



I-110 - AVALIAÇÃO DOS PROCESSOS EROSIVOS E DA QUALIDADE DE ÁGUA DA CAPTAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA ETA 06, EM PALMAS-TO, E SUAS CONSEQUÊNCIAS NA FASE DE OPERAÇÃO

José Roberto Lins da Silva

Biólogo graduado pela FAFOPA-PE, Analista de Qualidade da Companhia de Saneamento do Tocantins – SANEATINS, Especialista em Recursos Hídricos UFT e Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental UFT/UFRGS

Antonio Rodrigues da Silva Neto

Engenheiro Ambiental pela UNITINS/UFT, Gerente da Divisão de Licenciamento Ambiental DILAG da SANEATINS, e Mestrando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental UFT/UFRGS

José Aldimiro Vieira Marques

Engenheiro Ambiental pela UNITINS/UFT, Gerente de operação/RD setorial da SANEATINS e pós-graduando em Perícia, Auditoria e Gestão ambiental pela Fundação Osvaldo Cruz (MBA).

Liliana Pena Naval

Bióloga, doutorada pela Universidad Complutense de Madrid em Engenharia Química, professora Titular do curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Tocantins – UFT.

David Manuel Lelinho da Motta Marques

Biólogo graduado pela PUC-RS, Mestre em Ecologia pela UFRGS e PhD-DIC em Engenharia Ambiental pela Imperial College Of Science Technology Inglaterra, e Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS/IPH.

Endereço⁽¹⁾: 1003 Sul, alameda 28, QI 16, lote 17, Centro, Palmas - TO CEP: 77018452 - Brasil - Tel: (63) 3218-3495 - e-mail: jlins@saneatins.com.br

RESUMO

O assoreamento na captação de água para abastecimento no ribeirão Taquarussu, vem promovendo declinantes registros de vazões nestes últimos 10 anos, e conseqüente perda na qualidade da água aduzida pela estação de tratamento 06, em Palmas-TO. Este trabalho teve como objetivo diagnosticar os efeitos ocasionados pelos processos erosivos sobre a captação de água, relacionando-os à qualidade da água e suas conseqüências no processo de tratamento. Para isso foram levantados dados de avaliações sedimentológicas da sub-bacia do ribeirão Taquarussu, a partir de 2001, através dos trabalhos de Milhomens & Bandeira, (2001a e 2001b), Cançado et. al (2004), e Saneatins (2008a), bem como o levantamento da qualidade da água da captação através das análises das variáveis: Alumínio dissolvido (mg/L); Condutividade Elétrica (mg/L); Cloretos (mg/L); Cor verdadeira (uH); Dureza total (mg/L); Ferro dissolvido (mg/L); Manganês total (mg/L); Fósforo total (mg/L); Ortofosfato (mg/L); Nitrogênio total (mg/L); pH; Temperatura no ponto de coleta (°C); Turbidez (NTU); *Escherichia coli* (NMP/100mL); Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L); Oxigênio dissolvido (mg/L); Clorofila-a (µg/L) e Cianobactérias (Cél./mL), seguindo APHA (1998). As coletas foram realizadas no ponto de captação S10° 17' 25" W48° 17' 45", num total de 33 amostras, sendo também registrados 2347 médias diárias em 2007, e 1818 em 2008, de turbidez da água bruta na entrada da ETA. Avaliando os resultados conclui-se que o processo de assoreamento reduziu a disposição do recurso hídrico em relação à demanda do tratamento de água, tendo como exemplo vazão inferior a 400L.s⁻¹ em setembro de 2008, onde chegou a ter um déficit de 19% em relação a capacidade nominal de produção da ETA 6, além de crescentes densidades de *Escherichia coli* e Cianobactérias, bem como os elevados custos com o desassoreamento, e o aumento de insumos para garantir a qualidade da água final.

