

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – *CAMPUS* RIO VERDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO
DO SAPO NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE – GOIÁS,
UTILIZANDO ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E
MICROBIOLÓGICAS.

Autora: Juliana Santos Vilela

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Carolina Ribeiro Aguiar

RIO VERDE - GO

Fevereiro - 2016

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – *CAMPUS* RIO VERDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO Córrego
DO SAPO NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE – GOIÁS,
UTILIZANDO ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E
MICROBIOLÓGICAS.

Autora: Juliana Santos Vilela

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ana Carolina Ribeiro Aguiar

Dissertação apresentada como parte
das exigências para obtenção do
título de MESTRE EM
AGROQUÍMICA no Programa de
Pós-Graduação em Agroquímica do
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia Goiano -
Campus Rio Verde.

RIO VERDE – GO
Fevereiro - 2016

Vilela, Juliana Santos

C695a Avaliação da qualidade da água do córrego do Sapo localizado no município de Rio Verde – Goiás, utilizando análises físico-químicas e microbiológicas. Rio Verde. - 2016.

60 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, 2016.

Orientadora: Dr.^a Ana Carolina Ribeiro Aguiar.

Bibliografia

1. Água. 2. Conama. 3. Físico-química. 4. Microbiológica.
I. Título. II. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

CDD:628.16

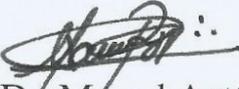
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROQUÍMICA

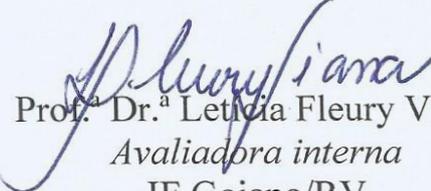
**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO
CÓRREGO DO SAPO NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE –
GOIÁS UTILIZANDO ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E
MICROBIOLÓGICAS**

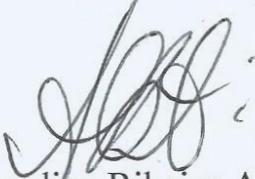
Autora: Juliana Santos Vilela
Orientadora: Ana Carolina Ribeiro Aguiar

TITULAÇÃO: Mestre em Agroquímica – Área de concentração
Agroquímica.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2016.


Prof. Dr. Marçal Antônio
Ruggiero
Avaliador externo
IFG/Inhumas


Prof.ª Dr.ª Letícia Fleury Viana
Avaliadora interna
IF Goiano/RV


Prof.ª Dr.ª Ana Carolina Ribeiro Aguiar
Presidente da banca
IF Goiano/RV

*“Disciplina é a ponte que liga nossos
sonhos às nossas realizações”.*

Pat Tillman

AGRADECIMENTOS

Como é bom chegar ao final de mais uma etapa importante de minha formação e ter a quem agradecer. Isso me dá a certeza de que nesta caminhada nunca estive sozinha. Pude contar com muitas pessoas que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho, e, desta forma, não posso deixar de agradecê-los.

Agradeço primeiramente a Deus, por fazer parte de minha trajetória de vida me guiando e fortalecendo sempre diante as dificuldades.

Aos meus pais, Anilton e Rosidelma, meus irmpelo amor, carinho e apoio, uma vez que, não mediram esforços para que eu chegasse até essa etapa de minha vida. Vocês são meu porto seguro.

Ao Luciano, por ser meu companheiro, amigo e confidente. Obrigada por dividir todos os “fardos” comigo, do jeito que você pôde, sempre me incentivando a dar o melhor de mim e nunca me deixando desistir.

A minha orientadora Dr.^a Ana Carolina Ribeiro Aguiar, que sempre se disponibilizou a me ajudar quando a solicitei, apontando caminhos e dando ideias. Obrigada pelo apoio durante o desenvolvimento deste projeto.

Ao Wellmo, técnico do Laboratório de Águas de Efluentes que se fez presente em todas as etapas de realização deste projeto.

Ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos, onde foram realizadas as análises microbiológicas, em especial a professora Letícia e suas orientadas.

Aos colegas Waleska, Juliana, Evânia, Flávio, Franco e Adriene, pelo auxílio em alguns momentos desta etapa importante.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de mestrado.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Juliana Santos Vilela, filha de Rosidelma Santos Vilela e Anilton Ferreira Vilela, nascida em 20 de maio de 1992, natural de Santa Helena de Goiás – GO.

Em dezembro de 2013, graduou-se em Licenciatura em Química pelo Instituto Federal Goiano - *Campus* Rio Verde - Goiás. Em fevereiro de 2014, ingressou no Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Agroquímica pelo Instituto Federal Goiano – *Campus* Rio Verde sob a orientação da Professora Dr.^a Ana Carolina Ribeiro Aguiar.

ÍNDICE

	Página
Índice de Tabelas	vii
Índice Figuras	ix
Índice de Apêndice	x
Lista de Símbolos, Siglas, Abreviações e Unidades	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 A importância da água e de seu uso racional.....	3
1.2 Ciclo hidrológico da água	5
1.3 A importância do controle de qualidade da água e doenças de veiculação hídrica	7
1.4 Padrões de qualidade e legislação.....	11
1.5 Histórico do município de Rio Verde	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
2. OBJETIVOS	18
2.1 Geral.....	18
2.2 Específicos	18
3. CAPÍTULO I	19
ABSTRACT.....	19
RESUMO.....	20
3.1 INTRODUÇÃO	21
3.2 Material e método	22
3.2.1 Caracterização da área de estudo	22
3.2.2 Pontos amostrais	24

3.2.3 Coleta e avaliação da qualidade da água	25
3.2.4 Estado trófico	26
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.4 CONCLUSÃO	40
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
4. APÊNDICE.....	46

ÍNDICE DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Coordenadas de localização e descrição da área a montante dos pontos amostrais na microbacia do Córrego do Sapo em Rio Verde - GO.....	25
Tabela 2. Classificação do Estado Trófico para rios segundo Índice de Lamparelli Modificado (Lamparelli, 2004).....	27
Tabela 3. Características da morfometria da microbacia do Córrego do Sapo em Rio Verde – GO.....	28
Tabela 4. Resultados da análise de Temperatura (°C) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados.....	29
Tabela 5. Resultados da análise de Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados.....	30
Tabela 6. Resultados da análise de Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados.....	31
Tabela 7. Resultados da análise de pH ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados.....	32
Tabela 8. Resultados da análise de Turbidez (UNT) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados.....	33
Tabela 9. Resultados da análise de Sólidos Dissolvidos Totais (mg.L ⁻¹) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados.....	34
Tabela 10. Resultados da análise de Fósforo total (mg.L ⁻¹ de PO ₄ ³⁻) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados.....	35
Tabela 11. Resultados da análise de Demanda Química de Oxigênio (mg.L ⁻¹) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados.....	36

Tabela 12. Resultados da análise de Nitrato (mg.L^{-1}) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados.....	37
Tabela 13. Resultados da análise de Índice do Estado Trófico calculados, a partir dos teores de fósforo total obtidos.....	38
Tabela 14. Resultados da análise microbiológica da água do córrego do Sapo, contemplando coliformes termotolerantes e totais.....	39

APÊNDICE A

Tabela 1A. Classe 1 - Águas doces	56
Tabela 2A. Classe 1-- Águas doces: Padrões para corpos de água em que haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	59
Tabela 3A. Classe 3 - Águas doces	61
Tabela 4A. Classe 1 - Águas salinas.....	65
Tabela 5A. Classe 1 - Águas salinas: Padrões para corpos de água em que haja pesca ou cultivo de organismos.....	66
Tabela 6A. Classe 2 - Águas salinas.....	68
Tabela 7A. Classe 1 - Águas salobras.....	70
Tabela 8A. Classe 1 - Águas salobras: Padrões para corpos de água em que haja pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	72
Tabela 9A. Classe 2 - Águas salobras.....	73
Tabela 10A. Lançamentos de efluentes	78

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ciclo hidrológico da água	5
Figura 2. Componentes presentes na água de ordem física, química e bacteriológica....	9
CAPÍTULO I	
Figura 1. Mapa de localização da microbacia do córrego do Sapo em Rio Verde - GO	22
Figura 2. Mapa de uso e ocupação da microbacia do córrego do Sapo em Rio Verde - GO.....	23

ÍNDICE DE APÊNDICES

	Página
Apêndice A – Resolução CONAMA nº 357/05	46

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Sigla	Significado	Unidade
km	Quilômetro	-
km ²	Quilômetro Quadrado	-
km.km ⁻²	Quilômetro Por Quilômetro Quadrado	-
mg.L ⁻¹	Miligrama Por Litro	-
µS.cm ⁻¹	Micro Siemens Por Centímetro	-
T	Temperatura	°C
OD	Oxigênio Dissolvido	mg.L ⁻¹
pH	Potencial Hidrogeniônico	
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais	mg.L ⁻¹
CE	Condutividade Elétrica	µS.cm ⁻¹
UNT	Unidade Nefelométrica De Turbidez	-
PO ₄ ³⁻	Fósforo Total	mg.L ⁻¹
NO ₃ ⁻	Nitrato	mg.L ⁻¹
DQO	Demanda Química De Oxigênio	mg.L ⁻¹
IET	Índice De Estado Trófico	-
CT	Coliformes Totais	N.M.P
CTT	Coliformes Termotolerantes	N.M.P.
N.M.P.	Número Mais Provável	-
OMS	Organização Mundial de Saúde	-
m ³	Metro cúbico	-
%	Porcentagem	-

RESUMO

VILELA, JULIANA SANTOS. Instituto Federal Goiano - *Campus* Rio Verde – GO, fevereiro de 2016. **Avaliação da Qualidade da Água do Córrego do Sapo no Município de Rio Verde – Goiás, Utilizando Análises Físico-Químicas e Microbiológicas.** Orientadora: Dra. Ana Carolina Ribeiro Aguiar. Coorientador: Dr. Rafael Marques Pereira Leal.

A água é um recurso de primeira necessidade. Nenhuma comunidade pode viver ou evoluir sem um abastecimento adequado de água, que permita a seus habitantes viver de modo saudável e contribua para o desenvolvimento da sua economia. A noção de desenvolvimento sustentável não pode ser concebida sem assegurar a qualidade da água para consumo humano. Portanto, indiscutivelmente ela é um bem precioso. A água destinada para consumo humano deve atender parâmetros de qualidade, pois pode conter impurezas de ordem física, química ou bacteriológica. O padrão de potabilidade da água é composto por um conjunto de parâmetros organolépticos (sabor e odor), microbiológicos e físico-químicos que lhe conferem a qualidade adequada para o consumo humano. Neste sentido, este trabalho visou avaliar a qualidade da água do córrego do Sapo, localizado no município de Rio Verde – GO, em quatro diferentes pontos de coleta, durante 8 meses, com o intuito de minimizar os riscos à saúde humana advindos do consumo de água contaminada. Para tanto, foram avaliados parâmetros físico-químicos e microbiológicos, como temperatura (T), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais dissolvidos (STD), condutividade elétrica (CE), nitrato (NO_3^-), oxigênio dissolvido (OD), turbidez (TUR), demanda química de oxigênio (DQO), fósforo total (FT), coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTT) e todos os procedimentos utilizados seguiram o Standart Methods for Examination of Water and Wastewater da AWWA (America Water Works Association). Os resultados obtidos mostraram que alguns parâmetros se encontram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 para águas doces Classe 2. Entretanto, outros parâmetros denotam grande influência da ação antrópica sobre este curso d'água, demonstrando que o córrego avaliado já se encontra bastante impactado e que sua água não apresenta qualidade apropriada para o consumo.

Palavras-chave: água, CONAMA, físico-químicas, microbiológicas.

ABSTRACT

VILELA, JULIANA SANTOS. Federal Goiano Institute - Campus Rio Verde - GO, February 2016. **Córrego do Sapo water quality evaluation in Rio Verde - Goiás municipality, using physical-chemical and microbiological analysis.** Orientadora: Dra. Ana Carolina Ribeiro Aguiar. Coorientador: Dr. Rafael Marques Pereira Leal.

The water is a first-need resource. No community can live or evolve without an adequate water supply, which allows their inhabitants live in a healthy way and contribute to the economy development. The sustainable development notion cannot be conceived without ensure the human consumption water quality. Therefore, it is, undoubtedly, a precious resource. The human consumption water must attend quality parameters, because it may contain physical, chemical or bacteriological impurities. The water potability standard consists in organoleptics (taste and odor), microbiologicals and physico-chemicals parameters which confers adequate human consumption quality. In this sense, this work aimed to assess the Córrego do Sapo water quality, located in Rio Verde - GO municipality, in four different collection points in order to minimize the risks to human health arising from the contaminated water consumption. To do this, were evaluated physical, chemical and microbiological parameters such as temperature (T), hydrogen potential (pH), total dissolved solids (STD), electrical conductivity (CE), nitrate (NO^3^-), dissolved oxygen (OD), turbidity (TUR), chemical oxygen demand (DQO), total phosphorus (FT), total coliforms (CT) and thermotolerant coliforms (CTT) and all the used procedures followed the Standard Methods for examination of Water and Wastewater of AWWA (America Water Works Association). The obtained results showed that some parameters are within the limits established by CONAMA Resolution nº357 from 2005 for fresh waters Class 2. However, other parameters denote a great anthropic action influence on this water course, demonstrating that the evaluated creek is fairly affected and its water presents no appropriate consumption quality.

Key words: water, CONAMA, physical-chemical, microbiological.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a humanidade vive uma época de grandes preocupações ecológicas, por causa do alto grau de degradação ambiental que vem sendo observado, e pode ameaçar a continuidade da vida em nosso planeta. Ao longo de sua história evolutiva, o homem tem sido o maior responsável pela destruição da natureza, no que diz respeito à poluição, desmatamento, exploração irracional dos recursos naturais, degradação dos solos e outras agressões que atingiram níveis inadmissíveis. (ROCHA et. al., 2009)

É notável o crescente aumento no número de debates acerca de questões ambientais, com o intuito de buscar novas alternativas que promovam a preservação e a diminuição dos impactos decorrentes das diversas fontes poluidoras, que atingem tanto o ar, quanto o solo e a água.

Nesse contexto, o uso consciente dos recursos hídricos se torna fator primordial para assegurar a qualidade necessária para consumo e a quantidade suficiente para manutenção das atividades econômicas desenvolvidas pelo homem.

