

CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DO RIO PITANGUI, NA REGIÃO DA PCH SÃO JORGE, POR MEIO DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

Sarah Meier Lopes^{1} & Nicole M. Brassac de Arruda²*

Resumo – Visando avaliar a qualidade da água do rio Pitangui na região do reservatório da PCH São Jorge, Paraná, este trabalho fez uso de dados secundários do programa de monitoramento da COPEL. A avaliação destes dados foi realizada utilizando a análise de agrupamentos, com base em 11 variáveis de qualidade de água coletadas entre 2005 e 2015, em três estações de amostragem. Os dados foram separados de acordo com a sazonalidade da coleta, então foi calculada a mediana de cada variável, por estação de monitoramento, a fim de avaliar possível influência da sazonalidade. O resultado do dendrograma foi a formação de três grupos distintos. O G1 foi representado apenas pela estação E1, nas coletas de outono, estando relacionado à presença das maiores medianas de coliformes termotolerantes. O agrupamento G2 foi formado por coletas realizadas no reservatório e a jusante deste, relacionados a sazonalidade, uma vez que coletas de uma mesma estação do ano ficaram agrupadas entre si. E o agrupamento G3 foi influenciado pela similaridade espacial, pois foi formado por coletas da mesma estação de monitoramento, em diferentes estações do ano. Os agrupamentos demonstram a influência espacial, da passagem da água pelo reservatório e da sazonalidade, na qualidade da água.

Palavras-Chave – Qualidade da água. Sazonalidade. Bacia do rio Tibagi.

LIMNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF PITANGUI RIVER IN THE REGION OF SÃO JORGE'S POWER PLANT, THROUGH CLUSTER ANALYSIS

Abstract – In order to evaluate the water quality of the Pitangui River in the São Jorge HPP reservoir region, this work made use of secondary data from the COPEL monitoring program. The evaluation of these data was performed using cluster analysis, based on 11 water quality variables collected between 2005 and 2015, at three sampling stations. The data were separated according to the seasonality of the collection, then the median of each variable, per monitoring station, was calculated in order to evaluate the possible influence of the seasonality. The result of the dendrogram was the formation of three distinct groups. The G1 was represented only by the E1 station, in the autumn collections, being related to the presence of the larger medians of thermotolerant coliforms. The G2 group was formed by collections made in the reservoir and downstream of the reservoir, related to seasonality, since collections of the same season of the year were grouped together. And the G3 cluster was influenced by the spatial similarity, being formed by collections of the same monitoring station, in different seasons of the year. The clusters show the spatial influence of the passage of water through the reservoir and the seasonality of water quality.

Keywords – Water quality. Seasonality. Tibagi river basin.

¹ * Autor para comunicação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). sah.mlopes@gmail.com

² Universidade Positivo (UP), Curitiba, Paraná; Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Institutos Lactec). n.brassac@lactec.org.br

INTRODUÇÃO

O aumento das pressões antrópicas sobre o meio ambiente e seus recursos, desencadeia a necessidade da interferência humana nas bacias hidrográficas, realizada através do planejamento, gestão dos recursos hídricos e estudos sobre esses ecossistemas (HABERLAND et al., 2012). Os corpos hídricos são demasiadamente influenciados pelo aumento populacional, tanto na questão de aumento da demanda hídrica, quando em relação à qualidade de suas águas, que são degradadas devido a diferentes atividades antrópicas, gerando diversas consequências prejudiciais ao corpo hídrico, à biota associada e aos seus usos múltiplos (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013).

A eutrofização é uma das principais consequências das atividades antrópicas, definida pelo enriquecimento das águas por nutrientes, dentre os principais nitrogênio e fósforo. Dentre as consequências conhecidas estão a rápida proliferação de macrófitas aquáticas, algas planctônicas, cianobactérias, que são potenciais produtoras de toxinas que afetam o homem e outros animais. Por conta das florações de microalgas, grandes reservatórios e lagos tem a qualidade de suas águas deteriorada, e, por conseguinte, a possibilidade de abastecimento das populações e manutenção da vida aquática fica prejudicada (FIGUÊIREDO; VIEIRA; MOTA, 2006).

