

**Análise do uso de solo de áreas de preservação permanente e da qualidade hídrica dos rios Itapemirim, Jucu, Benenvente e Santa Maria da Vitória (ES)****Analysis of soil use of areas of permanent preservation and water quality of rivers Itapemirim, Jucu, Benevente e Santa Maria da Vitória (ES)**

Recebimento dos originais: 28/12/2018

Aceitação para publicação: 25/01/2019

**Caio Henrique Ungarato Fiorese**

Graduando em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário São Camilo (ES)

Instituição: Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil

Endereço: Rua Alvino Marques, nº 195 - Vila Barbosa, Castelo – ES, Brasil

E-mail: caiofiorese@hotmail.com

**Herbert Torres**

Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo

Instituição: Centro Universitário São Camilo (ES) – Brasil

Endereço: Rua São Camilo de Léllis, nº 01 - Paraíso, Cachoeiro de Itapemirim – ES, Brasil

E-mail: herberttorres@saocamilo-es.br

**RESUMO**

A qualidade da água é um fator extremamente importante no que diz respeito ao abastecimento para consumo e uso humano. Vários cursos hídricos enfrentam problemas oriundos da ação antrópica como, por exemplo, ocupação desordenada próxima aos leitos dos rios e a consequente destruição da mata ciliar constituem algumas causas do comprometimento da qualidade de um corpo hídrico. O objetivo deste estudo foi compreender a situação do uso de solo de Áreas de Preservação Permanente (APP) de quatro corpos hídricos, discutir e relacionar com a qualidade da água com base em parâmetros físico-químicos, bem como propor sugestões para novos estudos e melhorias destes corpos hídricos. Foram estudados os rios Itapemirim, Jucu (Braço Norte e Braço Sul), Benevente e Santa Maria da Vitória, todos localizados no estado do Espírito Santo. Juntamente com o Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos, foram coletados os parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo, índice de qualidade da água (IQA), oxigênio dissolvido (OD) e turbidez. Todos em formato shapefile e referentes ao ano de 2014. No programa ArcGIS, por meio de suas ferramentas de edição, foram inseridos os pontos de análise nos rios que, por sua vez, foram delimitados conforme o banco de dados de uso de solo do estado do Espírito Santo, fornecido pelo Geobases/ES. As informações dos parâmetros foram obtidas e classificadas conforme a legislação vigente, considerando que todos os rios são de classe 2. Através das informações do Geobases/ES e do recurso *buffer*, do ArcGIS, foram feitas a determinação e quantificação das classes de uso de solo e na APP dos rios, considerando que todos os rios possuem largura acima de 10 metros. Foram traçados comparativos entre uso de solo e os resultados das análises dos parâmetros. Os parâmetros do rio Itapemirim estavam de acordo com a legislação vigente. Porém, os outros rios apresentaram pelo menos um parâmetro em desacordo com a legislação. Os índices de qualidade da água e oxigênio dissolvido foram, no mínimo, aceitáveis em todos os cursos hídricos. Quanto ao uso de solo, há maior predominância de pastagens nos rios considerados. A presença de construções edificadas foi maior no rio Itapemirim, e os índices de

mata nativa foram menores no rio Itapemirim, e maiores no rio Santa Maria da Vitória. Os piores valores de qualidade da água foram visualizados nos cursos hídricos da bacia do Rio Jucu. Há grande variabilidade de classes de uso de solo em todas as APPs, com maiores áreas de pastagem e mata (nativa e em estágio inicial de regeneração). Não foi possível estabelecer uma grande relação entre uso de solo no trecho considerado e alteração dos parâmetros avaliados. Reflorestamento de APPs, trabalhos de educação ambiental e maiores investimentos em tratamento de efluentes, são medidas fundamentais na melhoria da qualidade ambiental dos rios. Para futuros estudos, sugere-se monitorar com mais rigor os pontos considerados e coletar amostras de água sob condições climáticas diversas.

**Palavras-chave:** Impactos Ambientais; Mitigação; Monitoramento da Água; Ocupação nas Margens de Rios; Parâmetros Físico-Químicos.

## ABSTRACT

Water quality is an extremely important factor for human consumption and human consumption. Several water courses have faced problems of anthropic action, such as disorderly occupation near the river beds and a consequent destruction of the riparian forest in some causes of impairment of the quality of a water body. The objective of this study was to understand the use of the soil of the Permanent Preservation Areas (PPA) of four water bodies, to discuss and relate to water quality based on physicochemicals, to improve the efficacy of new studies and to improve these water bodies. The rivers Itapemirim, Jucu (northern branch and southern branch), Benevente and Santa Maria da Vitória, all located in the state of Espírito Santo, were studied. Together with the National Information System on Water Resources were: oxygen biochemistry (BOD), phosphorus, water quality index (IQA), dissolved oxygen (DO) and turbidity. All in *shapefile* format and referring to the year 2014. In the ArcGIS program, through its editing tools, the analysis points were inserted into the rivers, which in turn were delimited according to the state's land use database of Espírito Santo, provided by Geobases / ES. The parameter information was obtained and classified according to current legislation, considering that all rivers are class 2. Through the Geobases / ES information and the ArcGIS buffer resource, the determination and quantification of the soil use classes and the APP of the rivers was made, considering that all the rivers have a width of more than 10 meters. Comparative data were drawn between soil use and the results of the analysis of the parameters. The parameters of the Itapemirim River were in accordance with current legislation. However, the other rivers had at least one parameter that did not comply with the legislation. The water quality and dissolved oxygen indices were at least acceptable in all water courses. As for the land use, there is a greater predominance of pastures in the rivers considered. The presence of built buildings was higher in the Itapemirim River, and the native forest indexes were lower in the Itapemirim River, and higher in the Santa Maria da Vitória River. The worst values of water quality were visualized in the watercourses of the Jucu River basin. There is great variability of classes of soil use in all PPAs, with higher pasture and forest areas (native and in the initial stage of regeneration). It was not possible to establish a great relation between soil use in the section considered and alteration of the evaluated parameters. Reforestation of PPAs, environmental education works and greater investments in effluent treatment are fundamental measures in improving the environmental quality of rivers. For future studies, it is suggested to monitor the points considered more closely and to collect water samples under different climatic conditions.

