

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

CLEIDIMAR JOÃO CASSOL

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO OCOI,
TRIBUTÁRIO DO RESERVATÓRIO DE ITAIPU-PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2015

CLEIDIMAR JOÃO CASSOL

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO
OCOI, TRIBUTÁRIO DO RESERVATÓRIO DE ITAIPU-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof. Me. Ismael Laurindo Costa Junior

Co-orientador: Profa. Dra. Juliana Bortoli Rodrigues Mees

MEDIANEIRA

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIO OCOI, TRIBUTÁRIO DO RESERVATÓRIO DE ITAIPU-PR.

por

CLEIDIMAR JOÃO CASSOL

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 09 de junho de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Ismael Laurindo Costa Júnior
UTFPR-Câmpus Medianeira
(Orientador)

Profa. Dra. Juliana Bortoli Rodrigues Mees
UTFPR-Câmpus Medianeira
(Co-orientador)

Profa. Me. Thiara Reis Lopes
Membro titular

Prof. Dr. Dalésio Ostrovski
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

AGRADECIMENTOS

A minha família em especial minha esposa pelos momentos de ausência.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná e a todos os servidores pelo auxílio e compreensão.

Ao meu orientador Prof. Me. Ismael Laurindo Costa Junior e minha Co-orientadora Profa. Dra Juliana Bortoli Rodrigues Mees por aceitarem o desafio do Trabalho de Conclusão de Curso e por serem facilitadores, assim como me acompanharam nesta caminhada árdua.

RESUMO

CASSOL, Cleidimar João. **Avaliação da qualidade das águas do Rio Ocoí, tributário do reservatório de Itaipu-PR.** 2015.50p. Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Gestão Ambiental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.

O Rio Ocoí é um dos principais tributários do reservatório de Itaipu fonte de abastecimento de água potável localizado na região sul do Brasil. Devido a intensa atividade agrícola, vem sofrendo com o mau uso e ocupação do solo em seu entorno. O objetivo principal deste estudo foi avaliar a qualidade da água do Rio Ocoí mediante a determinação do IQA (índice de qualidade da água) em três pontos amostrais, tendo em vistas os usos e os fatores climáticos em relação aos resultados. Para isto, foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de água referente aos parâmetros Temperatura, pH, Oxigênio Dissolvido, Turbidez, Sólidos Totais, Fosfato, Nitrato, Coliformes Termotolerantes e Demanda Bioquímica de Oxigênio. O número de Coliformes Termotolerantes foi a variável mais impactante nas duas estações e nos pontos 1, 2, onde não atenderam aos padrões mínimos exigidos pela resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Os índices calculados tiveram valores na faixa de 31 a 59 em todos os pontos e coletas, permitindo a classificação como boa. O IQA demonstrou ser uma ferramenta essencial na elaboração de um planejamento integrado, visto a capacidade de detectar alterações ao longo do tempo e do espaço, desta forma indicando as ações prioritárias a serem executadas no planejamento estratégico.

Palavras-chave: Rio Ocoí. Qualidade da água. IQA. Parâmetros físico-químicos.

ABSTRACT

CASSOL, Cleidimar John. **Evaluation of the quality of the waters of Ocoí River, tributary of the Itaipu-PR reservoir.** 2015.49p. Working Course Completion Technology in Environmental - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.

The Ocoí River is a major tributary of the Itaipu Reservoir drinking water source located in southern Brazil. Due to intense agricultural activity, has suffered from the misuse and land use around it. The aim of this study was to evaluate the water quality of the River Ocoí by determining the IQA (quality index of water) in three sampling points, taking in the sights the uses and climatic factors in relation to the results. For this, physico-chemical and microbiological analyzes of water samples were performed regarding the parameters temperature, pH, Dissolved Oxygen, Turbidity, Total Solids, phosphate, nitrate, coliform thermotolerant and Biochemical Oxygen Demand. The number of coliforms thermotolerant was the most impactful variable in two seasons and in points 1, 2, which did not meet the minimum standards required by Resolution 357/2005 of the National Council for the Environment (CONAMA). The calculated indices have values in the range 31-59 at every point and collections, allowing for classification as good. The IQA has proven to be an essential tool in the development of integrated planning, as the ability to detect changes over time and space, thus indicating the priority actions to be performed in strategic planning.

Keywords: Rio Ocoi. Water quality. IQA. Physical and chemical parameters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização dos pontos de coleta 1, 2 e 3 no Rio Ocoí nos municípios de Medianeira, Missal e São Miguel do Iguaçu- PR.....	22
Figura 2 - Primeiro ponto amostral no Rio Ocoy Federal, tributário do Rio Ocoí no município de Medianeira-PR.	27
Figura 3 - Segundo ponto amostral no Rio Ocoí no município de Missal-PR.....	28
Figura 4 - Terceiro ponto amostral na Foz do Rio Ocoí no município de São Miguel do Iguaçu-PR.....	28
Figura 5 - Valores de oxigênio dissolvido para as coletas realizadas no verão e outono 2015.	30
Figura 6 - Valores de coliformes termotolerantes para as coletas realizadas no verão e outono 2015.	31
Figura 7 - Valores de pH para as coletas realizadas no verão e outono 2015.	32
Figura 8 - Valores de DBO para as coletas realizadas no verão e outono 2015.	33
Figura 9 - Valores de Temperatura nas as coletas realizadas no verão e outono 2015.	34
Figura 10 - Valores para as concentrações de Nitrato nas coletas realizadas no verão e outono 2015.	35
Figura 11- Valores das concentrações de Fosfato para as coletas realizadas no verão e outono 2015.	36
Figura 12 - Valores de Turbidez para as coletas realizadas no verão e outono 2015.	37
Figura 13 - Valores de Sólidos Totais para as coletas realizadas no verão e outono 2015	38
Figura 14 - Valores de IQA e faixas de qualidade para as coletas realizadas no verão e outono 2015.	40
Figura 15 - Notas individuais por variáveis do IQA para o ponto 1.....	40
Figura 16 - Notas individuais por variáveis do IQA para o ponto 2.....	41
Figura 17 - Notas individuais por variáveis do IQA para o ponto 3.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas geográficas e altitude dos pontos de coletas do Rio Ocoí.	23
Tabela 2 - Datas de coleta e estações do ano.	23
Tabela 3 - Parâmetros analisados e metodologia de ensaio.....	24
Tabela 4 - Variáveis e pesos atribuídos no cálculo do IQA.	25
Tabela 5 - Variação da categoria do IQA.	26
Tabela 6 - Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas para a coleta 1.....	29
Tabela 7 - Resultado das análises físico-químicas e microbiológicas para a coleta 2.	29
Tabela 8 - Valores calculados por ponto e coleta.....	39

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	7
LISTA DE TABELAS	8
1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA	13
3.2 POLUIÇÃO DA ÁGUA	14
3.3 IMPORTÂNCIA DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE PARA AS ÁGUAS.....	14
3.3.1 Temperatura.....	15
3.3.2 pH.....	15
3.3.3 Oxigênio Dissolvido	16
3.3.4 Turbidez	16
3.3.5 Sólidos Totais.....	17
3.3.6 Fósforo	17
3.3.7 Nitrato.....	18
3.3.8 Coliformes Termotolerantes	19
3.3.9 Demanda Bioquímica de Oxigênio	19
3.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 ÁREA DE ESTUDO	22
4.2 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS	23
4.3 PARÂMETROS ANÁLISADOS.....	24
4.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	24
5 RESULTADOS E DISCUSSAO	27
5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS	27
5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS.....	29
5.2.1 Oxigênio dissolvido	29
5.2.2 Coliformes Termotolerantes	31
5.2.3 pH.....	32
5.2.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio	33
5.2.5 Temperatura.....	34

5.2.6 Nitrato e Fosfato	34
5.2.7 Turbidez	36
5.2.8 Sólidos Totais.....	38
5.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	39
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS.....	43
APÊNDICES	49

1 INTRODUÇÃO

O aumento populacional atrelado ao desenvolvimento econômico alteram a qualidade e a quantidade dos recursos naturais. O constante crescimento pela demanda de água de boa qualidade também aumenta. O uso insustentável e inconsciente em grandes centros urbanos é responsável pela geração de grande parte da poluição doméstica e industrial.

Por outro lado o desenvolvimento traz tecnologias, que quando bem aplicadas, são capazes de mensurar as alterações e propor medidas que possam eliminar ou reduzir as alterações provocadas pelo desenvolvimento.

Nesse contexto a água representa o recurso natural mais importante à humanidade e ao mesmo tempo o mais suscetível a alterações negativas provocadas pelo homem. Por esta razão é necessário o uso de ferramentas científicas e tecnológicas que tragam respostas representativas da atual qualidade dos recursos hídricos.

Para interpretação da qualidade ambiental de um corpo hídrico e/ou monitoramento é necessário à utilização de métodos simples, objetivos e interpretáveis que considere as características dos recursos hídricos bem como critérios próprios.

Para tais respostas criaram-se uma série de ferramentas capazes de avaliar a qualidade dos corpos hídricos, uma delas é o índice de qualidade de água (IQA) criado pela (*National Sanitation Foudantion* dos Estados Unidos) que avalia nove parâmetros físico-químicos permitindo classificar a qualidade da água em ótima, boa, regular, ruim, e péssima por uma escala ponderada de notas.

O emprego destas ferramentas voltadas à qualidade de água certamente propiciam melhor conhecimento da dinâmica dos recursos hídricos e apontam de forma confiável a qualidade em que estes recursos se encontram. De um modo geral, os poluentes abordados neste trabalho estão intimamente conectados ao estilo de vida da sociedade e, da infraestrutura de saneamento, tornando-se muitas vezes causa principal de preocupação e gestão ambiental.

Nesta direção, o presente trabalho oferece uma avaliação do estado de qualidade das águas do Rio Ocoí, um importante tributário do Reservatório de

Itaipu, um dos principais ecossistemas nacionais e cujas águas vêm apresentando sinais de eutrofização.

Este trabalho é uma investigação da qualidade das águas do Rio Ocoí adaptado pela CETESB o índice de qualidade de água IQA avalia nove parâmetros físico-químicos com pesos específicos ponderados por especialistas cuja, o resultado final permite fazer relações importantes com as ações humanas e antrópicas. O referido estudo avalia três pontos amostrais, em duas estações diferentes verão e outono, situados no município de Medianeira, Missal e São Miguel do Iguaçu, onde foi possível constatar que o Rio Ocoí sofre com a gestão inadequada em seu entorno como mostram os resultados adiante.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade das águas de parte do Rio Ocoí compreendidos no município de Medianeira, Missal e São Miguel do Iguaçu.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os parâmetros físico-químicos, e microbiológicos nas águas do Rio Ocoí e seu principal tributário o Rio Ocoy Federal.
- Aplicar a metodologia da CETESB na composição do IQA.
- Verificar o atendimento a legislação vigente.
- Relacionar possíveis impactos negativos encontrados ao uso e ocupação do solo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Segundo Cunha *et al* (2012) a água é um recurso natural limitado e de suma importância para a sociedade. Seus múltiplos usos consumo humano, agricultura, hidroeletricidade, pesca navegação e recreação devem atender níveis limites de qualidade e quantidade nos sistemas aquáticos. A sustentabilidade ambiental depende de variações espaciais e temporais dos aspectos qualitativos e quantitativos dos cursos de água sejam eles naturais ou antropogênicos.

Para esclarecer os usos da água, Barp e Louzada (2008) dividem os usos da água em consuntivos e não consuntivos. Os usos consuntivos são aqueles que apresentam perda, cujo volume captado não é o mesmo restituído ao curso d'água novamente. Usos não consuntivos são aqueles que não implicam na captação de água dos recursos hídricos. Abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais confere os usos consuntivos. Recreação, harmonia paisagística, geração de energia, conservação da natureza, navegação e transporte, pesca, diluição de efluentes são exemplos de usos não consuntivos.

Para Arruda (2014) menos de 3% da água existente no planeta é de água doce sendo que desse percentual 27% é subterrânea, 72% é congelada cerca de 1% está acessível em rios e lagos. O autor coloca ainda que da água doce superficial acessível apenas 52% apresenta-se em lagos, 38% na umidade do solo, 8% na forma de vapor, 1% em organismos vivos e somente 1% nos rios.

De acordo com Carvalho *et al.* (2008) o Brasil é um país de destaque em termos de disponibilidade hídrica comparando-se aos demais. Se considerarmos a vazão média dos rios ($\text{km}^3 \text{ano}^{-1}$) é o país mais rico do mundo com oferta de 12% de água doce existente no mundo. Ainda segundo este autor, mesmo com chuvas irregulares, mais de 90% do território brasileiro apresenta pluviosidade entre 1.000 e 3.000 mm ano^{-1} .

3.2 POLUIÇÃO DA ÁGUA

O aumento da população seja ele rural ou urbano têm-se percebido um aumento pela procura de água de boa qualidade, nesse contexto com o aumento da procura também aumenta a pressão sobre os recursos hídricos seja na busca pela água para consumo humano ou através de lançamentos de cargas poluidoras (PINTO *et al.*, 2009).

Segundo Von Sperlig (2005) poluição pode ser resumidamente entendida como introdução de matéria ou energia que de forma direta ou indireta que venha causar alteração no corpo hídrico de maneira prejudicial para quaisquer que sejam o seu uso.

Novotny (2003) classifica as fontes dos poluentes em dois grandes grupos pontual um ponto específico como na saída de uma tubulação. As principais relações desses tipos de poluição se dão por meio de sistema de esgotos sanitários urbano sem tratamento ou parcialmente tratado além de descargas industriais.

Para Ong; Chen (2002) e Wurbs; James (2002) a poluição difusa se origina de fontes intermitentes não pontual onde não existe um foco definido sendo de difícil controle. Os mesmos autores ressaltam que as principais contribuições para esses tipos de poluição estão relacionadas ao uso de defensivos agrícolas (pesticidas herbicidas) incluindo o uso de fertilizantes principalmente fósforo, nitrogênio e potássio (NPK).

3.3 IMPORTÂNCIA DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE PARA AS ÁGUAS

O monitoramento da qualidade da água por meio de análises físico-química e microbiológicas fornece subsídio às políticas de proteção ambiental e à tomada de decisão quanto às ações de gestão ambiental. Englobam uma variedade de parâmetros cuja finalidade é indicar a condição do corpo hídrico.

