



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MARCOS FERRAZ MONTEIRO

**DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO PARA AVALIAÇÃO  
SOCIOAMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

---

Londrina  
2014

MARCOS FERRAZ MONTEIRO

**DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO PARA AVALIAÇÃO  
SOCIOAMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós –  
Graduação, em Agronomia da Universidade  
Estadual de Londrina, como requisito parcial à  
obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ralisch.

Londrina  
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

M775d Monteiro, Marcos Ferraz.

Desenvolvimento metodológico para avaliação socioambiental em bacias hidrográficas / Marcos Ferraz Monteiro. – Londrina, 2014.  
187.f. : il.

Orientador: Ricardo Ralisch.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2014.  
Inclui bibliografia.

1. Agricultura – Aspectos ambientais – Teses. 2. Pequenas propriedades rurais – Indicadores ambientais – Teses. 3. Ecologia agrícola – Teses. 4. Bacias hidrográficas – Aspectos ambientais – Teses. 5. Solo rural – Uso – Teses. I. Ralisch, Ricardo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 631:577.4

MARCOS FERRAZ MONTEIRO

**DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO PARA AVALIAÇÃO  
SOCIOAMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós –  
Graduação, em Agronomia da Universidade  
Estadual de Londrina, como requisito parcial à  
obtenção do título de Doutor em Agronomia.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador Prof. Ricardo Ralisch  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Carlos Mello Garcias  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná -  
PUCPR

---

Prof. Omar Neto Fernandes Barros  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. André Celligoi  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina 31 de agosto de 2014

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente dirigido ao Professor Doutor Ricardo Ralisch, por ter aceitado me orientar nesse trabalho, passando sua experiência e paciência para atingir as metas estabelecidas.

Ao programa de Demanda Social da CAPES, que durante 19 meses financiou meus estudos mediante bolsa de estudos a pesquisa.

Aos professores e funcionários da Pós-Graduação em Agronomia, os quais sempre foram solícitos e prestativos aos meus questionamentos e solicitações.

Aos departamentos de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá e Universidade Federal do Paraná, além do departamento de Pós-Graduação de Geografia da Universidade do Paraná, os quais foram importantes para os resultados dessa tese, pois permitiram a minha pessoa a utilização de suas dependências e assistir disciplinas como aluno externo aos seus programas.

Aos vários colegas de diversas áreas do conhecimento, que contribuíram com ideias e conselhos para melhorar e lapidar a forma que os resultados poderiam ser apresentados, sendo os que mais contribuíram foram: Clewerson Frederico Scheraiber, Fábio Bertolini e Michele Cristina Semião.

A Integrada Cooperativa Agroindustrial e seus funcionários principalmente o agrônomo Jânio Raimundo e a geógrafa Ana Almeida, pois os mesmos contribuíram em muito para disponibilizar diversas informações a respeito do objeto do estudo, a bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados.

Aos produtores da bacia dos Apertados, que disponibilizaram tempo e interesse em participar desse projeto fornecendo informações a respeito de propriedades.

MONTEIRO, Marcos Ferraz. **Desenvolvimento metodológico para avaliação socioambiental em bacias hidrográficas**. Londrina, 2014. 163 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

## RESUMO

O presente trabalho procurou mensurar e avaliar questões socioambientais em propriedades rurais localizadas na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados no município de Arapongas - PR. Para tanto foi proposta aplicação de índices de sustentabilidade em determinadas propriedades e também na bacia como um todo. A escolha da bacia foi motivada pelo acidente ambiental ocorrido no ano de 2008, quando a estação de tratamento de água teve de interromper o abastecimento devido à contaminação por agrotóxicos. Com apoio da cooperativa local e dos produtores foram desenvolvidos e aplicados dois índices, sendo eles: O Índice de Qualidade Socioambiental em Propriedades Rurais - IQSPR - e o Índice de Qualidade Socioambiental em Bacias Hidrográficas - IQSBH. O primeiro avaliou o cumprimento de leis ambientais, condicionantes naturais, técnicas conservacionistas e medidas que visam à sustentabilidade por parte do produtor. O resultado para as sete propriedades avaliadas foi considerado bom em uma escala de valores. Deve ser salientado que os produtores foram voluntários e já possuíam interesse em questões ligadas à conservação do meio ambiente. Já o segundo índice o – IQSBH - as variáveis medidas que foram o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH- o Índice de Qualidade da Água- IQA - e o uso do solo na bacia. Para a bacia dos Apertados o resultado foi considerado bom, apesar do acidente ambiental ocorrido em 2008, o resultado pode ser atribuído aos bons valores de IDH e IQA da bacia e dos valores medianos quanto ao uso do solo. O IQSBH também foi aplicado na bacia do rio Belém em Curitiba, com características urbanas, com a finalidade de gerar dados comparativos de problemas socioambientais em bacias hidrográficas em áreas distintas.

**Palavras-chave:** Agricultura - Aspectos ambientais. Pequenas propriedades rurais - Indicadores ambientais. Ecologia agrícola. Bacias hidrográficas - Aspectos ambientais. Solo rural - Uso. Ecologia das bacias hidrográficas.

