

AVALIAÇÃO DO GRAU DE TURBIDEZ NO RIO POTENGI E ENTORNO DA BARRAGEM DE CAMPO GRANDE NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO DO POTENGI/RN

Juliana Rayssa Silva Costa¹ (Autor)
Silenildo Rafael Lopes² (Co-autor)
Alana Gleise Dantas da Silva de Moura³ (Co-autora)
Adalfran Herbert da Silveira⁴ (Co-autor)
Fernando Moreira da Silva⁵ (Orientador)

¹ Universidade Estadual da Paraíba - Email: julianacosta.rn@gmail.com

² Docente da Escola Estadual Mauricio Freire - silenildo.bio@hotmail.com

³ Docente da Escola Estadual Mauricio Freire - alanagleise@bol.com.br

⁴ Secretaria de Segurança Pública do Rio Grande do Norte - Email: adalfran@rn.gov.br

⁵ Departamento de Geografia na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Email: fmoreyra@ufrnet.br

Resumo: O presente trabalho visa analisar o nível de turbidez em trechos do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi/RN, Brasil, tendo como base a método proposto por Branco (2004) e Teoria de Bayes. Como procedimentos metodológicos fez-se uso de planilhas com critérios de classificação da variável algas em quatro locais ao longo do rio Potengi, situado no município de São Paulo do Potengi, os quais foram preenchidos por oito alunos do ensino médio da E.E. Mauricio Freire, conforme a concepção de cada um sobre a variável em questão, adaptada a partir da proposta de Branco (2004) e Teoria de Bayes. Como resultados, foram diagnosticados que as águas do rio Potengi apresentaram uma possibilidade de 98% da turbidez ser muito elevada nos locais onde a urbanização é proeminente, o que está relacionada a baixa produtividade primária do sistema aquático, sendo assim necessária Educação Ambiental em tais localidades para amenizar e/ou eliminarem tal problemática. A Teoria de Bayes transformou os dados coletados pelos os alunos, os quais podiam conter incertezas (estimados intuitivamente) em valores concisos, reais, sem inseguranças ou dúvidas. Ressalta-se que, o presente trabalho contribuiu com mais um estudo relacionado à qualidade das águas existentes no semiárido brasileiro. Além disto, tal pesquisa mostra que é possível trabalhar com o teorema de Bayes na área da educação, principalmente com base em resultados de Percepção Ambiental, pois diminui a subjetividade existente nesta metodologia.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Semiárido, Qualidade da água, Teorema de Bayes.

1. INTRODUÇÃO

A turbidez da água é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação. Quantitativamente, este fenômeno pode ser expresso em termos de coeficiente de dispersão ou alguma unidade empírica, como a turbidez nefelométrica. Esta medida é expressa em diferentes unidades, sendo as mais frequentes a NTU (nepelometricturbidity) e unidades de turbidez de Jackson. O instrumento utilizado para este fim é o turbidímetro (turbidímetro de campo, de Jackson ou de Hellige, entre outros) (ESTEVES,2011).



Os principais fatores responsáveis pela turbidez da água, bem como pela dispersão da radiação, são as partículas suspensas – bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos – e em menor proporção os compostos dissolvidos. Estes últimos fatores são responsáveis pela cor verdadeira da água e o material em suspensão pela cor aparente. De forma grosseira, a cor aparente da água poderia ser considerada como a sua turbidez (Esteves e Barbieri, 2011).

Segundo Kim (2011), o tamanho das partículas em suspensão varia desde grosseiro ao colóide, dependendo do grau de turbulência. A presença destas partículas provoca a dispersão e a absorção da luz, deixando a água com aparência turva, esteticamente indesejável e potencialmente perigosa à saúde.

A avaliação da turbidez é importante, pois, ela influencia a intensidade de luz difundida e a absorção de calor no compartimento aquático. Altos valores de turbidez podem ocasionar aumento de temperatura, redução da luz disponível para as plantas, com alteração na taxa de fotossíntese, além de interferir nos usos doméstico, industrial e recreacional de um corpo de água. A elevação no valor de turbidez pode ser causada por erosão das margens dos rios e áreas adjacentes, crescimento excessivo de algas, alterações no fluxo do rio, efluentes domésticos e industriais (USEPA, 1997).

