



**USO E COBERTURA DA TERRA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
NOVO (UGRHI-17) E PARÂMETROS
FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA NO
EXUTÓRIO**

Formação

Jakson José Ferreira  

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de
Ourinhos

Contato: jakson.ferreira@unesp.br

Edson Luís Pirolí  

Professor Associado da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho, Campus de Ourinhos. Programa de Pós-Graduação em Geografia da
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista,

Campus de Presidente Prudente.

Contato: edson.pirolí@unesp.br

Como citar: FERREIRA, J. J.; PIROLI, E. L. Uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Novo (UGRHI-17) e parâmetros físico-químicos da água no exutório. **Revista Formação (Online)**, v. 30, n. 57, p. 237-261, 2023.

Recebido: 14/02/2022

Aceito: 26/02/2023

Data de publicação: 02/06/2023

Resumo

O estudo teve como objetivo verificar a influência do uso da terra da bacia hidrográfica do Rio Novo na qualidade da água de seu exutório na UHE Lucas Nogueira Garcez, Salto Grande/SP. Para a avaliação foram identificadas as alterações que ocorreram na bacia, concomitantes às coletas de água no exutório do Rio Novo entre setembro de 2017 e agosto de 2018, relacionando com os parâmetros físico-químicos da água, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, pH, temperatura da água, turbidez, sólidos em suspensão totais e transparência, tendo como parâmetros os enquadramentos da resolução CONAMA 357/2005. Para a elaboração e identificação do mapa de uso e cobertura da terra, utilizou-se das imagens do satélite Landsat 8, sensor OLI. As análises de água demonstraram que as alterações que ocorreram no uso e na cobertura da terra da bacia do Rio Novo não influenciaram na qualidade da água no exutório da represa de Salto Grande no Rio Paranapanema, inclusive nos períodos de entressafra, em que a cobertura vegetal diminuiu significativamente, expondo o solo a processos erosivos, como os que ocorreram no alto Rio Novo, onde a susceptibilidade à erosão é identificada como alta. Os resultados da pesquisa expõem que há a necessidade de análises mais específicas, de forma a ter indicadores que possam ser acompanhados no trajeto da nascente à foz do rio, como forma de prever possíveis danos ambientais que possam estar ocorrendo à montante.

Palavras-chave: Monitoramento; Sensoriamento Remoto; Qualidade da Água; SIG.

LAND USE AND COVERAGE IN THE HYDROGRAPHIC BASIN OF RIO NOVO (UGRHI-17) AND PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF THE WATER AT THE OUTFLOW

Abstract

The study aimed to verify the influence of land use in the Rio Novo basin on the quality of the water at its outflow at UHE Lucas Nogueira Garcez in Salto Grande / SP. Changes that have occurred in the basin were identified for the assessment simultaneously with the collection of water at the outflow of Rio Novo from September 2017 to August 2018 relating it to the physicochemical parameters of the water, dissolved oxygen, electric conductivity, pH value, water temperature, cloudiness, total suspended solids and clarity, whose parameters are the frameworks of the resolution CONAMA 357/2005. To prepare and identify the land use and land coverage, images of the Landsat 8 satellite sensor OLI has been used. Water analysis has shown that the alterations occurred in land use and coverage in the Rio Novo basin have not influenced the water quality at the outflow of the Salto Grande reservoir on Rio Paranapanema, including in off-season periods, where the vegetation coverage has significantly decreased subjecting the soil to erosive processes as those that occurred in the upper Rio Novo, where erosion susceptibility is identified as high. The survey results show that there is a need for more specific analyses, in order to have indicators which may be tracked from the source to the river mouth as a way of predicting possible environmental damage that may be happening upstream.

Keywords: Monitoring; Remote sensing; Water quality; S.I.G

USO Y COBERTURA DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO NOVO (UGRHI-17) Y PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA EN EL DESEMBOCADURA

Resumen

El estudio tuvo como objetivo verificar la influencia del uso de la tierra en la cuenca hidrográfica del Río Novo en la calidad del agua en su desembocadura en la Central Hidroeléctrica UHE Lucas Nogueira Garcez, Salto Grande/SP. Para la evaluación, se identificaron las alteraciones ocurridas en la cuenca, simultáneas a las recolecciones de agua en la desembocadura del Río Novo entre septiembre de 2017 y agosto de 2018, relacionándolas con los parámetros físico-químicos del agua: oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, pH, temperatura del agua, turbidez, sólidos en suspensión totales y transparencia, siguiendo los criterios establecidos en la resolución CONAMA 357/2005. Para la elaboración e identificación del mapa de uso y cobertura de la tierra, se utilizaron imágenes del satélite Landsat 8 con sensor OLI. Los análisis del agua demostraron que las alteraciones en el uso y cobertura de la tierra en la cuenca del Río Novo no afectaron la calidad del agua en la desembocadura del embalse de Salto Grande en el Río Paranapanema, incluso durante los períodos de baja actividad agrícola, cuando la cobertura vegetal disminuyó significativamente, exponiendo el suelo a procesos erosivos, como los que ocurrieron en la parte alta del Río Novo, donde se identifica una alta susceptibilidad a la erosión. Los resultados de la investigación destacan la necesidad de realizar análisis más específicos para obtener indicadores que puedan

ser monitorados desde la fuente hasta la desembocadura del río, con el fin de predecir posibles daños ambientales que puedan ocurrir aguas arriba.

Palabras clave: Monitoreo; Detección remota; Calidad del agua; SIG.

INTRODUÇÃO

A água configura-se como um recurso de importância ímpar por se tratar de um elemento fundamental para manutenção da vida. Desta forma, exerce grande influência em diferentes estruturas, sejam elas bióticas ou abióticas, as quais sustentam o planeta (TUNDISI, 2003).

Piroli (2016) afirma que o homem se afastou da água que proporcionou o seu próprio desenvolvimento. Porém, este afastamento não ocorreu em sua forma física, mas sim por meio do esquecimento ou da falta da noção da importância que essa preciosidade exige.

A proporção de água doce encontrada em nosso planeta é de 2,5%, do qual 68,9% estão constituídas nas calotas polares e nas geleiras; 29,9% nas camadas subterrâneas; 0,3% constituem os rios e lagos e 0,9 % formam outros reservatórios. Somente 1% de toda água doce é utilizada para consumo. O restante, 97,5% da água do Planeta, é salgada (SHIKLOMANOV, 1998; TUNDISI, 2008).

O Brasil é um dos países com maior potencial hídrico do mundo. Somente no território brasileiro 12% de toda água doce do planeta está distribuída em rios, lagos e aquíferos. Porém a má gestão hídrica no país causa poluição em grandes quantidades, diariamente, o que acarreta custos elevados no saneamento (MOITA, 1991).

Piroli et al. (2011) afirmam que as alterações que ocorrem em uma bacia hidrográfica somam em consequências ambientais e econômicas, principalmente quando ocorrem modificações nas APP, pois alteram a disponibilidade e qualidade hídrica. Dessa forma quaisquer mudanças significativas na ecologia de uma bacia, como no uso da terra, represamento de leito de rios e abastecimento ou irrigação em grande demanda podem ser detectadas por instrumentos específicos no exutório, que modificam o fluxo energético, resultando em desequilíbrio ambiental e modificando a paisagem do local (CETESB, 2017).

Vanzela et al. (2010) afirmam que a falta de gerenciamento do uso e cobertura da terra em uma bacia hidrográfica pode resultar em um aporte de sedimentos no curso hídrico como indicador, fazendo com que as alterações realizadas a quilômetros na montante possam resultar em alterações significativas à jusante, pois os fluxos energéticos da bacia hidrográfica são interligados e o curso hídrico é um elemento essencial como indicador de qualidade.

Segundo Vanzela et al (2010), o monitoramento por meio de indicadores que correlacionam solo e água é fundamental para um planejamento adequado e integrado dos recursos hídricos, de forma a promover a disponibilidade e qualidade durante todo o ano.

Diante do exposto, a presente pesquisa buscou relacionar, com imagens de satélite e coletas a campo no exutório da bacia do Rio Novo, variáveis físicas e químicas da água que se relacionam com fatores do uso da terra, tendo a água como um elemento indicador de alteração do uso e cobertura da terra.

