DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DA ÁGUA EM BACIA HIDROGRÁFICA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO: RIO TIMBÚ - PR

ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND WATER QUALITY IN PUBLIC WATER SUPPLY WATERSHED: TIMBU RIVER - PR

LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL Y LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS CUENCAS DE SUMINISTRO DE AGUA: RÍO TIMBU - PR

Francisco Mendonça

Professor Titular em Geografia do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná
E-mail: chico@ufpr.br

Guilherme de Souza Marques

Geógrafo da SANEPAR, PR.
E-mail: guilnet@ig.com.br

Resumo: As relações entre a sociedade e a natureza derivam configurações espaciais específicas. Boa parte destas relações resulta em degradação ambiental e comprometimento da qualidade dos recursos hídricos, fundamentais à vida humana, animal e vegetal. Os estudos relativos à analise ambiental de bacias hidrográficas são bastante numerosos no âmbito da geografia, muitos deles apresentando excelente qualidade. No presente estudo apresentamos uma contribuição metodológica para auxiliar nos processos de tomadas de decisões e investimentos na preservação de mananciais de abastecimento público. A metodologia está centrada na elaboração de diagnóstico ambiental e na analise da qualidade da água destinada ao abastecimento público. A bacia do rio Timbu – Região Metropolitana de Curitiba – Paraná, foi utilizada para testar a metodologia onde foi possível delimitar, a partir de dados de uso da terra e análises de água, ás áreas de maior potencial de degradação (Pd).

Palavras-chave: bacia hidrográfica; metodologia; qualidade d'água; preservação de mananciais; Rio Timbu.

Abstract: Relations between society and nature generate specific spatial configurations. Much of these relationships result in environmental degradation and compromised quality of water resources, fundamental to human life, animal and plant life. Studies on the environmental analysis of river basins are quite numerous in the geography, many of them featuring high quality. In this paper we present a methodological contribution to assist in the process of making decisions and investments in related subjects of hydric resources preservation. The methodology focuses on developing environmental assessment and analysis of water quality for public supply. The Timbu river basin - Metropolitan Region of Curitiba - Paraná, was used to test the methodology and it was possible to delimit, from land use data and analysis of water, the areas of greatest potential damage (Pd).

Key words: Hydrical basin; methodology; water quality; hydric preservation source; Timbu River.

Resumen: Las relaciones entre la sociedad y la naturaleza derivan configuraciones espaciales distintas unas de las otras. Una grande parte de esta relación resulta en la degradación del medio ambiente y en el comprometimiento de la calidad de los recursos hídricos, fundamentales a la vida humana, animal y vegetal. Los estudios sobre el análisis ambiental de las cuencas hidrográficas son muy numerosos en la geografía, muchos de ellos con una excelente calidad. En este artículo se presenta un aporte metodológico para ayudar en los procesos de toma de decisiones y en cuestiones relacionadas con la La conservación de fuentes públicas. La metodología se centra en el desarrollo de La evaluación ambiental y el análisis de la calidad del agua para el abastecimiento público. La cuenca del río Timbu - Región Metropolitana de Curitiba – Paraná/Brasil, fue utilizado para para probar la metodología en la que se puede discernir a partir de los datos de uso de suelo y análisis de agua, en áreas de mayor potencial de daño (Pd).

Palabras clave: cuencas hidrográficas; metodologia; calidad del água; preservación de las fuentes de água; Río Timbu.

INTRODUÇÃO

Essencial à vida, a água está presente em quase todas as atividades humanas, sendo, ainda, componente da paisagem e do meio ambiente. Trata-se de um bem precioso, de valor inestimável, que deve ser, a qualquer custo, conservado e protegido. Presta-se para múltiplos usos: geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e industrial, irrigação de culturas agrícolas, navegação, recreação, aqüicultura, pis-

cicultura, pesca e também para assimilação e afastamento de esgotos (ANEEL; ANA, 2001).

Apesar de sua importância nas atividades exercidas cotidianamente, a sociedade moderna tem levado esse bem a condições de escassez e considerável degradação em muitos lugares do planeta. Assim, uma complexa problemática originou-se no presente, pois a demanda por este recurso tem sido cada vez mais elevada (MENDONÇA; SANTOS, 2006).

Segundo Castro (2005) as regiões metropolitanas e os aglomerados urbanos têm afetado e muito os recursos hídricos que estão a sua disposição. As perdas ambientais causadas pela ocupação da paisagem são percebidas na quantidade e na qualidade hídrica destinadas à população e à biota. São regiões nas quais o crescimento demográfico, principalmente das classes sociais menos favorecidas, conduz à ocupação de áreas impróprias, tais como áreas de mananciais e áreas de risco, que muitas vezes não oferecem acesso aos serviços sanitários e tampouco condições salubres de vida.

Tucci *et al.* (2003) comentam que a grande concentração urbana tem gerado vários conflitos e problemas no ambiente, tais como degradação ambiental dos mananciais, aumento do risco das áreas de abastecimento com a poluição orgânica e química, contaminação dos rios por esgoto doméstico, industrial e pluvial, enchentes urbanas geradas pela inadequada ocupação do espaço e pelo gerenciamento inadequado da drenagem urbana, falta de coleta e disposição do lixo urbano, etc.