PALAVRAS-CHAVE: Ribeirão Taquarussu, Assoreamento, Qualidade de Água, e Palmas-TO

INTRODUÇÃO

O processo de assoreamento é responsável pela redução da capacidade de armazenamento das captações superficiais destinadas ao abastecimento público, e, na maioria das vezes, conseqüente perda na qualidade da água através do aumento de sólidos suspensos, promovendo aumento da turbidez, cor, condutividade, dentre outras variáveis, sendo ainda responsável, dependendo das condições da bacia hidrográfica, pelo carreamento de microrganismos patogênicos e/ou substâncias tóxicas. Este processo está fomentado principalmente pelas



atividades antrópicas existentes na bacia hidrográfica, que contribuem significativamente para o aumento da produção de sedimentos, que são carregados pelos cursos d'água e depositados nas captações.

O processo de tratamento de água com elevadas concentrações de sólidos suspensos e os produtos das reações em cadeia, é comprometido pela manutenção da garantia da qualidade do produto final, que no caso é a água tratada. Muitos sistemas não estão preparados para tratar águas com essas características. Outro problema de cunho social e humano é a quantidade da água distribuída/consumida, pois o país dispõe de regiões onde a escassez da água compromete o desenvolvimento de grandes regiões, favorecendo o desequilíbrio sócio-econômico e muitas vezes ambiental.

Palmas é uma cidade favorecida pela oferta de água pela natureza, porém, a maior parte dela se encontra acumulada no reservatório da UHE Lajeado, que devido está em processo de formação, 7 anos apenas, a qualidade de sua água ainda não seguramente conhecida.

O ribeirão Taquarussu Grande, ou simplesmente ribeirão Taquarussu, é utilizado para abastecer 76% da população da capital através da ETA 06. Porém, nesses últimos 10 anos registrou-se uma degradação gradativa dos aspectos qualitativos, até chegar ao limite de oferta para o abastecimento em outubro de 2008.

Diagnosticar os efeitos ocasionados pelos processos erosivos sobre a captação de água da ETA 06, no ribeirão Taquarussu, em Palmas-TO, relacionando-os à qualidade da água e suas consequências no processo de tratamento de água é o objeto deste trabalho, bem como a recomendação de medidas mitigadoras e operacionais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Com vista a melhor compreensão do processo hidrológico em questão, foram obtidos dados da precipitação (mm) e da temperatura do ar (°C) em Palmas-TO, durante os anos de 2006, 2007 e 2008, segundo INMET (2009).

Foram levantados também dados de avaliações sedimentológicas da sub-bacia do ribeirão Taquarussu, a partir de 2001, através dos trabalhos de Milhomens & Bandeira, (2001a e 2001b), Cançado et. al (2004) e Saneatins (2008).

Foram registradas descargas de sedimento nos sete últimos anos na sub-bacia citada, bem como levantamento de custos operacionais durante as medidas de reassoreamento e periodicidade.

Foram levantados registros de vazão na confluência do ribeirão taquarussu grande com o Taquarussu pequeno, onde ocorre a captação de água da ETA 06, a partir de 2001.

A qualidade da água foi levantada a partir de 2002, através dos trabalhos de Figueiredo et. al (2004), Cançado et. al (2004) e Saneatins (2008).

Foram realizadas análises de Alumínio dissolvido (mg/L); Condutividade Elétrica (mg/L); Cloretos (mg/L); Cor verdadeira (uH); Dureza total (mg/L); Ferro dissolvido (mg/L); Manganês total (mg/L); Fósforo total (mg/L); Ortofosfato (mg/L); Nitrogênio total (mg/L); pH; Temperatura no ponto de coleta (°C); Turbidez (NTU); Escherichia coli (NMP/100mL); Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L); Oxigênio dissolvido (mg/L); Clorofila-a (µg/L) e Cianobactérias (Cél./mL), seguindo APHA (1998). As coletas foram realizadas no ponto de captação S10° 17' 25" W48° 17' 45", num total de 33 amostras.

Foram levantados 2347 médias diárias em 2007, e 1818, de 1 de janeiro a 30 de agosto de 2008, dos valores de turbidez da água bruta na entrada da ETA.

