



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

MANOEL MARIANO NETO DA SILVA

**MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA NA
LAGOA DO APODI/RN**

PAU DOS FERROS – RN

2018

MANOEL MARIANO NETO DA SILVA

**MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA NA
LAGOA DO APODI/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido – UFERSA, Centro
Multidisciplinar de Pau dos Ferros, como
requisito para a obtenção do título de
Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: prof. Dr. Jorge Luís de
Oliveira Pinto Filho

PAU DOS FERROS – RN

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586m Silva, Manoel Mariano Neto da.
MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA
ÁGUA NA LAGOA DO APODI/RN / Manoel Mariano Neto
da Silva. - 2018.
55 f. : il.

Orientador: Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária, 2018.

1. Recursos hídricos. 2. Semiárido. 3.
Parâmetros físico-químicos. I. Pinto Filho, Jorge
Luís de Oliveira , orient. II. Título.

MANOEL MARIANO-NETO DA SILVA

**MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA NA
LAGOA DO APODI/RN**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido – UFERSA, Centro
Multidisciplinar de Pau dos Ferros, como
requisito para a obtenção do título de
Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

APROVADO EM: 17 / 09 / 2018

BANCA EXAMINADORA

Jorge Luis de Oliveira Pinto Filho

Prof. Dr. Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho – UFERSA/CMPF.

Presidente

Joel Medeiros Bezerra

Prof. Dr. Joel Medeiros Bezerra – UFERSA/CMPF.

Primeiro Membro Examinador

Cláudia Alves de Souza Muniz

Profa. Dra. Claudia Alves de Souza Muniz – UFERSA/CMPF.

Segundo Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos aqui dispostos não se limitam às pessoas que me auxiliaram ao longo da escrita deste Trabalho de Conclusão de Curso, dedico este espaço para agradecer a todos os que caminharam junto comigo ao longo da graduação, em especial:

Ao meu Pai, Luiz Gonzaga da Silva, que confiou na minha capacidade e me deu os subsídios necessários para concluir esta graduação;

Ao orientador, Dr. Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho, por ter sido professor, amigo e conselheiro ao longo desta jornada que se iniciava no ano de 2013;

A Carol Carvalho Alves Carvalho, por permanecer ao meu lado em todos os momentos vividos ao longo do Bacharelado em Ciência e Tecnologia e da Engenharia Ambiental e Sanitária, e Daniela de Freitas Lima, por ser uma amiga exemplo de determinação e objetividade;

Agradeço à Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, por ter me recebido de portas abertas, por ter se tornado meu segundo lar e por me permitir alcançar este sonho.

RESUMO

Os recursos hídricos apresentam grande variedade de usos e com isso, ganham significativa importância face às questões ambientais, sociais, econômicas e biológicas. No entanto, muitos fatores contribuem para a ampliação dos conflitos associados à água, dentre eles, a degradação dos reservatórios superficiais e subterrâneos, o crescimento populacional e a elevação dos níveis de consumo. Estas condições se tornam ainda mais agravantes quando discutidas no âmbito do semiárido, tendo em vista a elevada densidade populacional, a baixa média pluviométrica e a distribuição irregular das chuvas. Mediante tais apontamentos, este trabalho teve por objetivo geral monitorar a qualidade da água na Lagoa do Apodi/RN. Para tanto, foram realizadas levantamentos de campo, para fins da averiguação de análises físico-químicas, a partir do emprego de uma sonda de análise multiparâmetro, modelo HORIBA U-50, que permite quantificar in loco de forma instantânea os seguintes parâmetros o potencial Hidrogeniônico, Turbidez, Temperatura, Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos, Salinidade, Potencial de Oxirredução e Porcentagem de Oxigênio Dissolvido. As análises foram realizadas mensalmente, no período correspondente aos meses de janeiro a dezembro de 2017, em 4 pontos distintos, de modo a totalizar 48 amostras por parâmetro. Os valores obtidos foram confrontados com as legislações vigentes. Verificou-se que as maiores temperaturas foram registradas no mês de fevereiro, apesar deste ser o mês com a maior intensidade pluviométrica, já os menores valores ocorreram em maio. A condutividade elétrica não apresentou variações significativas, o que contribuiu para que os valores registrados estivessem próximos à média, neste caso, observa-se somente um valor discrepante, correspondente a 9,99mS/cm, no mês de outubro. O potencial de oxirredução também apresentou valores com pouca variação e o único valor considerado anormal ocorreu em janeiro, quando foi identificado um potencial de -250 mV. Observa-se que a resolução CONAMA 357/2005 foi parcialmente atendida, devido ao fato de que dois valores se mostraram acima do valor estipulado pela normativa quando se analisa os dados referentes ao oxigênio dissolvido. No tocante à condutividade elétrica, verifica-se que este indicativo aponta para condições de degradação da qualidade da água, segundo apontamentos da CETESB. Quanto aos sólidos totais dissolvidos, quando confrontados com a literatura apresentaram valores similares aos registrados em outros corpos hídricos no semiárido.

Palavras-chave: Recursos hídricos, Semiárido, Parâmetros físico-químicos.

ABSTRACT

Water resources have a wide variety of uses and are therefore of significant importance in relation to environmental, social, economic and biological issues. However, many factors contribute to the expansion of conflicts associated with water, among them, the degradation of surface and underground reservoirs, population growth and rising consumption levels. These conditions become even more aggravating when discussed in the semiarid context, due to the high population density, the low rainfall and the irregular distribution of rainfall. Through these notes, this work had the general objective to monitor the water quality in the Apodi / RN Lagoon. For this purpose, field surveys were carried out for the purpose of physicochemical analysis, using a multi-parameter analysis probe, model HORIBA U-50, which allows to quantify in situ instantaneously the following parameters the Hydrogenion potential, Turbidity, Temperature, Dissolved Oxygen, Electrical Conductivity, Total Dissolved Solids, Salinity, Oxidation Potential and Percent of Dissolved Oxygen. The analyzes were performed monthly, in the period corresponding to the months of January to December of 2017, in 4 distinct points, in order to total 48 samples per parameter. The values obtained were compared with the legislation in force. It was verified that the highest temperatures were recorded in February, although this is the month with the highest rainfall intensity, and the lowest values occurred in May. The electrical conductivity did not show significant variations, which contributed to the fact that the values recorded were close to the mean, in this case, a discrepancy value of 9.99 mS / cm was observed in the month of October. The oxidation potential also presented values with little variation and the only value considered abnormal occurred in January, when a potential of -250 mV was identified. It is observed that the CONAMA resolution 357/2005 was partially met, due to the fact that two values were shown above the value stipulated by the normative when analyzing the data referring to the dissolved oxygen. Regarding the electrical conductivity, it is verified that this indicative points to conditions of degradation of water quality, according to CETESB notes. As for the total dissolved solids, when compared with the literature, they presented values similar to those recorded in other water bodies in the semiarid region.

Key words: Water resources, Semi-arid, Physico-chemical parameters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Uso múltiplos das águas	15
Figura 2– Localização da Lagoa do Apodi.....	34
Figura 3 - Organização metodológica da pesquisa.....	35
Figura 4 – Distribuição dos pontos de análise na Lagoa do Apodi	35
Gráfico 1– Pluviometria mensal registrada em Apodi/RN.....	37
Gráfico 2– Comportamento da temperatura na Lagoa do Apodi	38
Gráfico 3 – Comportamento do pH na Lagoa do Apodi	39
Gráfico 4 – Comportamento da condutividade elétrica na Lagoa do Apodi	40
Gráfico 5 – Comportamento do potencial de oxirredução na Lagoa do Apodi.....	41
Gráfico 6 – Comportamento da turbidez na Lagoa do Apodi	42
Gráfico 7 – Comportamento do oxigênio dissolvido na Lagoa do Apodi.....	43
Gráfico 8 – Comportamento da porcentagem de oxigênio dissolvido na Lagoa do Apodi	44
Gráfico 9 – Comportamento dos sólidos totais dissolvidos na Lagoa do Apodi.....	45
Gráfico 10 – Comportamento da salinidade na Lagoa do Apodi	46

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Pontos de análises.....	36
Quadro 1 – Detalhamentos de parâmetros físico-químicos e biológicos associados à qualidade de água	21
Quadro 2 - Competências federativas na gestão dos recursos hídricos	25
Quadro 3 - Classificação dos corpos hídricos	26
Quadro 4 – Síntese bibliográfica	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASA – Articulação do Semiárido
CE – Condutividade Elétrica
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IET – Índice de Estado Trófico
IQA – Índice de Qualidade de Água
MA – Maranhão
MG – Minas Gerais
NTU – Unidade de Turbidez Nefelométrica
OD – Oxigênio Dissolvido
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
ORP – Potencial de Oxirredução
PIMC – Programa 1 Milhão de Cisternas
pH – Potencial Hidrogeniônico
PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH – Política Nacional dos Recursos Hídricos
RN – Rio Grande do Norte
STD – Sólidos Totais Dissolvidos
UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
US-EPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1 RECURSOS HÍDRICOS	14
2.1.1 Os recursos hídricos nos ambientes urbanos.....	16
2.1.2 Os conflitos associados aos recursos hídricos	17
2.1.3 Os recursos hídricos no semiárido brasileiro	18
2.1.4 Recursos hídricos em Apodi/RN	20
2.2 QUALIDADE DA ÁGUA.....	21
2.3 ASPECTOS LEGAIS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS.....	23
2.4 SÍNTESE DA LITERATURA.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	33
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	33
3.3 ORGANIZAÇÃO METODOLÓGICA	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A água conforme os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9.433/1997, pode ser compreendida como um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, de domínio público. Ainda neste contexto, destaca-se a importância para a manutenção da vida no planeta, bem-estar e desenvolvimento social.

Ao analisar a relevância da água face às atividades desenvolvidas no âmbito social, verifica-se que os rebatimentos apresentam uma amplitude que se estende além do caráter biológico, tendo em vista os múltiplos usos, com destaque à relevância econômica. Sob esta prerrogativa, Braga et al., (2005) elucidam a importância do fornecimento hídrico para a realização das atividades domésticas e industriais, e, apresentam outros segmentos mais complexos, como a produção de energia, transporte de mercadorias e a preservação dos ecossistemas, em especial os presentes em ambientes aquáticos.

Entretanto, dentre os principais fatores que marcam o final do século XX e início do século XXI, destaca-se o crescimento populacional e os consequentes rebatimentos na esfera ambiental, principalmente quanto à demanda por recursos hídricos. Neste contexto, Oliveira e Santos (2017) afirmam que o crescimento da população, associada ao desperdício de água em uma escala mundial contribuem para a intensificação da escassez nas localidades onde a disponibilidade hídrica é naturalmente reduzida. Os autores apontam que atualmente 40% da população do planeta convive com a falta desse recurso, e, que as modificações ocorridas no ciclo hidrológico submetem grandes cidades e aglomerados urbanos ao racionamento. Já Franz (2011) enfatiza que o progressivo crescimento urbano compromete a qualidade e a segurança ambiental dos corpos hídricos. Tal fato ocorre em detrimento à ocupação e compactação dos solos, além da devastação da vegetação e descarte de resíduos.

As características regionais também permitem o agravamento do quadro de disponibilidade hídrica no contexto nacional. Conforme Silva, Sousa e Batista (2018), apesar do Brasil possuir significativa disponibilidade de água, algumas regiões do país sofrem com a escassez do recurso devido ao fato da distribuição não ocorrer de forma igualitária em toda a extensão territorial.

Nesta perspectiva, Malvezzi (2007) destaca que a pluviosidade do semiárido brasileiro varia entre 250mm e 800mm, concentrados em poucos meses do ano, que associado ao fato de 70% do território se situar sob a formação do cristalino, dificulta a estocagem de água. O autor destaca ainda que esta é a região árida mais povoada do

planeta, fato que contribui imensuravelmente para ampliação dos conflitos em prol dos recursos hídricos.

Em relação ao contexto do semiárido, verifica-se que abordagens com este caráter apresentam uma importância mais elevada, uma vez que esta área sofre com os danos resultantes da escassez hídrica, por sua vez intensificados em decorrência da gestão deficitária deste recurso.

Inserida nesse cenário tem-se a Lagoa do Apodi-RN, estando localizada na região do Alto Oeste, semiárido potiguar. O corpo hídrico em questão possui usos diversificados, com destaque para a pesca, agricultura familiar e a pecuária.

Assim, surgem as seguintes indagações: Como se apresenta a qualidade da água da Lagoa do Apodi? Como os parâmetros variam ao longo do período sazonal? Qual a interferência da pressão antrópica sobre a qualidade da água?

Os fatores que justificam esta pesquisa têm como base as possíveis contribuições para as discussões traçadas em torno dos recursos hídricos, em especial os conflitos relacionados aos múltiplos usos, que possibilita a alteração da qualidade ambiental. Nesta perspectiva, torna-se necessário investigar a qualidade ambiental dos recursos hídricos, com a finalidade de identificar a extensão dos impactos ambientais das atividades potenciais e efetivamente poluidoras ou usuárias dos recursos naturais.

Nesta perspectiva, este trabalho teve por objetivo geral monitorar a qualidade da água na Lagoa do Apodi/RN. Quanto aos objetivos específicos aponta-se:

- a) Realizar o monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água da Lagoa do Apodi/RN;
- b) Diagnosticar o recurso hídrico da Lagoa do Apodi com base na legislação ambiental vigente;
- c) Promover discussões de modo a enfatizar os múltiplos usos locais;

Quanto à estrutura do trabalho, se organiza em seis tópicos: introdução; referencial teórico, que aborda os usos, conflitos e aspectos da gestão dos recursos hídricos; material de métodos, direcionado à apresentação do ambiente no qual o estudo foi desenvolvido, bem como a explanação dos procedimentos metodológicos empregados; resultados e discussões; considerações finais e referências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção tem por finalidade apresentar uma discussão e conceituação acerca dos principais eixos teóricos que sustentam a pesquisa. Desse modo, aborda-se a temática dos recursos hídricos afim de contextualizar os principais usos e conflitos associados, bem como compreender a relevância deste recurso nas esferas global, nacional, no semiárido e em Apodi/RN, *locus* deste estudo. Posteriormente, busca-se entender a qualidade de água a partir da indicação dos principais parâmetros utilizados em literatura e a identificação dos responsáveis pelo monitoramento da qualidade hídrica nas múltiplas esferas.

Os aspectos legais inerentes à gestão dos recursos hídricos são abordados, posto que compreender a evolução dos conceitos e diretrizes legais é uma necessidade para ampliação das discussões a serem realizadas. Por fim, apresenta-se os resultados das buscas bibliográficas acerca dos estudos que tratam da qualidade de água nos últimos anos.

