

IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS NA BACIA DO RIO VERDE – RMC - PARANÁ, BRASIL, POR MEIO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRAFICA

Prof^a. Dr^a. Sony Cortese Caneparo¹
Prof. Dr. Everton Passos²
Prof^a. Dr^a. Ana Maria Muratori³
Prof^a. MSC Elaine de Cacia de Lima Frick⁴

Resumo

A bacia do Rio Verde, localizada na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) – Paraná – Brasil, é um dos mananciais de abastecimento da região, e se reveste de importância, tendo em vista que fornece água para a Refinaria Presidente Getúlio Vargas, da PETROBRÁS, que constitui o maior complexo petrolífero do Estado do Paraná. A sua ocupação, de início, predominantemente rural, se deu de forma caótica, assim como a urbana, sem planejamento algum. Tal situação terminou se refletindo no uso desordenado da terra, com significativas alterações nos ambientes fluviais, em seu entorno. Essa situação motivou o desenvolvimento da presente pesquisa, cujo objetivo foi o de analisar as áreas de risco ambiental na referida bacia, através do uso de sistemas de informação geográfica (SIG's), para fins de gestão ambiental. Para a classificação e análise das unidades de mapeamento, foram gerados planos de informação a partir de cartas topográficas (escala 1:20.000 – 1976; fotografias aéreas (escala 1:30.000 – 2000) , imagem de satélite (2005), além de atualização de campo. Os resultados demonstraram que a bacia corre riscos ambientais, que demandam medidas mitigatórias, existindo a possibilidade de eutrofização do reservatório da represa, que pode determinar, no futuro, colapso quanto ao abastecimento de água para a refinaria da PETROBRAS.

Palavras-chave: riscos ambientais, sistemas de informações geográficas.

¹ Prof^a. Associado - Departamento de Geografia - UFPR – Brasil. E-mail: sony@ufpr.br

² Prof. Associado – Departamento de Geografia – UFPR – Brasil. E-mail: everton@ufpr.br

³ Prof^a. Associado - Departamento de Geografia - UFPR – Brasil. E-mail: amuratori@uol.com.br

⁴ Prof^a. Assistente - Departamento de Geografia - UFPR – Brasil. E-mail: elainecacia@ufpr.br

1. Introdução

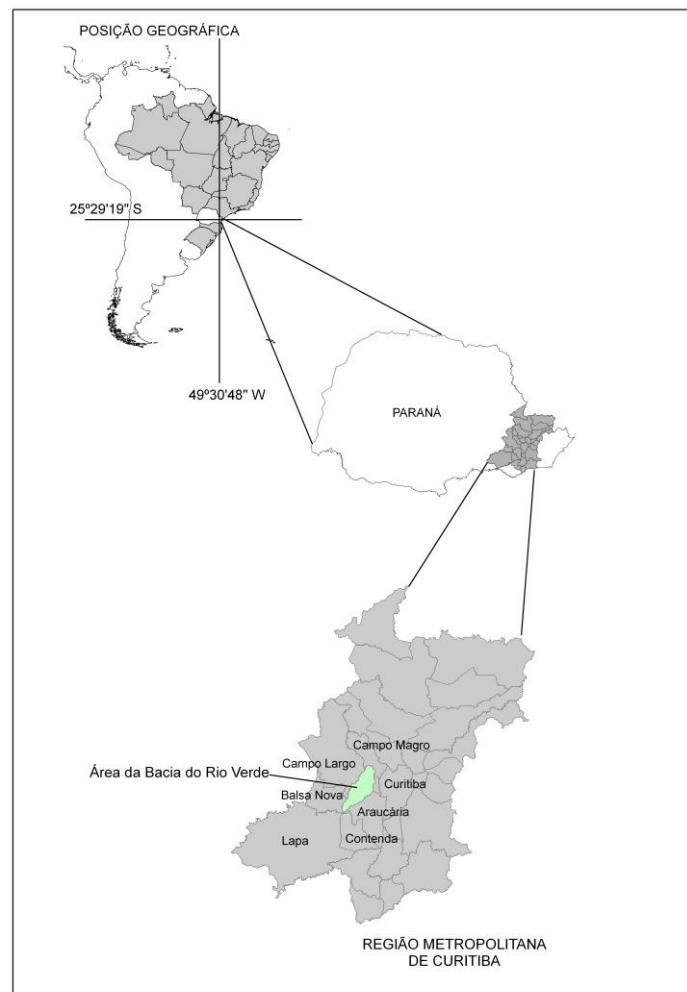
O presente estudo, relativo à análise de riscos ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Verde, localizada na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) – Paraná, Brasil, resulta da preocupação de que o seu uso indiscriminado pelas atividades agropecuárias ou urbanoindustriais, determinando problemas de degradação ambiental, termine por afetar a qualidade das águas da represa existente nesse rio, de uso da Refinaria Presidente Getúlio Vargas.