A turbidez da água pode sofrer influência pelo escoamento superficial dos solos e pela entrada de partículas inorgânicas, tais modificações causam alterações na profundidade da zona eufótica e conseqüentemente na produtividade primária dos sistemas aquáticos. Uma forma de se estimar os impactos sobre a profundidade da camada eufótica e a partir da estimativa da transparência da água dos sistemas aquáticos (PEIXOTO; PEREIRAFILHO; SANTOS, 2015)

A turbidez, além de reduzir a penetração da luz solar na coluna d'água, prejudicando a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas, pode recobrir os ovos dos peixes e os invertebradosbênticos (que vivem no fundo) (KIM, 2011)

Os sedimentos em suspensão podem carrear nutrientes e pesticidas, obstruindo as guelras dos peixes, e até interferir na habitualidade do peixe em se alimentar e se defender dos seus predadores. As partículas em suspensão localizadas próximo a superfície podem absorver calor adicional da luz solar, aumentando a temperatura da camada superficial da água (KIM, 2011)

Segundo Nogueira; Cabral e Oliveira (2012), dentre os problemas causados pela deposição de sólidos em suspensão nos lagos de usinas hidrelétricas, pode-se destacar o assoreamento, que altera a capacidade de armazenamento de água, diminuindo a vida útil do

reservatório, provocando a necessidade de dragagens periódicas de alto custo.

A estimativa da turbidez mostra-se como uma opção conveniente nos estudos hidrogeográficos, pois sua determinação pode e deve auxiliar na preservação do manancial hídrico da barragem de Campo grande no município de São Paulo do Potengi, agreste do Rio grande do Norte.

Nesse contexto, o artigo objetiva é avaliar a turbidez das águas do Rio Potengi no entorno do município de São Paulo do Potengi/RN pelo método proposto por Branco (2004) associado à inferência bayseana como contribuição em Educação Ambiental.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo realizou-se em quatro locais do rio Potengi, localizados no município de São Paulo do Potengi/RN: Comunidade de Curicaca (Ponto 1 – P1 verde), Barragem Campo Grande (Ponto 2 – P2 amarelo), Bairro Novo Juremal (Ponto 3 – P3 azul) e Comunidade de Boa Vista (Ponto 4 – P4 vermelho), cujos locais são visualizados na Figura 1.

