



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

DIAGNÓSTICO DO NÍVEL DE QUALIDADE DE ÁGUA E DEFINIÇÃO DE CRITÉRIO DE USO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA LAGOA NATURAL EM NATAL-RN

Handson Cláudio Dias Pimenta¹; Xaila Sant'anna Amaral² Douglisnilson de Moraes Ferreira³

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo diagnosticar o nível de qualidade de água e definir alguns critérios para uso da água da lagoa natural do condomínio Vila dos Lagos, situado em Natal-RN, para que a mesma seja preservada, e ainda, evitar possíveis ações antrópicas que venham interferir na qualidade da mesma. Quanto aos critérios utilizados para avaliação do corpo d'água em estudo, buscou-se inicialmente efetuar um enquadramento do recurso hídrico frente à sua classificação de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005. Além disso, foram adotados outros critérios como: Potabilidade, Balneabilidade e classificação do uso da água para irrigação. Na pesquisa, ainda foi aplicado o Índice de Qualidade das Águas (IQA). Pelos resultados, o recurso hídrico se enquadrou como Classe II. Desta forma, traçaram-se dois usos principais para a lagoa, a recreação de contato direto e a irrigação condicionada. Para o primeiro uso, foi observado que a água apresenta uma excelente qualidade de balneabilidade segundo a Resolução CONAMA nº 274/00, uma vez que a concentração apresentada de Coliformes termotolerantes foi de 13 NMP. Quanto ao uso na irrigação concluiu-se que não há restrições de uso para irrigação de qualquer cultura, entretanto recomenda-se utilizá-la associado à adubação. Destaca-se que o IQA calculado segundo os métodos aditivo e multiplicativo mostrou para as duas Estações de amostragem uma qualidade ótima para o uso. Portanto, percebe-se que através do estudo sobre os padrões de qualidade da água, foi possível estabelecer critérios para uso e diretrizes para o gerenciamento do recurso hídrico.

Palavras-chave: Qualidade de água, Balneabilidade, Potabilidade, Classificação do corpo d'água, IQA.

DIAGNOSIS OF WATER QUALITY LEVEL AND CRITERIAL DEFINITION FOR USE: A CASE STUDY IN A NATURAL LAKE FROM NATAL-RN

ABSTRACT

This study aimed to diagnose the water quality level and to define some criteria for the use of natural lake localized in the Lakes Village Condominium, Natal-RN. Regarding the methodological procedures used for evaluation of the water resource, it was made an initial classification of resource according to Resolution of CONAMA no. 357/2005. Besides that, others criterias were adopted such as drinkability, Bathing Classification, classification for irrigation. In addition, it was applied the method Water Quality Index (WQI). Concerning to the results, the water resource studied was classified as Class II. Thus, it was established two main use of the lake: direct contact recreation and irrigation. For the first use, it was observed that the water has an excellent quality of bathing according to Resolution of CONAMA no. 274/2000, hence the concentration of fecal coliform was just 13 most probable number. For the second use, it was pointed out that there was not restriction for irrigation of any culture, however it was recommended to use it associated with fertilization. It is noteworthy that the WQI calculated according to both additive and multiplicative methods and applied in both sampling station showed a great level of quality to use it. To conclude, it is appropriate to state that through of the water quality study it was possible to establish criteria for the use and guideline for the water resource management.

Keywords: water quality, drinkability, bathing, classification of water Resource, WQI.

Trabalho recebido em 09/10/2011 e aceito para publicação em 29/07/2012.

¹ Professor do IFRN, Departamento de Recursos Naturais. Coordenador do Núcleo de Estudos em Sustentabilidade Empresarial. Mestre em Engenharia de Produção; Engenheiro de Produção; Especialista em Gestão Ambiental. handson.pimenta@ifrn.edu.br

² Estudante do Curso de Graduação de Tecnologia em Gestão Ambiental. Pesquisadora de Iniciação Científica do Núcleo de Estudos em Saneamento Básico do IFRN. xailinha@hotmail.com

³ Coordenador do Laboratório de Águas e Efluentes do IFRN. Pesquisador e Técnico do Núcleo de Estudos em Saneamento Básico. Químico e Mestre em Química. douglisnilson.morais@ifrn.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso necessário a todos os aspectos da vida e ao desenvolvimento das atividades humanas. Embora exista em abundância na Terra, cobrindo 71% da superfície terrestre (MOTA, 1997), a mesma é escassa em muitas áreas, devido a sua má distribuição e às perdas, assim como por causa da degradação antrópica. De acordo com o Banco Mundial, cerca de 80 países, hoje, enfrentam problemas de abastecimento e cerca de 1,5 bilhão de pessoas não têm acesso a fontes de água de qualidade.

Contudo, além de disponibilidade, é fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físicas e químicas adequadas para o seu uso, ou seja, apresente padrões que sejam admitidos pela legislação vigente (Von SPERLING, 1996). É relevante destacar também que a disponibilidade de água nem sempre induz a uma boa qualidade, pois uma dada região pode apresentar uma grande quantidade desse recurso, embora a sua qualidade não seja satisfatória para suprir as necessidades de uma biota, por exemplo (BRAGA, *et al.*, 2010).

Em função de tamanha importância para a sobrevivência das espécies, os recursos hídricos devem ser vistos com um olhar de cuidado, pois a ciclagem e a saúde ambiental do Planeta devem estar em

consonância com a prevenção de impactos deletérios sobre os recursos naturais, bem como a preservação destes, em especial a água.