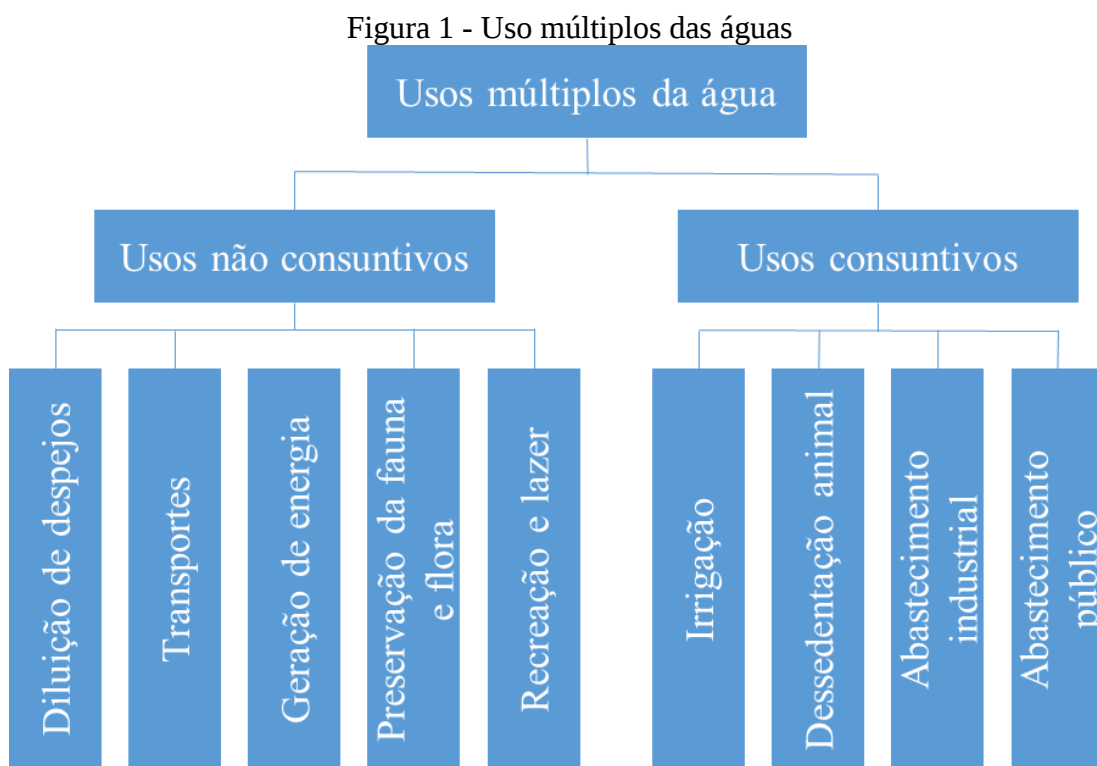
2.1 RECURSOS HÍDRICOS

A água se caracteriza como um recurso natural renovável com elevada disponibilidade. No entanto, ao discutir os respectivos usos, se observa que pode ser compreendido como um recurso limitado, uma vez que os padrões de qualidade e potabilidade muito comumente não atendem as exigências associadas à demanda. Diante disto, Azevedo, Fresqui e Trsic (2014) mostram que a água doce disponível no planeta corresponde à 2,6%, enquanto que os mares e oceanos representam 97,4%. Os autores ressaltam que a água com características adequadas para atender às necessidades humanas não apresenta fácil acesso, visto que 76,6% estão dispostas em calotas polares, 0,05% se concentram na atmosfera e 23,25% distribuem-se em reservatórios subterrâneos e superficiais.

Face a este apontamento, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9.433/1997 toma como fundamentos para a gestão dos recursos hídricos: a água como um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, de domínio público, que em situações de escassez deve destinar-se prioritariamente ao abastecimento humano e à dessedentação animal, cuja gestão deve ser pautada nos usos múltiplos.

Tundisi e Tundisi (2011) afirmam que o consumo dos recursos hídricos apresenta variações entre países e regiões, fato que deriva das atividades desenvolvidas, das condições sociais e da disponibilidade hídrica. No entanto, evidencia-se que o crescimento populacional em consonância com a elevação dos níveis de consumo e ascensão dos padrões de vida têm ampliado os múltiplos usos dos recursos hídricos e colocado em risco a disponibilidade hídrica.

Nesta perspectiva, Derísio (2012) enfatiza que nenhum outro recurso exceto o ar apresenta tantos usos quanto à água. Neste contexto, o autor divide os múltiplos usos dos recursos hídricos em dois grupos (Figura 1): consuntivos, cujos usos impõe a retirada da água do corpo hídrico de modo que favorece a ocorrência de perdas entre o que é derivado e o que retorna às reservas; e não consuntivos, caracterizados pela não ocorrência de retiradas da água.



Fonte: Derísio, 2012. Adaptado pelo autor.

Ainda sob a perspectiva dos usos múltiplos, Braga et al. (2005) pontuam que a qualidade da água exigida em cada caso é variável. Neste sentido, o uso que exige padrões de qualidade mais elevados é o abastecimento público, posto que é o mais nobre e prioritário. Os autores enfatizam que o acesso à água potável e de qualidade é uma questão

de saúde pública, devido aos impactos decorrentes das doenças de veiculação hídrica, no entanto, o acesso aos recursos hídricos se reduz progressivamente devido à poluição.

2.1.1 Os recursos hídricos nos ambientes urbanos

Ao discutir a formação dos espaços urbanos e as relações com os recursos hídricos, Pinsky (2011) enfatiza que devido às limitações instrumentais e a dependência completa das práticas agrícolas, as primeiras cidades edificadas, há aproximadamente 6 mil anos, estavam situadas em áreas que favoreciam o acesso à água e aos solos férteis no sul do Egito e da Mesopotâmia, às margens dos rios Nilo, Tigre e Eufrates.

Tem-se que a dependência dos recursos hídricos face à urbanização não se limita à Idade do Bronze, visto que muitas cidades substancialmente mais recentes foram edificadas em ambientes favorecidos pela presença de corpos d'água. Nesta perspectiva, Madureira (2015) afirma que até a década de 1950 a conjuntura organizacional global dos espaços urbanos e rurais se apresentava totalmente diferente do que se observa no início do século XXI.

Entretanto, as modificações intensificadas pela revolução industrial e pela segunda guerra mundial findaram por propiciar a expansão dos ambientes urbanos e com isso, a relação rio-cidade se intensificou expressivamente

No caso do Brasil, Assad (2013) enfatiza que se trata de um país com elevada disponibilidade hídrica, fato que estreita as relações das cidades com os rios. Desse modo, aponta-se que em todas as capitais brasileiras os rios desempenharam importantes funções. Entretanto, se observa que estas mesmas cidades muito comumente viram-lhes as costas e passam a desconhecer o papel social desempenhado pelos corpos hídricos.

Face a este contexto, Melo (2005) pontua que no primeiro momento a espécie humana se configurava como dependente e submissa aos rios, e posteriormente, passa a controlar e moldar estes ambientes conforme às necessidades. Neste sentido, muitos problemas de cunho social foram controlados, dentre eles, a transmissão de doenças epidemiológicas de veiculação hídrica, mas em contrapartida, outras discrepâncias surgem devido a degradação dos recursos hídricos em decorrência da ocupação irregular das margens, lançamento de esgotos e resíduos. Assim, os rios que em um primeiro momento favorecem o surgimento da civilização e das cidades são gradativamente absorvidos pelas malhas urbanas e paulatinamente degradados.

Apesar das incoerências existentes entre a expansão urbana e a conservação dos recursos hídricos, enfatiza-se que as relações não são desfeitas. Constantino (2014) ao discutir a dualidade rio-cidade sob a óptica da ecologia da paisagem, infere que as funções dos rios são modificadas, e mesmo em condições de poluição extrema estes apresentam funcionalidades e compõem a paisagem dos espaços urbanos. Assim, se evidencia a necessidade de recuperar estes ambientes pelo fato de constituírem zonas públicas de significativa relevância ambiental, uma vez que propiciam a permanência da biodiversidade no contexto urbano e o bem-estar social.

2.1.2 Os conflitos associados aos recursos hídricos

Dentre os desafios para alcançar a sustentabilidade na utilização dos recursos hídricos, Cech (2013) enfatiza que o lançamento de poluentes e contaminantes propicia a ocorrência de graves problemas de ordem social e ambiental. Nesta perspectiva, o autor classifica as fontes de poluição em duas categorias: fontes de poluição pontual, caracterizadas por serem de fácil identificação e quantificação, o que permite avaliar os impactos de forma direta; e difusa, oriunda de fontes amplas, de difícil quantificação. Ressalta-se que a poluição da forma como foi apresentada diz respeito às atividades antrópicas, visto que o autor associa a degradação natural ao termo *background*, também difundido como poluição de fundo ou contaminação natural.

Os conflitos associados aos recursos hídricos, conforme Miller e Spoolman (2015) não se limitam exclusivamente à poluição antrópica e surgem a partir da má administração, posto as constantes ocorrências de desperdícios e as desigualdades de acesso à água. Os autores afirmam que em decorrência de tais aspectos, muitas problemáticas são intensificadas, dentre elas: o declínio da saúde global, devido à veiculação de epidemiologias decorrentes da falta de acesso à água potável; o agravamento da crise ambiental, associada à exploração excessiva dos aquíferos e corpos hídricos superficiais, bem como à poluição, que resulta no desaparecimento de zonas úmidas, redução da qualidade da água e comprometimento dos ecossistemas aquáticos e terrestres; e, a limitação de atividades econômicas, em decorrência da indisponibilidade de água em quantidade e qualidade desejáveis.

Ao discutir a escassez de água no mundo, Richter (2015) afirma que esta é uma problemática crescente e que futuramente poderá resultar em embates entre as nações, uma vez que muitos países estão com as fontes hídricas estagnadas. Além da elevação do

consumo, o autor alerta para a distribuição incoerente das massas populacionais, visto que mais da metade das cidades mais populosas do mundo estão situadas em regiões com sérios problemas hídricos. Com isso, a devastação econômica e elevação dos custos para obtenção de água, os prejuízos aos ecossistemas antrópicos e naturais e a redução da qualidade de vida são generalidades resultantes da falta de água.

Tais discrepâncias elucidam a necessidade de implementar e empregar tecnologias ambientais, que propiciem a depuração da água e consequente disponibilidade para o consumo. Segundo Manahan (2013), o tratamento da água se organiza em três categorias principais: purificação para uso doméstico, tratamento para usos industriais específicos e tratamento de águas residuárias para despejo em corpos receptores ou reuso. Desse modo, a complexidade do tratamento a ser adotado varia de acordo com a origem do recurso hídrico e com a aplicação pretendida, e os processos utilizados são físicos, químicos e biológicos, ou resultam da combinação destes.

Outra abordagem de forte relevância parte da adoção de mecanismos não estruturais na gestão das águas. Assim, cita-se a criação do arcabouço jurídico, que conforme Oliveira (2017), apresenta rebatimentos territoriais mediante a gestão integrada e participativa. Neste mesmo direcionamento, Rhoden (2016) afirma que a gestão integrada dos recursos hídricos favorece a adequação das múltiplas diversidades regionais, o controle quanto ao uso e ocupação do solo, e a gestão ambiental.

2.1.3 Os recursos hídricos no semiárido brasileiro

Conforme dados do Ministério da Integração Nacional (2017), a área ocupada pelo semiárido brasileiro corresponde a 1,03 milhões de km², correspondente a aproximadamente 89% da região Nordeste. O clima de semiaridez e a hidrologia pobre são os principais fatores que caracterizam este território, que surgiu com a finalidade de identificar as unidades político-administrativas com base no índice de aridez e no risco de ocorrência de secas, afim de propiciar tratamento específico em função destes fatores.

Quanto à composição político-administrativa, Ministério da Integração Nacional (2017) afirma que o semiárido é constituído por 1.262 municípios, que abrangem integralmente o estado do Ceará, 95% do Rio Grande do Norte, 92% da Paraíba, 83% do Pernambuco, 63% do Piauí, 54% da Bahia, 49% de Sergipe, 48% de Alagoas, 2% de Minas Gerais e 1% do Maranhão. Em relação à representação populacional, o Instituto

Nacional do Semiárido (2014) aponta uma concentração de aproximadamente 23,84 milhões de habitantes, correspondentes a 12% da população nacional.

No tocante aos recursos hídricos, Malvezzi (2007) pontua que a precipitação média anual corresponde a 750mm/ano e varia entre 250mm e 800mm, de acordo com a porção territorial e o período de tempo analisado; possui uma formação geológica com uma representação de 70% de rochas cristalinas rasas, o que dificulta a formação de mananciais perenes e interfere na potabilidade de água em decorrência da elevada concentração de sais. Outras características hidrológicas apresentadas explicitam o déficit hídrico em detrimento à relação precipitação-evaporação, uma vez que a evaporação média equivale a 3.000mm/ano.

De encontro a tais fatores, o Ministério do Meio Ambiente - MMA (2004) mostra que se trata de um espaço densamente ocupado, de forma que se configura como a região semiárida mais populosa do mundo. Este aspecto associado à baixa disponibilidade dos recursos hídricos e à tardia implementação de políticas públicas favorecem uma estruturação social de elevada pobreza e desigualdade social.

Diante desta realidade, Galvão (2006) enfatiza a criação de estereótipos acerca do semiárido, que por sua vez se associam aos mais variados cenários e interesses. Nesta perspectiva, cita-se a imagem do semiárido no âmbito político-administrativo e a consequente expansão da política hídrica, fator que marca a aquisição de recursos e obras de combate à seca.

Ab'Saber (2003) enfatiza que a escassez hídrica nesta região beneficia as antigas relações de poder a partir do emprego de recursos públicos face ao combate à seca. O autor cita as obras de açudagem realizadas pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que favoreceram por longos períodos de tempo os grandes latifundiários devido à posse dos recursos hídricos. Com isso, mais recentemente enxergou-se a necessidade de instituir mecanismos que objetivavam a convivência com o baixo regime hídrico, o que culminou nas tecnologias sociais de convivência com a seca, dentre elas, a difusão das cisternas de placas e outros métodos de captação e acondicionamento das águas das chuvas.

Segundo Silva, Sousa e Batista (2018), estes meios alternativos favoreceram a descentralização da água enquanto recurso natural essencial para a promoção da cidadania e qualidade de vida. Ainda sob a perspectiva dos autores, dentre os principais programas atuantes no semiárido, a Articulação do Semiárido (ASA) permitiu a criação de projetos

como Um Milhão de Cisternas (P1MC), reconhecido internacionalmente pela Organização das Nações Unidas.

