

# Determinação da Pressão Ambiental que o Uso da Terra Exerce sobre os Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Juqueri, no Município de Mairiporã, Estado de São Paulo, Brasil

Diego Javier Perez Ortega <sup>1</sup>  
Marcelo Luiz Martins Pompêo <sup>2</sup>

## RESUMO:

O trabalho objetivou determinar as relações existentes entre o uso da terra e a qualidade da água, mediante correlações canônicas existem entre os parâmetros que compõem o IQA e as mudanças nos últimos 30 anos, a partir das imagens de satélite LANDSAT 5, 7 e 8 mediante classificação supervisionada se determinou 6 classes de uso. Para se determinar o IQA na bacia foram coletadas 8 amostras no período de verão e 8 no inverno nos anos de 2015 e 2016 em 3 pontos da bacia, na parte alta, média e na foz. Os resultados obtidos revelaram que os corpos de água sofreram uma diminuição de área que passou de 1,1% para 0,68 % diminuindo em total 0,42%. Referente ao IQA em alguns pontos amostrais foram observados valores abaixo de 51 que se classifica como regular para consumo humano. Encontrou-se correlações entre a diminuição nos valores de DBO pelas áreas urbanas. Diante do exposto, verifica-se a necessidade, de planejamento do uso e ocupação das terras na área da bacia.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento; Atividades Antrópicas; Contaminação; Degradação Ambiental..

---

<sup>1</sup> Doutorado em Doutorado em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil. [diegojavierperez77@hotmail.com](mailto:diegojavierperez77@hotmail.com)

<sup>2</sup> Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Docente na Universidade de São Paulo, USP, Brasil. [mpompeo@ib.usp.br](mailto:mpompeo@ib.usp.br)

Existem vários trabalhos sobre aspectos descritivos da dinâmica espaço-temporal sobre o uso da terra e sua relação com as mudanças que influenciam nas características físico-químicas e biológicas da água. Entretanto, existem poucos trabalhos relevantes que determinem uma metodologia geral para determinar as respostas dos ecossistemas aquáticos frente às mudanças ambientais pelas atividades no uso da terra.

Os diversos uso e ocupação da terra pelo homem alteram os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais e contribuem para a redução da qualidade da água (Oliveira-Filho et al. 2012).

Existem características inerentes de uma determinada bacia hidrográfica que pode contribuir ou potencializar a degradação ambiental em seus recursos hídricos, daí a importância de determinar mediante índices e indicadores, como as mudanças no uso da terra, acompanhadas das atividades antrópicas, exercem uma pressão ambiental nestes recursos (Pérez-Ortega et al. 2016).

Partindo da hipótese que a agricultura é a forma mais representativa das atividades antrópicas, pois exerce certa influência no ciclo hidrológico natural nas bacias hidrográficas. Isso ocorre, em parte, por utilizar grandes quantidades de água e contribuir com fontes difusas de poluentes (Ribeiro 2009), se pretende identificar se na bacia hidrográfica do rio Juqueri a agricultura é a atividade antrópica mais impactante nos recursos hídricos.

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica pode ser afetada por vários fatores antrópicos ou naturais, bem como da interação entre eles (Diebel et al. 2009; Takeda et al. 2009). Diante disso, valores de referência que refletem a qualidade da água devem ser estabelecidos, preferencialmente através do monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos (Hadlich & Scheibe 2007).

No Brasil, a classificação dos corpos de água superficial em relação a sua qualidade é estabelecida pela resolução nº 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), servindo como suporte indispensável aos programas de gestão dos recursos hídricos (Brasil 2005).

Sendo assim, o IQA é um índice de avaliação da qualidade da água que foi desenvolvido 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). É composto por 9 parâmetros para avaliação da qualidade da água que ajuda no monitoramento e no gerenciamento dos recursos hídricos.

O IQA é uma fonte de informação importantíssima sobre o estado de qualidade da água de um manancial. Uma vez determinado, ele serve de referência no gerenciamento ambiental, meio de

divulgação da qualidade da água à sociedade civil e um mecanismo de reunião de parâmetros em uma única variável de fácil divulgação e interpretação. (Lopes 2007). Mediante este índice se procurou identificar padrões de distribuição das circunstâncias geográficas, históricas e antrópicas exercidas sobre os recursos hídricos da bacia de estudo e as suas respostas a estes fatores.

O reservatório Paiva Castro entrou em operação em 1974 e é o último reservatório do sistema Cantareira, é o principal manancial para abastecimento público da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (Cetesb 2014).

O sistema Cantareira abastece 65% da população metropolitana de São Paulo, produzindo, portanto, mais da metade da água consumida pelos 19 milhões de habitantes da RMSP. E é donde a importância deste estudo radica, já que dentro da bacia hidrográfica do rio Juqueri, se encontra localizado este manancial extremamente importante para a Grande São Paulo.

Esta pesquisa buscou determinar as relações existentes entre o uso da terra e a qualidade da água, mediante as correlações existem entre os parâmetros que compõem o IQA e as mudanças nos últimos 30 anos no uso da terra da bacia hidrográfica do rio Juqueri, para identificar a pressão antrópica que esses câmbios exercem sobre os recursos hídricos na bacia.

Para realizar este estudo, foram necessárias metodologias estatísticas como são as correlações canônicas que permitiram verificar e identificar alterações nas características físico-químicas e biológicas dos recursos hídricos, determinando a relação ou dependência que existe entre as variáveis no uso da terra que intervêm nas variáveis da qualidade da água (Downing 2004).

## **MATÉRIAS E MÉTODOS**

### ***CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUQUERI***

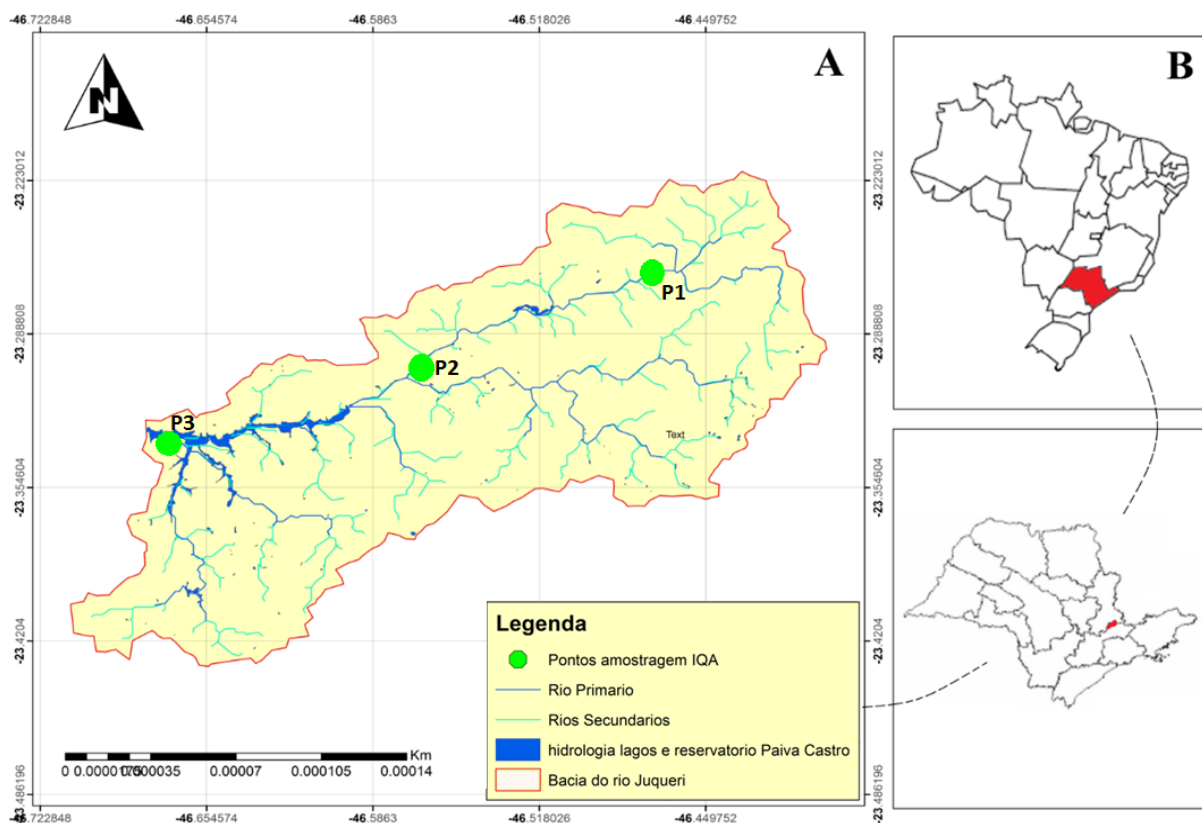
A localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Juqueri se encontra na latitude S 23°21'25". e longitude W 45°52'40". Contendo os municípios de Mairiporã, os municípios de São Paulo, Atibaia, Nazaré Paulista, Guarulhos, Caieiras e Franco da Rocha (EMPLASA 2001) (Figura 01). A bacia hidrográfica do rio Juqueri possui uma área de 33714 ha com 17,51% dessa área urbanizada, com moradias muitas delas de alto padrão localizadas nas margens do reservatório que são áreas destinadas a preservação segundo a lei de Proteção aos Mananciais (EMPLASA 2001).