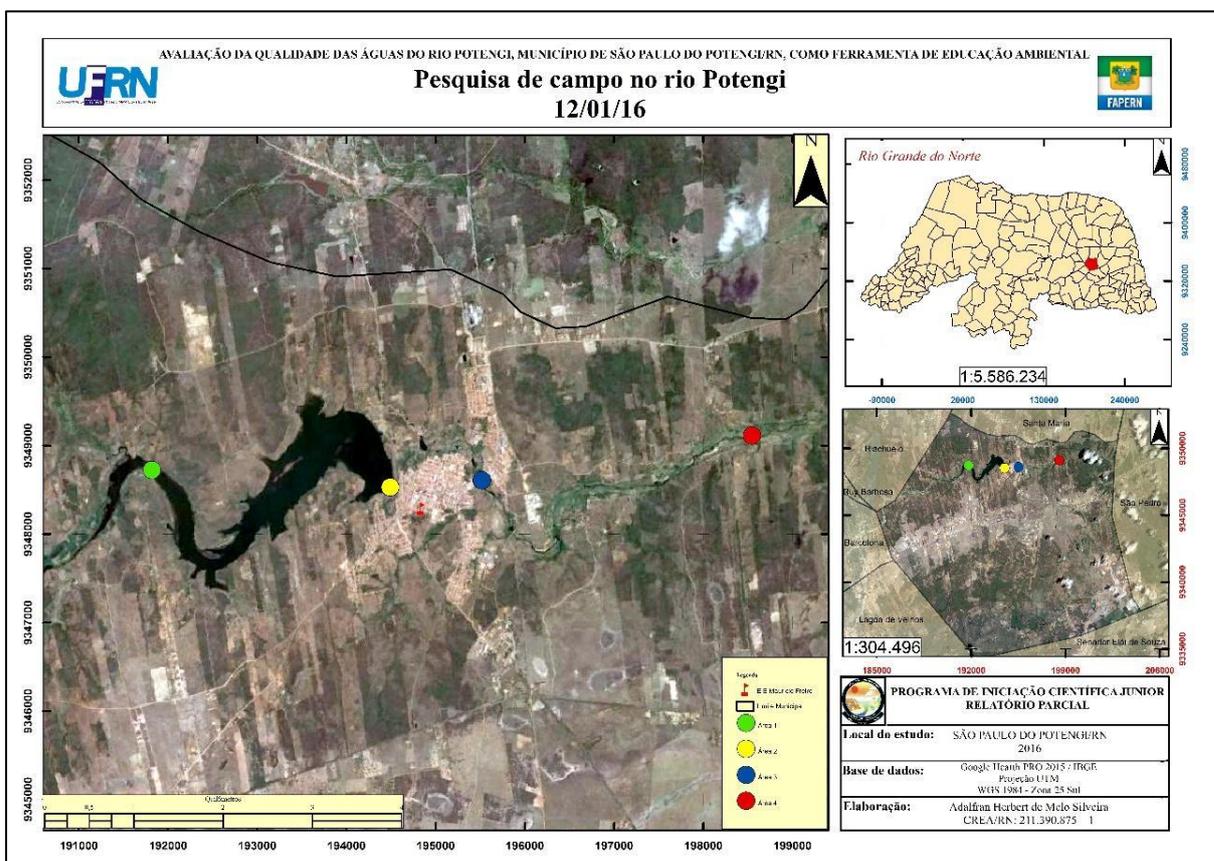


Figura 1. Localização dos locais de pesquisa.

Fonte: Adalfran Hebert, 2016.

Inicialmente foi aplicado o método de Branco (2004), via questionários acerca da percepção ambiental com 08 alunos da 2^a e 3^aSérie (turno matutino), integrantes do Programa Ensino Médio Inovador (PROEMI) da Escola Estadual Mauricio Freire.

O método de Branco (2004) propõe a avaliação de recursos hídricos a partir de 09 parâmetros visuais (cobertura vegetal, turbidez, cor, algas, espumas, corpos flutuantes, material sedimentável, cheiro e peixes), que receberão notas variando de 0 a 3, conforme visão dos alunos. O parâmetro avaliado, turbidez, será realizado de acordo com a Tabela 01.

Parâmetro	Classe	Qualidade	Peso
Turbidez	Muito Alta (verde como caldo de cana)	Péssima	0
		Regular	1
		Boa	2
		Muito boa	3
	Alta (vê se o fundo até 30cm de profundidade)	Péssima	0
		Regular	1
		Boa	2
		Muito boa	3
	Baixa (vê-se o fundo até 1 m ou mais)	Péssima	0
		Regular	1
		Boa	2
		Muito boa	3
	Ausente (completamente cristalina)	Péssima	0
		Regular	1
		Boa	2
		Muito boa	3

Tabela 1. Classificação da turbidez da água nos pontos analisados com seus respectivos pesos.
Fonte: Autores modificado de Branco (2004)

Como o método de Branco é subjetivo foi necessário um método para avaliar o grau de certeza da percepção dos alunos de ensino médio, consistindo do teorema de Bayes, conforme detalhamento a seguir.

2.2. TEORIA BAYSEANA

O teorema de Bayes está baseado na teoria de probabilidades condicionais, assim sua estrutura permite o cálculo das probabilidades depois de ser feita uma experiência (uma

probabilidade a posteriori), com base no conhecimento da ocorrência de certos eventos que dependem do caso estudado, isto é: sejam A_1, A_2, \dots, A_n , eventos mutuamente exclusivos que formam uma partição de espaço amostral(S). Sejam $P(A_i)$ as probabilidades conhecidas dos vários eventos e B um evento qualquer de S, tal que sejam conhecidas todas as probabilidades condicionais $P(B/A_i)$.

Segundo Anderson, *et al.*, (2011) a probabilidade de um evento A_i sabendo que ocorreu um evento B_i para qualquer i , é:

$$P\left(\frac{A_i}{B}\right) = \frac{P(A_i)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}{\sum_{i=1}^n P(A_i)P\left(\frac{B}{A_i}\right)}$$

Onde: A_i é a probabilidade a priori (A_i) e $P(B/A_i)$ a probabilidade a posteriori.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta as estimativas na turbidez da água da Barragem Campo Grande no município de São Paulo do Potengi/RN para o primeiro ponto de coleta (P1), Comunidade Curicaca nos dois períodos; seco e chuvoso. É possível observar que há uma probabilidade muito alta, para os dois períodos da turbidez e qualidade da água ficar entre péssima e regular. Não há possibilidade de ficar entre baixa e ausente.