O reservatório de Alagados, corpo hídrico em estudo, relacionado à Pequena Central Hidrelétrica (PCH) São Jorge, foi formado pelo barramento do rio Pitangui, e é um exemplo de reservatório que tem sofrido com a alteração de qualidade de água, o que é acentuado pelo fato de ter em seu entorno ocupações como casas de veraneio, garagens para embarcações, áreas de loteamento, atividade agrícola e pecuária. (JULIO-JÚNIOR et al., 2005; COPEL, 1999; GOMES, 2011).

Assim, estudos da qualidade de água, em especial aqueles embasados em séries históricas, contribuem para uma melhor compreensão da dinâmica do ecossistema possibilitando o melhor uso da água, além da geração de ferramentas para o planejamento integrado de recursos hídricos. Entretanto estudos de qualidade de água envolvem diferentes estações amostrais e diversos parâmetros, dentre eles físicos, químicos e biológicos, que são de difícil interpretação. Desta forma, análises estatísticas multivariadas frequentemente são aplicadas em estudos de qualidade de água, pelo fato das mesmas facilitarem o estudo de grandes matrizes de dados que contem diferentes pontos amostrais e parâmetros. A análise de agrupamentos recentemente tem sido muito aplicada a trabalhos relacionados ao meio ambiente. Esta análise é representada na forma de dendrogramas, nos quais objetos com maior similaridade são agrupados na mesma classe representados por menores distâncias, visto que, o resultado deve ser de alta similaridade dentre a classe e dissimilaridade entre as classes (FRANÇA et al., 2009; TRINDADE, 2013).

O objetivo do presente estudo foi avaliar, através de dados secundários, advindos do programa de monitoramento da COPEL, a qualidade da água do reservatório da PCH São Jorge bem como da água do rio Pitangui, a montante e a jusante do mesmo e estudar aspectos limnológicos do reservatório selecionado, utilizando a análise de agrupamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange o rio Pitangui, na região do reservatório da PCH São Jorge, conhecido como Reservatório de Alagados. O reservatório está inserido na Bacia Hidrográfica do rio Tibagi, e localiza-se na margem esquerda referido rio, nos municípios de Ponta Grossa, Carambeí e Castro, no estado do Paraná, tendo a jusante a PCH Pitangui instalada. O rio Pitangui e enquadrado pelo órgão ambiental na Classe II (IAP, 1996; COPEL, 1999; GOMES, 2011).

O reservatório tem seu uso destinado à produção de energia pela Usina de São Jorge e para o abastecimento público da cidade de Ponta Grossa, pelo convênio entre a COPEL e Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). O reservatório tem profundidade média de 14 metros, com tempo de residência de aproximadamente 43 dias (COPEL, 1999; GOMES, 2011).

Dados de qualidade de água do rio Pitanguí e reservatório de Alagados foram advindos do programa de automonitoramento do empreendimento, realizado pela COPEL. Estes dados foram coletados trimestralmente, entre os anos de 2005 e 2015, visando fornecer subsídios para o processo de licenciamento ambiental da usina. Três estações de monitoramento foram estabelecidas neste programa de monitoramento, sendo uma a montante do reservatório (denominada E1), outra a 500 metros da barragem no reservatório de Alagados (E2) e a terceira, cerca de 500 metros a jusante da Usine Hidrelétrica de São Jorge (E3) (Figura 1).