#### **1. VEGETAÇÃO**

A bacia hidrográfica do rio Juqueri está inserida numa grande área predominante de Mata Atlântica, riquíssimo em biodiversidade, esta área compreende seus gradientes originais de ambientes

topográficos e de altitudes, apresentam-se como: floresta ombrófila densa de alta montanha ou mata nebulosa, campos naturais (alto-montanhosos ou simplesmente campos), floresta densa e rala de terras mais baixas de planalto, onde hoje está a cidade de São Paulo. Além disso, há formações de várzeas com brejos ao longo dos cursos de água, além de outras fitofisionomias como floresta ombrófila densa sobre turfeira (FUSP 2009).

**Figura 1.** Localização e postos de amostragem na bacia hidrográfica do rio Juqueri (a) no Brasil e no estado de São Paulo (b).



Fonte: Os Autores.

## 2. ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

### AMOSTRAGEM DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

Este monitoramento fornece informações sobre a qualidade natural das águas superficiais, subsidiando o estabelecimento dos valores de referência para a represa Paiva Castro. Geralmente, se faz a primeira amostragem de águas nas nascentes dos rios, para assim obter uma linha-base sobre a pureza da água a ser estudada, posteriormente se realizam as análises nos pontos no meio da bacia para identificar as modificações temporais e no final da bacia na jusante, para conhecer os níveis de poluição que chegam a ser depositados nos recursos hídricos da bacia.

Diego Javier Perez Ortega; Marcelo Luiz Martins Pompêo

Paralelamente se realizaram as análise das águas do reservatório Paiva Castro, para determinar que parâmetros (Oxigênio dissolvido, pH, Temperatura, Turbidez, DBO<sub>5</sub>, Sólidos Totais, Nitrogênio Total, Fosforo Total e Coliformes termotolerantes), dando como resultado um valor referente a seus respectivos pesos, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água, demonstrando a influência exercida negativamente no saneamento da água (Tabelas 1 e 2)

**Tabela 1.** Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivos pesos.

PARÂMETRO	PESO (W)
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda Bioquímica Oxigênio - DBO <sub>5,20</sub>	0,10
Temperatura da água	0,10
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos totais	0,08

Fonte: ANA (2004).

**Tabela 2.** Classificação dos valores do IQA.

FAIXAS DE IQA	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA
80-100	Ótima
52-79	Boa
37-51	Razoável
20-36	Ruim
0-19	Péssima

Fonte: ANA (2004).

## PONTOS DE AMOSTRAGEM

Estes foram escolhidos pelas seguintes condições:

- A facilidade para o acesso com os equipamentos (turbidímetro, oxímetro, pH e termômetro) para fazer as respectivas leituras.
- Se realizaram 3 coletas na parte alta e média no curso do rio e na parte baixa da bacia no reservatório Paiva castro.
- As amostras foram coletadas no período da manhã às 8:00 am (Tabela 3).

As amostras foram tomadas nos meses de julho e dezembro dos anos de 2015 e 2016, sendo uma amostra semanal no total 4 amostras por mês 8 por ano, procurando caracterizar os períodos de estiagem e de precipitação.

Diego Javier Perez Ortega; Marcelo Luiz Martins Pompêo

**Tabela 3.** Coordenadas dos pontos de amostragem par o IQA.

COORDENADAS	ÁGUAS SUPERFICIAIS		
	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3
Latitude	23°15'54.51"S	23°18'53.59"S	23°19'51.93"S
Longitude	46°28'51.77"W	46°35'0.77"W	46°40'40.22"W

Fonte: Os Autores.

### SELEÇÃO DE PARÂMETROS E METODOLOGIAS ANALÍTICAS PARA ÁGUAS SUPERFICIAIS

Para realizar as análises laboratoriais e determinar a qualidade da água superficial, foi utilizado o Standard Methods for Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF (1995) e, também o método espectrofotométrico (Tabela 4).

**Tabela 4.** Síntese dos Métodos e Equipamentos empregados para análises Físico-Químicas e Microbiológicas e Limites de Detecção. Variáveis analisadas nas amostras da bacia hidrográfica do rio Juqueri.

VARIÁVEL	MÉTODO	LIMITE DE DETECÇÃO	EQUIPAMENTOS E MATERIAIS
Turbidez (NTU)	Nefelométrico	0,01	Turbidímetro/Hach/2100ANv1.2
Cor (uH)	Espectrofotométrico	1	Espectrofotômetro Odyssey/Hach/DR-2500
Temperatura da água (°C)	Eletrométrico	0,1	pHmetro de membrana/Hanna/HI8314
pH	Eletrométrico	0,01	pHmetro de membrana/Hanna/HI8314
Nitrogênio Total (mgN/l)	Digestão por Persulfato e Espectrofotométrico	0,1	1. COD Reactor/ Hach 2. Espectrofotômetro Odyssey/Hach/DR-2500
Fósforo Total (mgP/l)	PhosVer 3, Digestão por Ácido Persulfato e Espectrofotométrico	0,01	1. COD Reactor/ Hach 2. Espectrofotômetro Odyssey/Hach/DR-2500
OD (mg/l)	Método de Winkler Modificado	0,1	Oxímetro
DBO	Método das Diluições, Incubado a 20°C, 5 dias	0,1	Oxímetro
Sólidos Totais	Gravimétrico	1,0	1. Cápsula de Porcelana 2. Balança eletrônica de precisão de 0,1 µg/Bel Mark/ U210A 3. Estufa/Marconi/MA033/ temp.120°C 4. Dissecador/Pyrex/200mm
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	Contagem de <i>Escherichia coli</i>	1,0	1. Método colilert. Teste simples de 24 horas para coliformes totais E. coli

Fonte: Adaptado de Poletto (2002).

### 3. DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA PARA A CARACTERIZAÇÃO DO USO DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUQUERI.

A Metodologia adotada foi do IDEAM, (2010) desenhada para a cartografia dos recursos naturais como: o solo, o clima, a vegetação e usos da terra, entre outros. Esta metodologia é ideal para

caracterizar a cobertura e uso atual da terra a escalas de: 1:10.000, 1:25:000, e 1:100.000 junto com a metodologia CORINE Land Cover, homologada para Colômbia, realizada a partir da interpretação visual de imagens de satélite do sensor Landsat.

Passos da metodologia caracterização do uso e cobertura da terra:

- Obtenção de imagens de satélite
- Classificação de imagens adquiridas de boa qualidade
- Regras de classificação do método “Maximum Likelihood Classification”.
- Validação da classificação em campo

#### 4. OBTENÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE

As imagens adquiridas nesta pesquisa receberam um tratamento realizado pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), com uma correção estándar do terreno, nível 1T, no que se refere à precisão radiométrica y geométrica sistemática, utilizando os modelos digitais de elevação SRTM, NED, CDAD, DTED, y GTOPO 30, para precisão e correção topográfica.

Para a elaboração dos mapas de uso da terra dos anos “1986, 1992, 2003, 2011 e 2016”, realizaram-se combinações de 3 a 8 bandas multiespectrais obtidas dos satélites Landsat 5, 7 e 8 com suas respectivas assinaturas espectrais das classes de cobertura da terra do site USGS (Tabela 5).