3.3.1 Temperatura

De acordo com Arruda (2014) a temperatura da água é influenciada diretamente por vários fatores, são eles, temperatura do ambiente, temperatura do ar, latitude, altitude, ciclo circadiano, circulação do ar, nebulosidade, velocidade da corrente e profundidade do corpo hídrico.

A temperatura da água exerce importante papel nos processos físicos, químicos e biológicos, uma relação clara destes processos é a alteração na velocidade das reações químicas se elevarem com o aumento da temperatura, já a solubilidade dos gases na água diminui quando a temperatura da água aumenta, no metabolismo a taxa de crescimento dos organismos aquáticos acelera ou se eleva com o aumento da temperatura da água.

Segundo Silva *et al* (2008) a temperatura da água desempenha uma extrema importância no que tange o controle de espécies. Pode ser considerada uma das características mais importante do meio aquático. Podendo variar entre 0°C e 30°C.

3.3.2 pH

O Potencial Hidrogeniônico representa a concentração de íons H^+ numa solução, indicando sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. O pH possui efeitos indiretos sobre determinadas condições podendo contribuir para precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados, e em outras condições pode exercer efeito sobre a solubilidade de nutrientes (CETESB, 2008).

O pH interfere nos ecossistemas aquáticos naturais devido a seus efeitos na fisiologia das espécies. Para que se conserve a vida nas comunidades aquáticas o pH deve oscilar entre 6 e 9 (ESTEVEZ, 1998).

Carvalho *et al* (2008) reforçam que com o aumento das chuvas o pH tende a subir e aproximar-se da neutralidade, essa ocorrência é devida a maior

diluição dos compostos dissolvidos e escoamento mais rápido, o volume de água aumenta fazendo com que o pH diminua.

3.3.3 Oxigênio Dissolvido

Segundo Silva *et al* (2008) “O Oxigênio Dissolvido é uma substância essencial no metabolismo dos seres aquáticos aeróbicos”, em ambientes lóticos em condições normais não impactadas o teor de é alto podendo variar ao longo do corpo hídrico devido aos efeitos adversos sofrido pelo mesmo além das condições climáticas seu valor indicado não é inferior a 5 mg L^{-1} (CONAMA 357/2005).

Para Von Sperling (2005) durante a estabilização da matéria orgânica as bactérias fazem o uso de oxigênio nos seus processos respiratórios podendo causar redução da concentração do mesmo no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno diversos seres aquáticos poderão morrer inclusive os peixes. Se o Oxigênio Dissolvido na água se extinguir tem-se a condição anaeróbia com geração de maus odores.

A baixa concentração de Oxigênio Dissolvido pode ser causada por processos de oxidação de substâncias lançadas nos corpos hídricos. As águas poluídas tendem a apresentarem baixas concentrações de Oxigênio Dissolvido devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos. Enquanto que as águas limpas tendem a apresentarem concentrações mais elevadas de Oxigênio Dissolvido (FUZINATTO, 2009).

3.3.4 Turbidez

De acordo com IAP (2005) a turbidez da água é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação luminosa, conferindo uma aparência turva à mesma, expressa quantitativamente em termos de coeficiente de dispersão a turbidez nefelométrica.

Segundo Esteves (1998) Arruda (2014) contribuem em maior proporção para a turbidez da água as partículas suspensas (biogênicas e abiogênicas) e de maneira menos expressiva os compostos dissolvidos. As partículas de origem biogênicas são as bactérias e o plâncton, e abiogênicas, os detritos.

Para Von Sperling (2005) a turbidez se origina de maneira natural e antrópica a primeira são as partículas de rochas, de silte, de argila de algas ou de outros microrganismos, já a segunda por despejos domésticos, despejos industriais e erosão. A origem natural não compromete os parâmetros sanitários exceto esteticamente. A sua origem antrópica pode estar relacionada à presença de compostos tóxicos e organismos patogênicos.

Esteves (1998) Arruda (2014) salientam que a erosão se destaca na contribuição da turbidez antrópica tanto em margens de rios, lavouras e estrada, em bacias onde há ocupação inadequada do solo esse fator aumenta em épocas de alta pluviosidade. Outros fatores relevantes também são as atividades de mineração.

3.3.5 Sólidos Totais

Sólidos totais podem ser definidos como o resíduo remanescente após a evaporação da água da amostra em ambiente controlado (laboratório) tal resíduo nada mais é do que a matéria em suspensão e dissolvida na água (ARRUDA, 2014).

De acordo com Buzelli e Cunha-Santino (2013), o comportamento desta variável pode ter relação ao comportamento da turbidez visto que os valores de sólidos totais refletem os acúmulos de poluentes.

3.3.6 Fósforo

O fósforo é um importante elemento para a manutenção da vida, uma vez que participa diretamente no armazenamento de energia (formando uma fração

essencial da molécula de ATP), e na estrutura da membrana celular fosfolipídica (ESTEVES, 1998; ARRUDA, 2014). Na maioria das águas continentais o fósforo é o principal responsável pelos processos de eutrofização antrópica, quando em elevadas concentrações, visto que, é um fator limitante ao crescimento da comunidade fitoplactônica (CETESB, 2008).

Segundo Arruda (2014), entrada do fósforo em ecossistemas aquáticos continentais na maioria das vezes está relacionada a fontes naturais e artificiais. Entre as naturais apresentam-se os fosfatos desagregação do fósforo a partir de rochas da bacia de drenagem pela intemperização, material particulado depositado na atmosfera e o fósforo resultante da decomposição de matéria orgânica. Na ótica de (VON SPERLING, 2005) dentre as fontes antropogênicas os esgotos domésticos (presença de detergentes fosfatados), particulados de origem industrial presente na atmosfera e efluentes industriais. Dentre os efluentes industriais destacam-se indústrias de fertilizante, alimentícias, laticínios, frigoríficos e abatedouros.

3.3.7 Nitrato

Para Esteves (1998) e Arruda (2014) assim como o fósforo o nitrogênio é um dos elementos mais importantes no metabolismo aquático, uma vez que participa na produção de proteínas, e pode atuar como fator limitante à produtividade do ecossistema. Fontes de nitrogênio às águas continentais são: chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular no próprio corpo hídrico.

Segundo Arruda (2009), existem ainda as fontes antrópicas de aporte de nitrogênio que variam entre os esgotos sanitários, efluentes industriais e escoamento da água das chuvas em bacias com uso inadequado do solo com usos de fertilizantes nitrogenados.

A forma encontrada do nitrogênio no corpo hídrico permite a relação de possíveis fontes de poluições ocasionadas por efluentes domésticos. No caso de poluição recente encontra-se o nitrogênio na forma de nitrogênio orgânico ou amônia, já em poluições mais antigas prevalecem os nitratos. Em esgotos

domésticos brutos é mais comum as formas orgânicas e amônia (VON SPERLING, 2005).

De acordo com (IAP, 2005) os nitratos são solúveis em água, e estão presente em quantidades moderadas como agentes naturais do processo de nitrificação.

3.3.8 Coliformes Termotolerantes

Conforme Arruda (2014), o maior risco à saúde humana associado ao consumo de águas naturais (ou não tratadas) está na presença de microrganismos patogênicos.

Dentro do grupo coliformes totais estão as bactérias do subgrupo termotolerante, em especial a *Escherichia coli*, *Enterobacter* e *klebsiela*, mas, no entanto somente a *E. coli* habita no trato intestinal de animais de sangue quente incluindo o homem. Portanto a *E coli* se destaca como indicador de contaminação por material de origem fecal (GEUS. LIMA; AMARAL, 2007; ARRUDA, 2014).

De acordo com Amaral, (2007) as fezes humanas podem conter inúmeros agentes patogênicos que podem causar doenças intestinais leves à grave apenas por contato ou consumo, dentre as principais destacam-se a febre tifoide e cólera.

3.3.9 Demanda Bioquímica de Oxigênio

De acordo com Arruda (2014), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) pode ser medida pela quantidade de matéria orgânica disponível para degradação pela biota bacteriana na água. Von Sperling (2005) acrescenta que esta medida indica a quantidade de oxigênio necessária para que microrganismos aeróbicos oxidem a matéria orgânica em forma inorgânica estável.

Ainda na ótica de Arruda (2014) esta medição pode ser influenciada na presença de metais pesados e substâncias tóxicas, pois afetam a comunidade bacteriana aeróbica da água.

Para CETESB (2008), a DBO é um parâmetro imprescindível na realização de estudos de autodepuração dos cursos d'água e na composição do índice de qualidade de água.

3.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

De acordo com Merten e Minella (2002), não é possível dizer se um recurso hídrico tem qualidade ou não tão somente ao seu grau de “pureza”, mas que suas características atendam os mais diversos usos. Von Sperling (2005) distingue qualidade efetiva de qualidade desejada, sendo a primeira relacionada ao uso do solo na microbacia, e a segunda como o uso previsto para tal recurso.

Para estabelecer indicadores de qualidade da água se faz necessário um conjunto de parâmetros físico-químicos e biológicos adequados a condição da bacia hidrográfica em que se pretende avaliar (PINEDA; SCHAFFER, 1987).

Para avaliação da qualidade hídrica de um rio pode-se utilizar o (IQA), que é baseado em nove parâmetros físico-químicos e biológicos com pesos variados de acordo com a importância relativa no cálculo (BUCCI; OLIVEIRA, 2014).

O IQA reflete interferência causada na bacia por várias formas de poluição (MINAS GERAIS, 2005).

Os principais parâmetros físico-químicos para obtenção do (IQA), segundo (*National Sanitation Foundation do Estados Unidos*), são nove variáveis: Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Temperatura (T), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Tóxicos Totais (ST), e Coliformes Termotolerantes (CTT), Fosforo Total (PT), Nitrato (NO_3^-), e Turbidez (Tu).

Muitas vezes, outras variáveis físico-químicas e biológicas da água, que não aquelas utilizadas na formulação original do IQA, como a Clorofila, Condutividade Elétrica Metais Pesados podem ser importantes para a caracterização da qualidade da água, conforme evidenciado por Andrade *et al.*, (2005) e Silva Jardim (2006).

O índice mais conhecido no mundo e simplesmente denominado Índice de Qualidade de Água foi desenvolvido em 1970 pela Fundação Nacional de

Saúde dos EUA. Este índice foi elaborado usando-se a opinião de 142 pessoas distribuídas no país que atuavam no gerenciamento dos recursos hídricos (CANTER, 1998). A opinião dessas pessoas foi obtida enviando-se três questionários que permitiram definir funções que relacionam valores de parâmetros com atributos de valoração. Com isso foram definidas as nove variáveis já mencionadas.

O uso do IQA tem por finalidade indicar alterações ocorridas na microbacia independentemente de terem sido causadas naturalmente ou antrópicamente (DONADIO *et al*, 2005). Dessa forma buscam-se respostas claras e objetivas que indiquem uma possível relação sobre os parâmetros avaliados e a relação com a condição atual da microbacia (TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Devido a especificidade dos corpos d'água cada rio possui uma determinada capacidade de receber poluentes isso significa que ele é capaz de neutralizar determinada carga poluidora através de processos de diluição, sedimentação e estabilização química da matéria este fenômeno é denominado autodepuração.

Os corpos hídricos poluídos estão em constante processo de transformação da matéria orgânica em sais minerais e gás carbônico. O equilíbrio deste processo relaciona-se diretamente com a capacidade de assimilação do poluente, portanto os lançamentos não deverão conflitar-se com sua utilização (COSTA *et al.*, 2003).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A avaliação do índice de qualidade das águas foi realizada no Rio Ocoí e afluentes, compreendendo o trecho que percorre os municípios de Medianeira, Missal e São Miguel do Iguaçu, estes localizam-se no estado do Paraná na região sul do Brasil. E inseridos na bacia hidrográfica do Paraná III. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido (mesotérmico) com média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca definida, verão quente e geadas menos frequentes. Os municípios estão enquadrados na região fitoecológica denominada floresta estacional no bioma mata atlântica (CAVALHEIRO, 2010).

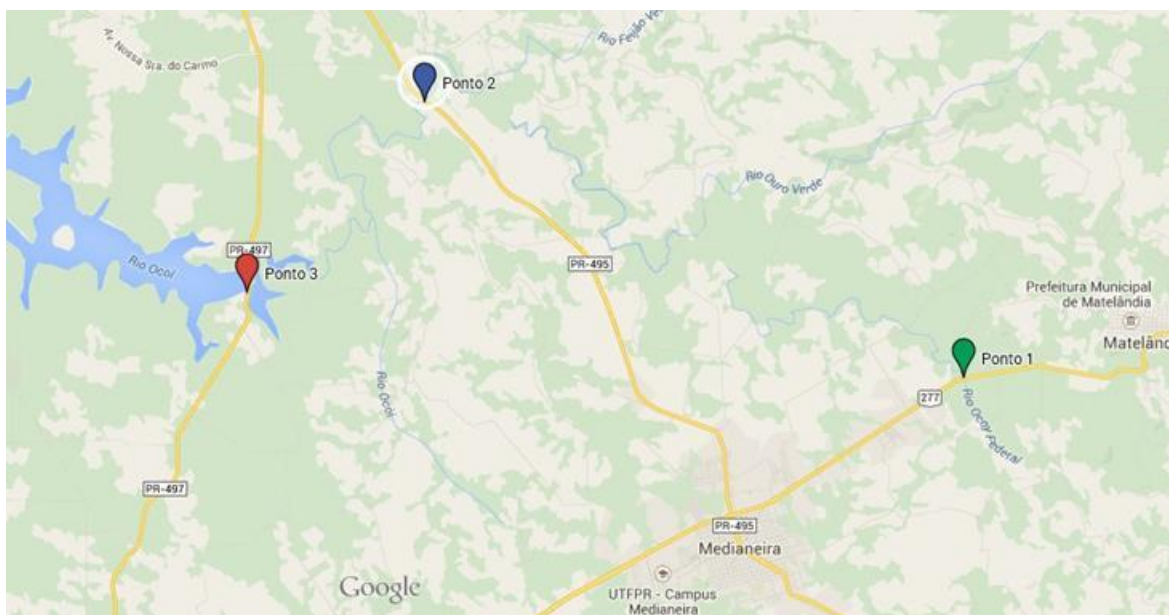


Figura 1 - Localização dos pontos de coleta 1, 2 e 3 no Rio Ocoí nos municípios de Medianeira, Missal e São Miguel do Iguaçu- PR.
Fonte: Google maps (2014).