**Keywords:** Environmental Impacts; Mitigation; Water Monitoring; Occupation on River Banks; Physico-Chemical Parameters.

## 1 INTRODUÇÃO

A água ou, de forma mais abrangente, os recursos hídricos, constituem elemento central na temática das chamadas emergências ambientais para o século XXI. O consenso em relação à importância da temática é facilmente avaliado em documentos de natureza diversa, especialmente os que desenham cenários e estratégias para o futuro (TOMASONI; PINTO; SILVA, 2009).

Os problemas relacionados com a água, um dos mais importantes recursos ambientais, não estão dissociados das relações históricas entre o homem e o meio ambiente e suas atividades produtivas, as quais tem resultado numa grave crise ambiental no nosso planeta (PEIXINHO, 2010).

A qualidade da água é aspecto indispensável, quando se trata dos seus principais usos, em especial, para fins como o abastecimento humano. Este uso tem sofrido restrições significativas em função de prejuízos nos rios provenientes das ações naturais e antrópicas, as quais alteram os aspectos de qualidade e quantidade de água disponível para o uso humano (SOUZA et al., 2014). De acordo com Dias et al. (2014), a integração dos resultados físico-químicos e bacteriológicos com os biológicos em ecossistemas aquáticos é de grande importância, pois, dessa forma, contribuem para melhorar as formas de detecção de impactos ambientais.

Para a caracterização da qualidade da água, são coletadas amostras para fins de exames e análises, devendo obedecer a cuidados e técnicas apropriadas, com volume e número de amostras adequados. Os exames e as análises são realizados segundo métodos padronizados e por entidades especializadas (BRAGA et al., 2005), como a Agência Nacional de Águas.

A água não é encontrada pura na natureza. Ao cair sob forma de precipitação, já carrega impurezas do próprio ar. Ao atingir o solo, seu grande poder de dissolver e carrear substâncias altera ainda mais suas qualidades (BRASIL, 2006). Por isso, a realização de estudos sobre a qualidade das águas permite uma avaliação sobre as condições reais dos corpos hídricos em atender a demanda de balneabilidade e servir como base para o desenvolvimento de programas de conservação ambiental (LOPES, 2007).

A ocupação das várzeas acompanhada por desmatamento nas nascentes e conseqüentemente assoreamento dos leitos dos rios, acaba sendo responsável por sérias inundações por ocasião do período chuvoso ou na ocorrência de uma chuva de grande intensidade. Em decorrência de esses fatos estarem tornando-se corriqueiros, e também devido à falta de uma política de uso e ocupação do solo urbano e rural, tem provocado problemas de ordem social, econômica, política, ambiental, psicológica e institucional, na grande maioria dos municípios brasileiros (CARVALHO, 2004). Em estudos sobre a influência do uso de solo na qualidade da água, Cornelli et al. (2016) constatou que

a forma como o homem usa e ocupa o solo está diretamente ligada com a qualidade de cursos hídricos em uma determinada bacia hidrográfica.

Dentre as medidas para manter o meio ambiente ecologicamente equilibrado são as Áreas de Preservação Permanente (APPs), que surgiram do conhecimento sobre a importância da manutenção da vegetação para a preservação da qualidade da água e do solo, bem como comodidade à população, sendo essas áreas protegidas pela legislação desde a década de 60 (SANTOS et al., 2012). Os autores ainda destacam que, no Brasil, é freqüente a ocupação em APP, sobretudo ao lado de rios.

A garantia mínima da manutenção de funções ambientais parte da necessidade de se identificar e mapear as áreas de preservação permanente, importante desafio que necessita da formalização de metodologias ancoradas em geotecnologias (BRAZ et al., 2015).

O uso de geotecnologias apoiado por dados orbitais de sensoriamento remoto e aplicação de técnicas de geoprocessamento são ferramentas essenciais na obtenção de informações sobre Áreas de Preservação Permanente, bem como inúmeros fatores ambientais. A utilização de imagens de satélites e de cartas planialtimétricas, assim como o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), dentre outras aplicações, permite delimitar as APPs bem como analisar suas áreas de conflitos de uso e ocupação do solo (SILVA; LEMOS; MORAES, 2014). Programas como ArcGIS, QGIS e Sping trabalham essas informações e possuem uma gama de funcionalidades que auxiliam, por exemplo, na produção de mapas de alta qualidade.

Dassoller et al. (2014), em estudos acerca de conflito de uso de terra de APP em uma bacia hidrográfica, observou que a agropecuária representou a maior área do local considerado, e as formações vegetais naturais apresentaram-se reduzidas e muito fragmentadas. De acordo com Cunha, Lacena e Sousa (2017), o reconhecimento dos conflitos urbanos de uso e ocupação de APPs possibilita um gerenciamento adequado, baseado nos critérios do planejamento urbano e orientando para a prevenção de desastres por meio de políticas que considerem o âmbito social e ambiental.