Análise de regressão linear simples e múltipla e coeficiente de r-Pearson foram utilizados para melhor compreender as relações que a Turbidez tem com as demais variáveis.

RESULTADOS

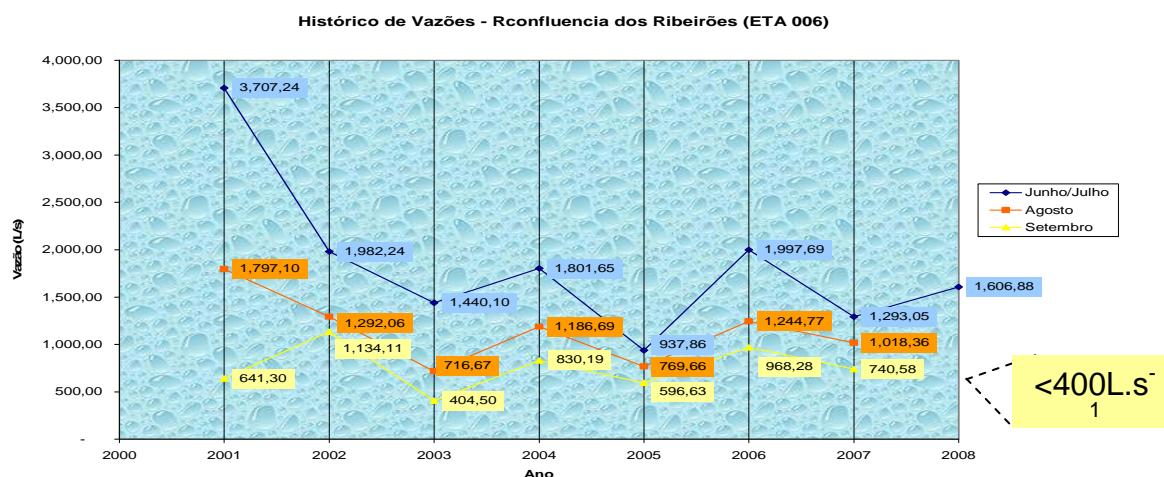
A captação realizada no Ribeirão Taquarussu, através do barramento de nível (Estação de Tratamento de Água – ETA 006), a qual é responsável pelo abastecimento de 76% do Plano Diretor Norte de Palmas, 100% dos distritos



de Taquaralto e Aurenys, vem nos últimos anos sendo penalizada pela degradação ambiental da Sub-bacia do Ribeirão Taquarussu, tendo reflexos na quantidade e qualidade de água.

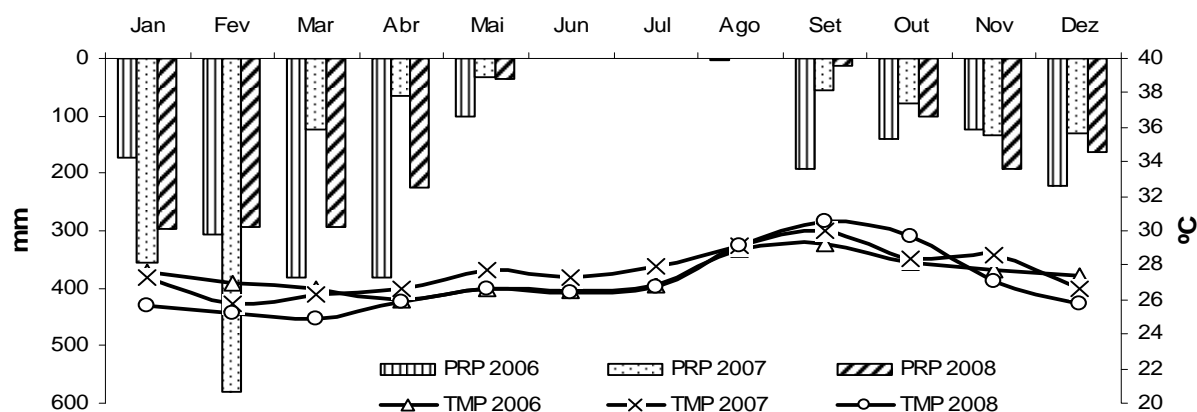
Nos últimos anos a vazão do manancial que abastece o plano diretor do município de Palmas, vem apresentando um decréscimo acentuado, provocado pelas atividades humanas que introduzem uma profunda influência na alteração sobre o meio ambiente. Estas atividades além de alterar a qualidade de água, estão prejudicando a quantidade, conforme demonstra o gráfico abaixo.