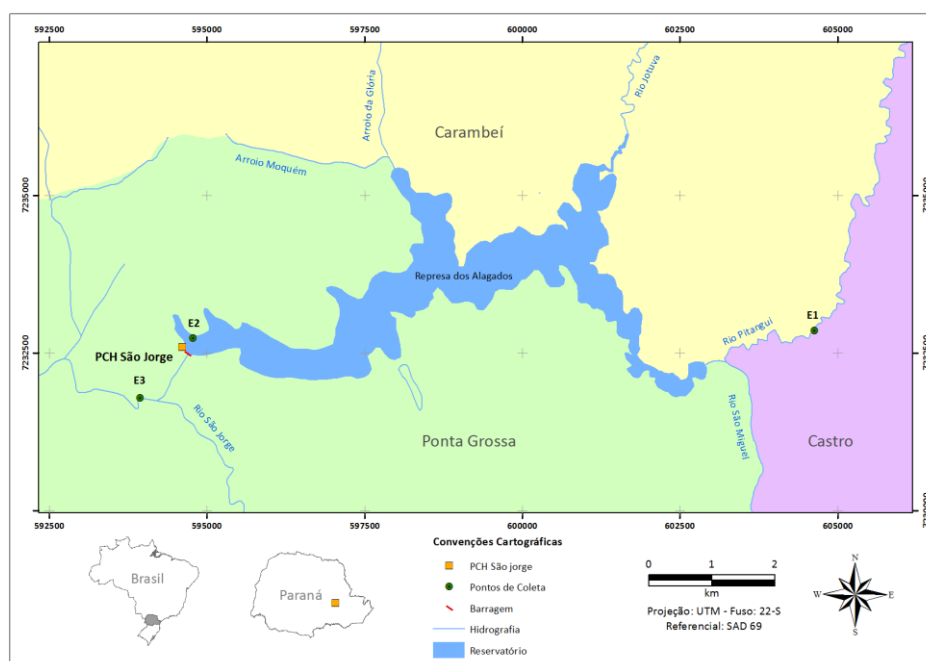


Figura 01– Localização da área de estudo na região do reservatório da PCH São Jorge.
Fonte: LACTEC, 2015.

O conjunto de dados, composto por 40 eventos de amostragem em cada estação de monitoramento, foi tabelado em planilhas eletrônicas para organização e pré-tratamento das informações. As variáveis selecionadas para o presente estudo foram: temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), pH, condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$), fósforo total (mg.L^{-1}), nitrogênio total (mg.L^{-1}), sólidos totais (mg.L^{-1}), turbidez (NTU), coliformes termotolerantes (NMP.100mL^{-1}) e demanda bioquímica de oxigênio - DBO (mg.L^{-1}). Estas foram coletadas método da amostra do tipo “simples” conforme Santos et al. (2001), bem como com base em dados coletados em campo, no momento da amostragem (dados registrados em fichas de campo).

Na sequência os dados foram preparados para avaliação da análise de agrupamento, visando analisar simultaneamente um conjunto de diferentes variáveis ou unidades amostrais dentro de um ecossistema (MINGOTI, 2005).

Para o emprego da análise de agrupamento os dados foram tabelados em planilhas no software Microsoft Excel. Em seguida foi calculada a mediana e a média de cada variável em relação a cada estação de monitoramento, por estação do ano. Com o objetivo de se distinguir os

dados das estações de monitoramento de maneira sazonal, a letra correspondente à estação do ano foi adicionada após a sigla de estação de monitoramento.

Posteriormente a uma análise prévia, os valores relacionados à mediana foram selecionados para aplicação da técnica de agrupamento. Para a realização da análise foi calculada a correlação cofenética através de função programa no software MATLAB, para a obtenção da melhor relação entre o tipo da distância e ligação a serem utilizados. A distância e a ligação com correlação mais próxima de 1 foi selecionada para proceder a análise de agrupamentos (FRANÇA et al., 2009). Em seguida os dados foram tratados no software Statistica 11 pela função Análise de Agrupamento, sendo a interpretação baseada nos gráficos gerados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise a partir da mediana para cada variável relacionada à qualidade da água (Tabela 1). A melhor correlação obtida para o conjunto de dados da mediana foi para distância Euclidiana com Ligação Simples, sendo formados três agrupamentos distintos representados na Figura 2.

Pelo fato do agrupamento G1 ter sido formado por apenas um componente, um segundo gráfico (Figura 3) foi gerado sem o componente presente no agrupamento G1, para que as ligações entre os demais grupos ficassem mais visíveis.

Tabela 1 – Valores de mediana dos parâmetros analisados no rio Pitangui, na região do empreendimento PCH São Jorge.

