



Universidade de Brasília/UNB
Faculdade UNB Planaltina/FUP

BACHARELADO EM GESTÃO AMBIENTAL

CAIO ABREU ARAÚJO SILVA

USO DA TURBIDEZ COMO INDICADOR AMBIENTAL: IMPLICAÇÕES PARA A
GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

BRASÍLIA

2019



Universidade de Brasília/UNB
Faculdade UNB Planaltina/FUP

BACHARELADO EM GESTÃO AMBIENTAL

CAIO ABREU ARAÚJO SILVA

USO DA TURBIDEZ COMO INDICADOR AMBIENTAL: IMPLICAÇÕES PARA A
GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para aprovação no curso
de Bacharelado em Gestão Ambiental da
Faculdade UnB Planaltina

Orientador: Prof. Dr. Luiz Felipe Salemi

BRASÍLIA

2019

SILVA, Caio Abreu Araújo Silva.

Uso da turbidez como indicador ambiental: Implicações para a qualidade da água/Caio Abreu Araújo Silva. Planaltina- DF, 2019. 19 f.

Artigo Científico - Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.
Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientador Prof. Dr. Luiz Felipe Salemi

1. Sedimento; Erosão; Uso e ocupação do solo; Segurança hídrica. I. Abreu Araújo Silva, Caio II. Uso da turbidez como indicador ambiental: Implicações para a qualidade da água

Caio Abreu Araújo Silva

**USO DA TURBIDEZ COMO INDICADOR AMBIENTAL: IMPLICAÇÕES
PARA A GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina-DF, 01 de julho de 2019.

Prof. Dr. Luiz Felipe Salemi – UnB

Prof. Dr. Antonio Felipe Couto Junior - UnB

Prof^ª. Dr^ª. Elaine Nolasco Ribeiro - UnB

Agradecimentos

Quero agradecer a Deus por me dar força para chegar até o fim. Agradecer aos amigos que fiz durante a graduação, aos professores pelo conhecimento adquirido, e a todos os colaboradores da UnB, que juntos proporcionaram momentos maravilhosos no tempo que passei aqui.

Agradecer também a minha família, que batalhou e abriu mão de muitas coisas para poder me proporcionar uma educação de qualidade, e hoje, colho os frutos deste esforço. Agradecer a minha namorada, Maria Eduarda, pelo apoio durante os momentos mais difíceis do curso. Ao meu orientador, professor Luiz Felipe Salemi, por nortear minhas idéias de forma organizada e esclarecedora, e me apoiar neste projeto. Agradecer também ao professor José Vicente Elias Bernardi, pelos valores e ensinamentos passados durante a graduação. É uma conquista não só minha, mas de todos nós. Gratidão por tudo.

USO DA TURBIDEZ COMO INDICADOR AMBIENTAL: IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Caio Abreu Araújo Silva ¹

RESUMO

As alterações nas formas de uso do solo afetam diretamente as características de uma bacia hidrográfica, ameaçando a segurança hídrica. Assim, provocam diversos impactos que se tornam nocivos ao ambiente, como por exemplo, o aceleramento dos processos erosivos. O regime de chuvas aliado ao aumento do escoamento superficial, além da supressão da vegetação e exposição do solo, provocam um aumento da quantidade de sedimentos e sólidos em suspensão no corpo d'água. Isto implica no aumento da turbidez, servindo esta, como um indicador de uso do solo. Portanto, o presente trabalho avaliou a turbidez na captação do rio Maranhão, responsável pelo abastecimento de Planaltina-GO, durante um mês seco (Julho de 2019) e outro chuvoso (Abril de 2019), afim de fazer inferências sobre a dinâmica de uso do solo na bacia e suas conseqüências para a gestão ambiental local. As médias diárias de turbidez foram cruzadas com médias diárias de precipitação para verificação de uma possível interferência dos eventos pluviais sobre o índice de turbidez. A estação seca apresentou uma turbidez média de $5,79 \pm 1,09$ NTU, enquanto o período chuvoso apresentou média de $76,72 \pm 201,24$ NTU (média \pm desvio padrão), apresentando diferença significativa entre os meses ($p < 0,0001$). Isto causa alterações significativas no aspecto visível da água, tornando-a turva durante a chuva e límpida durante a seca. Assim, além de demonstrar este tipo de impacto, o aumento da turbidez também implica em maiores gastos com coagulantes durante o tratamento da água. Tendo em vista que a área de estudo vem sofrendo pressões de atividades de mineração e agropecuária, torna-se necessária a ação conjunta de órgãos ambientais, comunidade e governo para promover medidas que mitigassem estes impactos. Recomenda-se então a adoção de práticas alternativas de produção sistema de plantio direto (SPD), plantio seguindo curvas de nível, uso de terraceamentos, além da adoção de programas de recuperação de solo e água, como o Programa Produtor de Águas, já existente na SANEAGO em bacias de maior porte. Já em relação a mineração, recomenda-se maior rigor na elaboração e execução dos estudos de impacto ambiental, além da maior fiscalização dos órgãos ambientais.

Palavras-chave: Sedimento; Erosão; Uso e ocupação do solo; Segurança hídrica.

