

Impacto do uso e ocupação da terra na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Nhapindazal, Irati (PR)

Impact of land use and occupation on the water quality of Nhapindazal river watershed, Irati, (PR)

Augusto Tomazzoni Lubenow¹
Paulo Costa de Oliveira Filho²(*)
Carlos Magno de Sousa Vidal³
Grasiele Soares Cavallini⁴
Yuren Caldeira Canterle⁵

Resumo

O objetivo desta pesquisa foi elaborar o mapa de uso e ocupação da bacia do rio Nhapindazal por meio de técnicas de processamento e classificação digital de imagens orbitais e buscar relações com as análises de qualidade da água obtidas em duas campanhas em diferentes locais da bacia, identificando-se os agentes poluidores. Foram utilizadas imagens de cinco metros de resolução espacial e o processo de classificação por regiões considerando dois parâmetros para classificação de imagens: limiar de similaridade e área mínima. Foram realizadas duas campanhas de coleta de água para análise em oito pontos estratégicos da bacia, sendo que em cada amostra coletada foi caracterizada para os seguintes parâmetros: pH, turbidez, fósforo total, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Sólidos Totais (ST), Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados demonstraram que alterações observadas nos valores dos parâmetros de qualidade da água possuem em alguns locais, relação com as acentuadas modificações do uso e ocupação da bacia nos últimos anos.

Palavras-chave: sensoriamento remoto; classificação automática; análise da água.

1 Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Endereço: PR 153, km 7, Riozinho, CEP: 84500-000, Irati, Paraná, Brasil; E-mail: guga-t@hotmail.com

2 Dr.; Engenheiro Florestal; Professor do Departamento de Engenharia Ambiental e Mestrado em Ciências Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Endereço: PR 153, km 7, Riozinho, CEP: 84500-000, Irati, Paraná, Brasil; E-mail: paulocostafh@gmail.com (*) Autor para correspondência.

3 Dr.; Biólogo; Professor do Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Endereço: PR 153, km 7, Riozinho, CEP: 84500-000, Irati, Paraná, Brasil; E-mail: cacavidal@yahoo.com.br

4 MSc.; Química; Técnica do Laboratório de Saneamento Ambiental e Qualidade da Água do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Doutoranda em Química na Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG; Endereço: PR 153, km 7, Riozinho, CEP: 84500-000, Irati, Paraná, Brasil E-mail: grasiele@irati.unicentro.br

5 Graduanda em Engenharia Ambiental na Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO; Endereço: PR 153, km 7, Riozinho, CEP: 84500-000, Irati, Paraná, Brasil; E-mail: Yurenc@gmail.com

Recebido para publicação em 12/12/2011 e aceito em 09/07/2012

Abstract

The objective of this research was to draw a map of use and occupation of the Nhapindazal River Basin, through processing techniques and digital classification of satellite images. The study also aimed at seeking for correlations between the images and the analysis of water quality obtained during two campaigns in different areas of the basin, identifying the pollutants. The images used were of 5 meters spatial resolution, and the process of classification by regions considered two parameters for image classification: similarity threshold and minimum area. Two campaigns were conducted to collect water for analysis in eight strategic points of the basin, and each collected sample was characterized in relation to the following parameters: pH, turbidity, total phosphorus, biochemical oxygen demand (BOD), Dissolved Oxygen (DO), total Solids (TS), Total Suspended Solids (TSS), total Dissolved Solids (TDS), total coliforms and Escherichia coli. The results showed that, in some places, the observed changes in the values of the water quality parameters are related to the marked changes in the use and occupation of the basin in recent years.

Key words: remote sensing; automatic classification; analysis of the water.

Introdução

As consequências da mudança do uso da terra têm repercutido na qualidade de vida das populações, afetando o equilíbrio ambiental das bacias hidrográficas. Embora a importância das bacias hidrográficas para sobrevivência da humanidade seja reconhecida pelos diferentes segmentos da sociedade, à medida que a demanda para os seus diversos usos (abastecimento, irrigação, geração de energia, entre outros) aumenta, as ações direcionadas para reverter o processo predatório de sua utilização continuam sendo implementadas de maneira bastante limitada (NASCIMENTO et al., 2005).

Dentre os recursos naturais fundamentais, a água é o que apresenta maior destaque, pois sua disponibilidade é fundamental a todas as espécies,

compreendendo tanto a sua qualidade como a sua quantidade. A qualidade da água está relacionada ao tipo de uso e deve ser mantido um constante monitoramento de suas qualidades físicas, químicas e biológicas a fim de impedir danos ao sistema aquático e, em última análise, à saúde humana (SARDINHA et al., 2008).