O Rio Ocoí é tributário do Lago de Itaipu situado no Oeste do Estado do Paraná é um Rio classe 2 de acordo com a RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 e

pertence a Bacia do Paraná III, com uma extensão de 27.500 m e com 11 afluentes totalizando 47.200m (CAVALHEIRO, 2010). A bacia hidrográfica do Rio Paraná III possui uma área de 8. 000 km², onde estão localizados 29 municípios com aproximadamente 1 milhão de habitantes (SILVA, 2011).

Foram definidos três pontos de coleta cuja localização pode ser visualizada na Figura 1. Os pontos de amostragem localiza-se a montante de sua foz no reservatório de Itaipu.

Para a obtenção das coordenadas geográficas e altitudes foi utilizado um GPS e posteriormente o Google Maps, cuja localização dos pontos amostrais estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Coordenadas geográficas e altitude dos pontos de coletas do Rio Ocoí.

Ponto	Coordenadas geográficas (UTM)	Altitude(m)
P1	25° 15' 13" W, 54° 01' 58" S	369
P2	25° 10' 47" W, 54° 10' 46" S	240
P3	25° 13' 35" W, 54° 13' 37" S	219

O período amostral em que foram realizadas as coletas estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2- Datas de coleta e estações do ano.

Datas da coleta	Estação do ano
23/02/2015	Verão
22/04/2015	Outono

4.2 OBTENÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram realizadas duas campanhas, no verão e outono de 2015. As técnicas de coleta e amostragem seguiram a NBR 9898 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1987). As amostras foram coletadas aproximadamente a 10 cm da superfície, em frascos de polietileno de 500 mL, previamente ambientados com a água do local por três vezes.

Em seguida, foram preservadas em isopor com gelo (temperatura em torno de 4°C) até a chegada ao laboratório. Porém para a análise dos parâmetros

microbiológicos foram utilizados frascos de vidro de 250 mL, devidamente esterilizados, e as análises realizadas antes de completar 24 horas da coleta.

4.3 PARÂMETROS ANÁLISADOS

Os parâmetros analisados e a metodologia de ensaio estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3- Parâmetros analisados e metodologia de ensaio

Parâmetros Analisados	Metodologia
Temperatura e Oxigênio Dissolvido	Foram realizadas <i>in loco</i> no dia da coleta através de DO-5519.
Potencial Hidrogeniônico	Utilizou-se o potenciômetro de bancada HI 1110B – Modelo pH 21.
Demanda Bioquímica de Oxigênio	Foi determinada por laboratório externo pelo método SMWW 5210 B baseado no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2540 B.
Turbidez	Foi analisada em um Turbidímetro Digital Microprocessado da marca Policontrol (AP 2000-IR).
Sólidos Totais	Determinados por gravimetria seguindo o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22st Edition, 2012. Método 2540 B.
Coliformes Termotolerantes	Determinados conforme Silva, et al.(2007).
Nitrato, e FosforoTotal	Foram usados kits de análises de água ALFAKIT ® com leitura no espectrofotômetro. Ambos os Métodos adaptados do Standard Methods 21 ^a ed. 4500 B, 4-150 e 4-118.

4.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

A determinação do IQA seguiu as recomendações da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental CETESB (2008), onde o cálculo é realizado pelo produtório ponderado da qualidade de água corresponde às variáveis que integram o índice.

Para realização dos cálculos foram utilizadas as equações (1 e 2).

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido a partir da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Em que:

n: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Os pesos atribuídos a cada parâmetro segundo a *National Sanitation Foudantion* dos Estados Unidos adaptados pela CETESB (2008) são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Variáveis e pesos atribuídos no cálculo do IQA.

Parâmetros de qualidade da água	Peso (w)
Oxigênio dissolvido (% OD)	0,17
Coliformes termotolerantes (NMP)	0,15
pH	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO ₅)	0,10
Temperatura (°C)	0,10
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,10
Fosfato (mg L ⁻¹)	0,10
Turbidez (NTU)	0,08
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	0,08

Fonte: Adaptado, CETESB (2008).

A partir do cálculo efetuado, foi possível classificar a qualidade das águas do Rio Ocoí, pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, cuja caracterização correspondente a nota é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5- Variação da categoria do IQA.

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	$79 < \text{IQA} \leq 100$
BOA	$51 < \text{IQA} \leq 79$
ACEITÁVEL	$36 < \text{IQA} \leq 51$
RUIM	$19 < \text{IQA} \leq 36$
PÉSSIMA	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: CETESB (2008).

Para o cálculo do IQA os resultados das análises foram inseridos em uma planilha eletrônica, previamente formatada com as equações preditivas de cada variável, disponível no Apêndice A.

5 RESULTADOS E DISCUSSAO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS AMOSTRAIS

A primeira estação amostral P1 localiza-se em uma área rural, na microbacia do Rio Ocoy Federal, no município de Medianeira, um dos principais afluentes, com uso predominantemente agrícola e agropecuário em especial a atividade suinícola a montante, 50 metros do ponto de coleta.

Há presença de mata ciliar as suas margens, evidência de erosão mínima ou ausente, leito formado por cascalhos e pedras, corredeiras frequentes. As imagens apresentadas na Figura 2 referem-se ao ponto amostral 1.



Figura 2 - Primeiro ponto amostral no Rio Ocoy Federal, tributário do Rio Ocoí no município de Medianeira-PR.

O ponto de coleta P2 está localizado a jusante do ponto 1 onde o Rio Ocoí atravessa a PR-495. Neste local apresenta um volume maior de água devido aos afluentes incorporados durante o curso, e também pela maior proximidade do reservatório de Itaipu é mais lântico que o primeiro ponto. O uso do solo em seu entorno é composto predominantemente pela agricultura e pecuária as suas margens apresentam mata ciliar precária, com evidências de erosão e carreamento de detritos possíveis causas do aumento da turbidez e coloração das águas como pode ser observado na figura 3.



Figura 3 - Segundo ponto amostral no Rio Ocoí no município de Missal-PR.

O último ponto amostral P3 localiza-se em sua foz no reservatório de Itaipu, no município de São Miguel do Iguçu onde existe uma praia artificial e o Balneário de Ipiranga as margens do reservatório, as águas neste ponto são lânticas com características de lago, percebe-se sinais de eutrofização devido a vasta proliferação de macrófitas como pode ser observado na Figura 4. Este ponto conta com mata ciliar nativa de rápido crescimento as suas margens, parte de um projeto da Itaipu Binacional com plantio de mais de 1 milhão de mudas (QUINÁIA *et. Al.*,2010).



Figura 4 - Terceiro ponto amostral na Foz do Rio Ocoí no município de São Miguel do Iguçu-PR.

5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS

As Tabelas 6 e 7 apresentam os resultados obtidos com a determinação de cada parâmetro e seus respectivos desvios padrão, para as duas campanhas realizadas no verão e outono de 2015.

Tabela 6 - Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas para a coleta 1.

Parâmetro	Pontos de Coletas		
	P1	P2	P3
OD (mg O ₂ L ⁻¹)	8,98±0,4	8,94±0,4	7,82±0,4
CF (NMP mL ⁻¹)	93,0±2,0	9,2±0,57	0,6±0,3
pH	5,9±0,05	6,0±0,05	6,3±0,05
DBO (mg O ₂ L ⁻¹)	2,52	<2	<2
T (°C)	23,5±0,2	23,6±0,2	30,9±0,2
Nitrato (mg N-NO ₃ L ⁻¹)	1,57±0,05	0,56±0,05	1,22±0,04
Fosfato (mg P-PO ₄ L ⁻¹)	<0,1	<0,1	<0,1
Turbidez (UNT)	7,19±0,5	9,94±0,5	18,74±0,5
ST (mg.L L ⁻¹)	114,67±5,77	70,0±6,56	247,0±12,73

Tabela 7 - Resultado das análises físico-químicas e microbiológicas para a coleta 2.

Parâmetro	Pontos de Coletas		
	P1	P2	P3
OD (mg O ₂ L ⁻¹)	8,7±0,4	7,5±0,4	6,4±0,4
CTT (NMPmL ⁻¹)	110±5,0	43±2,5	2,3±0,7
pH	6,4±0,05	6,7±0,05	6,8±0,05
DBO (mg O ₂ L ⁻¹)	<2	<2	<2
T (°C)	23,5±0,2	24,7±0,2	27,3±0,2
Nitrato (mg N-NO ₃ L ⁻¹)	0,69±0,09	0,56±0,06	0,25±0,03
Fosfato (mg P-PO ₄ L ⁻¹)	<0,1	<0,1	<0,1
Turbidez (UNT)	15,1±0,5	15,43±0,5	6,12±0,5
ST (mg.L L ⁻¹)	57,2±6,58	30,5±3,54	23,8±5,01

5.2.1 Oxigênio dissolvido

Conforme a Figura 5 a menor concentração de oxigênio dissolvido registrada foi de 6,4 mg L⁻¹ no ponto 3, na segunda coleta e 8,98 mg L⁻¹ a maior concentração aferida no ponto 1 para a primeira coleta.

Os valores concordam com os obtidos por Bueno *et al* (2008), em uma pesquisa realizadas no reservatório de Itaipu, na região das foz do Rio São

Francisco Falso onde foram verificados valores de 6,27 a 9,94 mg L⁻¹. Concentrações similares (valor médio 7,05 mg L⁻¹) também foram reportadas em um estudo de fatores abióticos em diferentes pontos do mesmo reservatório, incluindo o ponto 3 deste trabalho (BAUMGARTNER *et al*, 2008).

Tais resultados possuem relações com os encontrados por Bucci *et al* (2014), ao monitorarem a qualidade da água de afluentes na região sudeste do Brasil verificaram que cargas orgânicas provindas de efluentes e/ou escoamento superficial da bacia de drenagem interferem nas concentrações promovendo oscilações nos teores de OD, assim como a temperatura.

Outro fator relevante também são as macrófitas presentes no ponto 3 que, após completarem seu ciclo de vida entram em processo de decomposição e passam a ser consumidoras de oxigênio dissolvido, contribuindo de sobremaneira para redução de oxigênio dissolvido do meio, juntamente com a atividade microbiana (BUCCI *et al*, 2014). Isto seria uma possível justificativa para a região de foz apresentar menor valor de OD em relação ao curso do rio.

A resolução CONAMA 357/05 determina que para águas de classe 2 os valores devem ser de no mínimo 5 mg L⁻¹. Em todas as amostras são verificados concentrações superiores.

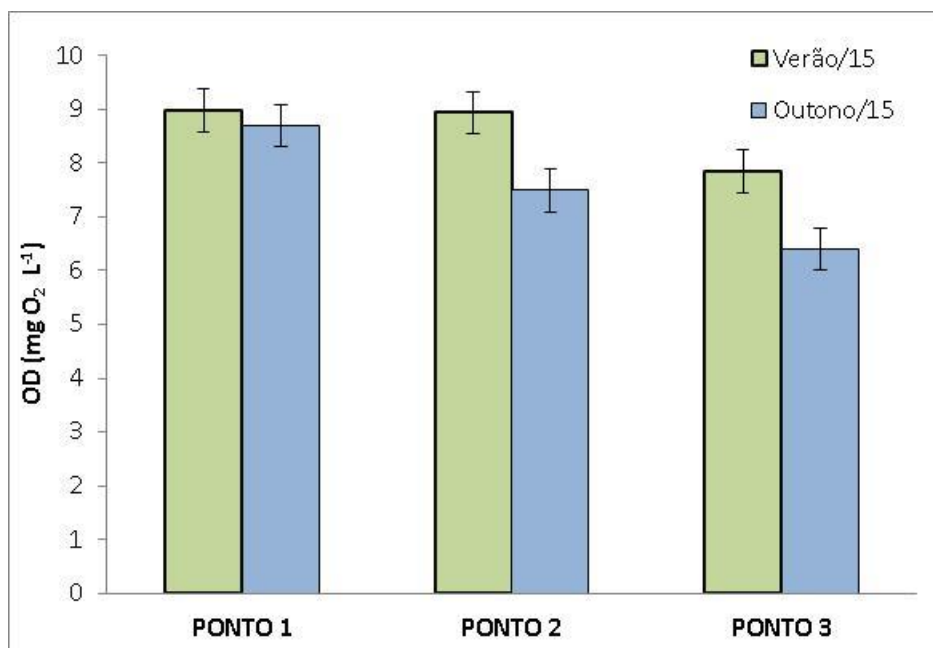


Figura 5 - Valores de oxigênio dissolvido para as coletas realizadas no verão e outono 2015.

5.2.2 Coliformes Termotolerantes

Do grande grupo de coliformes fecais há um subgrupo denominado de coliformes termotolerantes em especial representado pela bactéria *Escherichia Coli* causadora de doenças intestinais leves à graves (AMARAL, 2007).

Dessa forma tais organismos vêm sendo utilizado como indicadores de contaminação fecal. Na figura 6 pode ser observado que o ponto 1 da segunda coleta apresentou o maior número de coliformes 110 NMP/mL sugerindo que as atividades agropecuárias como a criação de suínos a montante do ponto amostral podem contribuir com a presença destes organismos.

Em contrapartida o menor valor de CTT 0,6 NMP/mL foi registrado no ponto 3 da primeira coleta, provavelmente devido a incorporação de afluentes tornando maior o volume e diluindo a carga inserida a montante e ao próprio processo de autodepuração.