USE OF TURBIDITY AS AN ENVIRONMENTAL INDICATOR: IMPLICATIONS FOR WATER QUALITY MANAGEMENT

Caio Abreu Araújo Silva ¹

ABSTRACT

Changes in land use directly affect the characteristics of a watershed, threatening water security. So, they cause several harmful impacts to the environment, such as the acceleration of erosion processes. The rainfall regime combined with increased runoff, in addition to vegetation suppression and soil exposure, cause an increase in the amount of sediment and solids suspended in the water body. This implies increased turbidity, serving as an indicator of land use. Therefore, the present work evaluated the turbidity in the Maranhão river catchment, responsible for the supply of Planaltina-GO, during a dry month (July 2019) and a rainy month (April 2019), in order to make inferences about the use dynamics of the land use and expose the consequences for local environmental management. The dry season presented an average turbidity of 5.79 ± 1.09 NTU, while the rainy season presented an average of 76.72 ± 201.24 NTU (mean \pm standard deviation), showing a significant difference between months ($p < 0,0001$). This causes significant changes in the visible appearance of the water, making it cloudy during rain and clear during drought. So, in addition to demonstrating this type of impact, increased turbidity also implies higher coagulant costs during water treatment. Considering that the study area has been under pressure from mining and agriculture activities, the joint action of environmental agencies, community and government is necessary to promote measures that mitigate these impacts. It is therefore recommended to adopt alternative practices of no-tillage system production (SPD), planting following contour lines, use of tillage, and the adoption of soil and water recovery programs, such as the Water Producer Program. In relation to mining, greater rigor is recommended in the preparation and execution of environmental impact studies, as well as greater supervision of environmental agencies.

Keywords: Sediment; Erosion; Land use and occupation; Water security.

Lista de Figuras

Figura 1- Localização da Estação de Tratamento de Água do rio Maranhão	13
Figura 2 - Diagrama de caixas da turbidez nas duas estações.....	15
Figura 3 - Médias diárias da turbidez no mês de seco.....	16
Figura 4 - Local da captação do rio Maranhão no mês seco	16
Figura 5 - Variação temporal da turbidez diária média e precipitação diária no mês chuvoso.....	17
Figura 6 - Captação do rio Maranhão no mês chuvoso	17
Figura 7 - Uso e ocupação da bacia do maranhão em 2017	19
Figura 8 - Carreamento de sedimentos decorrentes da mineração em Planaltina-GO	20

LISTA DE SIGLAS

ETA – Estação de tratamento de água.

SANEAGO – Saneamento de Goiás.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAIS E MÉTODOS	12
2.1.Caracterização da área de estudo.....	12
2.2.Amostragem	13
2.3Análise estatística.	14
3. RESULTADOS	14
4. DISCUSSÃO	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso primordial na manutenção da vida terrestre. É necessário se pensar na água não apenas sobre a ótica do abastecimento, mas também na perspectiva de preservação e conservação a fim de garantir a manutenção dos ecossistemas e, por conseguinte a continuidade do ciclo hidrológico (CASTRO, 2017). Ou seja, esta visão antropocêntrica de que a água deve ser preservada apenas para fins de abastecimento público é equivocada, uma vez que as boas condições do meio interferem diretamente na qualidade e disponibilidade deste recurso.

Por outro lado, a expansão dos centros urbanos e a ocupação desordenada do território sem uma gestão adequada pode acabar ameaçando a preservação deste bem e interferir em sua qualidade. Diversos estudos como os de CHAVES & SANTOS (2009); DE OLIVEIRA & DE QUEIROZ (2018) afirmam que o tipo de manejo e uso do solo são determinantes para a qualidade da água de uma bacia hidrográfica. O uso e ocupação provocam a alteração da paisagem da bacia com a retirada da floresta, aliado ao regime hídrico, proporcionando um potencial de degradação relevante considerando os eventos intensos de precipitação (ANDRIETTI et al., 2016; DE OLIVEIRA & DE QUEIROZ, 2018). Desse modo, os cursos d'água podem refletir pressões antrópicas cujas características alteram diferencialmente determinados parâmetros da água (RAPOSO, 2009).

Uma consequência desta pressão humana é o aceleração dos processos erosivos naturais. RAPOSO (2017) ressalta em seu estudo que a erosão é um processo natural, mas a interferência humana pode vir a aumentar sua intensidade de degradação. RAPOSO et al. (2011) também destacam que os processos de erosão acelerada podem evidenciar o comprometimento da qualidade ambiental em uma bacia hidrográfica. Nesse sentido, a turbidez é muito útil em análises ambientais em bacias hidrográficas, uma vez que é possível associar o uso e cobertura do solo a este parâmetro, a fim de se detectar danos nos cursos d'água relacionados a atividades humanas

SILVA et al. (2003); RAPOSO (2009); RAPOSO et al. (2011) e vários outros estudos afirmam que um dos principais parâmetros de qualidade da água capaz de demonstrar impactos da erosão acelerada nos cursos fluviais é a turbidez, pois representa o grau de interferência que a luz sofre ao passar pela coluna d'água. Os responsáveis por uma elevada turbidez são os sólidos em suspensão, que conferem à água uma aparência turva. Silva et al. (2003) também destacam este parâmetro como

um dos principais na indicação da qualidade da água, demonstrando interferências do uso e ocupação do solo de uma bacia na dinâmica fluvial, contribuindo para a gestão ambiental do local.