MONTEIRO, Marcos Ferraz. **Methodological development for social and environmental assessment in watersheds**. Londrina, 2014. 163 p. Thesis ( PhD in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

### **ABSTRACT**

This study has sought to measure and evaluate socio-environmental issues in rural properties located in the watershed of Ribeirão dos Apertados in the city of Araçongas, state of Paraná, Brazil. In order to achieve this goal, application of sustainability indexes in certain properties as well as in the watershed as a whole has been proposed. The choice of this watershed in particular was motivated by the environmental accident occurred in 2008, when the treatment plant had to stop the water supply due to contamination by pesticides. With the support from the local cooperative and producers, two indices were applied, namely: The Socio Environmental Quality Index in Rural Properties (SEQIRP) and the Socio Environmental Quality Index in Watersheds (SEQIW). The first one assessed the compliance with environmental law, natural determinants, conservation techniques and measures for sustainability taken by the producer. The result for the seven properties evaluated was considered good in a scale of values. It must be pointed out that the producers were volunteers and already had an interest in issues related to environmental conservation. Regarding the second index - SEQIW - the variables measured were the Human Development Index (HDI), the Water Quality Index (WQI) and the land use in the watershed. Concerning the Ribeirão dos Apertados watershed, the result was also considered good in spite of environmental accident occurred in 2008. This result can be attributed to good values of the HDI and the WQI in the watershed and the average values regarding the land use. The SEQIW was also applied in the basin of the river in Belem Curitiba, with urban characteristics, in order to generate comparative data on environmental problems in watersheds in different areas.

**Key words:** Agricultural. Environmental aspects. Watershed ecology. Watersheds - Environmental aspects. Rural land use.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
	<b>REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO</b> .....	<b>11</b>
2.1	BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO UNIDADE TERRITORIAL E DE PLANEJAMENTO.....	11
2.2	TRATADOS E ACORDOS PARA CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE .....	13
2.3	POLUENTES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS – AGROTÓXICOS.....	16
2.4	CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS EM MEIO RURAL .....	40
2.4.1	Proteção de Nascentes.....	42
2.4.2	Erosão e sua Influência nas Bacias Hidrográficas .....	43
2.4.3	Práticas Conservacionistas.....	49
2.5	DESENVOLVIMENTO E USO DE ÍNDICES E INDICADORES.....	57
2.6	SOCIOAMBIENTALISMO .....	59
2.6.1	Indicadores de Sustentabilidade e Meio Ambiente .....	61
2.6.2	Atores.....	69
2.6.3	Indicadores em Agroecossistemas .....	70
2.6.4	Método do Barômetro de Sustentabilidade .....	75
2.6.5	Índice de Qualidade da Água – IQA.....	77
2.6.6	Análise Espacial por Multicritério .....	79
2.7	LEIS AMBIENTAIS BRASILEIRAS E SUA INFLUÊNCIA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	81
2.7.1	Código Florestal.....	83
2.7.2	Mudanças no Código Florestal .....	86
2.7.3	Código das Águas e a Lei 9433/97 .....	87
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>93</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO DOS APERTADOS NO MUNICÍPIO DE ARAPONGAS .....	93
3.2	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO BELÉM NO MUNICÍPIO DE CURITIBA .....	102

3.3	PROPOSIÇÃO TEÓRICA DO ÍNDICE DE QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL EM PROPRIEDADES RURAIS - IQSPR.....	107
3.4	PROPOSIÇÃO TEÓRICA DO ÍNDICE DE QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL EM BACIA HIDROGRÁFICA - IQSBH.....	113
<b>4</b>	<b>RESSULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>117</b>
<b>ARTIGO A -</b>	Estudo socioambiental de propriedades rurais na bacia hidrográfica do ribeirão dos apertados em arapongas-pr, utilizando o iqspr – índice de qualidade socioambiental em propriedades rurais .....	117
	<b>Resumo .....</b>	<b>117</b>
	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>119</b>
	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>121</b>
	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>124</b>
	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>128</b>
	<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>128</b>
<b>ARTIGO B -</b>	Estudo socioambiental comparativo das bacias hidrográficas do ribeirão dos apertados em arapongas-pr e do belém em curitiba - pr. utilizando o iqsbh – índice de qualidade socioambiental em bacias hidrográficas. ....	129
	<b>Resumo .....</b>	<b>129</b>
	<b>Introdução .....</b>	<b>131</b>
	<b>Materiais e Métodos .....</b>	<b>133</b>
	<b>Resultados e Discussão .....</b>	<b>139</b>
	<b>Conclusões .....</b>	<b>144</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>145</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>148</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>161</b>
<b>APENDICE A -</b>	Questionário aplicado junto aos produtores da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados .....	162

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o final do paleolítico, quando os humanos diminuíram suas características de caçadores e coletores deixando de serem nômades e tornaram-se sedentários desenvolvendo a agricultura e controle dos rios na Mesopotâmia e no Vale do Nilo, os seres humanos deram início ao processo de intenso desenvolvimento tecnológico e cultural.

As imensas benesses criadas pela humanidade trouxeram consigo grandes impactos à natureza e ao próprio desenvolvimento futuro da civilização, esses impactos foram constantes e progressivos, contudo a partir da revolução industrial no século XVIII, tornaram-se catastróficos para os ecossistemas.

Apesar de a modernização ter criado diversos problemas ambientais como o efeito estufa, redução na camada de ozônio, contaminação do ar atmosférico, chuvas ácidas, entre outros; esses impactos podem ser controlados ou remediados por meio de medidas de evolução tecnológica ou do desenvolvimento e cumprimento de leis ambientais.

Contudo, os danos causados aos solos, extinção de espécies animais e vegetais, além da contaminação de recursos hídricos são questões ambientais críticas e emergenciais, pois devido à resiliência do solo e da água serem lentas, ou em alguns casos muito difícil, é necessária especial atenção para evitar esses impactos. Salienta Clarke (2005), que a exploração elevada e desordenada da natureza levará, certamente, a uma crise hídrica global nas próximas décadas, pois em 2050, aproximadamente haverá estimadamente quatro bilhões de habitantes com carência crônica de água no planeta.