Nesse sentido, o objetivo geral do estudo foi o de analisar as áreas de risco ambiental na referida bacia, através do uso de sistemas de informação geográfica (SIG's), para fins de gestão ambiental. De maneira a atingir esse objetivo, foram gerados planos de informação, utilizando-se fotografias aéreas, cartas topográficas e imagem de satélite, além de checagem de campo.

2. Localização e caracterização geral da área de estudo

A bacia Hidrográfica do Rio Verde está inserida na porção oeste da Região Metropolitana de Curitiba (Estado do Paraná – Brasil), abrangendo quatro municípios: Araucária, Campo Largo, Campo Magro e Balsa Nova. Sua área é de 238,96 km² e está localizada entre as latitudes de 25° 18'S e 25°40'S, e as longitudes de 49°21'W e 49°49'W de Greenwich (Figura 1).

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio verde (rvc) Paraná-Brasil.



Do ponto de vista do meio biofísico, seu principal curso, o rio Verde nasce no município de Campo Magro e deságua no Rio Iguaçu.

O clima da área é mesotérmico úmido com temperatura anual, oscilando entre 16,5° C a 22,6° C, e precipitações anuais de 1.450 mm.

A vegetação dominante é a Floresta Ombrófila Mista Montana, registrando-se também a ocorrência em estágio inicial da Floresta Ombrófila Mista Montana – Capoeira, em diversos estágios sucessionais. Ocorrem, ainda, as formações ribeirinhas, ou seja, a Floresta Ombrófila Mista Aluvial associada à estepe, localmente denominada de Campos Edáficos, estando presentes, respectivamente, ao longo dos principais canais de drenagem e da planície de inundação. (KLEIN e HATSHBACH, 1962).

Quanto aos aspectos socioeconômicos, os mesmos são bastante diversificados. O município de Araucária é o que possui o maior Produto Interno Bruto (aproximadamente R\$ 9,54 bilhões de reais segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007). Incluindo-se entre os cinquenta municípios mais ricos do Brasil. O motivo para tal desempenho refere-se às atividades inerentes ao setor petrolífero, aí instalado. Já os demais municípios apresentam uma disparidade muito grande. Apenas Campo Largo tem produto interno bruto (PIB) acima de um bilhão de reais, tendo em vista uma forte presença do setor industrial. Já, os demais municípios, Campo Magro e Balsa Nova estão bem abaixo, embora todos apresentem IDH-M acima de 0,75, o que indica uma boa qualidade de vida (IPARDES, (2010).

A população total da bacia é de 48.325 habitantes segundo o IBGE (2.000).

3. Material e métodos

3.1 MATERIAL CARTOGRÁFICO E SOFTWARES

Para a realização desse estudo foram utilizados os seguintes materiais cartográficos: fotografias aéreas da Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), escala 1: 30.000, (2000); folhas topográficas da Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC), escala 1:10.000 (1976), num total de 21 folhas; imagens do satélite SPOT (2005); mapa de Uso do Solo da SUDERHSA, escala 1:20.000, (2000) e os softwares: IDRISI Taiga e CARTA LINX, ambos desenvolvidos na *Clark University* e ARCVIEW 3.2, desenvolvido pela *Environmental Systems Research Institute (ESRI)*.

3.2. Procedimentos metodológicos

Os procedimentos foram divididos em quatro etapas, descritas na sequência.

3.2.1. Primeira etapa

A metodologia proposta permitiu a identificação e manipulação de associações causais entre variáveis ambientais, quanto à extensão territorial e conflitos de uso da terra, tendo como parâmetro elementos da legislação vigente. As constatações de incongruências foram identificadas a partir da ocorrência associada ao espaço.

Posteriormente, na fase de monitoramento, a variável temporal foi considerada quanto ao aspecto de controle e possibilidade prospectiva. (CANEPARO e PASSOS, 2006).

Inicialmente, foi realizado o levantamento ambiental que compreendeu o tratamento diagnóstico, necessário à identificação de situações ambientais relevantes para averiguação das incongruências de uso da terra.

Essa etapa correspondeu à criação da base de dados geocodificados, a partir de um inventário o qual foi sintetizado em banco de dados, contidos em Planos de Informações (PI's) - definidos como dados ambientais básicos, dos quais se derivaram PI's, através de operadores zonais e de reclassificações, como procedimentos de manipulação e análise em SIG.