O objetivo deste estudo é compreender a situação do uso de solo de Áreas de Preservação Permanente de quatro corpos hídricos, discutir e relacionar com a qualidade da água com base em parâmetros físico-químicos, bem como propor sugestões para novos estudos e melhorias dos corpos hídricos em questão.

## **2 METODOLOGIA**

O local de estudo compreendeu os rios Itapemirim, Jucu (Braço Norte e Braço Sul), Benevente e Santa Maria da Vitória. Todos esses cursos hídricos ficam localizados no estado do

Espírito Santo e são de grande importância para o referido estado, pois abastecem várias cidades, além de exercerem um papel fundamental na economia, sociedade e meio ambiente.

Principal fonte de recursos hídricos do sul do Espírito Santo, a Bacia do Rio Itapemirim é responsável pelo abastecimento de água dos 17 municípios que se desenvolveram em suas margens (IJSN, 2013). De acordo com Espírito Santo (2018), o rio Jucu nasce na Serra do Castelo e possui uma extensão de 80 km. Esse manancial presta serviços ambientais relevantes como, por exemplo, abastece cerca de 1 milhão de pessoas. Além disso, é composto pelos rios Jucu Braço Norte e Jucu Braço Sul à montante, que formam, a jusante, o rio Jucu.

A bacia do rio Benevente está localizada no sul do estado do Espírito Santo. Representativa do sudeste brasileiro, por pertencer à Mantiqueira Setentrional, sua posição no Estado é estratégica devido à proximidade do mar (porto), da capital (Vitória) e de grandes indústrias, possuindo grande potencial turístico atribuído às praias e áreas serranas (ALKIMIN, 2009). Segundo o Governo Municipal de Santa Maria de Jetibá (2015), o rio Santa Maria da Vitória nasce na serra de Garrafão, no município de Santa Maria de Jetibá, e deságua na Bacia de Vitória. O rio é de grande importância para o município, pois contribui na irrigação das lavouras, e parte da Grande Vitória, inclusive algumas indústrias.

O presente estudo se baseou em uma pesquisa de revisão bibliográfica e experimental, com base em informações consultadas para manipulação posterior. Inicialmente, foram pesquisados, junto ao Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos (SNIRH) da Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), os seguintes parâmetros de qualidade da água: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo, índice de qualidade da água (IQA), oxigênio dissolvido (OD) e turbidez. Elas foram coletadas em formato shapefile (SHP) e em pontos de análise, para posterior mapeamento dos dados. Todos os dados foram coletados no ano de 2014 pela Agência. Contudo, no seu site (ANA, 2018), as informações contidas estão representadas para cursos hídricos de todo o Brasil. Portanto, para adaptar aos propósitos da pesquisa do artigo, houve-se a necessidade de eliminar informações e, assim, considerar apenas os pontos de coleta abrangidos pelos rios estudados.

Juntamente com o Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES, 2018), foram coletados dois arquivos iguais, em formato shapefile, sobre uso e cobertura do solo referente ao mapeamento realizado entre os anos de 2012 e 2015. Com auxílio do programa ArcGIS, na versão 10.2.2, um dos arquivos de uso e ocupação do solo foi adicionado e, através da edição da tabela de atributos, foram excluídos quase todas as classes, deixando apenas a de massa d'água.

Em seguida, foi inserido o arquivo representando os pontos de análise de água. Através das ferramentas de edição e do ícone *identify*, do ArcGIS, os pontos que não interessavam para esse trabalho foram deletados, exceto os pontos que passavam pelos quatro cursos hídricos. Com base na localização desses pontos e também nas ferramentas de edição, a classe massa d'água também foi editada, deixando apenas os cursos hídricos de interesse deste estudo.