Esse é o panorama atual nas questões relativas aos recursos hídricos, seu uso e qualidade, sendo que se observa uma preocupação premente quanto aos rumos que está tomando o uso da água. Entendendo que é um recurso finito e escasso num panorama mundial, se faz necessário pensar numa forma de gestão que equacione e resolva as questões relativas a sua escassez e apresente, ao mesmo tempo, um uso adequado visando sua otimização em benefício da sociedade atual e vindoura.

Neste contexto o presente texto apresenta uma metodologia de estudo visando auxiliar na definição de políticas voltadas à solucionar tal problemática. Em virtude da importância da água, o principal objetivo desse estudo é fornecer subsídios para um plano de ação, que vise à melhoria da qualidade da água de um manancial de abastecimento público; como estudo de caso foi feita a análise da bacia do Rio Timbú, visto que a qualidade d'água dessa bacia tem influência direta num sis-

tema complexo que envolve o abastecimento de varias regiões da Rede Metropolitana de Curitiba (RMC).

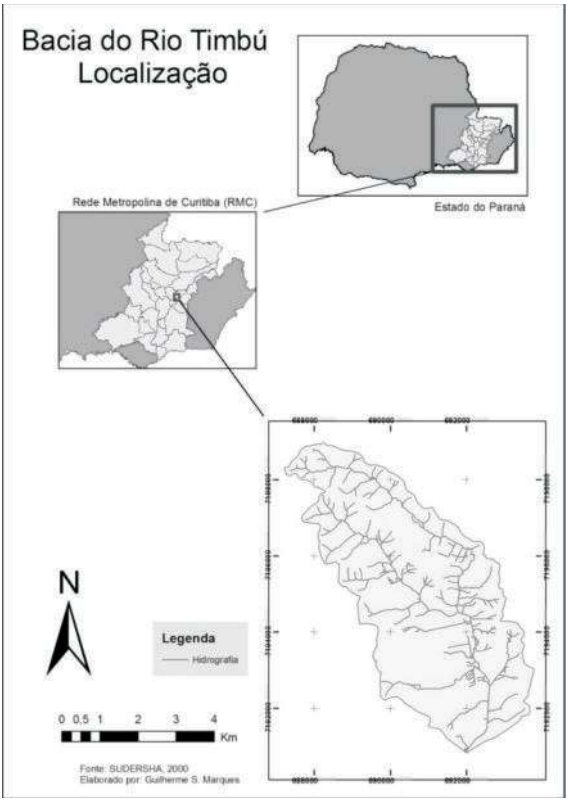
A Bacia hidrográfica do Rio Timbú está localizada na porção noroeste da cidade de Curitiba, entre as coordenadas geográficas de latitude 25º 31' e 25º 39' Sul e de longitude 049º 07' e 049º14' Oeste, ocupando uma área total de 26,11 Km² (Figura 1), estendendo-se entre os municípios de Campina Grande do Sul e Quatro Barras na Região Metropolitana de Curitiba.

METODOLOGIA

Para a elaboração do presente estudo utilizou-se de parte de duas metodologias: o diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica (MENDONÇA, 1999) e o diagnóstico físico-conservacionista – DFC (BELTRAME, 1990).

A metodologia de Mendonça (1999, p. 69), com fundamentos na Teoria Geral dos Sistemas, é empregada de maneira a compor um mapeamento de zonas de degradação do ambiente com objetivo de função fornecer subsídios à gestão da bacia, portanto dos recursos hídricos. Segundo esta metodologia deve-se caracterizar, primeiramente, os elementos físico-naturais como relevo, ventos, uso e ocupação dos solos e, posteriormente, os "aspectos relativos à degradação e/ou poluição (derivação humana) do ambiente estudado, à qualidade de água (análise físico-química e bacteriológica) e a legislação ambiental".

Figura 1
Bacia do Rio Timbu : Localização geográfica



Com base teórica nos trabalhos desenvolvidos pelo Centro Interamericano de Desenvolvimento de Águas e Terras sediado na Venezuela (CIDIAT) e o Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (MARNR), o DFC visa "[...] especialmente a manutenção dos recursos água, solo e vegetação em bacias hidrográficas" (BELTRAME, 1990). Esta metodologia "[...] constitui um subsídio básico para programas de extensão rural e/ou projetos que visem à recuperação ambiental da área, pois fornece indicativos para a racionalização do uso e manejo dos recursos" (FERRETI, 2003).

Esses métodos já estão bem consolidados no meio científico e sua junção se mostra como desafio. Com o intuito de produzir um

método aplicável à análise do potencial de degradação de mananciais de abastecimento foi realizada a seguinte composição: a) Retirou-se da metodologia de Mendonça (1999) as concepções relativas à identificação da degradação advinda da atividade humana levando em consideração o uso da terra, a qualidade da água e a legislação ambiental e, b) utilizou-se do DFC para elaborar os procedimentos de zoneamento da bacia e os cálculos do índice para expressar numericamente o nível de degradação.

Com base nessas metodologias foram elencados três elementos subdivididos em duas classes que formam a base do método proposto neste texto: 1) Fatores de Degradação/Conservação (Uso e ocupação da terra, áreas de proteção permanente em torno dos rios - APP's) e, 2) Fator de Verificação (qualidade da água).

FATORES DE DEGRADAÇÃO: USO-OCUPAÇÃO DA TERRA E APP´S

O uso da terra é o conjunto das atividades de uma sociedade por sobre o espaço, desde sua preservação até sua ocupação, e como tal pode ser medida e representada cartograficamente através de uma carta ou mapa. A carta de uso e ocupação da terra fornece vários dados sobre as variações nas ocupações humanas e o estado de conservação da vegetação da bacia, desvelando dados importantes para as análises de degradação.