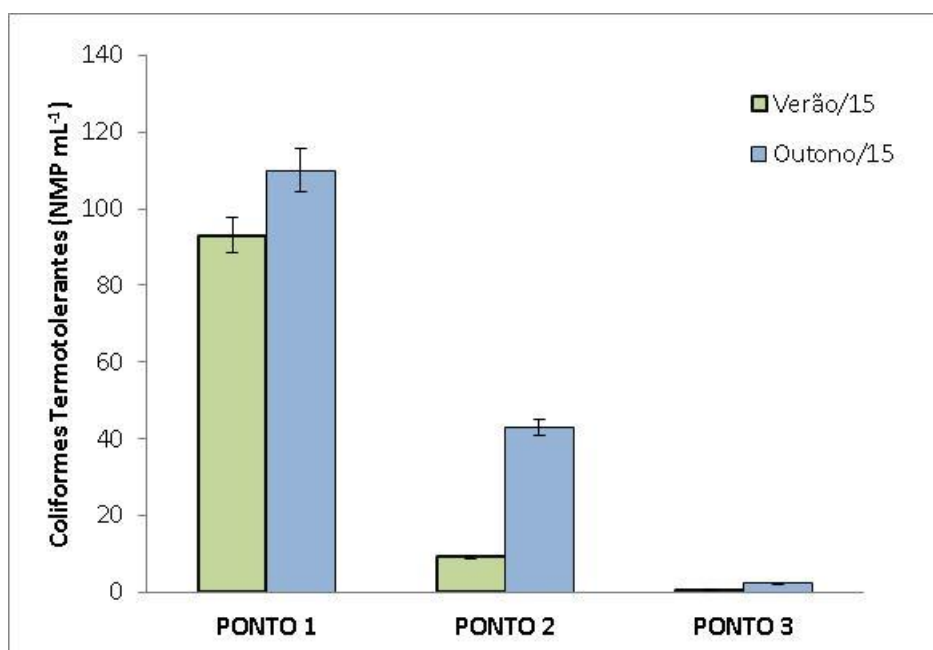


Figura 6 - Valores de coliformes termotolerantes para as coletas realizadas no verão e outono 2015.

Estudo realizado nos Rios Alegria e Bolinha em Medianeira-PR, tributários do Rio Ocoí, apresentaram coliformes termotolerantes na faixa de 70 a 4600 NMP/mL. Os autores sugeriram hipótese de contaminação por esgotos

domésticos, indicando correlação direta da poluição de fezes de animais de sangue quente. A redução gradativa no NMP no sentido da foz foi outra semelhança verificada entre as duas pesquisas (PRESTES *et al*, 2011).

5.2.3 pH

A Figura 7 demonstra pequenas variações nos resultados de pH, quando comparamos os pontos em cada coleta. Observando o menor valor de 5,9 no ponto 1 e coleta 1, e maior valor aferido 6,8 para a segunda coleta no ponto 3. Essa amplitude pequena é evidenciada por Cervelin *et al* (2006), ao avaliarem o pH das águas do Rio Ocoí denotaram pH entre 7,2 a 7,65.

A elevação do pH em relação aos pontos inicial e final, apresentada nas duas campanhas, corrobora com as características de autodepuração previstas para rios a medida que recebem a tributação de mananciais menores e se distanciam das fontes poluidoras.

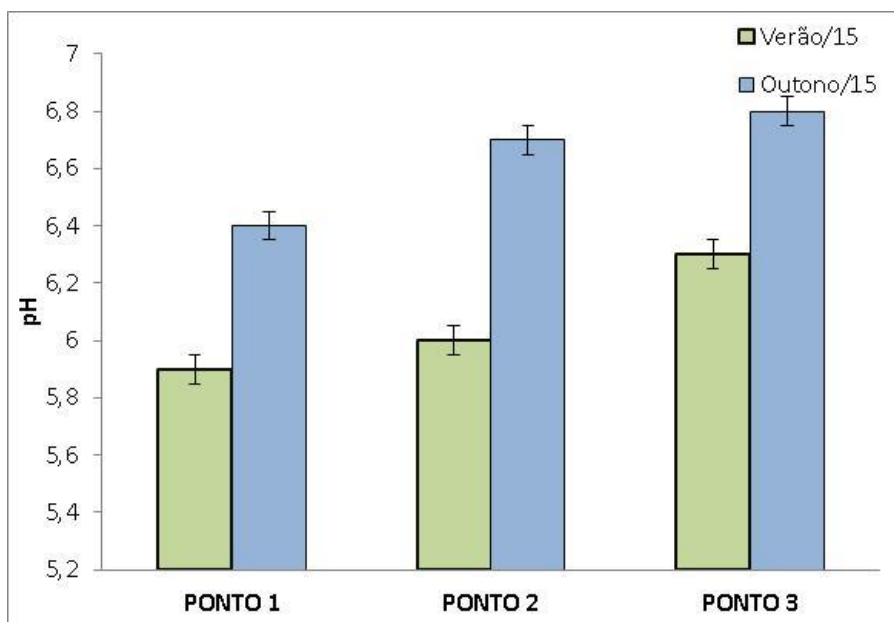


Figura 7 - Valores de pH para as coletas realizadas no verão e outono 2015.

Mosca *et al* (2003), salienta que oscilações no pH entre 6,5 e 8,5 podem estar relacionadas com a ocorrência de poluição difusa tais como atividade agrícola e pecuária. Valores de pH acima ou abaixo dos padrões podem causar

danos irreparáveis para fauna e flora aquática, visto que interfere diretamente nas reações químicas do meio que muitas vezes dependem de equilíbrio do pH, MENEGOL *et al* (2002).

Os padrões de qualidade de água definidos pela Resolução CONAMA 357/05 estabelecem que o pH para águas de classe 1, 2 e 3 devem estar na faixa de 6 a 9, comportamento observado nas medidas realizadas. Exceto no P1 em que o pH esteve levemente inferior. Foi de (5,9)-amostragem 1.

5.2.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Conforme a Figura 8 este parâmetro apresentou uma pequena variação do ponto 1 na primeira coleta 2,52 mg L⁻¹ para <2 mg L⁻¹ para o restante dos pontos indicando baixo teor de matéria orgânica. ANA, (2009) acrescenta que na maioria das vezes a elevação da DBO possui relação direta com o lançamento de cargas orgânicas em especial esgoto doméstico, ou em regiões rurais associação com atividades agropecuárias.

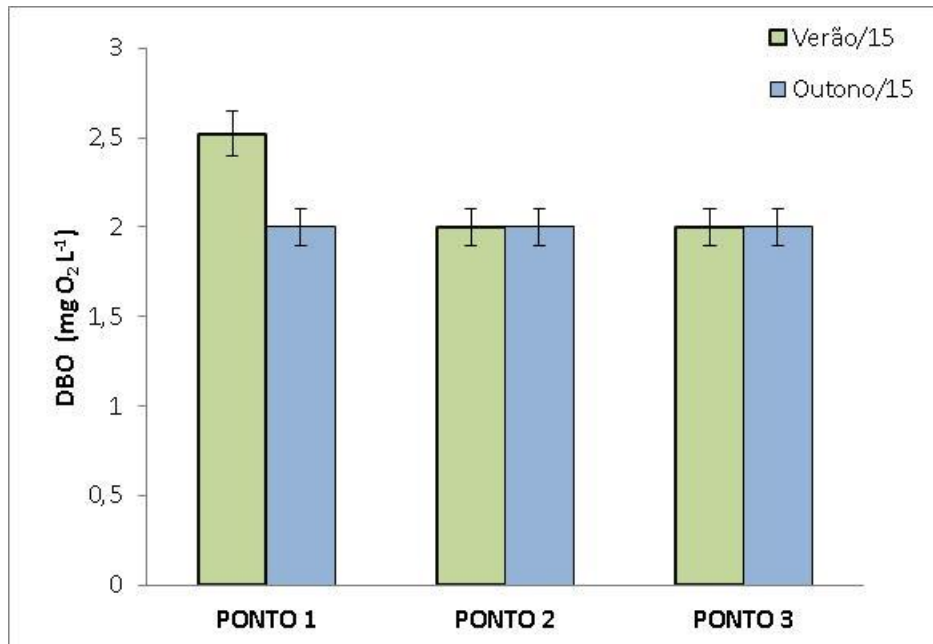


Figura 8 - Valores de DBO para as coletas realizadas no verão e outono 2015.

Os valores de DBO observados são coerentes com as medidas de oxigênio dissolvido, pois estes parâmetros apresentam relações inversas. Portanto, para águas superficiais de baixos teores de matéria orgânica solúvel

esperam-se valores superiores de OD. São estabelecidos 5 mg O₂ /L como valor máximo de DBO₅ para rios classe 2 de acordo com a Resolução CONAMA 357/05.

5.2.5 Temperatura

A temperatura de um corpo hídrico varia de acordo com seu ciclo diário tal variação pode ser visualizada na Figura 9. A menor temperatura para todas as coletas ocorreram no ponto 1, como já mencionado é o ponto mais preservado entre os três pontos de amostragens a presença de mata ciliar e ausência de erosão e conseqüentemente menor insolação. Arruda (2014) ao avaliar a qualidade da água em reservatórios no Paraná região sul do Brasil confirmou ocorrências de correlações linear negativas entre a temperatura da água e oxigênio dissolvido e positivas com pH, clorofila-a e densidade fitoplantônica.

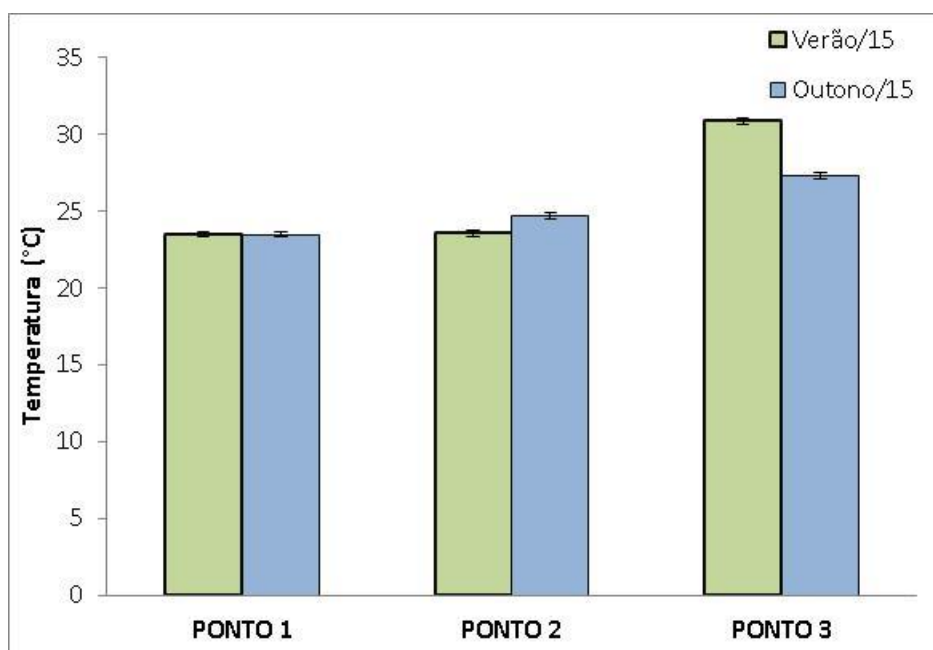


Figura 9 - Valores de Temperatura nas as coletas realizadas no verão e outono 2015.

5.2.6 Nitrato e Fosfato

Na Figura 10 são apresentadas as concentrações de nitrato por coleta e ponto amostral onde se verifica que a maior concentração deste nutriente é de $1,57 \text{ mg L}^{-1}$ no ponto 1 na primeira coleta. Já a menor concentração foi verificada para o ponto 3 da mesma coleta $1,22 \text{ mg L}^{-1}$.

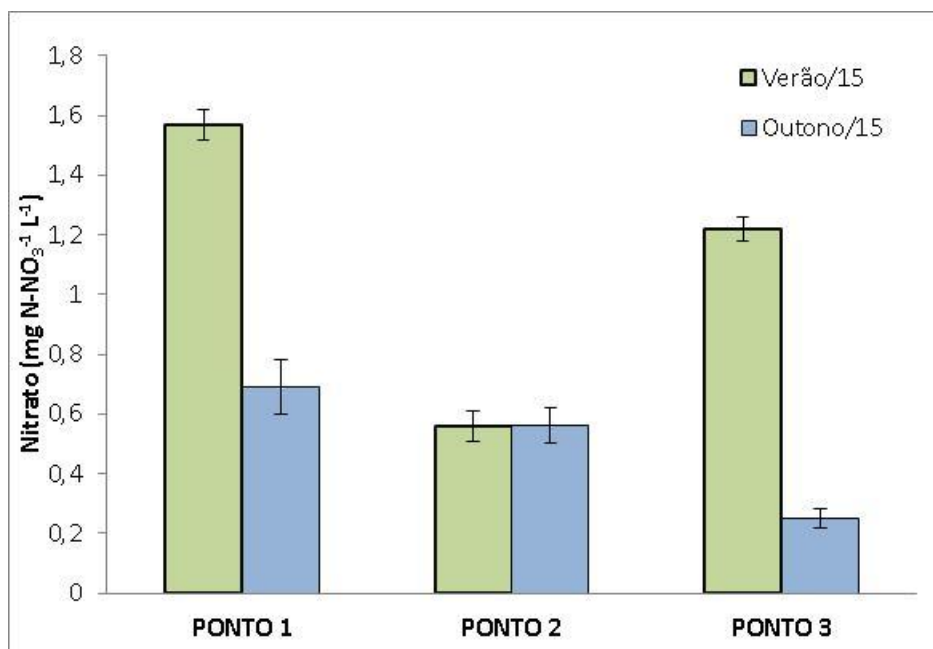


Figura 10 - Valores para as concentrações de Nitrato nas coletas realizadas no verão e outono 2015.

A resolução CONAMA 357/05 estabelece para os rios classe 2 o teor máximo de 10 mg N/ L . Todas as amostras atenderam esta determinação.

A concentração de nitrato, juntamente com o fosfato é considerado fator limitante ao crescimento da comunidade fitoplantônica, sendo para ambientes lênticos, $1,27 \text{ mg L}^{-1}$ e para ambientes lóticos, $2,18 \text{ mg L}^{-1}$ (ARRUDA 2014).

Admitindo que as amostras dos pontos 1 e 2 são provenientes do trecho lêntico e que o ponto 3 na foz apresenta características lóticas, não estaria de acordo com Arruda (2014) apenas a concentração de $1,57 \text{ mg L}^{-1}$ verificada no ponto 1 para o verão de 2015. Para a variação apresentada, pode ser resultante da ocorrência de dejetos suínos proveniente de criatórios na região de coleta e a relação com atividades de fertirrigação.

Em pesquisa desenvolvida na foz do Rio São Francisco Falso, tributário do Reservatório de Itaipu, foram verificados valores de $0,19$ a $0,32 \text{ mg L}^{-1}$ (Silva *et al*, 2010). O valores são inferiores a maioria das determinações realizadas neste estudo, exceto com às realizadas no outono de 2015 para o ponto 3.