Existe uma grande variedade de conceitos para definir uma bacia hidrográfica, entre eles, aquele apontado por Botelho e Silva (2007), no qual as bacias hidrográficas constituem um sistema hidrogeomorfológico, e podem ser definidas como áreas que drenam água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto do canal fluvial.

No entanto, apesar da simplicidade do conceito apresentado, estudos e diagnósticos detalhados em bacias hidrográficas envolvem

muitas áreas de conhecimento e, portanto, passam obrigatoriamente por um crivo multidisciplinar. Uma das óticas mais importantes nos estudos de bacias hidrográficas está nos estudos de uso e ocupação da terra, elaborados com auxílio de técnicas de classificação de imagens produzidas por sensoriamento remoto, uma das principais ferramentas para o planejamento e manejo dessas áreas.

Apesar de apenas 20% da bacia do rio Nhapindazal se encontrar dentro dos limites da área urbana de Irati, há três bairros já implantados. Portanto, uma área que, pela importância como Bacia de Manancial que responde por 25% da água que abastece a cidade (SANEPAR, 2011), apesar de não fazer parte da área urbana oficialmente, a ocupação dessa bacia por áreas construídas de loteamentos recentes. Dessa forma, a bacia deveria até ser enquadrada pela lei do uso do solo urbano, que proíbe construções a menos de quinze metros das margens dos rios. Áreas de Preservação Permanente Urbana (APPU) surgem com uma temática bastante pertinente neste momento em que o tecido urbano começa a se desenvolver na bacia do rio Nhapindazal. Sabe-se que em muitas áreas do limite urbano de Irati nas proximidades principalmente do rio das Antas, a ocorrência de confrontos com a Resolução 303 do CONAMA é uma constante, e que tem como justificativa a precedência à Lei. No entanto, o processo de aumento da densidade de áreas construídas nestes locais continua conforme foi possível verificar nos últimos anos.

Este processo de ocupação tem ocasionado um efeito degradativo das formações ciliares. Para que seja possível obter informações sobre as condições da bacia hidrográfica do rio Nhapindazal, um dos principais mananciais que abastece a cidade de Irati, Paraná, o conhecimento da distribuição

espacial das várias formas de ocupação é fator preponderante como subsídio ao diagnóstico de uma bacia hidrográfica. As altas resoluções espaciais das imagens orbitais atualmente disponíveis permitem a obtenção de resultados mais precisos e com possibilidade de maior detalhamento na identificação dos mais diversificados elementos da composição urbana.

Conforme Venturieri e Santos (1998), a técnica de classificação por regiões, utilizando a segmentação prévia das imagens, agrupa pixels com características similares em termos tonais e texturais, formando regiões homogêneas a serem submetidas ao processo de classificação. Sabe-se que as técnicas de classificação por regiões, aplicadas a imagens orbitais de alta resolução têm sido conduzidas com sucesso através de aplicativos que utilizam mais de dois parâmetros no processo de segmentação. Por sua vez, em muitos trabalhos onde não se dispõe desses aplicativos, o processo de classificação tem ocorrido na maioria das vezes com uso de vetorização sobre tela ou ainda com uso de um reduzido número de classes utilizando somente dois parâmetros.

A qualidade da água é função das condições naturais como escoamento superficial e infiltração do solo e do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica. A interferência do homem, seja de uma forma concentrada, como na geração de despejos domésticos ou industriais quer de uma forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribui para introdução de compostos na água afetando a sua qualidade (SPERLING, 2005).

O desenvolvimento de um sistema de monitoramento, através de coleta de dados é de fundamental interesse à população e às autoridades como uma ferramenta de gerenciamento de recursos hídricos. Por meio de monitoramento, podem-se diagnosticar

problemas referentes à qualidade da água, e em um estudo mais aprofundado, conhecer as causas que levam a esses problemas. Com essa técnica, é possível prever soluções, permitindo tomadas de decisões para recuperação da qualidade do manancial em questão. Em se tratando de rios urbanos, o monitoramento tem relevante interesse a respeito da qualidade de vida da população, visto que rios em condições inadequadas aos seus usos previstos, não proporcionam o mínimo de condições

sanitárias, causando, desta maneira, doenças de veiculação hídrica.