Tabela 2. Resultados do Ponto 1 – Comunidade Curicaca.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)	Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)
Muito Alta	87,5	Péssima	70	Muito Alta	100	Péssima	75
		Regular	28			Regular	25
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Alta	12,5	Péssima	02	Alta	75	Péssima	--
		Regular	--		--	Regular	--
		Boa	--		--	Boa	--
		Muito boa	--		--	Muito boa	--
Baixa	--	Péssima	--	Baixa	--	Péssima	--
		Regular	--		--	Regular	--
		Boa	--		--	Boa	--
		Muito boa	--		--	Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--		--	Regular	--
		Boa	--		--	Boa	--

		Muito boa	--		--	Muito boa	--
--	--	-----------	----	--	----	-----------	----

Observando a Tabela 3 verifica-se que no segundo ponto de coleta (P2) a jusante, Barragem Campo Grande, a probabilidade da turbidez ser alta com qualidade boa predominou no período seco, mas no período chuvoso a probabilidade de ser muito alta com qualidade péssima prevaleceu.

Tabela 3. Resultados do Ponto 2 – Barragem Campo Grande.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)	Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)
Muito Alta	37,5	Péssima	8,8	Muito Alta	75	Péssima	47,4
		Regular	17,7			Regular	31,6
		Boa	--			Boa	15,8
		Muito boa				Muito boa	--
Alta	62,5	Péssima	--	Alta	13	Péssima	--
		Regular	14,7			Regular	2,6
		Boa	58,8			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Baixa	--	Péssima	--	Baixa	13	Péssima	--
		Regular	--			Regular	2,6
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

O ponto 3, a jusante da barragem, trata-se do Bairro Juremal para os dois períodos (Tabela 4), verifica-se que tanto para o período seco como chuvoso a turbidez mais provável é muito alta com péssima qualidade da água. No período chuvoso o grau de certeza foi máximo, implicando que não há dúvida que a qualidade da água é péssima.

Tabela 4. Resultados do Ponto 3 – Bairro Juremal.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)	Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)
Muito Alta	87,5	Péssima	98	Muito Alta	100	Péssima	100
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa				Muito boa	
Alta	12,5	Péssima	02	Alta	--	Péssima	
		Regular	--			Regular	--

		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Baixa	--	Péssima	--	Baixa	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

A Tabela 5 apresenta a classificação do ponto 04, Comunidade Boa Vista. Verifica-se que há diferença entre o período seco e o chuvoso, no período seco a probabilidade é de ser muito alta com péssima qualidade imperou, enquanto que no período chuvoso a qualidade é de muito alta e alta, porém com pequeno grau de certeza na qualidade de água, podendo ser péssima ou regular.

Tabela 5. Resultados do Ponto 4 – Comunidade Boa Vista.

Período Seco				Período Chuvoso			
Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)	Classe	Probabilidade (%)	Qualidade	Grau de certeza (%)
Muito Alta	87,5	Péssima	70	Muito Alta	50	Péssima	25
		Regular	28			Regular	25
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Alta	--	Péssima		Alta	50	Péssima	12,5
		Regular				Regular	12,5
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Baixa	12,5	Péssima	--	Baixa	--	Péssima	--
		Regular	02			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--
Ausente	--	Péssima	--	Ausente	--	Péssima	--
		Regular	--			Regular	--
		Boa	--			Boa	--
		Muito boa	--			Muito boa	--

A Figura 2 apresenta um gráfico de avaliação integrada nos quatro pontos pré-determinados pelo projeto ao longo do rio Potengi. Pode-se verificar que na primeira coleta na Comunidade de Curicaca 80,0% dos alunos avaliaram que o nível de turbidez do local está muito alto com qualidade péssima (70%) e apenas 12,5% que estava alta com qualidade regular (28%). Na segunda coleta analisou-se o aumento crítico da turbidez, 100% avaliaram

turbidez muito alta e 75% com qualidade péssima, isso pode ser consequência das atividades agrícola e pecuária no local (Figura 3).