Figura 1 – Demonstrativo das vazões durante o período estudado.



Os dados climatológicos apresentaram sazonalidade marcante através de duas estações. A figura 2 mostra que o mês de setembro houve menor precipitação do que os dois anos anteriores, bem como temperatura média mais elevada, contribuindo para uma maior evaporação do manancial no período.

Figura 2. Médias mensais das condições climatológicas na cidade de Palmas-TO, no período de julho a dezembro, durante os anos de 2006, 2007 e 2008, para as variáveis PRP-precipitação(mm) e TMP-temperatura do ar (°C).



Com base nos dados do projeto sedimentológico da sub-bacia do Taquarussu, realizado pela Companhia de Sanamento do Tocantins-SANEATINS, e a Curva-chave de sedimentos (relação potencial, $R^2 = 0,64$) proposta por Neto, 2004, onde temos que:

$$Q_{sol} = 0.0002 \times \text{Descarga Líquida } (Q_{liq})^{1.394}$$

Onde:

Q_{sol} = Descarga sólida em Suspensão (t / dia)

Q_{liq} = Descarga Líquida (L/s)



A Sub-bacia do Ribeirão Taquarussu apresentou, uma descarga de sedimento nos ultimos anos no ponto localizado na captação da ETA 06, conforme tabela a seguir:

Tabela 1 – Sedimentos aportados à captação da ETA 06.

Captação ETA 006	Período	t / dia
	Ago/01 a Jul/02	37,07
	Ago/02 a Jul/03	30,54
	Ago/03 a Jul/04	52,12
	Ago/04 a Jul/05	16,76
	Ago/05 a Jul/06	22,02
	Ago/06 a Jul/07	19,79
	Ago/07 a Jul/08	19,21

Os numeros são representativos em função da dragagem ocorrida nos ultimos anos com peridiocidade de 02 anos, na captação da ETA 06, conforme tabela 2:

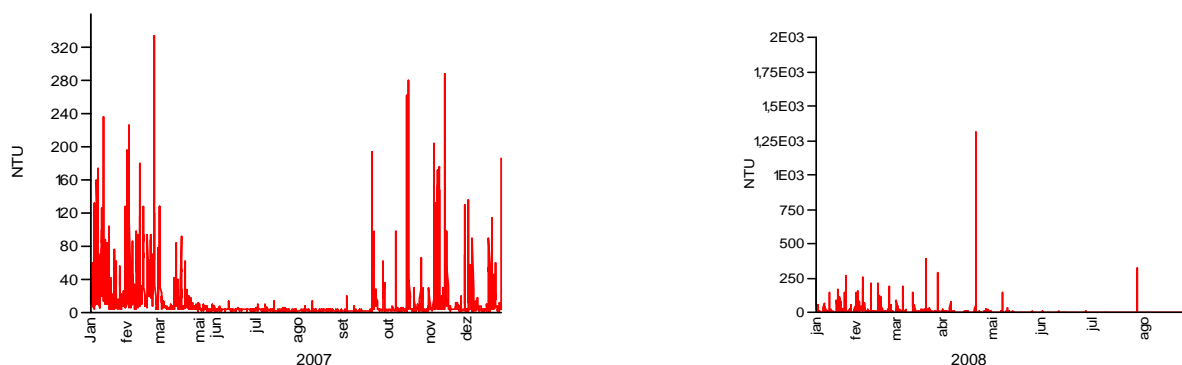
Tabela 2 – Volume retirado através de dragagens na captação da ETA 06.