O objetivo desta pesquisa é elaborar o mapa de uso e ocupação da bacia hidrográfica do rio Nhapindazal por meio de técnicas de processamento e classificação digital de imagens orbitais e avaliar uso e ocupação da terra com qualidade da água, sendo obtidos dados em duas campanhas em diferentes locais da bacia, identificando-se os possíveis agentes poluidores.

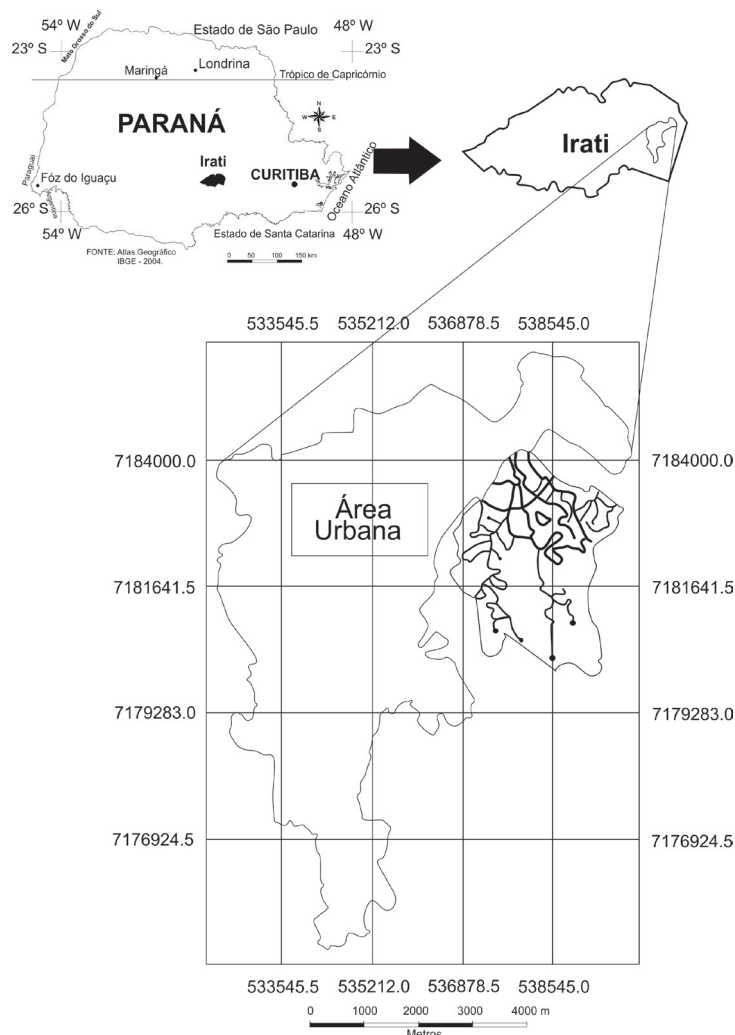


Figura 1. Localização da área de estudo com destaque para a da bacia do rio Nhapindazal, que como pode ser verificado, encontra-se na sua maior parte fora do limite urbano do município de Irati, Paraná

Materiais e Métodos

Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Nhapindazal está localizada parte em área urbana, e parte em área rural no município de Irati, definida entre as seguintes coordenadas UTM: X1= 536480, X2= 540057, Y1= 7179916 e Y2= 7184410; fuso 22, Sul. O município de Irati está localizado no Segundo Planalto Paranaense (Figura 1). A bacia hidrográfica estudada constitui uma bacia de manancial, e que apresenta grande importância como alvo de estudo, devido às mudanças que esta área vem sofrendo nos últimos anos. Apesar de já fazerem parte desta área, três bairros urbanos e novos loteamentos estão sendo implantados.

De acordo com a classificação de Koppen o clima é cfb, Clima Subtropical Úmido (Mesotérmico), com média do mês mais quente inferior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca, verões brandos e geadas severas demasiadamente frequentes (WONS,1933).

O ecossistema que compõe a região é a Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária). Também compõe a paisagem regional áreas de Reflorestamento, Agricultura, Pastagem e Tecido Urbano (IRATI, 2009).

Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais: Carta MI-2834/4, da localidade de Irati (PR), em escala 1:50.000 da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG); ortoimagens SPOT 5, fusionadas com resolução espacial de 5 metros, de 2006, cedidas pela Prefeitura Municipal de

Irati, o aplicativo SPRING versão 5.1.7. (CAMARA, 1996), máquina fotográfica digital Sony, modelo DSC-W310 (12.1 Mega pixels) e aparelho receptor de GPS de navegação marca Garmin modelo eTrex Vista H.