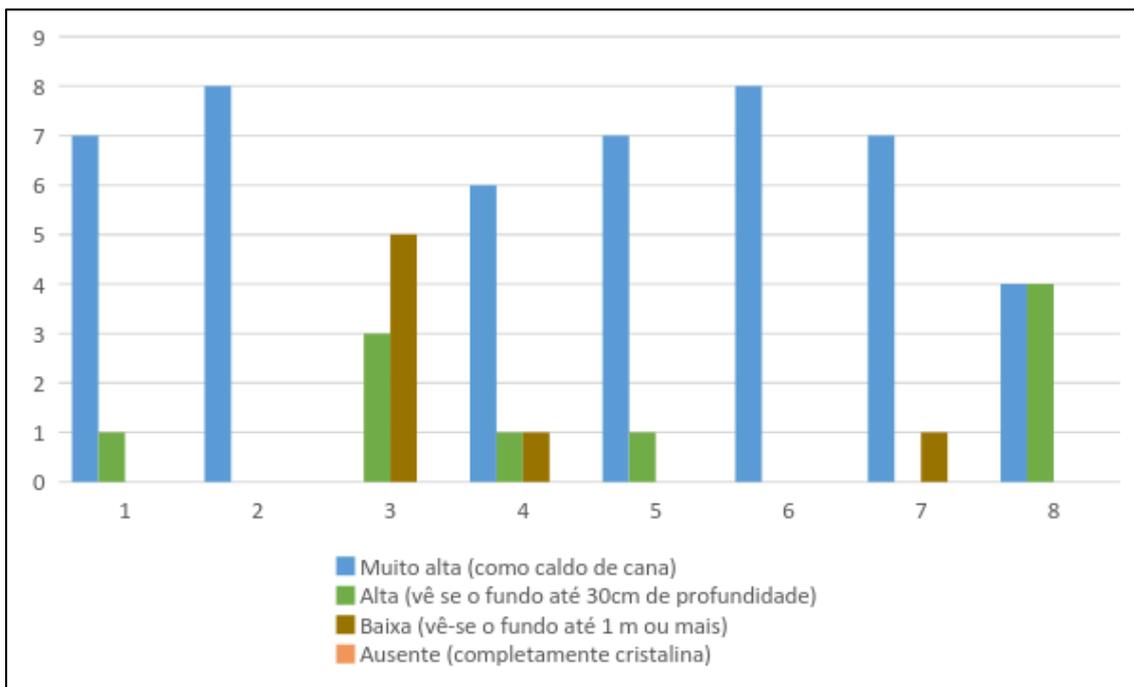


Figura 2. Avaliação da turbidez em quatro pontos ao longo do rio Potengi e no entorno da barragem Campo Grande/RN.



Figura 3. Atividades agrícolas e pecuária, primeiro ponto de coleta de dados, Curicaca.
Fonte: Os Autores, 2016.

Reportando a Figura 4, Barragem Campo Grande, observa-se que a turbidez na

primeira coleta teve uma mediação entre alta com 37,5% e baixa com 62,5%, com qualidade variando de regular (17,65%) a boa (58,82%). Na segunda análise houve uma mudança significativa, com o percentual de muito alta chegando a 75% de certeza, qualidade péssima (47,37%) e boa (15,79%), alta e baixa com 13%, respectivamente, pois o mesmo, recebe uma certa quantidade de esgoto, tem residências próximas e também acontece atividade agrícola e pecuária (Figura 3).



Figura 4. Barragem de Campo Grande, segundo ponto de coleta de dados.
Fonte: Os Autores, 2016.

Verificou-se que na comunidade do Juremal (Figura 5) 87,5% dos alunos avaliaram que o nível de turbidez do local está muito alto com qualidade péssima (98%) e apenas 12,5% que estava com turbidez alta. Na segunda coleta analisou-se o aumento crítico da turbidez, 100% avaliaram turbidez muito alta e qualidade péssima, isso pode ser consequência das atividades antropogênicas, pois há esgotos a céu aberto despejando dejetos no rio, associado a atividades de pecuária (Figura 3).