O desenvolvimento tecnológico nas últimas décadas, as facilidades nas trocas de informação entre a comunidade científica, estão permitindo cada vez mais o desenvolvimento de indicadores socioambientais, que podem contribuir na tomada de decisões em relação à preservação dos recursos naturais, pois segundo Júnior (2007) a partir dos anos de 1990, motivados pela ECO92 e a criação da Agenda 21, tornou-se comum a utilização de indicadores para gestão sustentável de recursos naturais.

Paralelamente à evolução no uso de indicadores de sustentabilidade, os estudos que necessitam de territorialização, tem-se utilizado progressivamente bacias hidrográficas como área de estudo de fenômenos

antropológicos e naturais. Segundo Vitte (2004), entre os pesquisadores existe um consenso de que uma bacia hidrográfica é o espaço de planejamento e gestão das águas, no qual se procura compatibilizar as diversidades demográficas, sociais, culturais, econômicas e ambientais das regiões.

Como exemplo de problema ambiental territorializado, optou-se trabalhar nessa tese com a bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados, pois durante os meses de agosto e setembro de 2008, a Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR - interrompeu em diversas oportunidades a captação e o tratamento das águas oriundas da bacia em questão e, por sua vez, detiveram o abastecimento da cidade de Arapongas, localizada no norte do Paraná.

Naquele momento em um determinado ponto da bacia hidrográfica, a montante da Estação de Tratamento de Águas - ETA - foram detectados fortes odores oriundos de produtos industrializados.

Análises executadas pela SANEPAR na bacia constataram a existência de diversos compostos agrotóxicos que extrapolaram os limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357, sendo alguns de uso proibido no Brasil.

Mediante a urgência do caso e sua importância estratégica para o abastecimento da população da região, foi criado o Decreto Estadual 3749/08, que define que a bacia dos Apertados, entre outras na região de Arapongas, fossem transformadas em Área de Interesse de Manancial de Abastecimento Público, portanto, devendo ser conservadas.

O capítulo I, artigo 4º do Decreto, justifica que a medida visa controlar o uso e a ocupação do solo na bacia, para garantir a potabilidade da água conforme portaria do Ministério da Saúde nº 518/04, da Resolução CONAMA nº 357. Enquanto no capítulo II artigo 7º ficou definido a criação dos "Corredores da Água" nas áreas de interesse dos mananciais superficiais e subterrâneos das regiões de Arapongas, que deverão ser integrados com os demais corpos hídricos e terão como função a proteção e adequação de uso de áreas adjacentes, visando a garantia da qualidade e disponibilidade da água. (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS, 2008).

Por ordem do Ministério Público, medidas corretivas para os impactos gerados em 2008 foram tomadas com máxima urgência, como a coleta de embalagens vazias de agrotóxicos totalizando cerca de 52.000, recolhimento 4500 kg de agrotóxicos vencidos e abandonados, plantio de 60.000 mudas de árvores em

áreas de mata ciliar, além da aplicação de multa por irregularidades graves aos produtores da bacia dos Apertados (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO ESTADO DO PARANÁ, 2010).

Portanto a tese apresentada tem a finalidade de propor e aplicar índices de sustentabilidade socioambiental, utilizando como delineamento propriedades rurais locadas na bacia de hidrográfica do Ribeirão dos Apertados, apresentando os artigos científicos, a saber: artigo A: Proposta de uso do IQSPR - Índice Qualidade Socioambiental em Propriedades Rurais – e aplicação em propriedades localizadas na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados – Araçongas, Paraná e o artigo B: Proposta de uso do IQSBH – Índice de Qualidade Socioambiental em Bacias Hidrográficas – Estudo Comparativo na bacia do Ribeirão dos Apertados, em Araçongas – PR e bacia do Belém, Curitiba - PR.

## 2 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

### 2.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO UNIDADE TERRITORIAL E DE PLANEJAMENTO

O aumento no consumo de recursos hídricos será influenciado nas próximas décadas pelo desenvolvimento no meio urbano, pois em países emergentes e subdesenvolvidos ainda haverá intensa migração do campo para as cidades e a adaptação aos meios de consumo urbanos, continuará aumentando havendo a necessidade da formulação de leis e métodos para a conservação desses recursos.

No caso brasileiro, a questão da proteção dos recursos hídricos tomou forma mais acentuada durante a década de 1990. Para a Agência Nacional das Águas – ANA (2010):

A conservação de bacias hidrográficas é uma estratégia que visa proteger e restaurar a qualidade ambiental e, conseqüentemente, os ecossistemas aquáticos. Esta abordagem baseia-se na constatação de que muitos dos problemas de qualidade e quantidade de água são evitados ou resolvidos de maneira eficaz por meio de ações que focalizem a bacia hidrográfica como um todo, as atividades desenvolvidas em sua área de abrangência e os atores envolvidos.

A utilização de bacias hidrográficas como unidade de planejamento já é aplicada no continente europeu desde os anos de 1960. Segundo Porto (2008), no Brasil experiências baseadas na gestão de bacias hidrográficas surgem durante a década de 1980 nos estados do Rio Grande do Sul e Espírito Santo, enquanto tratados de exploração conjunta de bacias entre nações existiam na Europa desde o século XVII e nos Estados Unidos desde o início do século XIX.

As bacias hidrográficas são consideradas unidades territoriais ideais para os estudos hídricos, sociais e ambientais, pois possuem características geográficas que as definem, a exemplo o clima, relevo, a vegetação, solos, geologia, entre outros, salienta Minoti (2004). O uso de bacias hidrográficas passou a ser preferencialmente utilizadas como unidade de estudo e gestão devido ao fato de seus limites não se alterarem no decorrer do tempo.