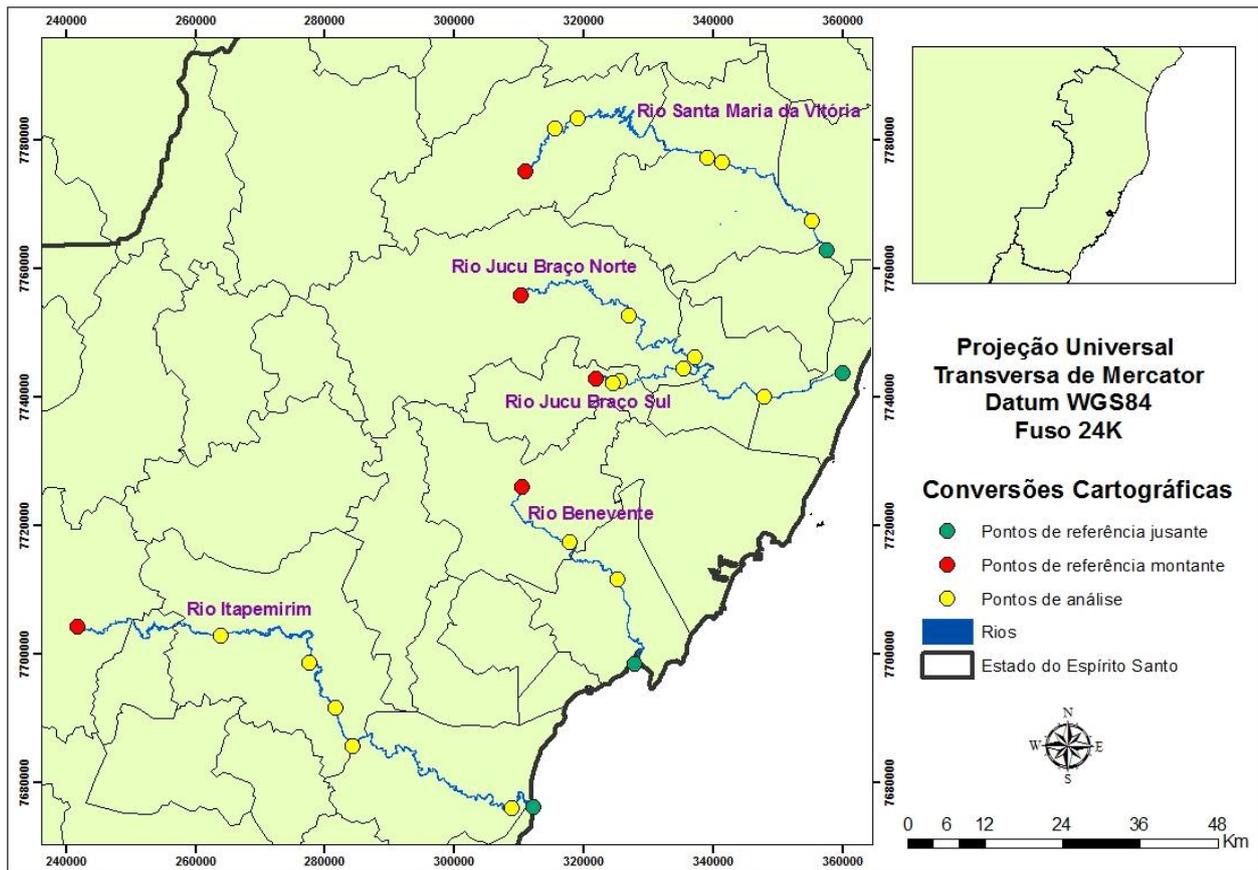
Por meio dos recursos de exportação de arquivos shapefiles, foram criados um arquivo com esse formato para cada curso hídrico, manipulando-os separadamente. Em cada curso hídrico, foi delimitado um ponto a montante e outro a jusante, na delimitação das Áreas de Preservação Permanente e dos trechos considerados neste estudo. A tabela 1 e a Figura 1 mostram, respectivamente, a quantidade de pontos de análise de cada rio e a localização dos cursos hídricos.

Tabela 1 – Número de pontos para cada rio

<b>CURSOS HÍDRICOS</b>	<b>NÚMERO DE PONTOS</b>
Rio Itapemirim	5
Rio Benevente	2
Rio Jucu (Braço Norte e Braço Sul)	6, sendo dois para o Braço Norte, três para o Braço Sul e 1 após a junção dos dois rios
Rio Santa Maria da Vitória	5

Fonte: Os Autores (2018).

Figura 1 – Mapa com a distribuição dos pontos e trechos dos cursos hídricos estudados



Fonte: (EDITORACÃO EM GIS, 2018).

Em seguida, com auxílio da ferramenta *buffer*, do ArcGIS, foram delimitadas as Áreas de Preservação Permanente. Para tal, em cada curso hídrico, foi feita a medição de sua largura média no software para, posteriormente, serem adotadas as referidas larguras das APPs conforme o Novo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012). A Tabela 2 mostra as distâncias adotadas.

Tabela 2 – Larguras das APPs para cada rio

CURSOS HÍDRICOS	DISTÂNCIAMENTO ADOTADO (EM METROS)
Rio Itapemirim	100
Rio Benevente	50
Rio Jucu (Braço Norte e Braço Sul)	50
Rio Santa Maria da Vitória	50

Fonte: (BRASIL, 2012).

Após a delimitação das APPs e da inserção do arquivo shapefile de uso de solo, por meio do recurso *clip*, foi feito um recorte entre os arquivos, para cada rio. Com isso, as classes foram determinadas, bem como as respectivas porcentagens de uso de solo. Em seguida, os arquivos coletados no site da Agência Nacional de Águas foram inseridos no ArcGIS e, através da tabela de atributos, foram registradas as informações dos parâmetros de qualidade da água considerados. Antes de classificar os resultados das análises da água, cada curso hídrico foi classificado conforme as formas de utilização de suas águas, com base na resolução CONAMA n° 357 (BRASIL, 2005). Com auxílio dessa resolução, os resultados dos parâmetros, exceto do índice de qualidade da água (IQA) foram classificados para, posteriormente, compará-los de acordo com as porcentagens e tipos de classes de uso de solo das APPs, além de informações consultadas na literatura. Os índices de qualidade da água dos rios foram classificados conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação do Índice de Qualidade da Água

CATEGORIA	PONDERAÇÃO
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: (CETESB, 2017).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A turbidez é um dos parâmetros físicos mais importantes no monitoramento de mananciais, tratamento e distribuição das águas de abastecimento público. Além do fator estético, a turbidez está relacionada com outros parâmetros químicos e biológicos (SÃO PAULO, 1999). Ainda segundo o autor, a presença de turbidez na água é atribuída à presença de partículas em suspensão (sedimentos), que diminuem a transmissão de luz no meio.

O chamado Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país. Foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento (ANA, 2018). As principais vantagens do IQA são as facilidades de comunicação

com o público leigo, o status maior do que as variáveis isoladas e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade (CETESB, 2017).