2.1.4 O caso de Apodi/RN

Ao analisar os recursos hídricos no município de Apodi/RN, *locus* deste estudo, conforme Souza, Silva e Dias (2012), esta localidade está situada na bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, a segunda maior do Rio Grande do Norte, e apresenta como principais reservatórios de águas superficiais o rio Apodi, a barragem de Santa Cruz e a Lagoa do Apodi.

Santana Júnior (2010) afirma que os corpos hídricos em questão são de grande importância local e regional, visto que a barragem apresenta uma capacidade de acumulação correspondente a aproximadamente 600 milhões de metros cúbicos, o que permite o desenvolvimento de atividades agrícolas e o abastecimento de municípios situados no Oeste Potiguar. Já a Lagoa do Apodi, caracterizada enquanto um reservatório urbano, favoreceu o desenvolvimento da cidade de Apodi e apresenta volume máximo de 50 milhões de metros cúbicos.

Quanto aos recursos hídricos subterrâneos, Mascarenhas et al. (2005) apontam que há uma grande diversidade geológica no município em questão, o que favorece a presença de diferentes aquíferos. Nesta perspectiva, são indicados dois reservatórios subterrâneos principais: o arenito Açú e o calcário Jandaíra, que se apresentam confinados, semiconfinados e livres. Neste contexto, destaca-se a intensa exploração dos recursos hídricos subterrâneos mediante a perfuração de poços tubulares.

No tocante à qualidade ambiental destes recursos, Henry-Silva et al. (2013) ao analisar a presença de organismos vegetais na Barragem de Santa Cruz verificou que este corpo hídrico é classificado como oligotrófico por apresentar baixa disponibilidade de nutrientes. No entanto, Silva e Costa (2015) observaram recentemente que esta condição varia conforme os períodos do ano, sendo que nos períodos mais secos são apresentados valores mais elevados de concentração de biomassa correspondente aos fitoplânctons.

Já no cenário da Lagoa do Apodi, Pinto Filho, Santos e Souza (2012) apontam a presença de interferência antrópica quanto à qualidade físico-química e microbiológica do recurso hídrico. Os autores observaram ainda que os valores mais críticos coincidem com os períodos de menor precipitação e consequente redução do volume do reservatório.

2.2 QUALIDADE DA ÁGUA

Discutir a qualidade da água na perspectiva de Vesilind e Morgan (2015) é algo complexo visto que além dos parâmetros físico-químicos e biológicos, faz-se necessário compreender os usos associados ao recurso hídrico em questão. Neste sentido o autor afirma que existem muitos parâmetros com esta finalidade, mas enfatiza a importância do oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos, nitrogênio e os parâmetros bacteriológicos. Já Cech (2013) inclui aos parâmetros básicos para a caracterização das águas: a temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, dureza, metais, minerais e sais.

Ressalta-se que muitas outras características podem ser investigadas, a depender da profundidade da análise a ser desenvolvida. Outro aspecto indissociável a este estudo diz respeito à compreensão dos parâmetros adotados para caracterização dos recursos hídricos (Quadro 1). Assim, foram consultadas as bases de informações da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US-EPA), a Organização Mundial de Saúde (OMS), o Ministério de Meio Ambiente (MMA) e Recursos Naturais do Territórios do Noroeste e a Companhia *Fondriest Environmental*.

Quadro 1 – Detalhamentos de parâmetros físico-químicos e biológicos associados à qualidade de água

Parâmetro	Detalhamento
Clorofila A	- Trata-se de uma substância característica de algas, fitoplânctos e cianobactérias; - É um indicador direto para ocorrência de florações desses microrganismos e indiretamente pode indicar as condições tróficas do corpo hídrico; - É medida a partir de comprimentos de onda na faixa de 650-700nm e a concentração é determinada em µg/L.
Condutividade Elétrica	- É uma medida indireta da salinidade e concentração de íons na água; - A formação rochosa está associada à condutividade elétrica do corpo hídrico devido à liberação de sais a partir da desintegração das rochas; - A condutividade pode indicar ocorrências de poluição, visto que os efluentes originados nas atividades humanas apresentam elevadas concentrações de sais; - É um indicador de mudanças climáticas, posto a relação da condutividade com a variação da temperatura e ocorrências de chuvas, que permitem variar a concentração dos íons; - Este parâmetro estabelece relações estreitas com o bem-estar dos organismos aquáticos devido à elevada sensibilidade às variações; - A medição é definida em µS/cm.
Temperatura da água	- A temperatura é um fator de ordem física que afeta o teor de oxigênio dissolvido na água e as taxas metabólicas dos organismos aquáticos; - Este parâmetro também pode indicar modificações climáticas e se relaciona às descargas pluviais oriundas das atividades antrópicas;

	- As medidas são comumente realizadas em °C, °F e K.
Salinidade	- A salinidade é um parâmetro que avalia a quantidade total de sais dissolvidos no corpo hídrico; - Trata-se de uma análise que comumente ocorre de forma indireta, a partir da condutividade; - Quando a medição ocorre de forma direta, os valores são determinados em mg/L, ppm e ppt.
Sólidos Totais Dissolvidos (STD)	- Compreendem sais inorgânicos e pequenas quantidades de matéria orgânica; - As fontes dos STD são: natural, o escoamento urbano e os despejos de esgotos doméstico e industrial; - Trata-se de um parâmetro importante para os ecossistemas aquáticos, por favorecer a regulação da pressão osmótica, no entanto, em elevadas concentrações pode causar danos às espécies mais sensíveis; - A medição comumente ocorre em mg/L, mas pode ser obtido indiretamente através da condutividade.
Oxigênio Dissolvido (OD)	- Trata-se de um parâmetro fundamental para a manutenção da vida aquática, visto que muitos organismos necessitam de oxigênio para sobrevivência; - A ausência ou depleção dos níveis de oxigênio se relacionam à ocorrência de desequilíbrio no ambiente aquático, dentre eles, a redução das trocas gasosas com a atmosfera e a elevação do consumo de oxigênio; - As quantificações são realizadas na medida em mg/L; - Quando se apresenta sob a forma de saturação de ar, o oxigênio dissolvido pode ser quantificado em porcentagem (%) e assumir valores superiores a 100%.
Potencial Hidrogeniônico (pH)	- Está associado à concentração de íons H^+ no corpo hídrico e varia de 0 a 14; - O monitoramento deste parâmetro é importante devido às implicações quanto à vida aquática, visto que muitas espécies são restritas à determinadas faixas; - Observa-se que os corpos hídricos comumente apresentam valores básicos (próximos a 7); - Valores baixos podem estar associados à decomposição de sedimentos, fato que faz referência ao envelhecimento do ambiente aquático ou à presença de poluentes.
Turbidez	- Está associada à fenômenos naturais, como o carreamento de sedimentos pela chuva ou propagação de algas, mas pode ser um fator resultante das ações humanas, dentre elas, a mineração, a agricultura e o despejo de esgotos; - Este parâmetro ganha relevância ambiental pelo fato de que a depender dos níveis alcançados, pode ocorrer o bloqueio da luz solar e reduzir a atividade fotossintética dos microrganismos vegetais, o que contribui para o desequilíbrio do ecossistema aquático; - Outros aspectos como a redução do campo de visão dos organismos também são citados como fatores ligados à elevação da turbidez; - A medição ocorre em Unidade de Turbidez Nefelométrica (NTU).
Potencial de Oxirredução (ORP)o	- Este parâmetro diz respeito à qualidade ambiental do corpo hídrico, visto que quanto mais elevado os valores de ORP, maior a capacidade de recuperação do ambiente aquático; - Isso ocorre por estar associado à presença de oxigênio e consequentemente, à ocorrência da degradação de compostos orgânicos por vias biológicas; - Baixos valores de ORP podem ocorrer por fatores naturais e por ação humana, como o despejo de esgoto e resíduos domésticos e industriais. Os valores são apresentados em mV.
Demanda Bioquímica de Oxigênio	- Permite quantificar a quantidade de oxigênio necessário para estabilizar a matéria orgânica presente na água;

(DBO)	- É um meio indireto para quantificar a matéria orgânica em um corpo hídrico, de modo que quanto mais elevado o valor da DBO, maior será a concentração de matéria orgânica; - Está associado à ocorrência de despejos de esgotos e se ao consumo do oxigênio dissolvido disponível, de modo que favorece a mortandade dos organismos menos resistentes e a redução da biodiversidade aquática; - A medição ocorre em mg/L.
Nutrientes	- O fósforo e o nitrogênio são os nutrientes mais comuns nos corpos hídricos; - A presença destas substâncias mesmo em baixas concentrações pode favorecer a produção acelerada dos vegetais, que posteriormente reduzem as trocas gasosas com a atmosfera e causam a depleção do oxigênio dissolvido. Com isso, ocorre a mortandade dos peixes e outros organismos; - A elevação das concentrações de nutrientes está intimamente associada à prática agrícola e aos despejos de águas residuárias em condições não-satisfatórias; - A concentração é apresentada em mg/L.
Parâmetros bacteriológicos	- A presença de microrganismos patogênicos nos recursos hídricos é um problema de saúde pública, visto que podem colocar a vida de seres humanos em risco; - Comumente são utilizados como parâmetros a presença de microrganismos como indicadores dentre eles, a <i>Escherichia coli</i>; - Outra forma de análise parte das concentrações de coliformes fecais e totais.
Metais pesados	- São poluentes que mesmo em baixas concentrações podem ocasionar graves problemas aos ecossistemas aquáticos devido à capacidade de bioacumulação e biomagnificação; - Podem contribuir para o desenvolvimento de cânceres e mutações genéticas; - A presença pode decorrer da poluição ou da disponibilidade dos metais no ambiente; - Devido aos elevados custos das análises, o monitoramento raramente é realizado de forma efetiva.

Fonte: *Fondriest Environmental* (2014), *United States Environmental Agency* (1997), *World Health Organization* (2011), *Ministry of Environment and Natural Resources of the Northwest Territories* (2014).

Adaptado pelo autor.

2.3 ASPECTOS LEGAIS ACERCA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Para ampliar o entendimento da estruturação e evolução do arcabouço jurídico pertinente aos recursos hídricos, em um primeiro momento faz-se necessário identificar os modelos de gestão e a evolução destes. Face a este contexto, Secchi (2009) e Silva (2010) citam a existência de três modelos organizacionais públicos: burocrático, caracterizado pela concentração das tomadas de decisões, severamente criticado após a Segunda Guerra Mundial por não considerar as necessidades dos cidadãos e ser pouco eficiente; econômico-financeiro, implantado a partir da década de 1980, baseado descentralização e na comunicação das esferas pública e privada; e a integração participativa, pautada no envolvimento dos cidadãos na criação de políticas, de modo que favorece o surgimento de uma democracia deliberativa.

Braga e Ferrão (2015) afirmam que a gestão dos recursos hídricos no Brasil é uma questão diretamente influenciada pela transição destes modelos. Nesta perspectiva, os autores mostram que o Código das águas, instituído pelo Decreto nº 24.643/1934 se origina em meio a plena efetividade do modelo burocrático. Posteriormente, na década de 1980 observa-se a difusão do modelo econômico-financeiro, que por sua vez, marca a criação da Constituição Federal de 1988. E na década de 1990, sob à luz do planejamento compartilhado cria-se a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), através da Lei nº 9.433/1997.

Ao analisar a finalidade de cada instrumento jurídico citado, observa-se com base em Santin e Goellner (2013) que o Código das águas traz consigo os primeiros dispositivos legais para cobrança e uso da água. Outros fatores que caracterizam esta legislação é a classificação da água quanto à dominialidade: comum, pública e particulares; e a execução da lei, atribuída ao Ministério da Agricultura, devido à ausência de um órgão específico.

Verifica-se que modificações no âmbito da gestão dos recursos hídricos foram instituídas pela Constituição Federal de 1988, uma vez que no Art. 21 está definido como atribuições da União: a elaboração de planos nacionais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social, bem como a criação do sistema nacional de gerenciamento dos recursos hídricos e a definição de critérios de outorga e cobrança pelos usos. Outro aspecto modificado é definição da água como um bem público, que se opõe ao Código das águas.

Nesta perspectiva, cria-se em 1997 a Lei das águas, que institui enquanto instrumentos: os planos de recursos hídricos; o enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo os usos preponderantes; a outorga dos direitos de uso; a cobrança pelo uso; a compensação aos municípios; e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Conforme Aith e Rothbarth (2015), a partir da Lei 9.433/1997 ocorre a descentralização das atribuições e a consequente distribuição entre os entes federados. Assim, a União, Estados, Municípios e o Distrito Federal passam a assumir as seguintes competências (Quadro 2):

Quadro 2 - Competências federativas na gestão dos recursos hídricos

Ente Federativo	Competências
União Federal	- Gerencia a Política Nacional e o Plano Nacional de Recursos Hídricos; - Fiscaliza e regula a gestão hídrica no país, junto ao Ministério do Meio Ambiente e a Agência Nacional de Águas; - Conselho Nacional de Recursos Hídricos regulamenta política com a participação do governo federal, estados, DF, Setores e Usuários da Sociedade Civil; - Gerencia comitês de bacias federais ou interestaduais; - Fiscaliza a água para consumo humano por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
Estados	- Responsável pela gestão das águas sob o seu domínio; - Elabora legislação específica para sua área; - Organiza o Conselho Estadual de Recursos Hídricos e garante o funcionamento dos comitês de bacia em sua competência; - Fiscaliza a água para consumo humano por meio da Vigilância Sanitária estadual.
Municípios	- Integram políticas de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e do meio ambiente com as políticas federal e estaduais de Recursos Hídricos; - Possuem assentos nos Comitês e Bacias Hidrográficas no intuito de promover a articulação intersetorial e federativa das políticas públicas territoriais; - Fiscaliza a água para consumo humano por meio da Vigilância Sanitária municipal.
Distrito Federal	- Possui as mesmas competências dos estados e municípios na gestão de seus Recursos Hídricos.

Fonte: Aith e Rothbarth (2015, p. 169).

Ainda em relação aos instrumentos, a PNRH atribui o enquadramento dos corpos hídricos à legislação ambiental. Desse modo, observa-se que a Resolução Conama 357/2005 vem de encontro a esta demanda, uma vez que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece as diretrizes ambientais para o enquadramento (Quadro 3).