Para efetivação dessa primeira etapa foram utilizadas as folhas topográficas da COMEC, sendo delimitada a bacia hidrográfica do Rio Verde, resultando no plano de informação denominado de Perímetro da Bacia do Rio Verde. A partir daí, foram georreferenciadas as 21 folhas topográficas, para posteriormente serem “mosaicadas”. Passou-se então para a vetorização dos seguintes planos de informações: rede de drenagem, nascentes, lagoas, represa, curvas de nível, topos de morro e planícies de inundação. A escala final adotada foi de 1:50.000, o sistema de projeção tomado foi o Universal Transverso de Mercator e o fuso, o de 22S. A resolução definida foi de 20 metros para os planos de informações em estrutura *raster*.

A partir do PI das curvas de nível através de algoritmo de interpolação (TIN), e do recurso de reclassificação, produziram-se os PI's: modelo de elevação do terreno e declividade.

3.2.2 Segunda etapa

Os PI's denominados perímetro da bacia, rede de drenagem, nascentes, curvas de nível, modelo de elevação do terreno e declividade, através dos procedimentos de manipulação e análise (operadores zonais), resultaram no PI denominado de Áreas com Restrições Legais.

A rede de drenagem e nascentes foram inseridas num único plano intermediário, criado através de operadores de distância – geração de buffer- tomando-se como base o Artigo 2º, do Código Florestal (*alínea a, número 1 e alíneas b e c*). Agregou-se a esse PI intermediário, a declividade, obtida através dos PI's curvas de nível e modelo de elevação do terreno. O PI da declividade foi reclassificado de acordo o Artigo 2º, do

Código Florestal, *alínea e*. Os demais elementos que compuseram tal PI foram gerados a partir das resoluções inseridas no quadro 1, colocado na sequência.

Quadro 1 – Compilação da legislação ambiental utilizada na construção do Mapa das áreas de restrições legais

Área de Preservação Permanente (APP)	Enquadramento Legal
APP de rios - 30 metros	1. Lei Federal nº 4.771, de 15/09/1965 – Art. 2º, alínea “a”, item 1. 2. Resolução CONAMA nº 303, de 20/03/2002, Art. 3º, Inciso III, alínea “a”.
APP de nascentes - 50 metros	1. Lei Federal nº 4.771, de 15/09/1965 – Art. 2º, alínea “c”. 2. Resolução CONAMA nº 303, de 20/03/2002, Art. 3º, Inciso II.
APP de lagoas – 30 metros para as que estejam situadas em áreas urbanas consolidadas e 100 metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d’água com até 20 hectares de superfície, cuja faixa marginal deverá ser de 50 metros;	1. Lei Federal nº 4.771, de 15/09/1965 – Art. 2º, alínea “b”. 2. Resolução CONAMA nº 303, de 20/03/2002, Art. 3º, Inciso III, alínea “b”. 3. Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP nº 05, de 28/03/2008, Artigos 3º e 5º.
APP da represa - 100 metros	1. Lei Federal nº 4.771, de 15/09/1965 – Art. 2º, alínea “b”. 2. Resolução CONAMA nº 303, de 20/03/2002, Art. 3º, Inciso III, alínea “b”. 3. Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP nº 05, de 28/03/2008, Artigos 3º e 5º.
APP das encostas cuja declividade seja superior a 45º.	1. Lei Federal nº 4.771, de 15/09/1965 – Art. 2º, alínea “e”. 2. Resolução CONAMA nº 303, de 20/03/2002, Art. 3º, Inciso VII.

APP das planícies de inundação - 50 metros	1. Resolução CONAMA nº 303, de 20/03/2002, Art. 3º, Inciso IV. 3. Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP nº 05, de 28/03/2008, Artigos 3º e 5º.
APP dos topos de morro	1. Lei Federal nº 4.771, de 15/09/1965 – Art. 2º, alínea “d”. 2. Resolução CONAMA nº 303, de 20/03/2002, Art. 3º, Inciso VI

Fonte: Projeto Interdisciplinar sobre Eutrofização de Águas no Reservatório Rio Verde/Petrobras, Araucária, Paraná, Brasil, 2009 – SUBPROJETO: Geração da base de dados cartográficos, LAPIGEO, 2009.

O PI denominado de Cobertura Vegetal e Uso da Terra foi gerado a partir dos *shapes* disponíveis no site da SUDERHSA conforme o link <<http://www.suderhsa.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=92>>. As informações disponibilizadas pela SUDERSHA, são do ano 2000, elaboradas na escala 1: 20.000. Esse PI foi reclassificado em três categorias: áreas antropizadas, áreas com cobertura vegetal e corpos d’água, com o objetivo de sintetizar a informação.