SANTANA et al. (2005) mostram que as áreas próximas a Planaltina de Goiás e Sobradinho no Distrito Federal mostraram alto potencial de expansão urbana, o que representa uma ameaça a integridade das condições ambientais presentes na Bacia do Alto do Maranhão. Com base nessa premissa, este estudo visa monitorar os índices de turbidez no ponto de captação do Rio Maranhão, destinado ao abastecimento público do município de Planaltina-GO e, a partir desses dados, fazer inferências a respeito do uso e ocupação do solo da bacia e suas implicações para a gestão da qualidade da água.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo.

A Captação do Rio maranhão está localizada no núcleo rural Bom Sucesso, às margens da DF 128, área rural que pertence a Planaltina DF mas está localizada a poucos metros da divisa com o estado de Goiás. É utilizada para o abastecimento da população de Planaltina GO, apesar de estar localizada em uma área rural que pertence a cidade de Planaltina DF, a poucos metros da divisa com o estado de Goiás. Sua concessão compete a Saneamento de Goiás (SANEAGO) que realiza o tratamento e a distribuição da água captada naquele ponto. O local se encontra inserido na Bacia do Alto Rio Maranhão, que abrange o limite norte do Distrito Federal (DF) e uma porção do estado de Goiás (municípios de Planaltina e Formosa).

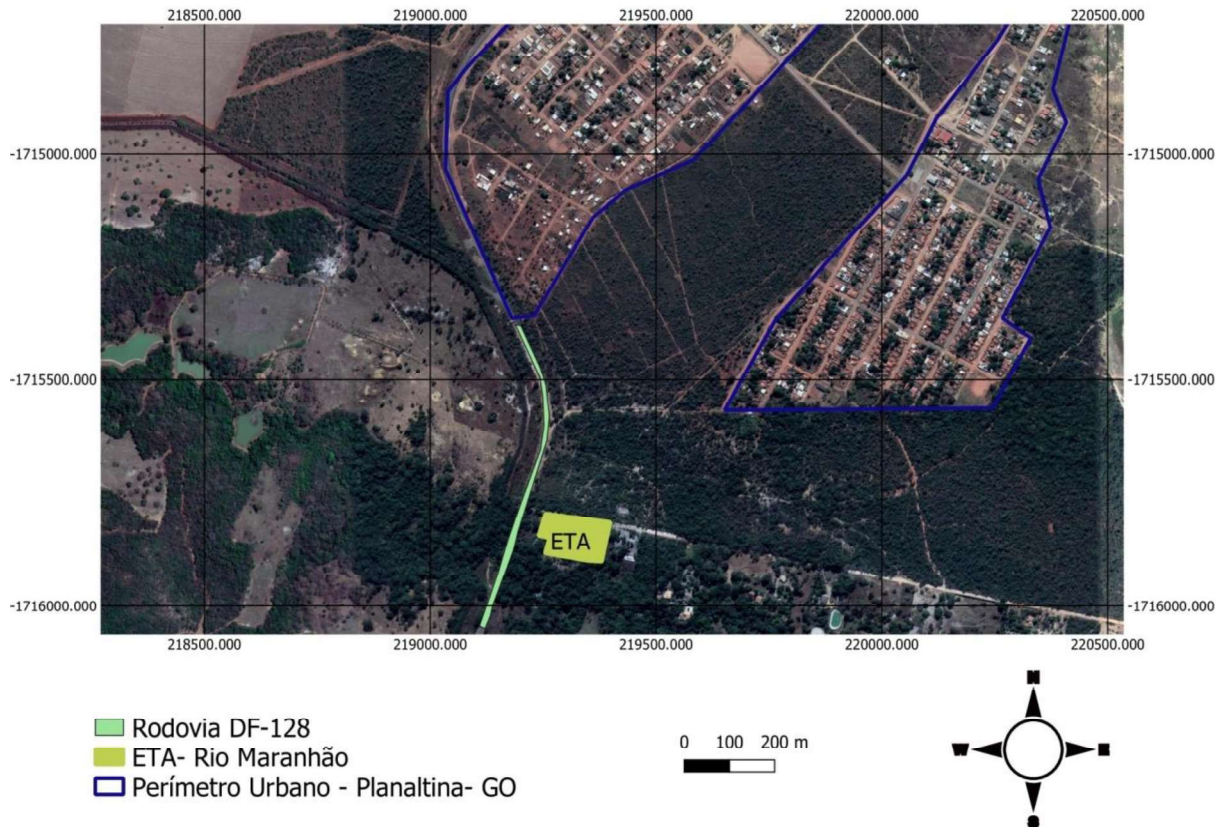


Figura 1 - Localização da Estação de Tratamento de Água do rio Maranhão.

Possui clima predominantemente tropical – Aw (classificação de Köppen), com precipitação variando de 750-2000 mm/ano em média, caracterizado pela sazonalidade de regime de chuvas, com um inverno seco durando de 4 a 5 meses, e um verão chuvoso, com maior precipitação nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. As altitudes variam entre 800 e 1500m. (RATTER et. al., 1996). EITEN et al, (1993) observaram em seu estudo a presença de solos hidromórficos nas regiões abarcadas por Matas de Galeria e Ciliar, e nas demais localidades há a predominância de latossolos ocupados por *sensu stricto*.