Quadro 3 - Classificação dos corpos hídricos

Classificação	Classe	Usos
Água doce	Classe Especial	- Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; - Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; - Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
	Classe I	- Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; - Proteção das comunidades aquáticas; - Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; - Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; - Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
	Classe II	- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; - Proteção das comunidades aquáticas; - Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; - Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; - Aquicultura e à atividade de pesca.
	Classe III	- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; - Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; - Pesca amadora; - Recreação de contato secundário; - Dessedentação de animais.
	Classe IV	- Navegação; - Harmonia paisagística.
Águas Salinas	Classe Especial	- Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; - Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
	Classe I	- Recreação de contato primário; - Proteção das comunidades aquáticas; - Aquicultura e à atividade de pesca;
	Classe II	- Pesca amadora; - Recreação de contato secundário.
	Classe III	- Navegação; - Harmonia paisagística.
Águas salobras	Classe Especial	- Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; - Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

	Classe I	- Recreação de contato primário; - Proteção das comunidades aquáticas; - Aquicultura e à atividade de pesca; - Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; - Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
	Classe II	- Pesca amadora; - Recreação de contato secundário.
	Classe III	- Navegação; - Harmonia paisagística.

Fonte: Resolução Conama 357/2005. Adaptado pelo autor.

No âmbito estadual, observa-se que o Rio Grande do Norte se antecipa à PNRH, uma vez que a Política Estadual de Recursos Hídricos foi instituída em 1996, a partir da Lei 6.908/1996. Nesta perspectiva, Oliveira, Barbosa e Dantas Neto (2013) apontam que este fator pode ser compreendido como um avanço na gestão dos recursos hídricos devido à criação do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e os respectivos órgãos, dos quais se destacam a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos e os Comitês de Bacias Hidrográficas. No entanto, há fatores limitantes a serem superados, devido à ausência de informações técnicas atualizadas e confiáveis e a falta de previsão legal para o enquadramento dos corpos hídricos.

2.4 QUALIDADE DA ÁGUA EM CORPOS HÍDRICOS URBANOS

Diante da ampla literatura existente a nível nacional e internacional o presente tópico consistiu em uma busca dos artigos técnico-científicos que abordam a qualidade da água, especialmente em corpos hídricos urbanos.

Quadro 4 – Relatos bibliográficos sobre qualidade da água em corpos hídricos urbanos

Autores	Objetivos	Principais resultados
Santos et al., (2014)	Avaliar a distribuição de parâmetros abióticos e clorofila <i>a</i> no lago Água Preta, em períodos sazonais e aplicar o Índice de Estado Trófico.	- A água do lago apresenta características típicas para ambientes aquáticos situados em zonas tropicais; - O pH, as concentrações de cloreto e oxigênio dissolvido e a condutividade elétrica apresentam-se normais para águas naturais;

		- O IET caracterizou o corpo hídrico como eutrófico.
Oliveira, Santos e Lima (2017)	Avaliar a qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base na resolução Conama nº 357/2005.	- A água se apresenta em conformidade com os padrões estabelecidos pela Classe 2 nos seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura, turbidez, pH, amônia, nitrito, nitrato e nitrogênio mineral; - Quanto à dureza, a classificação varia de dura a moderada ao longo no curso analisado; - Os valores correspondentes à concentração de fósforo e condutividade elétrica indicam a presença de impactos; - Os valores de coliformes fecais estão acima do permitido; - A água se apresenta imprópria para contato primário e secundário, sem tratamento prévio.
Amorim et al., (2017)	Realizar um diagnóstico da qualidade das águas dos igarapés Rabo do Porco e Precuá, situados em um ambiente de refinaria de petróleo, em Bacabeira/MA.	- As maiores frequências de enquadramento com base na Resolução Conama 357/2005 correspondem às classes 3 e 2; - Os valores do IQA caracterizam a água como regular; - Os impactos oriundos da refinaria apresentaram baixa significância quanto à qualidade da água.
Finkler et al., (2015)	Identificar e analisar os principais parâmetros de qualidade e as fontes poluidoras relacionadas à variação espacial e temporal da qualidade dos corpos hídricos de Caxias do Sul/RN, pela técnica multivariada ACP.	- Os parâmetros mais significativos foram os indicadores de matéria orgânica e nutrientes, pH e a concentração de cianetos; - O declínio da qualidade da água no município decorre quase que em sua totalidade da ausência de tratamento dos efluentes domésticos e industriais; - As atividades agrícolas também contribuem para o cenário de degradação.
Rocha et al., (2016)	Avaliar os impactos das atividades do Campus UFJF na qualidade da água da Bacia de contribuição do Lago Manacás, em Minas Gerais.	- Os valores de OD se apresentaram relativamente baixos no período do estudo; - A DBO e a turbidez se mostraram significativamente elevados; - O corpo hídrico é classificado como Classe 4, a partir da Conama 357/2005.
Ferreira et al., (2015)	Adaptar e comparar o Índice de Qualidade Água desenvolvido pela <i>National Sanitation Foundation</i> às condições químicas, físicas e biológicas das águas de um reservatório artificial em região de clima semiárido tropical, bem como a variabilidade espaço-temporal do mesmo.	- O parâmetro de maior influência sob às condições estudadas foi o pH, por ser afetado por variados fatores; - Há diferenças significativas quanto aos índices adaptados e não adaptados. No entanto, ambos seguem a mesma sequência e se diferenciam pelos pesos associados às variáveis; - O IQA para a água do reservatório apresentou valores regulares e constatou-se variações decorrentes da sazonalidade.

Silva e Araújo (2017)	Realizar um monitoramento das variáveis físicas, químicas e biológicas das águas do rio Pirapozinho, em uma seção do córrego Limoeiro.	- Observou-se uma melhoria significativa da qualidade de água após o ano de 2008, fato associado a ampliação dos sistemas de tratamento de esgoto; - A melhoria da qualidade da água foi observada a partir da elevação da concentração de OD em consórcio à depleção da DBO.
Bezerra et al., (2013)	Avaliar o corpo hídrico do rio Apodi-Mossoró nos barramentos hidráulicos situados no trecho urbano de Mossoró.	- A sazonalidade climática influencia as concentrações observadas dos contaminantes; - Os parâmetros analisados condizem com a Classe 1 - águas salobras, com exceção das concentrações de fósforos, que indicam a eutrofização do corpo hídrico; - As atividades antrópicas desenvolvidas no ambiente urbano contribuem para a intensa degradação da água.
Santos et al., (2015)	Analisar a qualidade das águas superficiais da lagoa do bairro Nossa Senhora Aparecida, em Pirapora/MG, a partir dos parâmetros físico-químicos estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005.	- Os valores de temperatura e pH observados estão em conformidade com os valores de referência da Conama 357/2005 para água doce classe 2; - A concentração de OD se apresentou abaixo dos padrões da Conama em alguns pontos, fato associado à elevação do consumo de oxigênio; - A condutividade elétrica mostrou elevada variação e valores acima dos recomendados.
Queiroz et al., (2015)	Analisar a influência do barramento na qualidade da água a jusante do reservatório da Usina Hidrelétrica Sá Carvalho, Piracicaba/MG, entre 2010 e 2012.	- A qualidade da água, em especial a concentração de nutrientes apresenta variação em função dos usos e ocupação do solo; - As áreas urbanizadas mostraram os piores valores para o IQA.
Andrietti et al., (2016)	Identificar a qualidade da água superficial do rio Caiabi/MT por meio do IQA e IET, bem como a avaliação das variações sazonais e espaciais.	- O IQA aponta para a boa qualidade da água do rio Caiabi/MT, fato atribuído à conservação das matas ciliares e vegetação nativa; - O IET indica baixo risco de ocorrência de eutrofização.
Oliveira et al., (2014)	Analisar a qualidade da água em um reservatório urbano raso e eutrófico, situado na região metropolitana de Recife/PE.	- Todos os parâmetros analisados estão em desacordo com os valores definidos pela Conama 375/2005; - Os valores observados sofrem ação da sazonalidade e indicam riscos à saúde em casos de contato direto; - As discrepâncias encontradas possuem forte correlação com a intensa urbanização do ambiente.
Albertoni et al., (2017)	Diagnosticar a qualidade da água do canal São Gonçalo/RS.	- As águas do canal se apresentam eutrofizadas, de modo que favorece a proliferação de organismos bentônicos; - As elevadas concentrações de nutrientes e os parâmetros biológicos alertam para a necessidade de analisar os usos presentes no entorno.

Fia et al., (2015)	Caracterizar a variação sazonal e espacial das variáveis físicas, químicas e biológicas da microbacia urbana de Ribeirão Vermelho, em Lavras/MG.	- O Ribeirão Vermelho e seus principais afluentes apresentaram IQA ruins em períodos chuvosos e de estiagem, exceto na nascente; - As atividades antrópicas são apontadas como principais contribuintes para degradação do recurso hídricos; - O IET indica que toda a microbacia se configura como um ambiente eutrófico ou oligotrófico.
Pinheiro et al., (2014)	Quantificar na bacia hidrográfica do rio Duas Mamas, em Schroeder/SC as concentrações e as cargas transportadas de parâmetros de qualidade de água e relacionar com o uso e ocupação do solo.	- Os valores obtidos mostram que a água do rio Duas Mamas apresenta boa qualidade, o que permite classificá-lo como Classe 2; - As zonas urbanizadas coincidem com os valores que indicam as maiores discrepâncias com as referências da Conama 357/2005.
Menezes et al., (2016)	Caracterizar a variabilidade temporal e espacial da qualidade da água em uma bacia hidrográfica Ribeirão Vermelho.	- A qualidade da água apresentou tendências divergentes com os parâmetros de qualidade de água; - As principais fontes de contaminantes se relacionam às atividades agrícolas e rurais e ao despejo de esgoto; - No período de inverno se observa maior relevância dos esgotos nas áreas urbanas.
Sena et al., (2015)	Identificar limitações na água no uso para irrigação e consumo humano para os parâmetros de CE e pH, em três reservatórios da Bacia do Curu, estado do Ceará.	- O grau de restrição para irrigação variou entre ligeiramente elevado e moderado, devido à salinidade; - As médias da condutividade elétrica nos reservatórios variaram entre 0,87dS/m e 1,15dS/m; - Ocorreu elevação da CE entre 2004 e 2014, em decorrência da redução do volume armazenado.
Takic et al., (2017)	Avaliar o estado ecológico da qualidade da água e calcular o índice de poluição da água do rio Danúbio na Sérvia.	- O rio Danúbio apresenta estado ecológico moderado; - A água do rio Danúbio estava moderadamente poluída.
Shin et al., (2013)	- Descrever as tendências temporais e espaciais de um estuário urbano; - Determinar como a qualidade da água é afetada pela distância entre a nascente de um rio e três estações de tratamento de esgoto; - Avaliar o fluxo de nutrientes e bactérias.	- Os sólidos dissolvidos e os metais pesados estão diretamente relacionados com a distância entre a nascente e a foz do rio; - As concentrações de nutrientes e da DBO mostram estreita relação com as estações de tratamento de esgoto.

Khan, Khan e Chakrapani (2016)	Criar uma avaliação organizada da poluição do rio Ganges, na Índia.	- Os parâmetros físico-químicos analisados em sua maioria se apresentaram dentro dos limites instituídos pela Organização Mundial de Saúde; - Os parâmetros que apresentaram discrepâncias foram: PO_4^-, Li^+, Ca, CHO_3^-, Fe, Pb e Mn; - A água não apresenta condições para o consumo humano; - As principais atividades antrópicas associadas a esta configuração espacial são os escoamentos agrícolas e industriais.
Nayyeri e Zandi (2018)	Determinar os efeitos dos fatores geomorfológicos na qualidade da água e na capacidade de autopurificação do rio Tarwal, na província do Curdistão.	- O despejo de esgotos de comunidades rurais favorece a modificação da qualidade da água; - Favorecem a redução da concentração de poluentes químicos.
Markogianni, Mentzafou e Dimitriou (2016)	- Identificar e avaliar os impactos dos usos da terra e atividades humanas na qualidade da água do Lago Plastiras, na Grécia; - Estimar os impactos da erosão do solo na qualidade da água.	- O lago apresenta estado ecológico elevado; - As principais ameaças antrópicas estão associadas à expansão do turismo, caso não seja acompanhada dos serviços básicos de saneamento; - As atividades agrícolas possuem representatividade mínima na bacia hidrográfica onde o lago está situado, logo, não apresenta significância quanto à pressão de poluição; - As pressões da poluição também mantêm uma relação com fatores naturais, como a erosão dos solos e carregamento de sedimentos.
Utete e Tsamba (2017)	Fornecer dados sobre a qualidade da água da barragem Manjirenji, no Zimbábue.	- A água da barragem apresentou elevada turbidez, associada à altas concentrações de sedimentos minerais; - A água apresenta qualidade razoável e está em estado oligotrófico;
Yevenes, Figueroa e Parra (2018)	Identificar os efeitos de uma seca sem precedentes na qualidade da água do rio Biobío, no Chile.	- Observou-se tendências opostas ao que era esperado, visto que ocorreu a redução de nutrientes e sólidos suspensos; - Dentre os comportamentos esperados, verificou-se a concentração de metais e a elevação da temperatura.
Bayram et al., (2014)	Determinar variações temporais de variáveis de qualidade da água a montante a jusante da barragem de Kürtün.	- Com base nas concentrações de OD, temperatura, pH, nitrogênio nítrico, nitrogênio nitrato, nitrogênio amoniacal e DQO, as águas da barragem de Kürtün apresenta águas de elevada qualidade; - Apresenta-se pouco poluído em relação às concentrações de fósforo ortofosfatado, Nitrogênio Total Kjeldahl e substâncias ativas de azul de metileno.
Griffiths et al., (2017)	Caracterizar a variabilidade espacial e temporal da qualidade da água em um sistema de canal reticular na região inferior do Delta do rio Yangtze, China.	- As atividades agrícolas em conjunto com a elevada urbanização contribuem diretamente para o aumento da poluição do canal; - Observa-se que as águas sofrem o acréscimo de nitrogênio devido às atividades agrícolas e associado a esta fator, escoam ao longo da cidade, que permitem a inserção de novos poluentes, por fontes pontuais e não-pontuais.

Yan, Liu e Ma (2014)	Identificar as relações entre o status físico-químico e o status biológico.	- A qualidade da água do corpo hídrico se apresenta boa, mas as concentrações de DBO, fósforo total, nitrogênio total e coliformes se apresentam acima dos valores de referência; - Observa-se que a relação entre os parâmetros físico-químicos e biológicos seguem uma lógica de causa e efeito.
----------------------	---	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Neste estudo foi empregado o método indutivo, definido por Marconi e Lakatos (2003) como uma abordagem que parte de informações particulares suficientemente constatadas, de modo a favorecer a descoberta de conclusões mais amplas. Nesse sentido, cita-se a realização das análises físico-químicas que permitiram a obtenção dos dados, tal como constatações, que posteriormente, possibilitaram a formulação de conclusões acerca da qualidade da água da Lagoa do Apodi.

