

Uso de bioindicadores para análise ecotoxicológica das águas da bacia do rio Piabanha – RJ.

Camila Franco Batista de Oliveira

Bolsista Capacitação Institucional, Bióloga, PUC-Minas

Silvia Gonçalves Egler

Orientadora, Bióloga, M. Sc.

Resumo

O presente trabalho visou avaliar a qualidade das águas superficiais da bacia do rio Piabanha – RJ através de análises físico-químicas e ecotoxicológicas. Foram realizadas coletas de águas no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013 em 10 pontos de coleta. Para os parâmetros físico-químicos foram analisados pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade, temperatura, potencial de oxi-redução e dureza por titulação com EDTA. Foram realizados bioensaios de toxicidade aguda com *Daphnia similis*, e de toxicidade crônica com *Pseudokichneriella subcapitata*. Os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos mostram que em alguns pontos de amostragem a condutividade e OD estão fora dos limites aceitáveis, o que indica termos um ambiente impactado por ações antrópicas. Eventos agudos de contaminação ocorreram em trechos urbanos e rurais e a bacia como um todo apresenta toxicidade crônica.

Palavras-chave: ecotoxicologia, bioindicadores, parâmetros físico-químicos e rio Piabanha.

1. Introdução

Atividades humanas como urbanização, industrialização e o uso de químicos na agricultura são considerados os principais meios de degradação da qualidade das águas, representando uma ameaça para a sua preservação e uso pelas gerações futuras. Faz-se necessário o monitoramento da qualidade das águas, sendo metodologias tradicionais de avaliação, baseadas em características físicas, químicas e bacteriológicas não suficientes para atender aos diversos usos da água (BUSS et. al, 2003). A inserção de ensaios ecotoxicológicos no monitoramento das águas permite a avaliação da biodisponibilidade e a interação entre os efeitos de contaminantes de diversas fontes poluidoras (aditivos, sinérgicos e antagonísticos).

A bacia do rio Piabanha é uma sub-bacia do rio Paraíba do Sul, com uma área de 2.065 km² de drenagem, distribuídos em sete municípios da região serrana fluminense (Areal, Petrópolis, Teresópolis, São José do Rio Preto, Paraíba do Sul, Paty de Alfenas e Três Rios) (DE PAULA, 2011). Devido a sua proximidade da capital do estado do Rio de Janeiro, a região Serrana vem sofrendo com o crescimento urbano acentuado, o que prejudica as condições ambientais do local. De acordo com a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) a região apresenta graves problemas de erosão de encostas, inundação na calha dos rios e má qualidade da água, pelo lançamento de esgoto doméstico sem prévio tratamento. Na região também existem indústrias (mais de 50) com alto potencial poluidor, como: produtos alimentícios, fabricação de bebidas, têxtil,

movelaria, equipamentos industriais e confecções. As áreas rurais cultivadas se localizam as margens dos rios e córregos e encostas, onde agrotóxicos são utilizados (MORAES et. al, 2009).

2. Objetivos

Este trabalho teve como objetivo a avaliação da qualidade das águas da bacia do rio Piabanha através de ensaios ecotoxicológicos agudo e crônico, utilizando organismos aquáticos, e também através do monitoramento das propriedades físico-químicas.

3. Material e Métodos

Para este estudo foram realizadas coletas mensais das águas superficiais da bacia do rio Piabanha, em 10 pontos distintos (Tabela 01), no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013. Em cada ponto de coleta foram coletados 1,5 L de amostra em frascos de polietileno de 0,5 L. No momento da coleta foram medidos com multisonda os parâmetros físico-químicos: pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade, temperatura e potencial de oxi-redução. Em laboratório foi medido a dureza das amostras por titulação com EDTA. As amostras foram armazenadas à -20°C até o momento de uso.