Para o fosfato, na figura 11 que não houve variação entre os pontos e datas de coleta, ambos foram menores que o limite de detecção usados no método de ensaio. BUCCI *et al* (2014), ao avaliarem a qualidade da água de afluentes de reservatórios na região centro oeste do Brasil, encontraram as maiores concentrações de fosfato no mês de julho após episódios de chuvas isso pode ocorrer segundo ao autor devido fontes difusas de poluição.

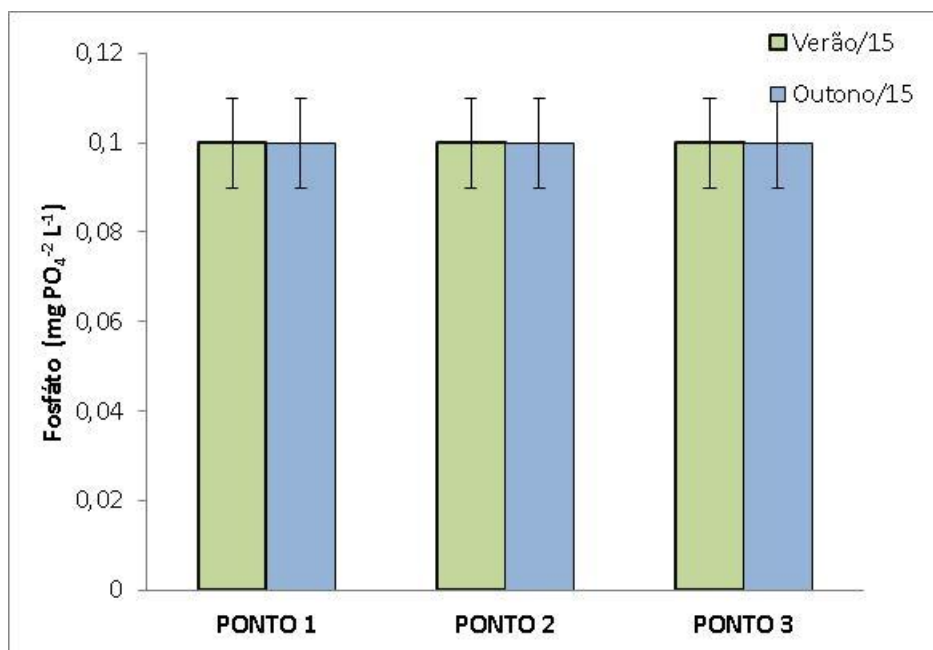


Figura 11- Valores das concentrações de Fosfato para as coletas realizadas no verão e outono 2015.

A coleta realizada no verão, ocorreu em período posterior a chuvas de fevereiro e como esperado, são observados os valores mais altos de concentração destes nutrientes, pois espécies como o fosfato são adsorvidas as partículas minerais e pelo escoamento superficial atingem os corpos aquáticos. Segundo Silva *et al* (2010) este processo é comum às espécies do nitrogênio provindas da adubação agrícola. Pela elevação nas concentrações do ponto 2 para o ponto 3 há presença de fontes difusas, uma vez que a concentração aumenta em função da vazão do rio.

5.2.7 Turbidez

Para este parâmetro foi observado o maior e menor valor de turbidez no ponto 3, 18,74 UNT para a primeira coleta e 6,12 UNT para a segunda coleta, Figura 12. A ausência de mata ciliar neste ponto, indícios de erosão como já mencionado e a pluviosidade do mês de fevereiro provavelmente tenham contribuído para que houvesse o maior resultado. O valor de 100 UNT é fixado como limite máximo pela Resolução CONAMA 350/05 para águas classe 2. Todas as determinações realizadas foram inferiores a este limite.

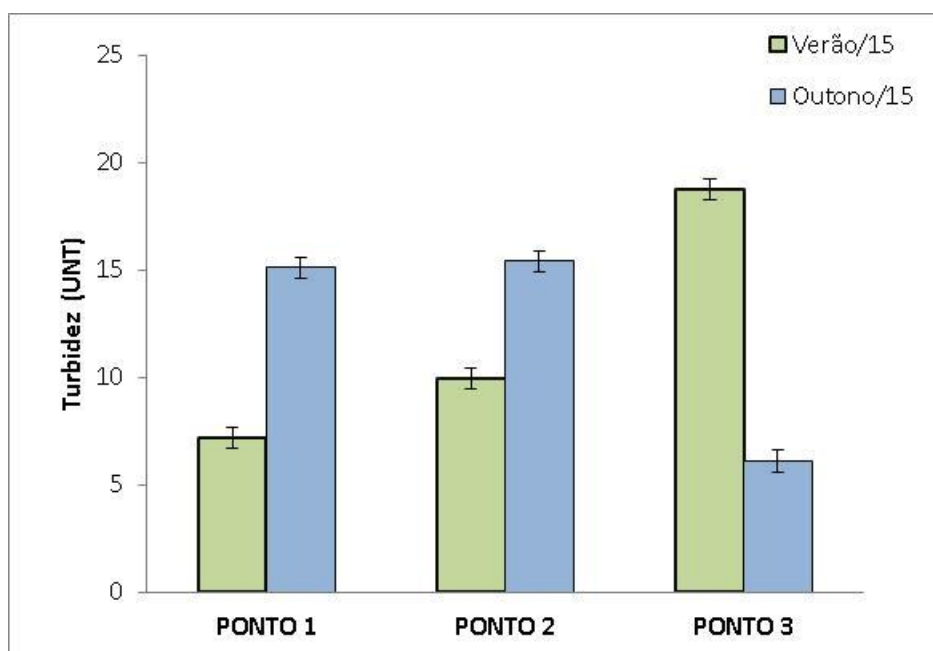


Figura 12 - Valores de Turbidez para as coletas realizadas no verão e outono 2015.

Outras fortes evidências são os lançamentos de esgotos domésticos nesta região, principalmente pelo tributário Rio Alegria atravessar a cidade de Medianeira e ser o corpo receptor do efluente de algumas agroindústrias. Lamparell (2004), ao monitorar tributários de reservatórios no estado de São Paulo verificou maiores valores de turbidez próxima a zonas urbanas.

Bucci *et al* (2014) verificaram maiores resultados de turbidez em afluentes que nos reservatórios pesquisados em Minas Gerais região sudeste do Brasil. Esta característica é observada na campanha realizada no outono, em um período de maior estiagem, do que o ocorrido nos meses de verão onde a pluviosidade e o carreamento de particulados aumentou a turbidez na foz do manancial em estudo.

5.2.8 Sólidos Totais

No teor de sólidos totais estão inclusas a matéria solúvel e em suspensão. Da fração dissolvida, a principal contribuição provém da matéria orgânica e devido a medidas de DBO serem relativamente baixas sugere-se que a principal matéria responsável pela concentração de sólidos obtida é a suspensa. Fato este que corrobora com as medidas de turbidez observadas.

De acordo com a Figura 13 o comportamento dos resultados de sólidos totais se assemelham com a turbidez apresentando o maior valor de 247mg/ L no ponto 3 primeira coleta, 23,8 mg L⁻¹ segunda coleta também ponto 3. Essa relação segundo Buzelli Cunha-Santino (2013) reflete a condição do local em relação ao aporte de nutrientes. Acrescentam ainda que a concentração de sólidos pode causar impacto na comunidade de produtores primários, já que dificulta a passagem da radiação solar na água.

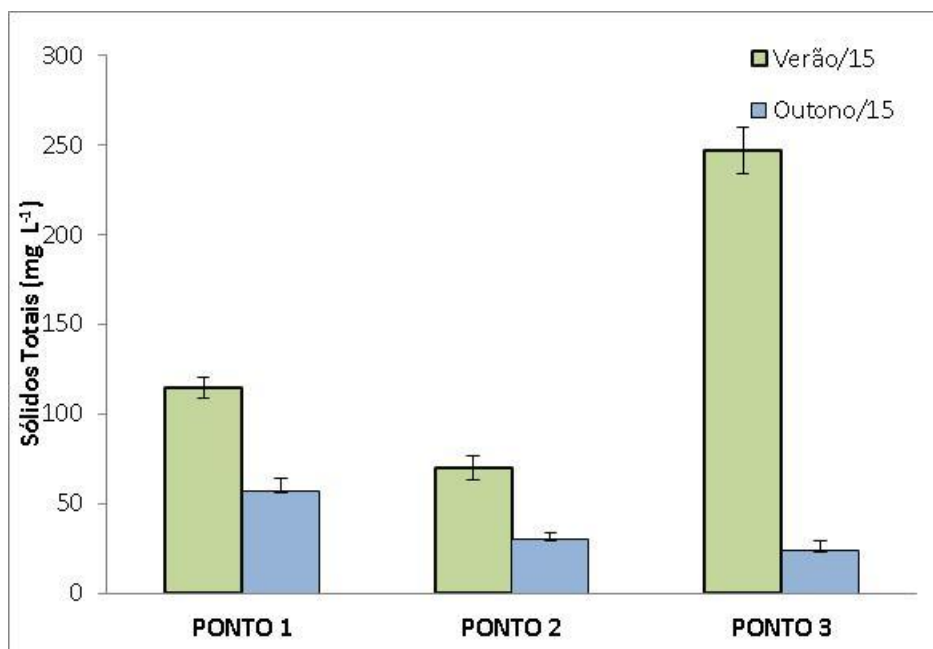


Figura 13 - Valores de Sólidos Totais para as coletas realizadas no verão e outono 2015.

Na ótica de ANA (2009), a comunidade planctônica pode sofrer com o aporte de sólidos no corpo hídrico, da mesma forma a comunidade bentônica,

visto que estas partículas se depositam no leito dos corpos hídricos destruindo habitats. Além dos problemas de ordem ambiental ocorrem também os problemas econômicos, o aumento de aporte de sólidos é a maior causa de assoreamentos de rios e redução da vida útil de reservatórios.

5.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para o IQA foram utilizados os resultados das análises, e inseridos em uma planilha eletrônica (Apêndice A) configurada com as equações preditivas de cada variável. Na tabela 8 são apresentados os valores de IQA e nível de qualidade por ponto e coleta.

Tabela 8 - Valores calculados por ponto e coleta.

Outono/2015			Verão/2015		
Ponto	IQA	Nível de qualidade	Ponto	IQA	Nível de qualidade
P 1	59	Boa	P 1	61	Boa
P 2	69	Boa	P 2	65	Boa
P 3	75	Boa	P 3	76	Boa

A Figura 14 apresenta as faixas de qualidade de água por estação e por ponto amostral conforme recomendações da CETESB, (2008).

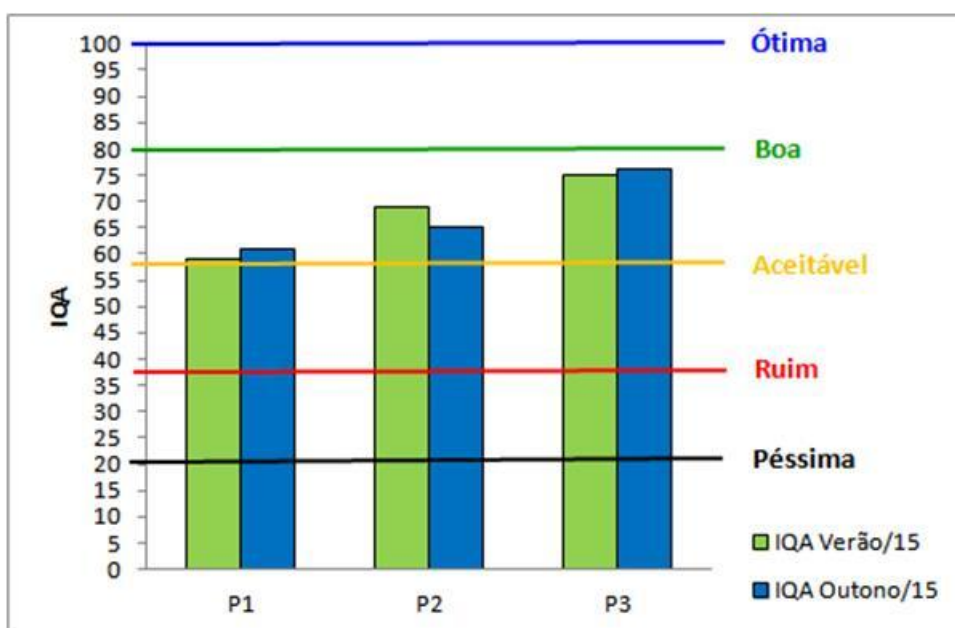


Figura 14 - Valores de IQA e faixas de qualidade para as coletas Realizadas no verão e outono 2015.

Na Figura 15 são representados os resultados do IQA obtidos nas duas estações ao longo dos três pontos no Rio Ocoí. A classificação do IQA para todas as coletas e pontos amostrais foi a condição “Boa” ($51 \leq \text{IQA} < 79$), uma vez que os valores variaram de 59 a 76.

Foi possível verificar a elevação das notas em ambas as coletas quando comparados os pontos, sugerindo à melhoria na qualidade das águas à medida que o Rio Ocoí avança para sua foz no Reservatório de Itaipu. Este comportamento tem relação com a diluição dos contaminantes, mais acentuados no ponto 1, por aumento na vazão e volume de águas decorrentes da tributação de afluentes e do processo de autodepuração.

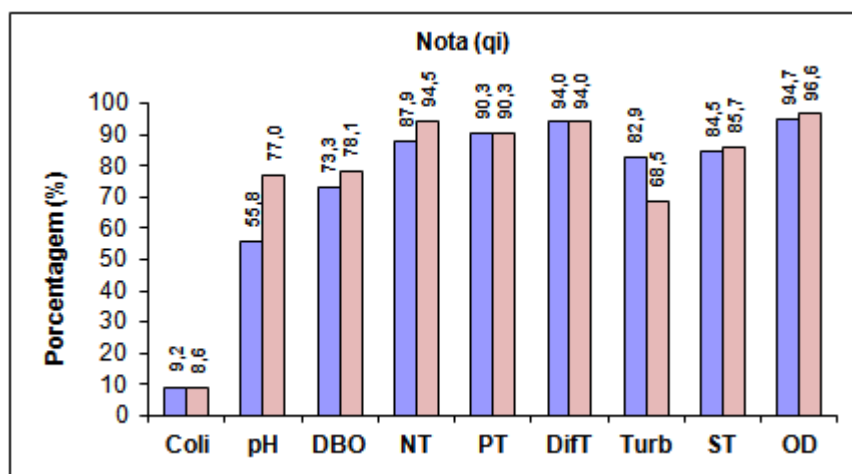


Figura 15 - Notas individuais por variáveis do IQA para o ponto 1

Nas Figuras 16 e 17 são apresentados os percentuais para cada variável de forma individual por coleta para cada ponto, permitindo a identificação daquelas que mais elevaram e reduziram o valor do IQA.