Antes de existirem políticas internacionais para a proteção do meio ambiente, as mesmas, eram raras e focadas na solução de problemas imediatos e

locais, caracterizando essas ações como uma verticalização do comando, ou seja, de cima para baixo, dos governos para a população. Em muitos casos os interesses das comunidades não eram levados em consideração, gerando dessa forma diversos problemas sociais e econômicos.

Políticas desenvolvidas recentemente para preservação de bacias hidrográficas procuraram incentivar a formação de comitês de bacias, utilizando na tomada de decisões a participação dos três setores da sociedade interessados na preservação das mesmas, sendo eles o **primeiro setor** os governos, executivo, judiciário e legislativo, **segundo setor** as empresas e **terceiro setor** a população normalmente representada por Organizações Não Governamentais – ONGs.

De acordo com Júnior (2007), a criação de comitês de bacias hidrográficas são desafios para os gestores públicos, pois os mesmos sofrem com a falta de recursos humanos capacitados para uma gestão descentralizada e participativa, articulação dos interesses envolvidos pelos atores envolvidos na gestão, o bloqueio ao conhecimento econômico da água e definição de seu valor de outorga, a necessidade de um ciclo econômico estável na região que viabilize a sua cobrança, aceitação popular da bacia como unidade de gerenciamento e identificação e reconhecimento geográfico global dos cidadãos que vivem em uma bacia.

Para a criação ou reconhecimento de uma unidade de planejamento pelos três setores da sociedade faz-se necessário compreender a importância do território explorado ou da sua territorialização. Sendo o território o *locus* onde o Estado pode colocar em prática seu projeto político com objetivos e métodos.

Aponta Passos (2006) que as funções essenciais do Estado são controle do território, por meio do qual tenta intervir conjuntamente nos processos de homogeneização do direito, práticas de educação, modelos socioculturais, baseados no conceito de territorialidade animal, que tende ao equilíbrio ecológico entre as populações e os recursos existentes no ecossistema.

Com uma visão mais tecnocrata é possível dividir ou criar o espaço de estudo ou de ações governamentais utilizando os conceitos de território, unidade de planejamento e bacia hidrográfica. Conforme Coelho (2005):

A base territorial para o planejamento é definida como a unidade mínima necessária para o planejamento dos usos dos recursos hídricos de uma ou mais bacias hidrográficas, integrando e articulando as políticas públicas com abrangência neste território, considerando que a gestão das águas necessita da execução de ações transversais e que o planejamento dos usos dos recursos hídricos também interfere nestas políticas.

A necessidade de gerenciamento de recursos hídricos em diversas partes do globo chama atenção das autoridades responsáveis, que salientam a relação de população consumidora pela quantidade de recurso disponível na unidade de planejamento baseadas nas descargas médias da bacia onde ocorre o planejamento.

Rebouças (1997, apud FALKENMARK, M. & LINDH, G. 1976), avaliando problemas de abastecimento em diversos países, constatou que em bacias com menos de 5% de utilização das águas com descargas médias, pouca atividade de gerenciamento de recursos é aplicada, de 5% a 10% ainda possui uma situação confortável ocorrendo normalmente pequenas intervenções no quesito abastecimento, de 10% a 20% a atividade de gerenciamento torna-se indispensável, utilizando investimentos médios e em coeficientes superiores a 20% necessitam intenso gerenciamento e grandes investimentos.

Para Bollmann (2001) a gestão ambiental possui a premissa de não ser limitada somente a fatores ecológicos, sendo que as ações devem ser avaliadas a partir de um sistema ambiental que considera variáveis, físicas, químicas, biológicas, econômicas, sociais, culturais e psicológicas, tratando-se de uma complexa rede de relações oriundas de demandas individuais e coletivas.

A criação e o gerenciamento de estratégias para a gestão ambiental de bacias hidrográficas partem não só de uma análise física e ambiental, como também de sociais e econômicas, aumentando os custos, tempo decisório e a complexidade das decisões das ações, transformando as bacias numa espécie de nação diminuta a ser administrada.

## 2.2 TRATADOS E ACORDOS PARA CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Após a II Guerra Mundial, diversas tecnologias criadas ou aprimoradas durante o conflito começaram a ser produzidas pelas indústrias e

repassadas para os consumidores em diversos países, a melhora na economia mundial nesse período foi notória, contudo ampliou o consumo de matérias-primas e os impactos ao meio ambiente.

Nas décadas seguintes diversos acidentes ambientais, problemas de saúde e o levantamento de dados comprovando contaminações de diversas pessoas em vários países, incitaram o surgimento de movimentos de proteção ao meio ambiente.

Segundo Leff (2003) e Marengo (2006) uma consciência ambiental coletiva começou a surgir no final dos anos de 1960, tornando-se uma pauta política nas décadas seguintes, com as conferências mundiais como a de Estocolmo 1972 a respeito do meio ambiente e no Rio de Janeiro com a Cúpula Ambiental da ECO 92 em 1992, na qual temas ambientais foram transformados em metas para o desenvolvimento sustentável.

Para Silva (2002) apesar dos problemas ambientais terem surgido antes dos anos de 1970, a Conferência de Estocolmo pode ser considerada o ponto de partida dos movimentos político-ambientais no planeta.

O surgimento do termo desenvolvimento sustentável foi importante para a elaboração de políticas e ações para proteção do meio ambiente no planeta, segundo Bellen (2006), foi primeiramente discutido em 1980, pela *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*, que redigiu documento que classifica o desenvolvimento sustentável como capaz de considerar aspectos referentes às dimensões social e ecológica, bem como fatores econômicos dos recursos vivos como não vivos e as vantagens a curto e longo prazo de ações alternativas.