Metodologia

Para a elaboração deste trabalho, foi utilizado o sistema de informações geográficas e processamento de imagens SPRING, versão 5.1.7 para integrar imagens orbitais, dados obtidos em campo e de base cartográfica. A seguir, foi realizada a digitalização e o georreferenciamento da Carta, a partir da qual foram definidos, por meio das curvas de nível e dos cursos d'água, os limites da bacia do rio Nhapindazal.

O procedimento utilizado foi a classificação das imagens por regiões através da técnica de segmentação precedendo a classificação propriamente dita. Foram testados vários valores para os parâmetros de similaridade e área mínima para a obtenção de uma segmentação que fosse visualmente adequada. Foi realizado trabalho de campo com o uso de receptor de GPS de navegação e máquina fotográfica digital para auxiliar no trabalho de classificação.

Para as análises da qualidade da água, foram realizadas duas campanhas de coleta durante o ano de 2011, no intervalo de seis meses para a comparação de dados de períodos diferentes. Para a caracterização da qualidade da água do rio Nhapindazal foram coletadas oito amostras de água em locais diferentes ao longo dos cursos hídricos, sendo que os pontos abrangeram algumas nascentes, o exutório e também um ponto de captação de água para abastecimento da cidade de Irati (PR). As campanhas foram realizadas em março e em setembro.

As amostras de águas coletadas foram caracterizadas para os seguintes parâmetros: pH, turbidez, fósforo total, nitrogênio na forma amoniacal (NH_3), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Sólidos Totais (ST), Sólidos Suspensos Totais (SST), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), coliformes totais e *Escherichia coli*. Os métodos de análises empregados seguiram as padronizações descritas no *Standard Methods for Examination of the Water and WasteWater* (APHA, 1998). O material coletado foi encaminhado ao Laboratório de Saneamento Ambiental e Qualidade da Água, do Departamento de Engenharia Ambiental, situado na Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), campus de Irati, onde foram realizadas as análises que conforme Piveli e Kato (2005) são classificadas como físicas (turbidez, sólidos totais, suspensos e dissolvidos), químicas (DBO, OD, pH, fósforo e nitrogênio), e bacteriológicas (coliformes totais e coliformes fecais).

Resultados e Discussão






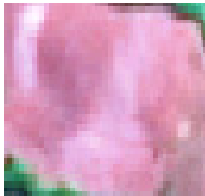
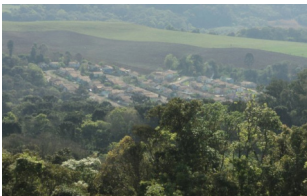


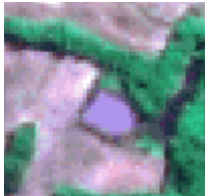
Para o estudo de uso e ocupação da bacia hidrográfica do rio Nhapindazal, foram escolhidas algumas classes de acordo com a sua predominância na bacia. As classes definidas foram: Floresta Ombrófila Mista (FOM); uma única classe que enquadra as culturas agrícolas, pastagens e campos, devido à constante variação destas em um período de tempo relativamente pequeno; a classe solo exposto, que pode estar relacionada ao desmatamento ou então às áreas de preparo do terreno para culturas; a classe área urbana e a classe corpos d'água.

Após a realização dos vários testes de segmentação, chegou-se aos valores cinquenta para similaridade e oitenta para área mínima. Apesar da resolução espacial das imagens serem relativamente alta para a aplicação da classificação orientada ao objeto precedida pela segmentação por apenas dois parâmetros, os resultados apenas não foram muito bons para a classe "área urbana", o que já era esperado, devido à grande variabilidade espectral do tecido urbano. Para suprir este problema, esta classe foi editada com facilidade sobre as imagens. A Descrição das classes existentes na bacia hidrográfica do rio do Nhapindazal, Irati, Paraná, é apresentada na tabela 1.

Após a escolha da segmentação utilizada no processo de classificação, utilizou-se o classificador de Bhattacharya para medir a separabilidade estatística entre pares de classes espectrais obtendo-se a distância média entre as distribuições de probabilidades de classes. O resultado da classificação pode ser verificado na figura 2, evidenciando-se os pontos de coleta de amostras de água.