**Tabela 5.** Imagens de satélite utilizadas para caracterizar o uso da terra bacia hidrográfica do rio Juqueri.

ANO	SATÉLITE / SENSOR	IMAGEN DE SATÉLITE / ENTIDADE ID	DATO	UTM ZONA	PANTH
1986	L1-5/MSS	LT52190761986298CUB00	WGS84	23	219
1992	L1-5/MSS	LT52190761992206CUB00	WGS84	23	219
2003	LL-7/ETM	MES-23-20_LL_2003	WGS84	23	219
2011	L1-5/TM	LT52190762011207CUB00	WGS84	23	219
2016	L1-8/OLI_TIRS	LC82190762016206LGIN00	WGS84	23	219

ANO	FILA	DATA DE AQUISIÇÃO	DATA DE OBTENÇÃO	FORMATO DE ARQUIVO	BANDAS
1986	76	25 /10/1986	12/12/2014	Geo TIFF	1 - 4
1992	76	21 /07/1992	12/12/2014	Geo TIFF	1 - 4
2003	76	23 /09/2003	12/12/2014	Geo TIFF	1 - 7
2011	76	26 /07/2011	12/12/2014	Geo TIFF	1 - 7
2016	76	12 /08 /2016	11/11/2016	Geo TIFF	1 - 8

Fonte: Os Autores.

## 5. CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS ADQUIRIDAS DE BOA QUALIDADE

Essa análise foi feita usando unidades funcionais da paisagem e da área da bacia hidrográfica do rio Juqueri, dos diferentes tipos de usos da terra - previamente ponderados em função do tipo de uso da terra usando sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelagem ambiental. Este método foi utilizado para a modelagem espectro espaço-temporal, para a identificação do uso da terra, sendo que foram feitas análise das unidades funcionais da paisagem e da área na bacia.

Sobre as imagens inseridas no banco de dados, aplicaram-se os procedimentos de pré-processamento, ou seja, realce de imagens registro fazendo a correção atmosférica das imagens por meio da ferramenta (*Radiance with atmospheric correction*) do ArcGIS 10.3,

Posterior ao término da restituição das imagens, o passo seguinte foi obter valores de refletância para as classes de uso da terra.

## 6. REGRAS DE CLASSIFICAÇÃO DO MÉTODO “*MAXIMUM LIKELIHOOD CLASSIFICATION*”

Existe 1% de erro ao se comparar este tipo de imagens, pois se reconhece as diferenças entre imagens nas suas resoluções ao se comparar, outra diferença notável é a refletância nas bandas correspondentes que cada sensor produz, de ali que a classificação visual (supervisionada) cumpre um papel muito importante na hora da classificação do uso de terra para cada imagem, pois por meio de técnicas de interpretação visual se geraram os resultados procurando a maior veracidade na classificação final.

O método utilizado foi o “Iso Cluster” que utilizou o algoritmo de agrupamento de Isodatos para determinar as características dos agrupamentos naturais das células no espaço de atributo multidimensional e armazenou os resultados num arquivo de assinatura ASCII de saída para posteriormente ser realizada a classificação pelo método “*Maximum Likelihood Classification*”.

## 7. VALIDAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO EM CAMPO

Para a validação do método nesta pesquisa, se realizou visitas de campo para identificar com exatidão as classificações dos diferentes usos da terra resultantes do processamento digital no software ArcGIS 10.3 obtidos.

## 8. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Realizaram-se as análises de correlações canônicas dos resultados obtidos do IQA na bacia hidrográfica do rio Juqueri e do uso de terras, sendo as variáveis dependentes (parâmetros IQA) e as independentes as modificações espaço temporais exercidas na bacia hidrográfica do rio Juqueri.

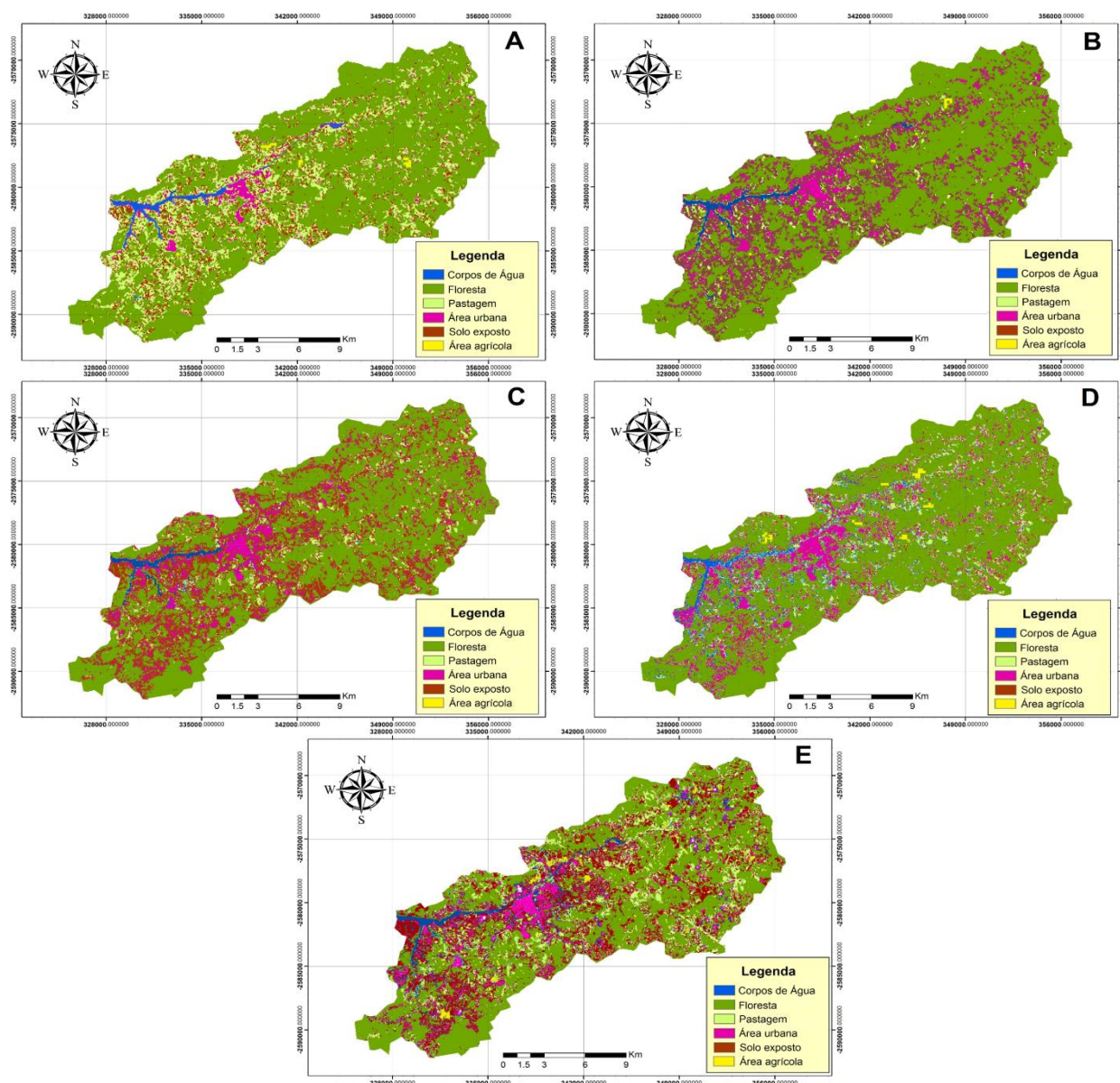


Diego Javier Perez Ortega; Marcelo Luiz Martins Pompêo

Para identificar as variáveis que determinaram a variabilidade na qualidade da água na bacia, se realizou uma análise estatística descritiva multivariada, utilizando os softwares *InfoStat Professional, Past 3.0, IBM SPSS Statistics e CANOCO 4,5* para Windows 8.

Elaboraram-se matrizes de correlação para encontrar a covariância de cada par de variáveis medidas. Neste caso, o coeficiente de correlação amostral representou a covariância dos valores amostrais estandardizados, assumindo valores no intervalo [-1;1].

**Figura 2.** Mapas do uso da terra Bacia hidrográfica do rio Juqueri. Uso da terra: (A-1986), (B-1992), (C-2003), (D-2011), (E-2016).



Fonte: Os Autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO NAS MUDANÇAS NO USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUQUERI

Se identificaram as coberturas para a classificação, além de linhas base de comparação para validar está. Os resultados da classificação se consolidaram na Figura 02, das categorias, da cobertura pelo método de máxima verossimilhança, dando como resultado seis classes: 1) corpos de água - CA; 2) floresta - F; 3) pastagem - P; 4) áreas urbanas - AU; 5) solo exposto – SE e 6) áreas agrícolas – AA.