Atualmente há diversos pontos de vista para definir o que é desenvolvimento sustentável, com múltiplas conotações e significados, variando de autor para autor, entretanto o mais aceito como definição é aquele criado para o Relatório Brundtland em 1987, nome em homenagem à ministra do meio ambiente da Noruega, que na época chefiava a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Nesse relatório o desenvolvimento sustentável foi considerado o processo que visa atender as necessidades das gerações presentes sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades.

Com a chegada da década de 1990, a formulação de leis referentes à preservação e conservação do meio ambiente tiveram mais destaque na política internacional. Motivados pelos tratados firmados entre as nações, estatísticas alarmantes, aliado aos resultados de diversos acidentes ambientais ao redor do planeta e mesmo contaminações em cidades ou zonas agrícolas, forçaram os governantes e órgãos ambientais, no Brasil e em outros países, a criar leis mais rigorosas e abrangentes para a proteção do meio ambiente.

Contudo, os movimentos ambientalistas não conseguiram estabelecer metas ou padrões para o desenvolvimento sustentável, pois desde a década de 1970 até a metade dos anos 1990 – excetuando o Tratado de Montreal para o controle e extinção dos gases CFC – há a dificuldade de criação de acordos multinacionais com metas bem definidas.

Segundo Silva (2002), esse período foi marcado pelos chamados tratados *soft Law*, nos quais ocorrem recomendações às partes envolvidas para agirem de uma determinada maneira, contudo sem uma normatização, metas ou metodologia de como corrigir os problemas em questão. Obtendo pouca eficiência nesses tratados, a ONU procurou forçar o comprometimentos das nações em torno das questões ambientais, convocando novas reuniões entre as partes, o que viria gerar nos anos seguintes a ECO 92.

Na Cúpula Ambiental ECO 92, cerca de 80% das nações do planeta estavam representadas, a partir dela foram criadas diretrizes para originar documentos que norteariam as ações ambientais no século XXI, sendo esses documentos:

- **Declaração do Rio de Janeiro**  
27 princípios ambientais, com a orientação do desenvolvimento sustentável. Também conhecida como Carta da Terra.
- **Declaração dos princípios sobre as florestas**  
Proteção das florestas tropicais e boreais e dos organismos associados a esses ecossistemas.
- **Convenção da biodiversidade**  
Os países se comprometem a proteger as riquezas biológicas existentes, sendo que 112 países assinaram esse documento.
- **Convenção sobre o clima**

152 países assinaram comprometendo a preservar o equilíbrio atmosférico, utilizando tecnologias limpas e obrigando-se a reduzir as emissões de CO<sub>2</sub>.

- **Agenda 21**

Plano de ação que servirá de guia para cooperação internacional, com a proposição de adoção de diversos procedimentos em diversas áreas.

A idealização e implantação da Agenda 21 teve como finalidade planejar a construção de uma sociedade sustentável em diversas regiões do planeta, dessa forma, existe uma Agenda 21 global que norteia e induz o desenvolvimento das nações, como a Agenda 21 nacional e as Agendas 21 locais, que podem ser implementadas em qualquer unidade de planejamento ou arranjos territoriais, tais como: bacias hidrográficas, regiões metropolitanas ou consórcios intermunicipais.

Conforme MMA (2010), a Agenda 21 Brasileira é um processo e instrumento participativo para o desenvolvimento sustentável. Criada a partir da Agenda 21 global, sua elaboração foi feita entre os anos de 1996 e 2002 com o envolvimento de cerca de 40.000 pessoas de todo o país, sendo importante documento de construção e consolidação de uma democracia participativa.

Para Martins (2001), a Agenda 21 Brasileira propõe seis postulados que devem caracterizar um modelo de agricultura sustentável e que interfere no uso e na gestão de recursos hídricos no Brasil, sendo eles:

- Manutenção em longo prazo dos recursos naturais e da produtividade agrícola;
- Mínimo de impactos adversos ao meio ambiente;
- Otimização da produção com o mínimo de insumos externos, por meio de desenvolvimento de técnicas como a biofertilização;
- Satisfação de necessidades humanas de alimentos e renda;
- Atendimento às necessidades sociais das famílias e das comunidades rurais.

### 2.3 POLUENTES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

O uso e ocupação de forma ordenada da superfície urbana, como correto manejo agropecuário nas zonas rurais, são de fundamental importância para

conter, controlar ou reduzir a geração de poluentes que são transportados por águas superficiais ou sub-superficiais para os córregos e afluentes de uma bacia hidrográfica.

Apesar da consciência dos danos causados ao meio ambiente e aos seres humanos o processo de industrialização, urbanização e exploração agropecuária não demonstram, a curto prazo, serem submetidos a uma redução na extração de matérias-primas em diversos países, motivado pelo momento econômico pelo qual o planeta passa e ao crescimento populacional.

Contudo o interesse coletivo de racionalização do uso dos recursos naturais com a finalidade de viabilizar os recursos do planeta para as próximas gerações, tende a ir na contramão dos interesses da produção e consumo mundial.

Antes mesmo de abordar o assunto do comprometimento das bacias hidrográficas no meio rural, faz-se necessário entender os tipos de poluição que os corpos hídricos podem receber.

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica ou de um manancial pode ser facilmente alterada para pior, motivada pela ação antrópica de resíduos químicos, sedimentos oriundos de processos erosivos ou contaminantes biológicos. Se generalizados podem ser divididos em dois grupos: formados por material orgânico ou resíduos não biodegradáveis.

Quanto às fontes poluidoras podem ser classificadas em duas categorias: as fontes **difusas** e **pontuais**.

Sendo a primeira associada aos poluentes e sedimentos que são carregados pela água das chuvas através da superfície, dessa forma o controle de erosão e a existência de matas ciliares são importantes instrumentos para reduzir essa fonte de poluição. Porém, o seu controle tende a ter um monitoramento mais difícil, podendo ser influenciada pelo tamanho da área e pelos diversos emissores espalhados ao longo da bacia.