O oxigênio dissolvido é encontrado nas águas naturais na sua forma molecular ( $O_2$ ), e sua concentração varia dependendo de processos físicos, químicos e biológicos (BAIRD, 2002). De acordo com Von Sperling (1996), a repercussão mais nociva quanto a poluição de um curso hídrico é com relação à queda dos índices de oxigênio dissolvido, provocada pela respiração dos microorganismos na autodepuração dos esgotos, sendo utilizado para determinar o grau de poluição dos corpos d'água.

Segundo Giordano (2004), a matéria orgânica está contida na fração de sólidos voláteis, e pode ser medida diretamente através da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que mede a quantidade de oxigênio necessária para que os microorganismos biodegradem a matéria orgânica de um corpo hídrico.

De acordo com a resolução CONAMA n° 357 de 2005, os rios foram classificados em classe 2, ou seja, águas que podem ser destinadas à pesca amadora e à recreação de contrato secundário. A seguir, são apresentados os resultados das análises dos parâmetros físico-químicos para cada curso hídrico, conforme a legislação, considerando: DBO – demanda bioquímica de oxigênio, IQA – índice de qualidade da água e OD – oxigênio dissolvido.

### Rio Itapemirim

Para este curso hídrico, foram obtidos os parâmetros de cinco pontos, listados na Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros avaliados

<b>PONTOS</b>	<b>DBO (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>IQA</b>	<b>OD (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>TURBIDEZ (UNT)</b>
Ponto A	3,0	70	7,8	69,7
Ponto B	3,9	77	7,8	55,3
Ponto C	4,0	61	7,3	59,5
Ponto D	3,0	64	5,7	50,0
Ponto E	3,0	72	6,6	43,7

Fonte: (ANA, 2018).

Os índices de DBO ficaram inferiores a  $5,0 \text{ mg L}^{-1}$  em todos os pontos amostrados, estando em conformidade com a legislação vigente. Dessa forma, a quantidade exigida de oxigênio dissolvido para que os microorganismos degradem a matéria orgânica nesse manancial é pequena.

Quanto ao índice de qualidade da água (IQA), em todos os pontos, esse parâmetro foi classificado como bom, de acordo com CETESB (2017). Com isso, vários parâmetros que compõem o IQA desse curso hídrico estão em concentrações ideais

Os valores de oxigênio dissolvido (OD) não foram inferiores ao limite mínimo estabelecido pela resolução. Pinto, Oliveira e Pereira (2010) afirmam que o oxigênio dissolvido, em concentrações adequadas, é de fundamental importância na manutenção da vida aquática e da qualidade da água. Isso pode ser evidenciado para o rio Itapemirim, sendo favorável também na diversidade de espécies e, conseqüentemente, na pesca amadora.

Com relação à turbidez, este parâmetro, em todos os pontos, foi inferior ao limite máximo estabelecido pela normativa e, portanto, esteve em concentrações adequadas. Portanto, o rio não possui muitas partículas em suspensão e, dessa forma, permite boas condições à penetração de luz, produção de oxigênio e, com isso, boa respiração dos animais aquáticos ali presentes.

### Rio Benevente

Os valores observados para os parâmetros nos dois pontos estão na Tabela 5.

Tabela 5 – Parâmetros avaliados

PONTOS	DBO ( $\text{mg L}^{-1}$ )	IQA	OD ( $\text{mg L}^{-1}$ )	TURBIDEZ (UNT)
Ponto F	4,0	62	8,1	512
Ponto G	3,0	60	7,6	190

Fonte: (ANA, 2018).

Os valores de oxigênio dissolvido e da demanda bioquímica de oxigênio, assim como no rio Itapemirim, também ficaram abaixo do limite máximo estabelecido pelo CONAMA. O índice de qualidade da água foi classificado como bom em ambos os pontos, como também foi encontrado anteriormente.

Contudo, o parâmetro turbidez apresentou valores muito acima do estabelecido, evidenciando uma alteração do rio Benevente quanto a esse quesito. A turbidez da água pode estar associada a problemas como assoreamento de barragens e reservatórios, bem como arraste de nutrientes, contaminantes e degradação de ambientes aquáticos (CHAGAS, 2015). No rio

Benevente, esse problema pode estar associado ao uso de solo de sua APP ou a algum problema em trechos que não foram considerados nessa avaliação. Mais adiante, serão analisadas e discutidas as principais classes de uso de solo desse trecho analisado.

### Rio Jucu Braço Norte

Os resultados para esse curso hídrico, pertencente à bacia do rio Jucu, são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Parâmetros avaliados

<b>PONTOS</b>	<b>DBO (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>IQA</b>	<b>OD (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>TURBIDEZ (UNT)</b>
Ponto H	15	64	8,0	880
Ponto I	12	66	8,3	158

Fonte: (ANA, 2018).

Os índices de qualidade da água e de oxigênio dissolvido estão de acordo com o limite estabelecido pela norma. Entretanto, os valores de DBO e turbidez estavam acima do exigido pelo CONAMA.

A Bacia Hidrográfica do Rio Jucu recebe alta carga de poluentes, tanto orgânicos quanto industriais, bem como princípios ativos de agrotóxicos (GARDIMAN JUNIOR, 2015). Por isso, a quantidade de oxigênio consumida nesse curso hídrico é bem elevada, sobretudo com relação ao lançamento de esgoto doméstico parcialmente tratado ou não tratado. O parâmetro turbidez pode também estar relacionada às atividades antrópicas próximas as APPs.

### Rio Jucu Braço Sul

Os valores dos parâmetros para esse curso hídrico, pertencente à bacia do rio Jucu, são mostrados na Tabela 7.