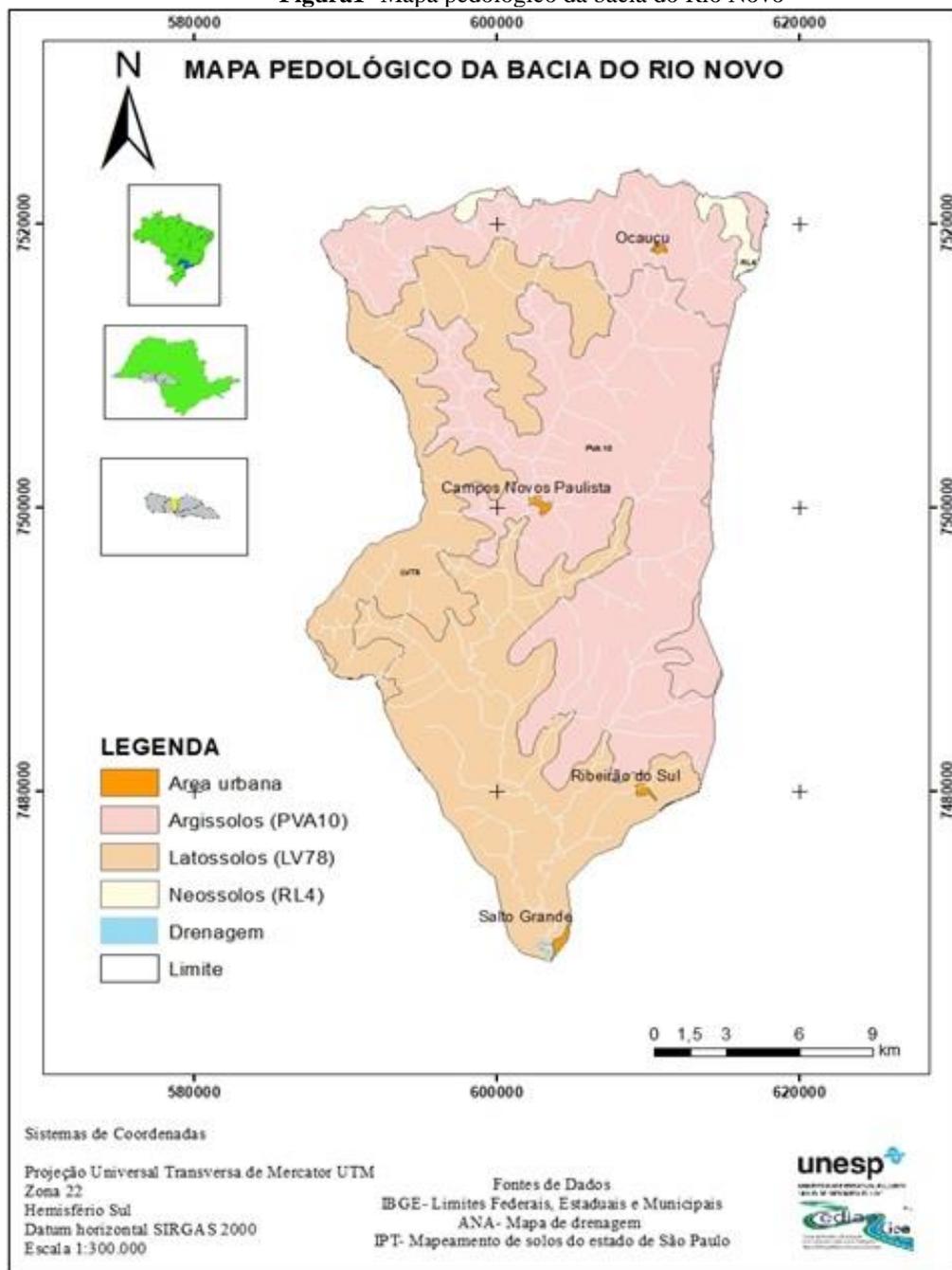
ÁREA DE ESTUDO

O Rio Novo localiza-se na Bacia Sedimentar do Paraná, unidade geotectônica estabelecida sobre a Plataforma Sul-Americana desde o período Devoniano Inferior, há 355 milhões de anos. Encontra-se, segundo o Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), em dois grupos, sendo eles: grupo Bauru com a formação Marília (**Km**) (alto Novo), Adamantina (**Ka**) (médio Novo), e grupo São Bento, com a Formação Serra Geral (**JKsg**) (baixo Novo).

A bacia é tributária do Rio Paranapanema, que faz divisa do estado de São Paulo com o Paraná. Possui área de 1.055,41 km², comprimento de 80 km e característica perene. De acordo com a classificação dos padrões de drenagem de Christofolletti (1980), os padrões como os apresentados no Rio Novo são do tipo de drenagem dendrítica, com diversos rios meandrantés.

A Bacia Hidrográfica do Rio Novo (figura 1), apresenta segundo o mapa de Oliveira et al. (1999), três tipos de solos predominantes, sendo no alto Rio Novo com Neossolos (RL4), uma maior concentração do solo PVA10 (Argissolos Vermelho-Amarelos), já os Latossolos Vermelhos, LV78, estão predominantemente presentes no baixo Rio Novo.

Figura1- Mapa pedológico da bacia do Rio Novo

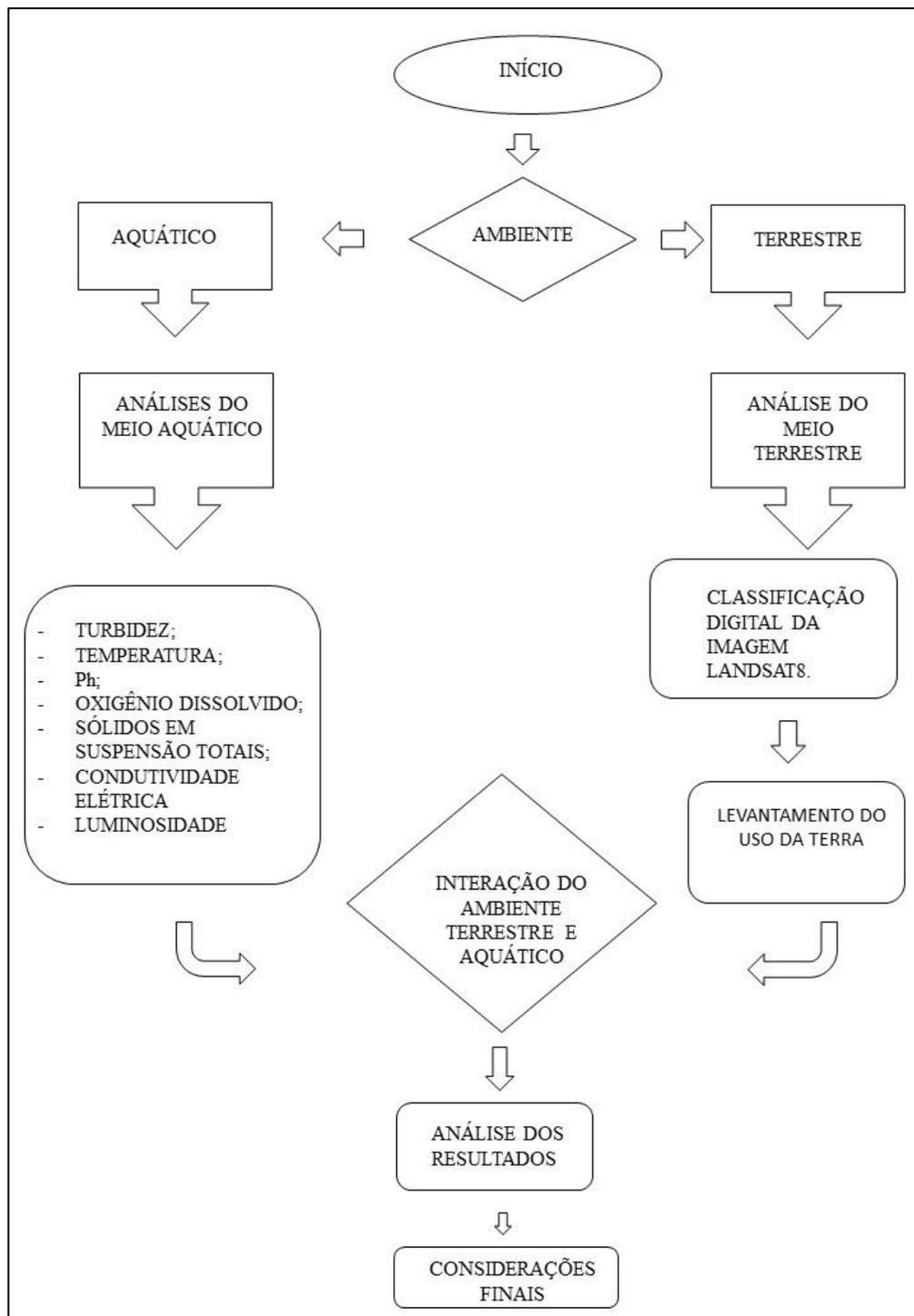


Fonte: Mapa pedológico do Estado de São Paulo Oliveira et al. (1999).
Organização e Geoprocessamento: Os autores (2019).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia da pesquisa foi baseada nos métodos aplicados por Figur e Reis (2016) adaptado pelos autores (2019), visando verificar as alterações causadas no exutório da bacia hidrográfica do Rio Novo e sua relação com o uso e cobertura da terra, conforme as etapas apresentadas (Figura 2).