Figura 5. Comunidade do Juremal, terceiro ponto de coleta de dados.
Fonte: Os Autores, 2016.

Sopesando a Figura 6 observa-se que na primeira coleta em Boa Vista encontrava-se um alto nível de turbidez, chegando a 87,5% com 70% da qualidade ser péssima, e apenas 12,5% da turbidez ser baixa com qualidade regular, 2%%. Na segunda avaliação houve uma regressão em relação a primeira avaliação, a classificação da turbidez muito alta passou para 50% com qualidade de 25% para péssima e regular, respectivamente. A classificação para turbidez alta, também ficou em 50%, porém a qualidade péssima e regular ambas ficaram em 12,5%. Esse fato pode ser devido a retirada da vegetação para pasto ou talvez a retirada dos animais para repouso da vegetação (Figura 5).



Figura 6. Comunidade de Boa Vista, quarto ponto de coleta de dados.
Fonte: Os Autores, 2016.

Como visto, a redução da transparência apresenta diferenciações conforme o grau de uso e ocupação do solo, em locais urbanizados do município, Juremal, há influência do escoamento superficial em solos desprovidos de vegetação, pela entrada de partículas inorgânicas e efluentes domésticos, causando alterações na penetração da radiação na zona eufótica e consequentemente na produtividade primária dos sistemas aquáticos.

A vegetação arbórea nos pontos de amostra da pesquisa é incipiente. No entorno da barragem Campo Grande percebe-se uma perda da mata ciliar em razão do uso e ocupação humana e agropastoris. O solo exposto nas margens da barragem cria condições de assoreamento e material sedimentável acumulado. Como o movimentação de sedimentos em áreas agrícolas é retida em pela vegetação ripária, mostra-se o grau de seriedade de sua preservação.

Os valores das taxas de turbidez obtidos em cada ponto de amostragem nos períodos chuvoso e seco, de um modo geral, a turbidez apresentou menores taxas na estação seca atentam para o fator sazonal que interfere na qualidade da água, consequentemente na análise da turbidez, devido às variações na pluviosidade e vazão do rio Potengi.

No aspecto pedagógico fez-se uma abordagem Freinetiana, onde os discentes participaram na égide de aspectos teórico-prático tomando ciência da situação no rio Potengi e suas relações com a urbanização, aguçando os bolsistas no compromisso científico e suas

perspectivas no campo da pesquisa.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa oportunizou os alunos secundaristas adentrar no campo da pesquisa a partir de problemas ambientais local.

As águas do rio Potengi apresentaram turbidez muito elevada e possibilidade de péssima qualidade da água (98%) nos locais onde a urbanização é proeminente, o que está relacionada a baixa produtividade primária do sistema aquático.

Os resultados são iniciais e merecem maiores investigações, inclusive com um maior rigor científico, entretanto os resultados mostraram evidências de problemas no sistema aquático do Rio Potengi.

5. REFERÊNCIAS

ANDERSON, David R.; SWEENEY, Dennis J.; WILLIAMS, Thomas A. **Estatística aplicada à administração e economia**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learnig, 2011.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

ZIMMERMANN, Mariane Scheibner. Impactos socioambientais do Complexo Hidrelétrico Grarabi-Panambi no Município de Porto Mauás/RS. 2015. 28 f. Trabalho apresentado ao curso de Geografia da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Sul, Ijuí.

NOGUEIRA, Pollyanna Faria; CABRAL, João Batista Pereira; OLIVEIRA, Susy Ferreira. Análise da concentração dos sólidos em suspensão, turbidez e todos nos principais afluentes do reservatório da uhe barra dos Coqueiros-GO. **Revista Geonorte**, Coqueiros, v.3, n.4, p.485-494, 2012.

PEIXOTO, Daniela Wancura Barbieri; FILHO, Waterloo Pereira; SANTOS, Felipe Correia dos. Transparência da água do reservatório passo real e fator de reflectância em imagens do sensor moderate resolution imaging spectroradiometer – modis, **Revista Geo, UERJ**, Rio de Janeiro, n.26, p. 288-300, jul. 2015.

KIM, Monique. Estudo da Variabilidade de turbidez no trecho superior no Rio Guandu. 2011. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso a apresentado á Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários á obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil, Rio de Janeiro.