Tabela 7 – Parâmetros avaliados

<b>PONTOS</b>	<b>DBO (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>IQA</b>	<b>OD (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>TURBIDEZ (UNT)</b>
Ponto J	14	60	8,2	621
Ponto K	16	58	8,1	647
Ponto L	22	63	8,2	1000

Fonte: (ANA, 2018).

Assim como o rio Jucu Braço Sul, este curso hídrico adjacente também apresentou alterações quanto a DBO e turbidez. O IQA e o oxigênio dissolvido estavam em conformidade com a legislação específica devido aos impactos ambientais que a bacia sofre ao longo de seu leito, visto em Gardiman Junior (2015).

### Rio Jucu

Os resultados para esse curso hídrico, a jusante da foz dos rios Jucu Braço Norte e Jucu Braço Sul, são mostrados na Tabela 8.

Tabela 8 – Parâmetros avaliados

<b>Pontos</b>	<b>DBO (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>IQA</b>	<b>OD (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Turbidez (UNT)</b>
Ponto M	13	64	8,2	131

Fonte: (ANA, 2018).

A descrição dos resultados dos rios afluentes (Jucu Braço Norte e Jucu Braço Sul) vale também para o rio Jucu. Porém, a turbidez, em comparação com seus dois afluentes, apresentou valor um pouco menor. Isso pode estar relacionado ao uso de solo, nas proximidades do ponto considerado.

### Rio Santa Maria da Vitória

Os resultados para esse curso hídrico estão na Tabela 9.

Tabela 9 – Parâmetros avaliados

<b>Pontos</b>	<b>DBO (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>IQA</b>	<b>OD (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Turbidez (UNT)</b>
Ponto N	3,0	66	7,7	268
Ponto O	6,0	66	6,3	94,2
Ponto P	4,0	70	7,7	153
Ponto Q	3,2	64	8,2	227
Ponto R	3,0	70	7,4	29,4

Fonte: (ANA, 2018).

Com relação à DBO, este estava acima do limite somente em um dos pontos (ponto O). A turbidez esteve inferior a 100 UNT apenas nos pontos O e R, evidenciando problemas com relação

ao solo próximos ao rio, no trecho estudado. Os índices de qualidade foram classificados como bons, e o oxigênio dissolvido esteve em ótimas concentrações para todas as amostragens desse rio.

A Tabela 10 mostra, em detalhes, as classes e porcentagens de uso de solo para os rios Itapemirim, Benevente e Santa Maria da Vitória.

Tabela 10 – Uso de solo das APPs dos rios Itapemirim, Benevente e Santa Maria da Vitória (N. A. = não avaliado)

<b>CLASSES</b>	<b>RIO ITAPEMIRIM</b>	<b>RIO BENEVENTE</b>	<b>RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA</b>
Afloramento rochoso	0,218%	N. A.	0,509%
Área edificada	6,186%	4,188%	2,026%
Brejo	0,326%	3,203%	1,787%
Café	2,528%	1,643%	2,22%
Cana-de-açúcar	6,820%	N. A.	N. A.
Coco-da-baía	0,118%	0,048%	N. A.
Outros cultivos agrícolas	3,117%	1,963%	8,14%
Extração mineral	0,073%	N. A.	N. A.
Macega	3,421%	3,524%	8,393%
Mangue	1,829%	15,404%	0,363%
Mata nativa	2,847%	7,38%	26,417%
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	10,530%	10,8%	18,628%
Pastagem	57,226%	46,174%	27,205%
Eucalipto	0,438%	0,366%	3,34%
Seringueira	0,038%	N. A.	N. A.
Banana	N. A.	4,599%	0,146%
Solo exposto	4,287%	0,708%	0,747%

Fonte: (EDITORAÇÃO EM GIS, 2018).

Nos três cursos hídricos, há maior predominância de pastagens. A presença de construções edificadas foi maior no rio Itapemirim, sobretudo no trecho do rio que passa pela zona urbana do município de Cachoeiro de Itapemirim. Os índices de mata nativa foram menor no rio Itapemirim, e maior no rio Santa Maria da Vitória.

As pastagens, por terem uma vegetação rasteira e solo compactado, se caracterizam por menores valores de infiltração e penetração de água no solo, por isso, em relação à vegetação natural são mais propícias ao escoamento superficial (ESPINDULA, 2012). Contudo, principalmente para o rio Itapemirim, em comparação com a qualidade da água observada, a pastagem não afetou drasticamente a qualidade da água, tendo em vista que todos os parâmetros informados pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2018) ficaram em conformidade com a resolução CONAMA. Esses resultados corroboram as informações obtidas por Fernandes et al. (2011). Em estudos sobre a influência do uso de solo na qualidade da água de uma microbacia, os autores observaram que as áreas de pastagem não influenciaram negativamente a qualidade da água.

É importante ressaltar as condições climáticas no momento de coleta das amostras e em dias que antecederam a essa atividade, pois as precipitações são um dos fatores que afetam a qualidade da água de um curso hídrico. Entretanto, essas condições climáticas não foram informadas pela Agência, o que deveria ser considerado.

As áreas de mangue constituem mais de 15% da APP do rio Benevente, implicando em grandes exigências quanto à preservação desse recurso hídrico, pois um aumento dos níveis de água acompanhada de alterações nos seus parâmetros químicos e físico-químicos, por exemplo, pode acarretar sérias consequências à preservação desse bioma. De acordo com Sobrinho e Andrade (2009), um mangue desempenha funções biológicas muito importantes, tais como, contribuição para produtividade primária na zona costeira; fixação das terras (impedindo assim a erosão); as raízes dos mangues funcionam como filtros na retenção dos sedimentos; alimentação para o ser humano; sustento de comunidades pesqueiras; etc.