Tabela 01: Localização dos pontos de coleta na bacia do rio Biabanha - RJ

Ponto	Corpo Receptor	Município	Localização	Latitude	Longitude
1	Rio Piabanha	Petrópolis	Bairro Mionho Preto	22°28'39,6"	43°12'15,8"
2	Rio Piabanha	Petrópolis	Bairro Bingen	22°30'38,898"	43°12'35,017"
3	Rio Piabanha	Petrópolis	Bairro Centro – Liceu	22°29'12,8"	43°10'37,1"
4	Rio Poço do Ferreira	Petrópolis	Distrito de Correias	22°26'39,2"	43°08'14,3"
5	Rio Piabanha	Petrópolis	Distrito de Itaipava	22°24'11"	43°08'04"
6	Rio Preto	Petrópolis/Areal	Tristão da Câmara	22°12'29,4"	43°02'46,4"
7	Rio Piabanha	Três Rios	Faz. Reunida N. S. de Fátima	22°07'36,2"	43°08'35,7"
8	Rio Fagundes	Três Rios	Alberto Torres	22°12'10,1"	43°09'37,2"
9	Rio Cidade	Petrópolis	Condomínio Estância do Rocio	22°28'38,86"	43°15'28,95"
10	Rio Preto	Areal	Cidade de Areal	22°13'50,7"	43°06'03,7"

Para os ensaios de toxicidade foram utilizados jovens de *Daphnia similis* (Cladocera, Crustacea) e a microalga *Pseudokichneriella subcapitata* (Chlorophyceae) de acordo com as normas ABNT 12713/09 e ABNT 12648/11, respectivamente (ABNT, 2009 e 2011). Os micro-organismos teste utilizados no presente estudo foram obtidos e mantidos no Laboratório de Ecotoxicologia Mineral do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).

As culturas de *D. similis* foram mantidas em câmara de germinação (Tecnal TE-402), com temperatura controlada (18 - 22°C) e fotoperíodo de 16 h luz por 8 h escuro. O pH do meio de cultura MS foi mantido entre 7,0 - 7,6; oxigênio dissolvido (OD) \geq 5mg/L e dureza entre 40 – 48mg CaCO₃/L. *D. similis* foi alimentada com suspensão algácea de *P. subcapitata* de densidade 3,3 x 10⁶ células/mL por organismo (ABNT 12.713, 2009).

Os ensaios de toxicidade aguda com *D. similis*, foram realizados utilizando 20 filhotes de 6 a 24 h de idade distribuídos em quatro réplicas de 25mL/amostra e um controle com meio MS, expostos por 48 h. Foi avaliada a imobilidade e/ou morte dos organismos. O bioensaio é considerado valido quando o controle não excede 10% de imobilidade e/ou mortalidade dos organismos expostos (ABNT, 2009).

As culturas da microalga *P. subcaptata* foram mantidas em câmara de germinação (Tecnal TE-402), com temperatura controlada (23 - 25°C), luminosidade constante de 4.500 lux, em meio de cultura LC Oligo líquido com aeração constante e/ou em meio sólido - à temperatura de 4°C - (ABNT 12.648, 2011).

Para os ensaios de toxicidade crônica utilizou-se *P. subcaptata* em fase exponencial de crescimento, sete dias, provenientes de inóculos de cultura líquida em Meio LC Oligo. Utilizou-se triplicata com 100 mL/amostra e um controle com meio LC Oligo, inoculadas com suspensão algácea e duração de 96 h. Os ensaios foram realizados com iluminação continua acima de 4500 lux sob agitação constante a 130 rpm. A contagem da biomassa algácea final foi realizada em Câmara de Neubauer. O ensaio somente foi considerado valido quando no controle a biomassa estivesse 100x superior à biomassa inicial e o coeficiente de variação entre as réplicas fosse $\leq 20\%$ (ABNT, 2011). O resultado foi expresso por biomassa algácea final média - biomassa final (96 h) menos biomassa do inoculo inicial - e pela porcentagem de inibição (%I), calculada segundo equação: $\%I = ((Mc - Ma) / MC) \times 100$, onde: %I: porcentagem de inibição do crescimento algáceo; Mc: média do número de células do controle e Ma: média do número de células na amostra.

A análise estatística foi realizada pelo programa Toxstat 3.5. Foram realizados testes de normalidade das amostras pelos testes de Qui-quadrado e Shapiro Wilks e de homogeneidade pelo F-teste. Para as amostras com distribuição normal foi realizado o teste *t* e para as com distribuição não normal o teste não paramétrico de Wilcoxon, onde $p \geq 0,05$, e os resultados expressos em tóxicos (T) e não tóxicos (NT).