Material Dragado – Sedimento	
Período	m³
Ano 2002	35.000
Ano 2004	27.000
Ano 2006	25.000
Ano 2008	25.000

Atualmente está sendo executada a dragagem dos sedimentos, tendo um gasto aproximado de R\$ 105.000,00/ano.

Com relação à qualidade de água, a turbidez é o principal parâmetro do processo de tratamento de água que evidencia mudanças na captação através de assoreamento. A maioria dos ambientes preservados não repassa concentrações elevadas de sólidos, devido principalmente a preservação de suas margens. Para melhor entendimento dos impactos relacionados ao assoreamento, foram levantados dados sobre análises realizadas em 2007. Foram 2.346 análises de turbidez da água bruta, na entrada do processo, e 1.818 análises em 2008, representadas na figura 3:

Figura 3 – Representação dos valores de Turbidez entre 01/01/2007 e 30/08/08.

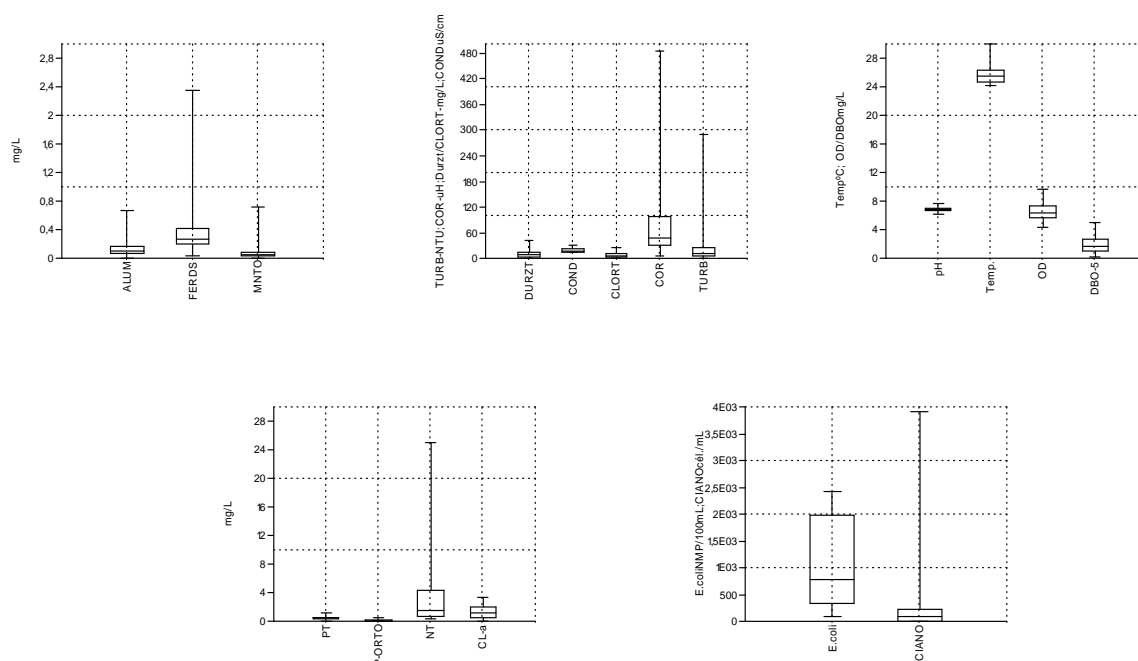


Os resultados mostram evidente correlação entre o assoreamento e o período chuvoso, além de demonstrar baixos valores de turbidez no período chuvoso no ano de 2008.

No processo de clarificação a relação entre turbidez e produtos químicos é de 1ª ordem, ratificando elevados custos devido os assoreamentos ocorridos durante a fase chuvosa.



Figura 4 – Máximos, Mínimos, Percentil 25%, Média, Percentil 75%, dos resultados do monitoramento realizado entre 2002 e 2008, no ribeirão Taquarussu.



