



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS INSTITUTO
TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA ENGENHARIA
CIVIL**

VALÉRIA RODRIGUES MACEDO

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E DETECÇÃO DO AGROTÓXICO
GLIFOSATO EM SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO
JOÃO EM PORTO NACIONAL-TO**

**PORTO NACIONAL – TO
2021**

VALÉRIA RODRIGUES MACEDO

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E DETECÇÃO DO AGROTÓXICO
GLIFOSATO EM SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO
JOÃO EM PORTO NACIONAL-TO**

Monografia de curso de graduação em Engenharia Civil no Instituto FAPAC/ITPAC Porto Nacional – TO, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Ângelo Ricardo Balduino.

**PORTO NACIONAL – TO
2021**

VALÉRIA RODRIGUES MACEDO

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E DETECÇÃO DO AGROTÓXICO
GLIFOSATO EM SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO
JOÃO EM PORTO NACIONAL-TO**

Monografia submetida ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto LTDA, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Monografia submetida, apresentada e defendida em ___/___/___ pela Banca examinadora constituída pelos professores:

Orientador: Professor Dr. Ângelo Ricardo Balduino

Examinador 1- Me. Diogo Pedreira Lima

Examinador 2- Esp. Cárita Maia

**PORTO NACIONAL - TO
2021**

RESUMO

A atividade agrícola vem sendo o principal fator de degradação da qualidade de águas doces. Isso ocorre devido o crescimento exacerbado da população, que demanda maior produção de bens de consumo, como é o caso da soja e do milho. Todavia, para o plantio desses grãos, se fazem necessárias áreas livres de vegetação e a aplicação de agroquímicos capazes de evitar que ervas daninhas reduzam o desenvolvimento desses cultivos. Com grandes áreas desmatadas, a água das precipitações não é retida, sujeitando o solo à erosão, assoreamento, e aumento de sedimentos, que brevemente escoarão em mananciais, afetando os parâmetros qualificadores da água. A resolução 357/05 do CONAMA expõe alguns parâmetros que foram estudados conforme técnica do APHA (2005), com principal objetivo de saber se o estudo da estrutura dos sedimentos da bacia hidrográfica do Ribeirão São João em Porto Nacional – TO é capaz de reter maior parte do herbicida glifosato por meio da adsorção e infiltração no solo.

Palavras-chave: Mananciais. Parâmetros. Herbicida.

ABSTRACT

Agricultural activity has been the main factor in the degradation of freshwater quality. This is due to the exacerbated growth of the population, which demands greater production of consumer goods, such as soybeans and corn. However, for the planting of these grains, areas free of vegetation and the application of agrochemicals capable of preventing weeds from reducing the development of these crops are necessary. With large deforested areas, the water from the precipitations is not retained, subjecting the soil to erosion, silting, and increased sediment, which will soon drain into water sources, affecting the water's qualifying parameters. CONAMA resolution 357/05 sets out some parameters that will soon be studied according to the APHA technique (2005), with the main objective of knowing whether the study of the sediment structure of the Ribeirão São João hydrographic basin in Porto Nacional - TO is capable of retaining most of the herbicide glyphosate through adsorption and infiltration into the soil.

Keywords: Springs. Parameters. Herbicide.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de uma bacia hidrográfica.....	14
Figura 2- Demanda de água.....	15
Figura 3 - Efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico	16
Figura 4 - Escoamento superficial antes e após a urbanização	17
Figura 5 - Intervenções humanas atuantes na bacia.....	18
Figura 6 - Ação do herbicida e de micronutrientes na rota do ácido chiquímico, responsáveis pela formação de compostos envolvidos na defesa da planta contra pragas e doenças.....	24
Figura 7 - Sintomas do herbicida glifosato em <i>Brachiaria brizantha</i> (A) e <i>Sida cordifolia</i> (malva-branca) (B)	25
Figura 8 - Ciclo de agrotóxicos.....	28
Figura 9 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João	29
Figura 10 - Procedimentos para o teste granulométrico	32
Figura 11 - Planilha para lançamento dos dados encontrados em laboratório para o cálculo do IQA conforme CETESB	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis qualitativos da água e suas cores de referência	20
Tabela 2 - Parâmetros e pesos para o cálculo do IQA.....	31
Tabela 3 - Limites de parâmetros estabelecidos pela resolução 357/2005 (CONAMA)	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros e seus respectivos resultados obtidos por ensaio laboratorial	36
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

FIETO - Federação das Indústrias do Estado do Tocantins

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente

ONU - Organização das Nações Unidas

ANA - Agência Nacional de Águas

REBOB - Rede Brasil de Organismos de Bacias Hidrográficas

IQA - Índice de Qualidade da Água

TERA - Tratamento de Efluentes e Reciclagem Agrícola

pH - Potencial Hidrogeniônico

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

NTU - Unidade Nefelométrica de Turbidez

EUA- Estados Unidos da América

APHA - Associação Americana de Saúde Pública

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS	14
2.2 ESCASSEZ DA ÁGUA	15
2.2.1 Uso da água	15
2.2.2 Degradação e fontes de poluição	16
2.2.3 Monitoramento e qualidade da água	19
2.3 PARÂMETROS QUALITATIVOS DA ÁGUA.....	19
2.3.1 Temperatura da água	20
2.3.2 Potencial Hidrogeniônico – pH	21
2.3.3 Oxigênio dissolvido	21
2.3.4 Fósforo total	21
2.3.5 Nitrogênio total	22
2.3.6 Demanda bioquímica de oxigênio.....	22
2.3.7 Turbidez	22
2.3.8 Sólidos dissolvidos totais	23
2.3.9 Coliformes termotolerantes.....	23
2.4 AGROTÓXICO GLIFOSATO.....	23
2.4.1 Propriedades físico-químicas	24
2.4.2 Mecanismo de ação.....	24
2.4.3 Metabolismo e seletividade	25
2.4.4 Sintomas	25
2.4.5 Toxicidade.....	26
2.4.5.1 Toxicidade Aguda.....	26
2.4.5.2 Toxicidade Crônica	26
2.4.6 Uso e aplicação do herbicida	27
2.4.7 Comportamento do glifosato no meio terrestre e aquático.....	27
2.4.8 Ciclo do agrotóxico no meio ambiente.....	28
3. OBJETIVOS	29
3.1 OBJETIVO GERAL.....	29
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
4. METODOLOGIAS.....	30
4.1 ÁREA DE ESTUDO	31

4.2 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA E SEDIMENTOS.....	31
4.3 METODOLOGIA LABORATORIAL	33
4.3.1 Cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA)	33
4.3.2 Ensaio granulométrico NBR (7181/2016)	34
4.4 ANÁLISE DO GLIFOSATO EM AMOSTRAS DE SEDIMENTO.....	35
4.5 PARÂMETROS DETERMINADOS PELA RESOLUÇÃO 357/2005 e 274/2000 (CONAMA).....	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)	37
5.2 PRESENÇA DE GLIFOSATO NA AMOSTRA DE SEDIMENTOS	38
6. CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são de suma importância para a vida dos seres vivos e se trata, também, de um bem essencial para práticas do meio industrial, residencial e construção civil. Todavia, com o aumento populacional, as demandas de consumo aumentaram muito, e o mau uso e incorreta destinação de resíduos fazem com que mananciais sejam degradados, afetando diretamente sua qualidade. Nisso, cita-se o ciclo hidrológico, com efeitos naturais que vão agir nos aquíferos, de forma positiva ou não, dependendo da folhagem das plantas que tem a importante função de reter o fluido das precipitações. Se a dimensão das folhas não for suficiente para a retenção, a água pode logo ser direcionada ao solo, possivelmente acompanhando substâncias químicas advindas da cultura existente, a qual pode escoar para leitos e nascentes, afetando a água para consumo humano e animal.

O município em estudo, Porto Nacional, tem significativa participação no meio agrícola. Em 2018, a prefeitura do município evidenciou pela Balança Comercial do Tocantins, que no ano antecedente, 2017, a cidade fora a maior exportadora (18%) e principal importadora (62%) do Tocantins. Segundo a Federação das Indústrias do Estado do Tocantins (FIETO, 2018), a exportação da soja e do milho aumentaram 395,39% e 631,04%, respectivamente, enquanto os óleos de petróleo tiveram um desempenho positivo de 466,06%, o que alavancou nas importações da cidade de Porto Nacional.

Uma boa produção agrícola requer o uso de agroquímicos que controlem pragas, fungos, entre outras pestes que influenciem negativamente na cultura. Portanto, o glifosato, princípio ativo nas moléculas dos herbicidas da Monsanto, hoje pertencente à Bayer, é o mais utilizado no combate às plantas daninhas de culturas perenes, monocotiledôneas e dicotiledôneas, responsável por garantir que plantações tenham maior desempenho.

Pelo uso expansivo do produto químico, se fez necessária a análise da presença de glifosato nos sedimentos da barragem da bacia hidrográfica do Ribeirão São João no município de Porto Nacional- TO, bem como o Índice de Qualidade da Água, já que este manancial é um dos principais meios de abastecimento da população portuense. O estudo contou com o índice e parâmetros qualificadores da

água, segundo resolução 357/2005 e 274/2000 do CONAMA, com o objetivo de avaliar se o bem aquoso está favorável para condições de consumo dos habitantes da região.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS

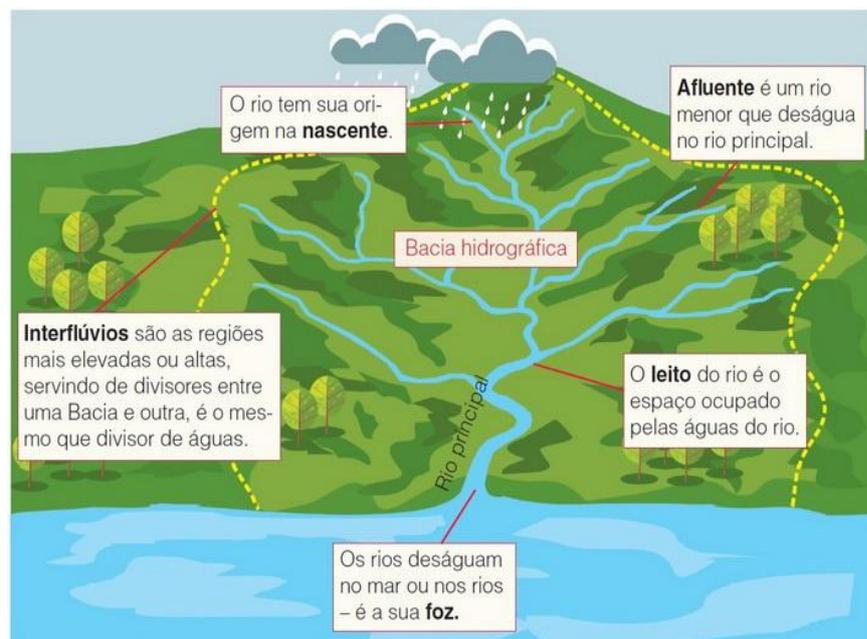
SILVEIRA (1993) entende que uma bacia hidrográfica é constituída por uma área de captação natural de água precipitada, na qual os escoamentos seguem um único ponto: Formadas pela confluência dos cursos d'água, demonstram como constituintes o conjunto de vertentes e as redes de drenagem.

Segundo Vilaça *et al.* (2009):

As bacias hidrográficas têm sido adotadas como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem sobre os recursos hídricos. O comportamento de uma bacia hidrográfica com o passar do tempo ocorre por dois fatores de ordem natural, responsáveis pela pré-disposição do meio à degradação ambiental, e antrópicos, onde as atividades humanas interferem de forma direta ou indireta no funcionamento da bacia.

Na figura 1 estão representados o funcionamento e as partes de uma bacia hidrográfica.

Figura 1 - Esquema de uma bacia hidrográfica



Fonte: Amigo Pai, (2015).

2.2 ESCASSEZ DA ÁGUA

A BRK Ambiental (2020) expõe que segundo a Organização das Nações Unidas (ONU) “2,2 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso à água potável. Nos países em desenvolvimento, esse problema está relacionado a 80% das doenças e mortes.”

A companhia de saneamento BRK Ambiental (2020) ainda complementa que:

No século XX, o consumo de água aumentou em 6 vezes — o dobro do crescimento da população mundial. Ao todo, 26 países enfrentam escassez crônica de água e a previsão é de que em 2025 o problema afete 52 países e 3,5 bilhões de pessoas.

É importante entender que a água doce disponível no planeta tem uma distribuição desigual. O Brasil, por exemplo, detém 12% da água doce mundial, mas enfrenta desafios no que se refere à disponibilidade do recurso. A discrepância geográfica e populacional da água no país é um dos grandes problemas: a Região Hidrográfica Amazônica comporta 74% da disponibilidade de água e é habitada por apenas 5% dos brasileiros.

2.2.1 Uso da água

O principal uso de água no Brasil, em termos de quantidade, é a irrigação. Este voltado à atividade agrícola que utiliza um conjunto de equipamentos e técnicas que atendam à deficiência total ou parcial da água para diferentes culturas e sua variação depende do tipo de solo, relevo, clima, entre outros. A irrigação serve como uma suplementação em regime de chuvas, tornando viável o cultivo em regiões escassas quanto às precipitações, como é o caso das regiões semiáridas, ou em regiões específicas de seca, como é o caso da região central do Brasil (ANA, 2018).

A figura 2 demonstra a demanda hídrica na região Tocantins- Araguaia.

Figura 2- Demanda de água



Fonte: ANA, (2018).

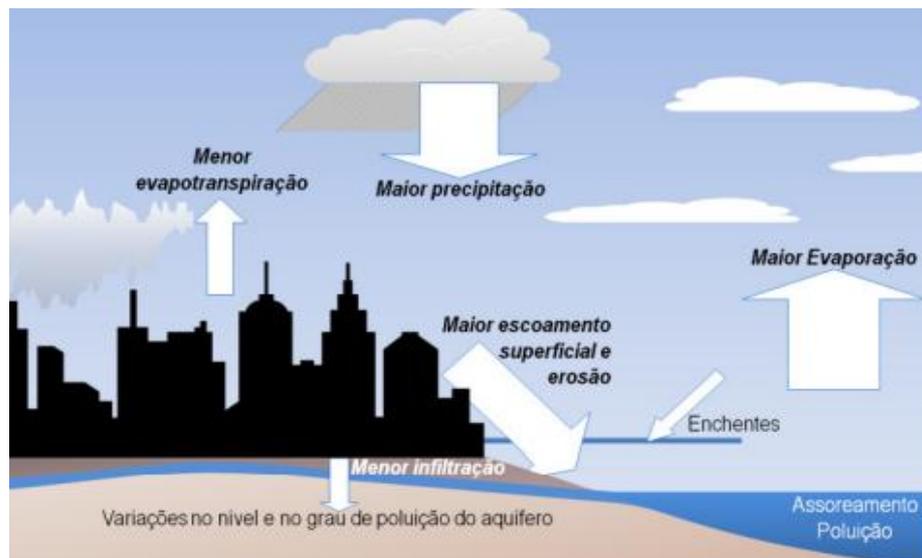
2.2.2 Degradação e fontes de poluição

A urbanização provoca mudanças na drenagem das águas pluviais, aumentando o volume de água a ser escoado superficialmente. A destinação desse escoamento pode acometer rios, córregos, mares e outros. Se além da água precipitada presente nesse desague ainda houver presença de esgoto, ou substâncias químicas e tóxicas, a consequência pode ser grave.

Sodré (2012) afirma que “emissões difusas são geradas em extensas áreas e, quando associadas à chuva e ao escoamento que dela resulta, chegam aos corpos de água de forma intermitente.”

A figura 3 evidencia as consequências dos processos de urbanização sobre o ciclo hidrológico.

Figura 3 - Efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico



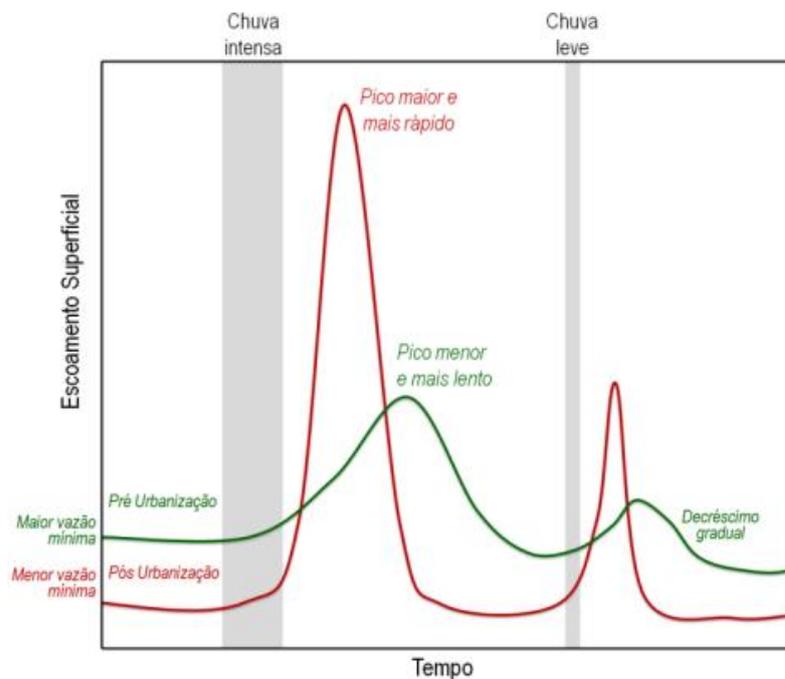
Fonte: Sodré, (2012).

De acordo Sodré (2012), eventos de chuvas, principalmente as de grande intensidade que ocorrem em períodos curtos, constituem em ameaça permanente ao patrimônio público e privado, e à saúde coletiva. Uma chuva de 10 milímetros corresponde a 100 mil litros de água por hectare. Além disso, a poluição urbana no Brasil, por exemplo, provoca a deterioração considerável da água bruta, já que corpos aquáticos localizados à jusante de centros urbanos apresentam diminuição considerável de qualidade. Fontes pontuais são importantes vetores de poluição

destas águas, porém o escoamento superficial proveniente de áreas urbanas, embora variável em termos de composição da água drenada, pode carregar uma série de substâncias poluentes (apud Moilleron *et al.*, 2002; Revitt *et al.*, 2002; Malmon *et al.* 2003).

A figura 4 reproduz como a alta impermeabilização superficial pode contribuir na maior vazão de água de rápida ocorrência, favorecendo a ocorrência de enchentes no meio urbano.

Figura 4 - Escoamento superficial antes e após a urbanização



Fonte: Sodré, (2012); Motta, (1999).

A Rede Brasil de Organismos de Bacias Hidrográficas (REBOB, 2020), define os cinco mais invasivos fatores de poluição aquífera. São eles:

- Efluentes e fertilizantes: que em pequenas quantidades, eles são “quebrados” naturalmente e não representam risco nenhum aos corpos hídricos, porém, quando a sua descarga na água é grande, a fração de oxigênio dissolvido pode decair, atingindo níveis críticos à vida aquática;
- Chuva ácida: um dos principais problemas de poluição. A queima de combustíveis fósseis libera compostos que interagem com as moléculas de H₂O presentes no ar, podendo formar os ácidos nítrico e sulfúrico, que poluem as

águas e solos afetados pela chuva. Quando em grande quantidade, esses ácidos são capazes de inibir o crescimento de plantas, e degradar os solos em uma escala muito grande;

- Fatores difusos: proveniente de fontes indiretas, como o escoamento superficial em áreas agrícolas, ruas pavimentadas, etc. sendo o poluidor improvável de detectar prontamente;
- Indústria Petrolífera: todas as etapas do setor petrolífero, desde as escavações até o transporte, podem indicar possibilidades de poluição dos recursos hídricos. De plataformas que são comprometidas por clima desfavorável, como no caso da costa do Golfo, petroleiros que ocasionalmente sofrem derrames acidentais, os danos nunca são intencionais, mas ainda assim é um dos maiores perigos às águas limpas e à vida aquática;
- Calor: a descarga de água quente, geralmente proveniente do resfriamento de caldeiras ou outros sistemas industriais, são capazes de alterar a temperatura natural dos corpos hídricos, podendo alterar a biologia da água e causar danos à vida aquática. Desta forma, a poluição térmica pode causar tantos danos quanto os outros tipos de poluição.

Na figura 5 estão expostas as intervenções humanas que prejudicam as bacias.

Figura 5 - Intervenções humanas atuantes na bacia



Fonte: Valente, (2015); Dobson & Beck, (1999).

2.2.3 Monitoramento e qualidade da água

O monitoramento consiste no acompanhamento de características de um sistema, sempre com um objetivo. Nele são observadas as características físicas, químicas e biológicas da água em decorrência de atividades antrópicas e de fenômenos naturais.

Conforme a G Hidro (2019) para o monitoramento da água, é indispensável a utilização de equipamentos que captam os dados em tempo real. É interessante, ainda, que esses softwares modernos trabalhando online, verificam informações tais como: níveis de vazão, volume, pressão, pH, condutividade, temperatura, entre outros.

2.3 PARÂMETROS QUALITATIVOS DA ÁGUA

A água necessita de uma caracterização que requer parâmetros, os quais representarão suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros constituem impurezas se superiores aos valores estabelecidos para uso.

Em concordância com o Portal Tratamento de Água (2015), “os indicadores da situação ambiental das águas adotado pela FEAM são o Índice de Qualidade de Água – IQA e a contaminação por tóxicos.” Os parâmetros a serem considerados são: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio total, demanda bioquímica de oxigênio, turbidez, sólidos dissolvidos totais e coliformes termotolerantes, que geram índice com valores entre 0 e 100.

Conforme TERA (2020), o cálculo do IQA é feito pela seguinte fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas;

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, alcançado da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida;

w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

n : número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

Na tabela 1, estão descritos os níveis de qualidade.

Tabela 1 - Níveis qualitativos da água e suas cores de referência, segundo FEAM

Nível de Qualidade	Faixa de variação IQA	Cor de referência
Excelente	90 < IQA ≤ 100	Azul
Bom	70 < IQA ≤ 90	Verde
Médio	50 < IQA ≤ 70	Amarelo
Ruim	25 < IQA ≤ 50	Marrom
Muito ruim	50 < IQA ≤ 0	Vermelho

Fonte: Adaptado de Portal Tratamento de Água, (2015).

2.3.1 Temperatura da água

De acordo com Sena e Melo (2017 apud ANA, 2015) a temperatura da água é um dos parâmetros mais relevantes, pois afeta de forma direta os processos químicos e físicos realizados nas fontes de água. Os organismos existentes nesse meio chegam a limites de variância superior e inferior de temperatura, conseqüentemente, sofrendo alterações no decorrer do dia e durante as mudanças de estações de ano. Com a temperatura variando entre 0 e 30°C, há redução de viscosidade, da tensão superficial, da compressibilidade, do calor específico, da constante de ionização e do calor latente de vaporização, aumentando a solubilidade da condutividade térmica e da pressão de vapor após a elevação da temperatura. As altas temperaturas são resultado do lançamento de rejeitos industriais dessas, causando inativação ou morte térmica.

2.3.2 Potencial Hidrogeniônico – pH

O potencial hidrogeniônico indica sobre a acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, com valores compreendidos entre 0 e 14. Sendo o ácido de baixo valor corrosivo e agressivo, e de significativos valores entendidos como contribuintes para formação de incrustações. Afastados da neutralidade pode afetar a vida aquática, ambos podem afetar a vida. Já os valores superiores a 7 evitam a indesejável ressolubilização do fósforo, e eventualmente, de metais pesados acumulados no sedimento (BALDUÍNO, 2019).

A Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) impõe que a faixa de potencial hidrogeniônico deve estar entre 6 e 9 para água doce para consumo intensivo.

2.3.3 Oxigênio dissolvido

Danelon e Rodrigues (2012) afirmam que o oxigênio dissolvido avalia a poluição de um rio, este, muito importante para a definição de um manancial viável ou não para devidos consumos. Tal parâmetro prioriza a aptidão da vida aquática, uma vez que esta pode diagnosticar níveis insatisfatórios que afetam negativamente a ictiofauna.

A Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) determina que em qualquer amostra o oxigênio dissolvido deva ser maior que 5 mg/L O₂.

2.3.4 Fósforo total

A análise de fósforo total indica o excesso do nutriente nas águas. Este, se anexa aos sedimentos sendo associado à poluição de sedimentos. O fósforo ainda é indispensável para plantas e animais, mas em elevas proporções nos mananciais, pode disparar o crescimento de algas, que limita e esgota o oxigênio para os peixes e outros organismos aquáticos.

O limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 é de até 0,030 mg.L⁻¹ para ambientes lênticos de Classe II.

2.3.5 Nitrogênio total

Para águas doces de Classe II, com pH menor ou igual a 7,5, as quantias de nitrogênio total não podem ultrapassar $3,5 \text{ mg/L}^{-1}$ (CONAMA, 2005).

Segundo Balduino (2019):

Valores superiores ao estabelecido indicam eutrofização, principalmente em função da agricultura causados por fertilizantes, causados por escoamento superficial, infiltração, decomposição de matéria orgânica, resíduos agrícolas, decomposição de matéria orgânica e descarga de esgoto doméstico.

2.3.6 Demanda bioquímica de oxigênio

Conforme Balduino (2019, apud CETESB, 2011) “a DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável”. O índice imposto pela Resolução 357/2005 do CONAMA para este parâmetro, águas de Classe II, deve ser inferior a 5 mg.L^{-1} .

Valores inferiores condicionados pela Resolução concluem que as águas doces de Classe II estão propícias para a preservação ecológica, logo, consideradas limpas.

2.3.7 Turbidez

Émilin e Fernando (2017) afirmam que “a turbidez é causada pela presença de materiais sólidos suspensos, como: silte, argila, sílica ou coloides, matérias orgânicas e inorgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e algas.” Ainda conforme os engenheiros, a causa da origem desses materiais pode variar desde o solo (através de erosão quando não há mata ciliar), pela mineração, por indústrias ou esgotos sem tratamento lançados de forma direta no manancial.

Quando há turbidez excessiva nos ambientes aquáticos, consequências são fatídicas, como: redução de fotossíntese dos organismos (vegetação submersa, fitoplânctons e algas) causada pela redução da penetração da luz na água e; a sedimentação dos materiais sólidos que acabam por preencher o vazio entre pedras e pedregulhos do fundo, eliminando os locais de desovas de peixes, afetando o habitat deste e de outros invertebrados aquáticos (ÉMILIN; FERNANDO, 2017).

A Resolução 357/2005 do CONAMA determina que o limite máximo de turbidez deva ser de 100 NTU (Unidades de Turbidez).

2.3.8 Sólidos dissolvidos totais

A Resolução 357/2005 do CONAMA estabelece que o valor máximo permitido para águas de Classe Dois é de 500 mg.L⁻¹. Os sólidos podem ser classificados quanto ao tamanho, características químicas e decantabilidade: sólidos em suspensão, dissolvidos, fixos, voláteis, sólidos em suspensão sedimentáveis e não sedimentáveis.

2.3.9 Coliformes termotolerantes

Alves; Ataíde; Silva (2018) confirmam que “coliformes fecais ou coliformes termotolerantes são bactérias de um subgrupo de coliformes totais que possuem a competência de fermentar lactose a 44-45°C (±0,2) em 24 horas.”

Conforme Resolução 357 do CONAMA (2005), “além de existirem em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.”

2.4 AGROTÓXICO GLIFOSATO

O glifosato foi descoberto nos anos 50 pela indústria farmacêutica. Todavia sua comercialização não foi identificada nesse mercado, passando a ser vendido como descarte para outras companhias. Em 1970, John Frantz constatou sua atividade herbicida, sendo assim, formulado e vendido como Roundup para Monsanto, empresa sediada nos EUA. O manuseio do glifosato se tornou restrito a operações de dessecação e em áreas não agrícolas, por ser um herbicida não seletivo. Porém, as culturas se tornaram geneticamente modificadas a ponto de resistir ao agrotóxico, que além de combater as plantas daninhas, poderia, então, ser aplicado sem receio de que este agredisse fatalmente os cultivos agrícolas (SILVA, 2019).

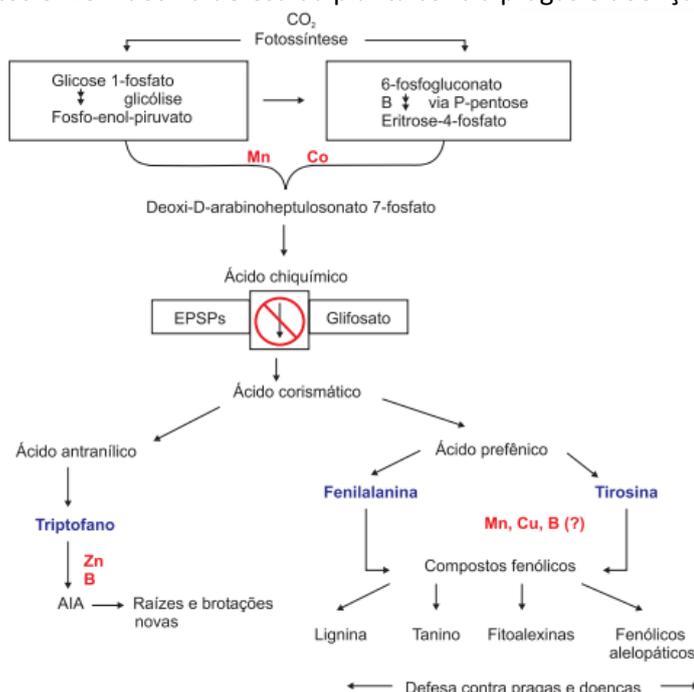
2.4.1 Propriedades físico-químicas

De acordo Roman *et al.* (2005), “o glifosato formulado como sal isopropilamina, sal de amônio e como sal monopotássico, é altamente solúvel em água, mas não em solventes orgânicos; não é volátil.” O autor acrescenta que no solo a substância é altamente fixada às partículas de argila, isso devido a troca de ligantes com o óxido de ferro e alumínio e, as ligações de hidrogênio formadas entre o glifosato e as substâncias húmicas presente no solo. Logo, não possui lixiviação.

2.4.2 Mecanismo de ação

De acordo Yamada e Castro (2007), como citado por (JAWORSKI, 1972; ZABLOTOWICZ; REDDY, 2004) “o mecanismo de ação do glifosato é bastante singular porque ele é o único herbicida capaz de inibir especificamente a enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPs)”. Ele é capaz de catalisar a condensação do ácido chiquímico e do fosfato piruvato, evitando, assim, a síntese de três aminoácidos essenciais – triptofano, fenilalanina e tirosina (figura 6).

Figura 6 - Ação do herbicida e de micronutrientes na rota do ácido chiquímico, responsáveis pela formação de compostos envolvidos na defesa da planta contra pragas e doenças



Fonte: Yamada e Castro, (2007).

2.4.3 Metabolismo e seletividade

Sendo um agrotóxico não seletivo, as plantas não são degradadas rapidamente. No solo, os microorganismos são responsáveis pela degradação. Há espécies de plantas daninhas mais difíceis de serem controladas pelo glifosato e que necessitam de variação na quantidade do produto. São elas: *Ipomea spp.* e *Richardia brasiliensis*. A deficiência na absorção do produto pode ser motivada pelas camadas cerosas das folhas, de translocar-se ou ao metabolismo do produto (ROMAN *et al.*, 2005).

2.4.4 Sintomas

Os sintomas do glifosato levam algum tempo para se tornarem visíveis, sendo mais perceptíveis nos pontos de crescimento das plantas. As folhas se apresentam amareladas, descoloridas, seguindo-se o desenvolvimento da cor amarronzada, necrose e morte das plantas em alguns dias ou semanas (figura 7).

Figura 7 - Sintomas do herbicida glifosato em *Brachiaria brizantha* (A) e *Sida cordifolia* (malva-branca) (B)



Fonte: Marchi; Marchi; Guimarães, (2008).

A translocação do glifosato é evidentemente melhorada quando as plantas estão expostas à luz, acelerando o metabolismo. Todavia, a absorção por esses vegetais é lenta; assim, precipitações em tempo inferior que 4 à 6 horas reduzem a

eficácia do produto. Em doses subletais, a ocorrência de albinismo e enrolamento de plantas pode ocorrer (ROMAN *et al.*, 2005).

2.4.5 Toxicidade

2.4.5.1 Toxicidade Aguda

Conforme Amarante Junior *et al.* (2002), este tipo de toxicidade do pesticida é considerado baixa e pode ser atribuída à modalidade bioquímica de ação do glifosato em um caminho metabólico nas plantas (conhecido como ácido “shikimico”), semelhante ao encontrado em alguns microorganismos mais complexos, não existente em animais. Apesar da reduzida toxicidade do glifosato, alguns dos componentes formulados do produto se apresentam mais elevados que o ingrediente ativo. No mercado, as formulações encontradas contêm surfactante, responsável por impedir a criação de gotas e o alcance além das folhas pulverizadas. De certo, alguns destes são tóxicos para peixes. As etilaminas são mais utilizadas na formulação do herbicida. Pelos compostos deste grupo de surfactantes serem mais severos que o próprio glifosato, sintomas como irritações nos olhos, sistema respiratório e pele são prováveis. Resultando em alto potencial tóxico e irritante, novos surfactantes são desenvolvidos, com aprovação dos órgãos fiscalizadores.

2.4.5.2 Toxicidade Crônica

Em plantas, o glifosato é altamente tóxico, exceto em caules suberizados. Entre os efeitos agudo e crônicos em seres humanos estão: dermatite de contato e síndrome tóxica após a ingestão de doses elevadas (epigastralgia, ulceração ou lesão de mucosa gástrica, hipertermia, anúria, oligúria, hipotensão, conjuntivite, edema orbital, choque cardiogênico, arritmias cardíacas, edema pulmonar não carcinogênico, pneumonite, necrose tubular aguda, elevação de enzimas hepáticas, aumento da quantidade de leucócitos, acidose metabólica e hipercalemia). Na água, a toxicidade do herbicida é elevada com a alta da temperatura e do potencial hidrogeniônico. Quanto às toxicologias, o agrotóxico é irritante dérmico e ocular, causando danos hepáticos e renais quando ingerido em altas doses. Quando

absorvido por via oral ou dérmica, é excretado principalmente pela urina. Já a excreção biliar é limitada e a eliminação pelo ar expirado é muito baixa (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2002).

2.4.6. Uso e aplicação do herbicida

Segundo Amarante Junior *et al.* (2002), o glifosato pode ser utilizado para o controle não só de ervas daninhas como também em ervas perenes, monocotiledôneas e dicotiledôneas, em culturas de arroz irrigado, cana-de-açúcar, café, citros, maçã, milho, pastagens, soja (plantio direto ou indireto), fumo, uva e soqueira em cana-de-açúcar. Para maior eficácia na eliminação das ervas, recomenda-se a associação do glifosato com outros herbicidas, como os formulados à base de 2,4-D, terbutilazina, simazina, alaclor e diuron. Os autores destacam ainda que a aplicação do agrotóxico também é aceita para o combate de ervas no meio aquático. “O herbicida é absorvido pela região clorofilada das plantas (folhas e tecidos verdes), depois translocado pelo floema para os tecidos meristemáticos” (GALLI; MONTEZUMA, 2005).

2.4.7. Comportamento do glifosato no meio terrestre e aquático

Quando aplicado o agroquímico, parte do produto é absorvida diretamente, ficando nas ervas daninha, e parte é alocada no solo. A fração do glifosato que é retirada dos tecidos vegetais favorece a redução de sua disponibilidade no ambiente, e este produto somente atingirá o solo quando a matéria seca dessas plantas daninhas se decomporem através de organismos heterotróficos do solo, e na maior parte das situações, não mais será como glifosato (GALLI; MONTEZUMA, 2005).

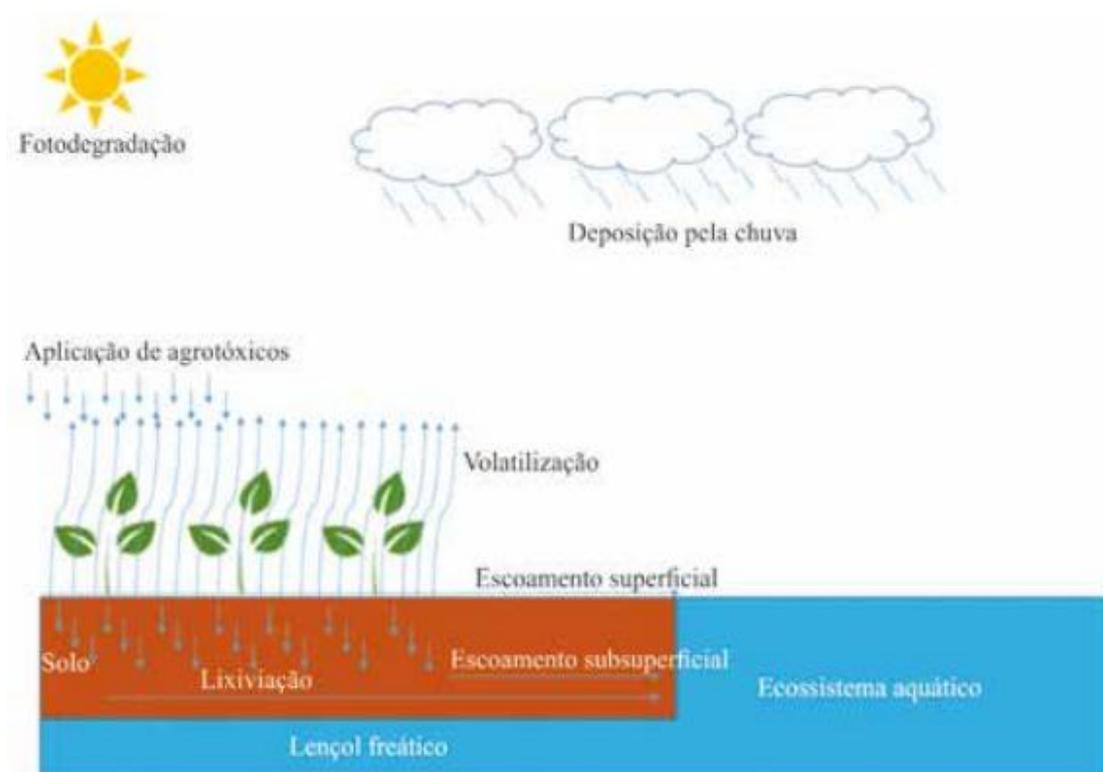
“Os principais fatores determinantes da lixiviação de pesticidas no solo são a solubilidade em água da molécula, a textura e a estrutura do solo e o índice pluviométrico da região em questão” (PRATA, 2002).

2.4.8. Ciclo do agrotóxico no meio ambiente

É normal que agricultores recorram à mistura de diferentes herbicidas a fim de acelerar o efeito sobre as ervas daninhas. Todavia, a utilização de doses elevadas às recomendadas pode trazer danos irreparáveis ao solo, consequentemente, atingindo também a superfície aquática através das precipitações.

A figura 8 demonstra claramente o ciclo de agrotóxicos no meio ambiente.

Figura 8 - Ciclo de agrotóxicos



Fonte: Scheidt *et al.*, (2017).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade da água do Ribeirão São João, município de Porto Nacional- TO, bem como os impactos existentes da agricultura oriundos do agrotóxico glifosato.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Monitorar o ponto definido;
- Realizar análises laboratoriais dos parâmetros indicadores da presença de glifosato para o respectivo ponto;
- Confrontar os índices calculados com os índices de padrões aceitáveis pela legislação e leitura técnica;
- Executar o ensaio granulométrico dos sedimentos e, posteriormente, calcular o Índice de Qualidade da Água, conforme metodologia desenvolvida pela FEAM.

4. METODOLOGIA

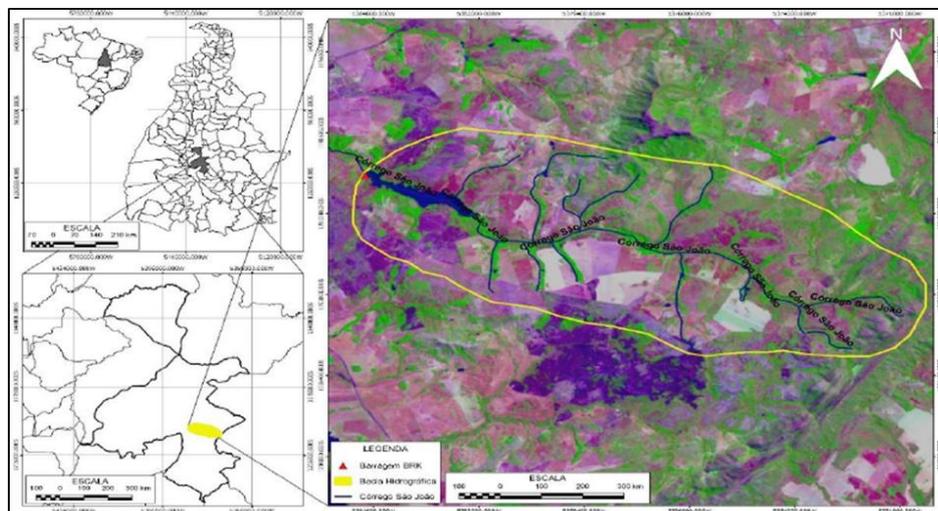
Este trabalho consiste em estudo de caso onde foi realizado levantamento *in loco*, a fim de saber acerca do uso e ocupação da bacia hidrográfica, diagnosticando também as situações na qual o manancial se encontra. Para isso, foi definido um ponto de coleta para análise da água, tendo como foco principal a análise da qualidade da água e detecção da presença de glifosato em sedimentos da bacia hidrográfica do ribeirão São João em Porto Nacional- TO, no período chuvoso, de fevereiro a março de 2021, uma coleta em cada uma das seis semanas de estudo.

Baseado em critérios e normas utilizadas pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), o cálculo para obtenção do Índice de Qualidade de Água (IQA) foi realizado utilizando-se nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade da bacia, verificando-se as condições mínimas de utilização, atentando-se também para a resolução 357/2005 e 274/2000 do CONAMA.

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Ribeirão São João, que possui uma área de aproximadamente 82 km², localizada no estado do Tocantins, entre as coordenadas 10°46'43 " e 20°41'20" de latitude sul e entre os meridianos 48°14'16" e 48°24'51" de longitude oeste, a sudeste do município de Porto Nacional (figura 9).

Figura 9 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João



Fonte: Balduino, (2018).

Porto Nacional está a 63 km de Palmas, capital do estado e tem uma população estimada de 53.316 habitantes (IBGE, 2020).

O Ribeirão São João tem sua nascente na zona rural, na Fazenda Pilão, seguindo para o município de Porto Nacional, atravessando várias propriedades rurais e alguns bairros do município, tais como: Jardim Querido, Jardim Umuarama, Santa Helena e Vila Nova, com sua foz no Rio Tocantins.

4.2 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA E SEDIMENTOS

A escolha do ponto para análise das amostras é de suma importância, a começar do real objetivo de estudo. Esse trabalho visou definir se a bacia hidrográfica do Ribeirão São João, em Porto Nacional- TO possui condições aceitáveis para o consumo pela população do município. E, sabendo disso, para a análise dos parâmetros qualificadores da água, foi importante definir o local que não tivesse lançamento direto de despejos, já que estes não definiriam a qualidade de todo o corpo d'água. Contudo, o ponto de amostragem devia levar em consideração o descarte de efluentes líquidos industriais e/ ou domésticos, assim como a presença de afluentes na área estabelecida para observação. A coleta das amostras de água para análises e de sedimentos para detecção do agrotóxico glifosato ocorreram no período chuvoso, no período de seis semanas seguidas, entre fevereiro e março de 2021.

Para a coleta de sedimentos, foi importante definir um ponto menos impactado possível pelas pessoas, pois as características físico-químicas e biológicas precisavam ser compatíveis. Assim, foi possível definir as condições consideradas ideais, estabelecendo faixa de valor para um ambiente considerado preservado. A avaliação da qualidade do sedimento ocorreu na área de deposição de sedimentos finos, já que nestes, o contaminante glifosato foi retido.

Foi utilizado um recipiente plástico de 80 ml para estudo dos parâmetros microbiológicos e de 2000 ml para as físico-químicas, estas, submergidas a aproximadamente 20 cm da superfície e, posteriormente, etiquetadas e

aconditionadas em caixas térmicas contendo gelo. Na coleta do sedimento, foi utilizado o amostrador Pertesen, também submerso a 20 cm da superfície. O material alcançado foi colocado em um saco plástico. No mesmo dia, encaminhados para laboratório.

4.3 METODOLOGIA LABORATORIAL

A seguir, como foram baseadas as investigações de cada parâmetro empregado pela Resolução nº 357/2005 e 274/2000 do CONAMA:

- ❖ Os coliformes fecais (CF): técnica Colilert;
- ❖ Nitrogênio total: método micro Kjeldahl;
- ❖ Fósforo Total: método ácido ascórbico após a digestão com persulfato de amônio;
- ❖ Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): método padrão A;
- ❖ Sólidos Totais: método da cápsula de porcelana;
- ❖ Glifosato: será detectado por CG/EM (Cromatógrafo a gás com detector de massa) com uso de colunas capilares contendo diversas fases estacionárias e o uso de detectores seletivos, conforme metodologias descritas na Tabela 2, estabelecidas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

4.3.1 Cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA)

O índice de qualidade passou a ser aderido pela CETESB em 1975, hoje, principal índice utilizado no Brasil.

Os parâmetros com seus referidos pesos (w_i) estão representados na tabela 2.

Tabela 2- Parâmetros e pesos para o cálculo do IQA

PARÂMETRO	PESO (wi)
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Termotolerantes	0,16
Potencial Hidrogeniônico	0,11
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,11
Nitrogênio Total	0,10
Fósforo Total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos Dissolvidos Totais	0,08

Fonte: Adaptada de Yisa, (2012).

4.3.2 Ensaio granulométrico NBR (7181/2016)

Para realização da análise granulométrica dos sedimentos de fundo, foi necessário preparar a amostra conforme ABNT NBR 7181/2016. Os resultados foram alcançados através de uma curva granulométrica, que indica a fração percentual de cada material, como também, as dimensões em milímetros na qual foi possível determinar o solo predominante, considerando o fato de solos menores serem mais favoráveis quando o glifosato é identificado. Na figura 10, está a representação da junta granulométrica para os procedimentos de análise, nos quais:

(A) Pesagem do solo retido em peneira de malha 2 mm;

(B) Agitador de peneiras;

(C) Solo imergido com água destilada, com leituras realizadas em 30 seg, 1 min, 2 min, 4 min, 8 min, 15 min, 30 min, 1h, 2h, 4h e 8h.