Em relação à legislação, como a bacia hidrográfica serve como manancial de captação de água para a cidade de Irati, Paraná, desta forma está submetida à Lei nº 8935 de 07/03/1989, Lei estadual que dispõe sobre requisitos mínimos para as águas provenientes de bacias de mananciais destinadas ao abastecimento público e que deverão, por sua vez, satisfazer os requisitos mínimos para seu enquadramento na Classe 2, especificada Resolução CONAMA nº 357/2005. Esta resolução relaciona as atividades proibidas na bacia, sendo que uma delas é o parcelamento de solo de alta densidade

Tabela 1. Descrição das classes existentes na bacia do rio do Nhapindazal, Irati (PR)

Classe	Descrição	Fotografia	Segmento de Imagem SPOT 5 (2006)
1 Floresta Ombrófila Mista	Contém espécies características da Floresta de Araucária, e a maior parte da floresta da bacia, é constituída por floresta secundária.		
2 Culturas agrícolas, pastagens e campos	Classe que tem variação em pequenas escalas de tempo, por isso a mistura dos três tipos e uma única classe.		
3 Solo exposto	Solos que não possuem nenhum tipo de proteção, ou que estão na fase de transição entre os objetos da classe dois, porém com resposta espectral bem distinta daquela classe.		
4 Área urbana	Áreas construídas – lotes, desmembramento, conjuntos habitacionais.		
5 Corpos d'água	Presença de alguns açudes, ou pequenas represas.		

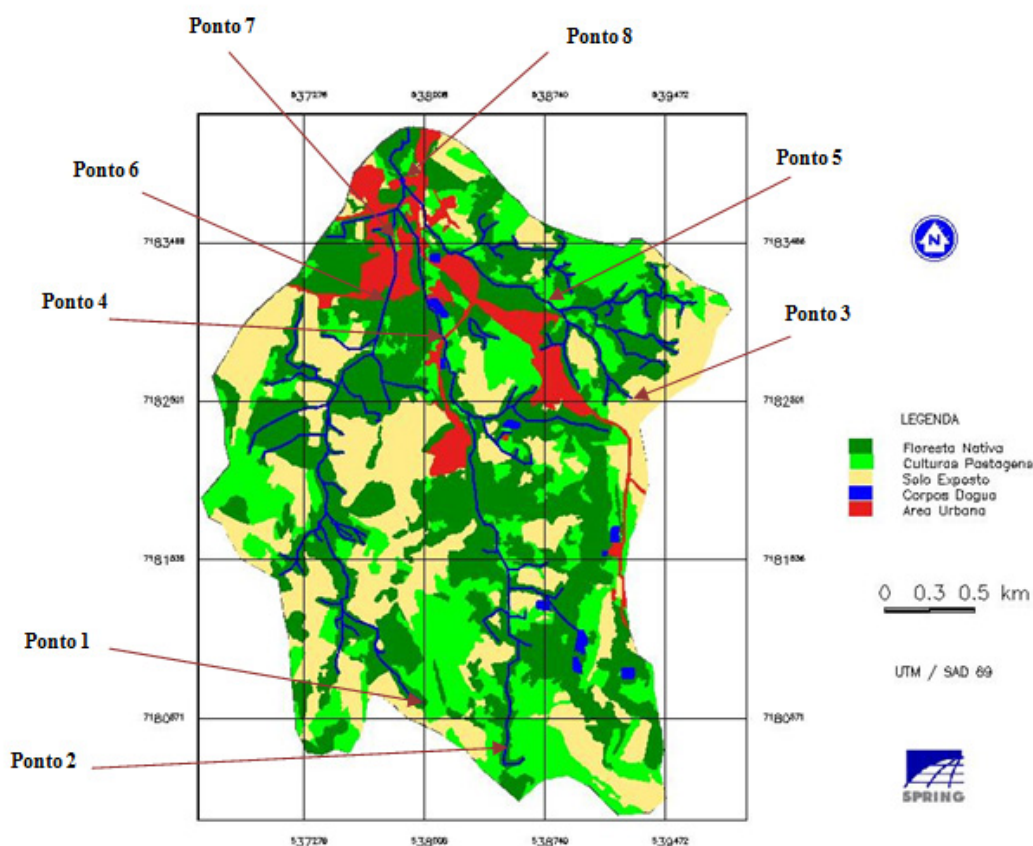


Figura 2. Imagem classificada da bacia hidrográfica do rio Nhapindazal – Irati (PR)