Sendo assim é de suma importância se valer de um minucioso levantamento do uso da terra, pois é preciso não só elencar áreas conservadas e os locais onde houve alguma alteração por parte do ser humano, mas se faz necessário, analisar os diferentes usos da terra, pois cada atividade tem um potencial de degradação diferente.

A carta de uso e ocupação da terra exercerá duas funções principais:

- Servir de base para a setorização da bacia hidrográfica, conforme sugere Beltrame (1990). Nesse estudo essa etapa será chamada de zoneamento, pois ele agrega regiões que presentam um uso de solo similar facilitando assim a verificação, análise, resolução de problemas e gestão da bacia.
- Fornecer dados para o cálculo do potencial de degradação das zonas. Unindo o uso com o zoneamento e as APP´s obtêm-se todos os valores necessários para os cálculos do potencial de degradação.

Devido à função patente de proteção para os cursos d'água exercida pela mata ciliar, o uso da terra na APP será uma das variáveis que fará parte da equação para inferir o potencial de degradação na Bacia do Rio Timbú.

Para a utilização dessa variável será elaborado um mapa com a delimitação das áreas de preservação (CÓDIGO FLORESTAL BRAsileiro, 1965); após a definição dessas áreas deve-se cruzar essas informações com o uso da terra e o zoneamento, podendo assim qualificar e quantificar os usos dentro da área das matas ciliares de cada zona, esses dados de área serão utilizados na fórmula de cálculo de potencial de degradação.

CRITÉRIOS DE ZONEAMENTO

De acordo com o DFC os critérios para o zoneamento da bacia são em sua grande parte características físicas da bacia como hidrografia, declividade e perfil longitudinal do rio.

Para o trabalho proposto esse zoneamento deve ser realizado a partir da observação do mapa de uso da terra ficando a cabo do pesquisador definir as zonas a partir de seu conhecimento; no entanto existem alguns pontos a serem levados em conta, tais como: 1) Unir os usos da terra mais homogêneos, com isso tem-se a oportunidade de verificar o impacto causado por cada tipo de uso, 2) A zona não deve englobar áreas que não são drenadas por ele, já que a análise de água será outro fator considerado na análise, e 3) As curvas de nível do terreno fornecem bons parâmetros durante as delimitações do zoneamento.

CÁLCULO DA DEGRADAÇÃO

Baseado nos cálculos propostos por Beltrame (1990) para o DFC a fórmula para calcular o potencial de degradação com ênfase na qualidade d' água (Pd) levará em conta dois fatores fundamentais no processo; são eles o uso da terra (UC) e o Uso da terra na área de preservação permanente ao longo do curso dos rios de cada zona (UP).

A partir dessas duas variáveis foram calculados o Índice de proteção e enquadramento e a soma dos índices e cálculo da equação da reta. Beltrame (1990) sugere uma fórmula descritiva onde se soma os coeficientes obtidos durante o enquadramento de cada variável para

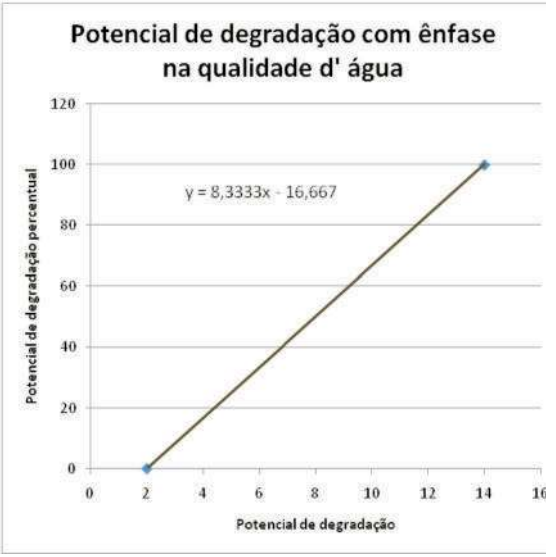
obter o potencial de degradação, adaptando essa fórmula para a metodologia proposta tem-se que:

$$Pd = UCx\ UPx$$

Onde:
Pd = Potencial de degradação com ênfase na qualidade d'água
UC = Uso da terra na zona
UP =Uso da terra na área de preservação permanente ao longo do curso dos rios de cada zona
X = Coeficiente obtido no enquadramento

Para expressar esse valor numa forma mais compreensível o DFC sugere que esse número seja expresso em percentual, para tanto se deve verificar o menor e o maior valor possível na soma dos coeficientes, e a partir disso traçar uma curva para obter uma equação de reta que expresse o resultado nesse formato (Figura 2).

Figura 2
Potencial de degradação hídrica



Calculando, temos que o menor valor possível é 2 e o maior é 14; sendo assim este último valor corresponderia a 100% de potencial de degradação e 2 a 0%.

A partir da equação calculada "y=8,3333x-16,67" pode-se converter o valor do Potencial de degradação para percentual bastando apenas substituir a variável "x", obtida na equação da reta, pelo valor calculado na fórmula descritiva. A partir dessa fórmula e do enquadramento percebemos que quanto maior o valor de Pd maior será o potencial de degradação.

FATOR DE VERIFICAÇÃO: QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água servirá de indicador para os resultados do estudo; com esse dado será possível avaliar se os mapeamentos realizados são coerentes e fornecer embasamento para possíveis questionamentos sobre os produtos propostos pelo trabalho.