Quanto à natureza da pesquisa, classifica-se como uma abordagem quantitativa, uma vez que as informações coletadas são integralmente apresentadas de forma numérica e dizem respeito a quantificações de caráter físico-químico. Gray (2012) afirma que os estudos quantitativos têm como principal característica o uso de dados numéricos, que podem se apresentar de formas variadas, sendo as mais comuns: tabelas e quadros, gráficos e matrizes.

Já em relação à finalidade da pesquisa, caracteriza-se enquanto uma abordagem descritiva, pelo fato de expor as condições do recurso hídrico local e buscar compreender as relações entre as variáveis de qualidade da água. Segundo Gil (2008), a pesquisa descritiva permite detalhar as características de um determinado fenômeno e estabelecer relações entre os fatores envolvidos. O autor cita ainda que muito comumente é aplicável em estudos de caso.

No tocante aos procedimentos metodológicos, enfatiza-se a consulta à literatura, que possibilitou formação da base teórica acerca da temática discutida, e, as atividades de campo, direcionadas à realização das análises da água *in situ*. Ressalta-se ainda que todas as atividades foram direcionadas à Lagoa do Apodi, o que culmina com um estudo de caso. Yin (2001) pontua que se trata de uma modalidade de pesquisa que contribui de forma inigualável de fenômenos individuais.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

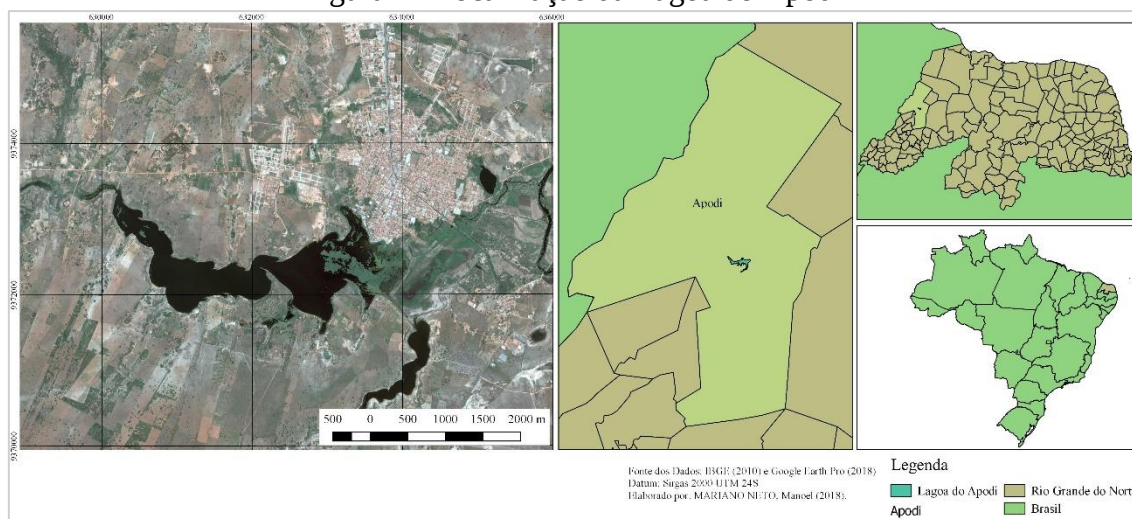
O município de Apodi está situado na mesorregião do Oeste Potiguar, no semiárido do estado do Rio Grande do Norte e conforme as estimativas do IBGE (2018), a população para o corrente ano corresponde a 35.814 habitantes. Em relação à

distribuição populacional, verifica-se a partir dos censo demográfico do IBGE (2010), que a área urbana comporta 50,4% da população, enquanto 49,6% estão situados na zona rural.

No tocante aos aspectos físicos, Santana Júnior (2010) afirma que a geologia de Apodi é predominantemente definida por zonas sedimentares e cristalinas. O autor afirma ainda que o relevo é plano e apresenta declividade de aproximadamente 2%, a vegetação é marcada por presença da caatinga xerófila, quanto aos recursos hídricos, em especial a água superficial, se distribui de forma majoritária no rio Apodi-Mossoró, na barragem de Santa Cruz e na Lagoa do Apodi.

A Lagoa do Apodi (Figura 2), *locus* dessa pesquisa, está situada na zona urbana do município e apresenta capacidade volumétrica de aproximadamente 50 milhões de m³. Face aos usos múltiplos dos recursos hídricos, Nascimento (2018) cita o emprego deste ambiente e seu entorno para o desenvolvimento de atividades agrícolas, criação de animais, pesca artesanal e atividades de lazer. A prática de despejos de efluentes e o recebimento das contribuições hídricas da macrodrenagem ao longo do período chuvoso, bem como a harmonia paisagística também são usos alternativos deste corpo hídrico.

Figura 2– Localização da Lagoa do Apodi



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

3.3 ORGANIZAÇÃO METODOLÓGICA

Os procedimentos metodológicos empregados ao longo da pesquisa se organizam basicamente em cinco seções: pesquisa bibliográfica, realização das análises e coleta dos

dados físico-químicos, análise e tratamento das informações obtidas, discussão dos resultados e conclusão do trabalho (Figura 3).

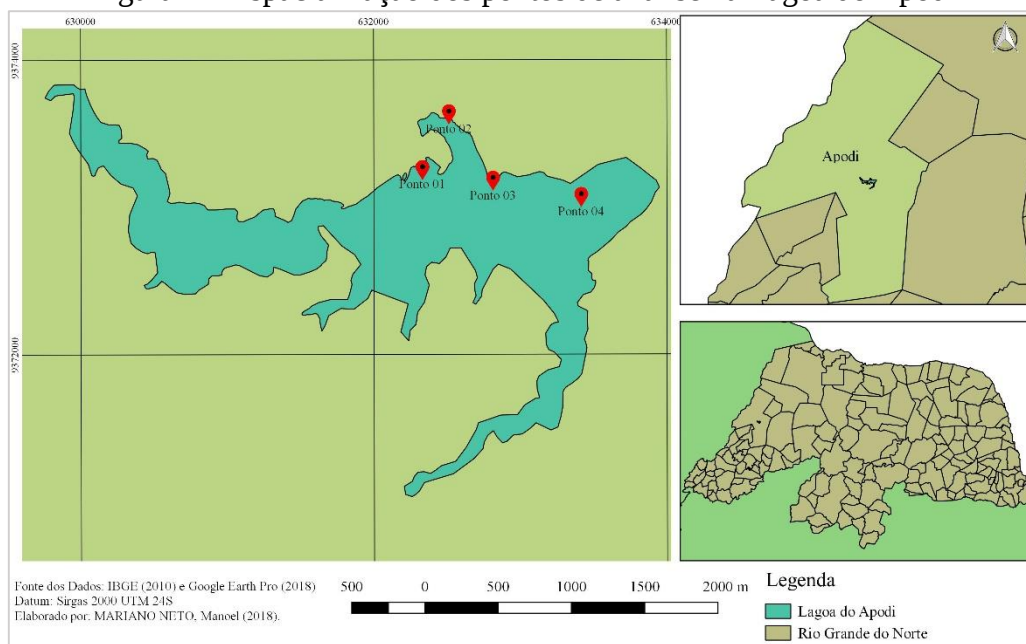
Figura 3 - Organização metodológica da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Para a realização das análises periódicas da qualidade da água da Lagoa do Apodi, mediante determinação de parâmetros físico-químicos utilizou-se a sonda de análise multiparâmetro, modelo HORIBA U-50, que permite quantificar em tempo real o potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez (NTU), Temperatura (°C), Oxigênio Dissolvido (mg/L), Condutividade Elétrica (mS/cm), Sólidos Totais Dissolvidos (g/L), Salinidade (ppt), Potencial de Oxirredução (mV) e Porcentagem de Oxigênio Dissolvido (%). As análises foram realizadas mensalmente, no período correspondente aos meses de janeiro a dezembro de 2017, em 4 pontos distintos (Figura 4 e Tabela 1), de modo a totalizar 48 coletas por parâmetro, desta forma caracterizando a condução de um monitoramento da qualidade da água deste reservatório, tal como possibilitando a interpretação da dinâmica espaço-temporal quanto a influência da sazonalidade e de ações antrópicas em cada seção.

Figura 4 – Espacialização dos pontos de análise na Lagoa do Apodi



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Tabela 1 - Pontos de amostragem de qualidade da água na lagoa do Apodi

Pontos	01	02	03	04
Latitude	5°40'7.99"S	5°39'57.12"S	5°40'10.57"S	5°40'14.67"S
Longitude	37°48'20.64"O	37°48'13.39"O	37°48'3.65"O	37°47'44.18"O

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

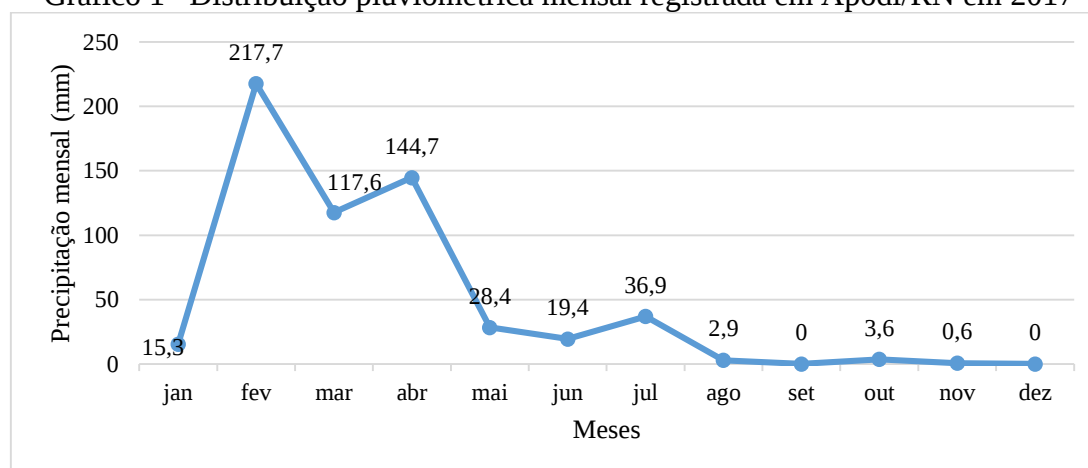
Posteriormente, os dados foram tratados a partir do software Microsoft Excel 2016, que permitiu a organização e elaboração de gráficos. Quanto à pesquisa bibliográfica, foi desenvolvida a partir de livros e artigos científicos, conforme as indicações de Severino (2017), que discute a importância de utilizar fontes confiáveis ao longo das análises de literatura.

Já as discussões dos resultados, foram alcançadas a partir da comparação dos valores com as referências dispostas Resolução CONAMA 357/2005, em especial para água doce Classe 2; com a literatura nacional e internacional acerca da temática. A influência da sazonalidade climática foi avaliada mediante identificação da relação das precipitações mensais com as variáveis analisadas, a partir dos dados coletados no Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os dados pluviométricos do município de Apodi (Gráfico 1), constata-se que no ano de 2017 o período entre os meses de fevereiro a abril concentrou os maiores valores de precipitação mensal, com máxima 217,7mm e mínima de 117,7mm, de modo que a precipitação anual correspondeu a 587mm. Quanto aos demais meses, os valores máximo e mínimo observados foram de 36,9mm e 0,0mm, respectivamente.

Gráfico 1– Distribuição pluviométrica mensal registrada em Apodi/RN em 2017



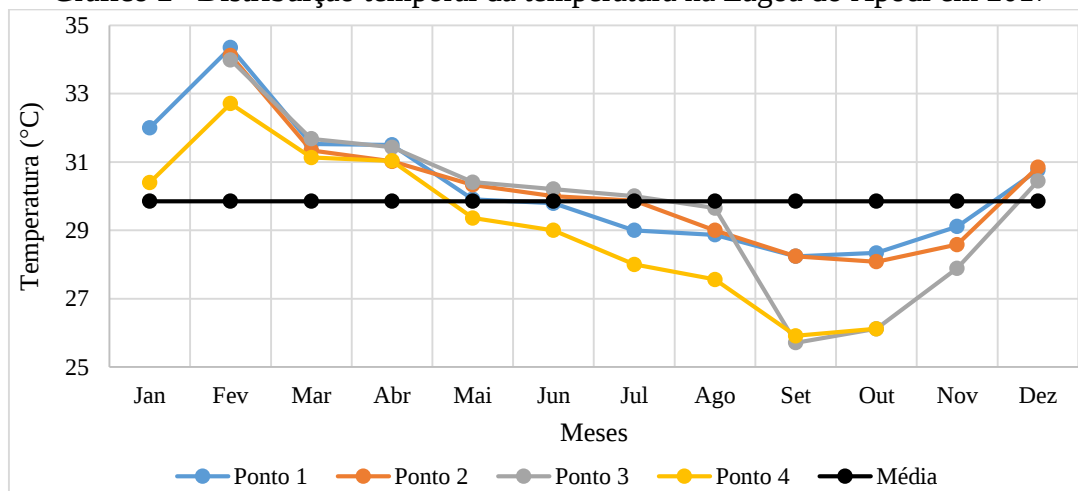
Fonte: INMET, 2018.

As condições apresentadas vão de encontro às características da região semiárida apresentadas por Malvezzi (2007), que institui um intervalo entre 250mm e 800mm para a pluviometria média dos municípios situados no semiárido, sendo este valor distribuído de forma irregular ao longo dos meses do ano.

Quanto às relações estabelecidas com os parâmetros físico-químicos, Bezerra et al., (2013) ao analisar os indicadores de qualidade de água no trecho urbano do rio Apodi-Mossoró na cidade de Mossoró/RN fez uso da caracterização da sazonalidade climática e afirma que a pluviometria bem como a incidência solar exercem influência sobre as variáveis utilizadas neste estudo.

Em relação aos valores de temperatura da água registrados na Lagoa do Apodi (Gráfico 2), observou-se que ao longo do mês de fevereiro foram encontrados os maiores valores, entre 34,35°C a 32,71°C. Já os valores mais baixos correspondem a 25,71°C e 25,91°C, em setembro, nos pontos 03 e 04, respectivamente. A média dos valores registrados corresponde a 29,85°C, sendo que até abril todos os pontos indicavam valores acima da média, e posteriormente, a partir de maio, a temperatura entrou em declínio, e em dezembro, voltaram a se apresentar acima da média.