Enquanto a poluição pontual é caracterizada pela liberação de poluentes num determinado ponto da bacia, podendo ser uma fábrica, fazenda ou mais comumente uma fonte de esgoto concentrada em um núcleo urbano, essa poluição quando ocorre uma fiscalização eficiente torna-se mais fácil de ser combatida.

As fontes de poluição antropogênicas do solo e da água são diversas e estão diretamente relacionadas ao processo de desenvolvimento

econômico da região ou país, tendo a produção agropecuária responsabilidade relevante nessa contaminação.

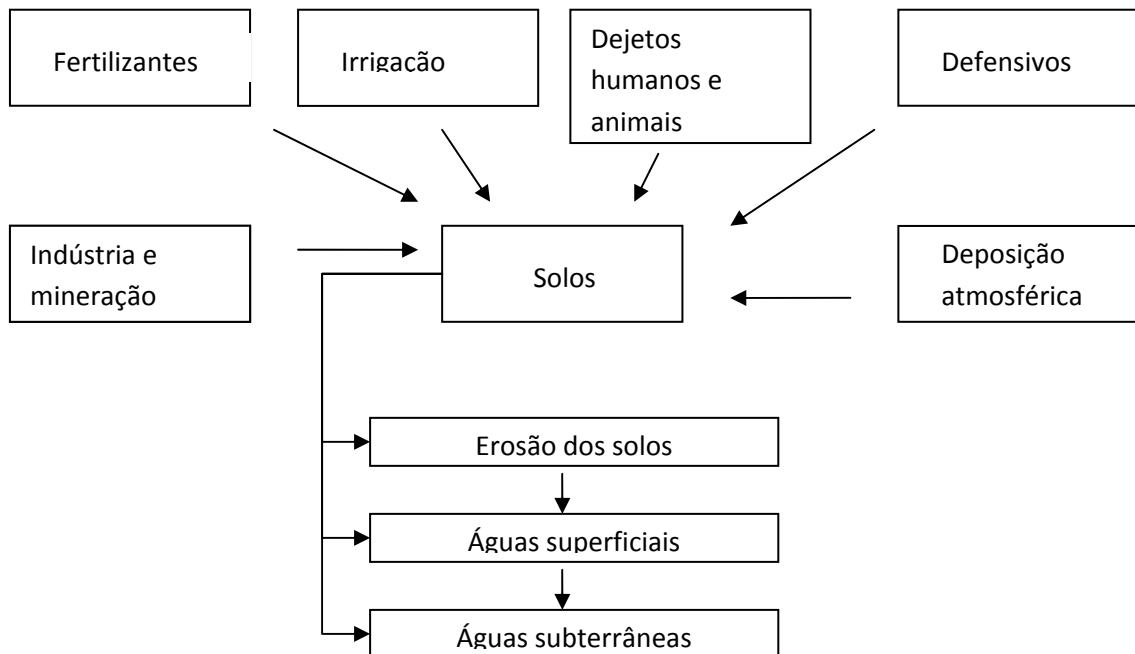
Comparando quantitativamente os agentes poluidores relacionados à produção agropecuária, normalmente não são maiores que aqueles produzidos pelas grandes aglomerações urbanas e suas indústrias, contudo qualitativamente a poluição gerada nas zonas agrícolas de elevada produtividade pode ser tão danosa para a água como a dos grandes centros, pois essa poluição pode ser oriunda de diversos contaminantes como os apresentados na figura 2.1, tornando-a de difícil controle.

A contaminação dos recursos hídricos por esses poluentes pode ocasionar redução da biota, diminuição da qualidade da água para consumo humano e dessedentação, ocasionar diversos tipos de doenças para os humanos, em grandes cargas podem gerar odores desagradáveis nas águas, eutrofização dos corpos líquidos e acelerar processos erosivos que contribui para aumentar a perda de água no solo – conseqüentemente - desequilibrando mais ainda o ciclo hidrológico.

Assim sendo, a contaminação dos recursos hídricos, tanto nas zonas rurais como urbanas, está diretamente relacionada com a questão de saúde pública dos consumidores e com a qualidade do meio ambiente.

Para Urban (1999) as águas de superfície em poucos casos estão livres de algum tipo de contaminação, mesmo em bacias de baixa densidade de povoamento humano. Deste modo, se for feita uma curva esquemática de custo de potabilização da água bruta, ele será inversamente proporcional à qualidade do manancial, podendo em muitos casos inviabilizá-lo por fatores financeiros, mesmo que haja condições tecnológicas para o tratamento desse manancial.

**Figura 2.1** - Fontes poluidoras de solos e água em zonas rurais



**Fonte:** Próprio autor

Considerando estudos em bacias hidrográficas com influência da agricultura e práticas inadequadas de manejo, os corpos hídricos podem receber poluentes tais como: fertilizantes, pesticidas, sedimentos em suspensão e, em menor escala, produtos químicos industrializados utilizados para dar suporte na produção agrícola, exemplo: combustíveis, óleos, solventes entre outros, podendo ocasionar não só a degradação das águas como também das qualidades físicas, químicas e biológicas dos solos. Para Pierzynski (2000) a poluição das águas pode ser causada por diversas fontes, caracterizando as classes observadas no quadro 2.1

Deve-se salientar que existem limites de cargas poluidoras para os corpos hídricos, até que atinjam esses parâmetros os rios podem estar somente contaminados e com o poder de autodepuração do mesmo ou de outros afluentes a jusante, junto com o controle da poluição a biota aquática pode ser recuperado.