Encontra-se também uma boa parte da área da bacia com problemas de solos expostos, especificamente um 11,26 % da área total para o ano 2016. Esta classe é muito suscetível à erosão. Reconhece-se que a bacia hidrográfica do rio Juqueri está sendo submetido a uma forte pressão ambiental, pois representa um grande atrativo para o setor imobiliário, e o aumento em porcentagem na classe de uso urbano, referente aos anos de 2011 até 2016 passou de 13,04 % para 17,51% da área total da bacia (Tabela 6).

**Tabela 6.** Valores uso da terra da bacia hidrográfica do rio Juqueri.

CLASSES %	1986	1992	2003	2011	2016	1986 – 2016
Corpos de Água	1,1	1,08	1,01	0,96	0,68	-0,42
Floresta	67,25	63,85	61,92	60,75	51,37	-15,88
Pastagem	24,45	9,28	7,88	15,7	15,22	-9,23
Áreas Urbanas	4,02	7,19	9,99	13,04	17,51	+13,49
Solos exposto	2,68	17,8	18,2	7,05	11,26	+8,58
Área agrícola	0,5	0,8	1	2,5	3,96	+3,46
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

CLASSES HA	1986	1992	2003	2011	2016	1986 - 2016
Corpos de Água	371	364	341	324	229	-142
Floresta	22673	21526	20876	20481	17319	-5354
Pastagem	8243	3129	2657	5293	5131	-3112
Áreas Urbanas	1355	2424	3368	4396	5903	4548
Solos exposto	904	6001	6136	2377	3796	2893
Área agrícola	169	270	337	843	1335	1167
<b>Total</b>	<b>33714</b>	<b>33714</b>	<b>33314</b>	<b>33714</b>	<b>33714</b>	

Fonte: Os Autores.

O reservatório Paiva Castro que está incluso nos recursos hídricos da bacia vem sofrendo uma continua degradação, pois sua área vem diminuindo paulatinamente com o tempo. De acordo com os dados obtidos por esta pesquisa, o reservatório em comparação dos anos de 1986 para o ano 2016 conta com menos de 0,42 % de área dos corpos de água na bacia.

Cabe ressaltar que o reservatório é uma das maiores riquezas da bacia no qual vem se gerando fortes impactos devido à construção recente de casas de alto padrão no seu perímetro.

Diego Javier Perez Ortega; Marcelo Luiz Martins Pompêo

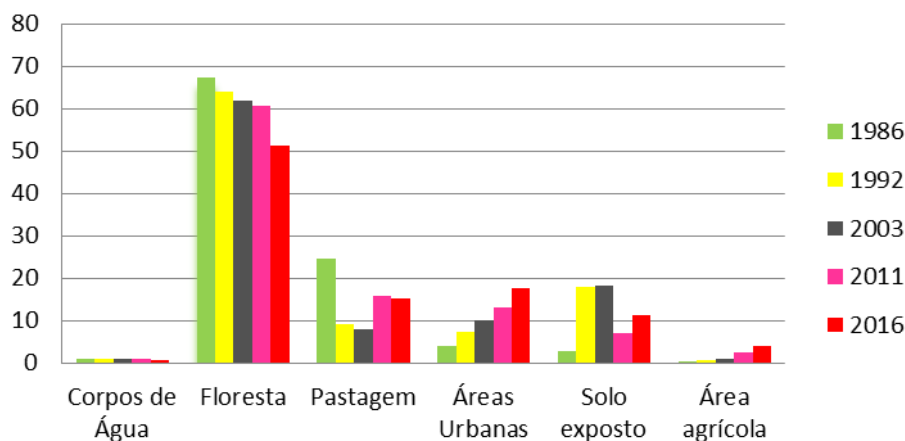
A sua beleza faz também que muitos turistas visitem o reservatório e terminem adquirindo prédios, incrementando a área urbana, onde para o ano de 1986 era de 4,02% da área total da bacia e para o 2016 se incrementou a 17,51%, além desse crescimento urbano sem planejamento, a área urbana crescente vem acompanhada de redes de esgotos e águas residuais sem tratamento que são despejadas no reservatório *in natura*.

Encontrou-se mudanças também nas áreas de pastagem que foram diminuídas em 3.112 ha comparando os anos de 1986 aos anos de 2016, onde se percebe que esta diminuição foi substituída por áreas urbanas (4.548 ha) e uma pequena porção pelas áreas agrícolas (1.167 ha) (Tabela 4).

Ressalta-se que, ao acontecer a diminuição da área dos corpos de água, aumenta a bioacumulação e biodisponibilidade de determinados poluentes no reservatório Paiva Castro, o que ocasiona impactos sobre a saúde dos seres vivos, incluindo os invertebrados e as pessoas usuárias do abastecimento por esse reservatório.

A maior pressão ambiental se encontra nas classes de corpos de água e nas camadas florestais da bacia hidrográfica do rio Juqueri. Isto acontece, mesmo onde o uso da área da bacia hidrográfica do rio Juqueri, no montante da barragem, é regida pela Lei de Proteção dos Mananciais – Lei Estadual 9,866/97. Porém, área florestal que circunda o reservatório vem sendo reduzida (Figura 3).

**Figura 3.** Mudanças no uso da terra da bacia hidrográfica do rio Juqueri.



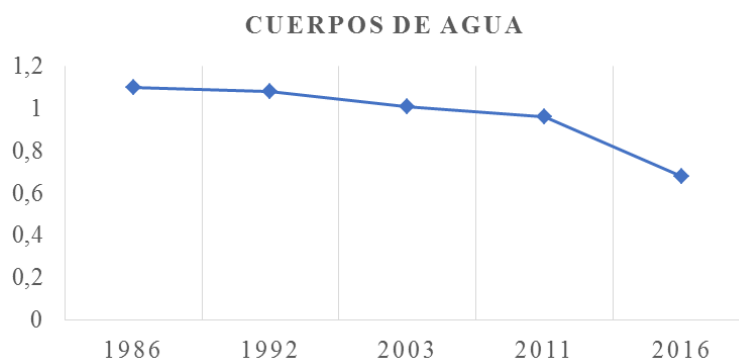
Fonte: Os Autores.

Se determina que existe grande pressão ambiental ocorridas pelas mudanças no uso da terra na bacia, onde os maiores impactos foram ocasionados no período dos anos de 2011 até 2016, período no qual se obtiveram os maiores valores de perdas em áreas de classes muito importantes, como a classe floresta, pastagem e corpos de água registrada pelas imagens de satélite. Além disso, foi identificado

Diego Javier Perez Ortega; Marcelo Luiz Martins Pompêo

aumento nos valores das áreas das classes de solo exposto e para a área urbana, denotando uma progressiva degradação ambiental (Figura 4).

**Figura 4.** Diminuição em % da área da classe Corpos de água.



Fonte: Os Autores.

### **ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)**

Quanto à classificação da água da bacia hidrográfica do rio Juqueri segundo os valores de IQA, os encontrados foram: o “Regular”, que está entre os valores de (36<51), e o “Bom”, que está entre os valores de (51<79).

O mês de julho teve mais classificações no valor regular no P2 e na semana 1 de julho teve sempre a classificação “Boa” segundo o IQA. No mês de dezembro os valores regulares da classificação segundo o IQA foram mais equitativos para todos os pontos, e a semana 2 do mês de dezembro foi a que registrou todos os valores acima de 52, que significa uma classificação “Boa” segundo o IQA. Nota-se também que no mês de julho se obtiveram um maior número de amostras com valores de IQA “Regular”, com um total de 10 amostras. Já para o mês de dezembro só se obtiveram 8 amostras com o IQA médio classificado como “Regular”, isto aumentando de 5 até 7 valores totais do IQA de amostra classificadas como “Boa” (Tabela 7).

**Tabela 7.** Valores das medias do IQA dos anos de 2015 e 2016.

MÊS/JULHO	P1	P2	P3	MÊS/DEZ.	P1	P2	P3
1	52	55	52	1	56	52	50
2	51	45	51	2	55	54	56
3	39	38	54	3	49	47	51
4	46	50	51	4	50	46	49
<b>Media</b>	<b>47</b>	<b>47</b>	<b>52</b>	<b>Media</b>	<b>52.5</b>	<b>49.75</b>	<b>51.5</b>

Fonte: Os Autores.