2.2.Amostragem

As coletas aconteceram diariamente, com um intervalo de duas horas, durante os meses de Abril e Julho de 2019, que foram selecionados com a finalidade de representarem a interferência da sazonalidade (estação seca *versus* estação chuvosa) no aspecto físico da água, já que Abril apresentou altos índices de precipitação (mês

chuvoso) enquanto o mês de Julho não houve ocorrência de chuvas (mês seco). As amostras de água foram obtidas com o uso de garrafas de 300 mL de tereftalato depolietileno (PET) previamente limpas e esterilizadas, que foram preenchidas cerca de 30 cm abaixo da superfície da água. Luvas descartáveis foram usadas durante o processo de amostragem.

A análise da turbidez foi realizada no laboratório da Estação de Tratamento do rio Maranhão por meio do turbidímetro Policontrol, modelo ap 2000. Este parâmetro foi expresso em sua unidade padrão UNT- Unidade Nefelométrica de Turbidez. Os dados referentes à precipitação foram obtidos no portal do INMET, utilizando como referência a Estação Meteorológica de Brasília DF.

Para o presente estudo, foram feitas médias diárias de turbidez com a finalidade de se reduzir o banco de dados e melhorar a visualização do fenômeno ao longo do tempo. Estas médias diárias de turbidez (correspondentes aos meses de Abril e Julho) foram cruzadas com médias diárias de precipitação (referentes ao mesmo período), para se verificar a possível interferência dos eventos pluviais sobre o índice de turbidez. A partir dos resultados, foram realizadas inferências sobre a dinâmica do uso do solo nessa bacia e suas implicações para a qualidade da água.

2.3 Análise estatística.

Os dados de turbidez foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para a verificação de sua distribuição. O resultado indicou ausência de distribuição normal. Por essa razão, o utilizou-se o teste de Mann-Whitney para testar as diferenças entre o mês seco e o mês chuvoso. Todas as análises foram feitas utilizando o pacote estatístico PAST a um nível de significância $\alpha < 0,05$.

3. RESULTADOS

Os resultados apresentaram baixa variação da turbidez na estação seca (Figura 2). Por outro lado, houve alta variação desta variável no período chuvoso (Figura 2). A estação seca apresentou uma turbidez média de $5,79 \pm 1,09$ NTU, enquanto o período chuvoso apresentou média de $76,72 \pm 201,24$ NTU (média \pm desvio padrão). Como não houve ocorrência de chuvas no período seco, observou-se

apenas os dados de turbidez. Apesar da variação diária apresentada, é possível notar que a variação de tal parâmetro esteve entre 5 e 7 NTU sem sofrer influências de chuvas (Figura 3). Com isso, o aspecto turvo da água é reduzido, alterando suas características físicas (Figura 4).

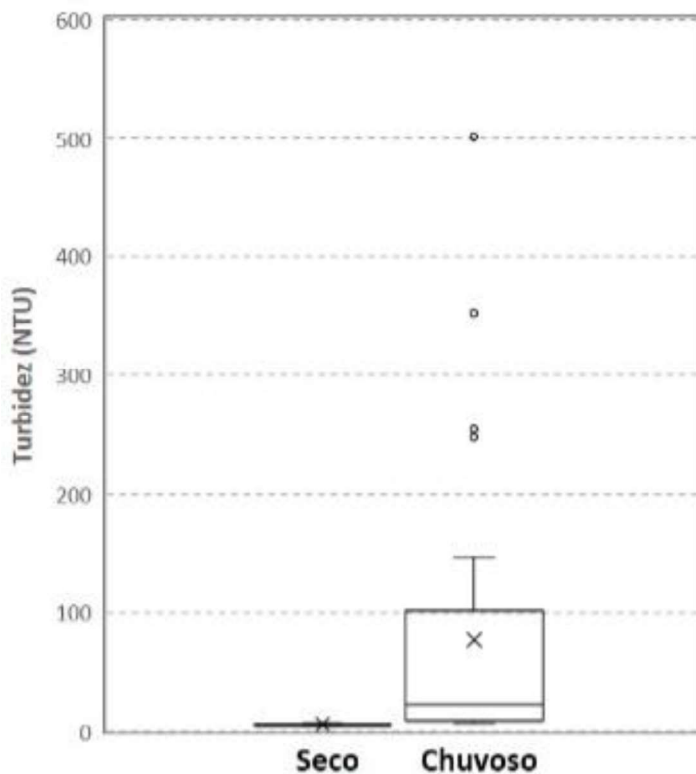


Figura 2 – Diagrama de caixas da turbidez nas duas estações. A linha horizontal dentro das caixas representa a mediana, as linhas horizontais das caixas representam o primeiro e o terceiro quartil e as barras verticais os valores máximos e mínimos.