4. Resultados e Discussão

No Brasil o regime de chuvas apresenta uma sazonalidade com estação seca e chuvosa em épocas diferentes do ano (FIGUEROSA; NOBRE, 1989). A variação pluviométrica seja ela diária ou mensal pode afetar as concentrações das variações físico-químicas dos rios (SILVA et. al, 2008). O gráfico 01 mostra os dados relativos à precipitação na Estação de Teresópolis – RJ (Latitude: 22°45' e Longitude: 42°99') de coleta da rede do INMET (2013). Pode-se observar que os meses com menores níveis de precipitação foram de junho a agosto de 2012 e o mês com maior precipitação foi de janeiro de 2013.

A CETESB (2006) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente, através da Resolução 357 (CONAMA, 2005), definem os parâmetros e valores físico-químicos utilizados para a qualidade da água e o enquadramento dos corpos receptores, respectivamente. A Tabela 02 mostra os parâmetros físico-químicos dos pontos de amostragem entre os meses de fevereiro a agosto de 2012. O pH influencia os ecossistemas aquáticos devido a seus efeitos na fisiologia das espécies, este deve apresentar-se entre 6 e 9 (ESTEVES, 1998). Observa-se que em todos os meses e em todos os pontos de coleta o pH esteve na faixa ideal sugerida (Tabela 02).

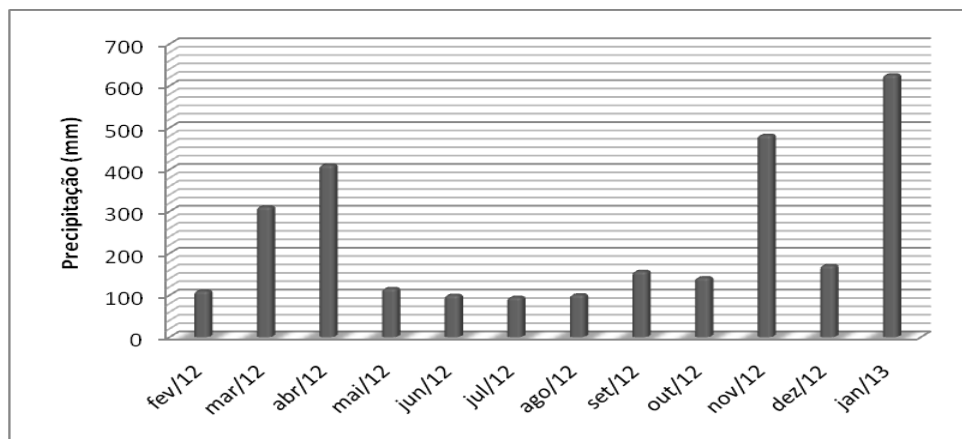


Gráfico 01: Precipitação do período de amostragem obtida na Estação de Teresópolis – RJ, INMET.

Tabela 02: Médias dos parâmetros físico-químicos dos pontos de amostragem entre os meses de fevereiro a agosto de 2012.

Pontos	pH		Cond. (µS/cm)		OD (mg/L)		Temp. °C		Dureza (mg CaCO ₃ /L)	
	Média	± DP	Média	± DP	Média	± DP	Média	± DP	Média	± DP
1	7,39	1,07	16,27	2,22	7,49	1,06	17,24	1,82	9,06	2,59
2	7,17	0,72	120,66	15,67	4,83	0,99	20,07	2,21	25,75	4,53
3	7,15	0,45	165,31	34,35	4,04	1,15	21,44	2,81	28,38	4,03
4	7,59	0,75	36,01	8,7	7,35	0,89	20,23	3,14	12,48	3
5	6,75	0,19	100,97	37,63	5,44	0,57	22,41	2,86	23,31	3,34
6	7,31	0,6	55,07	5,27	7,39	1,77	21,96	3,67	17,61	2,13
7	7,35	1,12	65,13	5,9	7,68	1,14	23,64	4,73	17,84	3,92
8	7,6	0,77	36,84	7,37	7,45	1	21,66	3,25	12,88	2,17
9	6,9		13,8		8,87		16,4		6,18	
10	6,99	0,13	59,58	6,69	6,96	1,55	20,22	1,71	19,82	2,26

(Cond. = condutividade; OD = oxigênio dissolvido; Temp. = temperatura; ± DP = desvio padrão).