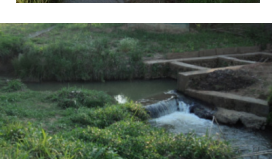
Tabela 2. Resultado da classificação em hectares e em porcentagem da área total da bacia hidrográfica do rio Nhapindazal

Resultado da Classificação na Bacia do Nhapindazal		
Classe	Área (ha)	(%)
Floresta ombrófila mista	328,75	39,40
Culturas agrícolas, pastagens e campos	206,72	24,72
Solo exposto	246,97	29,60
Área urbana	50,18	6,03
Corpos d'água	3,30	0,40
Total	853,92	100,00

– lotes, desmembramento, conjuntos habitacionais. Portanto, como verificado na tabela 2, cerca de 6% da área da bacia hidrográfica do rio Nhapindazal já está comprometida com estas atividades.

As classes culturas agrícolas, pastagens, campos e solo exposto apresentam alguma variação da sua área, pois a aquisição da imagem pelo satélite foi realizada em 2006, mesmo assim esta variabilidade se deve

Tabela 3. Pontos de coleta na bacia hidrográfica do rio Nhapindazal-Irati (PR)

Ponto	Fotografia	Descrição
01		Possui a nascente e uma das margens com proteção integral; seu entorno possui cultivos de soja/milho no verão, e aveia no inverno.
02		Não possui APP no entorno da nascente, nem no curso do rio; estrada dentro de áreas protegidas.
03		Possui pouquíssima APP na nascente; na cota acima da nascente possui plantação de soja no verão e trigo no inverno.
04		Margens sem APP; a estrada passa sobre o rio; tem acesso de animais.
05		Em uma das margens não possui a APP; acesso de animais; presença de lixo no rio; segundo morador que desde a criação do novo bairro o rio vem sendo assoreado.
06		Ponto de captação da Sanepar; margens parcialmente desprotegidas.
07		Margens desprotegidas; acesso de animais; a jusante de áreas construídas.
08		Exutório; recebe efluente de uma indústria madeireira; casas na área de APP; sem proteção florestal nas margens.

mais às mudanças em torno das safras e entressafras das culturas agrícolas que podem variar para a classe solo exposto.

Na tabela 3, consta a descrição de cada ponto de coleta, relacionando-a com fotografias feitas em campo para identificar o entorno de cada ponto. O rio se enquadra na Classe 2 em decorrência de seus usos, pois segundo o CONAMA n° 357/2005 considera-se que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que devem possuir para atender as necessidades da comunidade, assim sua classificação se dá em função do seu uso atual e futuro.

Observando os resultados apresentados na tabela 4, na faixa de VMP (Valor Máximo Permitido) de 6 a 8 para pH, praticamente todos os pontos encontram-se dentro da faixa

permitida. Não foi encontrada a presença de nitrogênio na forma amoniacal em nenhum dos. Para os resultados de fósforo total, observaram-se baixas concentrações (menores que 0,1 mg/L) em todos os pontos e para todas as campanhas. O nitrogênio e o fósforo são nutrientes que quando em elevadas concentrações são agentes responsáveis pela eutrofização de corpos de água. Nas visitas a campo, em nenhum dos pontos observou-se a presença das características de eutrofização do corpo hídrico, por exemplo, a presença de algas em demasia. A turbidez pode variar muito dependendo do uso da terra, o único ponto que obteve o valor abaixo em relação aos demais, foi o de número 1 que é a única nascente que tem a parcela de APP mais próxima da exigida pelo código florestal de 1965, e atualizadas pelo CONAMA (BRASIL, 2002) que é de raio 50 metros para nascentes e 30 metros

Tabela 4. Médias dos valores dos parâmetros obtidos nas duas campanhas de coleta

	Média dos Valores das Campanhas								V.M.P.*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
pH	5,98	6,35	6,92	7,23	7,2	7,21	7,21	7,31	6 à 8
NH ₃ (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	3,7
Fósforo total (mg/L)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Turbidez (NTU)	3,9	13,8	10,6	22,1	23,7	20,2	20,7	25,0	100
OD (mg/L)	6,78	7,91	8,68	8,45	8,61	7,93	8,56	8,57	Não inferior a 5
DBO ₅ (mg/L)	1,52	1,07	1,05	1,11	2,54	0,61	1,87	2,11	5
Califormes totais (UFC/100ml)	4x10 ³	13x10 ³	18x10 ³	53x10 ²	24x10 ³	15x10 ³	17x10 ³	26x10 ³	5x10 ³
E.coli (UFC/100ml)	2x10 ²	3,5x10 ²	1x10 ²	1x10 ³	9x10 ³	6x10 ²	1,2x10 ³	1,7x10 ³	1x10 ³