Por outro lado, a concentração da população em áreas metropolitanas é um dos principais aspectos que vem sendo considerado na gestão integrada de recursos hídricos, haja vista que essa concentração implica em uma demanda tanto por disponibilidade de água para o abastecimento público quanto para dissolução de cargas poluidoras urbanas. A situação de poluição hídrica tem-se agravado em diversas partes do Brasil, considerando-se como elementos preponderantes nesse contexto: o aumento das cargas poluidoras urbana e industrial, o uso inadequado do solo, a erosão, o desmatamento, o uso inadequado de insumos agrícolas e a mineração. Estes fatores, adjuntos à distribuição anual de chuvas e às condições climáticas, levam a danos ambientais dos recursos hídricos, dentre os quais se destacam o aumento do transporte de sedimento e a contaminação orgânica e química das águas (BRASIL, 1998).

A história da preocupação com o estabelecimento de normas para o uso da água, considerando suas várias possibilidades de utilização pelo homem, é recente, mesmo considerando a escala de pouco mais de quinhentos anos de

conhecimento das atividades que se desenrolaram progressivamente a partir do Descobrimento do Brasil (BRASIL, 2006).

Diante dos impasses enfrentados pela gestão integrada dos recursos hídricos, torna-se imprescindível diagnosticar a qualidade das águas para suas diversas utilidades, uma vez que esse bem deve ser monitorado para a boa saúde do meio ambiente em seu todo.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo diagnosticar o nível de qualidade de água e definir alguns critérios para uso da água da lagoa natural do condomínio Vila dos Lagos, situado em Natal-RN, para que a mesma seja preservada, e ainda, evitar possíveis ações antrópicas que venham interferir na qualidade da mesma.

No que tange os recursos hídricos, esse trabalho tem sua relevância em razão de trazer a tona critérios de preservação e precaução que são fundamentais para tornar a Lagoa, objeto desse estudo, com suas características naturais conservadas. Além disso, destaca-se a existência do bom relacionamento entre o homem e a natureza, como por exemplo, os residentes do Condomínio Vila dos lagos podem usufruir dos benefícios da Lagoa e em contrapartida a mesma poderá manter a sua simbiose.

Esse trabalho está sendo apresentado por meio de 5 seções, além dessa parte introdutória, a qual traz uma contextualização da problemática, o objetivo principal e a relevância do estudo. A segunda seção apresenta os procedimentos metodológicos, em seguida, são apresentados os resultados obtidos e as análises dos mesmos. Por fim, são expostas as conclusões. Em consequente, as referências utilizadas são mencionadas.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Caracterização da Coleta de Água

A coleta da água foi definida em duas estações na Lagoa Natural do condomínio Vila dos Lagos, o qual se encontra no bairro de Ponta Negra da cidade de Natal no Rio Grande do Norte, especificamente na região de Lagoinha em pleno Campo de Dunas Pirangi-Potengi (CDPP), que tem como principal manancial de águas subterrâneas o sistema aquífero Dunas-Barreiras responsável pela área de recarga natural do sistema subterrâneo (CRUZ, 2007).

As estações de coleta estão definidas na Tabela e na Figura abaixo:

Tabela 1 – Descrição das Estações Amostrais

Estações	Localização UTM – Datum: WGS-1984, 25 M		Descrição
	X	Y	
Estação 1	257238 mE	9349182 mS	Centro da Lagoa
Estação 2	257215 mE	9349144 mS	Margem da Lagoa

**Figura 1** – Localização da Lagoa Objeto do Estudo.

A coleta foi realizada na manhã do dia 11 de agosto de 2011, sob um dia ensolarado com baixa umidade do ar. Foi constatado *in loco*, que o único afluente da lagoa são águas pluviais, e que não ocorre infiltração de tanques sépticos sépticas e sumidouros na área do condomínio (considerar um raio aproximado de 02 Kilômetros da lagoa), uma vez que a mesma é saneada, e toda a água residuária gerada pelo condomínio é tratada na

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do bairro de Ponta Negra.

2.2 Caracterização da Análise da Água

Para caracterizar a qualidade da água coletada foram realizadas as análises físico-químicas e análises microbiológicas, as quais foram efetuadas no Núcleo de Análises de Água, Alimentos e Materiais (NAAE) do Instituto Federal de Educação,

Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

As análises microbiológicas das águas são importantes para a prevenção de casos de doenças de veiculação hídrica. Assim, para esse controle é necessário avaliar usualmente as bactérias do grupo coliforme, cuja detecção na água evidencia o risco da presença de organismos patogênicos (MACÊDO, 2007).

As análises físico-químicas fornecem os compostos presentes na água tais como suas propriedades, composições

e quantidade. Portanto, essas são fundamentais na determinação da qualidade das águas.

Nessa perspectiva, o quadro 1 apresenta as principais variáveis que compõem as análises físico-químicas e microbiológicas, as unidades definidas e as suas respectivas técnicas utilizadas para obtenção dos resultados.

Quadro 1 – Variáveis investigadas e suas respectivas técnicas utilizadas.