Segundo Esteves (1998) a condutividade é a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, cujos valores são expressos em micro Siemens (µS). Na Tabela 02 pode se observar que apenas nos pontos 2, 3 e 5 a condutividade apresenta maior que 100µS, característica esta de ambiente impactado.

O oxigênio é um elemento essencial ao metabolismo dos seres vivos aeróbicos. O conteúdo do oxigênio em águas correntes, em condições normais, é alto e varia ao longo do rio, devido a alterações em suas características ambientais e em consequência das condições climáticas (MAIER, 1987). Sendo que seu valor indicado deve ser maior que 5 mg/L (CONAMA, 2005), podemos observar que os pontos 2 e 3 estão abaixo deste índice e o ponto 5 esta no limite (Tabela 02), indicando prejuízo ao ecossistema aquático.

A temperatura desempenha uma importante função no controle de espécies aquáticas, podendo ser considerada uma importante característica do meio aquático, seu valor podendo variar entre 0 - 30°C (SILVA et. al, 2008). Na tabela 02 também se pode observar que a temperatura dos pontos de amostragem em todos os meses ficou entre a faixa ideal, não sendo um parâmetro impactante ao ecossistema.

Comparando o acumulado mensal de chuvas com os parâmetros físico-químicos, não se pode observar uma melhora destes últimos com o aumento da quantidade de chuva, visto que os parâmetros físico-químicos não tiveram grandes variações nos meses de amostragem (Tabela 02 e Gráfico 01).

Nos ensaios de toxicidade aguda com *D. similis* (Tabela 03), observa-se que no ponto 3 ocorreu mais eventos de toxicidade aguda durante o período de coleta, ocorridos em três meses (março, junho e julho), indicando que as atividades do homem influenciam a qualidade deste trecho, ponto localizado no Centro da cidade de Petrópolis. Após este, os pontos 2 e 8, apresentando toxicidade aguda nos meses de março/ junho e fevereiro/julho, respectivamente. Em seguida temos os pontos 1, 6, 9 e 10 apresentando somente um mês com toxicidade aguda que são eles, respectivamente: setembro, março, dezembro e agosto. Os pontos 4, 5 e 7 não apresentaram toxicidade aguda em nenhum dos meses de amostragem. Nenhum mês apresentou toxicidade em todos os pontos o que indica a ocorrência de eventos agudos pontuais ao longo da bacia com possíveis efeitos na biota aquática destes trechos.

Tabela 03: Toxicidade aguda para o microcrustáceo *D. similis* (D) e crônica para microalga *P. subcapitata* (P).

Mês/ Ponto	Orga- nismo	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
1	D	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	T	NT	NT	NT	NT
	P	T	T	NT	T	NT	T	NT	NT	T	NT	NT	NT
2	D	NT	T	NT	NT	T	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT
	P	T	T	T	T	NT	T	-	T	NT	NT	T	T
3	D	NT	T	NT	NT	T	T	NT	NT	NT	NT	NT	NT
	P	T	T	T	T	T	T	T	T	NT	T	T	NT
4	D	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
	P	T	T	NT	T	NT	T	T	T	T	NT	T	NT
5	D	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
	P	T	T	NT	T	T	T	T	T	T	NT	T	NT
6	D	NT	T	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
	P	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	NT	T
7	D	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT
	P	T	T	NT	T	T	T	NT	T	NT	T	T	NT
8	D	T	NT	NT	NT	NT	T	NT	NT	NT	NT	NT	NT
	P	T	T	T	T	T	T	T	T	T	NT	NT	NT
9	D	-	-	-	-	-	-	NT	NT	NT	NT	T	NT
	P	-	-	-	-	-	-	T	T	NT	NT	NT	NT
10	D	-	-	NT	NT	NT	NT	T	NT	NT	NT	NT	NT
	P	-	-	NT	T	T	T	NT	T	T	T	NT	T

Nota: $p \geq 0,05$; NT= não toxico e T = toxico, - = pontos sem amostragem.