As atividades urbanas, industriais e agrícolas além de requerem um volume considerável de água, ainda necessitam de água que apresente boa qualidade e atenda aos seus anseios. Além disso, a utilização da água nessas atividades ainda implica no descarte de efluentes, provenientes dos processos químicos utilizados, em corpos d'água. (MENDES et. al., 2004)

O incrível volume de água que cobre a Terra pode levar à falsa e perigosa sensação de que este é um recurso abundante e inesgotável. Entretanto, os recentes acontecimentos de falta de água para abastecimento em diversos locais do país evidenciam a fragilidade dos sistemas de abastecimento que dependem diretamente da água dos rios e aquíferos, que por sua vez, são influenciados pelo regime climático e pelo volume de chuvas.

De acordo com o Atlas das Águas, escrito pelos pesquisadores Clarke e King (2005), é possível estimar que a superfície terrestre apresente fontes hídricas insuficientes, escassas ou limítrofes considerando as necessidades da população mundial e que quatro bilhões de pessoas viverão em países com escassez crônica de água em 2050.

A necessidade de desenvolvimento a qualquer custo, observada no cotidiano da sociedade atual, gera tendência autodestrutiva, que atinge, até o momento, principalmente, pessoas de baixa renda e que vivem em locais onde não há abundância de recursos hídricos. (CLARKE E KING, 2005)

Segundo Rebouças (1997) a quantidade gasta de água por habitante ao ano considerada razoável pela Organização Mundial de Saúde (OMS) é de 2000 m³. Entretanto, estudos realizados por Clarke e King (2005) mostram que países como Israel, Arábia Saudita e Hungria não dispõem de mais que 1000 m³/hab.ano de água potável.

Fatos como esse, atestam a necessidade e urgência em desenvolver formas de uso sustentável da água, priorizando seu tratamento e reaproveitamento. Para tanto, faz-se necessária a adoção de medidas de estudo e planejamento eficazes para o gerenciamento desse recurso imprescindível, já que este apresenta a grave tendência de se tornar cada vez mais raro nos próximos 50 anos. (Rebouças, 1997)

A demanda por água potável e os conflitos pelos seus múltiplos usos, vem pressionando a tomada de decisões que envolvem o tratamento de resíduos e esgotos nela descartados. Os resíduos lançados pelas indústrias em rios ou outros corpos d'água são muitas vezes tóxicos e perigosos, descartados de forma ilegal ou clandestina, podendo causar prejuízos à saúde e ao meio ambiente, contribuindo para a escassez e provocando mudanças nas características da água. (FELDMANN, 1994)

A problemática de escassez da água, sempre foi tratada como tendo correlação apenas nas áreas áridas e semiáridas do globo. Porém, atualmente, esse problema já se faz presente em diversas regiões do mundo. Dessa forma, diversos órgãos públicos e organizações não governamentais, em vários países, estão desenvolvendo medidas para estimular e orientar a população para o uso racional da água, através da utilização de métodos e práticas de redução de consumo e conscientização contra o desperdício. (TUNDISI, 2011)

A preocupação com a água não está relacionada, somente, a sua escassez, mas também a qualidade da água destinada ao consumo humano e observa-se que a ingestão de água contaminada, sem tratamento prévio, tem aumentado significativamente o número de internações hospitalares, pelos diferentes tipos de contaminação, que podem

ocorrer pela presença de agentes biológicos (vírus, bactérias e parasitas) ou por derivados de poluentes químicos presentes na água. (SANTOS et. al., 2013)

Diante da importância e necessidade de preservação dos recursos hídricos, o propósito com este trabalho foi avaliar a qualidade da água do Córrego do Sapo, localizado no município de Rio Verde – GO, através da análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Dessa forma, será possível constatar prováveis riscos à saúde humana e apontar a condição ambiental do curso d'água estudado em toda sua extensão. O córrego do Sapo foi selecionado para avaliação da qualidade da água por ser utilizado para abastecimento público e por haver despejo da água tratada pela estação de tratamento de esgoto.

1.1 A importância da água e de seu uso racional

A água constitui um elemento natural de suma importância para a existência da vida em nosso planeta e é considerada como um dos maiores bens da humanidade. A relação, de ordem existencial, entre o ser humano e a água é constatada pela sua utilização que consiste tanto em atender as necessidades fisiológicas do homem, quanto em prover a alimentação e bem estar social (agricultura, indústria e lazer). (CUTOLLO, 2009)

A origem da água na Terra é correlacionada com as erupções vulcânicas que promoveram a emissão de gases que se tornaram os constituintes da atmosfera. O vapor d'água presente na atmosfera, pela diminuição da temperatura, foi se condensando e propiciou a formação de nuvens. Em função da ação da gravidade, o vapor d'água presente nas nuvens foi precipitado na superfície terrestre dando origem aos primeiros oceanos. Em ambientes subaquáticos são encontradas rochas que têm origem estimada em 3,8 bilhões de anos e indicam a existência de água, no estado líquido, desde então. (REBOUÇAS, 2006)

A água cobre cerca de 70% da superfície do planeta e se apresenta como um dos compostos de maior importância para a manutenção da vida, pois além de possuir características únicas, não existem processos metabólicos que ocorram sem sua ação direta ou indireta. Dessa forma, é imprescindível a manutenção da sua qualidade e disponibilidade para utilização. (REBOUÇAS, 2006)

No globo terrestre, 97,5% do volume de água representa água salgada e apenas 2,5% representa água doce. Grande parte da água doce disponível se encontra em áreas congeladas e regiões polares (68,8%), em reservatórios subterrâneos (30%) e presentes na umidade do solo, na biomassa e no vapor da atmosfera (0,9%). As águas superficiais,

presentes em rios e lagos e próprias para o consumo humano, representam, aproximadamente, 0,3% do volume total de água doce da terra. Entretanto, grande parcela, desse restrito percentual, já se encontra poluída, diminuindo ainda mais as reservas disponíveis. (SETTI 2001; ANA 2015)

O Brasil se apresenta em posição de destaque, quando se considera a distribuição hídrica entre os diferentes países do mundo, pois possui 53% da produção de água doce do continente sul americano e 12% do total mundial. Entretanto, a abundância de água no território brasileiro, acabou gerando uma cultura de pouca valorização e desperdício deste recurso e promoveu o adiamento dos investimentos necessários à otimização de seu uso. (RODRIGUES, 2015) Além disso, esse recurso não é distribuído de forma homogênea em todo o país e encontra-se ameaçado por fatores socioeconômicos diversos.

A Bacia Amazônica detém cerca de 70% do total de água doce do Brasil, porém nesta região é encontrada a menor densidade populacional do país. Por outro lado, a região Nordeste (mais árida), onde vive aproximadamente 28% da população, possui somente 5% da água doce. (RODRIGUES, 2015)

Os desordenados processos de urbanização, industrialização e expansão agrícola promovem o crescimento exagerado da demanda e a degradação contínua da qualidade das águas e gera problemas relacionados à escassez hídrica.

A atividade agrícola exige, atualmente, a maior demanda de água no Brasil, utilizando aproximadamente 56% do total de água consumido; seguido do uso urbano (21%), industrial (12%), rural (6%) e animal (5%). (SILVA, et. al., 2008)

A natureza possui um ciclo estável de renovação e sustentação, sem qualquer intervenção humana. Entretanto, o desequilíbrio entre a necessidade de consumo e a compreensão dos fenômenos naturais, gera perspectivas alarmantes quanto ao uso e qualidade desse recurso para um futuro próximo. (FARIA, 2012)

Há 2000 anos, a população mundial correspondia a aproximadamente 3% da população atual. Além disso, a partir da década de 1950, o consumo de água, em todo o mundo, aumentou em níveis estarrecedores (CETESB), apesar do volume de água permanecer o mesmo. Dessa forma, muitos países têm enfrentado desafios em relação aos recursos hídricos disponíveis, ocasionando também problemas relacionados com a perda da biodiversidade e desmatamento de florestas.

Estudos e estatísticas apresentados pela Organização Meteorológica Mundial das Nações Unidas demonstram que, nos últimos 30 anos, a situação global das reservas hídricas piorou consideravelmente pela falta de ações concretas para a melhoria da gestão

de oferta e demanda de água. Problemas associados à contaminação por metais tóxicos, acidificação, poluentes orgânicos, efluentes tóxicos, entre outros, tem degradado os corpos d'água, principalmente em áreas densamente povoadas e os recursos hídricos superficiais são os primeiros afetados, alterando a qualidade de vida da população que deles dependem. (COTRIM, 2006)

1.2 Ciclo hidrológico da água

A água se apresenta na natureza em 3 estados físicos (sólido, líquido e gasoso) e promove alternância cíclica e constante entre eles. Este é o chamado ciclo hidrológico da água e a sua principal característica é manter a renovabilidade das águas. (REBOUÇAS et. al., 2006)

A Figura 1 apresenta uma ilustração que, segundo Sperling (2005), demonstra todas as etapas envolvidas no ciclo hidrológico da água.

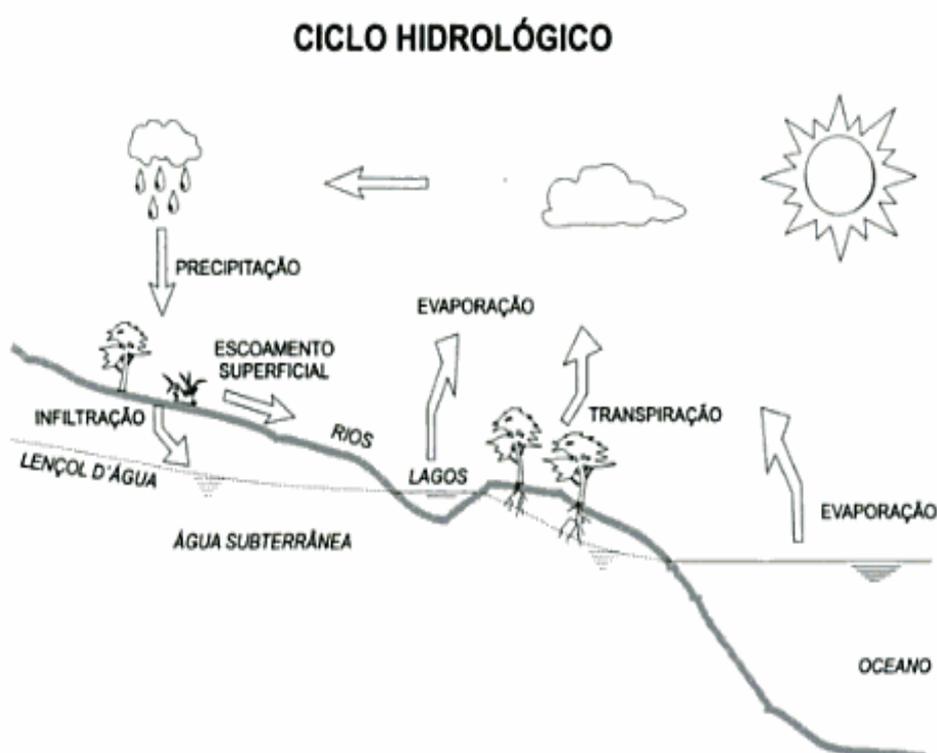


Figura 1. Ciclo Hidrológico da água. Fonte: SPERLING, 2007.

Segundo Sperling (2005), os mecanismos de transferência de água são passíveis de distinção entre si e são definidos conforme descrito:

- Precipitação: compreende toda a água que precipita da atmosfera sobre a superfície terrestre na forma de chuva, neve, granizo e orvalho. É formada a partir de diferentes processos como o resfriamento do ar a proximidade da saturação; a condensação do vapor d'água na forma de gotículas e o aumento do tamanho das gotículas por coalizão e aderência até que estejam grandes o suficiente para formar a precipitação.
- escoamento superficial: a água, ao ser precipitada atinge a superfície da Terra e pode seguir dois caminhos diferentes, escoar na superfície ou infiltrar-se no solo. O escoamento superficial é responsável pelo deslocamento da água sobre o terreno, formando córregos, lagos, rios e eventualmente, atingindo o mar. A quantidade de água que escoar depende da intensidade das chuvas e da capacidade de infiltração do solo.
- Infiltração: a água que atinge o solo se infiltra e é responsável pela formação dos lençóis d'água. A água subterrânea é a principal fonte de alimentação dos corpos d'água superficiais, principalmente nos períodos secos. Um solo coberto com vegetação (ou seja, com menor impermeabilização) desempenha menor escoamento superficial, promovendo menos enchentes nos períodos chuvosos e apresenta maior grau de infiltração, e contribui com a alimentação dos rios e com menor carreamento de partículas do solo para os cursos d'água.
- Evapotranspiração: a transferência da água para o meio atmosférico se dá através do mecanismo denominado de evapotranspiração, que compreende os processos de evaporação e transpiração. A evaporação é definida como a transferência da água superficial do estado líquido para o gasoso e depende da temperatura e da umidade relativa do ar. Já, na transpiração, as plantas retiram a água do solo pelas raízes, que é transferida para as folhas para posteriormente evaporar. Este é um mecanismo importante, pois em áreas cobertas com vegetação a superfície de exposição das folhas é bastante elevada.

O total de água que participa do ciclo hidrológico não se altera, por se tratar de um ciclo fechado, entretanto a distribuição e a qualidade da água, no decorrer do ciclo, podem ser alteradas, ainda que transitoriamente, entre os principais ambientes retentores (atmosfera, oceanos e continentes).

Dessa forma, diversos fatores (como o desmatamento, por exemplo) influenciam de forma significativa na disponibilidade da água, visto que a presença da vegetação é de

fundamental importância para retenção da água que se infiltra no solo, além de ser a grande responsável pela perenidade dos corpos d'água superficiais. (CARVALHO et. al., 2000)

Esse mecanismo permanente de renovação das águas proporciona, sobre mais de 90% do território brasileiro, um índice pluviométrico anual de chuva entre 1000 e 3000 mm. Entretanto, considerando a disparidade das regiões, no nordeste, região essencialmente semiárida, as chuvas são relativamente inferiores, possuindo índices entre 300 e 800 mm/ano. (REBOUÇAS et. al., 2006)

1.3 A importância do controle de qualidade da água e doenças de veiculação hídrica

Desde a Grécia antiga, por volta do século IV a.C., Hipócrates já apontava empiricamente à existência de relações causais entre a água e enfermidades em seu Tratado dos ares, das águas e dos lugares. Hipócrates apresentou um comportamento visionário ao dizer que os médicos ao chegarem a uma cidade desconhecida deveriam observar com cuidado a água usada por seus habitantes. Entretanto, pouco crédito lhe foi dado e por mais de 2000 anos seus ensinamentos foram tratados com descaso. (OPS, 1999)

No início do século XIX, com o crescimento das cidades europeias, as condições de vida se deterioraram, devido, principalmente, à revolução industrial. O consenso geral da época propunha que as doenças eram advindas das emanções de gases resultantes da decomposição do lixo que eram lançados no solo e na água. (ROSEN, 1994) Entretanto, na metade do século, ficou evidente a correlação entre a qualidade da água para consumo humano e a ocorrência de doenças e este assunto tornou-se de interesse para a saúde pública, o que promoveu grande avanço científico.