Vale salientar o papel indicativo das análises de água, devido à velocidade de escoamento dos rios, suas características podem mudar com grande rapidez, isso torna duvidoso um estudo embasado somente em analises de laboratório, esses resultados fornecem um panorama da qualidade somente do momento em que foi coletada não podendo ser utilizados para definir a qualidade do manancial. Isso não invalida a importância desses dados somente destaca a relevância de uma análise conjunta com os demais fatores de uso e ocupação.

Para um estudo pormenorizado recomenda-se elencar um ponto de coleta por zona, e esse deve estar localizado no rio principal em sua área mais a jusante.

A qualidade da água de um determinado ponto é influenciada por toda a área a montante dele, e durante o curso do rio ainda pode ocorrer varias transformações em suas características devido à capacidade de depuração do ambiente, atuação de microrganismos entre outros. Com isso não se pode dizer que determinada análise representa a qualidade d´água de uma determinada zona, pois essa análise é influenciada pelas características da água de todos as zonas anteriores a ela e também pelas reações que ocorrem durante o curso do rio. Verificamos então uma complexa relação entre vários fatores, que tornam a análise pontual desses dados uma atividade complexa e duvidosa.

Portanto, devido à dinâmica de uma bacia hidrográfica, o tratamento desses dados não pode ser feito pontualmente; eles devem ser tratados como um todo, avaliando a dinâmica de cada parâmetro ao longo dos pontos de coleta, assim poderá ser avaliado como cada zona está contribuindo para a manutenção, poluição ou melhoria da qualidade da água da bacia como um todo.

A resolução do CONAMA 357/2005 indica os parâmetros que serão analisados e os seus respectivos valores máximos permissíveis (VMP); é necessário verificar o enquadramento do manancial para definir pormenorizadamente as análises, no caso estudado será utilizado os parâmetros da Classe 2, eles foram separados em três classes: Indicadores, Contaminantes e de Cumprimento legal.

Os parâmetros indicadores da qualidade da água têm a função de representar a qualidade da água; eles compõem características inerentes a própria água. Suas alterações são influenciadas pelas atividades exercidas na bacia, como o caso do Oxigênio Dissolvido, ou parâmetros que apontam com certa evidência o grau de degradação, como DBO e Coliformes Termotolerantes, sendo assim, analisando o decréscimo, aumento ou estabilidade de cada parâmetro pode-se inferir a contribuição de cada zona na qualidade da água da bacia.

A partir desses dados é possível verificar se o Potencial de Degradação (Pd) está condizente com os dados de análise da água, porém ainda é de interesse verificar se a água utilizada para abastecimento público está em conformidade com as normas e disposições legais para esse uso.

Como recomenda a metodologia de Mendonça (1999 p. 82) devem ser realizadas duas coletas em duas épocas distintas, uma em época de seca e outra chuvosa para verificar a influência do carreamento de contaminantes presentes no solo a partir da chuva.

Assim, como produto final, apresenta-se um mapa indicando o Potencial de Degradação com ênfase na qualidade da água de cada zona; ainda são evidenciados aspectos relativos às áreas e atividades que estejam contribuindo com contaminações específicas do manancial, o que permite verificar, mediante as normas vigentes, a qualidade da água da bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES - POTENCIAL DE DEGRADAÇÃO COM ÊNFASE EM QUALIDADE D'AGUA DA BACIA DO RIO TIMBÚ

ZONEAMENTO

Foram elencadas nove zonas, sendo que, primeiramente, foram demarcadas as bacias de terceira ordem, formando três grandes zonas chamadas de A, B e C, cada uma delas, a partir do uso da terra, foi separada em três zonas menores nomeadas com um número após a respectiva letra. Com isso obteve-se áreas de uso de solos semelhantes e passíveis de serem relacionadas com as análises de água.

Verificando os resultados (Figura 3) e os valores calculados percebe-se que, as zonas A1, A3 e B1 possuem sua área ocupada predominantemente por "Vegetação", A2 e C3 têm o "Campo" como uso preponderante. A "Área Urbana" está presente com maior relevância nas zonas B3 e C1.

Essa análise, relativa aos usos principais, é necessária para checar se o zoneamento atende aos objetivos do trabalho, pois, como já citado, as atividades desenvolvidas ao longo da bacia representam grande parte do potencial de degradação para a qualidade d'água, por isso é importante que cada zona possua um uso de maior representatividade.

Somente B2 e C2 possuem o uso preponderante compartilhado entre duas feições, "Vegetação/Campo" e "Campo/Área urbana" respectivamente.

DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

A partir do Novo Código Florestal, que determina as áreas de preservação permanente para áreas próximas à rios e nascentes, delimitou-se uma faixa de 30 metros para cada margem dos cursos de água e mais uma área de 50 metros de raio para nascentes, definindo a APP para a bacia em estudo. Após a definição das APP's, esse mapa foi cruzado com o mapa de uso da terra e o de zoneamento, obtendo o mapa da Figura 4.

Comparando os cálculos de área que foram obtidos até o momento verificamos que as zonas que possuíam usos predominantes de

Vegetação (A1, A3 e B1) e Campo (A2 e C3) mantiveram-se preponderantes no uso dentro das APP's.

Porém, houve alterações nas zonas B3 e C1, nas áreas de proteção obtiveram um uso maior nas feições "Vegetação" e "Campo" respectivamente.