3.2.3 Terceira etapa

Através do procedimento de tabulação cruzada e reclassificação de temas entre os PI’s Cobertura Vegetal e Uso da Terra do ano de 2000 (com três categorias) e Áreas de Restrições Legais, identificaram-se os conflitos entre o uso da terra e a legislação vigente, e gerado o PI – Conflitos entre o Uso da Terra e as Restrições Legais na Bacia do Rio Verde, o qual foi aferido através de trabalho de campo.

3.2.4 Quarta etapa

Os PI’s dos Conflitos entre o Uso da Terra e as Restrições Legais na Bacia do Rio Verde, somados aos levantamentos e aferições de campo, permitiram reconhecer os riscos ambientais existentes na área de estudo.

Sob esse enfoque, cabe aqui ressaltar que o risco pode ser entendido como o potencial de realização de conseqüências adversas indesejadas para a saúde, vida humana, ambiente ou bens materiais, de maneira mais formal risco seria o produto da probabilidade de ocorrência de um determinado evento pela magnitude das

consequências. (*Society for Risk Analysis*⁵, 2010). E, sob a ótica ambiental, a probabilidade da ocorrência de um determinado processo que envolve a variável tempo-espacial e o modo como tal processo pode afetar a vida humana em seus mais diversos aspectos, trazendo consigo incertezas, exposição ao perigo, prejuízo e perda, sejam humanas ou materiais. Assim os riscos podem afetar negativamente a saúde, os bens e o meio físico, entre outros.

4. Resultados e discussão

A partir da reclassificação do PI da Cobertura Vegetal e Uso da Terra foi possível identificar as coberturas relativas às áreas antropizadas, à cobertura vegetal e aos corpos d'água. O quadro 2 mostra tais áreas e seus percentuais, representados na figura 2.

Quadro 2 - Cobertura vegetal e uso da terra (2000) na bacia do rio verde Paraná - Brasil.

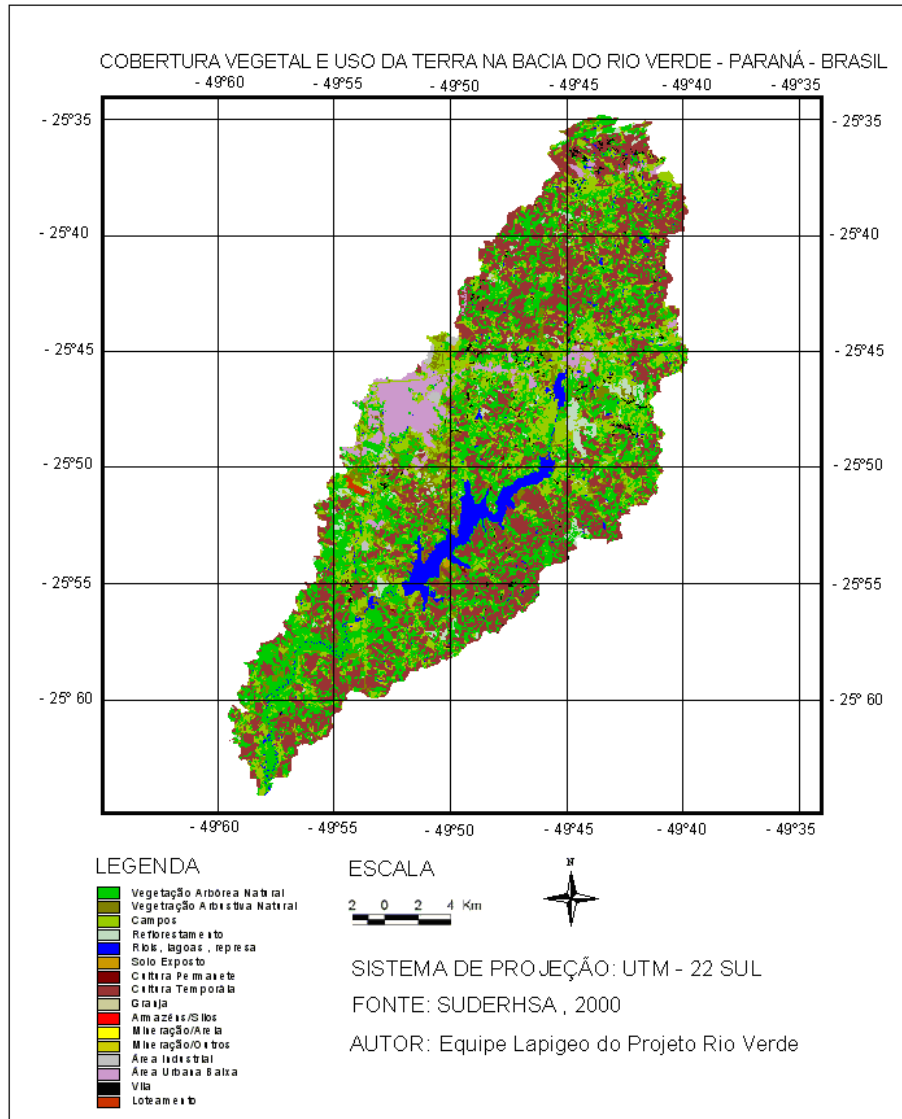
Categorias	Área (km ²)	% (em relação à área total da bacia)
Áreas Antropizadas	86,89	36,36
Áreas com Cobertura Vegetal	125,94	52,71
Corpos d'água	26,12	10,93
Total	238,95	100,00