Gráfico 2– Distribuição temporal da temperatura na Lagoa do Apodi em 2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

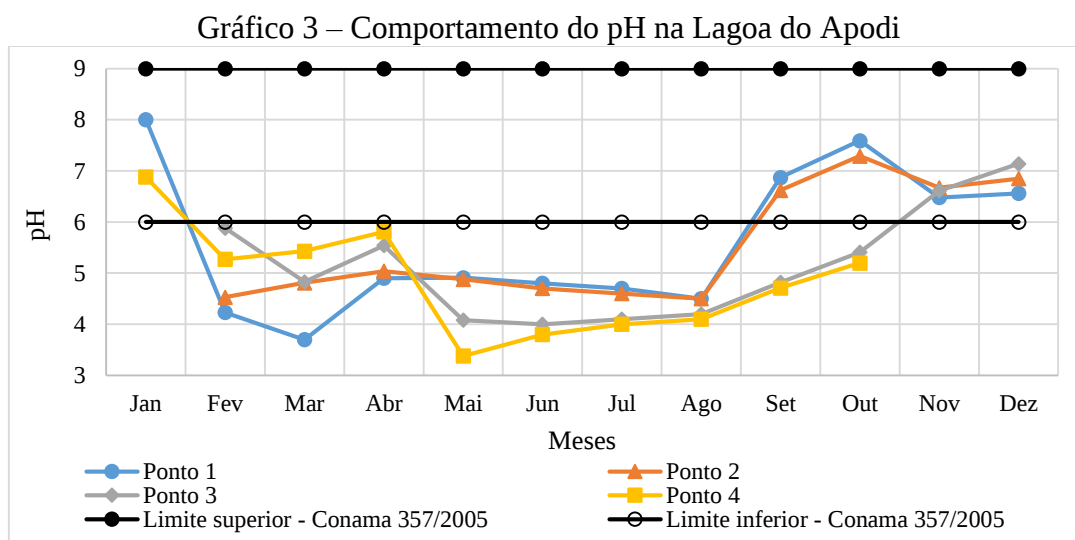
Ao analisar a influência da expansão urbana na qualidade da água de um reservatório em Belém/PA, Santos et al., (2013) observaram valores similares ao que foi registrado neste estudo, visto que a temperatura mínima no corpo hídrico foi de 27,7°C e a máxima de 33,5°C. Diante destes valores, verifica-se que a variação térmica da Lagoa do Apodi é superior, o que pode estar associado à má distribuição pluviométrica, e consequentemente à variação do volume hídrico do reservatório.

Khan, Khan e Chakrapani (2016) ao analisarem a variação espacial da qualidade da água do rio Ganges na Índia também encontraram valores próximos, e, ao confrontar com o valor de referência da Organização Mundial de Saúde (25°C), concluíram que estava acima do padrão estabelecido. Ainda segundo os autores, os valores de temperatura registrados e sua respectiva variação temporal são aspectos de grande relevância e necessidade observacional, posto que intervêm nas condições bióticas e abióticas, dentre as quais cita-se: a concentração de oxigênio dissolvido, a solubilidade dos sais e a atividade fotossintética dos organismos vegetais aquáticos.

Ao confrontar a temperatura com os impactos das atividades antrópicas, Oliveira, Santos e Lima (2017) analisaram a qualidade hídrica do riacho São Caetano em Balsas/MA apontando que variações muito significativas na temperatura da água podem indicar a influência do despejo de efluentes no corpo hídrico. Outros fatores que podem contribuir para a ampliação desta variação são o aumento do escoamento superficial.

Quanto ao comportamento do pH na Lagoa do Apodi (Gráfico 3), observa-se que ao longo do ano os pontos analisados apresentam valores abaixo do que é recomendado

pela Resolução Conama 357/2005 e indicam que este ambiente possui águas moderadamente ácidas. Neste sentido, os valores encontrados no intervalo instituído foram registrados nos pontos 01 e 04, em janeiro, e posteriormente, entre setembro e dezembro, nos pontos 01, 02 e 03. É válido ressaltar que não foi possível realizar as análises em alguns pontos ao longo do ano, devido ao rebaixamento sofrido pela lagoa.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

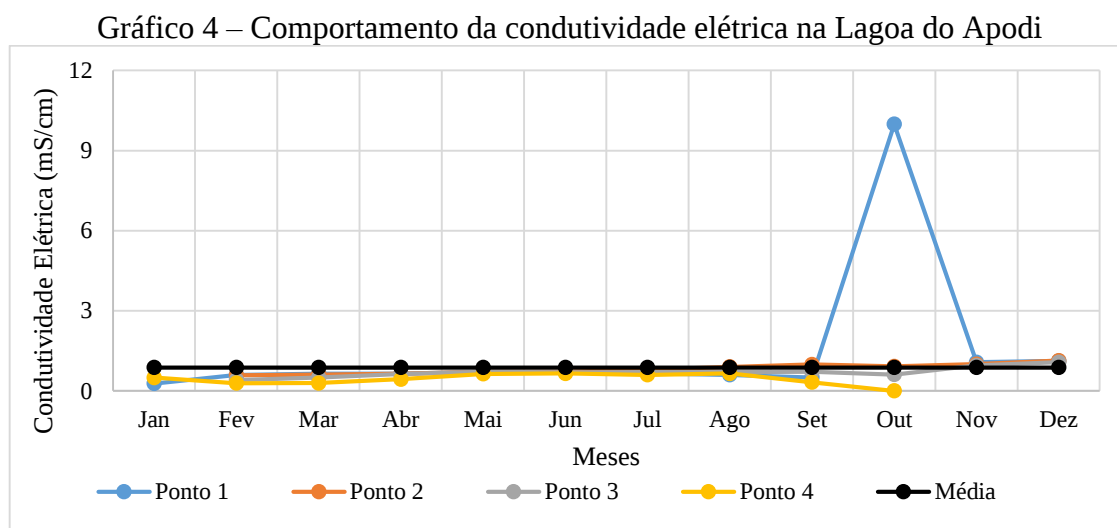
Condições próximas às descritas foram encontradas por Amorim et al., (2017) em igarapés situados no município de Bacabeira/MA, onde os autores apontam que ocorreu uma ligeira elevação entre os períodos chuvoso e seco. Dentre os principais fatores apresentados que permitem compreender tal distribuição cita-se o fato das águas superficiais brasileiras apresentarem uma variação entre básica e levemente ácida, fato que associado à degradação da matéria orgânica favorece o declínio do pH, e, a tipologia dos solos da região. A relação destes fatores com o período chuvoso pode ocorrer pelo carregamento de sedimentos de solo e resíduos, que contribuem para o registro de valores mais baixos.

Nayyeri e Zandi (2018) ao analisarem a influência de fatores geomorfológicos com a qualidade de água do rio Tarwal no Curdistão afirmam que o aumento de flúor nas águas do reservatório contribui diretamente para a elevação do pH. Este aspecto, vai de encontro com os apontamentos de Amorim et al., (2017), quanto à morfologia dos solos sobre os quais o reservatório se acomoda.

No tocante aos impactos ambientais resultantes da ação humana, Finkler et al., (2015) retorna à questão dos despejos de efluentes como um fator que potencializa a

redução do pH. Neste sentido, os autores enfatizam que os danos não se limitam ao lançamento dos esgotos domésticos, visto que a contribuição do segmento industrial possui composição química variada e propiciar desequilíbrios ambientais.

Em relação à condutividade elétrica (Gráfico 4), verifica-se que a média dos valores medidos ao longo de 2017 foi de 0,88 mS/cm, com pequena variação sazonal. A única discrepância observada ocorreu no ponto 01, em outubro, posto que foi registrado 9,99 mS/cm. Quanto à normatização deste parâmetro, ressalta-se que a Conama 357/2005 não define valores reguladores, no entanto, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2005) indica que valores acima de 100 μ S/cm (0,1 mS/cm) se associam a ambientes impactados. Ao analisar os valores registrados, percebe-se que para o caso em questão, a condutividade elétrica se apresentou como um indicativo de vulnerabilidade ambiental.



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

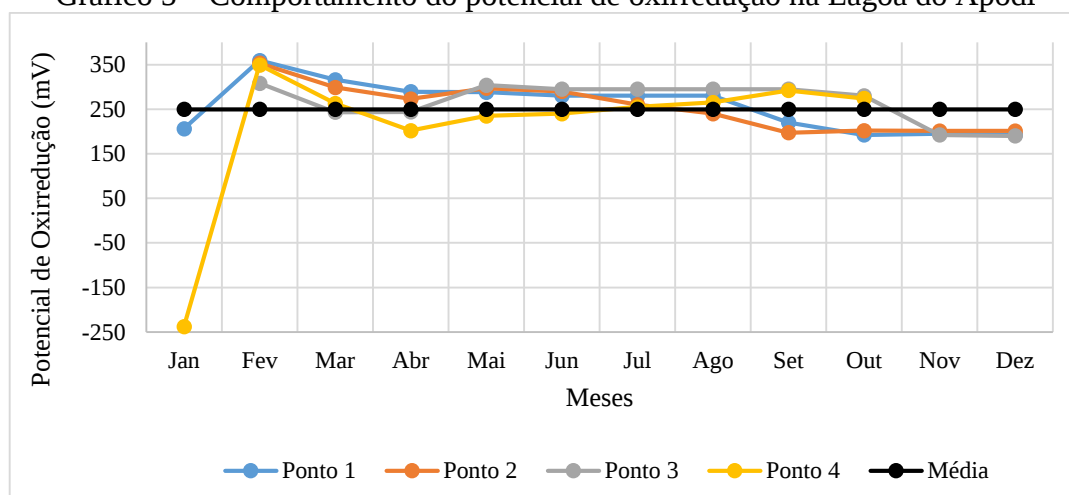
Rocha et al., (2016) ao investigarem os impactos do uso e ocupação do espaço à qualidade da água de um lago situado em um câmpus universitário em Minas Gerais, aponta que a condutividade elétrica apresentou como valor máximo registrado 54,21 μ S/cm. No entanto, observou-se elevações ao longo dos trechos analisados, fato que indica a ocorrência de poluição difusa, que se associou à elevação do quantitativo de sólidos dissolvidos associados à movimentação de terras por processos erosivos.

Andrietti et al. (2016) ao analisarem a qualidade das águas relacionando a CE do rio Caiabi no estado do Mato Grosso, observa valores mínimo e máximo de 1 μ S/cm e 19 μ S/cm, respectivamente. Neste caso, foi definido que o corpo hídrico apresentava boa

qualidade de água. Bayram et al. (2014) ao analisarem a influência de um barramento hidráulico e dos despejos de esgotos realizados por comunidades situadas no entorno do rio Harsit, na Turquia, verificou que a condutividade elétrica apresentou valores que atendiam os padrões ambientais e relatou que há uma relação direta entre este parâmetro e a temperatura, de modo que ocorre relação inversamente proporcional.

Quanto ao potencial de oxirredução (Gráfico 5), os valores registrados variam entre -238mV, no ponto 04 em janeiro, e 359mV, no ponto 01 em fevereiro. A média foi de 249,7mV, com pouca variação dos valores. Este parâmetro não possui valores de referência definidos pela Resolução Conama 357/2005.

Gráfico 5 – Comportamento do potencial de oxirredução na Lagoa do Apodi



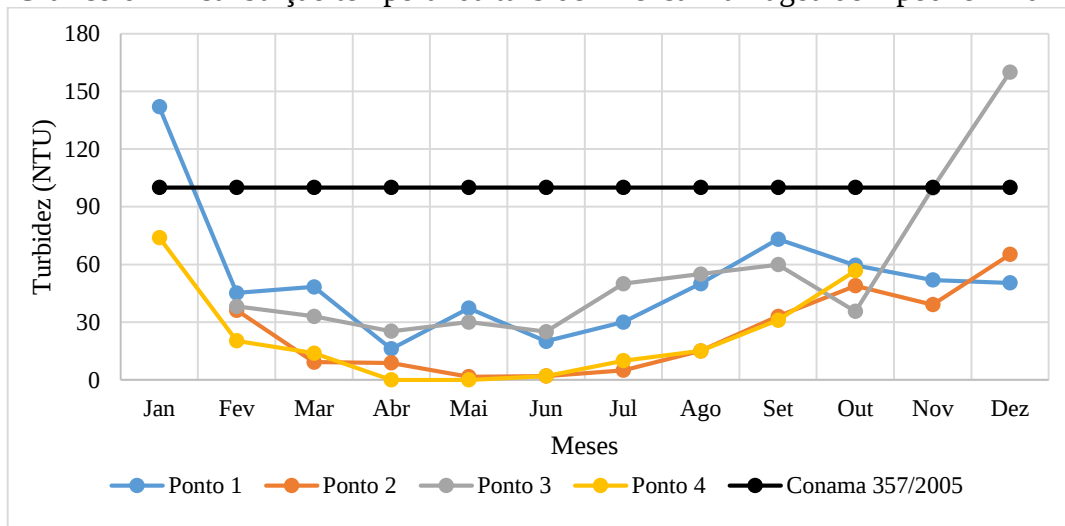
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Resultados semelhantes foram obtidos por Griffiths et al. (2017) ao analisarem a qualidade da água em um trecho urbano do rio Yangtze, na China, apesar de não haver discussões quanto à relevância deste parâmetro face às questões ambientais, os autores mencionam que os valores mais elevados foram registrados nas maiores distâncias do canal de drenagem, fato que em conjunto aos demais indicativos analisados indicavam a intensificação da degradação do corpo hídrico ao longo da área urbana.

Ao analisar a turbidez na Lagoa do Apodi (Gráfico 6), verifica-se que os valores coletados estão consideravelmente abaixo do valor máximo permitido pela Conama 357/2005, com exceção dos pontos 01 e 03. De todo modo, este fator se apresenta como um resultado positivo, sob a perspectiva da qualidade ambiental. Ainda em relação ao comportamento dos dados, o menor valor registrado corresponde a 0,0 NTU, no ponto

04, nos meses de abril e maio. Já os valores máximos foram 142 NTU e 160 NTU, nos pontos 01 e 03 em janeiro e dezembro, respectivamente.