Considerando a possibilidade de contaminação das águas por agentes patológicos oriundos do esterco dos animais e excretas de humanos, a poluição por agentes infecciosos pode ser responsável pelas **doenças de veiculação hídrica**, aquelas normalmente causadas por microrganismos patogênicos, que podem causar infecções parasitárias, sendo os agentes

transmissores vírus, bactérias, protozoários e helmintos, que possam estar na água contaminada ou no solo.

**Quadro 2.1** - Principais fontes contaminantes das águas.

<b>Classe de poluente das águas</b>	<b>Contribuintes</b>
Agentes Infeciosos	Bactérias e vírus
Nutrientes	Nitrogênio e Fósforo dos fertilizantes
Químicos inorgânicos	Metais tóxicos e substâncias ácidas oriundas de minerações ou resíduos industriais
Químicos orgânicos	Pesticidas, derivados de petróleo, resíduos orgânicos de operações industriais
Sedimentos	Partículas de sedimento que reduzem a entrada de radiação solar em corpos d'água
Substâncias radioativas	Resíduos de minas ou de processos radioativos

**Fonte:** Pierzynski (2000)

Segundo a OMS (2011, a), cerca de 85% das doenças conhecidas possuem de alguma forma a água como meio de transporte e disseminação dos agentes patológicos, esses valores elevados podem ser justificados pelas estatísticas que indicam haver em todo planeta aproximadamente 2,6 bilhões de pessoas sem saneamento básico, causando a morte de quase 1,5 milhão de crianças no mundo.

No Brasil, as doenças de caráter hídrico mais comuns são: Febre Tifóide e Malária, endêmica de certas regiões do país, Leptospirose, Amebíase, Giardíase, Ancilostomose, Esquistossomose e Dengue.

Nos países subdesenvolvidos, principalmente de clima quente e úmido, esses males são mais comuns, pois além do clima facilitar a reprodução dos microrganismos, ainda existe o agravante da falta de educação sanitária e investimentos em infraestrutura por parte dos governos. Conforme PNUD (2004) práticas relativamente baratas custeadas e incentivadas pelos Estados podem surtir efeitos rápidos e efetivos na redução desses males nas zonas rurais da África, América Latina e Ásia, onde existe elevado índice de pessoas infectadas, havendo diversas mortes e sequelas, pois cada 1 dólar investido em saneamento, os governos podem deixar de gastar 4 vezes mais em saúde, principalmente com crianças.

A contaminação dos habitantes dessas áreas está normalmente associados à falta de esgoto residencial, contato direto dos pés dos infectados com o solo contaminado, falta de higiene corporal antes do consumo de alimentos e depois da excreção e irrigação de produção agrícola com águas contaminadas. Como forma de reduzir os casos dessas doenças de infecção parasitária recomendam Rey (2001), Merten (2002), OMS (2011, b):

- Educação sanitária de adultos e crianças pelos órgãos responsáveis;
- Instalação de rede sanitária ou fossas séptica nas propriedades, evitando o despejo de esgoto diretamente em rios ou acúmulo a céu aberto;
- Redução de poluição fecal no solo, principalmente em áreas de criação de gado e suínos, com a coleta e destinação correta do esterco;
- Em áreas de deflúvio acentuado e que exista contaminação do solo por excretas, há a necessidade de reduzir a velocidade de escoamento superficial e evitar a chegada da água contaminada nos corpos hídricos, utilizando técnicas mecânicas ou a preservação da vegetação ripária;
- Proteção de poços de coleta de água e critérios para escolha dos mesmos, como profundidade de captação e localização corretas em relação a área de destinação das fezes na propriedade;
- Diminuição do número de humanos infectados com essas doenças, pois em alguns casos passam a ser hospedeiros e transmissores para outros indivíduos;
- Melhoria economia regional e da condição de vida dos habitantes das áreas onde existam surtos;
- Tentativa de manter em equilíbrio o ecossistema onde vivem os vetores como insetos, caramujos e roedores, que devem ter seus respectivos predadores endêmicos.

Com o melhoramento das técnicas agrícolas e o crescimento populacional, tornou-se quase imperativo a utilização de fertilizantes comerciais solúveis, a correção dos solos através da calagem e o uso em larga escala de derivados do petróleo na agricultura moderna.

Para Martins (2001) os processos agrícolas são os principais depositários de efluentes químicos em corpos hídricos.

Atualmente a adubação química junto com o manejo inadequado dos resíduos da pecuária e a substituição de florestas pelas pastagens tem influenciado na contaminação de recursos hídricos através da lixiviação do solo ou do escoamento superficial principalmente do fósforo.

Nas últimas décadas esses nutrientes têm sido utilizados em larga escala para a agricultura de larga produtividade, tornando-se indispensáveis para o crescimento das plantas. O uso indiscriminado dos mesmos, junto com práticas conservacionistas ineficazes ou até mesmo ausentes têm contribuído para a poluição das águas superficiais e sub-superficiais em diversos países desenvolvidos e emergentes (CLARKE, 2006), (DANIEL, 1998), (PIERZYNSKI, 2000) e (TAKEDA, 2009).

Como exposto por Lal (1994) nos Estados Unidos são utilizados por ano cerca de 19 bilhões de kg de fertilizantes e 450 milhões de kg de pesticidas, sendo que no período de 1964 até 1982 este país teve um acréscimo de 170% na sua utilização.

É salientado que os problemas de contaminação em corpos hídricos por nutrientes não está relacionado somente ao uso excessivo de fertilizantes industrializados, mas também à utilização de esterco animal para adubação ou mesmo à criação confinada e ao abate de suínos, aves, ovinos e bovinos, esses grandes geradores de fontes pontuais de esgoto, principalmente em áreas de cinturões agroindustriais.