O que significa que o período de chuva afeta de maneira positiva o IQA da bacia hidrográfica do rio Juqueri, mas o OD diminui neste período, da mesma forma que o pH, o NT e o PT. Os sólidos totais no P1 aumentam, mas no P2 e P3 diminuem seu valor. Quanto ao restante dos parâmetros como

a temperatura, os coliformes termotolerantes, DBO e a turbidez, estes aumentam seus valores no mês de dezembro. Desta forma, conclui-se que existe uma dinâmica referente aos períodos de precipitação, pois, pode-se afirmar que no caso da bacia hidrografia do rio Juqueri alguns parâmetros aumentam neste período e outros diminuem em seus teores. Os maiores valores de IQA foram encontrados no P3, e os menores valores no P2 e P1. Cabe ressaltar que os comportamentos do IQA nos pontos da Jusante e no meio da bacia Juqueri, evidenciam uma degradação paulatina ao transcurso do rio na bacia pelas atividades antrópicas exercidas nesta.

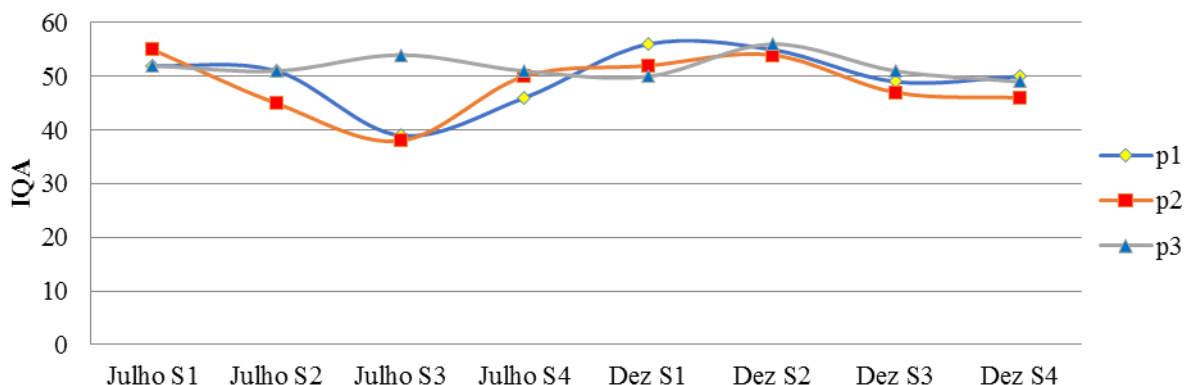
Estas características também foram encontradas por Martins et al (2008), ao estudar a qualidade da água do rio Apodi/Mossoró no estado de Rio Grande do Norte. Nos pontos monitorados, a qualidade da água é boa (exceto no ponto JF, onde na primeira coleta apresentou qualidade regular), apresentando uma diminuição da qualidade quando se examina pontos localizados mais próximos da foz. Esta constatação evidencia que em todos os pontos ocorrem influências externas, que juntas corroboram para o decréscimo da qualidade da água no sentido da barragem para a foz do rio (parte perenizada do rio).

Atividades antrópicas como resíduos industriais, águas residuais, escorrência agrícola e urbana provocada por efluentes e acumulação de sedimentos, alteram a qualidade da água do rio Apodi/Mossoró de ponto para ponto na direção da foz, de acordo com o que é realizado no local, resultando em índices diferentes em locais diferentes.

De maneira geral a qualidade da água vai piorando na medida em que segue o curso do rio no sentido nascente até a foz, sendo este resultado consequência do incremento de efluentes da cidade de Upanema, comunidades e atividades econômicas por onde o rio passa. Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo et al. (2007) e Souza et al (2011, 2012) em seus estudos sobre a qualidade do rio Mossoró, também observou-se um decréscimo da qualidade da água do Ribeirão de Carrancas, ao observar que os melhores valores de IQA são encontrados em pontos a montante de lançamentos de efluentes urbanos e industriais e de áreas agrícolas.

Os valores mais baixos se deram no mês de julho tanto no P1 e no P2 na semana 3, depois se estabilizam no mês de dezembro com a chegada das chuvas. Enquanto, ao P3, existe um ligeiro equilíbrio, pois mantém certa estabilidade, o P3 mante o valor de IQA de 50 (com exceção da amostra da semana 4 que chegou a 49). A estabilidade num valor de IQA acima de 50 indica que o reservatório mantém uma qualidade de água boa, e que o Reservatório tem a capacidade de depurar os recursos hídricos que chegam a seu perímetro, como o amostram os valores do P3 (Figuras 5).

**Figura 5.** Valores do IQA na água da bacia hidrográfica do rio Juqueri.



Fonte: Os Autores.

### **CORRELAÇÕES CANÔNICAS ENTRE OS PARÂMETROS DO IQA E O USO DA TERRA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUQUERI**

Na Tabela 8 estão inseridos os valores do desvio padrão, este indica uma medida de dispersão dos dados em torno de média amostral. O maior valor se obteve na variável de coliforme termotolerantes com um 4447,2 sendo um valor alto que indica que os valores nos pontos amostrados estão espalhados por uma ampla gama de valores e amostra poluição por coliformes com altos valores nesta variável.

**Tabela 8.** Estatística descritiva dos parâmetros do IQA.

	OD	T	COLFORMES	PH	DBO	NT	P	TURB,	ST	IQA
<b>Média</b>	5,6	23,2	3411,3	6,6	4,2	1,8	0,4	4,0	0,0	50,1
<b>Desvio Padrão</b>	1,2	3,7	4447,2	0,6	1,4	1,8	0,6	1,8	0,0	2,8
<b>Mínimo</b>	4,0	18,4	94,7	5,8	1,0	0,4	0,2	1,8	0,0	43,7
<b>Máximo</b>	9,4	28,8	13745,3	8,3	6,1	7,1	2,7	7,8	0,1	55,0
<b>Coefficiente Variação</b>	0,2	0,2	1,3	0,1	0,3	1,0	1,6	0,4	1,3	0,1

Fonte: Os Autores.

As variáveis restantes obtiveram valores relativamente baixos, indicando que os valores nos pontos amostrados tendem a estar mais próximos da média e indica certa estabilidade nestes.

Os coliformes apresentaram maior média, desvio padrão e coeficiente de variação enquanto o pH mostrou menor variabilidade (Tabela 8). Estes valores representam a totalidade das estações amostradas na Bacia hidrográfica do rio Juqueri. Os coeficientes de variação relativamente altos são indicação da inconstância dos valores dos parâmetros ao longo do tempo e ao longo do eixo montante-jusante, influenciando de maneira relevante IQA. Evidentemente, em consequência das atividades antrópicas na área de estudo, essa grande variabilidade é esperada.

Diego Javier Perez Ortega; Marcelo Luiz Martins Pompêo

Referente à matriz de correlação, esta possibilitou identificar as variáveis mais significativas, que cumprem um papel importante na interpretação dos dados do estudo. A dependência das variáveis medidas pode ser vista por meio da matriz de correlação (Tabela 9).

**Tabela 9.** Matriz de correlação dos parâmetros do IQA e os usos da terra.

Valores marcados com verde denotam correlações entre os próprios parâmetros do IQA, os marcados com vermelho denotam correlações entre os parâmetros IQA e o uso de terra. (Erro encontrado foi de 0,03%)

	OD	T	COL	pH	DBO	NT	PT	TUR	ST	IQA	CA	F	P	AU	SE	AA
OD	1,0															
T	<b>0,6</b>	1,0														
COL	-0,4	-0,4	1,0													
pH	-0,5	-0,6	<b>0,9</b>	1,0												
DBO	-0,2	0,2	0,2	0,3	1,0											
NT	-0,0	-0,3	-0,3	-0,4	-0,8	1,0										
PT	-0,3	-0,5	-0,2	0,1	0,1	0,0	1,0									
TUR	-0,6	-0,8	0,8	<b>0,9</b>	0,0	-0,0	0,3	1,0								
ST	-0,3	-0,2	-0,5	-0,5	-0,5	<b>0,8</b>	0,1	-0,1	1,0							
IQA	0,5	<b>0,8</b>	0,0	-0,3	0,2	-0,3	-0,8	-0,5	-0,3	1,0						
CA	-0,8	-0,8	0,2	0,3	-0,1	0,4	0,3	<b>0,6</b>	0,5	-0,7	1,0					
F	-0,4	0,0	-0,3	-0,1	0,6	-0,2	<b>0,6</b>	-0,1	0,2	-0,3	0,2	1,0				
P	0,8	<b>0,8</b>	-0,6	-0,7	0,0	-0,1	-0,3	-0,9	-0,	<b>0,6</b>	-0,8	-0,0	1,0			
AU	-0,7	-0,0	0,3	0,3	<b>0,7</b>	-0,4	-0,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,5	-0,4	1,0		
SE	-0,0	<b>0,6</b>	-0,2	-0,3	0,5	-0,3	-0,3	-0,5	0,1	0,5	-0,2	0,5	0,3	0,6	1,0	
AA	-0,2	0,5	-0,0	-0,1	<b>0,6</b>	-0,4	-0,3	-0,3	0,0	0,4	-0,0	0,4	0,1	0,8	0,9	1,0

Fonte: Os Autores.