De acordo com coeficiente de correlação r-Pearson, a Turbidez obteve uma maior correlação positiva, dentre as variáveis estudadas, com o Ferro dissolvido ($r=0,67$) e maior correlação negativa com as variáveis DBO ($r=0,89$), Manganês total ($r=0,84$) e pH ($r=0,83$).

A análise de regressão linear simples confirma os resultados de r-pearson. O ferro dissolvido apresentou $p<0,0001$, com $R^2=61,33\%$, com um intervalo de confiança de 95%, enquanto que a cor verdadeira também teve correlação significativa através de $p=0,0039$, com $R^2=21,8\%$ no mesmo intervalo de confiança.

Aplicando uma regressão linear múltipla para estas três variáveis, tendo o ferro dissolvido como variável dependente, obteve-se a equação: $Fed=0,0059TBZ - 0,0015COR - 0,0193$, apresentando a turbidez $p<0,0001$ e $T=9,072$, enquanto que para cor verdadeira obteve $p=0,0013$ e $t=3,53$. Sendo a cor verdadeira a variável dependente, teremos: $COR= 1,637TBZ - 190,7Fed + 33,11$, apresentando a turbidez $p<0,0001$ e $T=5,05$, enquanto que o Ferro dissolvido obteve $p=0,0013$ e $t=-3,535$.

Figura 5. Concentrações de Cor verdadeira (UH), Turbidez (NTU) e Ferro dissolvido ($mg.L^{-1}$) durante o período estudado.

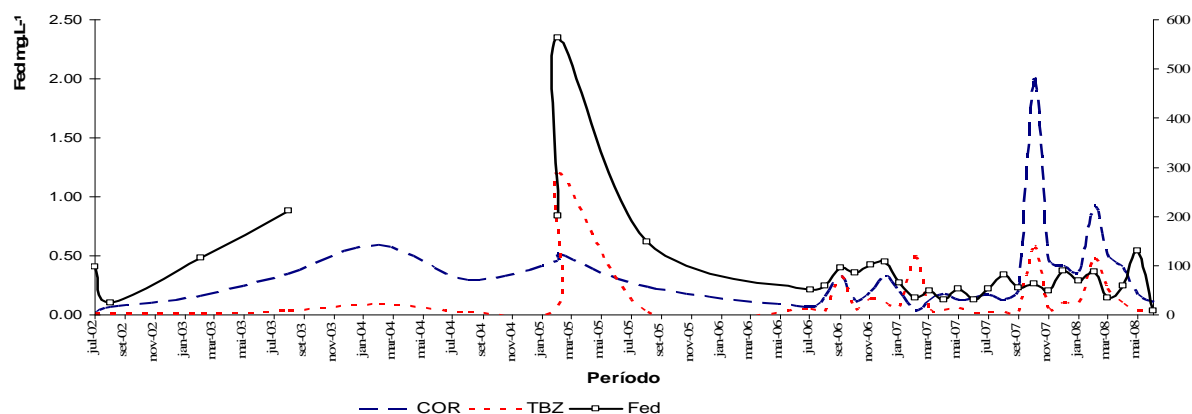
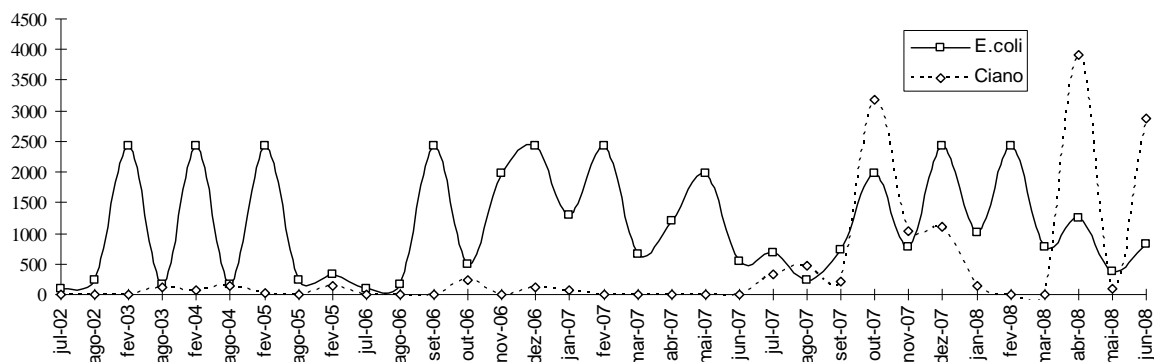


Figura 6 – Variações de *Escherichia coli* (NMP.100mL⁻¹) e Cianobactérias (Cel.mL⁻¹) no período.