Estação	T água (°C)	OD (mg.L ⁻¹)	pH	Condutividade (µS.cm ⁻¹)	Fósforo Total (mg.L ⁻¹)	Nitrogênio Total (mg.L ⁻¹)	Sólidos Totais (mg.L ⁻¹)	Turbidez (NTU)	Coli Termotol (NMP.100 mL ⁻¹)	DBO (mg.L ⁻¹)
E1 O	17,2	6,4	7,1	43	0,055	0,95	60	8,3	790	2,00
E1 I	13,0	8,1	7,0	44	0,033	0,65	52	5,5	300	2,00
E1 P	16,4	6,2	6,8	48	0,040	1,40	61	8,0	160	2,00
E1 V	19,2	6,3	6,8	38	0,056	0,71	59	8,0	250	2,00
E2 O	21,7	7,1	8,1	50	0,039	1,05	58	5,8	3	2,70
E2 I	17,5	8,8	7,7	49	0,030	0,75	55	9,5	2	2,00
E2 P	20,2	7,6	7,9	55	0,030	0,70	59	11,0	2	2,00
E2 V	24,6	6,8	7,9	54	0,030	0,65	56	5,0	2	3,33
E3 O	21,3	6,9	7,5	49	0,040	0,70	56	5	71	2,26
E3 I	15,5	8,1	7,4	48	0,030	1,10	53	8,5	8	2,00
E3 P	19,9	7,4	7,5	47	0,030	1,00	55	11	17	2,20
E3 V	23,8	6,5	7,5	53	0,030	0,95	54	4	9	2,61

O grupo G1 é representado apenas pela estação de monitoramento a montante, nas coletas de outono, tal resultado está, possivelmente, relacionado à presença de medianas mais elevadas para a variável coliformes termotolerantes pois, das 10 coletas realizadas no outono, 5 tiveram valores maiores que 1.000 NMP.100mL⁻¹ estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, para rios de Classe 2, resultado na formação de um agrupamento com apenas este elemento. Pelo fato do agrupamento G1 ter sido formado por apenas um componente, um segundo gráfico (Figura 3) foi gerado sem o componente presente no agrupamento G1, para que as ligações entre os demais grupos ficassem mais visíveis.

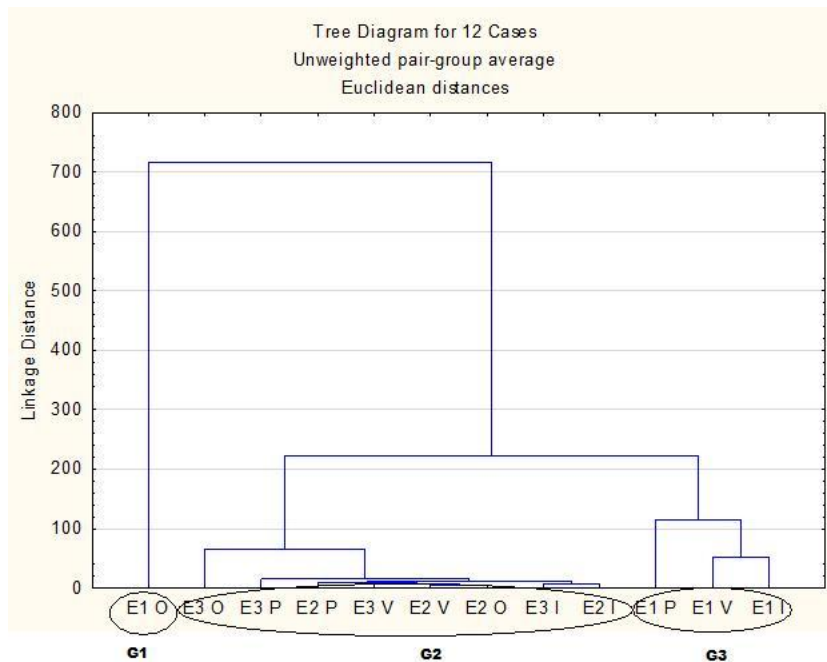


Figura 2 – Dendrograma resultante da análise de agrupamentos.