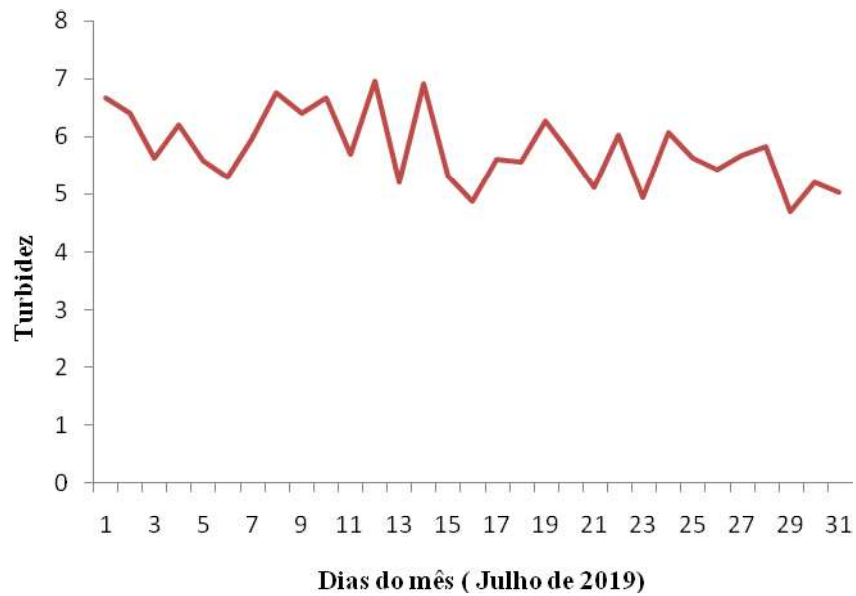


Figura 3 – Médias diárias da turbidez no mês de seco.



Figura 4 – Local da captação do rio Maranhão no mês seco – Notar água com aspectos de baixa turbidez.

Por outro lado, no mês chuvoso, pode-se notar que houve um aumento da turbidez da água quando houve eventos pluviais (Figura 5). Por exemplo, a média diária da

turbidez foi extremamente elevada (chegando a ultrapassar 500 NTU/dia) em um evento de chuva de aproximadamente 60 mm ocorrido no dia 11 de abril. A amplitude de valores foi de 8 a 500 NTU. Isto provoca uma alteração visível no aspecto físico da água (Figura 6). As diferenças entre o mês seco e o chuvoso, em termos de turbidez, foram significativas ($p < 0,0001$).

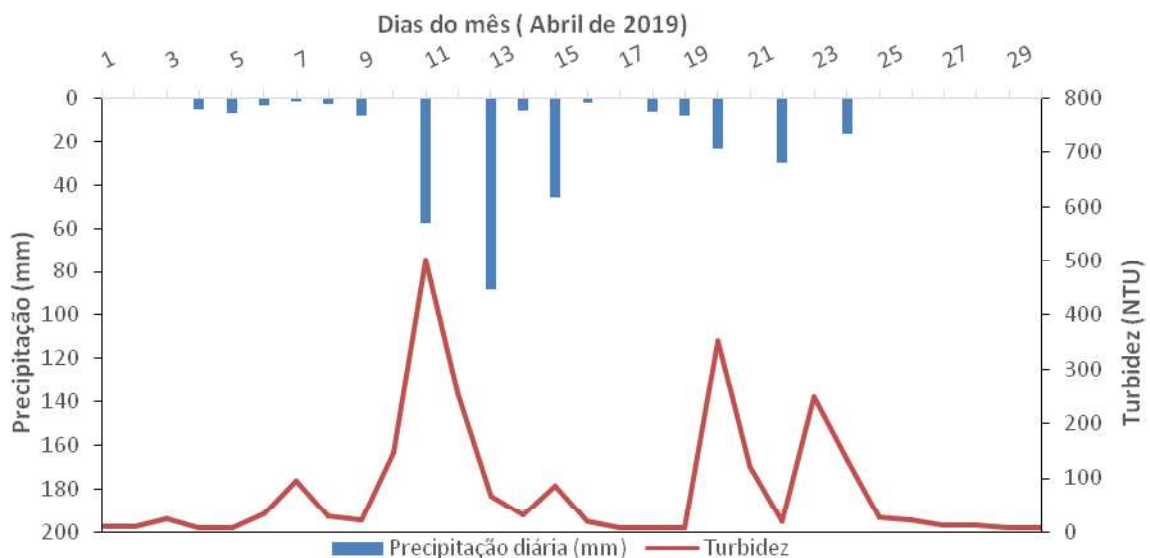


Figura 5- Variação temporal da turbidez diária média e precipitação diária no mês chuvoso.



Figura 6 – Captação do rio Maranhão no mês chuvoso – Notar água com aspecto visual de alta turbidez.

4. DISCUSSÃO

Com base nos resultados, é notável a diferença do aspecto físico da água entre o mês seco e chuvoso. Pode-se observar que durante o mês chuvoso, a água possui aparência turva, com maior quantidade de sedimentos em suspensão. Já no mês seco, a água aparenta estar mais límpida. Isto ocorre devido à ação da chuva na remoção e carreamento de partículas (ALMEIDA & SCHWARZBOLD, 2003). Diversos estudos como os de BACELLAR et al. (2001); SALGADO & MAGALHÃES JÚNIOR (2006); RAPOSO (2009); RAPOSO et al. (2011) relacionaram os altos níveis de turbidez ao uso indevido do solo, que provoca o aceleração dos processos erosivos. RAPOSO et al. (2011) destacaram que o uso inadequado do solo altera os processos erosivos naturais ao interferir nas características que condicionam tais processos, como a topografia, cobertura vegetal, clima (micro-clima) e tipo de solo.