FONTE: Plano de Informação Cobertura Vegetal e Uso da Terra na Bacia do Rio Verde – Paraná – Brasil (2000).

De acordo com esse quadro e a figura 2, colocada na sequência, pode-se constatar que na bacia em estudo a maior parcela corresponde à Cobertura Vegetal, com 52,71%, ou seja, 125,94 km², cuja área é superior à abrangida pela antropização, a qual compreende 36,36% da bacia, ou seja, 86,89 km². A figura 2 mostra que a área antropizada com urbanização ocorre na porção oeste da bacia, ao passo que as áreas rurais se distribuem ao longo de toda a sua extensão.

⁵ Disponível em: <http://www.sra.org/>. Acesso em: 10/05/2010.

FIGURA 2 - COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA (2.000) NA BACIA DO RIO VERDE – PARANÁ - BRASIL.



No quadro 3, constam as áreas calculadas, e os respectivos percentuais das categorias trabalhadas em tal mapa (Figura 2).

Quadro 3 – Areas das restrições legais na bacia do rio verde na bacia do rio verde – Paraná - Brasil.

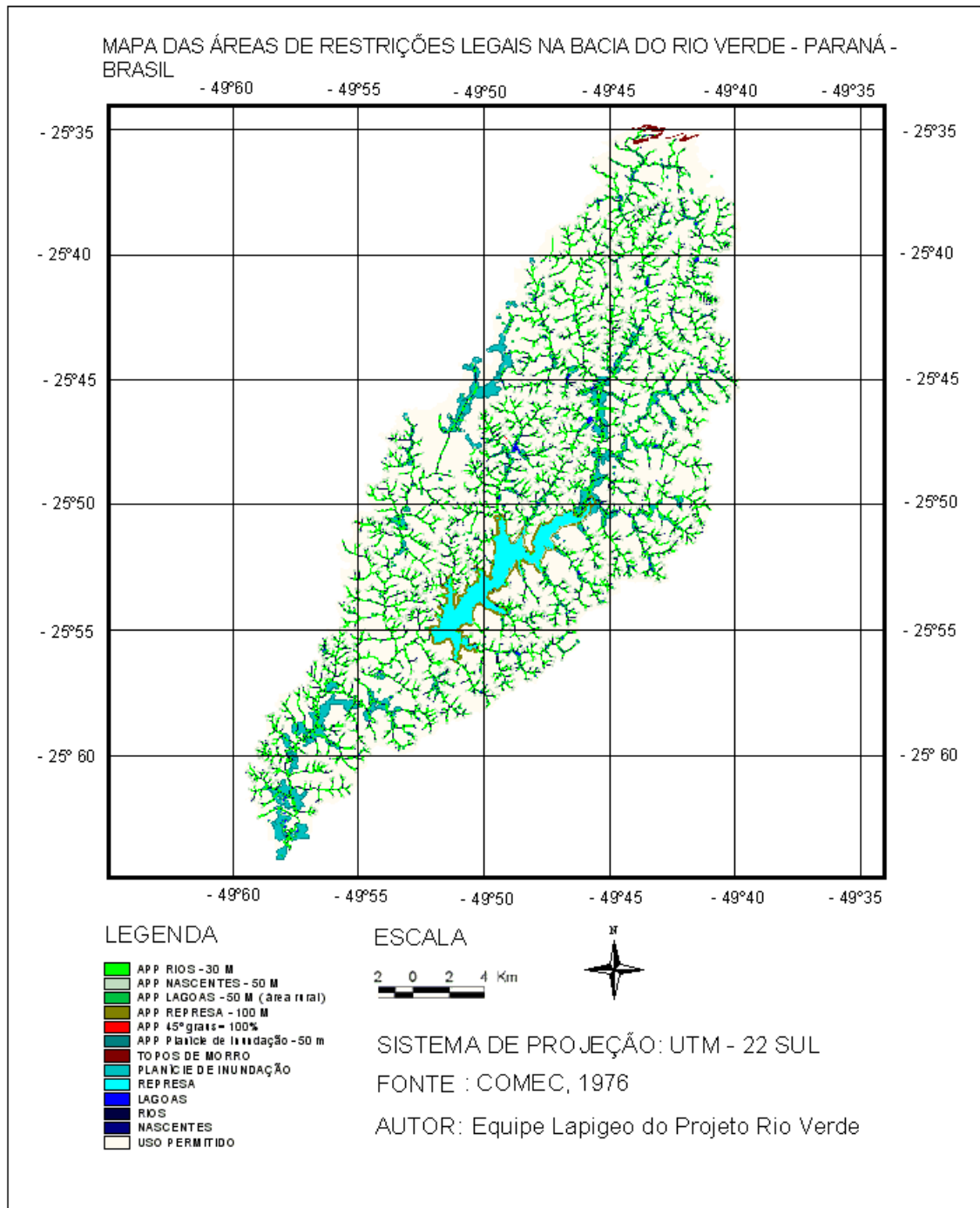
Tipo de Restrição	Área (km²)	% (em relação a área total da bacia)
APP Rios (30 m)	30,59	12,80
APP Nascentes (50 M)	15,69	6,57
APP Lagoas (50 m - área rural)	5,40	2,26
APP Represa (100m)	2,58	1,08
APP 45 Graus (100%)	0,01	0,00
APP Planície Inundação (50m)	5,21	2,18
Topos de Morro	0,45	0,19
Planície de Inundação	5,68	2,38
Represa	6,13	2,57
Lagoas	0,82	0,34
Rios	14,05	5,88
Nascentes	0,76	0,32
Uso Permitido	151,58	63,42
Total	238,95	100,00