Quanto às áreas de uso principal compartilhado a zona B2 manteve seu uso principal, porém C2 teve certa alteração mudando de "Campo/Área Urbana" para "Campo/Água".

Essas constatações são interessantes para verificar a importância de se utilizar essas duas variáveis na análise do uso da terra, pois como as predominâncias podem variar dependendo da porção da bacia que está sendo estudada se mostra válida essa separação.

O índice de proteção para as variáveis analisadas (UC e UP) é definido a partir do somatório das superfícies reduzidas em cada zona. Posteriormente, esse valor é dividido, no caso de UC, pela área total da zona e, no caso de UP, pela área da APP da respectiva zona. Aplicados para a bacia do rio Timbu estes dois índices de proteção podem ser observados, no que concerne à sua expressão quantitativa, nas tabelas 1 e 2.

Figura 3

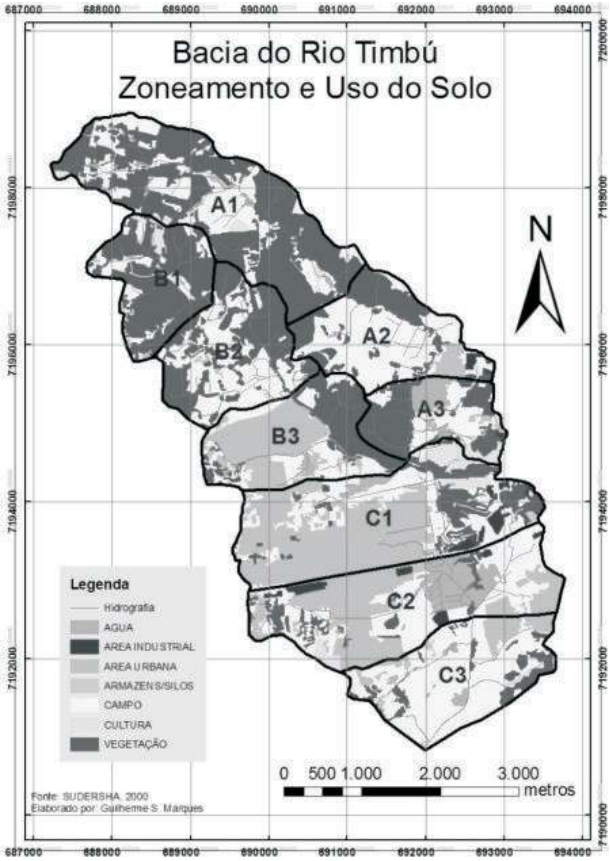

Bacia do Rio Timbú
Zoneamento e Uso do Solo
687000
688000
689000
690000
691000
692000
693000
694000
7200000
7198000
7196000
7194000
7192000
7190000
A1
B1
A2
B2
A3
B3
C1
C2
C3
N
Legenda
Hidrografia
AGUA
AREA INDUSTRIAL
AREA URBANA
ARMAZENS/SILOS
CAMPO
CULTURA
VEGETAÇÃO
0 500 1.000 2.000 3.000
metros
Fonte: SUDERSHA, 2000
Elaborado por: Guilherme S. Marques

Figura 4

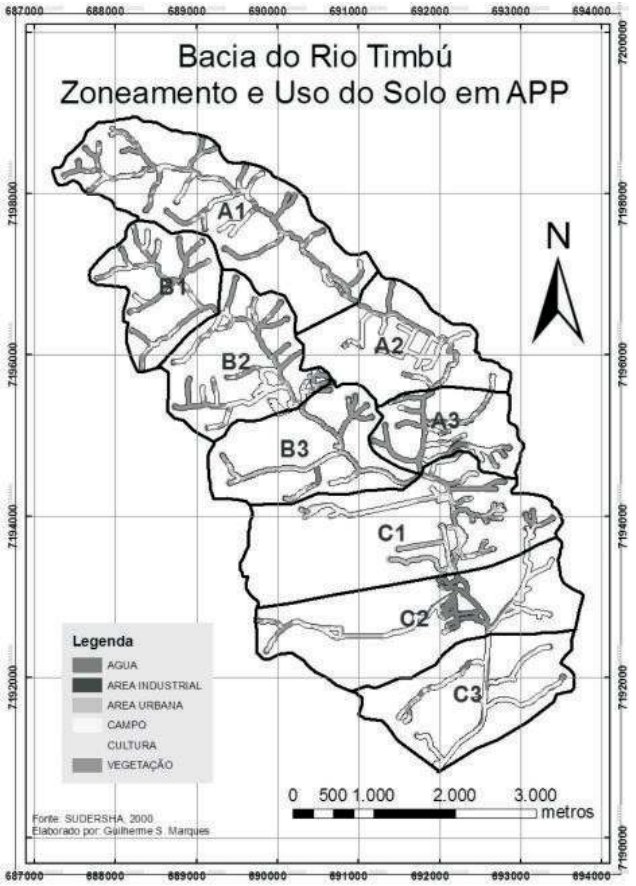

Bacia do Rio Timbú
Zoneamento e Uso do Solo em APP
687000
688000
689000
690000
691000
692000
693000
694000
7200000
7198000
7196000
7194000
7192000
7190000
A1
B1
B2
A2
A3
B3
C1
C2
C3
N
Legenda
AGUA
AREA INDUSTRIAL
AREA URBANA
CAMPO
CULTURA
VEGETAÇÃO
0 500 1.000 2.000 3.000
metros
Fonte: SUDERSHA 2000
Elaborado por: Guilherme S. Marques

