplicado ao Sistema Integrado de Saneamento Básico Rural (SISAR)

1. Qual o modelo de gestão aplicado nessa região? Comente.
2. Os órgãos gerenciadores têm ciência da responsabilidade?
3. Você, como órgão gerenciador, considera a legislação atual, eficaz ou falha? Comente os aspectos.
4. A cobrança feita pelo uso da água é justa? Acha que poderia ser um valor maior pelo fato da água ser um recurso não renovável? Como é realizada a cobrança e como é feito o pagamento? Comente.
5. Como é feito o tratamento da água desde sua extração até sua chegada às residências? Que produtos são utilizados para o tratamento?
6. Já aconteceu algum caso de contaminação em algum dos reservatórios de água? Como foi realizado o procedimento de descontaminação?
7. Existe um sistema de monitoramento periódico? Como é realizado? Comente.
8. Quantos reservatórios são gerenciados pelo SISAR no município de Jijoca de Jericoacoara?
9. O SISAR oferece algum curso de capacitação ou de educação ambiental para as populações rurais? Comente.

ANEXO D**Questionário aplicado aos moradores das comunidades de: Jericoacoara, Mangue Seco, Córrego da Forquilha I, II e III, Sede do Município de Jijoca de Jericoacoara**

1. Qual entidade gerencia a água da sua comunidade?

- Cagece Prefeitura
 SISAR Associações Comunitárias

2. O que você acha da qualidade da água que chega à sua residência?

- Péssima – 0 a 2 Boa – 6 a 7
 Ruim – 3 a 5 Ótima – 8 a 10

3. O que você acha da assistência dada pela entidade gerenciadora da água de sua comunidade?

- Ruim Razoável Ótima

4. Onde é despejado o esgoto de sua residência?

- Rede geral de esgoto Fossas séptica
 Fossas negras Rios, Córregos e Lagoas