Os resultados das correlações identificadas entre parâmetros do IQA foram (T – OD com valor 0,6), (pH – Coliformes com valor 0,9), (Turb – pH com valor 0,9) sendo estas duas últimas as de maior valor de correlação, (T – IQA com valor 0,8) e (ST – NT com valor 0,8).

Referente às correlações canônicas a correlação que apresentou os maiores coeficientes de correlações foi a (áreas Pastagem – T com um valor 0,8) (terra exposto – T com um valor de 0,6) isso denota uma dependência dos valores da temperatura quanto às áreas de pastagem e áreas de terra exposto contidos na bacia (Tabela 9).

Ao aumentar as áreas de pastagem e terra exposto diminuem as áreas de floresta. A energia do sol entra diretamente sobre o solo e os recursos hídricos, diminuindo a evapotranspiração realizada pela camada floresta o que ratifica a correlação entre a temperatura com as áreas de pastagem e os solos expostos que vem aumentando nos últimos 30 anos.

### **CORRELAÇÃO ENTRE A DBO E AS ÁREAS URBANAS**

Na Tabela 7 e nas Figuras 6 e 7, se identificam as correlações entre DBO e a área urbana com um valor de 0,7, onde geralmente as águas do esgoto de uma cidade compõem-se de rejeitos domésticos e industriais onde o parâmetro mais utilizado para classificar se o esgoto é sanitário ou

industrial é a DBO, quanto maior seja DBO, maior é poluição orgânica o que poderia explicar a correlação entre estas variáveis (Ferreira 2010).

Este autor também afirma que a composição do esgoto é bastante variável, apresentando maior teor de impurezas durante o dia e menor durante a noite. A matéria orgânica, especialmente as fezes humanas, confere ao esgoto sanitário suas principais características, mutáveis com o decorrer do tempo, pois sofre diversas alterações até sua completa mineralização ou estabilização.

Enquanto o esgoto sanitário causa poluição orgânica e bacteriológica, o industrial geralmente produz a poluição química.

O efluente industrial, além das substâncias presentes na água de origem, contém impurezas orgânicas e/ou inorgânicas resultante das atividades industriais, em quantidade e qualidade variáveis com o tipo de indústria. Os corpos de água podem se recuperar da poluição, ou depurar-se pela ação da própria natureza. O efluente geralmente pode ser lançado sem tratamento em um curso de água, desde que a descarga poluidora não ultrapasse cerca de quarenta avos da vazão: um rio com 120 L/s de vazão pode receber de grosso modo a descarga de 3 L/s de esgoto, sem consequências (Carreón et al. 2013).

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Mairiporã (2013) os serviços de água e esgoto são prestados pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, através de um contrato datado de mais de 30 anos atrás e que teve sua validade expirada em 2009. Nos últimos 10 anos, pouco foi feito para Universalização do acesso à água de abastecimento, para garantia da qualidade do manancial e dos recursos hídricos da bacia em questão e de assegurar as condições sanitárias da população. De acordo com os censos de 2000 e 2010 realizados pelo IBGE, a parcela de domicílios particulares permanentes do município com acesso à rede de abastecimento passou de somente 65% para 71%. A rede de coleta de esgoto por sua vez passou somente de 31% para 35% no mesmo período (IBGE 2012).

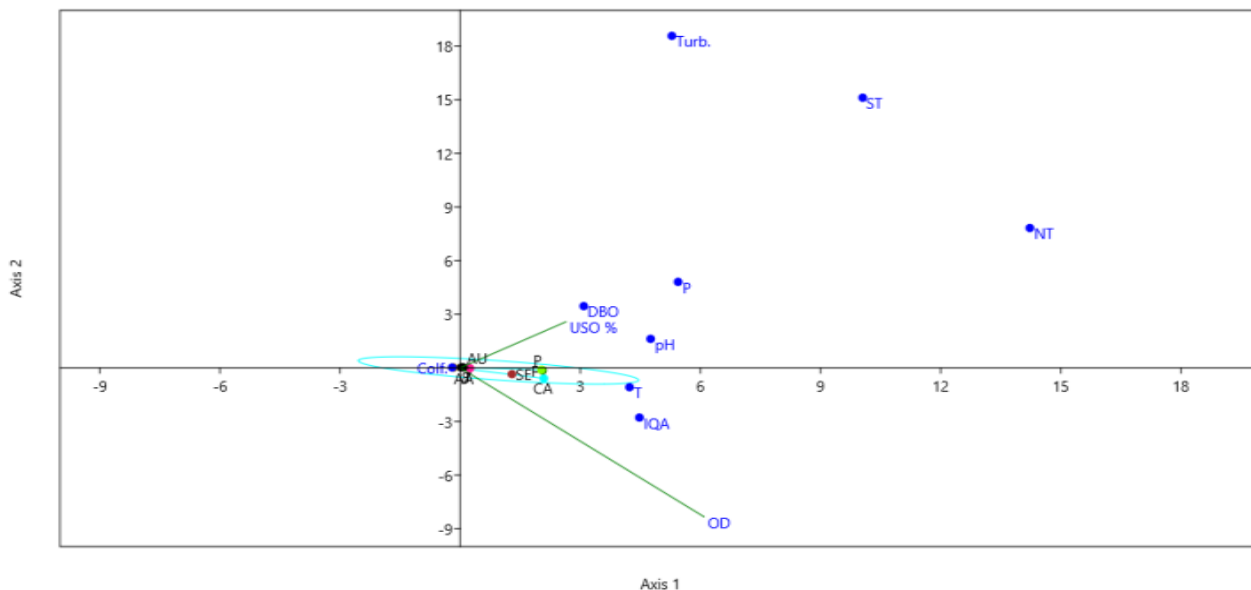
Deste modo conclui-se que mais da metade dos esgotos gerados são dispostos em fossas ou lançados *in natura*. A insuficiência do sistema coletor existente vem comprometendo a qualidade das águas superficiais da bacia, bem como de seu próprio manancial de abastecimento, uma vez que o efluente é lançado a montante do ponto de captação, causando condições sanitárias insalubres.

Esta realidade corrobora a correlação existente entre a DBO e a Área Urbana, pois esta vem crescendo através do tempo sem um prévio planejamento e mais dos 35% das áreas urbanas do Município de Mairiporã não tem rede de coleta de esgoto, o que intensifica a poluição por matéria orgânica e faz incrementar os valores da DBO (Figura 6).