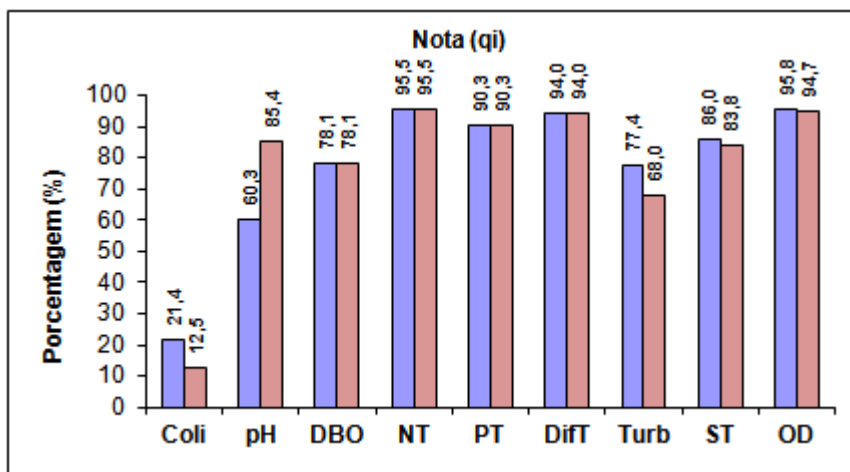


Figura 16 - Notas individuais por variáveis do IQA para o ponto 2

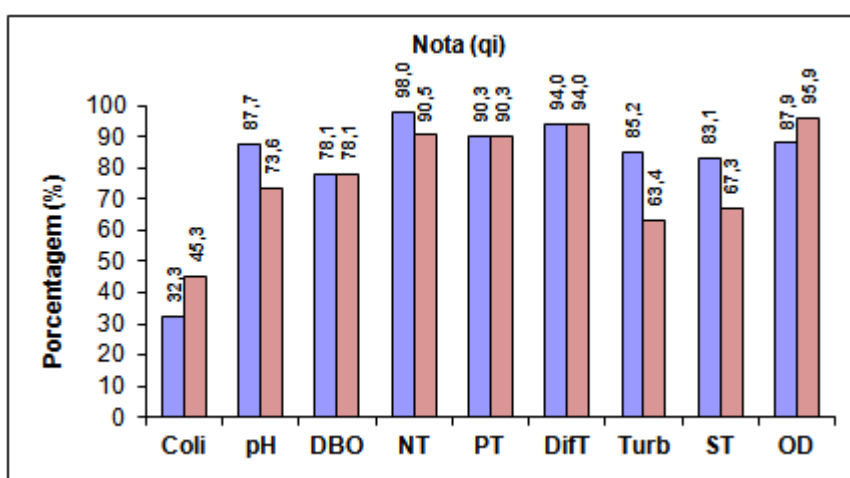


Figura 17 - Notas individuais por variáveis do IQA para o ponto 3

O ponto 1 apresentou IQA inferior aos demais. Este comportamento foi observado nas duas coletas e corrobora com o baixo desempenho na variável coliforme termotolerante conforme observado na figura 15. Para os demais pontos a variável mencionada também foi a mais crítica, seguida da turbidez e do pH para os pontos 1 e 2 (figuras 16 e 17). Em contrapartida, o Nitrato foi o parâmetro que mais contribuiu para elevação da nota, seguido do Oxigênio Dissolvido nos pontos 1 e 2.

Cunha et al (2013) chama a atenção, para o fato de que as análises isoladas das variáveis que compõem o IQA, para o fato de que o valor isolado deste índice não é suficiente para uma boa análise da qualidade de água já que, as oscilações das variáveis do IQA compensam umas às outras mantendo o índice relativamente estável em um patamar, esta relativa estabilidade mascara flutuações importantes no ambiente, que devem ser monitoradas e analisadas com maior cuidado, como é o caso da variável coliformes.

Nesta mesma linha, Bucci *et al* (2014), ressalta a necessidade de um diagnóstico integrado entre as características do meio físico e as de qualidade da água. Não apenas o uso e ocupação do solo alteram a qualidade dos recursos hídricos como também geologia, tipo de solo, regime de vazões entre outros. Portanto o uso do solo rural e urbano é um dos fatores que podem ser melhores gestados pelo homem no intuito de influenciar de forma negativa o mínimo possível.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A determinação do IQA permitiu avaliar os atributos físico-químicos, bioquímicos e microbiológicos expressando através de uma nota os resultados não desejáveis para população e para comunidade biológica.

O estudo apontou a qualidade das águas no Rio Ocoí como de qualidade “Boa” ou “Aceitável” de acordo com a metodologia da CETESB (2008). A variável Coliforme Termotolerantes não atendeu aos limites mínimos exigidos pela legislação 357/2005 CONAMA e foi a principal responsável pela redução no valor do IQA.

O uso do solo da microbacia possui relação direta com as cargas de poluentes que chegam até as águas do corpo hídrico, em especial no ponto 1 onde há atividade suinícola a montante.

Os resultados indicam a importância e necessidade de realização de pesquisas mais detalhadas no tocante a qualidade das águas para abastecimento público e manutenção de vida nesses habitats que sofrem com a degradação antropogênica.

Somado a isto, se faz necessária a implementação de políticas e tecnologia adequadas para o tratamento dos dejetos animais e esgoto domésticos das propriedades rurais de modo a minimizar seus impactos no corpo hídrico. Além da restauração das matas ciliares e técnicas conservacionistas de solo e pastagens de modo a reduzir o transporte de sedimentos e nutrientes das áreas agrícolas abundantes na região.

REFERÊNCIAS

Andrade, L. A.; Leite, I. M.; Tiburtino, U.; Brabosa, M. R. **Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba.** Cerne, v.11, n.3, 2005.

AMARAL, A.L.P. **Microrganismos indicadores de qualidade de água.** 40f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em microbiologia)-Instituto do ciências biológicas, universidade federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

ARRUDA, Nicole.M.B.de. **Avaliação de variáveis de qualidade de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas de Foz do Areia, Segredo e Caxias, como instrumento de gestão de bacias hidrográficas.**227f.Tese (Doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. Curitiba,2014.

BARP, A.R.B.; LOUZADA, A.F. **Reflexão sobre conflitos relativos aos usos múltiplos da água no reservatório de Tucuruí: subsídios à gestão dos recursos hídricos.**In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 4.,2008, Brasília anais...Brasília Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade, 2008.

BAUMGARTNER, Gilmar et al. **Fish larvae from the upper Paraná River: do abiotic factors affect larval density?**. *Neotrop. ichthyol.* [online]. 2008, vol.6, n.4, pp. 551-558.

BERTOSSI, A.P.A.; CECÍLIO, A.R.; NEVES, A.M.; GARCIA, O.G. **Qualidade da água em microbacias hidrográficas com diferentes coberturas do solo no sul do Espírito Santo.** Revista Árvore, Viçosa-MG , v.37, n.1, p.107-117, 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646> Acesso em: 20 de junho 2014.

BRASIL. Ministérios do Meio Ambiente - Conselho Nacional do Meio ambiente. **Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes e da outras providências. Disponível em: ><http://www.mma.gov.br/port/Conama>>. Acesso em: 20 de junho 2014

BUCCI, S.H.M.; OLIVEIRA, C.F.L. **Índices de qualidade da água e de estado trófico na represa DR. João Penido (Juiz de Fora, MG).** Rev. Ambient. Água vol. 9 n. 1 Taubaté - Jan. / Mar. 2014.

BUZELLI, G.M.; CUNHA-SANTINO, M.B.D. Diagnóstico da qualidade da água e do estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & água**, v.8, n.1, p.186-205, 2013.

BUENO, G. W.; MARENGONI, N. G.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; BOSCOLO, W. R.; TEIXEIRA, R. A. **Estado trófico e bioacumulação do fósforo total no cultivo de peixes em tanques-rede na área aquícola do reservatório de Itaipu.** Acta Sci. Biol. Sci. Maringá, v. 30, n. 3, p. 237-243, 2008.

CARVALHO, Y.M.C.; MORAES, J.F.L.; MENEZES, L.B.; MARTINS, S.S.A. **A legislação brasileira de recursos hídricos com instrumentalização à gestão compartilhada.** Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária, v.1, n.1, p.112-134, 2008.

CANTER, L. W. **Manual de evaluación de Impacto Ambiental : Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto.** MacGrawHill. Madrid, España. 1998. 841p.

Cavalheiro, A. L., J. M. D. Torezan e L. Fadelli. 2002. **Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas.** Páginas: 213-224 em M. E. Medri, E. Bianchini, O. A. Shibatta, e J. A. Pimenta, editores. A bacia do rio Tibagi. Londrina, PR.

CERVELIN, P. C.; COSTA, V.H.D.; SILVA, G.S.; SOUZA, E.R.; **Influência das fontes difusas de poluição hídrica no comportamento do ph nas águas da sub-bacia do Rio Ocoí, tributário do reservatório de itaipu – bacia do paraná** iii.10ª semana de química unioeste Toledo-Paraná, 2006.

CETESB. **Índice de qualidade as águas**, 2008. Disponível em <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios> Acessado em 01/03/215.

CHEN, M; SCHLIEP, M.; WILLOWS, R.D.; CAI, Z.L.; NEILAN, B.A.; SCHEER, H. **A red-shifted chlorophyll.** Science, v.329, n.5997, p.1318-1319. 2010.

COSTA, L.L.; CEBALLOS, B.S.O.; CELEIDE, M.B.S.; CAVALCANTI, M.L.F. **Eficiência de wetlands construídos com dez dias de retenção hidráulica na remoção de colílagos e bacteriólagos.** Revista de Biologia e Ciências da Terra. v.3, Paraíba, n.1, 2003.

CUNHA, D.G.F; CALIJURI, M.C.; MENDIONDO, E.M. **Integração entre curvas de permanência de quantidade e qualidade da água como uma ferramenta para a gestão eficiente dos recursos hídricos.** vol.17 no.4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2012.

CUNHA, R.W.; GARCIA JR., M. D. N.; ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. **Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil.** Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]. 2013, vol.17, n.7, pp. 770-779. ISSN 1807-1929.

Donadio, N. M. M.; Galbiatti, J. A.; Paula, R. C. de. **Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil.** Engenharia Agrícola, v.25, n.1, p.115-125, 2005.

ESTEVEZ F. de A. **Fundamentos de limnologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FUZINATTO, C. F. **Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água.** Florianópolis: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

GEUS, J.A.M.D.; LIMA, I.A.D. **Análise de coliformes totais e fecais: um comparatibo entre técnicas oficiais VRBA e petrifilm EC aplicados em uma indústria de carnes.**In: Encontro de engenharia e tecnologia dos campos gerais, 2., 2006. Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa, 2006. p.1-6.

GOLDEMBERG.J.; LUCON,O. **Energia meio ambiente & desenvolvimento.** São Paulo: Edusp, 2011. 400 p.

HEINTZE, R.C.; SCHMIDT, D.T. **Diagnóstico do ambiente aquático da foz do Rio Ocoy por meio de indicadores microbiológicos e físicoquímicos.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

IAP- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Monitoramento da Qualidade das Águas de Reservatórios do Estado do Paranáno Período de 2005 a 2008.**

LARKUM, A.W.D.;KUHL, M. **Chlorophyllid: the puzzle resolved.** Trends in plant Science, v.10, n.8, p.355-357, 2005.

MERTEN,G.H.; MINELA,J.P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para sobrevivência futura.** Agroecol. e desenvol. rur.sustent.,v.3,n.4, p.33-38, 2002.

MENEGOL, S.; MUCELIN, C.A.;JUCHEN, C.R. **Avaliação de Características Físico-químicas do Leito do Rio Alegria.** Revista Sanare, vol.18, nº 8, Julho-Dezembro, Curitiba, 2002.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento

Sustentável de Minas Gerais (SEMAD). **Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA)**: estabelecimento das equações do índice de qualidade das águas (IQA). Relatório 1, 2005. Belo Horizonte: SEMAD, 2005. Disponível em: <<http://www.engenhariaambiental.unir.br/admin/prof/arq/calculo-IQA.pdf>>. Acesso em: 12/01/2015.

MOSCA, A.A; **Caracterização Hidrológica de duas Microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental do manejo de florestas plantadas**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura. São Paulo, 2003.

NOVOTNY, V. **Water quality**: diffuse pollution and watershed management. New York: J. Wiley, 2003.

ONG, S. T. Y.; CHEN, W. Modeling the relationship between land use and surface water quality. **Journal of Environmental Management**, New York, v. 66, p. 377-393, 2002.

PINEDA, M.D.; SCHÄFER, **A adequação de critérios e métodos de avaliação da qualidade de águas superficiais baseada no estudo ecológico do rio Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil**. Ciência e Cultura, v.39, p.198-206, 1987.

PINTO, F.B.D.; SILVA, M.A.; MELLO, R.C.; COELHO, G. **Qualidade da água do ribeirão lavrinha na região alto rio grande – MG, Brasil**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 33, n. 4, p. 1145-1152, jul./ago. 2009.

PRESTES, T. M. V.; ZANINI A.; MONEGO, M. L. D.; OLIVEIRA, K.; KREUTZ, J.; THOMAS, N.; BUCHELT, N. **ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DAS ÁGUAS DO RIO ALEGRIA E DE SEU AFLUENTE RIO BOLINHA DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA, PR, BRASIL**. REVISTA DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS, Canoas, v.5, n.2, p. 15 a 24, 2011.

QUINÁIA, P.S.; BELO, A.; PLETSCHE, L. A.; **Avaliação da contaminação de metais em sedimentos superficiais das praias do Lago de Itaipu**. Paraná, 2010.