Gráfico 6 – Distribuição temporal da turbidez mensal na Lagoa do Apodi em 2017



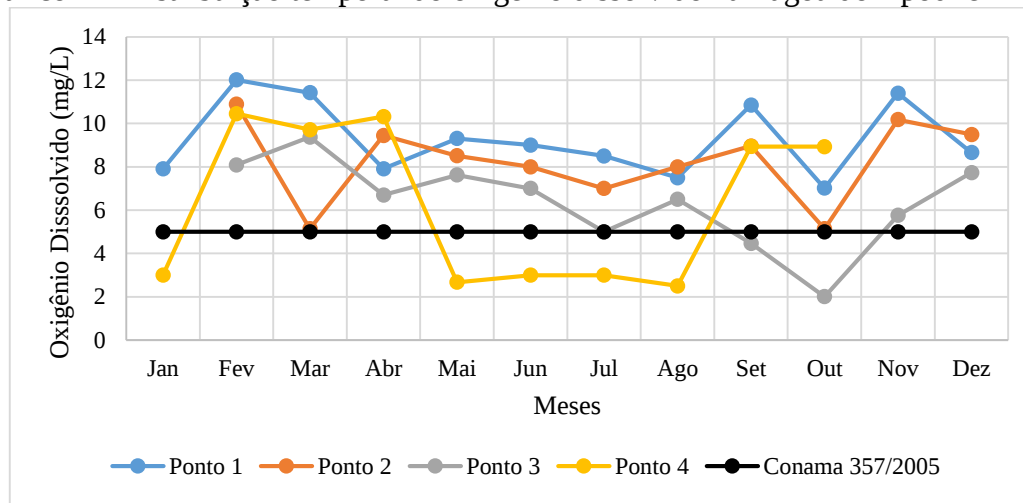
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Queiroz et al. (2015) ao analisarem os parâmetros de qualidade da água do rio Piracicaba em Minas Gerais obtiveram valores substancialmente superiores aos apresentados e em total desconformidade com a normativa. Os autores enfatizam que os maiores valores foram registrados no período chuvoso e explicam que este fato ocorreu devido à elevada disponibilidade de material particulado e apontam que a elevação da turbidez do corpo hídrico favorece a elevação da temperatura, devido a absorção de calor. Já Utete e Tsamba (2017) ao analisar as condições ambientais de uma represa no Zimbábue observaram que elevados valores de turbidez estão associados ao fenômeno da disponibilidade elevada de sedimentos minerais.

O oxigênio dissolvido pode ser compreendido como um fator de grande importância para a manutenção do corpo hídrico, visto que esta substância é responsável direta pela permanência da fauna aquática e consequente biodiversidade. Sob esta prerrogativa, ao analisar o comportamento do oxigênio dissolvido (Gráfico 7) constata-se que apresentou considerável variação ao longo do período analisado, diante disto, o menor valor registrado corresponde a 2,1mg/L, no ponto 03, no mês de outubro, enquanto que o maior valor observado foi de 12,0mg/L, em fevereiro. Ao comparar os dados coletados com o valor disposto na Conama 357/2005, verifica-se que os pontos 01 e 02 não apresentaram concentrações de OD inferiores aos padrões recomendados, enquanto

que o ponto 03 se mostrou abaixo do valor indicado em outubro, e o ponto 04 esteve fora do padrão entre os meses de maio a agosto.

Gráfico 7 – Distribuição temporal do oxigênio dissolvido na Lagoa do Apodi em 2017



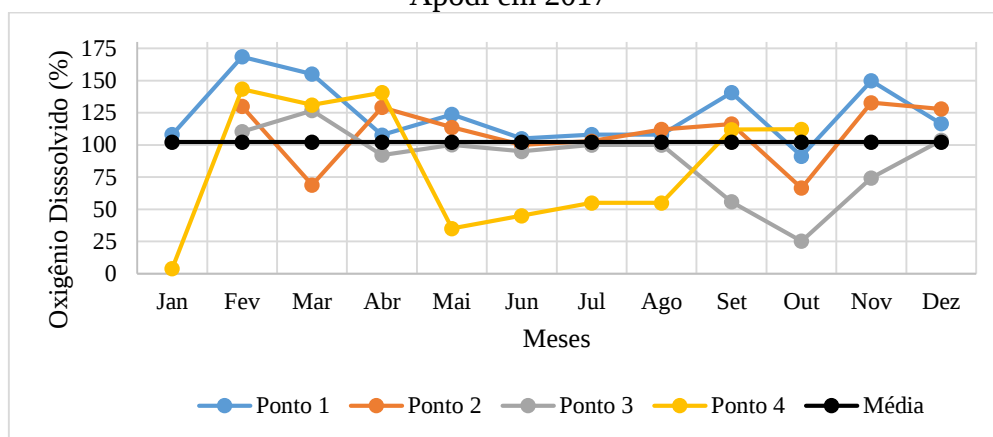
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Silva e Araújo (2017) ao estudarem a qualidade da água de um córrego do rio Pirapozinho em São Paulo verificaram uma significativa elevação dos níveis de OD, o que é explicado pela universalização dos serviços de saneamento nas localidades situadas no entorno do corpo hídrico. Face a tal realidade, as autoras apontam que o despejo de esgotos em condições irregulares contribuem expressivamente para a redução das concentrações, e, enfatizam que o OD é um indicativo inversamente proporcional à DBO, de modo que serve como indicador de qualidade ambiental.

Takic et al. (2017) ao avaliarem a poluição ambiental no rio Danúbio, na Sérvia, observaram valores de OD entre 8,6mg/L e 10,6mg/L. Com isso, os autores classificam o estado ecológico do corpo hídrico em questão como entre bom e moderado, sendo a alta concentração de oxigênio uma das variáveis que atenderam aos requisitos normativos e favoreceu o bom desempenho do corpo hídrico ao longo da análise.

No tocante à porcentagem de oxigênio dissolvido (Gráfico 8), observa-se que se trata de um parâmetro não abordado pela Resolução Conama 357/2005. Quanto à representatividade ambiental, este indicativo basicamente reflete as condições descritas pelas concentrações de OD. No entanto, ao longo das análises foi registrada a concentração mínima de 4%, em janeiro, no ponto 04, e máxima de 168% no ponto 01, em fevereiro. A média dos valores coletados correspondeu a 102,25%.

Gráfico 8 – Distribuição temporal da porcentagem de oxigênio dissolvido na Lagoa do Apodi em 2017

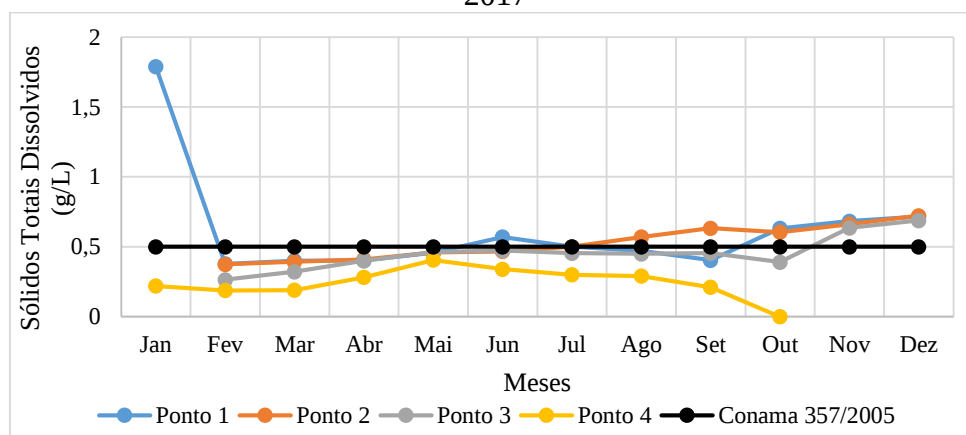


Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Silva, Silva e Alberto (2013) ao analisarem a saturação do oxigênio dissolvido no rio Jaguari em Pedreira/SP obtiveram como mínimo e máximo ao longo do estudo 21,8% e 82,8%, respectivamente. Os autores enfatizam ainda que a saturação de OD assim como a concentração de OD é um quesito indispensável para o estabelecimento da resiliência do corpo hídrico. Quando comparamos as condições locais com o que é apresentado no estudo, verifica-se que há uma diferença expressiva quanto aos extremos e variação observada, o que pode ser explicado pelas possíveis diferenças quanto à pressão e à temperatura dos ambientes. Desta forma, pode-se inferir que a Lagoa do Apodi-RN tem com base na saturação de OD e concentração de OD boa resiliência quanto à estabilização da matéria orgânica.

As concentrações de sólidos totais dissolvidos observadas na Lagoa do Apodi (Gráfico 9) apresentou como valores mínimo e máximo 0g/L no ponto 04, no mês de outubro e 1,79g/L no ponto 01, em janeiro, respectivamente. A concentração média corresponde a 0,5g/L.

Gráfico 9 – Distribuição temporal dos sólidos totais dissolvidos na Lagoa do Apodi em 2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

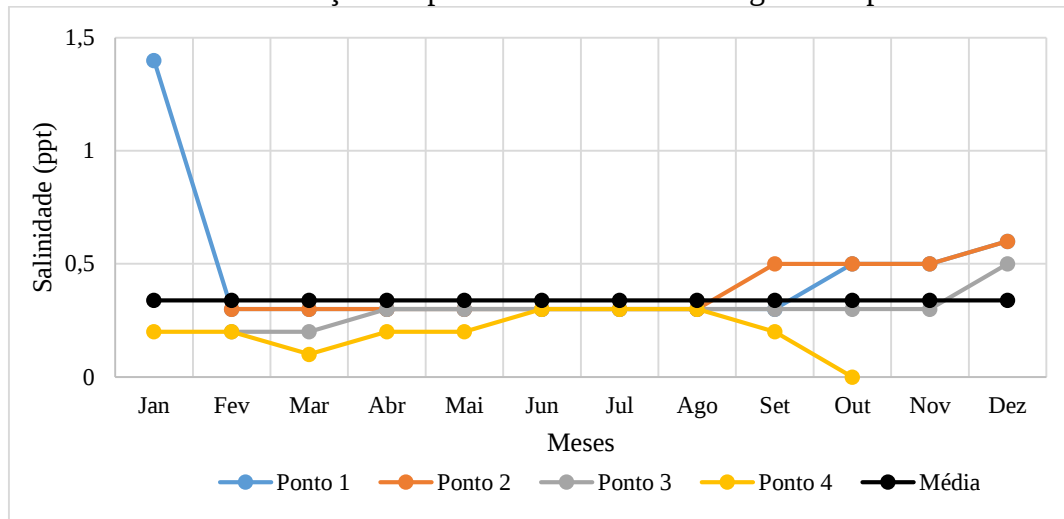
Ferreira et al. (2015) ao analisarem o padrão de qualidade de água de um reservatório situado no semiárido brasileiro observaram uma variação da concentração de sólidos totais dissolvidos entre 101,0mg/L e 298,0mg/L, valores próximos aos observados ao longo do estudo, o que pode estar associado às semelhanças quanto às condições climáticas e pluviométricas. Já Oliveira et al. (2014) indicam que elevadas concentrações de sólidos favorece a proliferação de microrganismos indesejáveis no corpo hídrico, dentre eles, as cianobactérias.

Shin et al. (2013) identificaram em um estuário urbano em Nova Jersey nos Estados Unidos que as concentrações de sólidos é fortemente influenciada pelos despejos de esgotos domésticos e industriais. Os autores mencionam ainda que as concentrações tendem a sofrer redução ao longo do escoamento dos corpos hídricos devido à sedimentação.

A partir deste cenário, levanta-se a hipótese de que a Lagoa do Apodi pode apresentar condições favoráveis para a proliferação de microrganismos indesejáveis, de modo a tornar os usos mais restritos e, em situações críticas, oferecer risco à população. No entanto, estes questionamentos ficam como sugestões para trabalhos futuros.

Quanto à salinidade no corpo hídrico (Gráfico 10), verificou-se o maior valor apresentado foi de 1,4 ppt, no ponto 01, em janeiro, enquanto que o menor valor correspondeu a 0,0 ppt em outubro, no ponto 04. A média das concentrações observadas foi de 0,34 ppt, que quando comparada aos valores registrados elucida a não ocorrência de constantes variações bruscas.

Gráfico 10 – Distribuição temporal da salinidade na Lagoa do Apodi em 2017



Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Conforme Silva et al. (2018), a salinidade é um indicativo diretamente relacionado à geomorfologia da região onde o corpo hídrico está situado, visto que a depender da formação rochosa, devido as intempéries ocorre o desprendimento de sais, tornando-os disponíveis no ambiente aquático.

Já Pinheiro et al. (2013) ao analisarem as condições ambientais da Bacia do Ribeirão Concórdia/SC aponta o carreamento de sais no período chuvoso, bem como o despejo de efluentes industriais como os principais fatores responsáveis pela elevação da salinidade dos corpos hídricos. Dentre os fatores apresentados por Pinheiro et al. (2013), verifica-se que o carreamento de sais oriundos da degradação de rochas é uma possibilidade diante das condições ambientais locais. No entanto, a influência do segmento industrial não apresenta relevância tão expressiva.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A lagoa do Apodi pode ser definida como um corpo hídrico urbano, que por sua vez apresenta múltiplos usos, dos quais se destacam a agricultura familiar, a criação de animais, a pesca artesanal, e o desenvolvimento de atividade de lazer. Outros usos menos nobres deste ambiente dizem respeito à diluição dos efluentes domésticos e a harmonia paisagística. Neste contexto, observa-se que foi de fundamental importância para a consolidação da formação urbana da cidade de Apodi/RN.

Quanto aos parâmetros físico-químicos analisados, verifica-se que as maiores temperaturas foram registradas no mês de fevereiro, apesar deste ser o mês com a maior concentração pluviométrica, já os menores valores ocorreram em maio. A condutividade elétrica não apresentou variações significativas, o que contribuiu para que os valores registrados estivessem próximos à média, neste caso, observa-se somente um valor discrepante, correspondente a 9,99mS/cm, no mês de outubro.

O potencial de oxirredução também apresentou valores com pouca variação e o único valor que foi considerado anormal ocorreu em janeiro, quando foi identificado um potencial de -250 mV no ponto 04.

Com relação à Resolução Conama 357/2005, observa-se que foi parcialmente atendida, devido ao fato de que dois valores se mostraram acima do valor estipulado pela normativa. O mesmo se observa quando se analisa os dados referentes ao oxigênio dissolvido, em especial nos pontos 03 e 04.

Com relação à condutividade elétrica, verifica-se que este indicativo aponta para condições de degradação da qualidade da água, segundo apontamentos da CETESB. Os sólidos totais dissolvidos, quando confrontados com a literatura apresentaram valores similares aos registrados em outros corpos hídricos no semiárido.

Entre os fatores que podem explicar a degradação da água da Lagoa do Apodi, a literatura enfatiza diretamente as atividades antrópicas, com ênfase direta à agricultura e à urbanização, devido às consequências dos respectivos usos e ocupação do solo. Neste âmbito, ganham destaque o despejo de efluentes, o carreamento de sais e sólidos, que propiciam a eutrofização e consequente limitação dos usos múltiplos, bem como a ampliação dos conflitos.

Dentre as possíveis medidas para atenuar às problemáticas apresentadas, cita-se: a ampliação dos serviços de coleta e tratamento do esgoto doméstico da cidade de Apodi, a regulação das atividades agropecuárias, a implementação de atividades de educação

ambiental, bem como a elaboração de normativas direcionadas a proteção ambiental deste ambiente, tal como soluções estruturais, como exemplo a construção de barreiras físicas no entorno da lagoa para atenuar o carreamento de sedimentos ou resíduos.