Um histórico estudo epidemiológico realizado em Londres, pelo médico John Snow, em 1855, comprovou a associação da água, proveniente de uma determinada fonte contaminada (poço situado em Broad Street – Golden Square) com a disseminação do cólera na população. (SNOW, 1990)

Após duas décadas e meia, em 1880, teve início a Era Bacteriológica com Louis Pasteur, Koch e outros cientistas, que foram capazes de comprovar a existência de organismos microscópicos que poderiam transmitir doenças através da água. (HELLER, 1997)

Nota-se que a presença de poluentes/contaminantes em água, começou a ser detectada ao longo do tempo através de registos históricos. Consta-se então que, a sua natureza apresenta um fator previsível ao nível da sua evolução.

Até meados do século XX, a qualidade da água para o consumo humano era avaliada somente através de suas características organolépticas, tendo como base o senso comum com relação a sua apresentação estar límpida, agradável ao paladar e sem odor desagradável.

No entanto, com o passar do tempo, observou-se que este tipo de avaliação não era adequado, já que não considerava a presença de micro-organismos patogênicos e/ou substâncias químicas perigosas presentes na água e com isso, fez-se necessário o estabelecimento de normas paramétricas que determinassem as características que as águas destinadas ao consumo humano deveriam apresentar. (PÁDUA, 2006)

No Brasil, a partir do século XX, foi implantada a política do higienismo com a proposição de ações de saneamento a fim de contribuir para a redução da morbimortalidade. Os sistemas de saneamento passaram por grande reorganização, e propiciou melhora nas condições sanitárias e favoreceu o entendimento da relação entre qualidade da água e saúde. (SOARES, 2002)

Segundo Faria (2012), a água é considerada poluída quando há alguma modificação que traga riscos à saúde pública, diminuindo a sua adequabilidade ou eficiência ligadas ao bem-estar humano e das comunidades, bem como a redução dos usos benéficos desse recurso.

Dessa forma, é imprescindível o conhecimento de aspectos capazes de tornar a água nociva ou fonte de risco para o ser humano, já que esta substância pode servir como veículo de transmissão de doenças.

Dentre as principais fontes de contaminação dos recursos hídricos podem ser citados os esgotos urbanos, alguns lançados em cursos d'água sem nenhum tratamento prévio; os aterros sanitários, que podem afetar os lençóis freáticos; os defensivos agrícolas, que podem ser lixiviados ou carreados pelas águas da chuva para rios e lagos; e as indústrias, através do despejo de seus efluentes. (SNOW, 1990)

Após o predomínio de problemas ligados a descarga de esgotos domésticos nas massas de água, seguiram-se outros tipos de problemas, tais como, a crescente intensificação das atividades agrícolas e industriais. A industrialização também contribuiu para o aparecimento das chuvas ácidas e seus impactos na natureza. (MENDES et. al., 2004)

As características de um manancial podem ser alteradas por ações antrópicas e sua contaminação pode ser constatada por alterações nas suas características físicas, químicas e/ou biológicas, o que pode, até mesmo, inviabilizar sua utilização como fonte abastecedora. (COSTA, 2009)

A Figura 2 mostra um fluxograma contendo os tipos de impurezas que podem ser encontrados em análises de água.

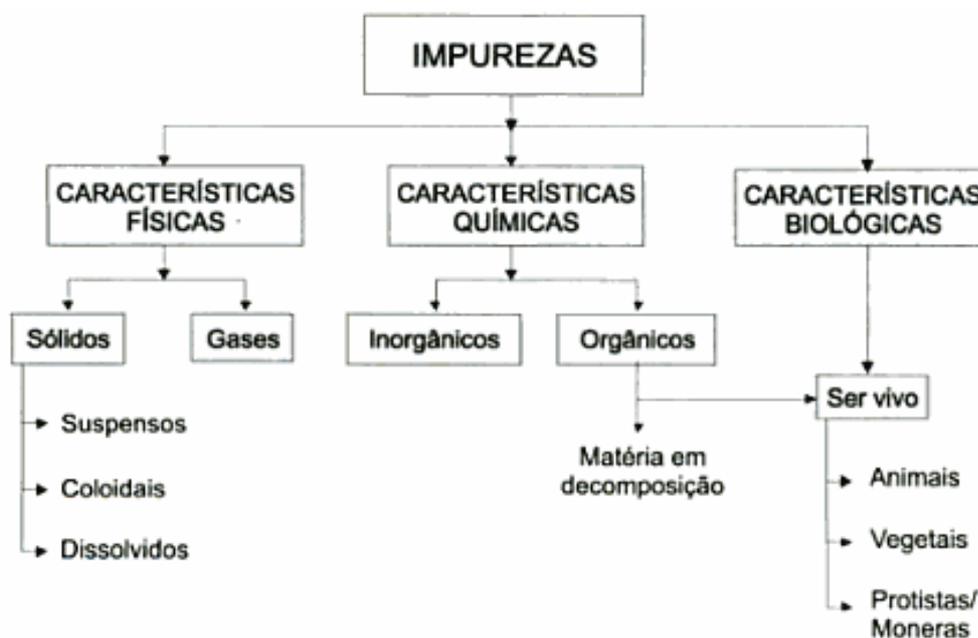


Figura 2. Componentes presentes na água, de ordens física, química e biológica. Fonte: Mendes et al., 2004.

Alguns exemplos de agentes contaminantes físicos, químicos e biológicos são descritos por Mendes et. al., (2004):

- Agentes Físicos: incluem radioatividade; calor; modificação do sistema terrestre através da movimentação de terras ou similares, entre outros.
- Agentes Químicos: incluem substâncias biodegradáveis; substâncias tóxicas (arsênio, cádmio, chumbo, cianetos, cobre, crômio, mercúrio, entre outros); ácidos e alcalinos; desinfetantes (cloro e derivados, ozônio, água oxigenada, entre outros); sais inorgânicos (cloretos, fluoretos, silicatos, etc.); substâncias oxidantes e redutoras (íon amônio, nitratos, nitritos, sulfuretos, etc.)
- Agentes Biológicos: Organismos patogênicos, entre outros.

Já as doenças relacionadas à água podem ser divididas em dois grupos: doenças de transmissão hídrica e doenças de origem hídrica (FARIA, 2012):

- Doenças de transmissão hídrica: ocorrem com a água atuando como veículo de transmissão do agente infeccioso, como micro-organismos

patogênicos (vírus, bactérias, entre outros). A principal manifestação é a diarreia, no entanto, há patógenos ou substâncias químicas que podem afetar outros órgãos, causando sintomas neurológicos ou comprometimento hepático, renal e respiratório, entre outros. (EDUARDO, 2005)

- Doenças de origem hídrica: são causadas por substâncias químicas, orgânicas ou inorgânicas, presentes na água em concentrações inadequadas com valores superiores às concentrações especificadas nos padrões apropriados para o consumo humano. Essas substâncias podem existir naturalmente ou resultar de algum processo de contaminação, como fluorose (excesso de flúor), saturnismo (devido ao chumbo) e metamoglobina (teor elevado de nitrato). (FARIA, 2012)

Considerando os parâmetros microbiológicos, os micro-organismos podem causar sérios danos à saúde e apresentam diferentes graus de resistência à desinfecção. A identificação de micro-organismos patogênicos na água é, normalmente, morosa, complexa e onerosa e seus indicadores mais utilizados são as bactérias do grupo coliformes, considerando-se os coliformes totais e coliformes termotolerantes. (FARIA, 2012)

As doenças ligadas à qualidade da água tem sua origem, principalmente, relacionadas à micro-organismos patogênicos de origem animal. Essas doenças se enquadram na classificação de transmissão hídrica, pois os micro-organismos são ingeridos pela água ou alimentos contaminados. (SPERLING, 1996)

A avaliação microbiológica da água de consumo dá-se pela inferência indireta da qualidade, por meio de análises microbiológicas que busquem grupos indicadores de contaminação, como os coliformes totais e termotolerantes.

O grupo coliforme é dividido em coliformes totais e termotolerantes. Os coliformes totais são todas as bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, Gram-negativas, não esporuladas e na forma de bastonete, que fermentam a lactose com formação de gás dentro de 48h a 35°C e são capazes de metabolizar o nitrofenil-Dgalactopiranosídeo (ONPG). Neste grupo estão inclusas cerca de 23 espécies, que diferem em suas características bioquímicas, sorológicas e no seu habitat, dentre as quais se encontram tanto bactérias originárias do trato gastrointestinal como diversos gêneros e espécies de bactérias não entéricas. (APHA, 2005; FERREIRA et. al., 2006)

Os coliformes termotolerantes compõem um grupo de bactérias capazes de indicar organismos originários do trato intestinal humano e/ou de outros animais, ocorrendo em grande quantidade nas fezes. Sua quantificação é realizada a temperatura

de 45°C, na qual o crescimento de bactérias de origem não fecal é suprimido. A *Escherichia coli* é uma bactéria pertencente a este grupo. (SPERLING, 1996)

Dados divulgados pela OMS mostram que milhares de pessoas no mundo sofrem por doenças veiculadas por alimentos ou pelo consumo de água contaminada. (ANTUNES et al., 2008) A contaminação das águas provoca prejuízos, tanto ao ambiente aquático quanto à saúde humana e contribui significativamente para a ocorrência de epidemias em diversos países.

No Brasil, a falta de água potável e de saneamento básico são as principais causas de 80% das doenças e 65% das internações hospitalares, segundo dados da OMS. É importante ressaltar também que, 85% das doenças conhecidas são de veiculação hídrica, e podem ser contraídas de formas diretas (ingestão ou absorção pela pele e mucosa de patógenos-vírus, bactérias, protozoários ou vermes,) ou indiretas como contato com outros contaminantes (químicos e tóxicos). (TARTARI et. al, 2014)

A minimização das doenças relacionadas à água poderia ocorrer com saneamento básico adequado e conscientização da população em relação à preservação das águas superficiais e subterrâneas. Entretanto, falhas na fiscalização ambiental para a proteção e tratamento efetivo de efluentes, expõem a comunidade a riscos de contaminação. (MESSIAS, 2008)

Neste contexto, é possível observar a existência de uma relação intrínseca entre a qualidade da água e a saúde humana.

1.4 Padrões de qualidade e legislação

Os padrões de qualidade da água são utilizados para regulamentar os níveis de qualidade a serem mantidos em um corpo d'água, dependendo do uso ao qual ele se destina. A utilização desses padrões atende aos propósitos de manter a qualidade do curso d'água (ou definir a meta a ser atingida) e ser a base para definir os níveis de tratamento a serem adotados na bacia, de modo que os efluentes lançados não alterem as características do curso d'água estabelecidas pelo padrão. (PORTO et. al., 1991)

A avaliação da qualidade da água é uma ferramenta fundamental na gestão de recursos hídricos, pois a partir dela podem ser obtidos dados confiáveis em relação ao corpo d'água de interesse.

A obtenção desses dados pode ocorrer através de 3 métodos diferentes segundo a OMS (2006):

- Monitoramento: através do levantamento sistemático de dados em pontos de amostragem selecionados. Possui o intuito de acompanhar a evolução das condições de qualidade da água ao longo de um determinado tempo ou período.
- Vigilância: implica em avaliação contínua da qualidade do corpo d'água em questão. Busca detectar alterações instantâneas de modo a permitir providências imediatas para solucionar o problema.
- Estudo especial: é projetado para atender as necessidades de um estudo em particular. Geralmente é realizado através de campanhas com determinada duração.

As normas e padrões de qualidade servem para assegurar e proteger a saúde pública e o meio ambiente, disciplinando o uso da água, e devem atender a prioridades nacionais como, fatores econômicos, segurança e saúde com base em conhecimentos tecnológicos. (PIRES et. al., 2004)

No Brasil, a lei 6.938 de 31 de agosto de 1981 estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, entre outras providências, e introduziu os conceitos de poluição e de degradação da qualidade ambiental. Uma das grandes conquistas dessa lei foi a criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), um conselho multissetorial, intergovernamental e multirrepresentativo, com condições de agir de forma consultiva e principalmente deliberativa em relação às questões técnicas ambientais. Nele estão representados todos os estados, municípios, associações de defesa do ambiente e forças produtivas (agricultura, comércio e indústria). Assim, as decisões referentes a exploração de recursos naturais, como a água, o ar, as florestas e toda a biodiversidade passaram a ser tomadas por meio de suas resoluções. (MMA, 2015)

O CONAMA propõe uma classificação dos corpos d'água, no que se refere ao uso que a água se destina e a diminuição de custos no combate à poluição das águas, mediante ações preventivas. A mesma, além disso, também definiu as classes de corpos d'água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além de estabelecer as condições e padrões de lançamento de efluentes.

1.5 Histórico do município de Rio Verde

Rio Verde se localiza na região sudoeste do estado de Goiás e segundo estimativas divulgadas em 2015 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município possui população de 207.296 mil habitantes, sendo o quarto município mais

populoso do estado de Goiás, ficando atrás apenas da capital Goiânia e das cidades de Aparecida de Goiânia e Anápolis. O clima da região apresenta duas estações bem definidas, sendo os meses entre maio e outubro caracterizados como os períodos de estiagem e os meses entre novembro e abril caracterizados os períodos como chuvosos. A temperatura média anual da região varia entre 20 e 35 °C e sua vegetação é tipicamente constituída por espécies do cerrado, com presença de solo do tipo Latossolo Vermelho escuro com textura argilosa e areno-argilosa. (IBGE, 2015)

Atualmente, o município de Rio Verde se apresenta como um polo agroindustrial em crescente desenvolvimento e as atividades desenvolvidas na região incluem a criação bovina, suína e avícola, e além disso, o município destaca-se por ser o maior produtor de grãos do estado com culturas variadas, sendo as principais delas, a soja, o milho e o sorgo. A área cultivada pelo município ultrapassa a 378.853 mil hectares e a mesma é responsável por 1,2% da produção de grãos no Brasil. (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO VERDE, 2016)

Além de ser impulsionada pelo agronegócio, o turismo existente no município vem crescendo a cada dia e está ligado a realizações de feiras e eventos relacionados à pecuária e ao agronegócio, e também ao ecoturismo pela existência de inúmeras cachoeiras ao redor do município. (PREFEITURA MUNICIPAL DE RIO VERDE, 2016)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Internacional das Nações Unidas. Disponível em: <http://www.unwater.org/statistics/statistics-detail/en/c/211801/> > Acessada em janeiro de 2015.