Figura 2. Etapas metodológicas desenvolvidas na pesquisa



Fonte: (FIGUR;REIS, 2016). Adaptado pelos autores (2019).

As amostragens de água no exutório do Rio Novo em Salto Grande/ SP, ocorreram todas embarcadas com barco a motor, sendo no total quatro datas distintas com condições diferenciadas do uso e cobertura da terra. Na primeira amostra não foi possível coletar no ponto georreferenciado, devido ao baixo nível da represa, porém as demais foram realizadas no ponto georreferenciado nas coordenadas UTM (N) 7468057.01 e (E) 603449,99 SIRGAS 2000 Fuso

22 S, utilizando de um GPS modelo Garmin GPSMap 78S, concomitante ao dia de passagem do satélite LANDSAT 8 às 13:30, uma vez que a imagem do satélite é produzida às 13:15, não foram coletadas amostras em dias nublados, no quadro 01 a descrição das condições do exutório do Rio Novo nos dias de coleta.

Quadro 01: Condições de coleta no exutório do Rio Novo.

Data	Condições da represa	Ocorrência de chuva 15 dias antes da coleta
26/09/2017	Represa baixa em período de seca, fora do ponto georreferenciado.	Não
12/10/2017	Represa com volume normal em período de seca.	Não
06/04/2018	Represa cheia em período de chuvas.	Não
12/08/2018	Represa em período de seca.	Não

Fonte: Pesquisa Direta. Os autores (2019).

As amostras foram coletadas todas em barco a motor, devido à profundidade e o risco de mobilizar sedimento de fundo, possível de ocorrer por outros métodos, o que poderia alterar as características reais da água, tendo como metodologia as orientações do “Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras” da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2016)

Para observação da interface da zona fótica (Presença de luz) e afótica (Ausência de luz) foi utilizado um disco de Secchi (DS), mergulhado em uma zona de baixa turbulência do rio no exutório georreferenciado, observando sempre a sombra da embarcação sob céu aberto, recolhido à profundidade em centímetros, ou seja, da lâmina d'água até onde a faixa de luz penetra no meio aquático. Por este método foi determinada a profundidade das coletas das demais amostras de água para análise em campo e laboratório.

Para as análises de temperatura foram utilizados o termômetro digital portátil Instrutherm TH-1300, pelo qual foram obtidas as temperaturas dentro da zona fótica na coleta. A leitura da turbidez foi realizada seguindo o mesmo princípio utilizando o turbidímetro da marca Hanna modelo HI 93703. O equipamento de condutividade utilizado foi o condutivímetro portátil Marte MB11-P. As análises de pH também foram coletadas dentro da zona fótica e o medidor foi o modelo portátil Instrutherm PH-1900. Todas as leituras foram

realizadas em triplicata no ponto de coleta, sendo assim, é possível observar (figura 03) alguns dos equipamentos de análise a campo.

Figura 03: Equipamentos utilizados para coleta em campo.



Foto: Os autores (2019).

Para análise de oxigênio dissolvido, utilizou-se o método de Winkler, modificado pela Azida Sódica, o qual foi utilizada uma garrafa de Van Dorn em campo, para coletar dentro da zona fótica sem criar bolhas de ar, que poderia “mascarar” os resultados reais. As amostras de água foram acondicionadas em frascos de vidro, com o cuidado de não criar bolhas de ar e imediatamente foram adicionados os fixadores, sendo eles: 2 ml de solução de sulfato manganoso e 2 ml do reagente azida sódica, na amostra coletada. Os frascos foram tampados com tampa de selo de água e acondicionados em caixa térmica com gelo, a fim de diminuir ao máximo o metabolismo da amostra para posterior análise em laboratório.

As análises de água foram processadas posteriormente, dentro do limite de 24 horas, no Laboratório de Geologia e Pedologia da UNESP - Câmpus de Ourinhos. Para a análise de oxigênio dissolvido (segunda etapa), utilizou-se de 2 ml de ácido sulfúrico e titulou-se o iodo liberado com solução de tiosulfato de sódio 0,025 N, usando indicador de amido, até o desaparecimento da cor azul intensa para incolor. Os resultados foram obtidos multiplicando o valor gasto de tiosulfato de sódio por 2, e novamente multiplicando pelo fator de correção do tiosulfato, tendo o resultado do oxigênio dissolvido expresso em mg/l.

Para as amostras dos sólidos em suspensão totais utilizou-se o método gravimétrico Standard Methods (2012), utilizando equipamento de filtração acoplado em bomba de vácuo da marca Primatec modelo 132. Os papéis de filtro de fibra de vidro foram de 47 mm de diâmetro, marca Macherey Nagel modelo 85/90 tendo como gramatura de 0,45 µm e os filtros

foram identificados em triplicata, acondicionados em placa de petri e secos anteriormente ao processo de filtração na estufa da marca Fanem, modelo 315 SE, sendo aclimatados posteriormente em dessecador com sílica até atingir a temperatura ambiente sem adição de umidade por 4 horas. Para pesagem dos filtros, utilizou-se de uma balança analítica da marca Gehaka, modelo AG 200. As amostras de água contendo 1000 mililitros foram filtradas, sendo retidos os materiais particulados orgânicos e minerais, que foram secos na estufa mencionada anteriormente, por 24 horas em uma temperatura constante de 60 °C, e posteriormente acondicionados em dessecador até atingir a temperatura ambiente por 4 horas, obtendo os valores dos filtros secos. A fórmula se resume em:

$$\text{TSS} = \frac{\text{PF} - \text{PI}}{\text{Vol. (L)}} \times 1000$$

Sendo o **TSS** o resultado do Total de Sólidos em Suspensão; **PF** o peso final em gramas; **PI** o peso inicial em gramas; **Vol.** a quantidade de água que passou pelo filtro. O resultado da divisão é multiplicado por mil.

A elaboração do mapa de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Novo ocorreu por meio das imagens do satélite Landsat-8, obtidas no site do INPE, as quais foram descompactadas e importadas para o banco de dados do SIG ArcGIS 10.3 (ESRI, 2014). Após, foram aplicadas técnicas de processamento digital de imagens (PDI), em que foram realizadas a fusão das imagens por meio das bandas (B4) Vermelho (0,630 – 0,680 µm); (B3) Verde (0,525 – 0,600 µm) e (B2) Azul (0,450 – 0,515 µm), todas com resolução espacial de 30 metros. Para melhorar a resolução espacial, adicionou-se a banda pancromática B8 (0,500 - 0,680), fundindo em uma imagem com resolução espacial de 15 metros. O processo ocorreu pelo algoritmo do SIG ArcGIS *Composite bands* e posteriormente as imagens foram projetadas para o sistema UTM 22 Sul, datum SIRGAS 2000.

Para a classificação do uso e cobertura da terra, utilizou-se do algoritmo do Sistema de Informação Geográfica (SIG) citado com a ferramenta de segmentação “*Segment Mean Shift*”, disponível na extensão “*Spatial Analyst*”, sendo aplicada para cada fusão de imagem das datas 26/09/2017; 12/10/2017; 06/04/2018; 12/08/2018. Os limites de detalhamento espectral e espacial foram selecionados de modo empírico, chegando ao valor 18, que foi o mais representativo, pois os comportamentos espectrais se assemelharam aos alvos de diferentes tamanhos agrupando-os em uma mesma imagem. Para cada segmento delimitou-se um valor mínimo de 10 pixels para sua constituição.

As amostras de treinamento das classes temáticas foram selecionadas pela ferramenta

“*Image classification*”, separando os alvos dentro das classes do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013) com algumas adaptações feitas pelos autores, tendo sido adicionadas duas classes a mais por serem representativas para a pesquisa: Solo Exposto e Palhada. Assim, ficaram as amostras de treinamento selecionadas da seguinte maneira: Cultura Temporária (soja, milho, trigo, cana de açúcar), Cultura Permanente (Cítrus e café), Pastagem, Florestal, Palhada, Solo Exposto, Área Urbana e Água.

De forma a evitar equívocos no momento da classificação, utilizou-se como base as informações do Sistema de Análise Temporal da Vegetação (SATVeg) disponibilizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) de forma gratuita. Este banco de dados disponibiliza para observação a análise temporal e espacial e assinaturas espectrais dos índices vegetativos de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e EVI (Índice de Vegetação Realçado), fazendo com que seja possível efetuar uma melhor identificação da vegetação e evitar erros visuais no processo.

Dentro deste conceito, estipulou-se no mínimo 50 amostras para cada classe e após obtê-las, utilizou-se a ferramenta “*Interactive supervised classification*”, método interativo de classificação supervisionada por máxima verossimilhança, gerando o mapa final com os usos preponderantes. Os erros que foram apresentados devido à semelhança das assinaturas espectrais, como por exemplo o de culturas permanentes de citricultura e áreas de mata nativa pouco densas, foram corrigidas manualmente atribuindo a real classificação da amostra por meio da tabela de atributos do SIG utilizado.