RAST, W.; THORNTON, J.A. **Trends in eutrophication research and control**. Hydrological processes, v.10, n.2 p.295-313, 1996.
MOTA, S. Introdução a engenharia ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 388p.

SILVA, A.E.P.; ANGELIS, C.F.; MACHADO, L.A.T. **Influência da precipitação na qualidade da água do rio purus**. Acta Amazonica, v. 38, n.4, p.733-742, 2008.

ESTEVEES, F.A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. P.602.

SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. **Um novo índice de qualidade de águas para proteção de vida aquática aplicado ao rio Atibaia, região de Campinas/Paulínea – SP.** Química Nova, v.29, n.4, p.689-694, 2006.

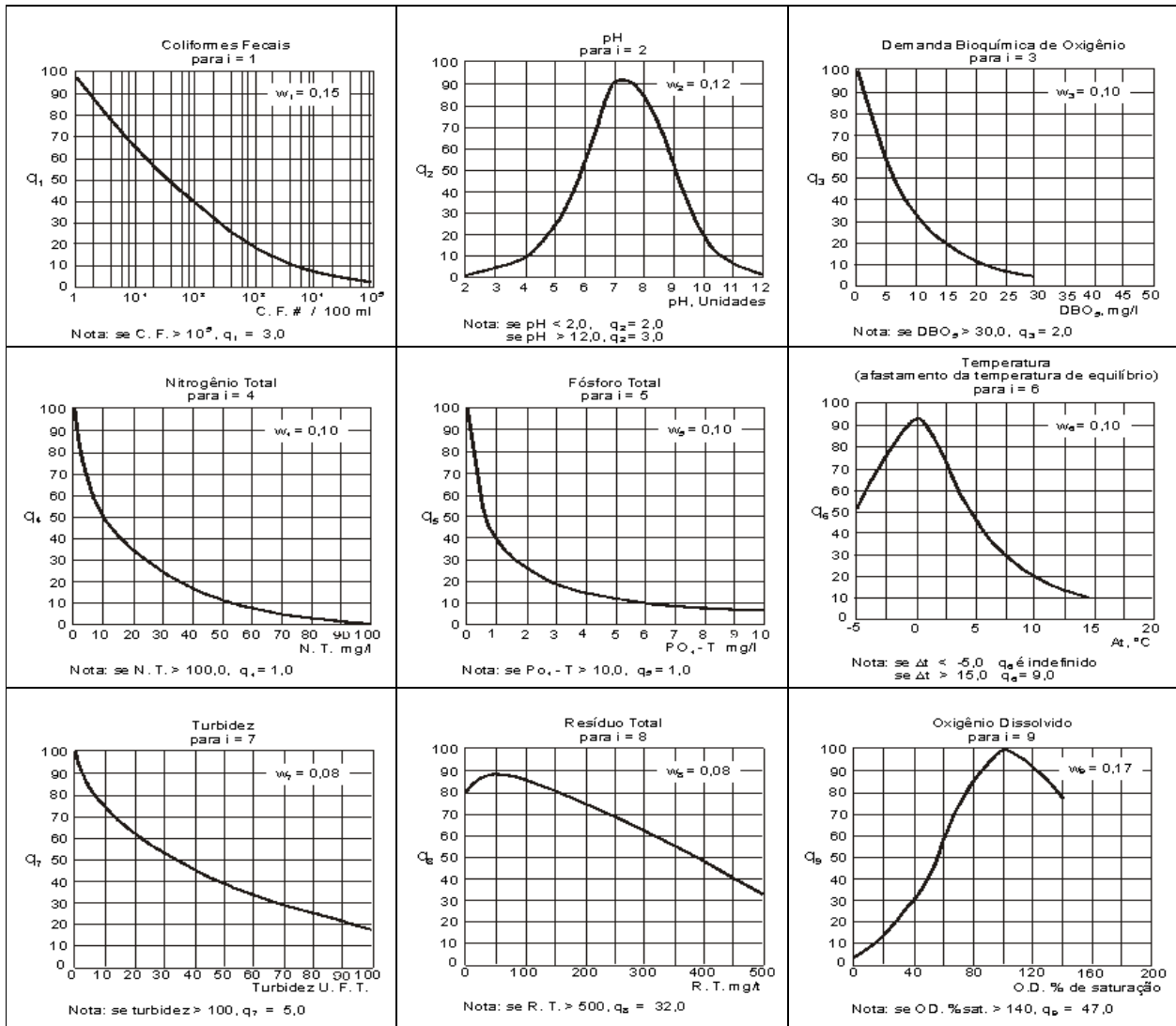
SILVA, Gilmar Silvério da; MIOLA, Sandra; SILVA, Gilberto Silvério da and SOUSA, Eliane Rodrigues de. **Avaliação da qualidade das águas do Rio São Francisco Falso, tributário do reservatório de Itaipu, Paraná.** *Eclet. Quím.* [online]. 2010, vol.35, n.3.

TOLEDO, G.L.; NICOLELLA, G. **Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano.** Scientia Agricola, v.59, n.1, p.181-186, jan./mar. 2002.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

ZANINI, L.A.A.; AMARAL, L.A.; ZANINI, R.J.; TAVARES, S.H.L. **Caracterização da água da microbacia do córrego rico avaliada pelo índice de qualidade de água e de estado trófico.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.30, n.4, p.732-741, jul./ago. 2010.

APÊNDICES



Parâmetro	Limite mínimo (>)	Limite máximo (≤)	Equação de q _i
Log ₁₀ (coliformes termotolerantes)	0	1	100 - 33*logC
	1	5	100 - 37,2*logC + 3,60743*logC ²
	5		3
pH	0	2	2
	2	4	13,6 - 10,6*pH + 2,4364*pH ²
	4	6,2	155,5 - 77,36*pH + 10,2481*pH ²
	6,2	7	-657,2 + 197,38*pH - 12,9167*pH ²
	7	8	-427,8 + 142,05*pH - 9,695*pH ²
	8	8,5	216 - 16*pH
	8,5	9	1415823*EXP(-1,1507*pH)
	9	10	228 - 27*pH
	10	12	633 - 106,5*pH + 4,5*pH ²
DBO	0	5	99,96*EXP(-0,1232728*C)
	5	15	104,67 - 31,5463*LOG10(C)
	15	30	4394,91*C ^{1,99809}
	30		2
Nitrogênio total (mgN/L)	0	10	100 - 8,169*C + 0,3059*C ²
	10	60	101,9 - 23,1023*LOG10(C)
	60	100	159,3148*EXP(-0,0512842*C)
	100		1
Fósforo (mgPO4/L)	0	1	99*EXP(-0,91629*C)
	1	5	57,6 - 20,178*C + 2,1326*C ²
	5	10	19,8*EXP(-0,13544*C)
	10		5
Diferença de temperatura			94 (assumido o valor constante de 94 pela CETESB, por se considerar que, nas condições brasileiras, a temperatura dos corpos d'água não se afasta da temperatura de equilíbrio)
Turbidez (UNT)	0	25	100,17 - 2,67*Turb + 0,03775*Turb ²
	25	100	84,76*EXP(-0,016206*Turb)
	100		5
Sólidos totais (mg/L)	0	150	79,75 + 0,166*C - 0,001088*C ²
	150	500	101,67 - 0,13917*C
	500		32
Percentagem de saturação de OD (%)	0	50	3 + 0,34*(%sat) + 0,008095*(%sat) ² + 1,35252*0,00001*(%sat) ³
	50	85	3 - 1,166*(%sat) + 0,058*(%sat) ² - 3,803435*0,0001*(%sat) ³
	85	100	3 + 3,7745*(%sat) ^{0,704889}
	100	140	3 + 2,9*(%sat) - 0,02496*(%sat) ² + 5,60919*0,00001*(%sat) ³
	140		3+47
	Concentração de saturação de OD (mg/L)		C _s = (14,62 - 0,3898*temp + 0,006969*temp ² - 0,00005896*temp ³)*(1 - 0,0000228675*altitude) ^{5,167}
	Percentagem de saturação (%)		100*OD/C _s

IQA - National Sanitation Foundation

Preencher as células em amarelo:	
Altitude (m):	369
Temperatura do líquido (oC):	23,5
OD da amostra (mg/L)	9,0

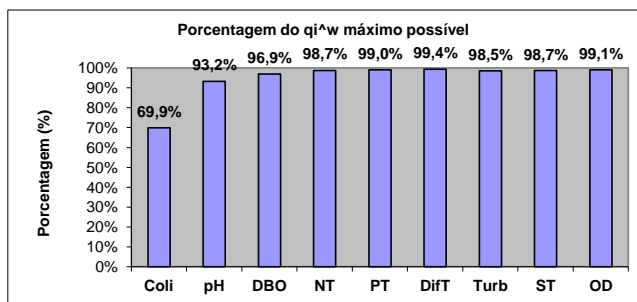
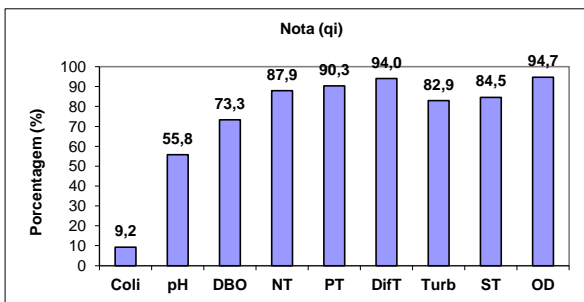
PONTO 01 - COLETA 01

Parâmetro	Nomenclatura	Unidade	Resultados da análise de água	Nota qi (0 a 100)	Peso w	qi*w	qi*w máximo possível (=100*w)	Porcentagem do qi*w máximo possível (%) (nota/qi máx poss)
Coli termotoleran	Coli	NMP/100mL	9300	9,2	0,15	1,39	2,00	69,9%
pH	pH		5,90	55,8	0,12	1,62	1,74	93,2%
DBO5	DBO	mg/L	2,52	73,3	0,10	1,54	1,58	96,9%
Nitrogênio total	NT	mgN/L	1,57	87,9	0,10	1,56	1,58	98,7%
Fósforo total	PT	mgP/L	0,10	90,3	0,10	1,57	1,58	99,0%
Difer. temperatur.	DifT	oC	23,5	94,0	0,10	1,58	1,58	99,4%
Turbidez	Turb	NTU	7,19	82,9	0,08	1,42	1,45	98,5%
Sólidos totais	ST	mg/L	114	84,5	0,08	1,43	1,45	98,7%
OD	OD	% satur	109,8	94,7	0,17	2,17	2,19	99,1%

IQA = 59

Interpretação

NSF (IGAM-MG)		CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótima	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Boa	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20



Obs:

- Porcentagem do qi*w máximo possível para cada parâmetro: permite comparar os parâmetros na mesma base; o valor de 100% indica que o parâmetro está na melhor qualidade possível
- Caso se disponha do valor da percentagem de saturação de OD, o valor pode ser entrado diretamente na célula correspondente
- O IQA da NSF usa nitrito; a CETESB modificou para N total
- O valor de fósforo total fornecido acima (mgP/L) é internamente convertido a mg fosfato/L, que é o parâmetro utilizado no IQA. Caso a análise de água apresente o valor de fósforo como mg fosfato/L, dividir o valor da análise por 3,066, para converter para mgP/L.

IQA - National Sanitation Foundation

Preencher as células em amarelo:

Altitude (m):	369
Temperatura do líquido (oC):	23,5
OD da amostra (mg/L)	8,7

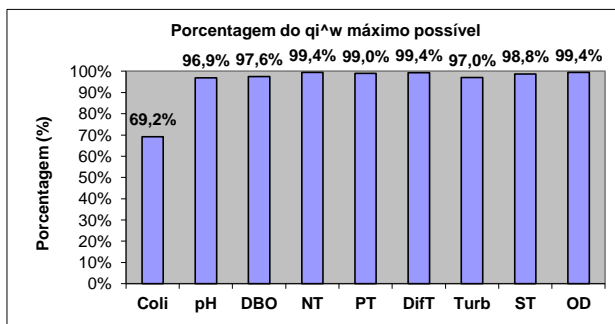
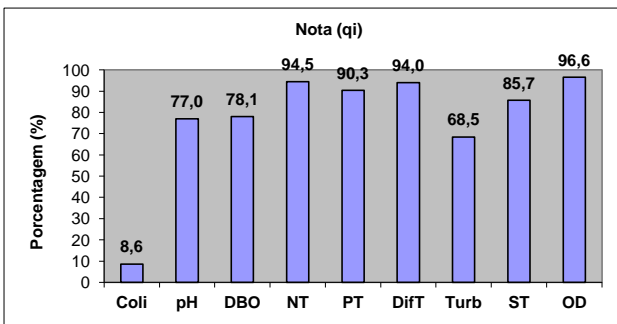
PONTO 01 - COLETA 02

Parâmetro	Nomenclatura	Unidade	Resultados da análise de água	Nota qi (0 a 100)	Peso w	qi*w	qi*w máximo possível (=100*w)	Porcentagem do qi*w máximo possível (%) (nota/qi máx poss)
Coli termotolerar	Coli	NMP/100mL	11000	8,6	0,15	1,38	2,00	69,2%
pH	pH		6,40	77,0	0,12	1,68	1,74	96,9%
DBO5	DBO	mg/L	2	78,1	0,10	1,55	1,58	97,6%
Nitrogênio total	NT	mgN/L	0,69	94,5	0,10	1,58	1,58	99,4%
Fósforo total	PT	mgP/L	0,10	90,3	0,10	1,57	1,58	99,0%
Difer. temperat.	DifT	oC	23,5	94,0	0,10	1,58	1,58	99,4%
Turbidez	Turb	NTU	15,1	68,5	0,08	1,40	1,45	97,0%
Sólidos totais	ST	mg/L	57,2	85,7	0,08	1,43	1,45	98,8%
OD	OD	% satur	106,4	96,6	0,17	2,17	2,19	99,4%

IQA = 61

Interpretação

NSF (IGAM-MG)		CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótima	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Boa	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20



Obs:

- Porcentagem do qi*w máximo possível para cada parâmetro: permite comparar os parâmetros na mesma base; o valor de 100% indica que o parâmetro está na melhor qualidade possível
- Caso se disponha do valor da porcentagem de saturação de OD, o valor pode ser entrado diretamente na célula correspondente
- O IQA da NSF usa nitrato; a CETESB modificou para N total
- O valor de fósforo total fornecido acima (mgP/L) é internamente convertido a mg fosfato/L, que é o parâmetro utilizado no IQA. Caso a análise de água apresente o valor de fósforo como mg fosfato/L, dividir o valor da análise por 3,066, para converter para mgP/L.