ANTUNES, K. S. C.; FREO, J. D. **Qualidade microbiológica da água de poços rasos e profundos localizados no município de Jaboticabal, RS**. Revista Higiene Alimentar, v. 22, nº 159, p. 36-41, 2008.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed. Washington, 2005.

CARVALHO, A.R.; SCHLITTLER, F.H.M.; TORNISIELO, W.L. **Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos e químicos da água**. Química Nova, v.23, n.5, p.618-622, 2000.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em www.cetesb.sp.gov.br/agua Acesso em dezembro de 2015.

CLARKE, R.; KING, J. **O atlas da água. O mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta.** São Paulo, 2005.

COSTA, M. R.. **Avaliação do potencial de aproveitamento de reservatórios constituídos por barragens subterrâneas no semiárido.** 198 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2002.

COTRIM, M. E. B. **Avaliação da qualidade da água na bacia hidrográfica do Ribeirão de Iguape com vistas ao abastecimento público.** Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CUTOLLO, S. A. **Reúso de águas residuais e saúde pública.** São Paulo, 2009.

EDUARDO, M. B. P. **Boletim Epidemiológico Paulista**, n.21, 2005.

FARIA, D. A. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão Guaratinguetá (SP).** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo, 2012.

FELDMANN, F. **O gerenciamento dos recursos hídricos e o mercado das águas.** 1994.

Ferreira, M. A.; Braga, M.; Freitas, S.; Silva, A., Amorim, P.; Batalha, A.; Dornellas, S. *Revista Analytica*, v.25, p. 70-75, 2006.

HELLER, L. **Saneamento e saúde.** Brasília, 1997.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=521880&search=goias|rio-verde|infograficos:-informacoes-completas> > Acesso em janeiro de 2016.

MENDES, A. J.; HEINRICH, M. L.; GOLDMEIER, V. B. **Meio ambiente e saneamento: Obrigações urgentes da gestão local**, 2012.

MENDES, B.; OLIVEIRA, J. F. S. **Qualidade da água para consumo humano**, 2004.

MESSIAS, T. G. **Influência da toxicidade da água e do sedimento dos rios São Joaquim e Ribeirão Claro na Bacia Corumbataí**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> > Acesso em dezembro de 2015.

OMS – Organización Mundial de la Salud. **Guías para localidad del agua potable**, 3ª ed., Suíza, 2006.

OPS - Organização Pan-americana da Saúde. **A água em situações de emergência**. Washington, 1999.

PÁDUA, V. L. **Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para o consumo humano**. Rio de Janeiro, 2006.

PIRES, M. A. F.; COTRIM, M. E.B.; MARQUES, M. N.; MOREL, M. B. C. B; JARDIM, E. A. J.; FILHO, O. A. C.; FLORES, A.; FACINCANI, V.; OLIVEIRA, M. A. O.; IGNÁCIO, M.; MIZIARA, S. N; FRANÇA, J. T. L.; PIVETTI, R.; MANCUSO, P. **Qualidade da água para consumo humano: uma oportunidade de avaliação da concepção e aplicabilidade da nova legislação - Portaria 1469/MS/00**. Revista Brasileira de Pesquisa e desenvolvimento, v. 3, n. 2, p. 127 – 138,2004.

PORTO, R. L. L.; BRANCO, S. M.; CLEARY, R. W.; COIMBRA, R. M.; EIGER, S.; LUCA, S. J.; NIGUEIRA, V. P. Q.; PORTO, M. F. A. **Hidrologia Ambiental**, 3ª ed., São Paulo, 1991.

Prefeitura Municipal de Rio Verde. Disponível em: <http://www.rioverde.go.gov.br/i.php?si=aci> > Acesso em janeiro de 2016.

REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B. TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, 2006.

REBOUÇAS, A.C. **Panorama da degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil**. São Paulo, 1997.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução a Química Ambiental**. Bookman, 2009.

RODRIGUES, S. A. **Associação entre variáveis climáticas e qualidade da água para consumo humano por meio de técnicas multivariadas**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo, 2015.

ROSEN, G. **Uma história de Saúde Pública**. São Paulo, 1994.

SANTOS, J. O.; SANTOS, R. N. S.; MIRANDA, R. C.; NÓBREGA, I. G. M. A qualidade da água para o consumo humano: uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.7, n.2, p. 19-26, 2013.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; Pereira, I. C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2º ed, Brasília, 2001.

SILVA, E. C.; COSTA, W.; MARQUES, M. B.; SILVA, N. C.; COSTA, R. P. **Análises físico-químicas da água consumida pela população da zona rural do município de ribeirão Vermelho-MG**. Ciências Exatas e da Terra, v.14, n. 3, p. 247-254, 2008.

SNOW, J. **Sobre a maneira de transmissão do cólera**. 2º ed., São Paulo, 1990.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S. NETTO, O. M. C. **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento.** Cad. Saúde Pública, v. 18, n.6 p. 1713-1724, 2002.

SPERLING, M. V. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2° ed., Belo Horizonte, 1996.

SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** 3° ed., Belo Horizonte, 2005.

TARTARI, R.; NASCIMENTO, I. C. L.; FROZZI, J. C.; NASCIMENTO, L. J. L.; FIGUEIREDO, M. C.; FABIANO, M. **Avaliação da qualidade físico-química da água em uma escola localizada ao sul do Amazonas: proposta de ensino e conscientização ambiental.** Revista EDUCAmazônica, v. XII, n. 1, 2014.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez.** 2° ed., 2011.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

- Teve-se como objetivo com este trabalho avaliar a qualidade da água do Córrego do Sapo localizado no município de Rio Verde – GO, através de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos.

2.2 Específicos

- Coletar amostras de água em diferentes pontos ao longo do córrego do Sapo durante 8 meses;
- Realizar análises de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das amostras de água coletadas, com o intuito de avaliar a qualidade da água.

3. CAPÍTULO I

(Normas de acordo com a Revista Caatinga)

EVALUATION OF THE WATER QUALITY FROM SAPO CREEK OF AT RIO VERDE MUNICIPALITY - GOIÁS, BRAZIL, THROUGH PHYSICAL-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL ANALYSIS

ABSTRACT - The water is a first-need resource. No community can live or evolve without an adequate water supply, which allows their inhabitants live in a healthy way and contribute to the economy development. The sustainable development notion cannot be conceived without ensure the human consumption water quality. Therefore, it is, undoubtedly, a precious resource. The human consumption water must attend quality parameters, because it may contain physical, chemical or bacteriological impurities. The water potability standard consists in organoleptics (taste and odor), microbiologicals and physico-chemicals parameters which confers adequate human consumption quality. In this sense, this work aimed to assess the Córrego do Sapo water quality, located in Rio Verde - GO municipality, in four different collection points in order to minimize the risks to human health arising from the contaminated water consumption. To do this, were evaluated physical, chemical and microbiological parameters such as temperature (T), hydrogen potential (pH), total dissolved solids (STD), electrical conductivity (CE), nitrate (NO_3^-), dissolved oxygen (OD), turbidity (TUR), chemical oxygen demand (DQO), total phosphorus (FT), total coliforms (CT) and thermotolerant coliforms (CTT) and all the used procedures followed the Standard Methods for examination of Water and Wastewater of AWWA (America Water Works Association). The obtained results showed that some parameters are within the limits established by CONAMA Resolution nº357 from 2005 for fresh waters Class 2. However, other parameters denote a great

anthropic action influence on this water course, demonstrating that the evaluated creek is fairly affected and its water presents no appropriate consumption quality.

Key words: physical-chemical parameters; microbiological parameters, quality of water.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO DO SAPO NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE – GOIÁS, UTILIZANDO ANÁLISES FÍSICO- QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS

RESUMO - A água é um recurso de primeira necessidade, pois nenhuma comunidade pode viver ou evoluir sem um abastecimento adequado de água, que permita a seus habitantes viver de modo saudável. A noção de desenvolvimento sustentável não pode ser concebida sem assegurar a qualidade da água para consumo humano. Portanto, indiscutivelmente ela é um bem precioso. A água destinada para consumo humano deve atender parâmetros de qualidade, pois pode conter impurezas de ordem física, química ou bacteriológica. O padrão de potabilidade da água é composto por um conjunto de parâmetros organolépticos (sabor e odor), microbiológicos e físico-químicos que lhe conferem a qualidade adequada para o consumo humano. Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade da água do córrego do Sapo, localizado no município de Rio Verde – GO, em quatro diferentes pontos de coleta, durante 4 meses do período chuvoso e 4 meses do período seco. Para tanto, foram avaliados parâmetros físico-químicos e microbiológicos, como temperatura (T), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais dissolvidos (STD), condutividade elétrica (CE), nitrato (NO_3^-), oxigênio dissolvido (OD), turbidez (TUR), demanda química de oxigênio (DQO), fósforo total (FT), coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTT) e todos os procedimentos utilizados seguiram o Standart Methods for Examination of Water and Wastewater da AWWA (America Water Works Association). Os resultados obtidos mostraram que alguns parâmetros se encontram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 para águas doces Classe 2. Entretanto, outros parâmetros denotam grande influência da ação antrópica sobre este curso d'água, demonstrando que o córrego avaliado já se encontra bastante impactado e que sua água não apresenta qualidade apropriada para o consumo.

Palavras-chave: parâmetros físico-químicos; parâmetros microbiológicos, qualidade da água.

3.1 INTRODUÇÃO

A água é fundamental a sobrevivência de diversas espécies, incluindo o ser humano, que requer alta demanda de água potável para o desenvolvimento populacional. Além disso, é primordial para o progresso da civilização, pois é indispensável para o desenvolvimento econômico e industrial. (OLIVEIRA, 2008)

O Brasil possui grandes reservas hídricas superficiais e biodiversidade aquática, entretanto, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), sua distribuição não ocorre de forma uniforme entre as diversas regiões hidrográficas do país. (ANA, 2014)

Além desta distribuição desigual dos recursos hídricos, a poluição decorrente de diversos tipos de contaminação compromete a qualidade da água em várias regiões. Em áreas urbanas o aumento da poluição é oriundo principalmente da contaminação por esgotos domésticos, do crescente consumo e da ocupação das margens dos arroios e rios por habitações. Já em áreas rurais a contaminação está relacionada à exploração exagerada, a destruição da mata ciliar e, muitas vezes, com o aporte de excrementos de origem animal. (SILVA, 2008)

Conforme Pedrazzi et. al. (2014), pesquisas recentes afirmam que 1,7 bilhões de pessoas não possuem acesso a água com qualidade adequada para consumo humano, e, no entanto, no ano de 2020 esse total pode aumentar para 3,3 bilhões de pessoas, e poderá ocasionar conflitos se o gerenciamento deste recurso natural de extrema importância não for realizado.

A busca pelo desenvolvimento a qualquer custo advindo da maior parte da população, é um dos maiores causadores de transformações significativas ao meio ambiente, alterando a disponibilidade e qualidade dos recursos naturais existentes.

De acordo com Antunes et. al. (2008), dispor de uma água com qualidade satisfatória ao ser humano é uma condição indispensável para a manutenção da vida, uma vez que, a água consumida influencia diretamente na vida e saúde das pessoas que a consomem. Pois, a ingestão de água contaminada sem tratamento prévio é uma das maiores causadoras de doenças, uma vez que a mesma pode servir de veículo para transmissão de vários agentes infecciosos e parasitários, podendo ocorrer em diferentes momentos de sua distribuição.

Neste sentido, o monitoramento dos recursos hídricos tem a finalidade de investigar problemas na qualidade da água que está destinada a diferentes finalidades, identificar possíveis fontes de contaminação ambiental, para posteriormente, serem elaboradas propostas para seu controle.(ROCHA et. al., 2010)

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água do córrego do Sapo, por meio de variáveis físico-químicas e microbiológicas, no período de janeiro a agosto de 2015, com o intuito de monitoramento ambiental.

3.2 MATERIAL E MÉTODO

3.2.1 Caracterização da área de estudo

A microbacia do Córrego do Sapo localiza-se inteiramente no município de Rio Verde – GO. O Córrego do Sapo nasce nas coordenadas $50^{\circ}57'19,894''\text{W}$ e $17^{\circ}45'6,062''\text{S}$ e deságua no Córrego Cachoeirinha, pelo seu lado esquerdo, nas coordenadas $50^{\circ}53'20,783''\text{W}$ e $17^{\circ}50'3,797''\text{S}$. Este córrego apresenta como principais cursos d'água os córregos São Tomas, Barrinha, A. Rocha, Buriti e Cilindro.

A Figura 1 mostra o mapa da microbacia do Córrego do Sapo em Rio Verde – GO, apresentando a sua localização.

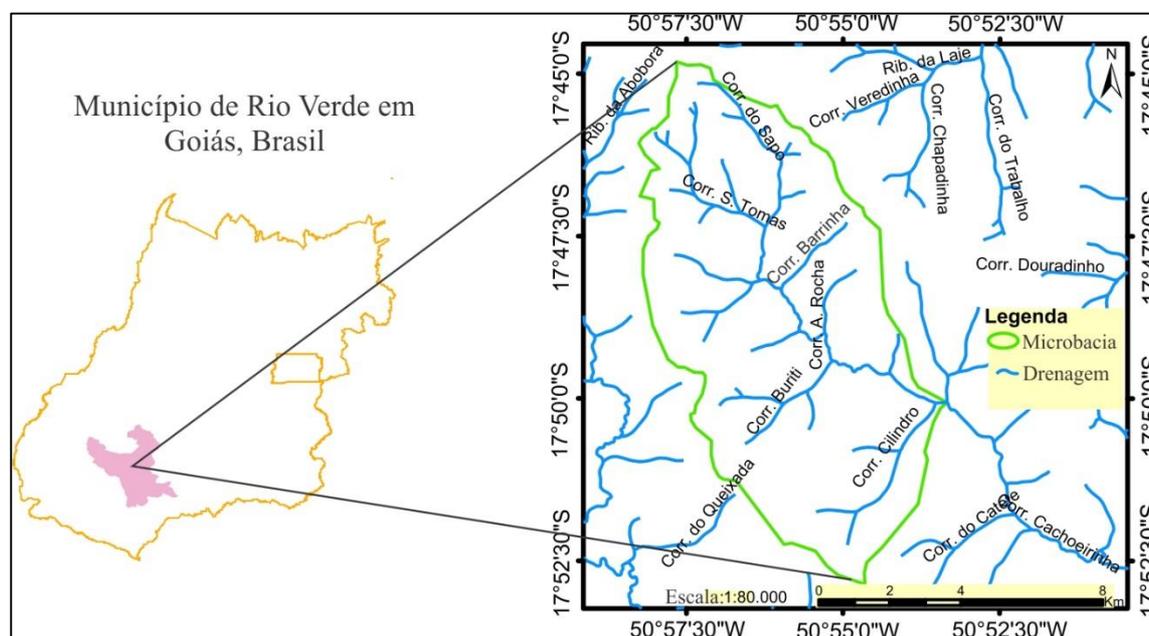


Figura 1. Mapa de localiza o da microbacia do Córrego do Sapo em Rio Verde – GO.