Variáveis	Unidade	Técnica Utilizada
Alcalinidade total	mg/L CaCO ₃	Titulometria
Alcalinidade a hidróxidos	mg/L CaCO ₃	Titulometria
Alcalinidade a carbonatos	mg/L CaCO ₃	Titulometria
Alcalinidade a bicarbonatos	mg/L CaCO ₃	Titulometria
Alumínio	mg/L	AAS – CHAMA
Bicarbonato	meq/L	Titulometria
Bicarbonato	mg/L HCO ₃ ⁻	Titulometria
Cádmio	mg/L	AAS – CHAMA
Cálcio	mg/L Ca ⁺²	Titulometria
Cálcio	meq/L	Titulometria
Carbonato	mg/L CO ₃ ⁻²	Titulometria
Chumbo	mg/L	AAS – CHAMA
Cloreto	mg/L Cl ⁻	Titulometria
Cloreto	meq/L	Titulometria
Clorofila “a”	µg/L	Colorimetria
Cobre	mg/L	AAS - CHAMA
CT – Coliformes Totais	NMP/100 mL	Tubos Múltiplos
CTe – Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	Tubos Múltiplos
Condutividade elétrica	mS/cm	Potenciometria
Cor	mg/L Pt-Co/L	Colorimetria
Cromo	mg/L	AAS - CHAMA
DBO ₅ – Demanda Biológica de Oxigênio	mg/L O ₂	Winkler - Azida
DQO – Demanda Química de Oxigênio	mg/L O ₂	Winkler - Azida
Dureza total	mg/L CaCO ₃	Titulometria
Ferro Dissolvido	mg/L Fe ⁺²	Colorimetria
Fósforo Total	mg/L P	Colorimetria
Magnésio	meq/L	Titulometria

Magnésio	mg/L	AAS - CHAMA
Magnésio	mg/L Mg+2	Titulometria
Manganês	mg/L	AAS - CHAMA
Manganês	mg/L	AAS - CHAMA
Níquel	mg/L	AAS - CHAMA
Nitrogênio amoniacal	mg/L NH3	Colorimetria
Nitrato	mg/L N	Colorimetria
Nitrito	mg/L N	Colorimetria
Nitrogênio total	mg/L N	Colorimetria
Oxigênio Dissolvido - OD	mg/L O ₂	Winkler - Azida
pH	-	Potenciometria
Potássio	mg/L K+	Fotometria de chama
Potássio	meq/L	Fotometria de chama
RAS - Razão de Adsorção de Sódio.	-	-
Sólidos Totais a 105°C	mg/L	Gravimetria
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	Gravimetria
Sólidos em Suspensão	mg/L	Gravimetria
Sódio	mg/L Na+	Fotometria de chama
Sódio	meq/L	Fotometria de chama
Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	Turbidimetria
Temperatura	°C	Potenciometria
Turbidez	NTU	Turbidimetria

Fonte: APHA, AWWA e WEF (2005).

2.3 Critérios Utilizados para Avaliação do Corpo d'água

Quanto aos critérios utilizados para avaliação do corpo d'água em estudo, buscou-se investigar a qualidade de água para diversos usos. Assim, inicialmente buscou-se efetuar um enquadramento do recurso hídrico em tela frente à sua classificação para recomendação de usos potenciais. Além disso, foram adotados outros critérios como: Potabilidade, Balneabilidade e classificação do uso da água para irrigação. Na pesquisa, ainda foi aplicado um índice para definir um padrão de qualidade da água a partir de um conjunto de variáveis correlacionadas. Trata-se do Índice de Qualidade das Águas

(IQA). Destaca-se que este índice fornece uma indicação relativa de qualidade de água através de equações matemáticas que utilizam variáveis física, químicas e microbiológicas (BROWN, *ET AL*, 1970) (Ver Figura 2):

Quanto à classificação do corpo d'água, foi utilizada como base legal a Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 375/2005. Por esta resolução, as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas em treze classes de qualidade. As águas doces, característica do recurso em tela, são classificadas em 5 classes e possuem destinações específicas, conforme pode ser observado no Quadro 2.

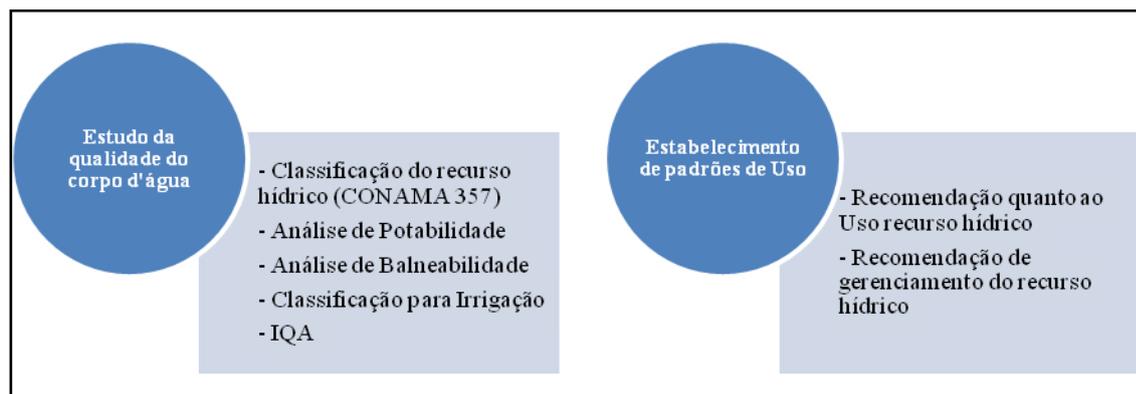


Figura 2 – Critérios para Avaliação da Qualidade de água e Estabelecimento de padrões de uso.