Para estabelecer as áreas de cultivo na unidade de km² de cada uso, foi utilizada a tabela de atributos unindo os respectivos polígonos por classe em um só, e em seguida calculada a área específica pela ferramenta “*Calculate Geometry*” do SIG ArcGIS.

RESULTADO E DISCUSSÃO

O levantamento do uso e cobertura da terra é fundamental para observação das mudanças que o homem realiza ao longo do tempo no meio ambiente, os quais podem atenuar ou contribuir com o processo erosivo acelerado.

Na tabela 1 estão apresentadas as áreas das classes de uso e cobertura da terra e os resultados da mudança ao longo da pesquisa.

Tabela 1. Uso e cobertura da terra na bacia do Rio Novo de 10/09/2017 a 12/08/2018

Classe	10/09/2017		12/10/2017		06/04/2018		12/08/2018		Período Total
	Área km ²	Área %	Manteve (M) Redução (R) Ampliação (A)						
Água	0,95	0,09	0,95	0,09	0,95	0,09	0,59	0,06	0,03 (R)
Área Urbana	0,39	0,04	0,39	0,04	0,39	0,04	0,39	0,04	0,00 (M)
Cultura Permanente	76,96	7,29	8,72	0,83	35,247	0,33	12,86	1,22	6,07 (R)
Cultura Temporária	167,05	15,83	167,01	15,82	528,11	50,04	189,52	17,96	2,13 (A)
Florestal	111,60	10,57	128,19	12,15	129	12,22	126,89	12,02	1,45 (A)
Palhada	41,76	3,96	12,74	1,21	11,83	1,12	0,03	0,00	3,95 (R)
Pastagem	342,70	32,47	342,41	32,44	253,16	23,99	232,24	22,00	10,47 (R)
Solo Exposto	314,00	29,75	395	37,43	128,45	12,17	492,89	46,70	16,95 (A)

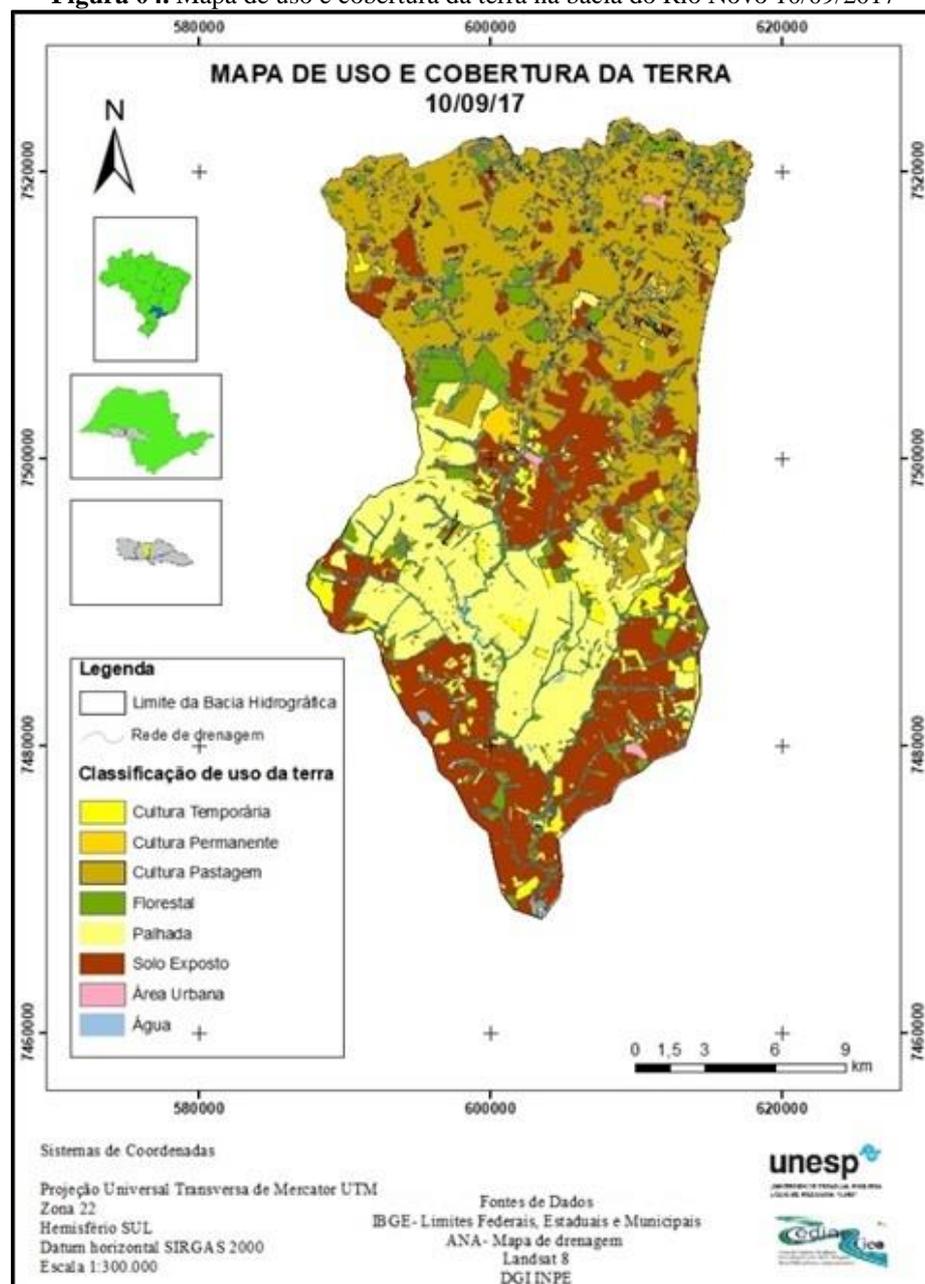
Fonte: Pesquisa Direta. Organização: Os autores (2019).

Resultados de Demarchi (2012) indicam que a magnitude das perdas pela erosão hídrica depende de uma série de fatores, sendo que as que mais se destacam são a cobertura vegetal e a declividade, nesse contexto conforme a tabela 1 apresenta é possível observar que a classe Pastagem é a mais representativa na data de 10/09/2017, estando com 32,47% da área total da bacia do Rio Novo, já a classe Solo Exposto ficou em segundo lugar com 29,75% e em terceiro a Cultura Temporária com 15,83%, observa se que nas datas posteriores de coletas das imagens a classe Pastagem foi perdendo espaço para cultura Temporária que foi avançando rumo ao norte da bacia, este tipo de cultura apresenta como característica de sub produto após colheita a palhada e conforme o manejo do solo esta pode ser mantida ou incorporada ao solo, favorecendo a estruturação da fauna edáfica por meio da matéria orgânica, porém em algumas culturas temporárias a quantidade de palha é facilmente degradada, deixando solo exposto em um período de tempo relativamente curto, devido à baixa concentração de lignina, Moreira e Siqueira (2006) afirma que plantas mais jovens possui menos 5% de lignina, já as plantas mais adultas possuem 15% de seu peso em lignina, está macromolécula amorfa oferece rigidez,

impermeabilidade e resistência a ataque microbiológicos e mecânicos ao tecido vegetal, contribuído com o solo na proteção seja como matéria orgânica viva ou matéria orgânica morta.

Dentro deste contexto a classe de Cultura Temporária na bacia do Rio Novo corresponde principalmente as culturas de soja, milho e a cana-de-açúcar, plantas que após a colheita tem como subproduto a palhada, porém de baixa resistência a degradação, deixando o solo protegido ao longo do tempo (figura 04).

Figura 04. Mapa de uso e cobertura da terra na bacia do Rio Novo 10/09/2017



Organização e Geoprocessamento: Os autores (2019).

Devido ao processo mecânico da colheita e a baixa concentração de lignina na parede celular da planta, a matéria seca é ciclada com a ajuda da fauna edáfica, se tornando

biodisponível para novas plantas, Primavesi (2009), desta forma, por mais que se tenha uma vegetação nesta área, este fator de baixa duração da matéria orgânica na superfície do solo predispõe a vulnerabilidade à erosão, principalmente nas regiões da bacia com presença de Neossolos e Argissolos onde erosões hídricas se destacam mais. Kichel et al. (2009) afirmam que a baixa densidade de plantas na superfície do terreno contribui para a erosão laminar, e com o acréscimo de biomassa a infiltração é favorecida, evitando a perda de solos e nutrientes que tendem a ir parar nos fundos de vales.

De acordo com Martins et al. (2003), a falta de medidas de conservação do solo e a erosão hídrica são os causadores da diminuição da produtividade dos solos, pois o material erodido promove o assoreamento dos recursos hídricos e a eutrofização da água, devido às camadas superficiais do solo serem ricas em nutrientes e matéria orgânica.

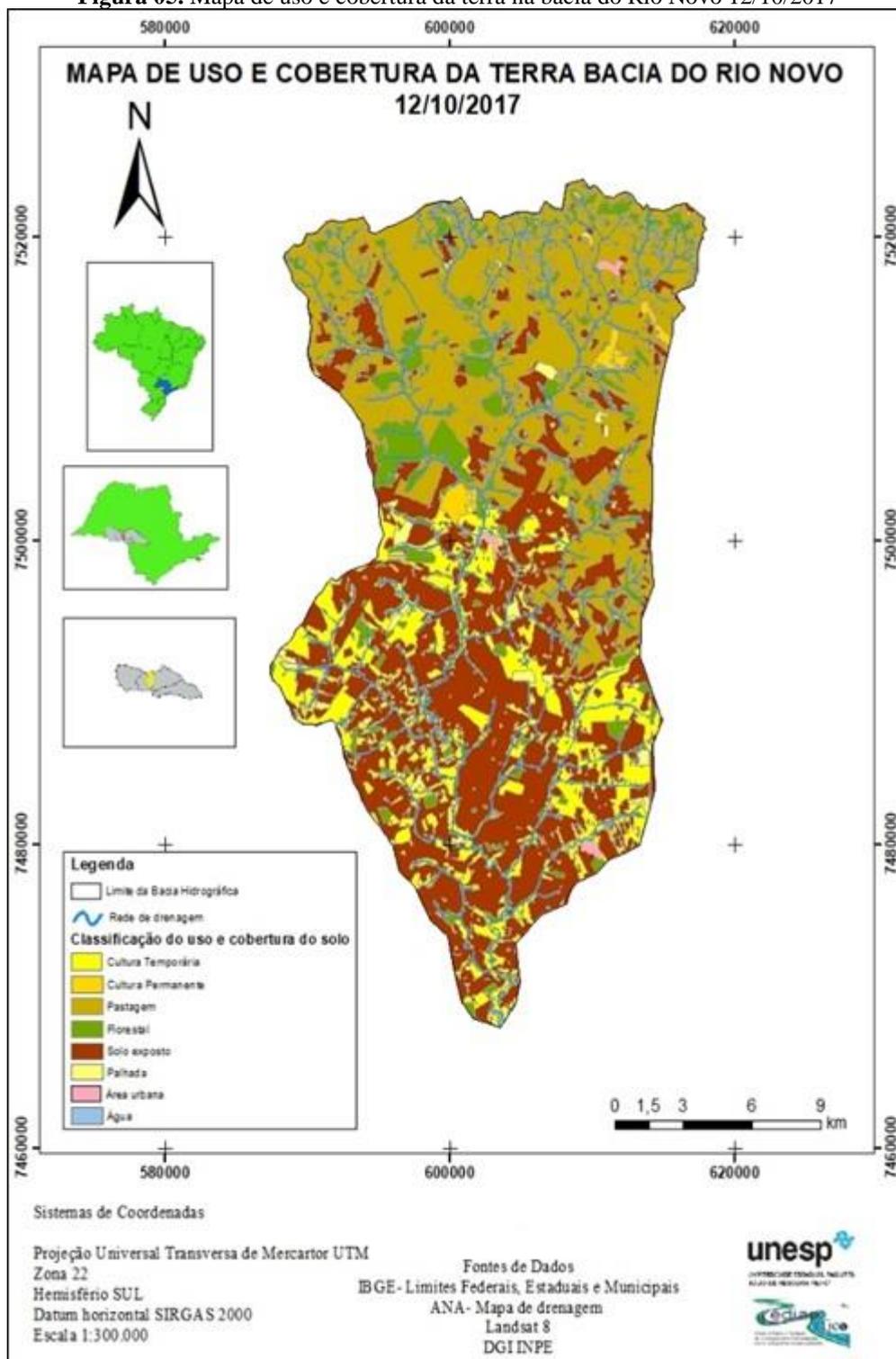
Wincander e Monroe (2009, p. 139) afirmam sobre a erosão hídrica e a importância a ser dada a ela:

Da perspectiva humana, os solos não são renováveis, de modo que as pessoas estão alarmadas pelas perdas de solo que excedem a sua taxa de formação. De modo semelhante, qualquer redução na fertilidade e na produtividade do solo é causa para a preocupação, especialmente em áreas onde os solos já permitem somente uma existência marginal. Por essa razão, a degradação do solo, que inclui a erosão, assim como a deterioração química e física, é um problema sério em muitas partes do mundo.

Observa-se na coleta do dia 12/10/20 (figura 05), que a alteração principal no uso e cobertura da terra em relação à coleta de 10/09/2017 (figura 04), é a incorporação da palhada, ficando o solo exposto com uma diferença de 32 dias entre as coletas das imagens, desta forma, tivemos uma redução da Classe Palhada de 2,75% (29,02 Km²), para um aumento de 7,64% na Classe Solo Exposto (80,95 Km²). Neste contexto Bertoni e Lombardi Neto (2008) destacam a importância das práticas conservacionistas, a fim de evitar a degradação do solo, com culturas que promovam a proteção e a estruturação a fim de evitar que os solos fiquem expostos.

Segundo Bertol et al. (2000), as práticas conservacionistas devem levar em consideração o comprimento de rampa e considerar os limites e tipos de culturas que recobrem o solo, proporcionando uma maior capacidade de dissipação da energia da água e diminuindo os processos erosivos. Neste contexto a classe Cultura Permanente, que é composta principalmente por espécies arbóreas, também teve uma redução de 6,47% (68,29 Km²), sendo esta diminuição fruto de áreas onde foi realizado o possível desbaste na cultura de citros e café, deixando o solo exposto à erosão.

Figura 05. Mapa de uso e cobertura da terra na bacia do Rio Novo 12/10/2017

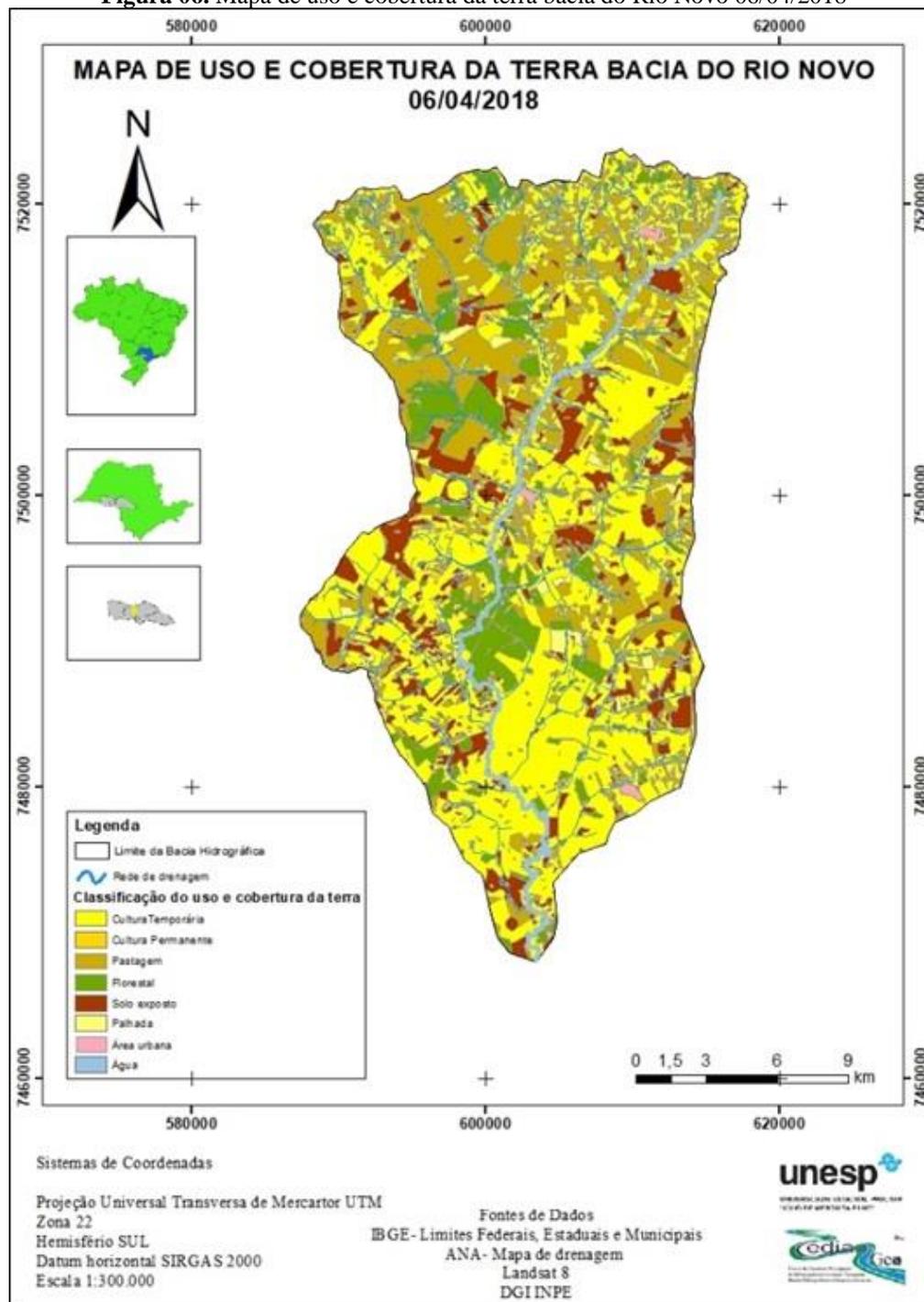


Organização e Geoprocessamento: Os autores (2019).

Neste contexto é possível observar o avanço ao norte da cultura temporária (figura 6) em relação as coletas do dia 10/09/2017 (figura 04) e 12/10/2017 (figura 05), essa diferença representa um acréscimo de 34,21% (361,06 Km²) e uma redução de 8,46% na Classe Pastagem (89,29 km²) a qual cedeu espaço para esta classe, também se destaca a redução da Classe Solo

Exposto em 25,26% (266,60 Km²) a qual nesta época do ano está coberta de vegetação, principalmente de cana-de-açúcar, onde segundo a Rudorff et al. (2004) as melhores épocas de colheita da cana são entre os meses de abril e novembro, para a Região Centro-Sul, fato que pode ser observado entre os mapas de uso da terra representados nas coletas dos dias 10/09 (figura 4), 12/10/2017 (figura 5) e 06/04/2018 (figura,06).

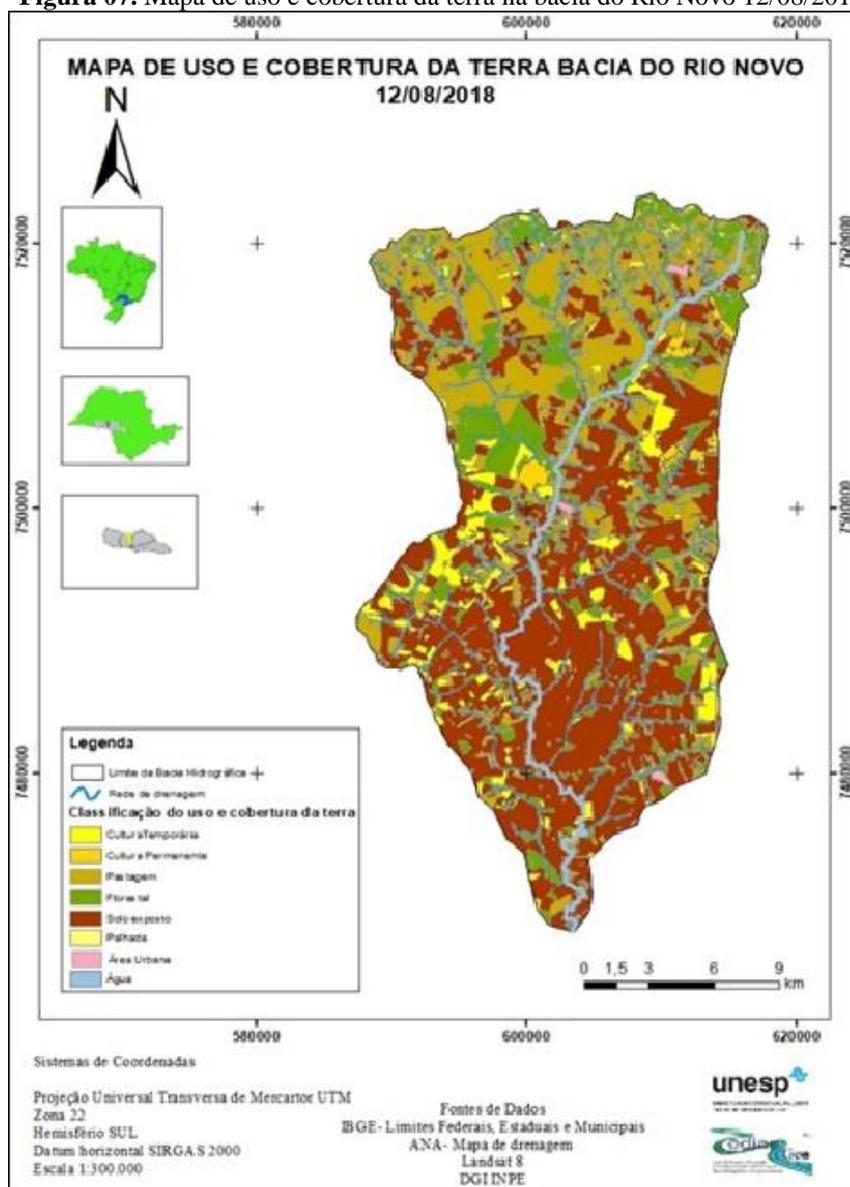
Figura 06. Mapa de uso e cobertura da terra bacia do Rio Novo 06/04/2018



Organização e Geoprocessamento: Os autores (2019).

Durante toda a pesquisa algumas classes ganharam áreas e outras perderam, dentre as que mais se destacam nas perdas foram a classe Pastagem e a Cultura Permanente, estando a Classe Pastagem com uma redução total de sua área desde o início da pesquisa em 10,47% (110,5 Km²), já a classe Cultura Permanente, teve um uma redução de 6,07% (64,06 Km²), sendo essas reduções provavelmente provocadas pelo aumento da área de cana-de-açúcar ao norte da bacia (alto Rio Novo), tomando o território que até anteriormente era de pastagens, sendo algumas delas degradadas com vários pontos de erosão, dessa forma, é possível verificar essa rotatividade, onde novamente a classe Solo Exposto tem um novo acréscimo de 34,53% (364,43 km²), comprovando o ciclo proporcionado pela classe de Cultura Temporária (figura 07).

Figura 07. Mapa de uso e cobertura da terra na bacia do Rio Novo 12/08/2018



Organização e Geoprocessamento: Os autores (2019).

Esta região possui predominantemente Argissolos que de acordo com a (EMBRAPA, 2010) tendem a ser mais suscetíveis aos processos erosivos devido à relação textural da fração argila elevada presente nestes solos, que implica em diferentes taxas de infiltração dos horizontes superficiais e subsuperficiais, exigindo práticas conservacionistas para o controle da erosão. Pesquisas de Martins Filho et al. (2009) afirmam que áreas de Argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar proporcionaram um acréscimo da taxa de infiltração de água no solo, assim como a redução na taxa de erosão, característica que conforme o manejo pode atenuar as erosões que se apresentam em maior concentração nesta área.

As Classes Solo Exposto e Palhada subentende-se que fazem parte da classe Cultura Temporária, porém foram classificadas desta forma para averiguar a relação com a água, sendo assim, observa-se que a classe Solo Exposto teve um acréscimo de 16,95% (178,89Km²) e a classe Palhada uma redução de 3,95% (41,69 Km²), considerando essas classes pertencentes a classe Cultura Temporária temos um acréscimo durante o período de pesquisa de 15,13% (159,68 Km²) em culturas que variam entre soja, milho e principalmente a cana-de-açúcar.

A classe Florestal, caracterizada pelos fragmentos de Mata Nativa e as Áreas de Proteção Permanente tiveram um aumento de 1,45% (15,30 Km²), esse aumento ocorreu principalmente ao longo dos cursos hídricos, podendo ser fruto da dissipação das sementes de plantas adultas ou plantadas para recomposição da Área de Proteção Permanente. A classe Área Urbana manteve-se com a mesma porcentagem de 0,09% (0,39 Km²) durante a pesquisa. Já a classe Água teve uma redução de área de 0,03% ou seja (0,32 Km²); esta diminuição pode ser fruto de açudes que foram destruídos ou assoreados a ponto de macrófitas cobrirem toda a superfície da água e a assinatura espectral de onde era água ser alterado para a resposta espectral de vegetação.

A primeira coleta de água ocorreu no dia 26/09/2017 de forma atípica, pois a represa estava abaixo do nível normal (Figura 08).

Figura 08. Represa abaixo do nível.



Foto: Os autores (2019).

Os resultados da coleta do dia 26/09/2017 se destacaram em relação aos demais, principalmente no que se refere às análises físicas, transparência, turbidez, sólidos totais em suspensão e temperatura, (Figura 09).



Fonte: Pesquisa Direta. **Organização:** Os autores (2019).

O aumento dos resultados nos parâmetros das análises físicas pode ter sido causado pelo baixo volume de água na represa, pois descarta-se a precipitação, uma vez que de acordo com estação automatizada do CIAGRO, localizada nas coordenadas UTM, zona 22 Sul, 7.464.982 N e 611.820 E, distante 9,5 km do ponto de coleta, não ocorreram chuvas no período de 15 dias que se antecederam. Santos et al. (2013) afirmam que este comportamento pode ser explicado pelo aumento da velocidade da água, isso faz com que as partículas que estavam sedimentadas entrem novamente em suspensão elevando a turbidez. Os resultados de Rocha et al. (2010) afirmam que o aumento da velocidade de um rio proporciona um aumento da salinidade detectada no condutivímetro, (ESTEVES, 2011; TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2008) relatam existência direta de uma correlação entre sólidos dissolvidos e a condutividade da água, pois sais podem estar agregados às partículas minerais ou orgânicas que estão em suspensão, fato que pode ser observado nas análises físicas de transparência, turbidez e sólidos em suspensão, cujo aumento acompanhou o comportamento do parâmetro químico. O nível de oxigênio ficou abaixo do recomendado pela Portaria 357/2005 do CONAMA, que é de 6 mg/L para águas de classe 1. Esteves (2011) afirma que concentrações de oxigênio baixas, “hipoxia” ou “anoxia” no meio aquático, podem causar mortandade de peixes, mesmo em ambientes livres da poluição antrópica como em lagos no interior da Amazônia. Observa-se que o aumento da turbidez pode ter contribuído para a diminuição do oxigênio dissolvido na água, uma vez que a luminosidade da água diminuiu, afetando assim o metabolismo dos organismos que fazem a fotossíntese nesse meio. Os demais parâmetros físicos apresentaram as alterações

influenciados pela turbidez, porém junto com pH mantiveram-se dentro dos limites da resolução CONAMA nº 357/2005 para águas de classe 1.

A coleta realizada no dia 12/10/2017 ocorreu com a represa em seu nível normal, sendo observada a campo uma grande quantidade de macrófitas mortas submersas devido à desidratação ocorrida no período em que a represa estava com o nível baixo. O Rio Novo já não apresentava turbulência, pois sofria com a influência do nível do represamento, dessa forma, observou-se uma diferença abrupta no parâmetro sólidos em suspensão dentro do período de 16 dias, decaindo de 46,18 para 12,55 mg/L, o que resulta em uma diferença de 33,63 gramas a cada 1m³ de água de partículas coloidais a menos sendo aportadas na represa, sejam essas partículas de origem mineral ou orgânicas. Este material que se encontra sedimentado na foz, possivelmente é oriundo de toda área de contribuição da bacia e entrou em suspensão elevando os valores dos parâmetros físicos, como turbidez, sólidos em suspensão e a luminosidade na data anterior, na coleta 12/10/2017 (figura 10), observa-se as diferenças se comparadas com a Coleta 26/09/2017 (figura 09).

Figura 10. Parâmetros físico-químicos da água no dia 12/10/2017.



Fonte: Pesquisa Direta. **Organização:** Os autores (2019).

A consequência dessa alteração podem ser explicadas, pois a luminosidade proveniente do sol, ao ser atenuada pelas partículas coloidais, interferem substancialmente na estrutura térmica do meio aquático, alterando padrões de circulação e estratificação da massa d'água, diminuindo o processo fotossintético dependente da radiação solar que ocorre nas faixas de 400 a 700 nm, prejudicando o ecossistema do meio aquático, já que apenas uma fração é utilizada, devido a sensibilidade seletiva dos cloroplastos (ASSIS; MENDEZ, 1989). Esta característica pode ser observada na diferença entre a primeira coleta 26/09/2017 e a segunda coleta 12/10/2017 no parâmetro oxigênio dissolvido, que responde bem a este tipo alteração, pois em ambientes com turbidez elevada o processo fotossintético fica prejudicado. O

parâmetro turbidez apresentou também uma redução, se comparada com a coleta do dia 26/09/2017 (Figura 09) com a coleta 12/10/2017 (figura 10), o oxigênio dissolvido teve aumento pois com a diminuição da turbidez e a alta penetração de luz (detectada pela transparência da água pelo disco de Secchi no dia 12/10/2017 as plantas aquáticas foram influenciadas e aumentaram a produção de oxigênio promovida pela fotossíntese.

Na terceira coleta de água realizada no dia 06/04/2018 (figura 11) ficou destacada a turbidez, que ficou acima da primeira coleta, cujo exutório estava totalmente alterado devido ao rebaixamento da represa. Neste dia, a água do exutório apresentava uma coloração verde, com grande presença de plâncton, reduzindo a taxa de transparência e consequentemente aumentando a turbidez, porém não influenciado por materiais em suspensão, a qual é detectada pela análise de sólidos em suspensão, ficando abaixo da primeira coleta junto com a condutividade elétrica apresentando uma correlação com os sólidos em suspensão, concluindo assim que a turbidez e a luminosidade não dependem somente da quantidade de partículas oriundas do material mineral em suspensão, podendo também ser influenciadas pela produção de algas.

Observa-se que o oxigênio dissolvido quase não alterou se comparado com a coleta do dia 12/10/2017 que considerou o nível do normal no reservatório, com uma diferença 1,9 mg/L na primeira coleta onde o reservatório estava muito baixo, justificando a coloração verde da represa. Isso evidencia o processo de fotossíntese, que devido ao horário da coleta (13:30 h), está em seu pico de produção, e também à possível sugestão de aporte de nutrientes no rio devido ao período das chuvas, em que a erosão laminar ou a lavagem promovida pela precipitação nas cidades encaminha para as baixas vertentes e rios todo tipo de composto de origem orgânica ou química, que se torna biodisponível para estes pequenos microrganismos produtores realizarem a digestão, tornando-os então disponíveis para a cadeia alimentar no meio aquático.

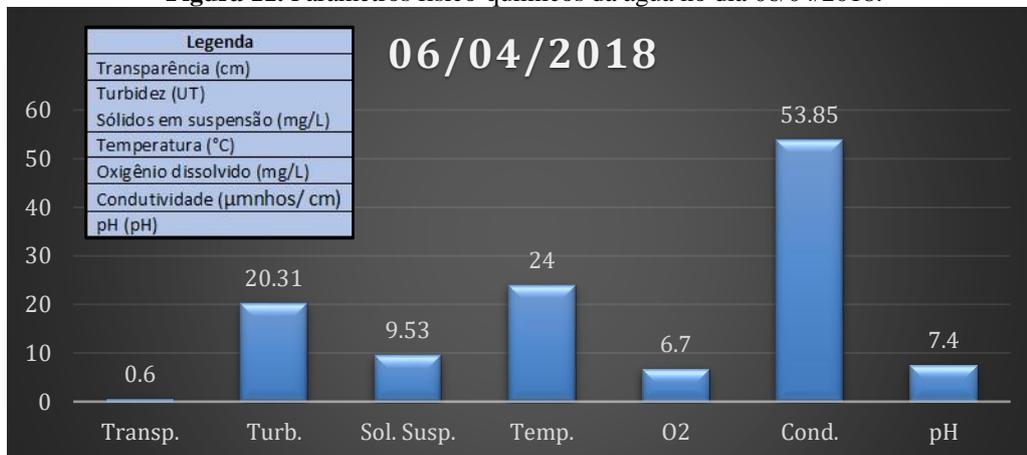
Neste pensamento Tundisi e Tundisi (2008, p.95) afirmam que:

As águas naturais têm uma composição química bastante complexa, em razão do grande número de íons dissolvidos, de substâncias orgânicas resultantes das condições naturais das bacias hidrográficas e atividades humanas. Outra fonte de substâncias e elementos é a atmosfera. Há grande variabilidade na composição química das águas naturais, em decorrência da geoquímica do solo e das rochas que constituem o substrato das bacias hidrográficas. O balanço de materiais nos ecossistemas aquáticos é também resultado das atividades dos organismos (excreção, respiração, biopertubação).

De acordo com Esteves (2011) a comunidade presente no meio aquático, possui rápida capacidade de adaptação com a redução ou produção de espécies, como exemplo as

cianobactérias que em ambientes com alta concentração de nutrientes (eutrofização) aumentam substancialmente nos períodos mais quentes do ano e diminuem nos períodos mais frios.

Figura 11. Parâmetros físico-químicos da água no dia 06/04/2018.



Fonte: Pesquisa Direta. **Organização:** Os autores (2019).

Para as análises de água realizadas no dia 12/08/2018 (figura 12), ficou evidenciada sua temperatura mais fria em relação às demais coletas, devido ao clima neste dia.

Figura 12. Parâmetros físico-químicos da água no dia 12/08/2018.



Fonte: Pesquisa Direta. **Organização:** Os autores (2019).

Durante todas as coletas o parâmetro pH manteve-se dentro do padrão estipulado na resolução CONAMA nº 357/2005, assim como a turbidez e os sólidos em suspensão. Já o parâmetro Oxigênio Dissolvido ficou abaixo do limite somente na primeira coleta para águas de classe 1, sendo que o estabelecido pela resolução é acima de 6 mg/L. Nas demais Classes ficou dentro do limite estabelecido para águas de classe 1.

A fim de verificar se ocorreu alguma diferença significativa durante o período de pesquisa no exutório, aplicou-se o teste estatístico de Análise de Variância (ANOVA) Kruskal-Wallis e teste *post hoc* de Tukey sobre os parâmetros físico-químicos da água. Para comparação

dos dados amostrais foi realizada uma padronização com o escore normalizado Z , determinado de acordo com a relação.

$$Z = \frac{(x - \bar{x})}{DP_{amostra}}$$

Em que x representa o dado amostral obtido para cada parâmetro, \bar{x} representa a média amostral e DP o desvio padrão da amostra.

Para todas as comparações de grupo estatísticos realizados não foi observada uma correlação significativa, bem como não foi demonstrada uma diferença significativa ($p > 0,005$) entre os quatro conjuntos amostrais, para as sete variáveis físico-químicas estudadas.

Observando as variações no uso e cobertura da terra e os resultados estatísticos das coletas de análises de água, conclui-se que as alterações ocorridas no uso e cobertura da terra não influenciam os resultados no exutório do Rio Novo, sendo, somente a primeira coleta que sofreu alteração fora do enquadramento de classe 1, para o parâmetro de Oxigênio Dissolvido.

Os resultados demonstram que os objetivos do trabalho foram atingidos, porém sugere-se que a pesquisa continue a fim de aumentar o número amostral e acompanhar as alterações que possam ocorrer em uma série de tempo mais longa.

Neste contexto, por mais que as análises estatísticas não demonstraram correlação significativa, Machado et al. (2003) afirma por meio de seus resultados que uma elevada atenção deve ser dada para a gestão das bacias hidrográficas, de forma a identificar as “áreas ambientalmente sensíveis” a fim de ter um manejo conservacionista, evitando ao máximo os processos erosivos, pois caso contrário, as APP não serão suficientes para proteger os cursos d’água.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados do trabalho, é possível afirmar que as alterações que ocorreram no uso e na cobertura da terra da bacia do Rio Novo, não influenciaram na qualidade da água no exutório da represa de Salto Grande Rio Paranapanema, inclusive nos períodos de entressafra, no qual a cobertura vegetal diminuiu significativamente, expondo o solo a processos erosivos, como os que ocorreram no alto Rio Novo, onde a susceptibilidade à erosão devido a classificação do solo é identificada como alta por Demarchi e Zimback (2014).

O material dos processos erosivos transportado da alta vertente para a baixa vertente perdeu energia ao longo do percurso, depositando-se próximo ou no curso da água, alterando

as características do curso hídrico de forma abrupta somente quando a represa estava abaixo do nível considerado normal, onde possivelmente em algum momento, ocorreram a inexistência de mecanismos de proteção e conservação do solo, favorecendo a deposição deste material no exutório.

As ferramentas oferecidas pelo Sistema de Informação Geográfica, foram fundamentais na identificação da alteração do uso e cobertura da terra, com elas foi possível elaborar os mapas de estudo na bacia do Rio Novo com os valores de área e porcentagem para cada tipo de classe, solo e vulnerabilidade à erosão.

Visualmente, se verifica que as alterações ocorridas à montante da bacia hidrográfica do Rio Novo podem ser detectadas no exutório, porém os resultados da pesquisa expõem que há a necessidade de análises mais específicas, pois os resultados aqui são o produto de uma pesquisa exploratória, portanto, justifica-se a necessidade da continuidade da pesquisa para obtenção de resultados comprobatórios e conclusivos em séries mais longas, em conjunto com outras ferramentas como a instalação de uma estação fluviométrica e sedimentométrica na foz do Rio Novo e o acompanhamento em outros pontos a montante na bacia, principalmente após as precipitações a fim de poder acompanhar o uso e a cobertura da terra e sua relação com a qualidade da água, oferecendo ao poder público ferramentas para predizer possíveis danos ambientais que possam estar ocorrendo a montante, tendo como principal objetivo a preservação da bacia hidrográfica como um todo.

REFERÊNCIAS

APHA, 2012. **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**, 22nd Ed.: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC.

BERTOL, I., COGO, N.P., LEVIEN, R. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo após as colheitas de milho e trigo, na presença e ausência dos resíduos culturais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.409-418, 1997.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO.F.; **Conservação do solo**. 6. Ed. São Paulo: Ícone, 2008.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº357**, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, DF.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**. São Paulo, 2016.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB.
Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo 2017. São Paulo, 2017.

DEMARCHI, J. C. **Geotecnologias aplicadas a estimativas de perdas de solo por erosão hídrica na sub-bacia do Ribeirão das Perobas, município de Santa Cruz do Rio Pardo – SP**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

DEMARCHI, J. C.; ZIMBACK, C. R. L. Mapeamento, erodibilidade e tolerância de perda de solo na sub-bacia do Ribeirão das Perobas. **Revista Energia na Agricultura**, v. 29, n. 2, p. 102-114, 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 356 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de Análise Temporal da Vegetação-SATVeg**. Campinas, 2014. Disponível em <<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/satveg/login.html>> Acesso em 13 de junho de 2018.

EMBRAPA. **Agência Embrapa de inovação tecnológica**. Argissolos, 2010. Disponível em:<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g5twggzi02wx5ok01edq5sp172540.html>. Acesso em 2 Nov. 2019.

ESTEVEES, C. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2011.

FIGUR, C.; REIS, J. T. A influência do uso e cobertura da terra nos parâmetros da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Abaúna, em Getúlio Vargas, RS. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, Ciência e Natura. 2017;39(2):352-365.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Z.; LEITE, M. H. S.; COUTO, E. G.; AMORIM, R. S. S.; COSTA, E. L. da; MARASCHIN, L. Perdas de solo e nutrientes num latossolo vermelho amarelo ácrico típico, com diferentes sistemas de prepare e sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33 n. 3, Mar./Jun. 2009.

MACHADO, R. E.; VETTORAZI, C. A.; XAVIER, A. C. Simulação de cenários alternativos de uso da terra em uma microbacia utilizando técnicas de modelagem e geoprocessamento. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.727-733, 2003.

MARTINS FILHO, M.V.; LICCIOTTI, T. T.; PEREIRA, G. T.; MARQUES JUNIOR, J.; SANCHES, R. B. Perdas de solo e nutrientes por erosão num Argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar. **Revista Engenharia Agrícola**. Vol. 29 n° 1. Jaboticabal 2009.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; FONSECA, S.; MARQUES, J. J. G. S. M. Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais na região de Aracruz (ES). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.3, p.395-403, 2003.

MOITA, R.; CUDO, K. Aspectos gerais da qualidade da água no Brasil. **Anais... Reunião Técnica sobre Qualidade de Água Para Consumo Humano e Saúde no Brasil**, Ministério da Saúde. Brasília: Secretaria do Meio Ambiente, 1991.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2. Ed. Atual. E ampl. Lavras: Editora UFLA. p. 729: il. 2006.

OLIVEIRA, J. B. de; **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. IAC/EMBRAPA- Escala 1:500.000.1999.

PIROLI, E. L. **Água: por uma nova relação**. Jundiaí: Paco Editorial, 2016. 144 p.

PIROLI, E. L.; ISHIKAWA, D. T. K.; DEMARCHI, J. C. Análise das mudanças no uso do solo da microbacia do córrego das Furnas, município de Ourinhos - SP, entre os anos de 1972 e 2007, e dos impactos sobre suas áreas de preservação permanente, apoiada em geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 15., Curitiba. 2011, **Anais**. Curitiba: SBSR, 2011. p. 6333 - 6340.

PRIMAVESI, A. **Cartilha do solo: como reconhecer e sanar seus problemas**. Fundação Mokiti Okada e Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST. 2009. 71 p.

RUDORFF, B.F.T.; BERKA, L.M.S.; MOREIRA, M.A.; DUARTE, V.; XAVIER, A.C.; ROSA, V.G.C.; SHIMABUKURO, Y.E. Imagens de satélite no mapeamento e estimativa de área de cana-de-açúcar em São Paulo: ano-safra de 2003/2004. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.52, n.1, p.21-39, 2005

ROCHA, F. A.; OLIVEIRA, M. S. C.; MELO, A. R. B.; BARROS, F. M.; BARRETO, L. V. Variáveis de qualidade de água influenciadas pelo tipo e época de amostragem, no rio Catolé - BA. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, 2010.

SANTOS, Q. R; FRAGA, M. S.; ULIANA, E. M; REIS, A. S; BARROS, F. M. Monitoramento da qualidade da água em uma seção transversal do rio Catolé, Itapetinga-BA. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.16, 2013.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Rima: São Carlos, SP, 2003.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA, TUNDISI. T. **Limonologia**. São Carlos (SP): Oficinas de Texto, 2008.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2010.

WINCANDER, R.; MONROE, J. S. **Fundamentos da Geologia**. Traduzido por Harue Ohara Avritcher; Revisão técnica Mauricio Antônio Carneiro. São Paulo: Cengage Learning, 2009.