FONTE: Plano de Informação Áreas das Restrições Legais na Bacia do Rio Verde na Bacia do Rio Verde – Paraná - Brasil.

As áreas de preservação da bacia foram quantificadas de acordo com as especificações de cada ambiente. Segundo o quadro 3, dos 238,95 km² da área total, 36,58,% deveriam estar preservados, ou seja, 87,37 km². Desse modo, restam 151,58 km² com permissão de uso, ou seja, a Bacia do Rio Verde possui um potencial de uso equivalente a 63,42% de sua área. Na figura 3, estão representadas as áreas com Restrições Legais, segundo as restrições, conforme quadro 3.

Essas áreas estão representadas na figura 3 e estão localizadas na maioria dos cursos fluviais de primeira ordem, bem como em outros segmentos dos afluentes do curso principal, onde as áreas que estavam ocupadas pelas matas ciliares estão comprometidas ou desapareceram totalmente. Quanto às 1.736 nascentes mapeadas, identificou-se que 1.389 (80,01%) foram desmatadas e ocupadas, principalmente por atividades agropecuárias, e estão distribuídas ao longo de toda a bacia.

Figura 3 – áreas das restrições legais na bacia do rio verde na bacia do rio verde – Paraná - Brasil.



O plano de informação intitulado de Conflitos entre o Uso da Terra e as Restrições Legais, o qual foi gerado a partir da tabulação cruzada entre dois planos analisados (Uso da Terra e Cobertura Vegetal - 2000 e Restrições Legais), resultou, a

priori, em 40 categorias, as quais foram analisadas, agrupadas e reclassificadas em nove categorias que estão representadas no quadro 4 e figura 4, a seguir.

Quadro 4 – Conflitos entre o uso da terra e as restrições legais na bacia do rio verde na bacia do rio verde – Paraná – Brasil

Tipificação das áreas	Área (km²)	Percentual em relação a área total da bacia (%)
Antropização em APP de Rios (30 metros)	6,80	2,85
Antropização em APP de Nascentes (50 metros)	5,99	2,51
Antropização em APP de Lagoas (50 metros)	1,42	0,59
Antropização em APP da Represa (100 metros)	0,39	0,16
Antropização em APP acima de 45 graus	0,01	0,00
Antropização em APP das Planícies de Inundação	2,07	0,87
Antropização em APP de Topos de Morro	0,11	0,05
Áreas sem Conflitos	196,04	82,04
Corpos d'água	26,12	10,93
Área total da bacia	238,95	100,00

Fonte: Cruzamento entre os Planos de Informações Cobertura Vegetal e Uso da Terra e Restrições Legais na Bacia do Rio Verde na Bacia do Rio Verde – Paraná - Brasil.

O quadro 4 mostra que 196,04 km² (82,04 %) da área da Bacia não apresenta conflitos e 16,79 km² não estão preservados, isto é, conflitam com as restrições legais vigentes, correspondendo a 7,03% do total da bacia. Embora esse valor pareça insignificante, quando se observa isoladamente cada conflito percebe-se que é preocupante a degradação das margens dos rios e das nascentes, com um total de 12,79 km², de acordo com a figura 4.