Quadro 2 – Classificação das Águas Doce

Classe	Uso
Classe especial	<ul style="list-style-type: none"> • abastecimento para consumo humano, com desinfecção; • preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, • preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	<ul style="list-style-type: none"> • abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; • proteção das comunidades aquáticas; • recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; • 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 • proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2:	<ul style="list-style-type: none"> • abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; • proteção das comunidades aquáticas; • recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; • 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; e • aqüicultura e à atividade de pesca.
Classe 3:	<ul style="list-style-type: none"> • abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; • irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; • pesca amadora; • recreação de contato secundário; e • dessedentação de animais.
Classe 4:	<ul style="list-style-type: none"> • navegação; e • harmonia paisagística.

Fonte: BRASIL (2005).

Vale enfatizar que os padrões de qualidade das águas determinados na Resolução supracitada estabelecem limites individuais para cada variável (substância) em cada classe. Em adição, para o devido enquadramento, faz necessário um

monitoramento das variáveis de forma contínua e a implementação de ações de gerenciamento de recursos hídricos para a devida manutenção da qualidade. Neste estudo, como foi efetuado apenas uma amostragem, esta classificação é

incipiente, todavia norteará o uso potencial do recurso hídrico e medidas necessárias para manutenção da qualidade da água.

Destaca-se também que o enquadramento seguiu algumas das variáveis especificadas pela Resolução CONAMA nº 375/2005, sendo elas: Oxigênio Dissolvido, Coliformes termotolerantes, Clorofila “a”, DBO₅, Fósforo Total, pH, Turbidez, Ferro Dissolvido, Nitrato, Nitrito, Sulfato, Cloreto, Alumínio, Cádmio, Cobre, Chumbo, Cromo, Manganês e Níquel.

Quanto aos padrões de potabilidade, foram adotados os limites estabelecidos pela Portaria Ministério da Saúde (MS) nº 518/2004. Destaca-se que esta define como água potável, a água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde. Assim, nota-se que os padrões de potabilidade consistem na fixação dos limites aceitáveis de impurezas contidas na

água destinada ao abastecimento público (VIANA, 1997).

As variáveis analisadas para definição da potabilidade foram: Coliformes Totais e Termotolerantes, Cor, Turbidez, Gosto, Odor, pH, Sólidos Totais Dissolvidos, Dureza total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrato Nitrito, Sódio, Ferro Dissolvido, Sulfato, Cloreto, Alumínio e os metais pesados, Cádmio, Cobre, Chumbo e Cromo.

Quanto à balneabilidade, que define a qualidade da água necessária para recreação de contato primário, foi utilizada a Resolução CONAMA nº 274/00 para definição dos padrões. Pela resolução, as águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias apresentadas na Tabela 2. Quanto à categoria imprópria, implica afirmar que há o comprometimento da qualidade sanitária das águas, isto é, há o aumento do risco de contaminação do banhista, sendo aconselhável a não utilização para banho.

Tabela 2 – Categorias e Limites da Balneabilidade.

Categorias	Limite de Coliformes Termotolerantes
Excelente	no máximo 250
Muito Boa	no máximo 500
Satisfatória	no máximo 1.000

Fonte: BRASIL (2000).

Em relação à qualidade de água para irrigação foram analisados os critérios de salinidade, sodicidade e toxicidade.

Destaca-se que estes critérios são de extrema importância quanto ao aspecto da qualidade da água, pois afetam

principalmente a conservação do solo e o rendimento e qualidade das colheitas (ALMEIDA, 2010). A salinidade impede ou dificulta a captação de água por parte da planta e causa modificações na absorção não seletiva dos nutrientes, ou seja, é o resultado da acumulação de sais na dissolução do solo. Para sua determinação o parâmetro mais utilizado é a condutividade elétrica (CE), expressa pela unidade do Sistema Internacional (SI), em dS.m^{-1} ou mS.cm^{-1} .

Já a sodicidade consiste no conteúdo de sódio (Na^+) presente na água. É um dos parâmetros utilizados para irrigação devido o seu efeito sobre a permeabilidade do solo, e sobre a nutrição e toxicidade das plantas. Para sua determinação é realizada a Relação de Adsorção de Sódio (RAS), que denota a proporção relativa em que se encontra o sódio (Na^+) em relação o cálcio (Ca^{2+}) e o magnésio (Mg^{2+}). A RAS é expressa pela raiz quadrada do mili equivalente por litro (meq.L^{-1}) e é uma indicadora do perigo de sodicidade ou alcalinidade do solo, conforme observa-se na equação a seguir (ALMEIDA, 2010).

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} (\text{mmol.L}^{-1})^{0,5}$$

Equação 1

onde:

Na^+ = concentração de sódio na água de irrigação ($\text{mmol}_c.\text{L}^{-1}$)

Ca^{++} = concentração de cálcio na água de irrigação ($\text{mmol}_c.\text{L}^{-1}$)

Mg^{++} = concentração de magnésio na água de irrigação ($\text{mmol}_c.\text{L}^{-1}$)

Diferente da salinidade que impede ou dificulta a captação de água por parte da planta, a toxicidade é um problema que envolve os íons absorvidos pelas raízes das plantas, os íons tóxicos acumulam-se nas folhas devido ao processo de transpiração, atingindo concentrações nocivas. Dentre os elementos, que mesmo em pequenas concentrações são responsáveis pelo efeito tóxico nos vegetais, temos, principalmente, os íons cloro (Cl^-), sódio (Na^+) e boro (B) (ALMEIDA, 2010).