Os índices de cultivo de café e eucalipto foram baixos nas APPs, entretanto, com relação à cana-de-açúcar, o rio Itapemirim apresentou porcentagem considerável, ocupando porções mais próximas ao mar. Grande parte das áreas de cana-de-açúcar localiza-se em regiões consideradas marginais devido as condições ecológicas de cultivo (SILVA et al., 2012) como, por exemplo, exigências quanto ao volume de água necessário.

A Tabela 11 mostra os resultados quanto às classes de uso de solo dos cursos hídricos verificados da bacia do rio Jucu.

Tabela 11 – Uso de solo das APPs dos rios Jucu Braço Norte, Jucu Braço Sul e Jucu (N. A.) = não avaliado)

CLASSES	RIO JUCU BRAÇO NORTE	RIO JUCU BRAÇO SUL	RIO JUCU
Afloramento rochoso	0,794%	2,19%	0,576%
Área edificada	0,566%	6,373%	N. A.
Brejo	0,205%	N. A.	0,403%
Café	3,226%	0,742%	0,294%
Cana-de-açúcar	N. A.	N. A.	0,591
Coco-da-baía	N. A.	N. A.	N. A.
Outros cultivos agrícolas	4,833%	2,339%	3,484%
Extração mineral	N. A.	N. A.	N. A.
Macega	7,432%	5,444%	2,342%
Mangue	0,513%	1,314%	0,801%
Mata nativa	35,3%	56,674%	13,915%
Mata nativa em estágio inicial de regeneração	20,37%	16,302%	30,65%
Pastagem	22,216%	7,815%	46,323%
Eucalipto	1,035%	0,459%	0,001%
Seringueira	N. A.	N. A.	0,385%
Banana	2,899%	0,2%	N. A.
Solo exposto	0,612%	0,148%	0,234%

Fonte: (EDITORAÇÃO EM GIS, 2018).

Os rios da bacia do rio Jucu apresentam maiores áreas de floresta nativa em comparação com os demais cursos hídricos estudados, ocupando, por exemplo, mais da metade da APP no rio Jucu Braço Sul. Contudo, no trecho após a junção do Braço Norte com o Braço Sul, há predominância de pastagem, além de grandes áreas de mata nativa em estágio inicial de regeneração. A presença de área edificada foi maior no rio Jucu Braço Sul, e as demais classes apresentaram índices pequenos, porém, com uso de solo ocorrendo de forma diversificada.

Os principais fatores que caracterizam a qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu são: orgânico, eutrofização (relacionados aos despejos de efluentes orgânicos que são lançados *in natura* nos rios), acidez associado à acidez dos solos e dos efluentes e o fator sólidos ligado à perda de solos devido ao mau uso das áreas agrícolas ou à ausência das APPs (GARDIMAN JUNIOR, 2015). No caso dos parâmetros turbidez e DBO, as alterações visualizadas nos resultados podem ser justificadas pelo lançamento de efluentes sem tratamento prévio e diversidade agrícola, mesmo que em pequenos fragmentos, no uso de solo da APP.

De maneira geral, todos os cursos hídricos estudados apresentaram uso e ocupação de solo das APPs de forma muito diversificada, apresentaram grandes índices de pastagem e de florestas em estágio inicial de regeneração (principalmente nos rios da Bacia do Rio Jucu).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os parâmetros de qualidade da água observados apresentaram índices mais satisfatórios no rio Itapemirim, ao passo que os piores foram visualizados nos cursos hídricos da bacia do Rio Jucu. Os valores de oxigênio dissolvido e IQA estavam em conformidade com a legislação em todos os rios. Há grande variabilidade de classes de uso de solo em todas as APPs, com maiores áreas de pastagem e mata (nativa e em estágio inicial de regeneração). A presença de grandes áreas de mangue adjacentes ao rio Benevente evidencia um grande foco na preservação desse bioma.

Não foi possível estabelecer uma grande relação entre uso de solo e alteração dos parâmetros da água considerados, uma vez que a água de um curso hídrico é influenciada por vários fatores (transporte de sedimentos, condições meteorológicas, descarga de efluentes, entre outros). Medidas como, por exemplo, programas de reflorestamento de APPs, trabalhos de educação ambiental com os proprietários de terra nessas áreas e a população em geral das cidades adjacentes aos cursos hídricos, realização de cultivos agrícolas em áreas abandonadas não abrangidas por APP e, sobretudo, investir em tratamento de efluentes domésticos e industriais, são fundamentais na melhoria da qualidade ambiental dos rios em questão. Para futuros estudos, sugere-se monitorar com mais rigor os pontos considerados e coletar amostras de água sob condições climáticas diversas.

#### **REFERÊNCIAS**

ALKIMIN, A. F. de. **Geoambientes, morfometria e solos da bacia do rio Benevente, ES**. 2009. 109f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Encontre mapas interativos, conjunto de dados geográficos, imagens de satélite e outros serviços.** Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=647706bb-bbad-4b99-8413-6b4f48697521>>. Acesso em: 5 mai. 2018.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Indicadores de qualidade – índice de qualidade das águas (IQA).** Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 4 jul. 2018.

BAIRD, C. **Química ambiental.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 p

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 313 p.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 mar. 2005.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento.** Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 408 p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da mata nativa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 mai. 2012.