Dados relacionados ao uso e ocupação da bacia mostram que apesar de haver uma maior área em formação florestal (56%), boa parte de sua extensão está destinada à agricultura e pastagem (29%) (Figura 7) representando cerca de 37814 ha (Tabela 1). Raposo et al. (2009) afirmaram que a agricultura e a pecuária possuem um papel relevante na degradação do solo e estão dentre as principais causas de exposição do mesmo a processos de erosão acelerada, consequência de atividades humanas mal planejadas, que resultam no solo exposto ou na compactação, gerando ainda outros tipos de impacto, como exploração do lençol freático, drenagem de áreas alagadas e conversão de áreas preservadas em pastagem.

Tabela 1 – Uso e ocupação da bacia do Maranhão em 2017.

Tipos de uso	Área (ha)	(%)
Formação florestal	148218,2	55,75
Formação campestre	37814,19	14,22
Agricultura e pastagem	77214,27	29,04
Ocupação urbana	2024,12	0,76
Mineração	65,77	0,02
Corpos d'água	535,1	0,20

Área total

265871,62

Fonte: Mapbiomas

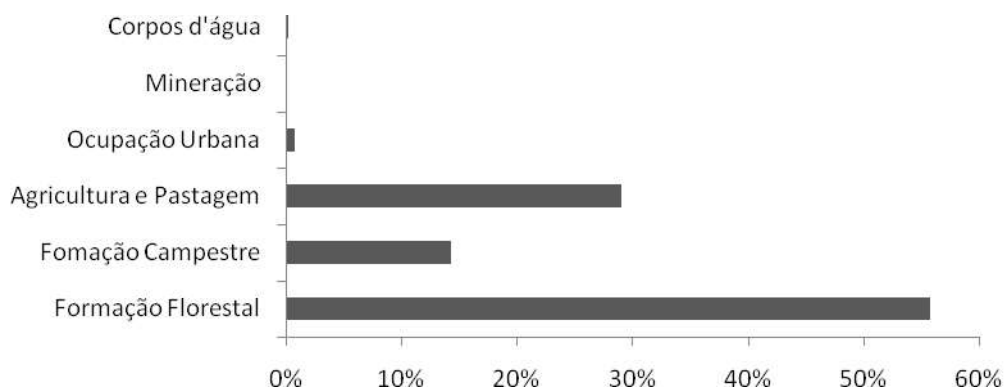


Figura 7 – Uso e ocupação da bacia do Maranhão em 2017. Fonte: Mapbiomas

ARCOVA & CICCO (1997) também ressaltaram que em microbacias de uso agrícola, quando comparadas às de uso florestal, o transporte de sedimentos e a perda de nutrientes são maiores. Também vale lembrar que a região de Planaltina-GO tem sido foco da extração de materiais aluviais para construção civil, afetando seriamente as matas ciliares, bem como mobilizando grande parte de sedimentos de fundo e em suspensão. Essas atividades junto a outros usos indevidos do solo são responsáveis por um aporte significativo de sedimentos aos cursos d'água (Figura 8). Altos valores de turbidez implicam na 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 (USEPA, 1997).



Figura 8 – Carreamento de sedimentos decorrentes da mineração em Planaltina-GO.

Além disso, há impactos também no processo de tratamento da água. Franco (2009) ressaltou que a crescente demanda de água tratada e a deterioração da qualidade dos mananciais provocam um proporcional aumento das dosagens de produtos sintéticos no processo de tratamento, implicando diretamente no aumento dos custos. Outro problema é o aumento significativo da quantidade de lodo retida nos processos de floculação/decantação. Nesse sentido, Franco (2009) também afirmou que o lodo é o principal resíduo de uma ETA e muitas vezes acaba sendo lançado nas águas sem tratamento, tornando-se um problema. Portanto, o aumento da sedimentação em um manancial impacta prejudicialmente o meio ambiente e a sociedade civil.

Portanto, o presente trabalho defende a ação conjunta entre órgãos ambientais, produtores rurais e o governo com objetivo de minimizar os impactos causados na bacia. Uma estratégia para tanto seria, por exemplo, a implementação de programas de conservação de água e solo tal como o Programa Produtor de Águas. Criado pela ANA, esse programa visa a conservação de mananciais estratégicos, onde os benefícios ambientais proporcionados por produtores participantes são, depois de devidamente certificados, compensados financeiramente, de forma proporcional ao abatimento da sedimentação na bacia (CHAVES et al., 2004).

CHAVES et al. (2004) realizaram um estudo sobre os benefícios do suprarreferido programa na bacia do rio Pípiripau, próxima à área de estudo, responsável pelo abastecimento de Planaltina DF, e observaram melhorias significativas na implementação. Houve uma redução da erosão em 73 %, redução de 74% nos custos para o tratamento de água, redução de 70% da poluição por inseticidas, além de benefícios aos produtores, como aumento da produtividade agrícola e pecuária, através do melhor manejo do solo e da água. Com isso, houve aumento da renda da atividade rural e a diminuição das perdas de solo nas glebas, aumentando assim a sustentabilidade da produção. Portanto, como a bacia do rio Maranhão possui uso agrícola relevante, o presente estudo entende que a implementação do programa traria benefícios ambientais e econômicos significativos ao local.