Fonte: Sistema Estadual de Geoinforma o de Goiás (SIEG). Elaborado em software SIG ArcGIS 10.1

Segundo a classificação de Koeppen, o clima da região de Rio Verde se enquadra no tipo AW, caracterizado por climas úmidos tropicais, com duas estações bem definidas: seca, durante o inverno e úmida, durante o verão. A região apresenta temperatura média anual estimada entre 20 e 35°C e precipitações anuais entre 1.500 e 1.800 mm. Rio Verde se localiza a altitude média de 768 m acima do nível do mar e possui solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. (EMBRAPA, 1999)

Buscando melhor caracterização da área de trabalho, realizou-se um estudo de uso e ocupação das terras no entorno do córrego estudado. O processamento da imagem para esta caracterização foi realizado utilizando o software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS 10.1. A classificação temática de uso e ocupação das terras foi feita adotando a técnica de classificação digital supervisionada pelo método de máxima verossimilhança, em função do conhecimento predeterminado de padrões espectrais das áreas amostrais, apoiado no Hipermapa Google Earth Pro e visita em campo para coletas de informações para a seleção de áreas de treinamento conhecidas, tornando possível que o algoritmo classificador operasse fundamentado na distribuição de probabilidade de cada classe, abrangida em função das classes estabelecidas (urbana, agricultura, pastagem, floresta, cascalheira, estação de tratamento de esgoto (ETE), corpos de água e drenagem). A quantificação dos diferentes usos e ocupação das terras foi realizada tendo como base a contagem do número de *pixels* classificados em cada uma das classes de interesse.

Foi elaborado o mapa do uso e ocupação da bacia, conforme mostra a Figura 2.

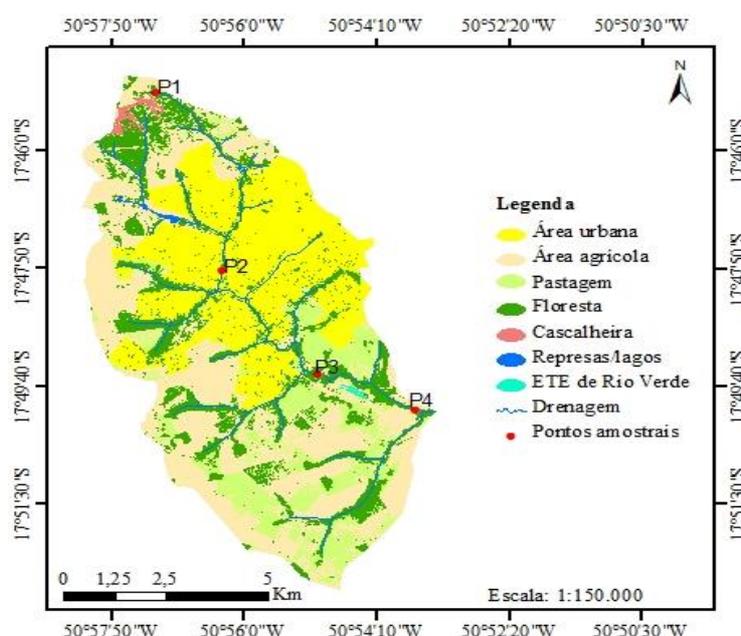


Figura 2. Mapa de uso e ocupação da microbacia do córrego do Sapo em Rio Verde – GO. Imagem RapidEye de 2013. Fonte: SIEG e MMA. Elaborado em software SIG ArcGIS 10.1

De acordo com a figura 2, pode-se observar que a microbacia do Córrego do Sapo é ocupada em sua maior extensão por área urbana (34,56%), seguida de área agrícola (28,95%), remanescentes florestais (19,47%), pastagem (15,94%), cascalheira (0,72%), represas/lagos (0,21%) e da estação de tratamento de esgoto (ETE) (0,13%). Logo, é uma microbacia predominantemente urbanizada.

A análise da área de estudo incluiu ainda a caracterização da rede de drenagem, forma e relevo da microbacia do Córrego do Sapo, apoiado em geotecnologias e segundo Horton (1945), que incluiu as técnicas de modelo digital de elevação adquirido da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), monitoramento por satélite e da rede de drenagem de Goiás (obtida no SIEG) foram levantadas as seguintes variáveis da microbacia em questão: área (A), perímetro (P), comprimento total dos canais (Lt) e comprimento do canal principal (L).

Já as variáveis Densidade de drenagem (Dd), Coeficiente de compactidade (Kc) e Declividade do canal principal (Dcp) foram determinadas pelas equações 1 a 3:

$$Dd = Lt/A \quad [E1]$$

Em que: Dd representa a densidade de drenagem em km.km⁻²; Lt o comprimento total dos canais em Km e A a área da bacia em km².

$$Kc = 0,28 * (P/\sqrt{A}) \quad [E2]$$

Em que: P designa o perímetro da bacia em km e A a área em km².

$$Dcp = (\Delta H/L) * 100 \quad [E3]$$

Em que: Dcp é a declividade do canal principal em %; ΔH é a variação da cota entre os dois pontos extremos em m (declividade entre extremos é obtida dividindo-se a diferença entre as cotas máxima-cabeceira e mínima-foz); e L é o comprimento em plano do curso de água principal em m.

3.2.2 Pontos amostrais

Os pontos de amostragem foram escolhidos em função das características do corpo d'água e da natureza das cargas poluidoras.

A Tabela 1 apresentada as coordenadas de localização e descrição da área para cada ponto amostral.

Tabela 1. Coordenadas de localização e descrição da área a montante dos pontos amostrais na microbacia do Córrego do Sapo em Rio Verde - GO

Pontos	Coordenadas e altitude	Descrição da área a montante
P1	50°57'19,894"W e 17°45'6,062"S. 850 m	Nascente principal. Predominância de área agrícola. Ambiente amostral protegido por APP ¹ .
P2	50°56'17,85"W e 17°47'52,021"S. 695 m	Predominância de área urbanizada. Dentro do perímetro urbano. Ambiente amostral não protegido por APP. Distante 6,53 km da nascente.
P3	50°54'59,038"W e 17°49'28,679"S. 690 m	Predominância de área urbanizada. Estação elevatória da ETE a 0,533 km. Ambiente amostral com baixa APP. Distante 11,33 km da nascente.
P4	50°53'37,784"W e 17°50'2,63"S. 665 m	Predominância de área urbanizada. Ponto de lançamento de efluente da ETE a 1,21 km e presídio a 0,75 km. Ambiente amostral protegido por APP. Distante 14,24 km da nascente.

¹Área de Preservação Permanente.

3.2.3 Coleta e avaliação da qualidade da água

As coletas e análises foram realizadas no ano de 2015 durante o período de oito meses (janeiro a agosto) com periodicidade mensal. Segundo a característica climática da região de janeiro a abril é o período chuvoso e entre maio e agosto é período seco.

Os pontos de coleta, ao longo do corpo receptor, foram definidos conforme a Associação Brasileira de Normas e Técnicas 9897/1987 que trata do planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. (NBR 9897)

As amostras foram coletadas e armazenadas de acordo com a Associação Brasileira de Normas e Técnicas 9898/1987 que dispõe sobre a preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores e o Guia de Coleta e Preservação de Amostras da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. (NBR 9898; CETESB)

As análises foram realizadas considerando os seguintes parâmetros físico-químicos e microbiológicos: temperatura (T), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais dissolvidos (STD), condutividade elétrica (CE), nitrato (NO₃⁻), oxigênio dissolvido

(OD), turbidez (TUR), demanda química de oxigênio (DQO), fósforo total (FT), coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes (CTT)

Os parâmetros de temperatura (T), condutividade elétrica (CE) e sólidos totais dissolvidos (STD) foram analisados com o auxílio de condutivímetro portátil e a análise de oxigênio dissolvido (OD) foi realizada utilizando medidor portátil de oxigênio. Esses parâmetros foram determinados em campo. Os outros parâmetros foram determinados em laboratório, como a turbidez e o pH.

A demanda química de oxigênio utilizou o reagente 24158-25 e para o fósforo total foi utilizado o reagente TNT plus 843, e para essas análises as amostras preparadas foram digeridas em Reator modelo DRB200, seguido da determinação espectrofotométrica.

Os resultados de nitrato foram obtidos com auxílio do reagente TNT plus 835 e em seguida foi feita a determinação espectrofotométrica, somente durante os meses de abril a agosto de 2015.

Os parâmetros microbiológicos (coliformes totais e termotolerantes) foram determinados pela técnica de tubos múltiplos, com os resultados expressos por número mais provável (N.M.P/100 mL), realizados somente durante os meses de março a agosto de 2015.

Todas as análises foram realizadas em triplicata e todos os equipamentos utilizados foram devidamente calibrados e operados conforme seus respectivos manuais. Toda a metodologia de análise seguiu os procedimentos descritos no *Standart Methods for Examination of Water and Wastewater* da AWWA (*America Water Works Association*). (APHA, 1985) Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de médias, realizados no programa R.

3.2.4 Estado trófico

Os resultados obtidos para o teor de fósforo total (FT) foram aplicados ao estudo do estado trófico do Córrego do Sapo, sendo adotado como valor de referência o Índice de Estado Trófico (IET) modificado por Lamparelli. (LAMPARELLI, 2004)

A Tabela 2 apresenta os parâmetros para classificação do estado trófico de rios determinados por Lamparelli. (LAMPARELLI, 2004)

Tabela 2. Classificação do Estado Trófico para rios segundo Índice de Lamparelli Modificado

Categoria (Estado Trófico)	Ponderação
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$
Hipereutrófico	$IET > 67$

Fonte: Adaptado de Lamparelli.

Os resultados obtidos do IET, neste trabalho, foram calculados utilizando a equação 4 [E4]:

$$IET (PT) = 10 * (6 - ((0,42 - 0,36 * (\ln PT) / \ln 2)) - 20 \quad [E4]$$

Em que: PT representa a concentração de fósforo total medida à superfície da água, em $\mu\text{g L}^{-1}$.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para as análises da água do Córrego do Sapo foram comparados com os índices estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 que dispõe sobre a classificação de corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes e dá outras providências. O Córrego do Sapo se enquadra na classificação de águas doces de classe 2 pelo fato de sua água ser destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a aquicultura e atividade de pesca.(MMA)

Os resultados obtidos para o levantamento da morfometria (características da rede de drenagem, da forma e do relevo) da microbacia do Córrego do Sapo estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Características da morfometria da microbacia do Córrego do Sapo em Rio Verde – GO

Morfometria	Resultados
Área total (A)	74,95 km ²
Perímetro (P)	39,52 km
Comprimento de todos os canais (Lt)	55,91 km
Comprimento do canal principal (L)	14,75 km
Densidade de drenagem (Dd)	0,75 km km ⁻²
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,28
Declividade do canal principal (Dcp)	1,29%

Segundo a classificação de Beltrame (1994), a densidade de drenagem de uma bacia pode ser considerada: baixa quando os valores obtidos são de $Dd < 0,50 \text{ km.km}^{-2}$, média quando apresenta valores entre $0,50 - 2,00 \text{ km.km}^{-2}$, alta com valores entre $2,01 - 3,50 \text{ km.km}^{-2}$ e muito alta se $> 3,50 \text{ km.km}^{-2}$. Desta forma, a Dd da microbacia é considerada média. A densidade de drenagem é encarada como uma das variáveis mais importantes para a análise morfométrica das bacias, pois o mesmo representa o grau de dissecação topográfica, em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, ou expressando a quantidade disponível de canais para o escoamento e o controle exercido pelas estruturas geológicas. (CHRISTOFOLETTI, 1981)

O coeficiente de compacidade dá a indicação da tendência da ocorrência de enchentes através da relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área que a bacia. Dessa forma, o Kc apresenta sempre valores maiores que um, sendo que $Kc = 1$ corresponde a uma bacia circular perfeita. Conforme o valor de Kc aumenta, menos circular é a bacia e maior a probabilidade de haver picos de enchente. O Kc calculado para a microbacia em estudo, neste trabalho, foi de 1,28 e demonstra menor propensão a ocorrência de cheias, reforçando o resultado para declividade. (VILLELA, 1975)

Para analisar a propensão à ocorrência de enchentes, uma das características morfométricas mais importantes é a declividade do canal principal (Dcp) e quanto menor a declividade de uma bacia, menor a velocidade de escoamento, maior o tempo de concentração e menor a propensão de picos de enchentes. (LORENZON, 2014)

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos para a análise de temperatura para as amostras coletadas no córrego do Sapo, entre os meses de janeiro e agosto de 2015.

Tabela 4. Resultados da análise de Temperatura (°C) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto
P ₁	23,600 ^{aD}	23,633 ^{aD}	23,660 ^{aC}	24,033 ^{aC}	23,033 ^{bA}	23,000 ^{bA}	22,900 ^{bA}	22,733 ^{bB}
P ₂	28,333 ^{aB}	27,500 ^{bA}	25,766 ^{cA}	27,100 ^{bA}	22,700 ^{dA}	23,100 ^{dA}	22,333 ^{eB}	22,033 ^{eC}
P ₃	27,433 ^{aC}	26,033 ^{bC}	24,933 ^{cB}	26,200 ^{bB}	21,900 ^{eB}	21,466 ^{fC}	20,600 ^{gD}	23,466 ^{dA}
P ₄	29,000 ^{aA}	26,766 ^{bB}	25,266 ^{cB}	26,400 ^{bB}	21,700 ^{eB}	21,990 ^{eB}	21,500 ^{eC}	23,066 ^{dB}
CV	1,08%							

Médias seguidas de letras minúsculas iguais são estatisticamente iguais (linha).

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais são estatisticamente iguais (coluna).