Nota: V.M.P. = Valor máximo permitido pela resolução 357/2005, para corpo hídrico de classe 2.

para rio Nhapindazal (que possui largura inferior a 10 metros). No ponto 4, o valor de turbidez foi superior aos demais (22,1 unt) pontos que estão com a margem preservada. Há indícios de que este valor alto de turbidez ocorra devido à presença de uma estrada e de grande número de animais tais como gado e cavalos próximos ao rio, dentro dos limites da área de preservação permanente, mas estes valores de turbidez podem estar mais associados à questão de erosão das margens em locais com baixa quantidade de área de preservação permanente.

Todos os pontos amostrais os valores se mostraram dentro dos níveis estabelecidos pelos órgãos competentes, pois, pela Resolução CONAMA 357/2005, o limite de turbidez estabelecido para rios de classe 2 é de até 100 UNTs, o qual não foi excedido em nenhuma das amostras efetuadas neste trabalho em nenhuma das campanhas. É importante ressaltar que todas as campanhas foram realizadas em dias ensolarados e secos, sem precipitação e em condições de pouco vento.

Considerando o parâmetro OD, foram obtidos resultados variando de 6,78 mg/L a 8,68 mg/L, valores considerados normais para a região. Sendo assim ele se enquadra em um rio de classe 2, já que a Resolução CONAMA 357/2005 estabelece um limite mínimo para OD de 5,0 mg/L, para esses rios.

A análise do parâmetro DBO demonstrou que os pontos 4, 5, 7 e 8

apresentaram-se com características diferentes dos demais, pois nestes pontos foram encontrados os maiores teores de DBO. Porém, vale salientar que não se observou muita diferença entre os pontos. Lançamentos de esgoto doméstico e resíduos provenientes da pecuária são as fontes de poluentes dos pontos onde apresenta os maiores teores de DBO. Quando relacionados com a figura 2 observa-se que os maiores valores estão a montante de áreas urbanas e em áreas que tem a criação de animais sem as margens preservadas. Apesar disso, os valores de DBO foram inferiores ao limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA, 357/2005 para águas de Classe 2, o qual corresponde a 5,0 mg/L.

Os valores médios analisados para coliformes totais e *E.coli* estão fora dos limites estabelecidos, e sua presença é explicada pela existência de lançamento de esgoto in natura no corpo hídrico, ou mesmo a presença de fezes de animais, conferindo risco à saúde da população ribeirinha, e este lançamento é comprovado pela bactéria *E. coli* pois ela é pertencente ao grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos. Relacionando os valores de *E. Coli* com o uso e ocupação da terra (Figura 2), está perfeitamente indicado nos pontos 1, 2 e 3 próximos à nascentes, e o ponto 6, onde é realizada a captação de água pela

Tabela 5. Resultado dos parâmetros de sólidos totais em cada ponto da bacia na campanha do dia 15/03/2001

	Coleta do dia 15/03/2011							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sólidos Totais (mg L⁻¹)	36	48	101	71	119	79	78	69
Sólidos Suspensos Totais (mg L⁻¹)	12	6	13	11	1	2	6	8
Sólidos Dissolvidos Totais (mg L⁻¹)	24	42	88	60	118	77	72	61

Tabela 6. Resultado dos parâmetros de sólidos totais em cada ponto da bacia na campanha do dia 22/09/2011

	Coleta do dia 22/09/2011							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Sólidos Totais (mg L⁻¹)	35	28	66	83	63	35	68	76
Sólidos Suspensos Totais (mg L⁻¹)	19	6	14	22	11	15	19	21
Sólidos Dissolvidos Totais (mg L⁻¹)	16	22	52	61	52	20	49	55

SANEPAR, apresenta valores aceitáveis pela resolução CONAMA nº 357/2005 que é de $1 \times 10^3 / 100$ ml. Já os outros pontos que estão a jusante das áreas urbanas, apresentam valores acima do permitido para um rio de Classe 2.