A adoção de práticas mais sustentáveis de produção também é vista como uma boa alternativa para redução da entrada de sedimentos nos rios e, por conseqüência, da turbidez. Uma dessas práticas é o sistema de plantio direto, que serve a grandes e pequenas propriedades e é muito simples, pois imita a própria natureza, usando a palha da cultura anterior para proteger o solo para gerar aumento na matéria orgânica e, por conseqüência, estimular a vida do solo. Além disso, seu principal benefício está no controle da erosão (Santana, 2005) uma vez que o solo permanece coberto. Outra boa prática seria o plantio seguindo curvas de nível, que é uma técnica de conservação do solo e da água, essencial em cultivos localizados em áreas de declives. Nessa técnica, devem-se marcar as curvas de nível e as linhas de cultura acompanhando essas curvas, de forma a diminuir os efeitos da declividade do terreno. Assim, cada linha de plantas forma uma barreira, diminuindo a velocidade da enxurrada. O plantio em nível é uma forma de diminuir o arraste de solo em terrenos com pouca declividade (Santana, 2005).

Outras boas alternativas seriam o plantio de matas ciliares e o uso de terraceamento na produção agrícola. ADDISCOTT (1997) afirma que as matas ciliares, quando localizadas em áreas agrícolas, previnem ou minimizam a movimentação de sedimentos gerados durante o processo erosivo. Isto ocorre devido à maior retenção física das raízes, a diminuição do impacto da água sobre o solo através das folhas e do caule e o recobrimento do solo por meio da formação da camada de serrapilheira (Castro et al., 2013). Portanto, é de extrema importância a preservação e o monitoramento deste tipo de vegetação, tendo em vista os inúmeros benefícios trazidos ao ambiente.

Já o terraceamento é uma prática conservacionista mecânica (Primavesi, 2002) e é recomendado em áreas de declividade de até 8 % (Franco, 2018). Consiste na construção de lombadas que recebem a água das chuvas e permitem que essa se acumule em canais e possa se infiltrar. Sua função é reter esta água e torná-la aproveitada pelas plantas ou diminuir a velocidade do escoamento superficial, reduzindo assim a quantidade de material carregado (Castagnara, 2007). Vischi Filho et al. (2016) comprovaram que o uso desta prática foi eficiente no controle dos processos erosivos, em uma bacia hidrográfica em Vera Cruz –SP. Então, entende-se que esta prática poderia trazer uma redução dos processos erosivos na bacia do rio Maranhão.

Além da agricultura, a mineração também é uma atividade que traz impactos significativos ao local. Praticamente, toda atividade de mineração implica supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração. Em muitas situações, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, e os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água do entorno (Mechi e Sanches, 2010). Mechi e Sanches (2010) apontaram que a qualidade das águas dos rios e reservatórios da mesma bacia, a jusante da local de extração, pode ser prejudicada em razão da turbidez provocada pelos sedimentos finos em suspensão, assim como pela poluição causada por substâncias lixiviadas e carregadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxa, metais pesados.

Em Planaltina-GO, a principal matéria prima é a argila, presente na fabricação de telhas e tijolos. Da Silva et al. (2009) observaram impactos decorrentes da extração deste material, como remoção da vegetação e assoreamento de mananciais, e destacaram a importância da atividade mineradora cumprir as exigências dos órgãos governamentais, com devido apoio técnico para efetivar o controle ambiental e a manutenção da economia local. Mechi e Sanches (2010) afirmaram que a realização de estudos preliminares ao empreendimento como EIA/RIMA, RAP, e a definição de zoneamentos ambientais minerários e elaboração de planos diretores regionais de mineração, contribui para um melhor controle dos impactos resultantes destas atividades.

Os mesmos autores afirmaram que a legislação ainda determina que para as minerações existentes na data da publicação do Regulamento da Lei n.997/76, a Resolução SMA n.51/06 prevê a obrigação de o empreendedor solicitar a Licença de

Operação, apresentando um Plano de Recuperação de Área Degradada (Prad). Já nos casos de empreendimentos desativados, que não foram objeto de licenciamento ambiental, o responsável foi compelido a apresentar o projeto de revegetação para aprovação do DEPRN (atual Cetesb) e providenciar a recuperação da área degradada. Portanto, seria de extrema importância um maior rigor nos processos de elaboração e aplicação do licenciamento ambiental.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo assim, o presente estudo entende que a bacia do rio Maranhão tem sofrido impactos decorrentes das alterações de uso de solo, onde boa parte de seu território destina-se à agricultura e pecuária. Na região de Planaltina-GO, localidade da área de estudo, outra atividade que traz danos ao manancial é a mineração. Isto acarreta em maior quantidade de sedimentos em suspensão no corpo d'água, o que implica no aumento da turbidez, principalmente na estação chuvosa, trazendo assim conseqüências ao meio ambiente e sociedade.

Portanto o presente trabalho defende a adoção de medidas para a mitigação dos impactos, visando a diminuição dos processos erosivos na bacia. Em relação à agricultura, recomenda-se o uso de técnicas mais sustentáveis de produção como o sistema de plantio direto (SPD), plantio seguindo curvas de nível, uso de terraceamentos, além da adoção de programas de recuperação de solo e água, como o Programa Produtor de Águas, já existente na SANEAGO em bacias de maior porte. Já em relação a mineração, recomenda-se maior rigor na elaboração e execução dos estudos de impacto ambiental, além da maior fiscalização dos órgãos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDISCOTT, T. M. A critical review of the value of buffer zone environments as a pollution control tool. **Buffer Zones**, p. 236, 1996.

ANDRIETTI, Grasiene et al. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, p. 162-175, 2016.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. de. Características do deflúvio de duas microbacias hidrográficas no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha–SP. **Revista Instituto Florestal de São Paulo**, v. 9, n. 2, p. 153-170, 1997.

BACELLAR, L. A. P.; COELHO NETO, A. L.; LACERDA, W. A. Fatores condicionantes do voçorocamento na bacia hidrográfica do rio Maracujá, Ouro Preto, MG. **VI Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Goiânia. CD Rom. São Paulo: ABGE, v. 1, 2001.**

CASTAGNARA, Deise D. et al. Importância Ambiental Do Sistema De Terraceamento Na Conservação De Solos E Sua Quantificação Na Microbacia Hidrográfica Da Sanga Mineira Do Município De Mercedes–Pr. **Cadernos de Agroecologia, v. 2, n. 2, 2007.**

CASTRO, Kássia Batista de. **Segurança hídrica urbana: morfologia urbana e indicadores de serviços ecossistêmicos, estudo de caso do Distrito Federal, Brasil. 2017.**

CASTRO, Martha Nascimento; CASTRO, Rodrigo Martinez; DE SOUZA, Patrícia Caldeira. A IMPORT?, NCIA DA MATA CILIAR NO CONTEXTO DA CONSERVA???? O DO SOLO. **Revista Eletrônica de educação da Faculdade Araguaia, v. 4, n. 4, p. 230-241, 2013.**

CHAVES, Henrique Marinho Leite; SANTOS, Loyane B. dos. Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica. 2009.

CHAVES, Henrique Marinho Leite et al. Quantificação dos Benefícios Ambientais e Compensações Financeiras do “Programa do Produtor de Água”(ANA): II. Aplicação. **Revista Bras. Rec. Hídricos, v. 9, 2004.**

DA SILVA, Iracely Rodrigues; PEREIR, Luci Cajueiro Carneiro; DA COSTA, Rauquírio Marinho. Exploração de Argila em Fazendinha e os Impactos Socioambientais (Amazônia, Brasil). **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management, v. 9, n. 2, p. 85-90, 2009.**

DE OLIVEIRA, Jéssica Ramos; DE QUEIROZ, Tadeu Miranda. Relação sólidos/turbidez no rio Grande Vermelho-MT: afluente do rio Paraguai na cabeceira do Pantanal.

EITEN, George et al. Vegetação do cerrado. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas, v. 2, p. 17-73, 1994.**

FRANCO, Alexandre Puglisi Barbosa. **Percepção, recomendação e adoção do terraceamento agrícola comparadas ao seu funcionamento. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.**

FRANCO, Elton Santos. **Avaliação da influência dos coagulantes sulfato de alumínio e cloreto férrico na remoção de turbidez e cor da água bruta e sua relação com sólidos na geração de lodo em estações de tratamento de água.** 2009.

INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA). Médias diárias de precipitação. Brasília, 2019. Disponível em:
<www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>

MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma Luiz. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

PRIMAVESI, Ana. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** NBL Editora, 2002.

RAPOSO, Aline Almeida; DE PAULA BARROS, Luiz Fernando; JÚNIOR, Antônio Pereira Magalhães. O uso de taxas de turbidez da bacia do alto rio das Velhas–Quadrilátero Ferrífero/MG–como indicador de pressões humanas e erosão acelerada. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 27, n. 3. Esp, p. 34-50, 2011.

RAPOSO, Amanda Almeida et al. Reflexos de pressões antrópicas e da erosão acelerada sobre a dinâmica fluvial da bacia do ribeirão Sardinha–Quadrilátero Ferrífero/MG. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, v. 13, p. 230-245, 2009.

RAPOSO, Amanda Almeida et al. Reflexos de pressões antrópicas e da erosão acelerada sobre a dinâmica fluvial da bacia do ribeirão Sardinha–Quadrilátero Ferrífero/MG. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, v. 13, p. 230-245, 2009.

RESENDE, Thalita Mendes; MORAIS, Miriã Fernandes; PACHECO, Patrícia Prado. Exploração mineral na porção Norte do Município de Uberlândia: o caso de Cruzeiro dos Peixotos. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 23, 2007.

RATTER, James Alexander; BRIDGEWATER, Sam; RIBEIRO, José Felipe. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh journal of botany**, v. 60, n. 1, p. 57-109, 2003.

SALGADO, A. A. R., MAGALHÃES JUNIOR, A. P., 2006, Impactos da silvicultura de eucalipto no aumento das taxas de turbidez das águas fluviais: o caso de mananciais de abastecimento público de Caeté/MG, Geografias: **Revista do Departamento de Geografia**, Belo Horizonte, ano 2, (1): 47-57.

SANTANA, Derli P. A agricultura e o desafio do desenvolvimento sustentável. **Embrapa Milho e Sorgo-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2005.

SILVA, A. M. SCHULZ; HE; CAMARGO, PB Erosão e Hidrossedimentação em Bacias Hidrográficas. **São Carlos: RIMA** v. 2004, 2003.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). **Volunteer stream monitoring: a methods manual**, 1997. Disponível em:
<<http://www.epa.gov/volunteer/stream/stream.pdf>>.

VISCHI FILHO, Oswaldo Julio et al. Diagnóstico e reabilitação agroambiental de trecho de bacia hidrográfica por sensoriamento remoto e turbidez da água. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1099-1109, 2016.