A figura 6 ilustra bem a gradativa e crescente presença de cianobactérias ao longo do período, bem como a alternância de *Escherichia coli*, com maior frequência nos meses chuvosos.

CONCLUSÕES

O processo de assoreamento reduziu a disposição do recurso hídrico em relação à demanda do tratamento de água. Um exemplo disto foi a vazão do ribeirão Taquarussu em setembro de 2003, onde chegou a ter um déficit de 19% em relação a capacidade nominal de produção da ETA 6.

Observou-se também vazões oscilantes no período estudado, que significa risco ao gerenciamento do processo de produção de água pela companhia de abastecimento, pois limita previsões para tomadas de medidas mitigadoras contra os impactos.

A análise de regressão simples confere alta influência da turbidez com as variáveis ferro dissolvido e cor verdadeira. Isto implica dizer que a presença da turbidez proporciona o surgimento de cerca de 83% dos valores das variáveis independentes.

O coeficiente de Pearson-r e a regressão linear revelaram que o carregamento de sólidos em suspensão proporciona o a presença de ferro solúvel na coluna d'água de forma alóctone ou autóctone através da ressuspensão deste metal do hipólímnio, valendo da mesma forma para a presença da cor verdadeira.

A constante perda de qualidade e quantidade do ribeirão Taquarussu devido ao assoreamento e contaminação da água, poderá comprometer a eficiência da tecnologia de tratamento hoje adotada, que é de ciclo completo.

Recomenda-se a elaboração e execução de um plano mitigador destes impactos, a curto prazo, junto aos diversos órgãos envolvidos com a preservação do ambiente em questão, bem como a comunidade ribeirinha.

Solicitar de imediato aos órgãos de fiscalização mais rigor contra os elementos causadores destes impactos, aplicando punições que tragam a cessão dos danos.

A elaboração de modelo hidrográfico para o manancial, por parte da Companhia de abastecimento (SANEATINS), seria importante para sistematizar o monitoramento quali-quantitativo, bem como a gestão do recurso hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th edition. Washington. 1998.
2. FIGUEIREDO, W. P., CARVALHO, J. R., SILVA, F. C., SILVA, J. R. L. Levantamento preliminar do fitoplâncton do ribeirão taquarussu, Palmas-TO, e algumas considerações ecológicas. 2004.
3. NETO W. L. C., OLIVEIRA C. S. S., WANDERLEY T. F., CARLOS J. L. A., QUEIROZ S. C. B., VIEIRA M. L. Avaliação da qualidade da água do córrego Taquaruçu e sua influência na quantidade de produtos químicos utilizados na ETA 06 em Palmas-TO. AIDIS, Puerto Rico 2004.
4. INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. <www.inmet.gov.br> Acesso em 05 de abril de 2009



5. MILHOMENS L. A. & BANDEIRA, P. T. P. Relatórios parciais do monitoramento sedimentológico da sub-bacia do ribeirão Taquarussu grande, (2001a e 2001b).
6. NETO, W. L. C., OLIVEIRA, C. S. S., WANDERLEY, T. F., CARLOS, J. L. A., QUEIROZ, S. C. B., VIEIRA, M. L. Avaliação da qualidade da água do córrego Taquarussu e sua influência na quantidade de produtos químicos utilizados na ETA 006 de Palmas – TO. Congresso AIDIS, Puerto Rico 2004.
7. SANEATINS. Levatamento das condições ambientais da barragem de nível no ribeirão Taquarussu grande. Relatório técnico. Palmas, 2008.