Tabela 1
Rio Timbu: Índices de proteção e Superfícies reduzidas para a variável UC

Zona	Área (Km²)	Superfície Reduzida	Índice de Proteção
A1	4,38	3,81	0,87
A2	2,35	1,64	0,70
A3	1,55	1,30	0,84
B1	1,85	1,66	0,89
B2	2,50	2,01	0,80
B3	2,46	1,37	0,56
C1	4,50	2,06	0,46
C2	3,83	1,99	0,52
C3	2,68	1,63	0,61

CÁLCULOS DO POTENCIAL DE DEGRADAÇÃO (PD)

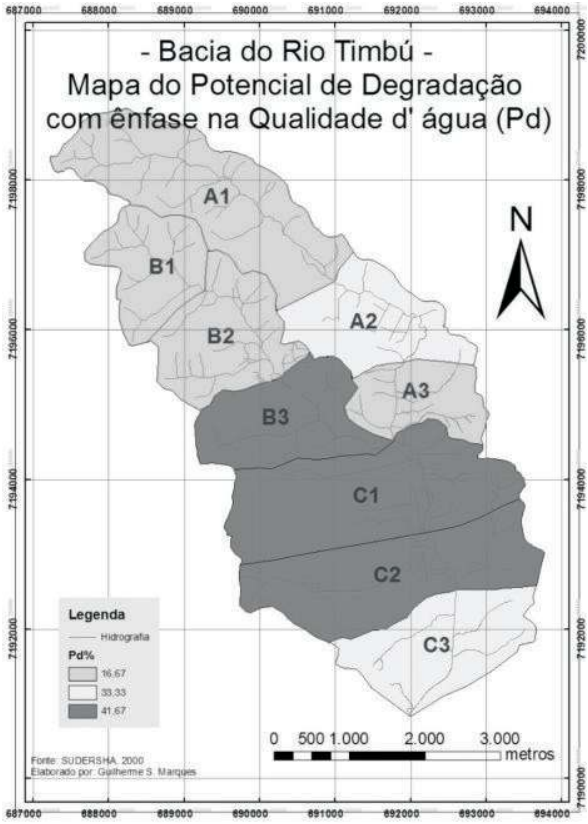
Os coeficientes da fórmula descritiva são obtidos a partir do enquadramento de cada índice de proteção conforme tabela 2. Após a definição dos coeficientes de cada variável deve-se somá-los, obtendo o valor x de Pd.

A espacialização dessas informações pode ser observada no mapa do Pd (Figura 5), no qual pode ser observada a subdivisão da bacia em 3 grandes compartimentos e suas subdivisões; nele fica evidente que a área da bacia que apresenta o mais elevado potencial de degradação, com base na qualidade da água, situa-se na porção médio-jusante da bacia.

Tabela 2
Índices de proteção e de superfícies reduzidas para a variável UP

Zona	Área (Km²)	Superfície reduzida	Índice de Proteção
A1	0,81	0,70	0,87
A2	0,39	0,29	0,74
A3	0,40	0,35	0,88
B1	0,40	0,35	0,88
B2	0,65	0,53	0,81
B3	0,39	0,27	0,69
C1	0,67	0,46	0,68
C2	0,57	0,41	0,73
C3	0,38	0,25	0,65

Figura 5


- Bacia do Rio Timbú -
Mapa do Potencial de Degradação
com ênfase na Qualidade d' água (Pd)
A1
B1
B2
A2
A3
B3
C1
C2
C3
N
Legenda
Hidrografia
Pd%
16,67
33,33
41,67
0 500 1.000 2.000 3.000
metros
Fonte: SUDERSHA, 2000
Elaborado por: Gilherme S. Marques
687000
688000
689000
690000
691000
692000
693000
694000
7200000
7198000
7196000
7194000
7192000
7190000

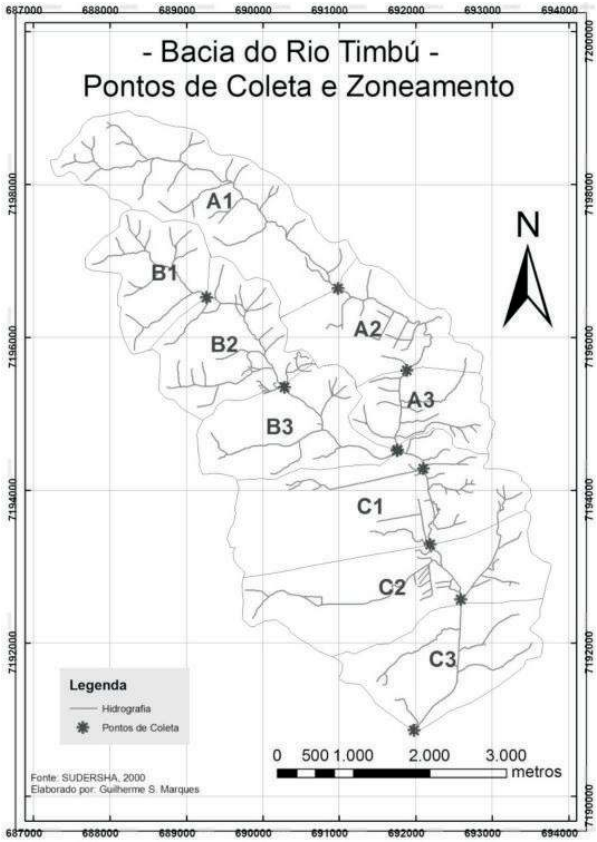
ANÁLISES DA QUALIDADE D'ÁGUA

Conforme sugere a metodologia foi escolhido um ponto de coleta para cada zona totalizando nove pontos, e mais um ponto na junção de dois rios para verificar as características da água após a mistura de mananciais. Cada ponto leva o nome da zona que representa e o ponto de junção dos rios foi chamado de C4 (Figura 6).