IQA - National Sanitation Foundation

Preencher as células em amarelo:	
Altitude (m):	240
Temperatura do líquido (oC):	23,6
OD da amostra (mg/L)	8,9

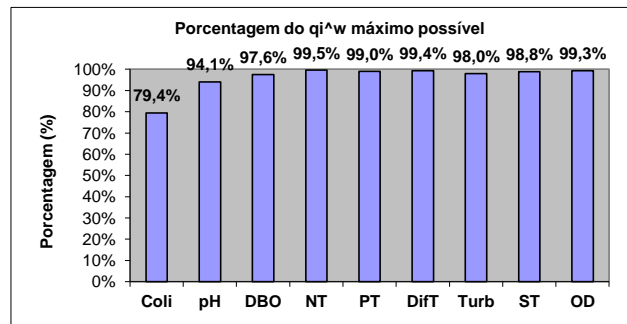
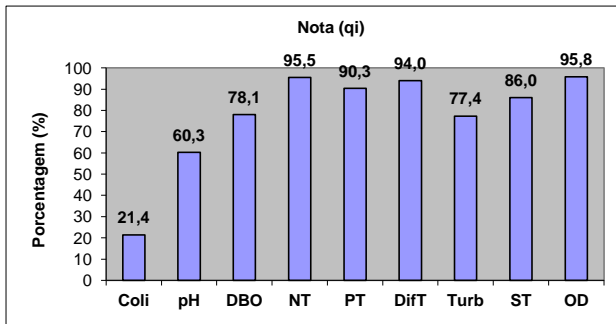
PONTO 02 - COLETA 01

Parâmetro	Nomenclatura	Unidade	Resultados da análise de água	Nota qi (0 a 100)	Peso w	qi*w	qi*w máximo possível (=100*w)	Porcentagem do qi*w máximo possível (%) (nota/qi máx poss)
Coli termotolerar	Coli	NMP/100mL	920	21,4	0,15	1,58	2,00	79,4%
pH	pH		6,00	60,3	0,12	1,64	1,74	94,1%
DBO5	DBO	mg/L	2	78,1	0,10	1,55	1,58	97,6%
Nitrogênio total	NT	mgN/L	0,56	95,5	0,10	1,58	1,58	99,5%
Fósforo total	PT	mgP/L	0,10	90,3	0,10	1,57	1,58	99,0%
Difer. temperatur.	DifT	oC	23,6	94,0	0,10	1,58	1,58	99,4%
Turbidez	Turb	NTU	9,94	77,4	0,08	1,42	1,45	98,0%
Sólidos totais	ST	mg/L	70	86,0	0,08	1,43	1,45	98,8%
OD	OD	% satur	107,9	95,8	0,17	2,17	2,19	99,3%

IQA = 69

Interpretação

NSF (IGAM-MG)		CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótima	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Boa	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20



Obs:

- Porcentagem do qi*w máximo possível para cada parâmetro: permite comparar os parâmetros na mesma base; o valor de 100% indica que o parâmetro está na melhor qualidade possível
- Caso se disponha do valor da percentagem de saturação de OD, o valor pode ser entrado diretamente na célula correspondente
- O IQA da NSF usa nitrato; a CETESB modificou para N total
- O valor de fósforo total fornecido acima (mgP/L) é internamente convertido a mg fosfato/L, que é o parâmetro utilizado no IQA. Caso a análise de água apresente o valor de fósforo como mg fosfato/L, dividir o valor da análise por 3,066, para converter para mgP/L.

IQA - National Sanitation Foundation

Preencher as células em amarelo:

Altitude (m):	240
Temperatura do líquido (oC):	24,7
OD da amostra (mg/L)	7,5

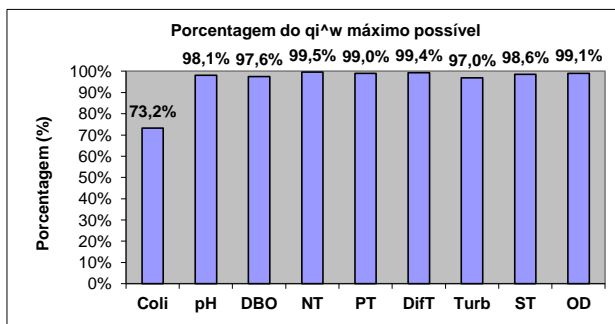
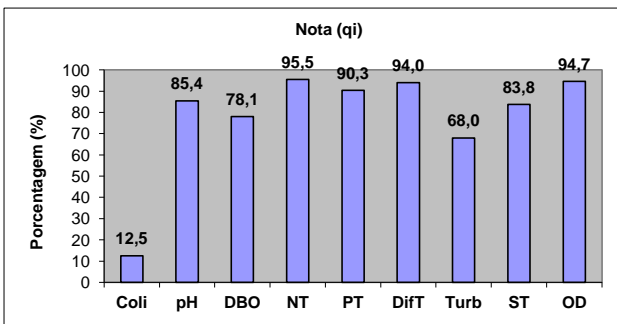
PONTO 02 - COLETA 02

Parâmetro	Nomenclatura	Unidade	Resultados da análise de água	Nota qi (0 a 100)	Peso w	qi*w	qi*w máximo possível (=100*w)	Porcentagem do qi*w máximo possível (%) (nota/qi máx poss)
Coli termotolerar	Coli	NMP/100mL	4300	12,5	0,15	1,46	2,00	73,2%
pH	pH		6,70	85,4	0,12	1,71	1,74	98,1%
DBO5	DBO	mg/L	2	78,1	0,10	1,55	1,58	97,6%
Nitrogênio total	NT	mgN/L	0,56	95,5	0,10	1,58	1,58	99,5%
Fósforo total	PT	mgP/L	0,10	90,3	0,10	1,57	1,58	99,0%
Difer. temperat.	DifT	oC	24,7	94,0	0,10	1,58	1,58	99,4%
Turbidez	Turb	NTU	15,43	68,0	0,08	1,40	1,45	97,0%
Sólidos totais	ST	mg/L	30,5	83,8	0,08	1,43	1,45	98,6%
OD	OD	% satur	92,4	94,7	0,17	2,17	2,19	99,1%

IQA = 65

Interpretação

NSF (IGAM-MG)		CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótima	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Boa	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20



Obs:

- Porcentagem do qi*w máximo possível para cada parâmetro: permite comparar os parâmetros na mesma base; o valor de 100% indica que o parâmetro está na melhor qualidade possível
- Caso se disponha do valor da porcentagem de saturação de OD, o valor pode ser entrado diretamente na célula correspondente
- O IQA da NSF usa nitrato; a CETESB modificou para N total
- O valor de fósforo total fornecido acima (mgP/L) é internamente convertido a mg fosfato/L, que é o parâmetro utilizado no IQA. Caso a análise de água apresente o valor de fósforo como mg fosfato/L, dividir o valor da análise por 3,066, para converter para mgP/L.

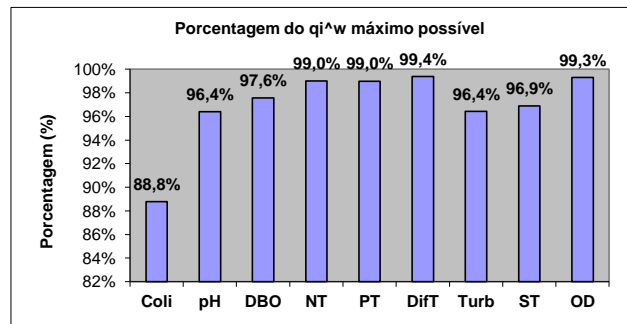
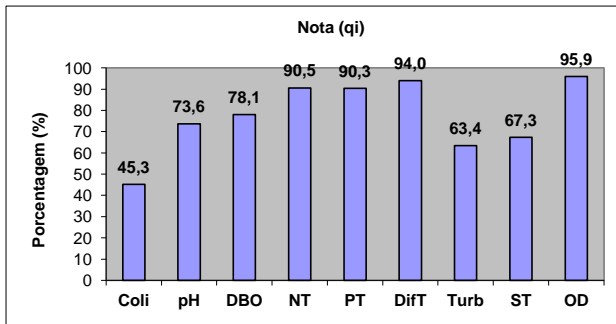
Preencher as células em amarelo:	
Altitude (m):	219
Temperatura do líquido (oC):	23,6
OD da amostra (mg/L)	8,9

Parâmetro	Nomenclatura	Unidade	Resultados da análise de água	Nota qi (0 a 100)	Peso w	qi^w	qi^w máximo possível (=100^w)	Porcentagem do qi^w máximo possível (%) (nota/qi máx poss)
Coli termotolerar	Coli	NMP/100mL	60	45,3	0,15	1,77	2,00	88,8%
pH	pH		6,30	73,6	0,12	1,68	1,74	96,4%
DBO5	DBO	mg/L	2	78,1	0,10	1,55	1,58	97,6%
Nitrogênio total	NT	mgN/L	1,22	90,5	0,10	1,57	1,58	99,0%
Fósforo total	PT	mgP/L	0,10	90,3	0,10	1,57	1,58	99,0%
Difer. temperat.	DifT	oC	23,6	94,0	0,10	1,58	1,58	99,4%
Turbidez	Turb	NTU	18,7	63,4	0,08	1,39	1,45	96,4%
Sólidos totais	ST	mg/L	247	67,3	0,08	1,40	1,45	96,9%
OD	OD	% satur	107,6	95,9	0,17	2,17	2,19	99,3%

IQA = 75

Interpretação

NSF (IGAM-MG)		CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótima	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Boa	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20



Obs:

- Porcentagem do qi^w máximo possível para cada parâmetro: permite comparar os parâmetros na mesma base; o valor de 100% indica que o parâmetro está na melhor qualidade possível
- Caso se disponha do valor da porcentagem de saturação de OD, o valor pode ser entrado diretamente na célula correspondente
- O IQA da NSF usa nitrato; a CETESB modificou para N total
- O valor de fósforo total fornecido acima (mgP/L) é internamente convertido a mg fosfato/L, que é o parâmetro utilizado no IQA. Caso a análise de água apresente o valor de fósforo como mg fosfato/L, dividir o valor da análise por 3,066, para converter para mgP/L.

IQA - National Sanitation Foundation

Preencher as células em amarelo:	
Altitude (m):	219
Temperatura do líquido (oC):	27,3
OD da amostra (mg/L)	6,4

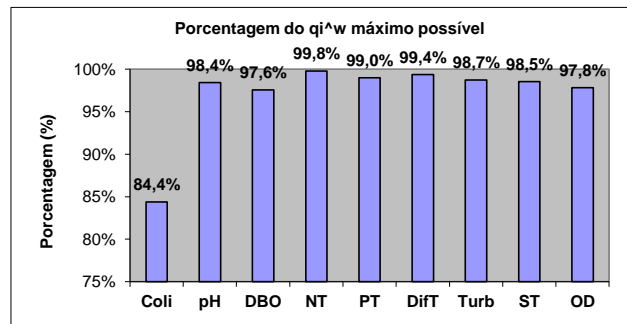
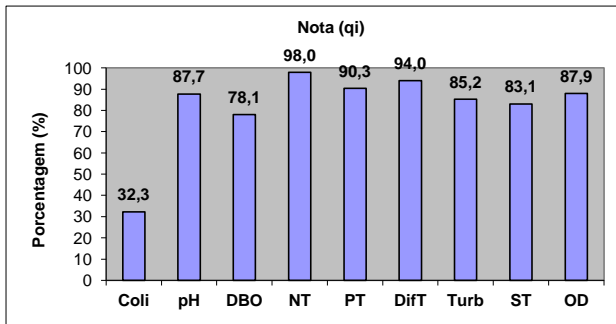
PONTO 03 - COLETA 02

Parâmetro	Nomenclatura	Unidade	Resultados da análise de água	Nota qi (0 a 100)	Peso w	qi*w	qi*w máximo possível (=100*w)	Porcentagem do qi*w máximo possível (%) (nota/qi máx poss)
Coli termotolerar	Coli	NMP/100mL	230	32,3	0,15	1,68	2,00	84,4%
pH	pH		6,80	87,7	0,12	1,71	1,74	98,4%
DBO5	DBO	mg/L	2	78,1	0,10	1,55	1,58	97,6%
Nitrogênio total	NT	mgN/L	0,25	98,0	0,10	1,58	1,58	99,8%
Fósforo total	PT	mgP/L	0,10	90,3	0,10	1,57	1,58	99,0%
Difer. temperat.	DifT	oC	27,3	94,0	0,10	1,58	1,58	99,4%
Turbidez	Turb	NTU	6,12	85,2	0,08	1,43	1,45	98,7%
Sólidos totais	ST	mg/L	23,8	83,1	0,08	1,42	1,45	98,5%
OD	OD	% satur	82,4	87,9	0,17	2,14	2,19	97,8%

IQA = 76

Interpretação

NSF (IGAM-MG)		CETESB	
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Ótima	80 ≤ IQA ≤ 100
Bom	70 < IQA ≤ 90	Boa	52 ≤ IQA < 80
Médio	50 < IQA ≤ 70	Aceitável	37 ≤ IQA < 52
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Ruim	20 ≤ IQA < 37
Muito Ruim	0 < IQA ≤ 25	Péssima	0 ≤ IQA < 20



Obs:

- Porcentagem do qi*w máximo possível para cada parâmetro: permite comparar os parâmetros na mesma base; o valor de 100% indica que o parâmetro está na melhor qualidade possível
- Caso se disponha do valor da porcentagem de saturação de OD, o valor pode ser entrado diretamente na célula correspondente
- O IQA da NSF usa nitrato; a CETESB modificou para N total
- O valor de fósforo total fornecido acima (mgP/L) é internamente convertido a mg fosfato/L, que é o parâmetro utilizado no IQA. Caso a análise de água apresente o valor de fósforo como mg fosfato/L, dividir o valor da análise por 3,066, para converter para mgP/L.