A Resolução CONAMA 357/05 não determina valores limites para temperatura. No entanto, ela é um fator importante, pois influencia vários processos que ocorrem nos corpos d'água, como a cinética das reações químicas, atividade microbiológica e características físicas do meio. (PAULA, 2011)

Os corpos d'água apresentam variações naturais de temperatura ao longo do dia e estações do ano em função da variação climática. Além disso, o lançamento de efluentes com altas temperaturas causa diminuição da solubilidade dos gases, e ocasiona redução significativa do oxigênio dissolvido próximo ao local de lançamento. Os organismos aquáticos também podem ser afetados por este parâmetro por apresentarem diferentes limites de tolerância térmica, e a variação da temperatura pode causar impactos sobre o desenvolvimento e reprodução dos mesmos. (VASCO et. al., 2011)

A temperatura nos meses avaliados variou entre 20,600 a 29,000 °C e isso ocorreu pelas variações sazonais, uma vez que é possível observar pelos valores obtidos que a diminuição da temperatura foi observada a partir de maio.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos de oxigênio dissolvido para as amostras coletadas no córrego do Sapo, entre os meses de janeiro e agosto de 2015.

Tabela 5. Resultados da análise de Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto
P ₁	6,410 ^{cA}	6,720 ^{bA}	6,186 ^{cC}	6,400 ^{cB}	6,373 ^{cB}	6,293 ^{cC}	7,630 ^{aA}	6,276 ^{cB}
P ₂	6,123 ^{fB}	6,363 ^{eB}	6,573 ^{dB}	6,826 ^{cA}	6,910 ^{cA}	8,056 ^{aA}	7,443 ^{bA}	8,256 ^{aA}
P ₃	5,836 ^{dC}	5,846 ^{dC}	7,050 ^{aA}	6,303 ^{cB}	6,210 ^{cB}	7,053 ^{aB}	6,503 ^{bB}	3,830 ^{eC}
P ₄	4,276 ^{dC}	3,000 ^{fD}	6,483 ^{aB}	5,300 ^{cC}	6,150 ^{bB}	5,413 ^{cD}	5,313 ^{cC}	3,630 ^{eC}
CV	2,17%							

Médias seguidas de letras minúsculas iguais são estatisticamente iguais (linha).

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais são estatisticamente iguais (coluna).

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece limite mínimo de 5 mg.L^{-1} de OD em água doce classe II. No entanto, verifica-se valores de $4,276$ e $3,000 \text{ mg.L}^{-1}$ no ponto 4 nos meses de janeiro e fevereiro (estação chuvosa), respectivamente. E no mês de agosto (período seco) os pontos 3 e 4 também apresentaram valores inferiores ao limite permitido ($3,830$ e $3,630 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente).

Vasco et. al. (2011), ao realizarem a avaliação da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, que apresenta no seu entorno áreas metropolitanas, agrícolas e instalações industriais, também observaram baixas concentradas de OD nas amostras analisadas, variando de $2,1$ a $4,7 \text{ mg.L}^{-1}$ no período chuvoso e de $4,3$ a $5,6 \text{ mg.L}^{-1}$ no período seco. Os autores atribuíram essa baixa oxigenação observada na água por eles estudada à presença de matéria orgânica (esgotos) e a própria característica física (relevo) dos trechos dos rios.

Segundo Paula (2011), quando o OD se reduz ou é eliminado, o corpo d'água pode estar recebendo grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis, provenientes de esgoto doméstico, por exemplo, e esses resíduos orgânicos são decompostos por microrganismos que utilizam o oxigênio para respiração. Neste sentido, quanto maior a carga poluidora, maior o número de microrganismos decompositores e maior será o consumo de oxigênio, podendo ocasionar a mortandade dos seres vivos que ali se encontram e maus odores.

A Tabela 6 mostra os resultados obtidos para a condutividade elétrica nas amostras coletadas no córrego do Sapo, entre os meses de janeiro e agosto de 2015.

Tabela 6. Resultados da análise de Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto
P ₁	6,673 ^C	8,180 ^D	7,736 ^C	6,726 ^D	8,060 ^C	7,940 ^C	7,646 ^C	8,090 ^D
P ₂	138,733 ^{bB}	145,667 ^{bC}	146,733 ^{aB}	112,730 ^{cC}	165,400 ^{aB}	142,460 ^{bB}	135,800 ^{bB}	155,860 ^{aC}
P ₃	153,600 ^{dB}	180,200 ^{cB}	162,230 ^{dA}	130,633 ^{eB}	167,500 ^{dB}	156,733 ^{dB}	212,660 ^{bA}	352,103 ^{aA}
P ₄	176,160 ^{dA}	242,660 ^{bA}	177,260 ^{dA}	161,200 ^{dA}	199,730 ^{cA}	201,660 ^{cA}	227,000 ^{bA}	269,000 ^{aB}
CV	7,43%							

Médias seguidas de letras minúsculas iguais são estatisticamente iguais (linha).

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais são estatisticamente iguais (coluna).

A condutividade elétrica da água do Córrego do Sapo, ao se distanciar da nascente, sofre grande aumento, variando entre 6,673 e 352,103 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. A Resolução CONAMA 357/05 não determina valor limite de CE para enquadramento de corpos hídricos, porém, segundo a CETESB, valores de condutividade maiores que 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados com águas inadequadas para consumo humano.

A análise de condutividade elétrica, especificamente, não é capaz de determinar quais são os íons que se encontram presentes nas amostras de água analisadas, porém o mesmo corrobora para o reconhecimento de impactos ambientais, provenientes do lançamento de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc. (Lima et. al., 2008)

Segundo Franco et al. (2009), altos índices de condutividade são ocasionados por fontes não pontuais, como efluentes de áreas residenciais ou urbanas, águas de drenagem de sistemas de irrigação e escoamento superficial de áreas agrícolas.

Os valores elevados de CE encontrados nos pontos 2, 3 e 4 podem ser atribuídos ao fato da bacia do córrego do Sapo estar localizada em área predominante urbana, e a torna sujeita a influências de ações antrópicas. Segundo Moura et. al. (2010), o lançamento de dejetos pode aumentar a quantidade de sais presentes na água, principalmente cálcio e magnésio.

Os resultados obtidos para o pH nas amostras coletadas entre os meses de janeiro e agosto de 2015 são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados da análise de pH ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto
P ₁	5,766 ^{bB}	5,230 ^{cB}	5,400 ^{cB}	5,273 ^{cC}	5,760 ^{bB}	6,450 ^{aB}	6,603 ^{aB}	5,206 ^{cB}
P ₂	7,723 ^{aA}	7,396 ^{cA}	7,506 ^{bA}	7,286 ^{cB}	7,013 ^{cA}	7,523 ^{bA}	7,903 ^{aA}	7,140 ^{cB}
P ₃	7,910 ^{aA}	7,146 ^{bA}	7,240 ^{bA}	7,746 ^{aB}	7,303 ^{bA}	7,6360 ^{aA}	7,803 ^{aA}	7,000 ^{bA}
P ₄	7,580 ^{aA}	7,233 ^{bA}	7,283 ^{bA}	7,480 ^{aA}	7,313 ^{bA}	7,583 ^{aA}	7,676 ^{aA}	7,140 ^{bA}
CV	2,62%							

Médias seguidas de letras minúsculas iguais são estatisticamente iguais (linha).

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais são estatisticamente iguais (coluna).

O pH corresponde a concentração de íons de hidrogênio presente na água, caracterizando o grau de acidez, neutralidade ou basicidade do meio e sua análise é de extrema importância pois fornece inúmeras informações a respeito da qualidade da água.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece que o pH de águas doces de classe II deve estar na faixa entre 6,0 e 9,0.

Os resultados obtidos para as análises de pH apresentaram apenas no ponto 1, nos meses entre janeiro e maio e no mês de agosto, resultados inferiores a 6,0.

Segundo Donadi et. al.(2005), baixos valores de pH se justificam pelo fator de influência no qual a nascente se encontra. Considerando a vegetação, uma nascente protegida por cobertura vegetal tende a ter pouco acesso e maior pureza da água, apresentando valores de pH mais próximos a 7. Quanto ao solo da região da nascente é necessário observar aspectos relacionados aos componentes ácidos ou básicos que podem existir em maior abundância.

A região da nascente possui solo típico do cerrado, o Latossolo, que apresenta características ácidas, e pode ter influenciado para obtenção de pH < 7, no entorno da nascente. A atividade agrícola predominante na região também pode afetar o pH por ocasionar, em solo e mananciais, exposição aos produtos químicos capazes de promover o tipo de alteração observada.

Os resultados obtidos para a turbidez nas amostras coletadas entre os meses de janeiro e agosto de 2015 são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8. Resultados da análise de Turbidez (UNT) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto
P ₁	25,400 ^{bD}	6,566 ^{dD}	8,546 ^{cC}	7,476 ^{cD}	8,820 ^{cD}	6,250 ^{dD}	5,420 ^{dC}	29,000 ^{aA}
P ₂	36,733 ^{aC}	28,066 ^{bC}	38,266 ^{aB}	24,266 ^{cC}	21,800 ^{dC}	10,933 ^{eC}	9,526 ^{eB}	7,966 ^{fB}
P ₃	70,066 ^{aA}	50,633 ^{bB}	50,600 ^{bA}	44,100 ^{cB}	25,000 ^{eB}	14,733 ^{fB}	9,556 ^{gB}	27,933 ^{dA}
P ₄	67,766 ^{aB}	59,733 ^{bA}	50,966 ^{cA}	51,200 ^{cA}	45,100 ^{dA}	30,000 ^{eA}	28,600 ^{eA}	26,666 ^{fA}
CV	4,56%							

Médias seguidas de letras minúsculas iguais são estatisticamente iguais (linha).

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais são estatisticamente iguais (coluna).

A turbidez mede a resistência à passagem de luz na água, causada pela presença de partículas em suspensão e/ou coloidais. (PAULA, 2011) O aumento da turbidez reduz a penetração de luz, prejudicando a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas e, conseqüentemente, a produção de oxigênio. Assim, a turbidez pode influenciar a comunidade biológica aquática e afetar adversamente o uso doméstico, industrial e recreacional dos corpos d'água.(CETESB) A Resolução CONAMA 357/05 estabelece limite para a turbidez de 100 unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

Pelos resultados obtidos, no período chuvoso (janeiro a abril) observou-se maiores valores para a turbidez quando comparado com o período seco (maio a agosto). Este fato pode ser atribuído a erosão dos solos, pois, na época das chuvas, as águas pluviais arrastam uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. Atividades de mineração e o lançamento de efluentes sanitários, industriais e domésticos, também são fontes importantes que podem causar a elevação da turbidez nas águas. (PAULA, 2011)

A Tabela 9 mostra os resultados obtidos para sólidos totais dissolvidos nas amostras coletadas no córrego do Sapo, entre os meses de janeiro e agosto de 2015.

Tabela 9. Resultados da análise de Sólidos Dissolvidos Totais (mg.L^{-1}) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto
P ₁	2,633 ^{bD}	3,300 ^{aD}	3,300 ^{aD}	3,266 ^{aD}	3,333 ^{aD}	3,266 ^{aD}	3,133 ^{aD}	3,333 ^{aD}
P ₂	65,966 ^{fC}	69,433 ^{dC}	69,966 ^{cC}	53,600 ^{hC}	78,700 ^{aC}	68,000 ^{eC}	64,700 ^{gC}	74,366 ^{bC}
P ₃	73,233 ^{gB}	86,100 ^{cB}	77,466 ^{eB}	62,266 ^{hB}	79,966 ^{dB}	74,733 ^{fB}	101,800 ^{bB}	166,400 ^{aB}
P ₄	84,166 ^{gA}	115,233 ^{cA}	84,733 ^{fA}	76,933 ^{hA}	95,533 ^{eA}	96,800 ^{dA}	124,266 ^{bA}	129,266 ^{aA}
CV	0,41%							

Médias seguidas de letras minúsculas iguais são estatisticamente iguais (linha).

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais são estatisticamente iguais (coluna).

Os valores encontrados de SDT variaram de 2,633 a 166,400 mg.L^{-1} , estando todos em conformidade com a RESOLUÇÃO CONAMA 357/05 que especifica 500 mg.L^{-1} como limite máximo para águas doces de classe II.

De acordo com Terra et. al. (2010), e Rocha et. al. (2010), valores altos de STD estão relacionados a maior concentração de íons na água aos fatores como alta pluviosidade, dissolução ou intemperização de rochas e solos da região e atividades antrópicas no entorno.

Nos estudos da qualidade da água do Ribeirão Piancó, que recebe efluentes provenientes de várias atividades (principalmente domésticas e agrícolas), localizado na região noroeste do município de Anápolis - GO, realizados por Santos et. al. (2012), valores de STD bem menores foram observados, com média de 8,4 mg.L^{-1} na estação seca e de 11,6 mg.L^{-1} na estação chuvosa.

Contudo, valores de STD mais elevados que os obtidos no córrego do Sapo foram verificados na avaliação da qualidade das águas do rio Jucu Braço Norte, localizado em Grande Vitória, no estado do Espírito Santo, variando entre 183,5 e 210,8 mg.L^{-1} , porém atendendo aos valores especificados pela Resolução CONAMA 357/05 para águas doces Classe II. (TERRA et. al., 2010)

A Tabela 10 apresenta os resultados obtidos para Fósforo total nas amostras coletadas no córrego do Sapo, entre os meses de janeiro e agosto de 2015.

Tabela 10. Resultados da análise de Fósforo total (mg.L^{-1} de PO_4^{3-}) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto
P ₁	0,120 ^B	0,136 ^C	0,103 ^B	0,050 ^C	0,500 ^C	0,500 ^C	0,293 ^B	0,196 ^B
P ₂	0,290 ^{bB}	0,563 ^{aB}	0,316 ^{bB}	0,293 ^{bB}	0,323 ^{bB}	0,500 ^{aB}	0,220 ^{bB}	0,316 ^{bB}
P ₃	0,346 ^{cB}	1,190 ^{bA}	0,436 ^{cB}	0,326 ^{cB}	0,486 ^{cB}	0,333 ^{aB}	0,323 ^{cB}	2,010 ^{aA}
P ₄	1,000 ^{cA}	1,090 ^{cA}	1,576 ^{bA}	1,063 ^{cA}	1,210 ^{cA}	1,21 ^{cA}	1,823 ^{aA}	0,356 ^{dB}
CV	21,02%							

Médias seguidas de letras minúsculas iguais são estatisticamente iguais (linha).

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais são estatisticamente iguais (coluna).

A partir dos resultados obtidos pode-se observar que para todos os meses e pontos analisados, nos períodos chuvoso e seco, os níveis de fósforo encontram-se acima dos limites permitidos pela Resolução CONAMA 357/05 que estabelece limite máximo de $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ de PO_4^{3-} em ambientes lóticos. A variação dos níveis de fósforo, que considera diferença entre o maior e o menor valor, foi de $1,526 \text{ mg.L}^{-1}$ de PO_4^{3-} no período chuvoso, e de $1,814 \text{ mg.L}^{-1}$ de PO_4^{3-} no período seco.