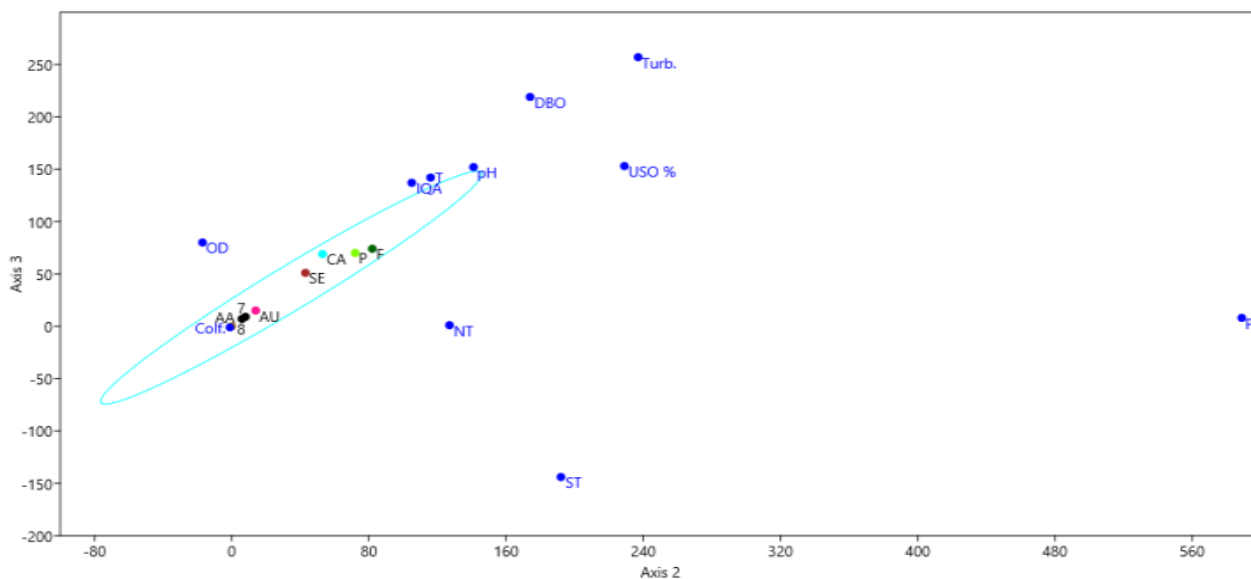
Diego Javier Perez Ortega; Marcelo Luiz Martins Pompêo

**Figura 6.** Correlações canônicas das variáveis uso da terra e parâmetros do IQA eixos 1 e 2.



Fonte: Os Autores.

**Figura 7.** Correlações canônicas das variáveis uso do terras e parâmetros do IQA eixos 2 e 3.



Fonte: Os Autores.

### ***CORRELAÇÃO ENTRE A TURBIDEZ E AS ÁREAS DOS CORPOS DE ÁGUA***

A Tabela 9 e as figuras 6 e 7, também demonstraram com um valor de 0,6 a correlação entre a turbidez com a área dos corpos de água, os maiores valores de turbidez na bacia hidrográfica do rio Juqueri se encontraram no P2, ponto que fica do lado da área urbana na bacia.

Os autores MENEZES et al, (2016), encontraram na bacia hidrográfica urbana do Ribeirão Vermelho, que as cargas de sólidos na água e a turbidez, eram maiores nos pontos amostrados que eram seções com forte ocupação agrícola e urbana.

Isto corrobora as correlações entre as áreas urbanas y como estas modificam e pioram os valores encontradas de turbidez tanto nesta pesquisa, quando na bacia hidrográfica urbana do Ribeirão Vermelho

É bom entender que a turbidez é uma medida do grau em que a água perde a sua transparência, devido à presença de partículas em suspensão (presença de fitoplâncton ou algas crescimento, sedimentos provenientes da erosão, e lançamento de efluentes, tais como a água de escoamento urbano misturado).

As continuações se descrevem todas as correlações canônicas encontradas na bacia hidrográfica do rio Juqueri obtidas nas figuras 6 e 7 (Tabela 10).

**Figura 10.** Correlações canônicas bacia hidrográfica do rio Juqueri.

\* Corrobora as correlações entre (Temperatura – Pastagem, solo exposto e Floresta)

\*\* Corrobora as correlações entre (Coliformes - áreas Urbanas e áreas agrícolas)

\*\*\* Corrobora as correlações entre (Todos os usos da terra – Colif, T, pH e IQA)

Nº	MATRIZ CORRELAÇÃO	EIXO 1 E 2	EIXO 3 E 4
1	*A temperatura - área de Pastagem.	**As Coliformes - área Urbana.	**As Coliformes - área Urbana e Área Agrícola.
2	*A temperatura - área do Solo exposto.	*A temperatura - pastagem e solo exposto.	*A temperatura - área da pastagem e área de Floresta (influenciada por todos os usos da terra)
3	A DBO - Área Urbana	Correlação dos ST e NT - Turbidez, (afastados dos outros parâmetros)	Correlação da Turbidez - DBO
4	A DBO - Área Agrícola	***Correlação Todos os usos - Coliformes e Temperatura.	***Correlação Todos os usos - Coliformes, Temperatura, pH e o IQA
5	A Turbidez - Área dos Corpos de água		Correlação ST - NT e o PT
6	O PT - Camada Florestal		
7	IQA - Área da pastagem		

Fonte: Os Autores.

Uma variável que pode afetar muito os ecossistemas aquáticos é a turbidez, pois deteriora o processo de fotossíntese limitando a passagem de a luz solar, a respiração e a reprodução da vida aquática, onde as partículas em suspensão absorvem o calor do sol, tornando as águas turvas mais quentes, e reduzindo, assim, a concentração de oxigênio na água, diminuindo a atividade fotossintética nas algas, o que contribui para diminuir ainda mais a concentração de oxigênio (CETESB 2014).

Essa seria uma correlação direta com a OD e a DBO mais neste caso podemos afirmar que nos períodos chuvosos os aumentos de quantidade de água precipitada fazem lavagem das áreas que

limitam o perímetro dos córregos, rios e do reservatório Paiva Castro, levando consigo material coloidal e solo erodido o que explicaria a correlação obtida entre a turbidez e a classe de corpos de águas.

### ***CORRELAÇÃO ENTRE O FÓSFORO TOTAL E AS ÁREAS DE FLORESTA***

Nas Figuras 6 e 7 e a Tabela 10 identificam as correlações entre o fósforo e as áreas florestais. Agora, uma possível explicação para esta correlação foi dada por Malavolta (1996), que afirma que as florestas realizam um papel importantíssimo sobre ciclagem de carbono, nutrientes minerais com o fósforo e a retenção de água no solo o que explicaria esta correlação.

O mesmo autor afirma que existe uma correlação direta entre as áreas com cobertura florestal (vegetação secundária) e o P, devido a simbioses das suas raízes com micorrízica, que no período de chuvas seja por erosão de solos ou por fluxo subterrâneo o fósforo é disponibilizado nos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Juqueri em pequenas quantidades, também precisa se dizer que as maiores fontes de fósforo são de fertilizantes feitos à base deste e no esgoto não tratado.

Além disso, num estudo no reservatório de Itupararanga, São Paulo, Cunha e Calijuri (2011) encontraram concentrações de fósforo próximas às determinadas nesse trabalho e concluíram a partir de observações de dados de 16 reservatórios brasileiros que há correlação positiva entre as concentrações de fósforo total e clorofila em bacias hidrográficas com uso do solo predominantemente agrícola e florestais.

Existe uma baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente de fósforo nos solos de São Paulo e pode limitar o crescimento da vegetação secundária. No entanto, florestas tropicais apresentam estratégias para maximizar a absorção de nutrientes, como associações com fungos micorrízicos e produção de raízes apogeotrópicas, onde as florestas secundárias geralmente conseguem se desenvolver em solos com deficiência de fósforo possivelmente em parte devido ao estabelecimento de simbiose micorrízica (Coelho & Verlengia 1993).

Diversos fatores ambientais podem influenciar a colonização micorrízica e o crescimento radicular em ecossistemas florestais, tais como disponibilidade de nutrientes e água no solo, além de mudanças na cobertura da terra (Malavolta 1996).

### ***CORRELAÇÃO ENTRE O IQA E AS ÁREAS DE PASTAGEM:***

Nas correlações encontradas nas Figuras 6 e 7 e plasmada na Tabela 10, entre o IQA e as áreas de pastagem, se encontrou uma similitude no trabalho realizado pelo autor Fia et al. (2015), o qual encontrou na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho, ao longo do rio e de seus afluentes, onde os

valores de IQA que foram classificadas de qualidade média a ruim dependiam na direção à sua foz. Todavia o mesmo autor viu que após a passagem do ribeirão pela área urbana do município de Lavras, existia um comportamento de depuração da qualidade de suas águas passando por áreas ocupadas por áreas de floresta e pastagens com vegetação secundária. O autor afirmou que os valores de IQA que obteve não tiveram níveis aceitáveis para consumo, este fenômeno poderia explicar as correlações entre o IQA e as áreas de pastagem.

## CONCLUSÕES

O aumento populacional da área urbana acompanhado de diversas interferências humanas ligadas ao mau uso do espaço urbano incrementos das áreas de solos expostos que são suscetíveis a qualquer tipo de erosão, acompanhada de uma diminuição de floresta e degradação dos recursos hídricos em quantidade e qualidade, fazem com que a bacia do rio Juqueri este submetida numa forte pressão ambiental.