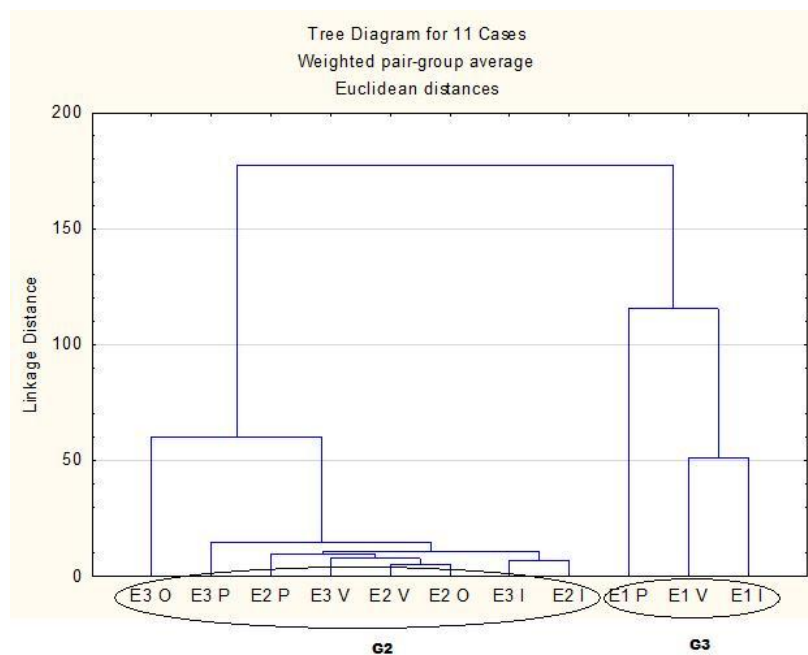


Figura 3 – Detalhamento do dendrograma resultante da análise de agrupamento, com a remoção do G1.

O agrupamento G2 é formado pelas estações localizadas no reservatório de São Jorge e a jusante do mesmo. Por ser um agrupamento formado por mais elementos, possui componentes ligados com menores distâncias, como a estação de reservatório nas coletas de verão e outono (E2 V e E2 O). Esse resultado pode estar relacionado a períodos de floração durante as campanhas de verão (cianobactéria filamentosa *Cylindrospermopsis raciborskii*) e outono (clorófitas filamentosas *Mougeotia* sp), fazendo assim com que a similaridade das variáveis da qualidade de água fosse maior neste grupo, dentre as variáveis que apresentaram maiores valores medianos neste grupo, conforme a Tabela 1, destaca-se pH, fósforo total, condutividade e DBO.

Também observa-se que há uma influência da sazonalidade na composição do grupo, uma vez que coletas de uma mesma estação do ano ficaram mais agrupadas entre si, do que coletas realizadas em uma mesma estação de monitoramento, portanto sofreram as mesmas pressões, isto ocorre pelo fato da temperatura exercer influência direta na solubilidade de substâncias, atividade metabólica dos organismos e reações químicas (FUNASA, 2014).

Palácio et al. (2009), através da análise de agrupamento na bacia do rio Curú, no Ceará, concluíram que a sazonalidade exerceu maior influência no corpo d'água em estudo, do que a distribuição espacial. Fontelene et al. (2011) por meio da aplicação da análise de agrupamento observaram de modo similar, a influência da sazonalidade climática na qualidade das águas da bacia do rio Salgado, pois dois dos quatro agrupamentos foram determinados de acordo com a estação de seca e chuva.

Ainda sobre o grupo G2, as estações E3 e E2, nas coletas de inverno, além de serem influenciadas pela sazonalidade estão agrupadas com uma menor distância por apresentarem os maiores valores de oxigênio dissolvido (Tabela 1) dentre os resultados medianos obtidos. Este resultado é esperado, pois, o oxigênio dissolvido em um corpo d'água é diretamente influenciado pela temperatura da água (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013; FUNASA, 2014).

Segundo Fiorucci e Benedetti-Filho (2005), coletas realizadas em estações do ano com temperaturas menores tendem a resultar melhores valores de oxigênio dissolvido, os mesmos afirmam que durante o inverno com o resfriamento da camada superior da coluna d'água esta se torna mais densa que a inferior e, por conseguinte se descola ocorrendo a mistura e a melhor oxigenação. Esta variação sazonal do oxigênio dissolvido foi encontrada em algumas estações estudadas por Pimentel (2003), no reservatório de Tapacurá, nos meses que compreendem o inverno os valores de oxigênio dissolvido aumentaram significativamente, enquanto que nos meses mais quentes, como no verão os valores de oxigênio dissolvido reduziram em geral. Silva et al (2009) também encontraram de forma similar variações sazonais dos valores de oxigênio dissolvido no reservatório da Usina Hidrelétrica de Peti, em Minas Gerais, sendo que no período de estiagem que apresentou queda de temperatura os valores de oxigênio dissolvido foram mais elevados, enquanto que no período chuvoso em que houve elevação da temperatura os valores diminuíram de forma representativa.