O fósforo é um elemento resultante da dissolução de compostos do solo, decomposição de matéria orgânica, despejos domésticos e industriais, detergentes, excrementos animais e fertilizantes.

De acordo com Resende et. al. (2012), o fósforo é o principal constituinte de fertilizantes e biofertilizantes utilizados em áreas agrícolas (agricultura e áreas de pastagem) para aumentar a produção. Esse elemento é fortemente retido pelas partículas do solo, e por isso o potencial de lixiviação e contaminação de águas subterrâneas é baixo. Entretanto, pelas suas propriedades químicas, o potencial de contaminação por fósforo ocorre principalmente através do escoamento superficial e erosão do solo que atinge as águas superficiais.

A Tabela 11 apresenta os resultados obtidos para as análises de DQO nas amostras coletadas no córrego do Sapo, entre os meses de janeiro e agosto de 2015.

Tabela 11. Resultados da análise de Demanda Química de Oxigênio (mg.L^{-1}) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto
P ₁	2,600 ^{aC}	2,936 ^{aC}	2,400 ^{aC}	0,700 ^{bD}	0,700 ^{bD}	0,700 ^{bC}	3,200 ^{aC}	0,700 ^{bD}
P ₂	3,866 ^{cC}	3,366 ^{cC}	3,566 ^{cC}	11,500 ^{aB}	3,566 ^{cC}	2,600 ^{cC}	5,466 ^{bB}	5,400 ^{bC}
P ₃	10,516 ^{bB}	11,190 ^{bB}	12,440 ^{bB}	9,000 ^{cC}	12,700 ^{bB}	12,700 ^{bB}	6,066 ^{dB}	55,666 ^{aA}
P ₄	15,233 ^{cA}	17,163 ^{cA}	15,433 ^{cA}	16,300 ^{cA}	17,000 ^{cA}	16,266 ^{cA}	36,500 ^{bA}	46,666 ^{aB}
CV	10,66%							

Médias seguidas de letras minúsculas iguais são estatisticamente iguais (linha).

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais são estatisticamente iguais (coluna).

Assim como para a temperatura, não há limites de DQO estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para enquadramento de corpos de água e para que a mesma seja adequada ao consumo humano. Contudo, a DQO é uma variável muito utilizada em conjunto com outros parâmetros, como, por exemplo, oxigênio dissolvido, na avaliação da oxigenação das águas.

Os resultados de DQO obtidos variaram de 0,700 a 55,666 mg.L^{-1} apresentando os maiores valores na estação seca.

Valores de DQO elevados foram encontrados no trabalho sobre a avaliação da qualidade da água do Ribeirão dos Müller realizado por Bregunze et. al. (2011). O rio estudado neste trabalho possui microbacia urbanizada e se localiza em Curitiba, no estado do Paraná.

Os autores observaram valores que variaram entre 51 a 676 mg.L^{-1} , com valor médio de $250,82 \pm 186,48 \text{ mg.L}^{-1}$, e proporcionou baixíssima oxigenação da água (valores de OD variaram entre 0,46 e 3,95 mg.L^{-1}). Com isso, os autores concluíram que o corpo d'água estudado sofreu impactado em decorrência do lançamento de esgoto doméstico e, possivelmente, de outro tipo de lançamento de água residuária.

Chapman et. al. (2015), adotam como critério de classificação de águas superficiais o parâmetro da DQO, considerando como águas não poluídas, as águas que apresentam valores inferiores ao limite de 20 mg.L^{-1} .

Dessa forma, os índices encontrados para esta variável, sugerem que as águas do córrego do Sapo encontram-se pouco impactadas, uma vez que, apenas nos pontos 3 (agosto) e 4 (julho e agosto) observaram-se valores acima de 20 mg.L^{-1} .

A Tabela 12 apresenta os resultados obtidos para as análises de nitrato nas amostras coletadas no córrego do Sapo, entre os meses de abril e agosto de 2015.

Tabela 12. Resultados da análise de Nitrato (mg.L^{-1}) ao longo do córrego do Sapo, nos quatro diferentes pontos analisados

	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto
P ₁	0,250 ^C	0,246 ^D	0,304 ^C	0,241 ^C	0,252 ^D
P ₂	2,233 ^{dA}	4,076 ^{aA}	2,233 ^{dA}	2,453 ^{cA}	3,506 ^{bA}
P ₃	2,400 ^{bA}	2,626 ^{aB}	2,063 ^{cA}	2,543 ^{aA}	2,146 ^{cB}
P ₄	1,796 ^{bB}	2,013 ^{aC}	1,750 ^{bB}	1,870 ^{bB}	0,820 ^{cC}
CV	6,09%				

Médias seguidas de letras minúsculas iguais são estatisticamente iguais (linha).

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais são estatisticamente iguais (coluna).

A avaliação nitrato foi realizada somente entre os meses de abril e agosto de 2015 e os níveis de nitrato encontrados variaram de 0,241 a 4,076 mg L^{-1} , em que o maior valor encontrado foi observado no ponto 2.

Os valores obtidos demonstram que este parâmetro atende à Resolução CONAMA 357/2005 que estabelece limite máximo de 10 mg.L^{-1} de nitrato em águas doces de classe II.

Segundo Bhatnagar et. al. (2010), as principais fontes de contaminação da água por NO_3^- são o escoamento agrícola e urbano, resíduos sanitários não tratados, resíduos industriais em forma instável, vazamento de sistemas sépticos, chorume, esterco animal e resíduos nitrogenados do ar oriundos da separação a partir de dispositivos de controle de poluição do ar.

A Tabela 13 apresenta os resultados calculados para os índices do estado trófico.

Tabela 13. Resultados da análise de Índice do Estado Trófico calculados, a partir dos teores de fósforo total obtidos

Mês	Ponto	Media FT (mg.L⁻¹)	Media IET	Categoria
Janeiro	1	0,12	58,79	Mesotrófico
	2	0,29	63,35	Supereutrófico
	3	0,35	64,30	Supereutrófico
	4	1,00	69,80	Hipereutrófico
Fevereiro	1	0,14	59,46	Eutrófico
	2	0,56	66,81	Supereutrófico
	3	1,19	70,73	Hipereutrófico
	4	1,09	70,12	Hipereutrófico
Março	1	0,10	58,01	Mesotrófico
	2	0,32	63,79	Supereutrófico
	3	0,43	65,46	Supereutrófico
	4	1,58	72,18	Hipereutrófico
Abril	1	<0,05	<54,26	Mesotrófico
	2	0,29	63,45	Supereutrófico
	3	0,33	63,99	Supereutrófico
	4	1,06	70,13	Hipereutrófico
Maio	1	<0,05	<54,26	Mesotrófico
	2	0,32	63,91	Supereutrófico
	3	0,49	66,07	Supereutrófico
	4	1,21	70,81	Hipereutrófico
Junho	1	<0,05	<54,26	Mesotrófico
	2	0,50	63,89	Supereutrófico
	3	0,33	64,06	Supereutrófico
	4	1,21	70,81	Hipereutrófico
Julho	1	0,22	61,92	Eutrófico
	2	0,29	63,40	Supereutrófico
	3	0,33	63,98	Supereutrófico
	4	1,82	72,93	Hipereutrófico
Agosto	1	0,20	60,06	Eutrófico
	2	0,32	63,84	Supereutrófico
	3	2,01	73,44	Hipereutrófico
	4	0,36	64,46	Supereutrófico

A partir dos resultados de fósforo total foi possível calcular o Índice do Estado Trófico. Este índice tem a finalidade de classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, através dele se avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo de algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas. (CETESB, 2009)

Analisando os valores calculados pode-se verificar que o ponto 1 apresentou IET variando entre <54,26 e 60,06, e o classifica como nos estados mesotrófico e eutrófico, ou seja, corpo d'água com intermediária a média produtividade em relação as condições naturais, com início de redução de sua transparência, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis nas maiorias das vezes.

O ponto 2 em todos os meses analisados apresentou-se no estado supereutrófico com o IET variando de 63,35 a 63,91, e o ponto 3, somente no mês de agosto apresentou-se no estado hipereutrófico, sendo os outros meses, representados pelo estado supereutrófico, variando o seu IET de 63,98 a 73,44 indicando corpo d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, já com a ocorrência de episódios de florações de algas interferindo no seus múltiplos usos.

O ponto 4, apenas no mês de agosto, apresentou-se no estado supereutrófico, nos demais meses analisados sua classificação indicou estado hipereutrófico, com o IET variando entre 69,80 e 72,93, com o corpo d'água já se encontrando afetado pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, associado a episódios de florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para múltiplos usos a ela destinados.

Farage et. al. (2010), na determinação do índice de estado trófico em pontos do rio Pomba, localizado em Barbacena, no estado de Minas Gerais, obtiveram valores de IET, para os diversos pontos avaliados com indicativos de estado de eutrofização, com tendência à hipereutrofização e as maiores concentrações de fósforo nas águas foram associadas a trechos, nos quais, o rio é receptor de grande carga de efluentes domésticos e industriais.

A Tabela 14 apresenta os resultados obtidos para as análises microbiológicas nas amostras coletadas no córrego do Sapo entre os meses de março e agosto de 2015.

Tabela 14. Resultados da análise microbiológica da água do córrego do Sapo, contemplando coliformes termotolerantes e totais

	Março		Abril		Maio		Junho		Julho		Agosto	
	CTT*	CT*	CTT*	CT*								
P ₁	290	1100	460	1100	460	1100	460	1100	460	1100	460	1100
P ₂	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100
P ₃	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100
P ₄	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100	>1100

*CTT – Coliformes Termotolerantes; * CT – Coliformes totais

Segundo a Resolução CONAMA 357/05 para águas de classe II, a análise microbiológica não deverá exceder o número de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mL.

Os valores do número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes encontrados na água analisada mostram que apenas o ponto 1, localizado na nascente do córrego, apresentou-se dentro do valor aceitável pela resolução, variando entre 290 e 460 N.M.P/ 100 mL.

Em todos os demais pontos os resultados obtidos para coliformes termotolerantes ultrapassaram os valores estabelecidos pela resolução (>1100 N.M.P/100mL) indicando que o córrego está sofrendo impactos ambientais que estão afetando a qualidade de sua água.

Os valores encontrados para coliformes totais variaram entre 1100 a >1100 N.M.P/100 mL e segundo Harter (2007), a presença de bactérias do grupo coliformes nas amostras coletadas indicam que o córrego recebeu matérias fecais ou esgoto e a presença de coliformes termotolerantes indicam a presença de fezes, e, portanto, a possibilidade de microrganismos patogênicos.

3.4 CONCLUSÃO

Os resultados em todo o período de avaliação da qualidade das águas do córrego do Sapo para turbidez, temperatura, pH, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica e nitrato encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 para águas doces de classe II.

Os resultados relacionados à demanda química de oxigênio inferem que o córrego do Sapo encontra-se impactado já que valores acima de 20 mg L⁻¹ indicam águas poluídas.

A maior parte das amostras analisadas apresentou teor médio de fósforo total acima do limite permitido segundo a resolução vigente e os índices do estado trófico encontrados mostraram, em sua maioria, classificação do rio nos estados supereutrófico e hipereutrófico.

Este estudo evidenciou que, a situação do córrego do Sapo é bastante preocupante para as relações primordiais que envolvem proteção e saúde, uma vez que, de acordo com os resultados obtidos para as análises microbiológicas, as águas do mesmo não se encontram em qualidade adequada para o consumo humano.

Os níveis de fósforo, índices do estado trófico e as análises microbiológicas evidenciam que ações antrópicas estão causando impactos negativos no córrego do Sapo e que medidas devem ser tomadas para minimizar esses danos.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos: informe 2014**. Brasília, 107p.

ANTUNES, K. S. C.; FREO, J. D. A qualidade da água para o consumo humano: uma discussão necessária. **Revista Higiene Alimentar**, v. 22, n. 159, p. 36-41, 2008.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 16 ed. New York, 1985.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, 1994.

BHATNAGAR, A.; KUMAR, E.; SILANPÄÄ, M. Nitrate removal from water by nano alumina: characterization and sorption studies. **Chemical Engineering Journal**. Portugal, v. 163, p. 317–323, 2010.

BREGUNCE, D. T.; JORDAN, E. N.; DZIEDZIC, M.; MARANHO, L. T.; CUBAS, S. A. Avaliação da Qualidade da Água do Ribeirão dos Müller, Curitiba-PR. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16 n.3, p. 39-47, jul./Set. 2011.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf> > Acesso em outubro de 2015.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Lib/Image/art_704673733_Guia_Nacional_de_Coleta_e_Preservacao_de_Amostras_.pdf > Acesso em outubro de 2015.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2009.

CHAPMAN, D. & KIMSTACH, V. **Selection of water quality variables**. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/resources/wqa/en/ > Acesso dezembro de 2015.

CHRISTOFOLETTI, A. A influência da densidade de drenagem na interpretação da evolução geomorfológica do complexo de tanques do município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia.**, v. 21, n. 42, p. 3-22, 1981.

DONADI, N. M. M., GALBIATTI, J. A., PAULA, R. C. Qualidade da água da nascentes com diferentes usos de solo na bacia hidrográfica do córrego Rico. **Revista Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p. 115-125. Jan/Abr. 2005

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 412p, 1999.

FARAGE, J. A. P.; MATOS, A. T.; SILVA, D. D.; BORGES, A. C. Determinação do índice de estado trófico para fósforo em pontos do Rio Pomba. **Engenharia na Agricultura**, v.18 n.4, p. 322-329, jul./ago. 2010.

FRANCO, R. A. M.; HERNANDEZ, F. B. T. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 6, 2009.

HARTER, L. V. L. **Aspectos físico-químicos e microbiológicos do rio Uberabinha – Um diagnóstico da qualidade da água no município de Uberlândia (MG)**. 78p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Uberlândia – Uberlândia. 2007

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins, hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v. 56, n. 3, p. 275.

LAMPARELLI M. C. **Grau de trofia em corpos d' água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 235 f. Tese (Doutorado em ciências na Área de Ecossistemas Terrestres e Aquáticos). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, 2004.

LIMA, W. S. GARCIA, D. A. B. Qualidade da Água em Ribeirópolis-SE: O Açude do Cajueiro e a Barragem do João Ferreira. **Scientia Plena**, v. 4, n. 12, 2008.