BRAZ, A. M. et al. Mapeamento e caracterização dos conflitos de uso do solo nas APPs da bacia hidrográfica do Córrego do Cavalo/MS. In: SIMPÓSIO SOBRE AS GEOTECNOLOGIAS E GEOINFORMAÇÃO NO ESTADO DE ALAGOAS, 3., 2015, Maceió, AL.

CARVALHO, F. P. O município e a gestão de recursos hídricos. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 4., 2004, São Luiz, MA.

CETESB. **Apêndice D – Índices de qualidade das águas**. Disponível em: <<https://cet.esb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/06/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2018.

CHAGAS, D. S. **Relação entre a concentração de sólidos suspensos e turbidez da água medida com sensor de retroespalhamento óptico**. 2015. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2015.

CORNELLI, R. et al. Análise da influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água de duas sub-bacias hidrográficas do município de Caxias do Sul. **Scientia cum Industria**, v. 4, n. 1, p. 1-14, 2016.

CUNHA, J. P. de S.; LUCENA, R. C. F. de.; SOUSA, C. A. F. de. Monitoramento do uso e ocupação de Áreas de Preservação Permanentes urbanas com o apoio de geotecnologias: o caso do rio Jaguaribe em João Pessoa-PB. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 5, n. 30, p. 42-50, 2017.

DASSOLLER, T. F. et al. Identificação de conflito da terra em Áreas de Preservação Permanente na bacia hidrográfica córrego Padre Inácio, Mato Grosso. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 5., 2014, Campo Grande, MS.

DIAS, R. S. et al. Utilização de ferramentas livres para gestão do território do nexo água e energia. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 30, p. 109-126, jul. 2014.

ESPINDULA, N. L. **Influência do uso e cobertura da Terra na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Bubu, município de Cariacica – ES**. 2012. 69f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

ESPÍRITO SANTO. **Ministério Público do Espírito Santo**. Disponível em: <<https://www.mpes.mp.br/Arquivos/Anexos/37543830-724a-43c9-9c1d-59fef2b67bda.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2018.

FERNANDES, M. M. et al. Influência do uso de solo na qualidade da água da microbacia Glória, Macaé-RJ. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 105-116, 2011.

GARDIMAN JUNIOR, B. S. Caracterização do processo de poluição das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Jucu, estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Agroambiente On-line**, v. 9, n. 3, p. 235-242, 2015.

GIORDANO, G. Tratamento e controle de efluentes industriais. **Revista ABES**, v. 4, n. 76, 2004.

GEOBASES. **Iema – Mapeamento ES – 2012-2015**. Disponível em: <<https://geobases.es.gov.br/links-para-mapas1215>>. Acesso em: 28 mai. 2018.

GOVERNO MUNICIPAL DE SANTA MARIA DE JETIBÁ. **Consumo consciente**. Disponível em: <[http://186.202.182.134:7080/arquivos/estudos/Consumo%20Consciente e%20-%20Municipio%20de%20Santa%20Maria%20Jetiba.pdf](http://186.202.182.134:7080/arquivos/estudos/Consumo%20Consciente%20-%20Municipio%20de%20Santa%20Maria%20Jetiba.pdf)>. Acesso em: 21 jun. 2018.

IJSN. **Rio Itapemirim: as águas voltaram a respirar**. Disponível em: <[http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20160713\\_aj05162\\_rioitapemirim\\_.pdf](http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20160713_aj05162_rioitapemirim_.pdf)>. Acesso em: 2 jun. 2018.

LOPES, F. W. de A. **Avaliação da qualidade das águas e condições de balneabilidade na bacia do ribeirão de Carrancas-MG**. 2007. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

PEIXINHO, F. C. Gestão sustentável dos recursos hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16., 2010, São Luís, MA.

PINTO, A. L.; OLIVEIRA, G. H. de.; PEREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador de qualidade das águas superficiais da bacia do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. **Revista GEOMAE**, v. 1, n. 1, p. 69-82, 2010.

SANTOS, N. C. dos et al. Avaliação dos usos e ocupações de solo na APP do rio Araguaia e sua compatibilidade legal no perímetro urbano de Conceição do Araguaia – PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiânia, GO.

SÃO PAULO. **Norma técnica interna SABESP**. Disponível em: <<http://www2.sabesp.com.br/normas/nts/nts008.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2018.

SILVA, A. L. B. O. et al. Consumo de água de variedades de cana-de-açúcar irrigadas por gotejamento subsuperficial. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, 4., 2012, Fortaleza, CE.

SILVA, M. S. da.; LEMOS, S. S. de.; MORAES, A. B. de. **Uso de geotecnologias para delimitação de Áreas de Preservação Permanente e análise das áreas de conflito de uso e ocupação do solo na zona urbana do município de Mãe do Rio – PA.** Disponível em: <<http://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT3-72-33-20140518141544.pdf>>. Acesso em: 1 jul. 2018.

SOBRINHO, M. A. da M.; ANDRADE, A. C. de. O desafio da conservação de manguezais em áreas urbanas: identificação e análise de conflitos socioambientais no manguezal do Pina – Recife-PE – Brasil. **Unimontes Científica**, v. 11, n. 1/2, 2009.

SOUZA, J. R. de. et al. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: o caso do rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 8, n. 1, p. 26-45, abr. 2014.

TOMASONI, M. A.; PINTO, J. E. de S.; SILVA, H. P. da. A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. **Geotextos**, v. 5, n. 2, p. 107-127, dez. 2009.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2.ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais