

PROINTER RECURSOS HIDRICOS

MONITORAMENTO QUALITATIVO E QUANTITATIVO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO CÓRREGO DO LIMOEIRO - SP

RESUMO

O presente trabalho tem objetivo realizar monitoramento qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos da bacia do Córrego do Limoeiro, situada nos municípios de Presidente Prudente-SP e Álvares Machado-SP. Para início dos estudos, será realizado levantamento bibliográfico de dados secundários sobre a área de estudo. Serão escolhidos os pontos de coleta, denominados estações de monitoramento, definidos em função dos objetivos da rede e identificados pelas coordenadas geográficas. As análises físico-químicas e microbiológicas da água serão realizadas e utilizadas para a determinação dos índices de qualidade das águas propostos pela Agência Nacional das Águas (ANA). Também será realizada a correlação da qualidade dos recursos hídricos com o uso e a cobertura do solo, características do meio físico e áreas de preservação permanente (APP); identificação e avaliação das possíveis fontes de contaminações e principais poluentes originários das atividades antropogênicas e avaliação do potencial impacto das fontes de contaminações e poluições identificadas na bacia do Córrego do Limoeiro sobre fauna aquática. A partir desse estudo espera-se obter um diagnóstico dos recursos hídricos da bacia do Córrego do Limoeiro e através deste ter um perfil da qualidade ambiental da bacia. Assim, serão geradas publicações científicas nacionais e internacionais, eventos técnico-científicos, cartilhas, site, publicizando as informações obtidas..

Palavras-Chaves: Hidrografia, Solos, Declividade, Planejamento ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Estudos relacionados à decisão da melhor alternativa para o uso dos solos no Brasil são recentes. Na década de 1960, Bennema et al. (1964) apresentaram uma proposta para a avaliação da aptidão agrícola das terras. A proposta foi pioneira em se tratando de planejamento ambiental relacionado com o uso do solo; entretanto, abrangia apenas o ambiente das atividades agrícolas, atendendo às lavouras de ciclo curto e longo, juntamente com sistemas de manejo. A partir da proposta de Bennema et al. (1964), outros trabalhos similares foram desenvolvidos, visando aperfeiçoar o sistema de avaliação, conforme pode ser verificado nas metodologias propostas pela Ramalho et al. (1978), Lepsch et al. (1991), Ross (1994).

Uma visão global relacionando o homem e o ecossistema é fundamental quando se pretende trabalhar com diagnósticos ambientais. Para Ross (1994), entendimentos parciais da realidade podem induzir a decisões erradas ou insatisfatórias para efetuar um planejamento ambiental para o uso do solo. Rodrigues (1997) ressalta que o reconhecimento das formas de utilização da terra é fundamental para o planejamento direcionado a uma política de ocupação do espaço com a intenção de manter e melhorar as condições de vida atual e futura. Os dados sobre o uso da terra são imprescindíveis para a metodologia de análise da fragilidade e problemas ambientais.

Para Paredes (1994), o estudo da fragilidade ambiental deve iniciar com a observação da natureza do espaço geográfico e da análise espacial. O espaço geográfico é constituído por toda a superfície terrestre que abrange o meio sólido (litosfera), líquido (hidrosfera), gasoso (atmosfera) e vivo (biosfera), ou seja, engloba um sistema ambiental de equilíbrio complexo que é verificado por meio de rochas, montanhas, vales, rios, florestas, campos, lavouras, entre outros. A análise espacial consiste na descrição, classificação e comparação de mapas. Primeiro é realizada uma descrição e classificação individual de alguns mapas e, posteriormente, realiza-se uma comparação entre dois ou mais mapas, identificando as relações existentes entre eles e incrementando a funcionalidade de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A bacia hidrográfica do córrego do Limoeiro, possui a parte Oeste pertencente ao município de Álvares Machado e o restante a Presidente Prudente, localizam-se na porção Oeste do Estado de São Paulo.

A área de estudos está localizada, entre as coordenadas 443.000 e 460.000 Leste e 7.548.000 e 7.560.000 Norte, referente ao fuso 22 do sistema UTM, Datum horizontal Córrego Alegre, e Datum vertical Marégrafo de Imbituba-SC. A área urbana destes municípios extrapola o limite desta bacia hidrográfica, porém o estudo restringiu-se a esta bacia, já que estas foram adotadas como unidade de análise.

O córrego Limoeiro está localizada na porção alta da bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, que desagua no rio Paraná, pertencentes à

Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema (UGRHI 22). Presidente Prudente e Álvares Machado estão inseridos na Região Administrativa de Presidente Prudente, da qual fazem parte 53 municípios, cujo município sede é Presidente Prudente.

Na porção alta da bacia do córrego do Limoeiro, encontra-se o reservatório de abastecimento, conhecido como Represa da Amizade, que atende à população das áreas urbanas dos dois municípios e que apresenta-se parcialmente assoreado.

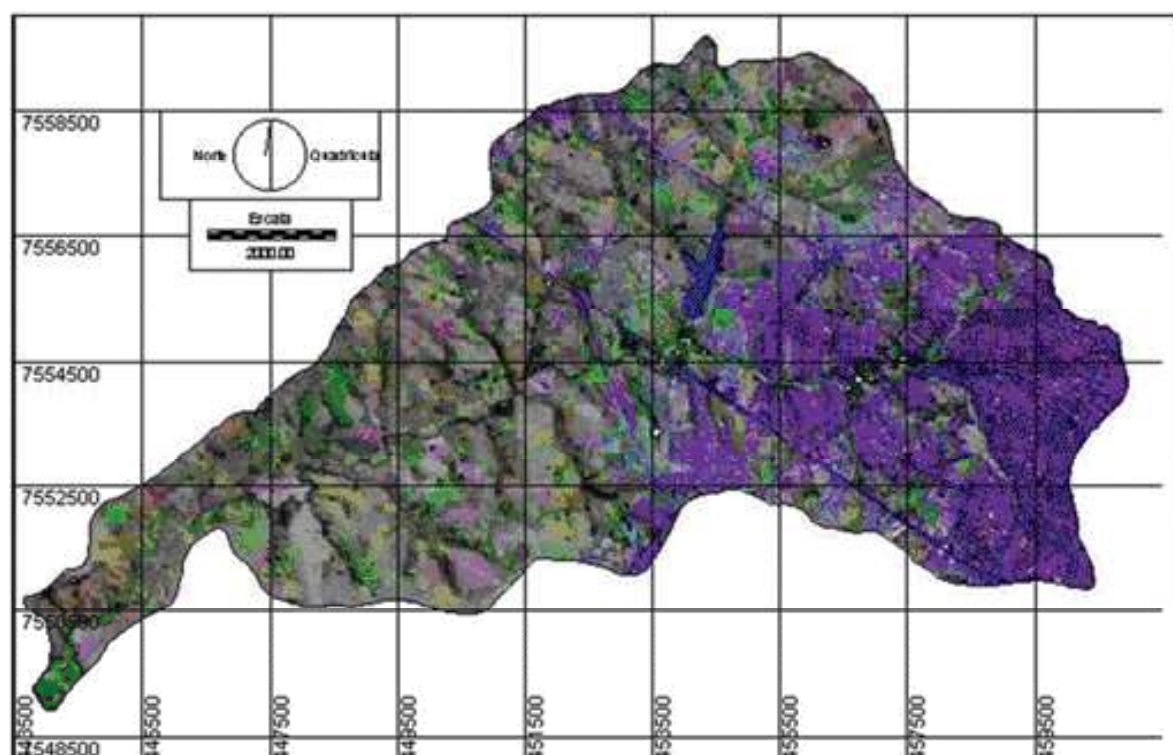


Figura 1. Imagem de satélite da área da microbacia do Córrego Limoeiro georreferenciada.

Thomaz (2000), Nakashima (2001), Donha et al. (2006), Vashchenko et al. (2007), Gonçalves et al. (2011) e Soares et al. (2011) adotaram a metodologia da análise empírica da fragilidade ambiental proposta por Ross (1994) e conseguiram gerar boas informações para um planejamento adequado de uso do solo.

O conhecimento das fragilidades presentes no sistema de uma bacia hidrográfica, com a integração de diversas variáveis que interferem nas potencialidades dos recursos naturais, possibilitou compreender a realidade e obter uma visão mais clara sobre quais são as opções mais adequadas para o uso do solo na mesma (Nakashima, 2001; Donha et al. 2006; Vashchenko et al., 2007; Gonçalves et al., 2011; Soares et al., 2011).

Diante das considerações dispostas anteriormente, o presente trabalho tem por objetivo delimitar a potencialidade do uso do solo utilizando a metodologia na análise empírica da fragilidade ambiental para auxiliar no planejamento da exploração dos recursos naturais da bacia do córrego do Limoeiro.

A otimização do uso de recursos naturais, respeitando a capacidade do meio físico e utilizando-se do planejamento e gestão da ocupação da terra e da construção de obras adequadas a este meio, leva à melhor aplicação dos recursos financeiros (SALOMÃO & IWASA, 1995). Desta maneira, esta pesquisa propõe a utilização do planejamento e gestão da ocupação urbana e do controle da erosão, como um caminho que o poder público deve seguir, objetivando a otimização de investimentos em áreas mais críticas da bacia do correio do Limoeiro.

A qualidade das bacias hidrográficas depende da qualidade de suas microbacias. De acordo com Mosca (2003) as microbacias, do ponto de vista ecológico, são consideradas a menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre fatores bióticos e abióticos sendo que perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento.

De forma geral, as atividades da área de uma bacia podem contribuir para a degradação das águas superficiais da microbacia, principalmente com o aumento da carga orgânica, erosão do solo que leva ao assoreamento dos rios, enriquecimento das águas com nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, contaminação microbiológica e etc.

A poluição pode ser definida segundo Aguiar (2002) como algo que gere “[...] alteração física, química ou biológica [...]” fazendo com que modifique os fenômenos do meio ambiente, intervindo na constituição da flora e fauna.

Nesse sentido, diversas são as atividades, principalmente de origem, antrópica que podem contribuir para a poluição das águas, entre elas, pode-se destacar a emissão de esgotos domésticos e industriais sem o adequado tratamento, a poluição por produtos agrícolas e etc.

Essa situação torna-se ainda mais grave devido à ocupação desordenada das bacias hidrográficas, sendo que os mananciais mais próximos às zonas urbanas são os mais afetados.

Desta forma, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB) desde 1974 mantém em operação a Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Tal programa tem por objetivo levantar informações sobre as condições reinantes nos principais rios e reservatórios do estado. Para isso, o Estado de São Paulo, foi dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs) estruturadas no conceito de bacia hidrográfica, onde os recursos hídricos convergem para um corpo d'água principal.

Devido a essa variedade de parâmetros a serem estudados os Índices de Qualidade de Águas, atualmente, utilizados pela CETESB podem ser interessantes no sentido de facilitar a compreensão dos resultados. De acordo com Almeida e Schwarzbold (2003) os Índices de Qualidade de Água, podem ser considerados importantes ferramentas para a abordagem da qualidade da água de diversos rios, por ser uma metodologia integradora, visto que, converte várias informações em um único resultado numérico. Dentre os índices, atualmente, utilizados pela CETESB, há o Índice de Qualidade das Águas (IQA), e o Índice do Estado Trófico (IET- CARLSON, 1977).

O Índice de Qualidade das Águas (IQA), atualmente utilizado pela CETESB surgiu a partir de um estudo realizado em 1970 pela "*National Sanitation Foundation*" dos Estados Unidos.

De acordo com a CETESB a criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores "*rating*".

Atualmente, o IQA Incorpora 9 parâmetros, sendo eles: a) temperatura da amostra, b) pH, c) oxigênio dissolvido, d) demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), e) coliformes termotolerantes, f) nitrogênio total, g) fósforo total, h) resíduo total e i) turbidez.

Esses parâmetros foram considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público.

O caçulo do IQA é realizado pelo produtório ponderado das qualidades de água (q) correspondentes aos parâmetros, conforme equação 1.

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

Onde;

IQA = Índice de Qualidade das Água (no de 0 a 100)

qi=qualidade do i-ésimo parâmetro (no entre 0 e 100 obtido na curva de qualidade)

Wi= peso correspondente ao i-ésimo parâmetro (no entre 0 e 1)

Sendo que, o valor de q para cada parâmetro é determinado a partir de curvas médias de qualidades, bem como seu peso relativo correspondente.

Na Figura 2 são apresentadas as curvas de qualidade pra cada parâmetro assim como os pesos relativos correspondentes.

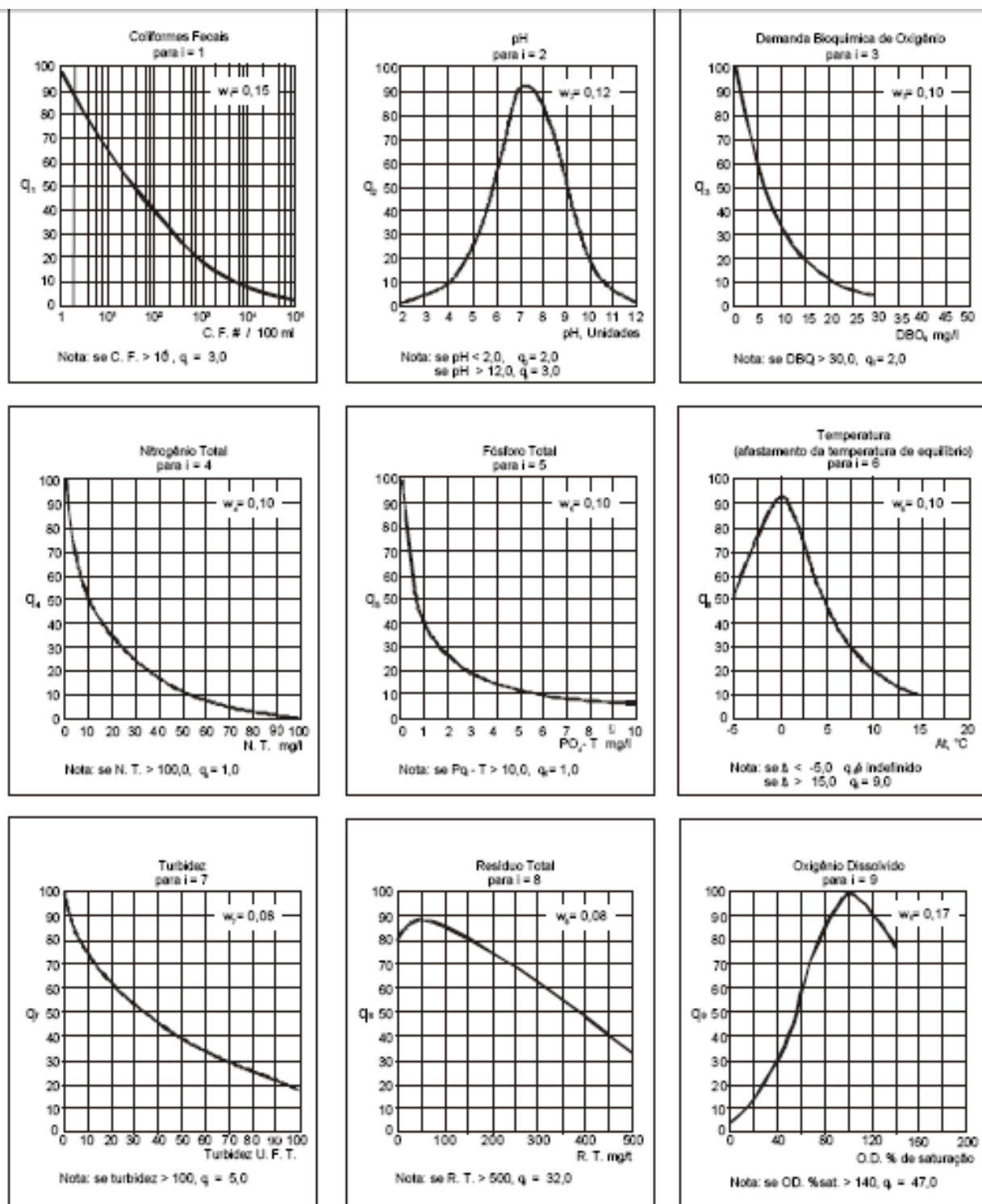


FIGURA 2 - curvas de qualidade pra cada parâmetro assim como os pesos relativos correspondentes.

Fonte: CETESB (disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/O2.pdf>)

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, representado na Tabela 1.

TABELA 1. Classificação do IQA

CATEGORIA	PONDERAÇÃO
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB (disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/02.pdf>)

Segundo a CETESB, o índice de estado trófico tem por objetivo a classificação dos corpos hídricos quanto aos níveis de trofia, tendo por finalidade a avaliação da qualidade da água por enriquecimento de nutrientes o que leva à eutrofização dos mananciais.

Com relação à eutrofização Lamparelli (2004, p.7) define esse processo como sendo o enriquecimento de um corpo d'água por nutrientes sejam por processo natural ou induzido pelo homem, sendo os principais poluentes responsáveis pela eutrofização das águas o fósforo e o nitrogênio, geralmente presentes em fertilizantes agrícolas, esgotos industriais e domésticos.

Esses processos podem ser definidos segundo Braga (2005, p.97) conforme a produção biológica: a) oligotróficos - ambiente com baixa produtividade biológica e baixa concentração de nutrientes; b) eutrófico - produção vegetal excessiva e alta concentração de nutrientes; c) mesotrófico - características intermediárias em relação aos dois anteriormente citados.

Conforme Quevedo (2009, p.23) os principais problemas ocasionados em um ambiente eutrofizados são: a) diminuição do oxigênio dissolvido no meio, ocasionando a mortandade de peixes; b) elevação da quantidade de matéria orgânica com a possibilidade de se produzir substância carcinogênicas se tratadas com cloro; c) modificações na constituição nas

espécies de peixes e d) crescimento desenfreado de algas, entre elas, as cianobactérias responsáveis pela liberação de toxinas;

Para Ribeiro (2010, p.23) “as cianobactérias são organismos procariontes, fotossintetizantes que pode ser encontradas em diversos ambientes aquáticos, com composições diversas de nutrientes e em águas doces até mais salinas”.

Esses seres se proliferam rápido quando há alta luminosidade, água com temperatura alta, pH sendo de neutro a alcalino, excesso de nutrientes e forma-se na superfície uma massa de coloração esverdeada, chamada de floração.

De forma a qualificar o corpo hídrico em graus de eutrofização, a CETESB utiliza-se do Índice de Estado Trófico (IET) que assim como o IQA, resume em um único valor numérico um conjunto de parâmetros analisados.

Para o cálculo do IET são levados em consideração dois parâmetros: a) clorofila a e b) fósforo total

De acordo com a CETESB (p.1) esses dois parâmetros são satisfatórios para a determinação do IET, visto que:

Nesse índice, os resultados correspondentes ao fósforo, IET(P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A avaliação correspondente à clorofila a, IET (CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas. Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo.

As equações utilizadas para calcular o IET em rios, segundo a CETESB, modificado pela Lamparelli (2004) são apresentadas nas equações 2 e 3.:

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20 \quad \text{eq. 2}$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20 \quad \text{eq. 3}$$

Onde:

$\mu\text{g.L}^{-1}$; PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em
 $\mu\text{g.L}^{-1}$; CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em
 $\mu\text{g.L}^{-1}$; ln: logaritmo natural.

O IET correspondente a esses dois parâmetros é calculado por meio da equação 4.

$$\text{IET} = [\text{IET} (\text{PT}) + \text{IET} (\text{CL})] / 2 \quad \text{eq. 4}$$

Na Tabela 2 são apresentados os limites de cada nível de trofia para rios.

TABELA 2 - Classificação do Estado Trófico para rios segundo Índice de Carlson Modificado

Categoria (nível trófico)	Ponderação	P-total(mg.m^{-3})	Clorofila a(mg.m^{-3})
Ultraoligotrófico	$\text{IET} \leq 47$	$P \leq 13$	$\text{CL} \leq 0,74$
Oligotrófico	$47 < \text{IET} \leq 52$	$13 < P \leq 35$	$0,74 < \text{CL} \leq 1,31$
Mesotrófico	$52 < \text{IET} \leq 59$	$35 < P \leq 137$	$1,31 < \text{CL} \leq 2,96$
Eutrófico	$59 < \text{IET} \leq 63$	$137 < P \leq 296$	$2,96 < \text{CL} \leq 4,70$
Supereutrófico	$63 < \text{IET} \leq 67$	$296 < P \leq 640$	$4,70 < \text{CL} \leq 7,46$
Hipereutrófico	$\text{IET} > 67$	$640 < P$	$7,46 < \text{CL}$

FONTE: CETESB (disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/04.pdf>)

A classificação do Índice de Estado Trófico é apresentada na Tabela 3:

TABELA 3 -Classificação do IET

Categoria (Estado Trófico)	Ponderação
Ultraoligotrófico	0,5
Oligotrófico	1
Mesotrófico	2
Eutrófico	3
Supereutrófico	4

Hipereutrófico	5
----------------	---

FONTE: CETESB (disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/04.pdf>)

Devido à abordagem de parâmetros, acredita-se que tanto o IQA quanto o IET serão satisfatórios para fazer uma avaliação da qualidade sanitária das águas superficiais da Bacia do Córrego do Limoeiro.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar o monitoramento qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos da bacia do Córrego do Limoeiro, situada nos municípios de Presidente Prudente-SP e Álvares Machado-SP.

2.2 Objetivos específicos

a) avaliar quali e quantitativamente os recursos hídricos da bacia do Córrego do Limoeiro por meio da utilização dos indicadores recomendados pela CETESB (2016): Índice de qualidade das águas (IQA), Índice de qualidade de água bruta para fins de abastecimento público (IAP), índice de qualidade de água para proteção da vida aquática (IVA) quatro vezes ao ano;

b) avaliar a qualidade dos recursos hídricos de acordo com: índice de estado trófico (IET), índice de contaminação por tóxicos (ICT), índice de Balneabilidade (IB), Índice de qualidade de água de reservatórios (IQAR) quatro vezes ao ano;

c) identificar as possíveis fontes de contaminações e principais poluentes;

d) avaliar o potencial impacto das fontes de contaminações e poluições identificadas na fauna aquática;

e) divulgar os resultados obtidos nas redes de monitoramento de recursos hídricos e eventos e artigos científicos.

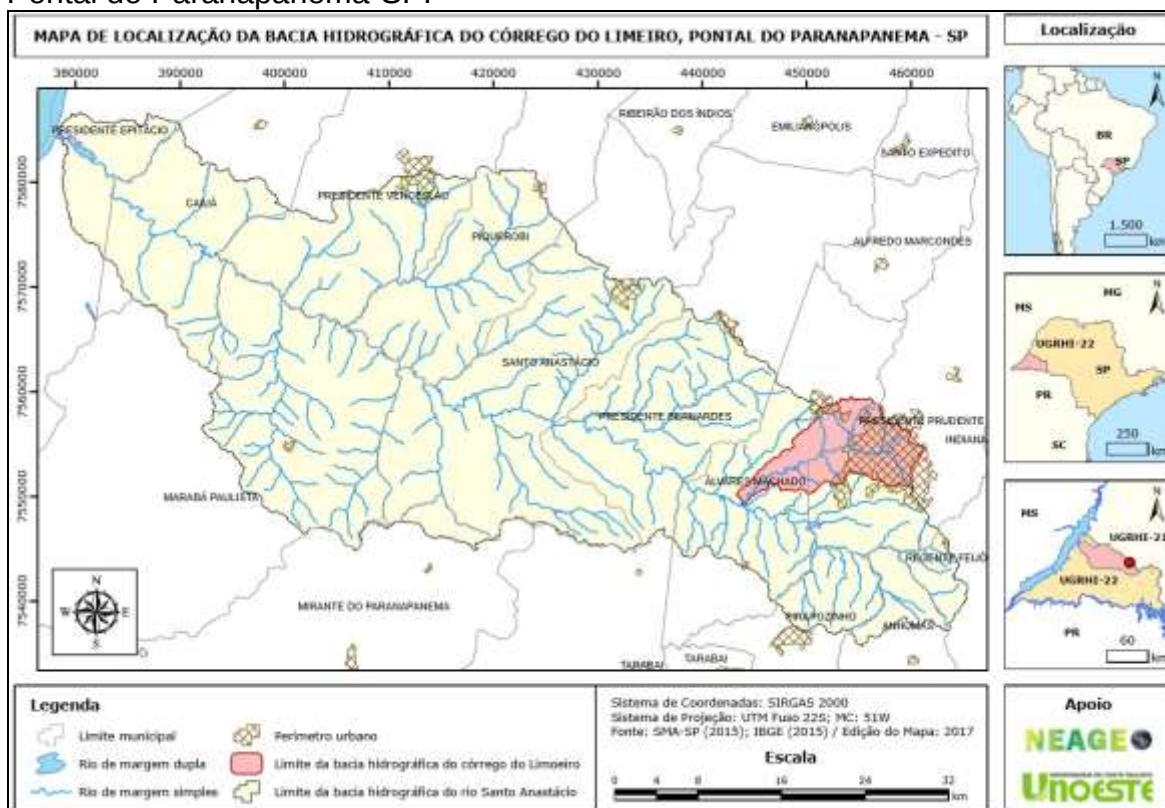
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 área de estudo

O córrego Limoeiro está localizado na porção alta da bacia hidrográfica do rio Santo Anastácio, que desagua no rio Paraná, pertencentes à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Alta Paulista e do Pontal do Paranapanema (UGRHI 21 e 22). Presidente Prudente e Álvares Machado estão inseridos na Região Administrativa de Presidente Prudente, da qual fazem parte 53 municípios, cujo município sede é Presidente Prudente.

A área de estudos está localizada entre as coordenadas 440.000 e 460.000 Leste e 7.555.000 e 7.560.000 Norte, referente ao fuso 22 Sul do sistema UTM, meridiano central -51°Oeste, Datum horizontal SIRGAS 2000. A área urbana destes municípios extrapola o limite desta bacia hidrográfica, porém o estudo restringiu-se a esta bacia, já que esta foi adotada como unidade de análise (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica do Córrego do Limoeiro, Pontal do Paranapanema-SP.



O empreendimento proposto contará com uma equipe técnica experiente na execução de projetos na área ambiental e em espacial de recursos hídricos. As estratégias de execução do projeto estão bem definidas, onde cada profissional executará ações específicas (já definidas no item anterior) assegurando que os objetivos e metas sejam atingidos. A continuidade da proposta do empreendimento após a execução do projeto será garantida pelo comprometimento dos profissionais do projeto, a maioria atuantes no Mestrado em Meio Ambiente ligados as linhas de pesquisa: avaliação dos impactos ambientais e planejamento e desenvolvimento regional.

3.2 Etapas e técnicas

As análises serão realizadas na forma de monitoramento, de quatro vezes ao ano por três anos (2018 a 2020), para que se obtenham informações sobre a evolução da qualidade das águas na bacia de estudo.

Desta forma, seguem-se as etapas e técnicas a serem utilizadas para a implementação do empreendimento:

1º fase: levantamento de dados

Para início dos estudos, será realizado levantamento bibliográfico de dados secundários sobre a área de estudo, como geologia, geomorfologia, pedologia, geotecnia, hidrologia, clima e erosão. Serão utilizados todos os protocolos para a determinação de parâmetros em campo; para a coleta e preservação das amostras, para análise laboratorial dos parâmetros de físico-químicos e microbiológicos; e para identificação das amostras.

2º fase: Monitoramento dos recursos Hídricos

Serão escolhidos os pontos de coleta, denominados estações de monitoramento, definidos em função dos objetivos da rede e identificados pelas coordenadas geográficas. Serão utilizados um conjunto de instrumentos para a determinação de parâmetros em campo e em laboratório.

3º fase: Análises Físico-químicas e Microbiológicas das águas.

As análises físico-químicas e microbiológicas da água que serão realizadas e utilizadas para a determinação dos índices de qualidade das águas propostos pela CETESB (2016) (IQA, IAP e IVA) e outros indicadores (IET, ICT, IB e IQAR). IQA: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), temperatura da água, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, resíduo total. IAP: parâmetros de IQA, acrescidos de teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel, fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco. IVA: composto por dois sub-índices: IPMCA (Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática), que considera a concentração de substâncias que causam efeito tóxico sobre os organismos aquáticos, além do pH e do oxigênio dissolvido. Os limites dos parâmetros são aqueles determinados pela Resolução CONAMA nº 357 para as classes de enquadramento que se destinam à preservação da vida aquática; IET. IET: fósforo total. ICT: concentração de amônia, arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livres, cobre total, cobre dissolvido, cromo hexavalente, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitritos, nitratos e zinco total. IB: densidade de E. coli. IQAR: déficit de oxigênio dissolvido, clorofila a, fósforo total, profundidade (Disco de Secchi), DQO, tempo de residência, nitrogênio inorgânico total, cianobactérias, profundidade média.

As análises descritas serão realizadas de acordo com metodologias descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater e outros procedimentos aceitos pelos órgãos reguladores.

Serão utilizados os laboratórios de ensino e pesquisa da UNOESTE.

4ª fase: Identificação e avaliação das possíveis fontes de contaminações e principais poluentes originários das atividades antropogênicas na bacia do Córrego do Limoeiro.

Esta fase será realizada através da avaliação e tratamento dos dados obtidos nas fases anteriores.

5ª fase: Avaliação do potencial impacto das fontes de contaminações e poluições identificadas na bacia do Córrego do Limoeiro sobre fauna aquática.

Esta etapa será realizada por meio da coleta de peixes, nos pontos estabelecidos pelo mapeamento da bacia, e avaliação citogenética, para identificação de potencial genotóxico de possíveis xenobióticos contaminantes presentes na bacia do Córrego do Limoeiro.

Os recursos necessários para a realização de todas as fases serão: computadores, software de SIG, GPS, smartphone/tablet com aplicativos de localização, impressora, baldes, amostradores em profundidade (garrafa de Van Dorn), corda, frascos, caixa térmica, veículos, cromatógrafo a gás, coluna de cromatografia a gás, gases (para cromatografia a gás), colunas de micro-extração de fase sólida (spme), espectrofotômetro de absorção na região do UV-Visível, mufla, balança analítica, digestor e destilador de nitrogênio, capela de fluxo laminar, HOBIO, vórtex, destilador de água ultra pura, cartuchos para destilador, ultra-centrífuga refrigerada freezer, ultra-freezer, estufa, evaporador rotativo de baixa pressão, banho ultrassônico, incubadora de DBO, centrífuga, equipamento para filtração à vácuo, espectrofotômetro de absorção atômica, pHmetro, vidraria, meios de cultura, reagentes e padrões; já os recursos humanos são profissionais titulados na área de Química, Biologia, Geografia, Engenharia Cartográfica, Engenharia Agrônoma, Engenharia Ambiental, além de técnicos e alunos da Unoeste. O processo de comunicação e divulgação dos resultados serão relatórios de pesquisa, atas de reuniões, lista de presença, notícias na mídia, produção de cartilhas.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Os impactos mais significativos da erosão causados pela expansão urbana dos municípios de Presidente Prudente e Álvares Machado podem ser verificados no intenso assoreamento dos reservatórios: Balneário da Amizade

(córrego do Limoeiro) e de alguns trechos de várzeas destes mesmos rios comprometendo o volume deste reservatórios de abastecimento. Desta forma, o público beneficiado pelo empreendimento será toda a população de Presidente Prudente-SP (cerca de 220 mil habitantes), e também de Álvares Machado-SP (cerca de 22 mil habitantes) e região (854 mil habitantes). Os benefícios do monitoramento dos recursos hídricos contribuem para gestão urbana e rural, e ainda um estímulo que propicia à solidariedade e o compromisso social dos moradores, influenciando no cuidado com o meio ambiente e com o próximo (ser humano).

Os danos causados pela erosão podem ser abordados e analisados em dois momentos, o presente e o futuro. Comparado aos processos de movimento de massas, que se desenvolvem mais comumente nas regiões serranas e no Planalto Atlântico do Estado de São Paulo, a erosão pode ser considerada como processo geológico que proporciona principalmente o prejuízo a médio e longo prazos, pois o seu desenvolvimento é, na maioria dos casos, lento e contínuo (CERRI, 1993).

O prejuízo atual é principalmente de caráter socioeconômico, pois a deflagração ou evolução de processos erosivos leva à destruição de moradias e equipamentos públicos, como ruas, sistemas de esgoto, redes elétricas, sistemas de drenagem, além de poder levar à perda de vidas humanas. Se o processo erosivo for de grande porte, o dano também pode ser calculado com base na degradação do solo local e difícil recuperação da área, que envolve uma grande movimentação de terra associada à construção de sistemas de drenagem superficial e, por vezes, subterrâneo. A dimensão do processo erosivo instalado em áreas periurbanas também é outro fator a ser levado em conta, pois quanto maior for a erosão, maior é o impedimento ao avanço da urbanização para aquela direção, desvalorizando o imobiliário local.

A existência de processos de erosão linear dentro das áreas urbanas, como os sulcos, ravinas e boçorocas, torna a situação bem mais crítica. O impacto se agrava quando os processos possuem grande porte e passam a interferir diretamente na vida dos habitantes, com a interrupção de acessos,

destruição de sistemas de abastecimento, esgoto, etc.. As erosões de grande porte, causadas, muitas vezes, pela expansão urbana, também tornam-se um empecilho ao crescimento urbano, devido ao risco que oferecem à população, dificultando até mesmo a ocupação ao seu redor, o que leva muitas vezes ao desvio do vetor natural de crescimento da cidade. Devido à magnitude das obras, a recuperação de áreas degradadas pela erosão é onerosa, necessitando muitas vezes de verbas externas ao orçamento municipal (RIDENTE JR. et al., 1998b).

Benefícios diretos

- Subsidiar o planejamento ambiental e a gestão dos recursos hídricos, da bacia hidrográfica do manancial do alto curso do Córrego do Limoeiro, responsável por, pelo abastecimento público de água da cidade de Presidente Prudente/SP em momentos de escassez na oferta de água para o abastecimento público;

- Publicações científicas nacionais e internacionais;
- Divulgação dos relatórios de pesquisa para a comunidade;
- Realização de eventos (workshops, palestras, seminários, reuniões técnico-científicas);
- Produção de cartilhas para a comunidade;
- Desenvolvimento de site de caráter educativo.

5 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Atividades		1º sem.	2º sem.	3º sem.	4º sem.	5º sem.	6º sem.
1	Reuniões de estudo, planejamento e avaliação das ações	X	X	X	X	X	X
2	Levantamento de dados	X	X	X	X	X	X
3	Monitoramento dos recursos Hídricos	X	X	X			
4	Análises Físico-químicas e Microbiológicas das águas		X	X	X	X	X
5	Identificação e avaliação das possíveis fontes de contaminações e principais poluentes		X		X		X
6	Avaliação do potencial impacto das fontes de contaminações e poluições sobre fauna aquática		X		X		X
7	Realização de eventos (workshops, palestras, seminários, reuniões técnico-científicas				X		X
8	Produção de cartilhas para a comunidade						X
9	Desenvolvimento de site de caráter educativo						X
10	Elaboração de relatórios		X		X		X

REFERÊNCIAS

- BENNEMA, J., BEEK, K.J., CAMARGO, M.N. **Um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para levantamentos de reconhecimentos de solos**. Rio de Janeiro: DPFS/DPEA/MA/FAO, 1964.
- DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. **Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 175-181. 2006.
- EMBRAPA, IAPAR. **Levantamento de reconhecimento dos solos do centro-sul do Estado do Paraná** (área 9). Brasília: EMBRAPA/IAPAR, 1979.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412 p.
- GONÇALVES, G.G.G.; DANIEL, O.; COMUNELLO, E.; VITORINO, A.C.T. & ARAI, F.K. **Determinação da fragilidade ambiental de bacias hidrográficas**. Floresta, Curitiba, PR, v. 41, p. 797-808, 2011.
- LEPSCH, I. F. ; BELLINAZZI JR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 2. ed. Campinas Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1991, 175p.
- LIMA, A. G. **Caracterização geomorfológica preliminar da bacia do Rio das Pedras, Guarapuava-PR**. Geografia, Rio Claro, v. 24, n. 2, p. 37-51, agosto 1999.
- MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 2 ed. Rio de Janeiro: Olympio, 1981. 350 p.
- NAKASHIMA, M. S. R. **Carta de fragilidade ambiental da bacia do rio Keller, Estado do Paraná**: subsídio ao estudo dos processos erosivos. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 23, n. 6, p. 1547-1560, 2001.
- PACHECHENIK, P.; SOUZA, J. L. M. **Estudo do processo chuvavazão na bacia do rio das Pedras**, Guarapuava, Estado do Paraná, com o modelo HYCYMODEL. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 27, n. 4, p. 677-686. 2005.
- PAREDES, E. A. **Sistema de informação geográfica: (geoprocessamento) princípios e aplicações**. São Paulo: Érica, 1994. 227 p.
- RAMALHO FILHO, A.; PEREIRA, E. G.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Brasília: SUPLAN/EMBRAPA-SNLCS, 1978. 70p.
- RODRÍGUEZ. S. R. **O uso da terra e a qualidade das águas superficiais da**

bacia do rio Sapucaí-guaçu, no município de Campos do Jordão – SP. 1997.
Dissertação (Mestrado) - FFLCH – Universidade de São Paulo, São Paulo.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do departamento de geografia, São Paulo, n. 08, p. 63-74. 1994.

SOARES, M. R. G. J.; SOUZA, J. L. M.; JERSZURKI, D. **Caracterização do meio físico e formas de uso e ocupação do solo da bacia do rio Pequeno – Paraná**. RA´EGA, Curitiba, v. 21, p. 165-184, 2011.

THOMAZ, E. L. **Geomorfologia ambiental e agricultura familiar na bacia do rio Iratim** – Guarapuava-PR. RA´EGA, Curitiba, n. 4, p. 37-48, 2000.

THOMAZ, E. L.. **Caracterização hidroclimática da bacia do rio das pedras**: primeira versão. Guarapuava:UNICENTRO, 2002. 22 p. (Relatório de pesquisa)

VASHCENKO, Y; FAVARETTO, N.; BIONDI, D. **Fragilidade ambiental nos picos Camapuã, Camapuã e Tucum**, Campina Grande do Sul, PR. Floresta, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 201-215, 2007.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245 p.

ALMEIDA, M. A. B; SCHWARZBOLD, A. Avaliação das Águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com Aplicação de um Índice de Qualidade de Água (IQA).

Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, v. 8, n.1, p. 81-97, jan./mar. 2003.

AGUIAR, M.R.M; Palermo de; NOVAES, Amanda Cardoso and GUARINO, Alcides Wagner Serpa. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 6b, nov./dez. 2002.

Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000700015&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 24 set. 2011.

BRAGA, B., et al.**Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Índice do Estado Trófico - IET**. Disponível em :

<<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas-interiores/documentos/indices/04.pdf> >. Acesso em: 10 set. 2011.

LAMPARELLI, M.C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento.** 2004. 238f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-20032006-075813/es.php>>. Acesso em: 28 ago. 2011.

MOSCA, A.A.O.;. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas.** 2003. 120f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-20082003-170146/pt-br.php>>. Acesso em: 22 setembro 2011.

QUEVEDO, C.M.G; . **As atividades do homem e a evolução da dinâmica do fósforo no meio ambiente.** 2010. 247f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-08012010-110552/pt-br.php>>. Acesso em: 31 agosto 2011.

RIBEIRO, M. A. R.. **Efeitos deletérios de microcistina em matrinxã (*Brycon cephalus*) e tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*).** 2010. 120f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-21022011-110930/fr.php>>. Acesso em : 7 setembro 2011.