Com base nos critérios salinidade, sodicidade e toxicidade, o quadro 3 apresenta classificação para irrigação conforme Bernardo, (1989).

O IQA trará dados de qualidade de água inter-relacionados, aglutinando as variáveis em um indicador único (DERÍSIO, 2000). Este índice é definido pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez (CETESB, 2011). Cada uma destas variáveis recebe um peso, conforme observa-se, na Tabela 3:

Quadro 3 – Classificação para Irrigação

Classes	Significância
C1S2T1	Água de baixa salinidade, apresentando médio risco de causar problemas de infiltração em solos e com baixos teores de sódio e cloreto. Sem restrições de uso para irrigação de qualquer cultura, sob qualquer sistema de aplicação da água.
C1S2T2	Água de baixa salinidade, apresentando médio risco de causar problemas de infiltração em solos e com teores médios de sódio e cloreto.
C1S3T1	Água de baixa salinidade, apresentando risco de causar problemas de infiltração em solos e com baixos teores de sódio e cloreto. Sem restrições de uso para irrigação de qualquer cultura, sob qualquer sistema de aplicação da água. Nesse caso, sugere-se utilizar a água associada a adubação.
C2S1T2	Água de média salinidade, sem risco de causar problemas de infiltração em solos e com médios teores de sódio e cloreto.
C2S1T3	Água de média salinidade, que não apresenta risco de causar problemas de infiltração em solos e com elevado nível de cloreto. Recomenda-se ser utilizada na irrigação de culturas tolerantes a sais, em solos de boa drenagem e com uso de fração de lavagem.
C3S1T3	Água de alta salinidade, sem risco de causar problemas de infiltração em solos e com elevado teor de cloreto. Recomenda-se ser utilizada na irrigação de culturas tolerantes a sais, em solos de boa drenagem e com uso de fração de lavagem.

Legenda: C – salinidade; S – sodicidade; T – toxicidade.

Fonte: Bernardo, (1989).

Tabela 3 – Variáveis investigadas e suas respectivas técnicas utilizadas.

Variáveis	Unidades	Peso (W)
Coliformes Fecais	NMP/100 mL	0,15
pH	-	0,12
DBO5	mg/L	0,10
Nitrogênio Total	mg/L	0,10
Fósforo Total	mg/L	0,10
Temperatura	°C	0,10
Turbidez	UNT	0,08
Sólidos Totais	mg/L	0,08
Oxigênio Dissolvido	% saturação	0,17

Fonte: CETESB, 2011

As equações 2 e 3, apresentadas a seguir, foram utilizadas para determinação do IQA, sendo contempladas duas variações para este cálculo, o modelo aditivo e o multiplicativo, respectivamente:

$$IQA \text{ Aditivo} = \sum_{i=1}^9 qi \times wi$$

Equação 2

$$IQA \text{ multiplicativo} = \prod_{i=1}^9 qi^{wi}$$

Equação 3

Onde:

IQA = Índice de Qualidade de Água, representado por um número em escala contínua 0 a 100.

qi = qualidade individual (sub-índice de qualidade) do i-ésimo parâmetro, um valor de 0 a 100.

wi = é o peso atribuído ao parâmetro i.

i = número de parâmetros

Depois de realizados os cálculos, o IQA classifica a água de acordo com o valor atribuído à mesma, conforme se verifica na Tabela 4.

Tabela 4 – Classificação da qualidade das águas pelo IQA

Valor	Qualificação
80 – 100	Ótima
52 – 79	Boa
37 – 51	Aceitável
20 – 36	Ruim
0 – 19	Péssima

Fonte: CETESB, 2011

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Classificação do Corpo d'água

A classificação do corpo d'água, da Lagoa objeto desse estudo, foi determinada a partir da análise dos resultados físico-

químicos e microbiológicos com os padrões exigidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, conforme observa-se na tabela 5:

Tabela 5 – Valores encontrados para Classificação do Corpo d'água

Variáveis	E1* ¹	E2* ²	Média	Classificação / Limite* ³
CTe	13,00	13,00	13,00	Classe I (até 200)
Clorofila "a"	18,20	22,34	20,27	Classe II (Limite até 30 µg/L)
DBO ₅	2,98	2,78	2,88	Classe I (Até 3 mg/L)
OD	7,06	7,26	7,16	Classe I (não inferior a 6 mg/L)
Fósforo Total	0,00	0,00	0,00	Classe I (0,020 mg/L P)
pH	6,23	6,24	6,24	Classe I (de 6 a 8)
Turbidez	17,00	18,00	17,50	Classe I (até 40 UNT)
Ferro Dissolvido	0,05	0,05	0,05	Classe II (0,5 ≤FD≤5,0 mg/L Fe)
Nitrato	0,00	0,00	0,00	Classe I (até 10 mg/L N)
Nitrito	0,00	0,00	0,00	Classe I (até 1 mg/L N)
Sulfato	5,00	5,65	5,32	Classe I (até 250 mg/L SO ₄)
Cloreto	7,16	6,14	6,65	Classe I (até 250 mg/L Cl)
Alumínio	0,00	0,00	0,00	Classe I (até 0,1 mg/L Al)
Cádmio	0,00	0,005	0,0025	Classe II (0,001≤Cd≤0,01 mg/L Cd)
Cobre	0,01	0,005	0,0075	Classe I (até 0,009 mg/L Cu)
Chumbo	0,00	0,00	0,00	Classe I (até 0,01 mg/L Pb)
Cromo	0,00	0,00	0,00	Classe I (até 0,05 mg/L Cr)
Manganês	0,02	0,03	0,025	Classe I (até 0,1 mg/L Mn)
Níquel	0,00	0,00	0,00	Classe I (até 0,025 mg/L Ni)

Fonte: *¹ e ² (FUNCERN, 2011); *³ BRASIL 2005.

Pelos resultados, apesar da lagoa se Classificar na maioria das variáveis analisadas como Classe I, as variáveis Clorofila "a", Ferro Dissolvido e Cádmio, ficaram com as concentrações dentro do Limite de Classe II,

tornado a classificação deste corpo d'água, como Classe II.

Vale destacar duas variáveis que se relacionam e definem uma boa qualidade no corpo d'água em estudo, no Caso, o Oxigênio Dissolvido e a Demanda Bioquímica de

Oxigênio. Por se tratar de variáveis inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior a DBO (demanda de oxigênio para degradar um certo teor de matéria orgânica segundo Von Sperling – 1996), maior será o consumo de oxigênio dissolvido no meio, nota-se pelos dados, valores que denotam uma boa qualidade, uma DBO baixa, 2,88 mg/L (O limite recomendado pela CONAMA nº 357/05 para classe I é de até 3 mg/L) e um Oxigênio dissolvido satisfatório, 7,16 mg/L (Limite para Classe I não inferior a 6 mg/L). Esse fato é um indício que não há um aporte representativo de matéria orgânica para o corpo hídrico investigado.

Nessa classificação os usos recomendados são de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, os

principais usos são: abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho e 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; e aqüicultura e à atividade de pesca.

3.2 Potabilidade

Em relação à potencialidade de abastecimento de água, mesmo sem tratamento, com o estudo da Potabilidade, buscou-se analisar o nível de qualidade de água para tal finalidade.

A tabela 6 apresenta as variáveis analisadas para definição do padrão de potabilidade da lagoa.

Tabela 6 – Valores encontrados para Análise de Potabilidade.

Parâmetros	E1* ¹	E2* ²	Média	Limites Permissíveis* ³
CT	33,00	920	476,5	Ausencia
CTe	13,00	13,00	13,00	Ausencia
Cor	6,80	7,10	6,95	15
Turbidez	17,00	18,00	17,5	5
Gosto	Não Perceptível	Não Perceptível	Não Perceptível	Não objetável
Odor	Não Perceptível	Não Perceptível	Não Perceptível	Não objetável
pH	6,23	6,24	6,235	6,0 – 9,5
Sólidos Totais Dissolvidos	18,00	18,00	18	1000
Dureza total	9,50	9,50	9,5	500
Nitrogênio Amoniacal	0,14	0,14	0,14	1,5
Nitrato	0,00	0,00	0	10,0
Nitrito	0,00	0,00	0	1,0
Sódio	0,80	0,80	0,8	200
Ferro Dissolvido	0,05	0,05	0,05	0,3
Sulfato	5,00	5,65	5,325	250
Cloreto	7,16	6,14	6,65	250
Alumínio	0,00	0,00	0	0,00
Cádmio	0,00	0,005	0,0025	0,05
Cobre	0,01	0,005	0,0075	2
Chumbo	0,00	0,00	0,00	0,01
Cromo	0,00	0,00	0,00	0,05

Fonte: *¹e² (FUNCERN, 2011); *³ (BRASIL 2004).

De acordo com os resultados, observa-se que com a presença de coliformes totais e termotolerantes, além do corpo apresentar uma turbidez acima do limite, torna a água do recurso em análise não potável, ou seja, a água pode oferecer riscos à saúde, no caso do consumo direto.

Este resultado corrobora com a classificação do corpo d'água no item anterior, já que pela recomendação de uso, o abastecimento para consumo humano fica condicionado com o tratamento convencional.

3.3 Balneabilidade

De acordo com a amostragem efetuada na lagoa, a média obtida da presença de coliformes termotolerantes foi de 13 NMP/100 mL (Ver Tabela 6). Desta forma, considerando o sistema de classificação adotado na Tabela 2, o corpo d'água em análise caracteriza-se como padrão excelente, podendo assim ser destinada à balneabilidade (recreação de contato primário), ou seja, atividades de

contato direto do usuário com a Lagoa, como por exemplo, as atividades de natação e mergulho.

Vale destacar que a baixa concentração de CTe deve-se principalmente à não evidência de fontes de poluição do corpo d'água.

Todavia, vale mencionar a necessidade de um monitoramento constante da lagoa quanto à presença de CTe, para melhor aplicar o sistema de classificação aqui apresentado.

3.4 Classificação para Irrigação

Em relação à potencialidade do uso da água para irrigação, pelos resultados o recurso hídrico em tela apresentou uma boa classificação, sendo recomendada um uso para irrigação de qualquer cultura sem restrições sob qualquer sistema de aplicação da água.

A Tabela 7 apresenta os valores encontrados para o cálculo da classificação para uso de água na irrigação.

Tabela 7 – Valores encontrados para Classificação da Irrigação

Variáveis	E1* ¹	E2* ²	Média
Condutividade elétrica mS/cm	0,04	0,04	0,04
Cálcio meq/L	0,14	0,13	0,13
Magnésio meq/L	0,05	0,06	0,06
Sódio meq/L	0,03	0,03	0,03
Potássio meq/L	0,02	0,03	0,02
Bicarbonato meq/L	0,14	0,15	0,15
Cloreto meq/L	0,20	0,20	0,20
RAS	0,04	0,05	0,05
Classificação	C1S3T1	C1S3T1	C1S3T1

Fonte: *¹ e *² (

FUNCERN, 2011);

Como a classificação da lagoa é Classe II, a recomendação da lagoa para irrigação é destinada para hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

Todavia, se este recurso for utilizado para esta finalidade recomenda-se o uso de técnicas de irrigação mais eficientes como microaspersão e gotejamento.

Além disso, dependendo da vazão de extração é interessante observar o nível de rebaixamento da lagoa, se isso estiver ocorrendo de forma representativa pode ser um indicio que a recarga natural está sendo inferior que a demanda, ou seja, a

capacidade de renovação do corpo hídrico ficará comprometida. Recomenda-se aqui também, fazer uma consulta na Secretaria de Recursos Hídricos se será necessário solicitar a outorga do uso da água para a irrigação.

3.5 Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Na tabela 8, é apresentado o cálculo do Índice de Qualidade das Águas. Pelos resultados, as duas estações amostrais apresentaram valores tanto para o cálculo do IQA_{Aditivo} quanto para IQA_{Multiplicativo} dentro do padrão ótimo de qualidade da água.

Tabela 8 – Cálculo do IQA

Variável	W	E1				E 2			
		Valor * ¹ encontrado	I	IQA aditivo	IQA Multiplicativo	Valor* ² encontrado	I	IQA aditivo	IQA Multiplicativo
OD	0,17	7,06	92	15,64	2,16	7,26	94	15,98	2,16
CTe	0,15	13	70	10,50	1,89	13	70	10,50	1,89
pH	0,12	6,23	75	9,00	1,68	6,24	75	9,00	1,68
DBO ₅	0,1	2,98	65	6,50	1,52	2,78	65,5	6,55	1,52
Nitrogênio Total	0,1	0,4	98	9,80	1,58	0,43	98	9,80	1,58
Fósforo Total	0,1	0	100	10,00	1,58	0	100	10,00	1,58
Turbidez	0,08	17	65	5,20	1,40	18	64	5,12	1,39
Sólidos Totais	0,08	35	87	6,96	1,43	33	88	7,04	1,43
Temperatura (ΔT)	0,1	22,3	92	9,20	1,57	22,5	92	9,20	1,57
Valor do IQA		E1		82,80	81,77	E2		83,19	82,11
Classificação		E1		Ótima	Ótima	E2		Ótima	Ótima

Fonte: *¹ e *² (FUNCERN, 2011);

3.6 Análise Crítica e Recomendações para Uso

Pelas variáveis analisadas, fica evidenciado que a lagoa natural presente na Vila dos Lagos apresenta uma boa qualidade, sem a presença de metais pesados e padrões físicos-químicos normais. Merece destacar que a presença de coliformes termotolerantes, mesmo que em uma concentração muito baixa torna a água inviável para o consumo humano. Todavia, para uso como irrigação e recreação não há limitações.

Não foi evidenciado fonte de contaminação fecal e de nutrientes, é tanto que variáveis como Fósforo Total; Nitrato e Nitrito estavam zerado. Por outro lado, o Nitrogênio total e a clorofila “a” apresentaram concentrações um pouco acima do padrão, além disso, foi observada uma baixa transparência da lagoa. Esses fatores podem ser indícios de um leve início de processo de eutrofização (mudança da qualidade da água mediante proliferação de alga devido ao aporte excessivo de nutrientes – DUARTE, 1999). Isso pode ser atribuído a introdução de tilápias no corpo d’água para prática de pesca.

Quanto ao uso do recurso recomenda-se:

- uso para recreação (pelos indícios apresentados presença de CTe dentro de uma classificação excelente);

- uso para irrigação (não há restrição para culturas). Nesse caso, se for destinado para este fim, recomenda-se a regularização da captação na Secretaria de Recursos Hídricos para solicitação da outorga e respeitar a capacidade de recarga.

Em relação ao gerenciamento do recurso, recomenda-se:

- monitoramento mensal das seguintes variáveis: CT; CTe; Nitrogênio Amoniacal; Nitrato e Nitrito; Fósforo Total.
- monitoramento semestral das demais variáveis usadas neste estudo;
- desenvolvimento de práticas de educação ambiental com moradores e funcionários sobre a importância da preservação dos recursos hídricos.
- fixação de cartazes mostrando a qualidade da água (Balneabilidade – Própria ou imprópria);
- proibição da introdução de equipamentos e embarcações náuticas que façam uso de motores mecânicos;
- proibição da introdução de espécies exóticas de peixe, como a tilápia;
- proibição de lançamento de efluentes sanitários;
- proibição da lavagem de qualquer item, bem ou objeto dentro da lagoa;

- proibição da disposição de resíduos sólidos de qualquer tipologia na lagoa ou áreas adjacentes (considerar um raio no mínimo de 100 metros a partir da margem da lagoa)
- proibição da aplicação de adubo, fertilizantes, pesticidas ou outros produtos com tal finalidade em um raio de 100 metros da lagoa;
- proibição da lavagem de veículos nas vias públicas do condomínio para evitar o lançamento de poluentes na lagoa através do sistema de drenagem; e
- proibição da disposição de qualquer tipo de resíduos sólidos na via pública.

4 CONCLUSÕES

O presente estudo teve por objetivo diagnosticar o nível de qualidade de água e definir alguns critérios para uso da água da lagoa natural do condomínio Vila dos Lagos, situado em Natal-RN.

Desta forma, pelas análises físico-químicas e microbiológica em um total de 20 variáveis, o recurso hídrico se enquadrou como Classe II. Destaca-se que tal enquadramento se justificou apenas por 3 variáveis dentro das características de um corpo hídrico Classe II, variáveis Clorofila "a", Ferro Dissolvido e Cádmiio. Por outro lado, foi constatado índices de uma boa

qualidade da água no que se refere a presença de matéria orgânica excessiva, no caso a DBO e OD estiveram dentro das concentrações de um corpo hídrico classe I.

Desta forma, nessa Classe de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05, os principais usos recomendados são: abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho e 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; e aquicultura e à atividade de pesca.

Desta forma, traçaram-se dois usos principais para a lagoa, a recreação de contato direto e a irrigação condicionada. Para o primeiro uso, foi observado que a água apresenta uma excelente qualidade de balneabilidade segundo a Resolução CONAMA nº 274/00, uma vez que a concentração apresentada de Coliformes termotolerantes foi de 13 NMP e o limite estabelecido é de 250.

Quanto ao uso na irrigação concluiu-se que não há restrições de uso para irrigação de qualquer cultura, entretanto recomenda-se utilizá-la associado à adubação. Todavia, vale destacar que se foi recomendado que para o uso da irrigação sejam observado alguns

condicionantes: regularização da captação – outorga, respeitar a capacidade de recarga do corpo d'água e uso de técnicas eficientes como micro aspersão e gotejamento.

Quanto à potabilidade da Lagoa, esta se encontra imprópria para consumo humano, pois apresentou coliformes termotolerantes o que não é permitido na legislação vigente.

Por fim, o IQA calculado segundo os métodos aditivo e multiplicativo mostrou para as duas Estações de amostragem uma qualidade ótima para o uso. As variáveis que potencializaram esta classificação foram: OD, PT; NT e ST.

Portanto, percebe-se que através do estudo sobre os padrões de qualidade da água, foi possível estabelecer critérios para uso e diretrizes para o gerenciamento do recurso hídrico.

5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. A. **Qualidade da Água de Irrigação**. ed. Cruz das Almas: BA, 2010.
- APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21th ed. Washington, DC: American Public Health Associations, 2005.
- BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 5.ed. Viçosa: UFV Imprensa Universitária, 1989.
- BRAGA, B. *et al.* O meio aquático. In:_____. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2^a ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. cap. 8, p. 73.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Secretaria dos Recursos Hídricos. **Recursos Hídricos no Brasil**. 1998, p. 33. Disponível em: <<http://www.takingitglobal.org>>. Acesso em: 07 set. 2011.
- _____. **Plano nacional de recursos hídricos: panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil**. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 7 set. 2011.
- _____. Portaria do Ministério da Saúde nº 518, de 25 de março de 2004. Disponível em: <<http://www.mp.go.gov.br>>. Acesso em: 11 ago. 2011.
- _____. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 11 ago. 2011.
- _____. Resolução CONAMA nº 357, de 11 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. In MEDAUAR, Odete. **Coletânea de legislação ambiental**. 6. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007. 996 p.
- BROWN, R. M., *ET AL.* **Water quality index: do you dare?** National Symposium on date and instrumentation for water quality management - Madison Conference of State Sanitary Engineer, 1970.
- CARVALHO, Sérgio Luís. **Eutrofização Artificial: Um Problema em Rios, Lagos e Represas**. Correio de Três Lagoas, Três Lagoas/MS, ago. 2004. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/ctl28082004.php>>. Acesso em: 8 set. 2011 .

- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Índice de qualidade das águas**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 13 ago. 2011.
- DERÍSIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus, 2000.
- DUARTE, M. A. C. **Utilização dos Índices do Estado Trófico e de Qualidade da Água na caracterização limnológica e sanitária das lagoas do Bomfin, Extremoz e Jiqui-RN**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. UFPB, 1999.
- FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO DO IFRN – FUNCERN. **Certificados de análise de água no. 2893 a 2899 – Lagoa da Vila dos Lagos**. FUNCERN, 2011.
- MACÊDO, J. A. B. de. Doenças de veiculação hídrica e alimentar. In: _____. **Águas e águas**. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007. p. 1029.
- MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro, ABES, 1997.
- VIANA, G. M. (comp.). **Sistema público de abastecimento de água**. João Pessoa: [s.n.], 1997.
- VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFMG, 1996.