Figura 10- (A) Pesagem do solo retido em peneira de malha 2 mm; (B) Agitador de peneiras; (C) Solo imergido com água destilada, com leituras realizadas em 30 seg, 1 min, 2 min, 4 min, 8 min, 15 min, 30 min, 1h, 2h, 4h e 8h.



Fonte: Godinho; Balduino (2020).

4.4 ANÁLISE DO GLIFOSATO EM AMOSTRAS DE SEDIMENTO

A detecção do glifosato foi realizada em laboratório através do CG / EM (gás cromatógrafo com detector de massa) dispondo de colunas capilares contendo várias fases estacionárias e usando detectores seletivos. A amostra de (20g) foi seca em estufa com circulação de ar a 25 °C, peneiradas em malha de 2 mm e o glifosato foi extraído através de solução aquosa ácida.

4.5 PARÂMETROS DETERMINADOS PELA RESOLUÇÃO 357/2005 e 274/2000 (CONAMA)

Feitas as análises, os valores obtidos foram comparados aos fornecidos pela legislação pertinente definida pela Lei Federal 9.433 de 1997 que delimita os valores limites dos nove parâmetros para o cálculo do IQA, e glifosato existentes na água que seja utilizada para abastecimento público conforme tabela 3, a fim de compreender se os resultados apresentados respeitam a legislação pertinente.

Tabela 3 - Limites de parâmetros estabelecidos pela resolução 357/2005 (CONAMA)

PARÂMETROS	VALOR (LIMITE)
Oxigênio Dissolvido	Superior a 5 mg/L O ₂
Demanda Bioquímica de Oxigênio	5 dias a 20°C até 5 mg/L O ₂
Potencial Hidrogeniônico	Entre 6,0 e 9,0
Sólidos Dissolvidos Totais	500 mg/ L
Nitrogênio Total	1,27 mg/L
Fósforo Total	0,030 mg/L
Temperatura	-
Turbidez	100 NTU
Glifosato	65 µg/L

Fonte: Elabora a partir de CONAMA, (2005).

Para os coliformes termotolerantes, os limites estabelecidos estão expressos na Resolução n° 274/2000 do CONAMA, que classificam a água como:

- ❖ Excelente: se em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, existir, no máximo, 250 coliformes termotolerantes, ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;
- ❖ Muito boa: se em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes termotolerantes, ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;
- ❖ Satisfatória: se em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

Os resultados para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas superficiais do Ribeirão São João, obtidos em laboratório, foram dispostos no cálculo do IQA, desenvolvido pela FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente), e estão evidenciados no quadro 2. A coleta foi realizada em período chuvoso, por seis semanas seguidas, o que altera a tonalidade da água pelo carreamento de resíduos sólidos. Contudo, a coloração escura não é fator conclusivo para julgar o meio hídrico como contaminado, uma vez que águas incolores também podem apresentar contaminação.

Quadro 1- Parâmetros e seus respectivos resultados obtidos por ensaio laboratorial

PARÂMETROS	PONTO AMOSTRAL
pH	6,41
Temperatura (<i>in locu</i>)	27,1 °C
Turbidez (NTU)	10,03
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	7,37
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5,14
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	1,48
Fósforo Total (mg/L)	0,06
Nitrogênio Total (mg/L)	8,882
Escherichia coli (NMP/100 mL)	71,2

Fonte: Elaborado pela autora, (2021).

Obtido os valores para cada indicador, notou-se que a bacia hidrográfica do Ribeirão São João apresentou um IQA igual a 69, classificado como “médio”, e a figura 11 expõe a planilha, com valores das médias obtidas durante as semanas de coleta, utilizada para obtenção desta conclusão.

Figura 11- Planilha para lançamento dos dados encontrados em laboratório para o cálculo do IQA conforme CETESB

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'IQA CETESB (1) - Excel'. The spreadsheet is used for calculating the IQA (Quality Index) for water samples. The data is as follows:

Parâmetro	Nomenclatura	Unidade	Resultados da análise de água	Nota qi (0 a 100)	Peso w	qi*w	qi*w máximo possível (=100*w)	Porcentagem do qi*w máximo possível (%) (nota/(qi máx poss))
Altitude (m):			241					
Temperatura do líquido (oC):			27,1					
OD da amostra (mg/L)			5,1					
Coli termotolerantes	Coli	NMP/100mL	71	43,5	0,15	1,76	2,00	88,3%
pH	pH		6,41	77,3	0,12	1,68	1,74	97,0%
DBO5	DBO	mg/L	1,48	83,3	0,10	1,56	1,58	98,2%
Nitrogênio total	NT	mgN/L	8,88	51,6	0,10	1,48	1,58	93,6%
Fósforo total	PT	mgP/L	0,06	83,6	0,10	1,56	1,58	98,2%
Difer. temperat.	DiT	oC	0,0	94,0	0,10	1,58	1,58	99,4%
Turbidez	Turb	NTU	10,03	77,2	0,08	1,42	1,45	97,9%
Sólidos totais	ST	mg/L	7,37	80,9	0,08	1,42	1,45	98,3%
OD	OD	mg/L	5,1	69,5	0,17	2,06	2,19	94,0%

The final calculated IQA is 69.

Fonte: Elaborada pela autora, (2021).

Ressalta-se ainda, que, apesar dos parâmetros (fósforo total, nitrogênio total e coliformes termotolerantes) ultrapassarem os limites estabelecidos pela resolução 357/2005 e 274/2000 do CONAMA, suas diferenças em nada desfavoreceram a classificação daquele ponto em estudo, visto que o resultado dos outros parâmetros apaziguou tais variações.

5.2 PRESENÇA DE GLIFOSATO NAS AMOSTRAS DE SEDIMENTOS

O herbicida glifosato ($C_3H_8NO_5P$) é um composto muito utilizado no meio agrícola, atuando no combate das ervas daninhas. Com o forte investimento agrário na região se fez necessária a análise do agrotóxico, que expõe o meio ambiente a contaminações.

A resolução 357/05 CONAMA, determina que o valor do composto não deve ultrapassar 0,065 $\mu\text{g/L}$. Através da análise laboratorial com um cromatógrafo,

encontrou-se o valor de 0,03 µg/L para a presença do glifosato no Ribeirão São João.

Sendo um leito que corre no interior da zona urbana, análises laboratoriais devem ser feitas periodicamente, visto que a atividade agrícola expande cada vez mais às proximidades do município, que por sinal, faz uso dessa água para consumo.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no faz concluir que, as águas do Ribeirão São João não atenderam todos os parâmetros de qualidade determinados pela Resolução 357/2005 e 274/2000 do CONAMA, para as águas de Classe Dois, destinadas ao abastecimento para consumo humano, recreação como natação, irrigações, aquicultura e pesca. Ou seja, dos nove parâmetros analisados, três (fósforo total, nitrogênio total e coliformes termotolerantes) extrapolaram o valor limite estabelecido pela Resolução.

E, apesar do cálculo do IQA ser muito importante para determinar a qualidade do meio hídrico, parâmetros com valores inferiores aos limites evidenciados, omitem, por exemplo, a gravidade do aumento exagerado de coliformes termotolerantes naquele ambiente. Com isso, o manancial pode facilmente ser julgado como um meio potável, sem, de fato, corresponder às estatísticas de um meio digno de consumo humano.

Quanto à análise de sedimentos, comprovou-se a contaminação pelo agrotóxico glifosato, visto que, o valor encontrado na amostra foi de 0,03 µg/L. O resultado está dentro do limite estabelecido pela Resolução do CONAMA. Todavia, merece atenção, afinal, pode haver maior incidência do produto, inclusive, pelo grande investimento agrícola nas proximidades do manancial.

Para tentar minimizar esses resultados, é preciso reunir a comunidade e compartilhar de ideias ambientais que façam com que cada um queira contribuir para melhorar as características desse meio tão importante para a vida terrestre, tão mais importante pelo Ribeirão São João ser um dos principais meios de abastecimento da cidade de Porto Nacional- TO, seja preservando as matas ciliares, como evitando o descarte indevido de resíduos no manancial.