No quadro 5 estão sintetizados os *riscos ambientais* ocorrentes na Bacia do Rio Verde.

Quadro 5 – Identificação dos riscos ambientais na bacia do rio verde– Paraná - Brasil

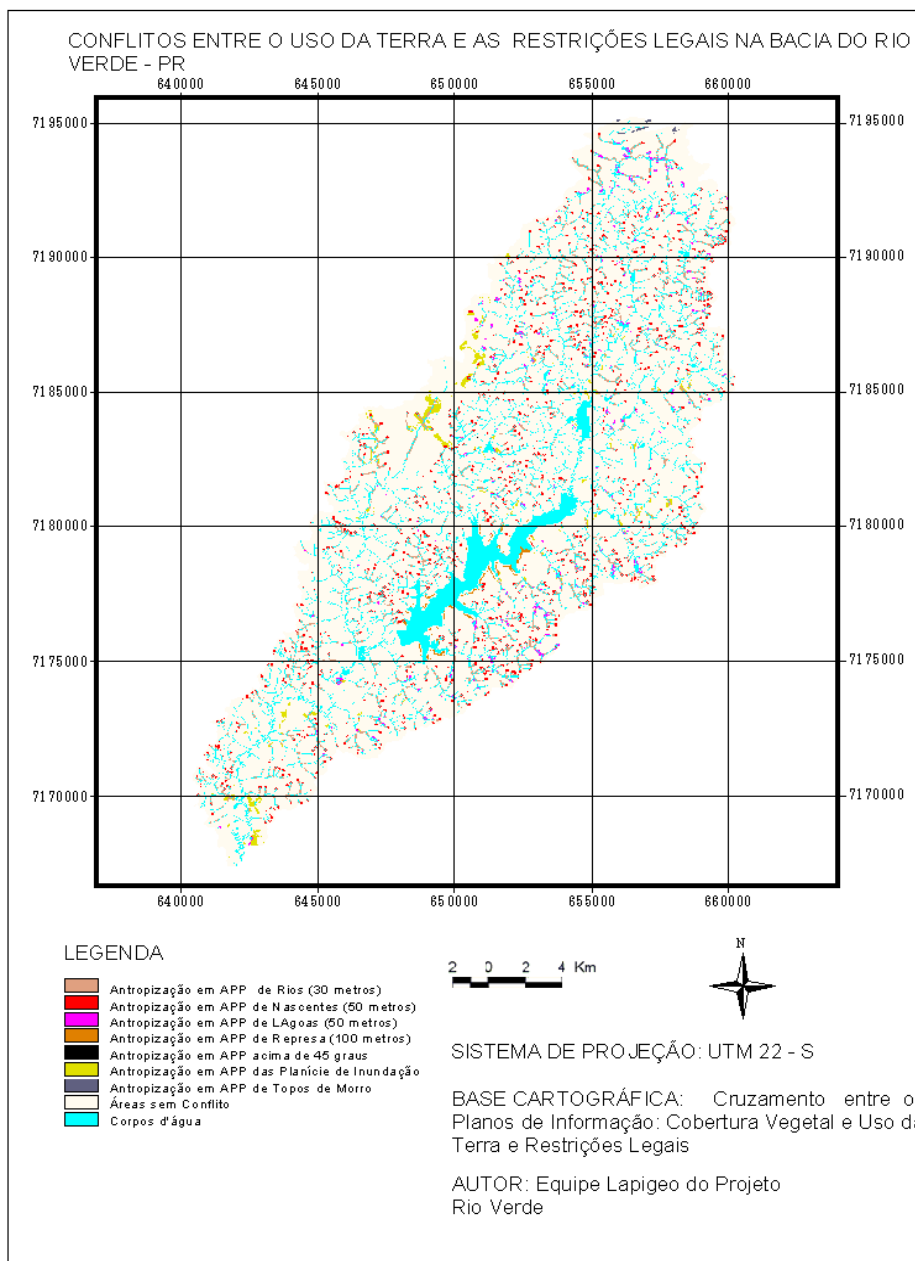
Tipificação das áreas	Tipo de risco
Corpos d'água	Desmatamento e ocupação das margens por práticas agrícolas e urbanização, com risco de poluição dos canais, assoreamento e erosão.
APP de Nascentes	Desmatamento e ocupação por práticas agrícolas e urbanização, com risco de desaparecimento e poluição.
APP de Reservatórios	Ocupação das margens por práticas agrícolas, com risco de poluição dos canais, assoreamento e erosão.
APP de Encostas Íngremes	Ocupação das encostas por práticas agrícolas, com risco de desmoronamento e erosão.
APP das Planícies de Inundação	Desmatamento e ocupação por práticas agrícolas e urbanização (mineração), com risco de desaparecimento e poluição
APP de Topos de Morro	Desmatamento e ocupação por práticas agrícolas, afetando encostas e nascentes, com risco de desmoronamento e erosão.