As coletas foram realizadas no dia 03/11/2009, data escolhida por ser posterior a um período de aproximadamente uma semana sem chuvas. Devido a problemas operacionais não foi possível realizar análises em dois períodos (seco e chuvoso) conforme sugere a metodologia, o que permitiria avaliar a contribuição de poluentes que se depositam na superfície do solo e são carreados para os rios em épocas de chuva; assim, os dados apresentados são representativos apenas para apenas um tipo de tempo.

Intensas chuvas ocorridas nas semanas anteriores às coletas acarretaram na inversão do fluxo normal do rio até a altura do ponto C2 demonstrando um aumento do nível da Barragem do Iraí e estendendo sua área de alagamento. Com isso, a coleta da zona C3 foi descartada, pois estava localizada na área de alagamento, e os resultados da zona C2 se tornaram duvidosos, pois apesar de ter sido deslocado alguns metros a montante e visualmente estar fora dessa área, ele pode ter sofrido influência da represa.

Figura 6



PARÂMETROS INDICADORES

Antes de inferir qualquer parecer sobre a degradação das zonas da bacia com base nas analises de água, vale salientar que esses resultados demonstram a qualidade de um ponto no momento da coleta; devido à dinâmica das atividades populacionais, especialmente aquelas relativas à jornada de trabalho, esses resultados poderiam mudar somente alterando os horários de coleta. Por isso a crítica aos resultados deve ser feita concomitantemente com os resultados do Pd.

Em conformidade com os valores do Pd observa-se que as zo-

nas B1, B2, A1 e A3, apresentaram o menor percentual; esses valores reafirmam esse diagnóstico. Essas zonas apresentaram um bom nível de saturação de oxigênio, os menores valores de DBO e coliformes termotolerantes. Entre essas, a zona A3 é a única que apresenta um valor pouco mais elevado de DBO, provavelmente herdado da zona a montante, pois A3 apresentou a maior quantidade de saturação de oxigênio da bacia e nenhuma incidência de coliformes, indicando uma boa qualidade.

A zona A2 apresentou um Pd intermediário; apesar de demonstrar bons níveis de saturação de oxigênio, a análise de coliformes e DBO se mostraram elevadas, mas já que os resultados da sua zona a jusante (A3) demonstraram melhorias, fato que confirma sua condição de um Pd intermediário.

Tabela 3
Bacia do Rio Timbu : Parâmetros Físico-Químicos da Água

Parâmetro	Unid.	Valor de Referência	Ponto e hora de coleta								
			A1	A2	A3	B1	B2	B3	C4	C1	C2
			11h58	11h28	10h42	12h56	11h08	10h15	10h30	09h05	13h30
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5,0	6,01	6,84	7,36	6,14	6,84	5,6	6,57	6,52	6,58
Saturação de Oxigênio	%	-	80,1	88	91,5	78,1	85,3	69,1	81	81,6	86,4
DBO	mg/L	<5	0	10	10	5	5	13	-	10	18
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1000	0	4800	0	34,5	0	7330	4950	2720	2030

A zona mais a montante da bacia a apresentar um alto Pd é B3; ela também demonstrou os piores resultados de qualidade d'água, obtendo o menor nível de saturação de oxigênio, o maior número de coliforme termotolerantes, e, considerando as possíveis influências já comentadas nos resultados de C2, o maior valor de DBO.

Há grande probabilidade de que os resultados das zonas localizadas a jusante de B3 sofreram grandes influências dessa. Analisando os resultados de C4, C1 e C2, verifica-se queda nos coliformes e aumento na saturação de oxigênio, isso demonstra que não está havendo novas contaminações, pois se houvesse esses parâmetros continuariam a apontar um decréscimo na qualidade d'água. Este contexto parece indicar que é o próprio ambiente que está atuando na melhoria da qualidade do manancial.

Esse fato não invalida os dados obtidos no Pd, pois o potencial ainda existe, o que ocorre é que nessas zonas as atitudes tomadas para evitar possíveis contaminações se mostram efetivas.

PARÂMETROS CONTAMINANTES

O único composto detectado na análise dos parâmetros contaminantes foi o mercúrio. Ele foi encontrado nas zonas A1 e C1, logo não aparenta algo sistêmico, pois não foi detectado em outras zonas. O valor está dentro dos limites determinados pela Resolução CONAMA 357.

PARÂMETROS DE CUMPRIMENTO LEGAL

Fósforo total foi o único parâmetro que excedeu os limites da Resolução, e os compostos nitrogenados (Nitrito e Nitrogênio Amoniacal) apesar de não ultrapassar os limites, foram detectados. Esse dado é importante, pois esses compostos têm influência no processo de eutrofização e, a partir dos resultados, verifica-se novamente a validade da metodologia, pois as áreas com maiores níveis desses compostos são aquelas que também apresentam os maiores níveis de *Pd*. Surfactantes, Clorofila-a, Nitrato, Cianeto Livre e Total não foram possíveis de ser analisados.