REFERÊNCIAS

Alves SGS, Ataíde CDG, Silva JX. Microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. **Rev. Cient. Sena Aires**. 2018; 7(1): 12-7.

AMARANTE JUNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. GLIFOSATO: PROPRIEDADES, TOXICIDADE, USOS E LEGISLAÇÃO. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 25, n.4, 2002.

ANA. **Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil**. 2017, 35p. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/uso_agua.f9c46ece.pdf>. Acesso em: 25 de out. 2020.

APHA – American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. **19 ed. Washington D.C.: APHA-AWWA-WPCF.2005.**

As 5 principais fontes poluidoras da água. **REDE DE ORGANISMOS E BACIAS HIDROGRÁFICAS (REBOB), 2020.** Disponível em: <<https://www.rebob.org.br/post/2016/11/22/as-5-principais-fontes-poluidoras-da-agua>>. Acesso em: 25 de out. de 2020.

Bacias hidrográficas. **Amigo Pai**, 2015. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/247956/referencia-site-abnt-artigos/>>. Acesso em: 24 de out. de 2020.

BALDUÍNO, A. R. **ANÁLISE DOS IMPACTOS DA AGRICULTURA NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL – TOCANTINS**. 2019. 164f. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019.

BELCHIOR, D. C. V.; SARAIVA, A. S; LÓPEZ, A. M. C.; SCHEIDT, G. N. IMPACTOS DE AGROTÓXICOS SOBRE O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE HUMANA. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 135-151, jan./abr. 2017.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2000). Resolução nº 274. 25 de jan. de 2000. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: 03 de nov. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, 17 de mar. 2005. **Agência Nacional de Águas**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 03 de nov. 2020.

Conheça o IQA - Índice de Qualidade das Águas. **TERA**, Mar. 2020. Disponível em: <<https://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/conheca-o-iqa-indice-de-qualidade-das-aguas>>. Acesso em: 25 de out. de 2020.

Crise hídrica: entenda as principais causas da escassez de água. **BRK Ambiental**, 2020. Disponível em: <<https://blog.brkambiental.com.br/escassez-de-agua/>>. Acesso em: 24 de out. de 2020.

CS. Émilin; BS. Fernando. O que é Turbidez da Água e Como ela afeta o Tratamento de Água?. **Blog 2 Engenheiros**, 2017. Disponível em: <<https://2engenheiros.com/2017/12/12/turbidez-da-agua/>>. Acesso em: 26 de out. de 2020.

DANELON, J. R. B.; RODRIGUES, S. C. Estudo sobre a qualidade hídrica da bacia hidrográfica do córrego Terra Branca, Uberlândia (MG). **Caderno de Geografia**, Uberlândia, v. 23, n. 39, p. 13- 21, 2013.

DISTRITO FEDERAL. Agência Nacional de Águas. Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília, 2018, 88p.

DISTRITO FEDERAL. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, 2018, 88p. Disponível em: <<https://arquivos.ana.gov.br/porta/publicacao/Conjuntura2018.pdf>>. Acesso em: 27 de out. 2020.

Fósforo Total. **ECO HEALTH**. s.d. Disponível em: <<https://ecoreportcard.org/pt/cartoes-relatorios/baia-de-guanabara/indicadores/fosforo-total/>>. Acesso em: 26 de out. de 2020.

GALLI, A. J. B; MONTEZUMA, M. C. **ALGUNS ASPECTOS DA UTILIZAÇÃO DO HERBICIDA GLIFOSATO NA AGRICULTURA**. Jaboticabal: ACADCOM Gráfica e Editora Ltda, 2005.

GIRALDELI, A. L. GLIFOSATO: FATOS E CURIOSIDADES SOBRE O MAIS USADO HERBICIDA. **AEGRO**, Out. 2018. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/glifosato/>>. Acesso em: 29 de out. 2020.

GODINHO, P. O.; BALDUINO, A. R. Analysis of the presence of glyphosate in sediments from the hydrographic basin dam of the São João stream in the municipality of Porto Nacional, Tocantins. **Nature and Conservation**, v.13, n.3, p.43-51, 2020. **DOI**: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.003.0005>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/porto-nacional/panorama.2020>>. Acesso em: 20 de out. de 2020.

MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. G. Herbicidas: mecanismos de ação e uso. **Embrapa**. Out. 2008. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/571939/1/doc227.pdf>>. Acesso em: 29 de out. de 2020.

PRATA, F. **COMPORTAMENTO DO GLIFOSATO NO SOLO E DESLOCAMENTO MISCÍVEL DE ATRAZINA**. 2002. 161f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de atuação: Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

Qualidade da Água. **PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA**, Set. 2015. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/>>. Acesso em: 25 de out. de 2020.

ROMAN, E. S.; VARGAS, L.; RIZZARDI, M. A.; HALL, L.; BECKIE, H.; WOLF, T. M. **COMO FUNCIONAM OS HERBICIDAS**. 21. ed. Passo Fundo: Editora Berthier, 2005.

SILVA, A. B.; BRITO, J. M.; DUARTE, J. S.; ALMEIDA, O. E. L. Análise microbiológica da água utilizada para consumo nas escolas de Esperança, Paraíba. **Revista Principia**, João Pessoa, n. 37, p. 11- 17, 2017.

SILVA, K. S. Glifosato, o herbicida que mudou a história. **WeedOut**, Mar. 2019. Disponível em: <<https://weedout.com.br/glifosato-o-herbicida-que-mudou-a-historia/>>. Acesso em: 27 de out. de 2020.

SILVA, S. F. **Avaliação das Alterações Ambientais na Sub-Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Piçarrão**, Campinas – SP. 2000. 149f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.

Sistema de Monitoramento de Água: Qual a Importância?. **G HIDRO**, 2019. Disponível em: <<https://www.ghidro.com.br/sistema-de-monitoramento-de-agua/>>. Acesso em 25 de out. de 2020.

SODRÉ, F. F. Fontes Difusas de Poluição da Água: Características e métodos de controle. **Grupo de Automação, Quimiometria e Química Ambiental (AQQUA)**, Brasília, p. 10- 13, 2012.

SOUZA, M. V. V. V.; CARVALHO, A. C. V.; BRITO, A. H. C.; BALDUÍNO, A. R. Caracterização de Resíduos Químicos nos Sedimentos da Barragem de Abastecimento de Água no Ribeirão São João no Município de Porto Nacional, Tocantins. In: **Engenharia no Século XXI**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2019. P. 43- 55.

VALENTE, Osvaldo Ferreira. Abastecimento de água: a solução está no estudo e no correto manejo das bacias hidrográficas. **ALÔ BAIRRO DEMÉTRIA!**, 2015. Disponível em: <<http://alobairrodemetria.blogspot.com/2015/09/abastecimento-de-agua-solucao-esta-no.html>>. Acesso em: 25 de out. de 2020.

VILAÇA, M. F.; GOMES, I.; MACHADO, M. L.; VIEIRA, E. M.; SIMÃO, M. L. R. **BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO: O ESTUDO DE CASO DO RIBEIRÃO CONQUISTA NO MUNICÍPIO DE ITAGUARA – MG**. Disponível em: <http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/070.pdf>. Acesso em: 24 de out. 2020.

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C. EFEITOS DO GLIFOSATO NAS PLANTAS: EFEITOS DO GLIFOSATO NAS PLANTAS: EFEITOS DO GLIFOSATO NAS PLANTAS: IMPLICAÇÕES FISIOLÓGICAS E AGRONÔMICAS IMPLICAÇÕES FISIOLÓGICAS E AGRONÔMICAS. **INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE**, João Pessoa, n. 119, p. 1- 32. Encarte técnico, set. 2007.

YISA, J.; JIMOH, T. O.; OYIBO, O. M. **Underground Water Assessment using Water Quality Index**. Leonardo Journal of Sciences, July-December, p. 33-42, 2012.