Fonte: Levantamento de campo e Plano de Informação dos Conflitos entre o Uso da Terra e Restrições Legais na Bacia do Rio Verde na Bacia do Rio Verde – Paraná - Brasil.

Identificação de riscos ambientais na bacia do Rio Verde – RMC - Paraná, Brasil, por meio de um sistema de informação geográfica

Dr.^a. Sony Cortese Caneparo, Dr. Everton Passos, Dr.^a. Ana Maria Muratori, MSC Elaine de Cacia de Lima Frick.

Figura 4 – Conflitos entre o uso da terra e as restrições legais na bacia do rio verde na bacia do rio verde – Paraná- Brasil.



5. Considerações finais

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) constitui uma ferramenta valiosa e eficiente na orientação do planejamento ambiental, pois possibilita agilizar e integrar o conjunto de dados diferenciados, facilitando consultas, análises e geração de novas informações, juntamente com o sistema de processamento de imagens digitais

(fotografias aéreas e imagens orbitais), possibilitando a atualização da base de dados. É eficiente e imprescindível para trabalhos desta natureza, porque envolve integração cartográfica referente aos problemas ambientais em sua expressão espacial (territorial), bem como, na identificação e análise de conflitos, possibilitando identificar e dimensionar a evolução dos fenômenos.

No caso do presente estudo, os resultados mostraram que existem áreas na Bacia do Rio Verde que devem ser preservadas de acordo com a legislação vigente, assim como outras devem ser recuperadas. Esses resultados servem para que os gestores possam tomar decisões no sentido de adotarem políticas públicas coerentes com o desenvolvimento sustentado.

Neste sentido, a análise ambiental desses espaços através do SIG, interagindo com variáveis importantes na tomada de decisão, de forma diagnóstica e possibilidade prognóstica, permite uma orientação principalmente preventiva, que contribui para o gerenciamento ambiental, não só no reordenamento espaço geográfico, mas também na identificação e mitigação dos riscos ambientais.

Referências bibliográficas

CANEPARO, S. C. *et al.* Desenvolvimento de uma metodologia de identificação dos conflitos entre o uso da terra e as restrições legais por meio de um sistema de informação geográfica – estudo de caso bacia do rio Verde – Paraná – Brasil. In: VI Seminário LATINO-AMERICANO E II SEMINÁRIO INBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2010, Coimbra. **Anais**. Coimbra: Universidade de Coimbra. Departamento de Geografia da Faculdade de Letras, 2010.

CANEPARO, S. C; PASSOS, E. (2006) **Avaliação do estado de preservação ambiental a partir da espacialização de parâmetros geoambientais por meio de um sistema de informação geográfica - estudo de caso sub-bacia do rio Inspecor Carvalho - Paraná – Brasil**. In: IV Seminário Latino-americano de Geografia Física – Universidade Estadual de Maringá. Maringá.

IBGE. (2007) **Produto Interno Bruto dos Municípios 2003-2007** . Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2009/tab01.pdf>>. Acesso em 02/11/2010.

IBGE. (2008) **Estimativas das Populações Residentes, em 1º de julho de 2008, Segundo os Municípios**.

Identificação de riscos ambientais na bacia do Rio Verde – RMC - Paraná, Brasil, por meio de um sistema de informação geográfica

Dr.^a Sony Cortese Caneparo, Dr. Everton Passos, Dr.^a Ana Maria Muratori, MSC Elaine de Cacia de Lima Frick.

Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/POP2008_DOU.pdf>. Acesso em 12/05/2009.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **MUNICÍPIOS E REGIÕES. CADERNOS MUNICIPAIS**. Disponível em <<http://www.ipardes.gov.br/>>. Acesso em 6/11/2010.

KLEIN, R. M.; HATSHBACH, G. G. (1962). Fitofisionomia e notas sobre a vegetação para acompanhar a planta fitogeográfica do município de Curitiba e arredores. In: **Bol. Univ. Paraná**; 4:1-29.

SILVA, J. J. I. (2009) **Identificação dos Conflitos Territoriais na Bacia Hidrográfica do Rio Verde – PR, através de Sistemas de Informações Geográficas**. Curitiba. 99p. Monografia (Graduação em Geografia), Universidade Federal do Paraná.

SOCIETY FOR RISK ANALYSIS. **Risk concept**. Disponível em: <http://www.sra.org/>. Acesso em: 10/05/2010.