LORENZON, A. S.; FRAGA, M. S.; MOREIRA, A. R.; ULIANA, E. M.; Silva, D. D.; RIBEIRO, C. A. A. S.; BORGES, A. C. Influence of morphometric characteristics of the Benevente River watershed in Alfredo Chaves Municipality - Espírito Santo State. **Revista Ambiente & Água**, v. 10 n. 1, p. 195-206; 2014.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> > acesso em setembro de 2015.

MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na Interbacia do Rio Paraguai Médio – MT. **Química Nova**, v.33, n.1, p. 97 – 103, 2010.

NBR – 9897/1987. Disponível em <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.897-Planejamento-de-amostras.pdf> > Acesso em outubro 2015.

NBR – 9898/1987. Disponível em <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.898-Coleta-de-Amostras.pdf> > Acesso em outubro 2015.

OLIVEIRA, N. N. **Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis, de próprios da educação da rede municipal de Guarulhos**. 2008. 80p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade de Guarulhos, Guarulhos, 2008.

PAULA, L. M. **Avaliação da qualidade da água e autodepuração do rio Jordão, Araguari (MG)**. 177 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

PEDRAZZI, F. J. M; CONCEIÇÃO, F. T.; SARDINHA, D. S. S.; MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, M. Avaliação da qualidade da água no reservatório de Itupararanga, Bacia do Alto Sorocaba (SP). **Revista Geociências**, v. 33, n. 1, p. 26-38, 2014.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos*, v. 1, 2004

RESENDE, A. V. **Agricultura e Qualidade da Água: Contaminação da Água por Nitrato. Planaltina: Embrapa Cerrados**, 2002.

ROCHA, H. M.; CABRAL, J. B. P.; BRAGA, C. C. Avaliação espaço-temporal das águas dos afluentes de reservatório da UHE Barra dos Coqueiros/GO. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19 n. 1, p. 131-142, 2010.

SANTOS, A. L. F.; BORGES, L. O. S. Qualidade da água do Ribeirão Piancó, GO e suas implicações ambientais. **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, 2012.

SILVA, E. C.; COSTA, W.; MARQUES, M. B.; SILVA, N. C.; COSTA, R. P. Um indicativo da relação entre as atividades humanas e a contaminação das águas do Rio Verde-Ponta Grossa-PR. **Ciências Exatas e da Terra**, v.14, n. 3, p. 247-254, dez. 2008.

TERRA, V. R.; PRATTE-SANTOS, R.; ALIPRANDI, R. B.; BARCELOS, F. F.; MARTINS, J. L. D.; AZEVEDO JR, R. R.; BARBIÉRI, R. S. Estudo limnológico visando avaliação da qualidade das águas do rio Jucu Braço Norte, ES. **Natureza On Line**, v. 8 n. 1, p. 8-13, 2010.

VASCO, A. N.; BRITTO, F.B.; PEREIRA, A. P. S.; MELLO JUNIOR, A. V.; GARCIA, C. A. B.; NOGUEIRA, L. C. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

VILLELA, S. M; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. McGraw-Hill do Brasil, 1975.

APÊNDICE A

RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63

Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011

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.

O **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA**, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e Considerando a vigência da Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria;

Considerando que a água intensifica as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

Considerando que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes- POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos;

Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água; resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CAPÍTULO I

DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰; III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

IV - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado; V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;

VI - aquicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

- VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;
- VIII - cianobactérias: microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;
- IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;
- X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;
- XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44° - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;
- XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;
- XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;
- XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;
- XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;
- XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;
- XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;
- XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;
- XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;

XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

XXIII - *Escherichia coli* (*E. Coli*): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima β -glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;

XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto;

XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e

~~XXXVIII - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.~~ (Revogado pela Resolução 430/2011)

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Seção I

Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em: I - classe especial: águas destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;

b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,

c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral. II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução

CONAMA n^o 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem no solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e

e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução

CONAMA n^o 274, de 2000;

d) à 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

e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

Seção II

Das Águas Salinas

Art. 5^o As águas salinas são assim classificadas: I - classe especial: águas destinadas:

a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA n^o 274, de 2000;

b) à proteção das comunidades aquáticas; e c) à aquicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) à pesca amadora; e

b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

Seção II

Das Águas Salobra

Art. 6^o As águas salobras são assim classificadas: I - classe especial: águas destinadas: a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e, b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA n^o 274, de 2000;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à aquicultura e à atividade de pesca;

d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado;

e) à 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.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) à pesca amadora; e

b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I

Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas.

§ 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

§ 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas.

§ 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

§ 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

§ 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

§ 4º O disposto nos §§ 2º e 3º não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais

deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Art. 11. O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Art. 12. O Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Art. 13. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

Seção II

Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões: I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA n^o 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

Tabela 1A - Classe 1 - Águas Doces	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,025 mg/L P

Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5
	2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0
	1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno	0,05 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L

Dibenzo(a,h)antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (□ + □ + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L
Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05 µg/L
Lindano (□-HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L

Tricloroeteno	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

Tabela 2A - Classe 1 - Águas Doces	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂; VII - clorofila *a*: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,

IX - fósforo total:

a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,

b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões: I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm³/L;

i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;

j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;

l) turbidez até 100 UNT;

m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e, n) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

Tabela 3A - Classe 3 - Águas Doces	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila <i>a</i>	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be
Boro total	0,75 mg/L B
Cádmio total	0,01 mg/L Cd
Chumbo total	0,033 mg/L Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cobalto total	0,2 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,013 mg/L Cu

Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lântico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,075 mg/L P
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de	0,15 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercúrio total	0,002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para $\text{pH} \leq 7,5$
	5,6 mg/L N, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$
	2,2 mg/L N, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$
Prata total	0,05 mg/L Ag
Selênio total	0,05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (como H ₂ S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo(a)pireno	0,7 µg/L
Carbaril	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	1,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L

1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (□ + □ + sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	280 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L
Lindano (□-HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,003 mg/L
Tetracloroetano	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroetano	0,03 mg/L
2,4,6-Triclorofenol	0,01 mg/L

Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões: I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - odor e aspecto: não objetáveis;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;

VI - OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e, VII - pH: 6,0 a 9,0.

Seção III

Das Águas Salinas

Art. 18. As águas salinas de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões: I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes; e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes; f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂; e

j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA 4A - Classe 1 - Águas Salinas

PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo Total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo	0,031 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio total	0,1 mg/L Tl
Urânio Total	0,5 mg/L U
Zinco total	0,09 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L

DDT (p,p'-DDT+ p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (□ + □ + sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (□-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	30,0 µg/L

III - Nas águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA 5A - Classe 1 - Águas Salinas	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzeno	51 µg/L

Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
1,2-Dicloroetano	37 µg/L
1,1-Dicloroetano	3 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

Art 19. Aplicam-se às águas salinas de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- c) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C; e
- d) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5,0 mg/L O₂.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA 6A - Classe 2 - Águas Salinas	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,21 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Fósforo total	0,093 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel	74 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,0465 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p'DDT + p-p'DDE + p-p'DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (α-HCH)	0,16 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 20. As águas salinas de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões: I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

III - substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes; IV - corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes; V - resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

VI - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

VII - carbono orgânico total: até 10 mg/L, como C;

VIII - OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/ L O₂; e

IX - pH: 6,5 a 8,5 não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

Seção IV

Das Águas Salobras

Art. 21. As águas salobras de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões: I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;

c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/ L O₂;

d) pH: 6,5 a 8,5;

e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;

h) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; e

i) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA n^o 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para a 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, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100mL. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA 7A - Classe 1 - Águas Salobras	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo)	0,062 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se

Sulfetos (como H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	10,0 µg/L
DDT (p,p'DDT+ p,p'DDE + p,p'DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Endossulfan (□ + □ + sulfato)	0,01 µg/L
Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4- aminoantipirina)	0,003 mg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (□-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	0,2 LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	80,0 µg/L

III - Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA 8A - Classe 1 - Águas Salobras	
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo(a)antraceno	0,018 µg/L
Benzo(a)pireno	0,018 µg/L
Benzo(b)fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k)fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	0,018 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
1,1-Dicloroetano	3,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	37,0 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L
2,4,6-Triclorofenol	2,4 µg/L

Art. 22. Aplicam-se às águas salobras de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições

nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C;

c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂; e

d) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA 9A - Classe 2 - Águas Salobras	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,210 mg/L Pb
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19,0 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Fósforo total	0,186 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel total	74,0 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,093 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p'DDT + p-p'DDE + p-p'DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L

Heptacloro epóxido+ Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (□-HCH)	0,160 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 23. As águas salobras de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões: I - pH: 5 a 9;

II - OD, em qualquer amostra, não inferior a 3 mg/L O₂; III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

V - substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;

VI - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação:

virtualmente ausentes;

VII - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A *E. Coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; e

VIII - carbono orgânico total até 10,0 mg/L, como C.

CAPÍTULO IV

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

~~Art. 24. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.~~

~~Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:~~

~~I— acrescentar outras condições e padrões, ou torná los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e~~

~~II— exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.~~

(Revogado pela Resolução 430/2011)

~~Art. 25. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.~~

~~Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepeionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:~~

~~I— comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;~~

~~II— atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;~~

~~III— realização de Estudo de Impacto Ambiental EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;~~

~~IV— estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e~~

~~V— fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional. (Revogado pela Resolução 430/2011)~~

~~Art. 26. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.~~

~~§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.~~

~~§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.~~

~~§ 3º Sob pena de nulidade da licença expedida, o empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental as substâncias, entre aquelas previstas nesta Resolução para padrões de qualidade de água, que poderão estar contidas no seu efluente.~~

~~§ 4º O disposto no § 1º aplica-se também às substâncias não contempladas nesta Resolução, exceto se o empreendedor não tinha condições de saber de sua existência nos seus efluentes.~~

~~(Revogado pela Resolução 430/2011)~~

~~Art. 27. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes POPs mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004.~~

~~Parágrafo único. Nos processos onde possa ocorrer a formação de dioxinas e furanos deverá ser utilizada a melhor tecnologia disponível para a sua redução, até a completa eliminação.~~

~~(Revogado pela Resolução 430/2011)~~

~~Art. 28. Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.~~

~~§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.~~

~~§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.~~

~~§ 3º Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.~~

~~(Revogado pela Resolução 430/2011)~~

~~Art. 29. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.~~

~~(Revogado pela Resolução 430/2011)~~

~~Art. 30. No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.~~

~~(Revogado pela Resolução 430/2011)~~

~~Art. 31. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.~~

~~(Revogado pela Resolução 430/2011)~~

~~Art. 32. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.~~

~~§ 1º Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente: I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;~~

~~II — não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e~~

~~III — atender a outras exigências aplicáveis.~~

~~§ 2º No corpo de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.~~

~~(Revogado pela Resolução 430/2011)~~

~~Art. 33. Na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.~~

~~Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.~~

~~(Revogado pela Resolução 430/2011)~~

~~Art. 34. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:~~

~~§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.~~

~~§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.~~

~~§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Resolução não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.~~

~~§ 4º Condições de lançamento de efluentes: I — pH entre 5 a 9;~~

~~II — temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;~~

III – materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

IV – regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V – óleos e graxas:

1 – óleos minerais: até 20mg/L;

2 – óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L; e

VI – ausência de materiais flutuantes.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes:

Tabela 10A – Lançamento De Efluentes	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fe
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercúrio total	0,01 mg/L Hg
Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S

Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	VALOR MÁXIMO
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

(Revogado pela Resolução 430/2011)

~~Art. 35. Sem prejuízo do disposto no inciso I, do § 1º do art. 24, desta Resolução, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras conseqüências:~~

~~I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou~~

~~II - inviabilizar o abastecimento das populações. (Revogado pela Resolução 430/2011)~~

~~Art. 36. Além dos requisitos previstos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial. (Revogado pela Resolução 430/2011)~~

~~Art. 37. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais. (Revogado pela Resolução 430/2011)~~

CAPÍTULO V

DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO

Art. 38. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

§ 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas

obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3º As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

§ 4º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

§ 5º Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.

§ 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

CAPÍTULO VI DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

~~Art. 39. Cabe aos órgãos ambientais competentes, quando necessário, definir os valores dos poluentes considerados virtualmente ausentes.~~

(Revogado pela Resolução 430/2011)

Art. 40. No caso de abastecimento para consumo humano, sem prejuízo do disposto nesta Resolução, deverão ser observadas, as normas específicas sobre qualidade da água e padrões de potabilidade.

Art. 41. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

~~Art. 43. Os empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Resolução, tiverem Licença de Instalação ou de Operação, expedida e não impugnada, poderão a critério do órgão ambiental competente, ter prazo de até três anos, contados a partir de sua vigência, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos nesta Resolução.~~

~~§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no *caput* deste artigo.~~

~~§ 2º O prazo previsto no *caput* deste artigo poderá, excepcional e tecnicamente motivado, ser prorrogado por até dois anos, por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, ao qual se dará publicidade, enviando-se cópia ao Ministério Público.~~

~~§ 3º As instalações de tratamento existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.~~

~~§ 4º O descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo será objeto de resolução específica, a ser publicada no prazo máximo de um ano, a contar da data de publicação desta Resolução, ressalvado o padrão de lançamento de óleos e graxas a ser o definido nos termos do art. 34, desta Resolução, até a edição de resolução específica.~~

(Revogado pela Resolução 430/2011)

~~Art. 44. O CONAMA, no prazo máximo de um ano¹, complementarará, onde couber, condições e padrões de lançamento de efluentes previstos nesta Resolução.~~

(Revogado pela Resolução 430/2011)

Art. 45. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente.

§ 1º Os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Resolução, bem como quando pertinente, a

aplicação das penalidades administrativas previstas nas legislações específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

§ 2º As exigências e deveres previstos nesta Resolução caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

~~Art. 46. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.~~

~~§ 1º A declaração referida no *caput* deste artigo conterà, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa de seus efluentes, baseada em amostragem representativa dos mesmos, o estado de manutenção dos equipamentos e dispositivos de controle da poluição.~~

~~§ 2º O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e formas para apresentação da declaração mencionada no *caput* deste artigo, inclusive, dispensando-a se for o caso para empreendimentos de menor potencial poluidor.~~

(Revogado pela Resolução 430/2011)

Art. 47. Equiparam-se a perito, os responsáveis técnicos que elaborem estudos e pareceres apresentados aos órgãos ambientais.

Art. 48. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e respectiva regulamentação.

Art. 49. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 50. Revoga-se a Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986.

MARINA SILVA Presidente do CONAMA

Este texto não substitui o publicado no DOU de 18/03/2005

¹ A Resolução CONAMA 410/09 prorroga por mais 6 meses, a contar de sua data de publicação.