Tabela 4
Bacia do Rio Timbu: Parâmetros Físico-Químicos da Água

Parâmetro	Unid	Valor de Referência	Ponto e hora de coleta								
			A1	A2	A3	B1	B2	B3	C4	C1	C2
			11h58	11h28	10h42	12h56	11h08	10h15	10h30	09h05	13h30
Alumínio Solúvel	mg/L	0,1	nd	0,038	0,026	0,033	0,025	nd	0,030	0,036	nd
Cloreto	mg/L	250,0	1,62	1,74	3,84	3,09	5,87	4,19	4,21	4,26	2,39
Cor	uH	75,0	37,5	62,5	50	35	50	37,5	37,5	50	50
Densidade de cianobactérias	cel/mL	50000	1425	1037	0	91	0	0	229	1144	458
Ferro Solúvel	mg/L	0,3	0,118	0,127	0,094	0,076	0,169	0,051	0,101	0,097	0,063
Fluoreto	mg/L	1,40	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Fósforo Total	mg/L	0,05	nd	0,035	0,025	nd	nd	0,092	0,061	0,110	0,051
Manganês Total	mg/L	0,1	0,022	0,022	0,034	0,017	0,017	0,042	0,032	0,043	0,065
Nitrito (como N)	mg/L	1,00	0,005	0,004	0,005	0,041	0,007	0,454	0,201	0,181	0,194
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,50	nd	0,15	0,14	0,26	nd	0,55	0,29	0,37	0,39
pH	pH	6 a 9	7,24	7,55	7,47	7,46	7,54	7,53	7,6	7,53	7,39
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500,0	70	57	70	113	111	128	96	101	97
Sulfato Total	mg/L	250,0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,002	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Turbidez	NTU	100,0	10,6	12,7	11,2	9,72	9,32	9,22	10,4	14,2	8,39

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido às proporções que tomou a ocupação da sociedade sobre o espaço, seus impactos também se tornaram maiores e, o ambiente, que naturalmente possui processos de auto-depuração, acaba por apresentar comprometimento desta capacidade que lhe é inata. É fato que os homens têm uma forte dependência do espaço, é nele que se fixam e onde se organizam socialmente; é dele que extraem os recursos necessários para a vida, todavia a sociedade não tem dispensado os cuidados necessários para sua preservação.

Logo, torna-se premente o uso da capacidade humana para equalizar os problemas gerados pelo uso e ocupação do espaço. A tomada de atitudes para preservação do ambiente deve ser feita de forma planejada, para que os recursos empenhados sejam utilizados de forma a maximizar os seus efeitos.

Os resultados do *Pd* evidenciaram que a área da bacia que apresenta o mais elevado potencial de degradação situa-se na porção médio-jusante da bacia – áreas B3, C1 e C2 - e os resultados das análises de água vem a comprovar-los já que as áreas que apresentaram uma melhor qualidade são as áreas que apresentaram um menor potencial de degradação e vice-versa.

Esse é o foco do presente estudo, qual seja, o de contribuir com informações para a tomada de decisões em assuntos correlatos à preservação de mananciais de abastecimento público.

A metodologia empregada no estudo apresenta, aparentemente, uma maior efetividade em bacias com uma representativa ocupação urbana, pois os as análises d'água demonstram que a maioria dos contaminantes são originários do meio urbano.

A realização de análises de água em tempos chuvosos forneceria dados interessantes para avaliar poluições carreadas para os cursos hídricos pelo escoamento superficial. Como não foi possível realizar análises em outras situações de tempo atmosférico distintas, o exame aqui realizado permite considerar os resultados como parciais no contexto da bacia em analise.

A proposição de uma metodologia é sempre um desafio e, apesar de todo embasamento teórico e técnico para sua elaboração, nada impede que no final do estudo ela se apresente inoperante, mas felizmente não foi o caso. Verificando o resultado obtido no mapeamento do Pd e

contrapondo com os resultados das análises do laboratório pode-se dizer que a metodologia proposta foi válida; ela apontou áreas com maiores potenciais de degradação fornecendo base para nortearem possíveis investimentos relativos à preservação dessa bacia.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2. ed. Brasília, 2001.

BELTRAME, A. V. **Proposta metodológica para diagnóstico do meio físico com fins conservacionistas de pequenas bacias hidrográficas** - um estudo da bacia do rio do Cedro (Brusque - SC). 1990. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.

BRASIL. **Lei n. 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.

_____. **Lei n. 7.802**, DE 11 DE JULHO DE 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.

CASTRO Luciana Cardon. **A gestão dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu – PR**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CONAMA. **Resolução 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.

FERRETTI, Eliane Regina. **Diagnóstico Físico-Conservacionista - DFC**: Instrumento para o Plano de Bacias Hidrográficas - uma aplicação na Bacia do Rio Tagaçaba – Município de Guaraqueçaba – PR. 2003. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

MENDONÇA, Francisco de Assis. Diagnóstico e análise ambiental de microbacia hidrográfica R. **RA'E GA**, Curitiba, n. 3, p. 67-69, 1999.

MENDONÇA, F. A.; SANTOS, L. J. C. Gestão da água e dos recursos hídricos no Brasil: Avanços e desafios a partir das bacias hidrográficas – uma abordagem geográfica. **Revista Geografia**, Rio Claro, v. 31, n. 1, p. 103-118, jan./abr. 2006.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a "visão mundial da água". **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 13, n. especial, p. 357-370, 2003.