O agrupamento G3 foi composto pela similaridade espacial pois seus componentes (E1 P, E1 V e E1 I) mesmo em estações diferentes do ano apresentaram a mesma localização, rio Pitangui, a montante do reservatório de São Jorge. Além da condição espacial, o agrupamento G3 apresentou componentes que possuem em comum as concentrações dos padrões de qualidade da água, uma vez que a estação a montante mostrou a qualidade de água mais degradada em todas as campanhas, apresentando altas medianas para as variáveis fósforo total e nitrogênio total (Tabela 1), podendo estar relacionada ao maior aporte de nutrientes que ocorre nesta estação de monitoramento.

Os menores valores de oxigênio dissolvido ocorrem nos componentes desse grupo, conforme a Tabela 01, sendo um indicador do diagnóstico de qualidade de água mais degradada na estação a montante. Segundo Buzeli e Cunha-Santino (2013), a concentração de oxigênio dissolvido na água pode ser usada para determinar a qualidade do corpo hídrico, pois, quando menor a concentração do oxigênio dissolvido, mais poluída a água se encontra.

Conforme COPEL (1999), os valores de nitrogênio e fósforo detectados no rio Pitangui, sugerem influências de áreas agrícolas e de esgotos domésticos gerados a montante do reservatório de Alagados. Situação semelhante também foi observada por Macina e Mendonça (2013), onde a montante de reservatórios localizados na bacia do rio Santa Maria da Vitória, a qualidade de água era mais degradada pela presença de esgotos domésticos lançados sem tratamento, sendo que a

jusante a qualidade de água melhora, devido à depuração que o reservatório promove. Alves et al. (2007) também relacionaram a situação crítica do rio Poxim como consequência de atividades das regiões adjacentes.

As estações de montante separam-se das estações de reservatório e jusante, seja pela qualidade de água mais degradada em G3, pelos valores medianos de coliformes termotolerantes significativamente superiores em G1 ou pela influência da sazonalidade e florações em G2. Pimentel (2003) observou uma distribuição semelhante, após aplicação da técnica de agrupamento em dados coletados no rio Ipojuca, no estado de Pernambuco, tendo como resultado agrupamentos que foram definidos pela sazonalidade e outros através da influência espacial.

CONCLUSÕES

O resultado da análise de agrupamento gerou três agrupamentos distintos, que demonstraram, de forma geral, a influência da posição da estação e da sazonalidade na caracterização da qualidade da água. O agrupamento G1 foi influenciado pela variável coliformes termotolerantes, uma vez que a mesma apresentou valores elevados na estação E1, nos eventos de coleta de outono, assim distanciando este agrupamento dos demais do dendrograma. Sugere-se a reavaliação da utilização desta variável, pois seus valores, em ordens de grandeza muito maiores que as das demais variáveis, podem ter influenciado de modo a análise.

Observa-se que o agrupamento G2 demonstra a influência da sazonalidade na qualidade da água, pois coletas de uma mesma estação do ano ficaram mais agrupadas entre si.