Os dados, apresentados nas tabelas 5 e 6, foram avaliados separadamente, devido à facilidade desses parâmetros serem alterados por qualquer atividade que ocorra no entorno do curso hídrico, como também alteração nas condições em que foi realizada a coleta. Os resultados apresentados precisam ser analisados de forma que se considere que os rios desde a nascente não apresentam volume nem profundidade apropriada o que interfere nos resultados. Na primeira campanha de coletas, o leito do rio estava em seu perfil original, ou seja, leito mais estreito

e com nível de água mais baixo conforme figura 7 e, após 6 meses quando foi realizada a segunda campanha de coleta, já haviam intervenções no leito, tais como dragagem e coleta dos esgotos sanitários. Contudo, não houve nenhum valor discrepante em relação às recomendações do CONAMA nº 357 para rios de classe 2, que determina como valor máximo permitido de 500 mg/L para sólidos totais. Também foi observado que nas áreas em que a classificação do uso da terra (figura 2) evidencia a ausência de mata ciliar, tiveram uma concentração de sólidos totais mais alta.

Na figura 7, pode-se notar a alteração do leito original do rio em um período de seis meses o que resultou alteração nos valores dos parâmetros químico-físicos em relação a cada campanha.



Figura 7. Comparação das fotografias feitas durante cada campanha mostrando a alteração do leito do rio Nhapindazal - Irati (PR) no período entre coletas

Conclusões

Foram obtidos os seguintes percentuais de área na bacia: 39,40% de Floresta Ombrófila Mista, 24,72% de Culturas Agrícolas, Pastagens e Campos, 29,60% de Solo Exposto, 6,03% de área Urbana e 0,40% de Corpos hídricos;

Em locais próximos aos agentes poluidores, foram constatadas alterações nos valores dos parâmetros de qualidade da água;

A presença de indicadores de contaminação fecal confirma o despejo de esgoto in natura no rio Nhapindazal;

A água do rio apresenta boa qualidade como alternativa de manancial de água bruta,

porém não apresenta todos os parâmetros físico-químicos dentro dos limites exigidos pela legislação pertinente para um rio de classe 2, devido aos pontos localizados a jusante das áreas urbanas, terem apresentado valores acima do permitido para um rio de Classe 2 em relação à quantidade de coliformes fecais (*E. coli*).

Os resultados mostraram que as margens do rio Nhapindazal no município de Irati, Paraná, vem sendo submetidas a um processo de degradação inerente à sua urbanização;

Os resultados obtidos nesse estudo podem servir de alerta e auxílio para planejadores e gestores.

Referências

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of the water and wastewater**, 19th ed., New York: AP, 1995.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Reflexões Sobre a Geografia Física no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 153- 192.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, n.90, 13 maio de 2002. Seção I, p. 68, Brasil, DF, Brasil.

BRASIL. Resolução CONAMA n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. 18 mar. 2005. Brasília, DF, Brasil.

BRASIL. Ministério do Exército - Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro - DSG. **Carta Topográfica**. Porto Alegre: DSG, 1980. Color.; 1:50.000. Folha: MI-2834/4, Irati (PR).

CAMARA G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, v.20, n.3, p.395-403, 1996.

IRATI. **Prefeitura Municipal de Irati**. 2009. Disponível em: <<http://www.irati.pr.gov.br/municipio/localizaçao geografica.asp>>. Acesso em: 22 nov. 2009.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Uso do Geoprocessamento na Identificação de Conflito de Uso da Terra em Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005.

PARANÁ (Estado), 1989. Lei n. 8935,07 de março de 1989. Dispõe sobre requisitos mínimos para as águas provenientes de bacias mananciais destinadas ao abastecimento público e adota outras providencias. **Diário Oficial**, n. 2972 de 08 mar. 1989. Curitiba, Paraná.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade da água e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: ABES, 2005. 285p.

SANEPAR - Superintendência Regional da Companhia de Saneamento do Paraná, Regional de Irati. Bacia do rio Nhapindazal. [**Comunicação Pessoal**], Irati, 2011.

SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F.T.; SOUZA, A. D. G.; SILVEIRA, A.; JULIO, M.; GONÇALVES, J. C. S. I. Avaliação da Qualidade da Água e Autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.13, n. 3, p. 329-338, jul/set. 2008.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 452 p.

VENTURIERI, A; SANTOS, J. R. Técnicas de classificação de imagens para análise de cobertura vegetal. In: ASSAD, E. D.; SANA E. E. (Org). **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura**. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. p.360-364.

WONS, I. **Geografia do Paraná: Física-Humana-Econômica**. 6. ed. Curitiba: Editora Ensino Renovado, 1933.185p