O IQA é uma fonte de informação importante sobre o estado de qualidade da água da bacia, pois classificou seus recursos hídricos dando como resultado médio de 49,28 classificando a água da bacia como *Regular*. Lembrando que esta bacia contém um manancial importantíssimo como é o reservatório Paiva castro o qual disponibiliza água a 19 milhões de pessoas na cidade de São Paulo. Isto deixa claro que se precisa urgentemente de um gerenciamento da bacia para melhorar estes valores, lembrando que seus recursos hídricos estão classificados como Classe I, segundo a legislação estadual paulista referente aos recursos hídricos superficiais (lei no 997 76, regulamentada pelo decreto 8.468 76), sendo estas águas destinadas ao abastecimento doméstico, determinando que qualquer tipo de lançamento de esgoto, mesmo tratado é proibido nos corpos hídricos desta categoria (CETESB 2014).

Os altos valores da DBO ultrapassaram o valor padrão segundo a CONAMA 357/2005 que classifica os corpos de água e das diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Isto implica uma maior quantidade de matéria orgânica que está sendo degradada pelos microrganismos e que faz diminuir a quantidade de oxigênio para as espécies aeróbias dos ecossistemas aquáticos proveniente da área urbana, esta diferença de concentração de oxigênio pode ser representada pelo florescimento de algas, sendo mais frequentes em valores acima de 7,0 pH diminuindo a DBO levando à competição por oxigênio dissolvido, demonstrando a existência da correlação entre a DBO e pH e a DBO com as áreas urbanas.

As correlações canônicas se revelaram muito úteis para determinar a pressão que está sendo exercida na bacia hidrográfica do rio Juqueri, pois mediante estas foi possível simplificar e determinar

que os usos da terra como áreas urbanas e agrícolas influenciam na redução dos valores de variáveis do IQA como a DBO e Oxigênio dissolvido, além de aumentar em outras como a turbidez, sólidos totais, nitrogênio e fosforo. Estas variáveis são muito importantes e estão causando maiores impactos nos recursos hídricos, além disso, ajudaram significativamente na redução da complexidade e consequentemente na facilidade da interpretação dos problemas ambientais nos recursos hídricos da bacia.

Constatou-se correlações importantes entre a diminuição nos valores de DBO pelas áreas urbanas, e melhoras nos valores de IQA pelas áreas de Pastagem. Diante do exposto, se conclui que existe uma necessidade urgente de planejamento do uso e ocupação das terras na área da bacia.

## REFERÊNCIAS

- Araújo VS, Santos JP, Araújo AC 2007. Monitoramento das águas do rio Mossoró/RN. *Holos* 23:4-41.
- BRASIL. [homepage on the internet]. 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: Resolução nº 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente. [update 2005 Mar 18; cited 2017 Abril 10]. Available from: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>.
- Carreón T, Díaz J, López E 2013. Evaluación de la Calidad del Agua en la Laguna de Yuriria, Guanajuato, México, Mediante Técnicas Multivariadas: Un Análisis de Valoración Para dos Épocas 2005, 2009-2010. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 29 (3) 147-163,
- CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) – [homepage on the internet]. Índice de qualidade das águas – IQA. São Paulo. [update 2007 Fev 21; cited 2016 Dec 11]. Available from: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-idade-aguas.aspx>.
- CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) 2014. *Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo*. CETESB, São Paulo. 371pp.
- Coelho FS, Verlengia F 1993. *Fertilidade do solo*. Instituto Campineiro de ensino agrícola, Campinas, 384pp.
- Cunha DF, Calijuri MD 2011. Limiting factors for phytoplankton growth in subtropical reservoirs: the effect of light and nutrient availability in different longitudinal compartments. *Lake Reserv. Manag.* 27: 162-172.
- EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A.) [homepage on the internet]. Atlas de Uso e cobertura da terra de Mairiporã [update 2001 Jun 1; cited 2017 Jan 20]. Available from: [https://www.emplasa.sp.gov.br/Cms\\_Data/Sites/EmplasaDev/Files/Documentos/Cartografia/Atlas/RMSP/Atlas\\_Mairipora.pdf](https://www.emplasa.sp.gov.br/Cms_Data/Sites/EmplasaDev/Files/Documentos/Cartografia/Atlas/RMSP/Atlas_Mairipora.pdf).
- Ferreira W. Estudo de patógenos e metais em lodo digerido bruto e higienizado para fins agrícolas, das estações de tratamento de esgotos da ilha do governador e da Penha no estado do Rio de Janeiro.

[Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, 2010 [citado o 2016 Nov 10]. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/36168803\\_Estudo\\_de\\_patogenos\\_e\\_metais\\_em\\_lodo\\_digerido\\_bruto\\_e\\_higienizado\\_para\\_fins\\_agricolas\\_das\\_estacoes\\_de\\_tratamento\\_de\\_esgotos\\_da\\_Ilha\\_do\\_Governador\\_e\\_da\\_Penha\\_no\\_Estado\\_do\\_Rio\\_de\\_Janeiro\\_electronic\\_reso](https://www.researchgate.net/publication/36168803_Estudo_de_patogenos_e_metais_em_lodo_digerido_bruto_e_higienizado_para_fins_agricolas_das_estacoes_de_tratamento_de_esgotos_da_Ilha_do_Governador_e_da_Penha_no_Estado_do_Rio_de_Janeiro_electronic_reso).

Fia R, Tadeu HC, Menezes JPC, Fia, FRL, Oliveira LFC 2015. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 20(1):.

FUSP (Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo) 2009. *Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) 2012. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*, IBGE, Rio de Janeiro.

IDEAM 2010. *Leyenda nacional de coberturas de la tierra, Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Malavolta E 1996. *Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo*. Editora Agronômica Ceres. São Paulo. 528 p.

Martins DFF, Souza RB, Oliveira TM, Souza LD, Castro SSL 2008. Qualidade físico-química das águas da bacia hidrográfica do rio Apodi/Mossoró: I- Variabilidade espacial. Química no Brasil. *Anais do I congresso norte-nordeste de química*, Natal. Vol. (2), 61-74.

Menezes J, Bittencourt R, Farias M, Bello I, Fia R, Coutinho L 2016. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental* 21(3):519-534.

Oliveira-Filho PC, Dutra AM, Ceruti FC 2012. Qualidade das águas superficiais e o uso da terra: estudo de caso pontual em bacia hidrográfica do oeste do Paraná. *Revista Floresta e Ambiente, Seropédica* 19(1):.

Pérez-Ortega DJ, Pérez D, Américo J, Carvalho S, Segovia J 2016. Development of Index of Resilience for Surface Water in Watersheds. *Journal of Urban and Environmental Engineering* 10(1):72-82.

Plano Municipal de Saneamento Básico de Mairiporã 2013. Volume I. *Plano Municipal dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário*.

Ribeiro KH. Qualidade da água superficial e a relação com o uso do solo e componentes ambientais na microbacia do rio Campestre, [Dissertação de Mestrado] Colombo. Universidade Federal do Paraná, 2009. [citado o 2016 Nov 10]. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010006832014000200030&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010006832014000200030&script=sci_abstract&tlng=pt).

## Determination of Environmental Pressure that Land Use Exert on Water Resources in the Juqueri River Basin, in the Municipality of Mairiporã, State of São Paulo, Brazil

### **ABSTRACT:**

The objective of this study was to determine the relationship between land use and water quality, through canonical correlations between the WQI parameters and the changes in the last 30 years, using LANDSAT 5, 7 and 8 satellite imagery, through supervised classification were determined 6 classes of use. In order to determine the IQA in the basin, were collected 8 samples in the summer period and 8 in the winter in the years 2015 and 2016 in 3 points in the upper, middle and in the mouth. The results showed that the bodies of water suffered a decrease of area that went from 1,1% to 0,68% in total reducing 0,42%. Regarding the IQA in some sample points were observed values below 51 that is classified as regular for human consumption. Correlations were found between the decrease in BOD values by urban areas. In view of the above, there is a need for planning land use and occupation in the basin area.

**Keywords:** Geoprocessing; Anthropic Activities; Contamination; Environmental Degradation.

Submissão: 10/01/2017

Aceite: 19/12/2017