O agrupamento G3 reuniu componentes que foram influenciados pela questão do posicionamento (localização) da estação, pois este agrupamento foi formado apenas pela estação de montante, nas coletas de verão, primavera e inverno. Avaliando as medianas das variáveis de qualidade de água, observa-se uma qualidade de água mais degradada no rio Pitangui, a montante do reservatório, representando desta forma as influências adjacentes ao rio, como o aporte de nutrientes.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. P. H.; GARCIA, C. A. B.; AGUIAR-NETTO, A. O.; FERREIRA, R. A.; SANTOS, D. B.; BEZERRA, D. S. S.; BARBOSA, C. D. A. E. S.; COSTA, A. S. Rio Poxim: *Qualidade da Água e suas Variações Sazonais*. 2007. Disponível em: < http://www.redeacqua.com.br/wp-content/uploads/2011/10/Artigo_SBRH_2007_2.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2017.
- BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. D. Diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. *Revista Ambiente & Água*, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.
- COPEL – Companhia Paranaense de Energia. Relatório Ambiental COPEL – GERAÇÃO: *Usina Hidrelétrica de São Jorge*, 1999. COPEL: Curitiba. 27p.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B.; VIEIRA, V. P. P. B.; MOTA, F. S. B. Avaliação da vulnerabilidade à eutrofização da microbacia hidrográfica do Edson Queiroz – CE - BR. In *Anais do VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Fortaleza: ABES, 2006. pp. 1-11.
- FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI-FILHO, E. A importância do Oxigênio Dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola: Química e Sociedade*. n. 22, p. 1-7, 2005.
- FONTENELE, S. B.; ANDRADE, E. M.; SALGADO, E. V.; MEIRELES, A. C. M.; SABIÁ, R. J. Análise espaço-temporal da qualidade da água na parte alta da bacia do rio Salgado, Ceará. *Revista Caatinga*, v. 24, n. 3, p. 102-109, 2011.

- FRANÇA, M. S.; FERNANDES, C. V. S.; KAVISKI, E.; KNAPIK, H. G.; PORTO, M. F. A. Análise de agrupamentos dos dados de monitoramento de qualidade de água: estudo de caso da Bacia do Alto Iguaçu. In *Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Campo Grande: ABRH, 2009. pp. 1-16.
- FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS*. Editora Printed in Brazil, Brasília, 2014. 112p.
- GOMES, J. *Avaliação da floração da cianobactéria *Cylindrospermopsis raciborskii* na represa de Alagados, Ponta Grossa, Paraná*. 2011. 104 f. Dissertação (Mestrado profissional em Meio Ambiente Urbano). Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR; SENAI-PR, Universität Stuttgart (Alemanha), 2011.
- HABERLAND, N. T.; OLIVEIRA FILHO P. C.; SILVA, F. C.; VIDAL C. M. S.; CAVALLIN, G. S. Análise da influência antrópica na qualidade da água do trecho urbano do rio das Antas na cidade de Irati, Paraná. *Revista Tecnológica: Maringá*, v. 21, p. 53-67, 2012.
- IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Secretaria do Estado do Meio Ambiente do Paraná. *Coletânea de Legislação Ambiental*, PR-P-019/92. Curitiba: IAP/GTZ, 2ª ed., 1996.
- JÚLIO-JÚNIOR, H. F.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; LATINI, J. D. Distribuição e caracterização dos reservatórios. 2005. In: RODRIGUES, L.; THOMAS, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. *Biocenoses em Reservatórios: Padrões espaciais e temporais*. São Paulo: Editora Rima. 2005. 321p.
- LACTEC – INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO. *Relatório Anual do Automonitoramento da Qualidade das Águas Superficiais do rio Pitanguí, na região da usina hidrelétrica de São Jorge (PR)*. Curitiba: Lactec, 2015. 36 p.
- MACINA, I. L. F.; MENDONÇA, A. S. F. Avaliação da Qualidade da Água a Montante e a Jusante de Reservatórios localizados na Bacia do rio Santa Maria da Vitória. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27., 2013, Goiânia. *Anais...* P. 1-7.
- MINGOTTI, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005. 297 p.
- PALÁCIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. M.; LOPES, F. B.; ALEXANDRE, D. M. B.; ARRAES, F. D. D. Similaridade da qualidade das águas superficiais da bacia do Curu, Ceará. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2494- 2500, 2009.
- PIMENTEL, M. F. *Análise Estatística de Dados do Monitoramento da Qualidade das Águas do Rio Ipojuca e do Reservatório Tapacurá. Programa Nacional do Meio Ambiente II – PNMA II*. 2003. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/pnma2/qualidade-agua/estatistica.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2015.
- SILVA, A. P. S.; DIAS, H. C. S. T.; BASTOS, R. K. X.; SILVA, E. Qualidade da água do reservatório da usina hidrelétrica (UHE) de Peti, Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.33, n.6, p.1063-1069, 2009.
- TRINDADE, A. L. C. *Aplicação de técnicas estatísticas para avaliação de dados de monitoramento de qualidade das águas superficiais da porção mineira da Bacia do Rio São Francisco*. 2013.165 f. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2013.