Os ensaios crônicos de longa duração com a microalga *P. subcapitata*, que avaliam os efeitos sobre a reprodução, crescimento e sobrevivência, permitem a observação de respostas funcionais da biota do corpo receptor. Os efeitos sub-letais decorrentes da acumulação dos contaminantes nos organismos testes não podem ser observados em exposições mais curtas. A tabela 03 apresenta os resultados dos ensaios crônicos com a microalga, pode-se observar que a toxicidade crônica ocorreu ao longo de toda a bacia, sendo o ponto 6 o com maior número de meses com efeitos observados (11). Em seguida temos o ponto 3 com 10 meses, os pontos 5 e 8 com nove meses, os pontos 2, 4 e 7 com 8 meses, o ponto 10 com sete meses e o ponto 1 com cinco meses. O ponto 9 foi incluído nas amostragens apenas em agosto. Estes resultados nos indicam que as ações antrópicas do homem, seja ela rural ou urbana, influenciam na qualidade das águas em toda bacia.

Alguns pontos de coleta apresentaram toxicidade para os dois organismos testes, ou seja, toxicidade aguda e crônica concomitantes, o ponto 2 no mês de março, o ponto 8 nos meses de fevereiro e julho, o ponto 3 nos meses de março, junho e julho e o ponto 6 no mês de março. Observa-se também que o mês de março foi o que apresentou maior toxicidade para os dois organismos.

Observa-se também que nos meses com maiores índices de pluviosidade, abril e novembro de 2012 e janeiro de 2013, há uma redução da toxicidade tanto aguda quanto crônica, isto se deve ao fato do volume de água aumentar e diluir a concentração dos contaminantes, melhorando assim a qualidade das águas.

5. Conclusão

Com este trabalho conclui-se que a oscilação ocorrida nos resultados dos ensaios realizados com os organismos testes parece estar relacionada tanto ao volume das precipitações quanto às ações antrópicas ocorridas no período de coleta. Sendo os contaminantes de fontes difusas, tais como escoamento superficial das ruas marginais dos rios, ou pontual como esgoto doméstico sem prévio tratamento e efluentes industriais, podem exercer influência nos organismos utilizados nos ensaios. Eventos agudos de contaminação ocorreram em trechos urbanos e rurais e a bacia como um todo apresenta toxicidade crônica.

6. Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pela bolsa, ao CETEM pela infraestrutura oferecida, pelo programa institucional e pela oportunidade de trabalho; ao projeto HIDROECO/COPPE/FINEP pela oportunidade de estar trabalhando neste projeto; a minha orientadora Sílvia pela paciência, atenção e suas imensas explicações; as meninas do laboratório Bruna e Flávia pela companhia e pelas conversas nas horas de distração.

7. Referências Bibliográficas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 12.713. **Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* sp. (Crustacea, Cladocera)**. Rio de Janeiro, ABNT. 23p. 2009.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 12.648. **Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com algas (Chlorophyceae)**. Rio de Janeiro, ABNT. 28p. 2011.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Cad. Saúde Pública**. Rio de Janeiro. v.19, n.2, p. 465-473. 2003.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Variáveis de qualidade das águas**. 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 06 de março de 2013.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº357** de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em 05 de março de 2013.

DE PAULA, T.P. **Diagnóstico e modelagem matemática da qualidade da água em trecho do rio Piabanha/RJ**. 2011.p. 254. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro (Brasil).

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência. Rio de Janeiro. 602p. 1998.

FIGUEROA, S.N.; NOBRE, C.A. Precipitation distribution over Central and Western tropical South America. **Climanalise**. v.5, p. 36-45. 1989.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Estação automática de Teresópolis, 2013. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em 07 de março de 2013.

MAIER, M.H. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47°55' - 48°55'W; 22°30' - 21°55'S – Brasil): qualidade da água do rio principal. **Ciência e Cultura**. v.32, n. 2, p. 164-185. 1987.

MORAES, A.; VILLAS-BOAS, M.D.; BASTOS, A.O.; MONTEIRO, A.E.G.C.; ARAÚJO, L.M.N. Estudo para o diagnóstico quali-quantitativo em bacias experimentais – Estudo de Caso: Bacia do rio Piabanha. **II Seminário de Recurso Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: Recuperação de Áreas Degradadas, Serviços Ambientais e Sustentabilidade**. Taubaté – SP. p.173 - 180. 2009.

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