Diante dos apontamentos, sugere-se para trabalhos futuros a realização de um monitoramento que permita analisar outros parâmetros além dos físico-químicos já estudados, dentre os quais, cita-se: a DBO, concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas, como metais pesados. Recomenda-se ainda a execução de monitoramentos em toda a área da lagoa.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AITH, Fernando Mussa Abujamra; ROTHBARTH, Renata. O estatuto jurídico das águas no Brasil. **Estudos avançados**, v. 29, n. 84, p. 163-177, 2015.

ALBERTONI, Edélti Faria et al. Water quality of the São Gonçalo channel, urban and agricultural water supply in southern Brazil. **RBRH**, v. 22, 2017.

AMORIM, Diranneide Gomes et al. Enquadramento e avaliação do índice de qualidade da água dos igarapés Rabo de Porco e Precuá, localizados na área da Refinaria Premium I, município de Bacabeira (MA). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 2, 2017.

ANDRIETTI, Grasiane et al. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 1, 2016.

ASSAD, Leonor. Cidades nascem abraçadas a seus rios, mas lhes viram as costas no crescimento. **Ciência e Cultura**, v. 65, n. 2, p. 06-09, 2013.

AZEVEDO, Juliana de Souza; FRESQUI, Maíra; TRSIC, Milan. **Curso de química para engenharia: Volume III - Água**. Barueri: Manole, 2014.

BAYRAM, Adem et al. Reciprocal influence of Kürtün Dam and wastewaters from the settlements on water quality in the stream Harşit, NE Turkey. **Environmental Earth Sciences**, v. 72, n. 8, p. 2849-2860, 2014.

BEZERRA, Joel Medeiros et al. Análise dos indicadores de qualidade da água no trecho urbano do Rio Apodi-Mossoró em Mossoró-RN, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 1, n. 34, 2013.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRAGA, Luci Merhy Marins; ARGOLLO FERRÃO, André Munhoz. A gestão dos recursos hídricos na França e no Brasil com foco nas bacias hidrográficas e seus sistemas territoriais. **Labor e Engenho**, v. 9, n. 4, p. 19-33, 2015.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 12 de junho de 2018.

BRASIL. **Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/19433.htm>. Acesso em: 12 de junho de 2018.

BRASIL. **Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934**. Decreta o Código das Águas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm>. Acesso em: 12 de junho de 2018.

CECH, Thomas V. **Recursos hídricos: história, desenvolvimento, política e gestão**. Rio de Janeiro: Ltc, 2013.

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de qualidade das águas**. 2005. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 12 de junho de 2018.

CONSTANTINO, Norma Regina Truppel. As cidades e os rios: chaves de leitura utilizadas na pesquisa científica em Arquitetura e Urbanismo. In: Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 3., 2014, São Paulo. **Anais III ENANPARQ**. São Paulo: Enanparq, 2014. p. 1 - 12.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

FERREIRA, Kássia Crislayne Duarte et al. Adaptação do índice de qualidade de água da *National Sanitation Foundation* ao semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 277-286, 2015.

FIA, Ronaldo et al. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 2, p. 267-275, 2015.

FINKLER, Nicolas Reinaldo et al. Qualidade da água superficial por meio de análise do componente principal. **Rev. Ambient. Água** [online]. 2015, vol.10, n.4, pp.782-792. ISSN 1980-993X. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1468>.

FONDRIEST ENVIRONMENTAL. **Fundamentals of Environmental Measurements**. 2014. Disponível em: <<https://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna. Os limites do semiárido brasileiro. In: PEREIRA, Frederico Campos et al. **Manejo de plantas xerófilas no semiárido**. Campina Grande: Edufcg, 2013. p. 163-181.

FRANZ, Bárbara. Fatores intervenientes nas vulnerabilidades dos recursos hídricos às mudanças do clima do estado do Rio de Janeiro. In: NUNES, Riane T S; FREITAS, Marcos A V; ROSA, Luiz Pingelli. **Vulnerabilidade dos recursos hídricos no âmbito regional e urbano**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. p. 1-60.

GALVÃO, Josias de Castro. Formações imaginárias nos pronunciamentos dos senadores cearenses sobre água e seca no semiárido nordestino. In: SILVA, José Borzacchiello da et al. **Litoral e Sertão, natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. p. 57-68.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRAY, David E. **Pesquisa no mundo real**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

GRIFFITHS, James Andrew et al. Reach-scale variation surface water quality in a reticular canal system in the lower Yangtze River Delta region, China. **Journal of environmental management**, v. 196, p. 80-90, 2017.

KHAN, Mohd Yawar Ali; KHAN, Babra; CHAKRAPANI, Govind Joseph. Assessment of spatial variations in water quality of Garra River at Shahjahanpur, Ganga Basin, India. **Arabian Journal of Geosciences**, v. 9, n. 8, p. 516, 2016.

SANTIN, Janaína Rigo; GOELLNER, Emanuelle. A Gestão dos Recursos Hídricos e a Cobrança pelo seu Uso. **Seqüência: Estudos Jurídicos e Políticos**, v. 34, n. 67, p. 199-222, 2013.

HENRY-SILVA, Gustavo Henrique Gonzaga et al. Primeiro registro de *Chara indica* e *Chara zeylanica* (Charophyceae, Charales, Characeae) em reservatórios do semiárido do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Biotemas**, v. 26, n. 3, p. 243-248, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cadastro de Municípios localizados na Região Semiárida do Brasil**. 2010. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm?c=4>>. Acesso em 15 jul. 2018.

_____. **Apodi**. 2018. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/apodi/panorama>>. Acesso em 15 jul. 2018.

_____. **Censo Demográfico 2010**. 2010. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>>. Acesso em 15 jul. 2018

Instituto Nacional do Semiárido. **População do semiárido estimada para 2014**. 2014. Disponível em: <http://sigsab.insa.gov.br/static/themes/v1/lib/elfinder/Arquivos/Publica%C3%A7%C3%B5es/Popula%C3%A7%C3%A3o%20do%20Semi%C3%A1rido%20Estimada%20para%202014_S%C3%ADntese.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2018.

MADUREIRA, Helena. Os tempos dos rios e das cidades. **Revista Convergência Crítica**, v. 1, n. 7, p.27-39, abr. 2015.

MALVEZZI, Roberto. **Semiárido: uma visão holística**. Brasília: Confea, 2007. 140 p.

MANAHAN, Stanley E. **Química Ambiental**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARKOGIANNI, Vassiliki; MENTZAFΟΥ, Angeliki; DIMITRIOU, Elias. Assessing the impacts of human activities and soil erosion on the water quality of Plastira mountainous Mediterranean Lake, Greece. **Environmental Earth Sciences**, v. 75, n. 10, p. 915, 2016.

MASCARENHAS, João de Castro et al. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**: diagnóstico do município de Apodi, estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM, 2005.

MELO, Vera Mayrinck. Dinâmica das paisagens de rios urbanos. In: Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 11., 2005, Salvador. **Anais XI ANPUR**. Salvador: Anpur, 2005. p. 1 - 20.

MENEZES, João Paulo Cunha et al. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 519-534, 2016.

MILLER, G Tyler; SPOOLMAN, Scott E. **Ciência ambiental**. 14. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil**. Brasília: MMA, 2004.

Ministério da Integração Nacional. **Semiárido brasileiro**. 2017. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/semi-arido-brasileiro>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

Ministério da Integração Nacional. **Delimitação do semiárido**. 2017. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

Ministry of Environment and Natural Resources of the Northwest Territories. **Water Management**. 2014. Disponível em: <<https://www.enr.gov.nt.ca/en/services/water-management/reports-and-publications-water-management#-span-style-font-size-26px-line-height-26px-water-quality-parameters-fact-sheets-span->>. Acesso em: 20 ago. 2018.

NASCIMENTO, Paloma Joyce. **Percepção ambiental dos agricultores da Lagoa do Apodi**. 2018. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia, Ufersa, Pau dos Ferros, 2018.

NAYYERI, Hadi; ZANDI, Sahar. Evaluation of the effect of river style framework on water quality: application of geomorphological factors. **Environmental Earth Sciences**, v. 77, n. 9, p. 343, 2018.

OLIVEIRA, Regina Maria Mendes; SANTOS, Ezequiel Vieira; LIMA, Kalyl Chaves. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em

parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 523-529, 2018.

OLIVEIRA, Karine Isabel Scroccaro de; SANTOS, Lillian Rosa Prado dos. **Química Ambiental**. Curitiba: Intersaberes, 2017.

OLIVEIRA, Fábio HPC et al. Seasonal changes of water quality in a tropical shallow and eutrophic reservoir in the metropolitan region of Recife (Pernambuco-Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 4, p. 1863-1872, 2014.

OLIVEIRA, Marize Luciano Vital Monteiro. Gestão de águas, territórios e desenvolvimento econômico. **Acta Geográfica**, v. 11, n. 27, 2017.

OLIVEIRA, M. A.; BARBOSA, Erivaldo Moreira; DANTAS NETO, J. Gestão de recursos hídricos no Rio Grande do Norte: Uma análise da implementação da política hídrica. **HOLOS**, v. 1, p. 3-27, 2013.

PINHEIRO, Adilson et al. Relação entre o uso do solo e a qualidade da água em bacia hidrográfica rural no bioma Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 3, p. 127-139, 2014.

PINHEIRO, Adilson et al. Concentrações e cargas de nitrato e fosfato na Bacia do Ribeirão Concórdia, Lontras, SC. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 1, 2013.

PINTO FILHO, Jorge LO; SANTOS, Edna G.; SOUZA, M. J. J. B. Proposta de índice de qualidade de água para a Lagoa do Apodi, RN, Brasil. **Holos**, v. 2, p. 69-76, 2012.

PINSKY, Jaime. **As primeiras civilizações**. 25. ed. São Paulo: Contexto, 2011.

QUEIROZ, Marluce Teixeira Andrade et al. Análise espaço-temporal de parâmetros de qualidade da água no Rio Piracicaba, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 2, p. 170-182, 2015.

RHODEN, Anderson Clayton et al. A importância da água e da gestão dos recursos hídricos. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 1, 2016.

RICHTER, Brian. **Em busca da água: um guia para passar da escassez à sustentabilidade**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

RIO GRANDE DO NORTE. **Lei nº 6.908 de 01 de julho de 1996**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH e dá outras providências. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/DOC/DOC000000000017407.PDF>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

ROCHA, César Henrique et al. Impactos do uso do solo nos recursos hídricos da bacia de contribuição do Lago dos Manacás, Minas Gerais, Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 4, 2016.

SANTANA JÚNIOR, Henrique Eufrásio de. **Zoneamento agroecológico do município de Apodi/RN**. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFRN, Natal, 2010.

SANTOS, Maria de Lourdes Souza et al. Influência da expansão urbana na qualidade da água em reservatório da região Amazônica (Belém, Pará). **Boletim Técnico Científico do Ceqnor/Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 13, n. 1, p. 15-22, 2014.

SANTOS, Cleber Pereira et al. Avaliação da qualidade da água superficial da Lagoa do Bairro Nossa senhora Aparecida–Pirapora/MG a partir de parâmetros físico-químicos. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 17, n. 2, p. 36-53, 2015.

SECCHI, Leonardo. Modelos organizacionais e reformas da administração pública. **Revista de Administração Pública**, v. 2, n. 43, p.347-369, mar. 2009.

SENA, M. G. T. et al. Variabilidade da condutividade elétrica e do pH nas águas superficiais da região semiárida. In: **III INOVAGRI International Meeting, Fortaleza, Ceará**. 2015.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. Cortez editora, 2017.

SHIN, Jin Y. et al. Assessment of anthropogenic influences on surface water quality in urban estuary, northern New Jersey: multivariate approach. **Environmental monitoring and assessment**, v. 185, n. 3, p. 2777-2794, 2013.

SILVA, Ana Paula Cardoso; COSTA, Ivaneide Alves Soares da. Biomonitoring ecological status of two reservoirs of the Brazilian semi-arid using phytoplankton assemblages (Q index). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, n. 1, p. 1-14, 2015.

SILVA, Samanta Moreira; SILVA, Jonas Antônio; ALBERTO, Antônio. Saturação de oxigênio dissolvido na água do rio Jaguari e em córregos afluentes. **Gestão em foco**, v. 9, n. 7, 2013.

SILVA, Marcia Aparecida; ARAÚJO, Renata Ribeiro. Análise temporal da qualidade da água no córrego limoeiro e no rio Pirapozinho no Estado de São Paulo-Brasil. **Formação (Online)**, v. 1, n. 24, 2017.

SILVA, Manoel Mariano Neto da; SOUSA, Cleanto Fernandes de; BATISTA, Raimundo Romão. A crise hídrica: uma discussão multiesferas. In: SILVA, Jairo Bezerra; ALVES, Larissa da Silva Ferreira; SILVA, Manoel Mariano Neto da. **Sustentabilidade, Políticas Públicas e Interdisciplinaridade no Semiárido**. Natal: Cchla, 2018. p. 219-231

SILVA, Régia Simony Braz et al. Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais e subterrâneas na área de influência do Lixão de Salinópolis, PA. **Revista Ambiente e Água**, v. 13, n. 2, 2018.

SOUZA, Ana Cláudia Medeiros; SILVA, Márcia Regina Farias; DIAS, Nildo da Silva. Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **Irriga**, v. 1, n. 01, p. 280, 2018.

TAKIĆ, Ljiljana et al. The assessment of the Danube river water pollution in Serbia. **Water, Air & Soil Pollution**, v. 228, n. 10, p. 380, 2017.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

United States Environmental Agency. **Monitoring Water Quality**. 1997. Disponível em: <<https://www.epa.gov/sits/production/files/2015-06/documents/stream.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

UTETE, Beaven; TSAMBA, Joshua. Trophic state categorisation and assessment of water quality in Manjirenji Dam, Zimbabwe, a shallow reservoir with designated multi-purpose water uses. **Water SA**, v. 43, n. 2, p. 192-199, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for Drinking-water Quality**. Malta: Who, 2011.

YEVENES, Mariela A.; FIGUEROA, Ricardo; PARRA, Oscar. Seasonal drought effects on the water quality of the Biobío River, Central Chile. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 14, p. 13844-13856, 2018.

YAN, Jinxia; LIU, Jingling; MA, Muyuan. In situ variations and relationships of water quality index with periphyton function and diversity metrics in Baiyangdian Lake of China. **Ecotoxicology**, v. 23, n. 4, p. 495-505, 2014.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.