Segundo Telles (2006) os efluentes de suinoculturas contribuem de forma significativa para a modificação do potencial hidrogeniônico – pH – da água dos rios, sofrendo alterações tanto para a acidificação como para alcalinização, reduzindo as populações animais ou vegetais no meio aquático que necessitem de um ambiente de pH próximo de neutro.

Motta (2007) cita que no continente europeu, devido ao uso indiscriminado de adubação orgânica nas últimas décadas e a contaminação dos corpos hídricos, os órgãos fiscalizadores foram obrigados a impor limites na utilização dessa adubação, enquanto que no Brasil, esse problema tem se apresentado com frequência nos estados com grande produção de suínos, onde os esgotos são despejados diretamente nos rios.

Nesses cinturões agroindustriais é comum ocorrer o confinamento dos animais e o abate em indústrias processadoras de carnes ou couros, sendo diversas vezes esse tipo de esgoto, conseqüente do abatimento de animais, derramado diretamente nas bacias, em muitos casos sem o devido tratamento ou aproveitamento em outras partes da cadeia produtiva.

Como aponta Matos (2010) a produção e o abate de gado podem ser danosos para os corpos hídricos, pois utilizam quantidades relativamente altas de água em todo processo, sendo de 600 a 800 l. para cada boi, 300 a 500 l. para um suíno e 200 a 300 para um ovino. Essa água é utilizada normalmente para a limpeza do sangue, vísceras, tripas proveniente do abate, do rúmen dos animais e da zona de manejo do gado composta normalmente de lama e esterco, isso no caso de abatedouros. Em indústrias de couros e processadoras de carnes, a água é utilizada principalmente na produção de embutidos e as águas residuárias são saturadas por graxas, óleos, sais utilizados na condimentação e produtos químicos industrializados.

Para ANA (2011) A suinocultura intensiva é uma atividade econômica conflitante, se por um lado possui alto potencial poluidor, por outro apresenta elevada produção de alimentos, geração de receitas, aproveitamento de mão de obra, sendo muito significativa para a sociedade e economia nacional.

Em estudo divulgado por Souto (2007) - utilizando o Índice de qualidade ambiental suinícola (IQAS), na bacia hidrográfica do rio Toledo, no oeste do Paraná, região de grande produção de suinocultura – foi mostrado que 51,61% das propriedades pesquisadas foram consideradas irregulares se analisadas mediante esse índice, constatou-se também que 64% das propriedades estão somente no máximo a 200 m dos recursos hídricos e 41,9% das mesmas armazenam o esterco em esterqueiras diretamente no solo.

As águas residuais se não forem convenientemente destinadas podem ser grandes fornecedoras de N para o ecossistema aquático, contribuindo para o aumento da eutrofização, que irá saturar a água com CO<sub>2</sub>, podendo causar alterações no gosto, cheiro e cor, além de gerar uma ampla demanda bioquímica de oxigênio – DBO, que fatalmente ocasionará a mortandade da fauna aquática.

Para von Sperling (2005), o N nos processos de transformações bioquímicas passa de amônia a nitrito deste a nitrato, que vai implicar em grande consumo de Oxigênio Dissolvido – OD, que poderá reduzir a vida aquática.

Para Owens (1994) os impactos do nitrogênio em excesso no meio ambiente podem causar danos à saúde humana que podem levar a diversos tipos de câncer, doenças respiratórias como a síndrome do bebê azul ou metemoglobinemia, principalmente em crianças de até seis anos. Enquanto para o meio ambiente pode influenciar na toxicidade das plantas, eutrofização, crescimento excessivo das plantas e redução do ozônio atmosfera.

A liberação do N e do P para os corpos hídricos também está relacionado com características climáticas da região – principalmente o regime pluviométrico – e as peculiaridades do solo. Contudo as práticas para a redução de liberação N e P para os corpos hídricos em zonas rurais, estão mais relacionados com o manejo adequado da produção agropecuária.

Segundo Matos (2010) a lixiviação do nitrato está pautada ao volume de chuvas ou a irrigação excessiva, em solos de maior porosidade, em épocas de menor evaporação e solos de maior infiltração.

Apesar do N ser um fator limitante para o crescimento das plantas e grande responsável pela eutrofização dos corpos hídricos, a obtenção do mesmo pode ser extraído em diversas formas dentro do ciclo do N, devido a sua grande mobilidade na atmosfera, solo e água, além de ser o gás mais abundante na atmosfera. Sendo sua porção na atmosfera de quase 70% (AYOADE, 1988).

Como o N só pode ser absorvido pelas plantas em sua forma solúvel mediante a ação das bactérias nitrificantes encontradas no sistema radicular das plantas, o seu controle por parte do agricultor é dificultado se comparado ao fósforo, pois pode ocorrer perda para atmosfera por meio da volatilização no ciclo do N, influenciado principalmente pelo aumento da temperatura, a exposição do solo à atmosfera e ou pela ação das bactérias desnitrificantes, responsáveis por transformar os nitratos em nitrogênio elementar, que retornam para a atmosfera (DEL BO, 1976).

Para o IBGE (2010) devido à tradição recente da agricultura brasileira de produzir a cultura da soja em larga escala e a sua grande capacidade de fixação do N no solo, normalmente o consumo de adubos baseados no N tem sido menores do que aqueles de P e K, contribuindo para a redução de custos para os agricultores, riscos para a saúde humana e impactos nos mananciais subterrâneos e superficiais. Contudo o consumo de adubos de forma geral no Brasil

tem crescido apesar de sofrer diversas oscilações devido a crises econômicas e variações cambiais nas últimas décadas.

Uma vez que as plantas ou algas sofram com a falta de um dos elementos limitantes como o nitrogênio, fósforo, potássio, carbono, enxofre, cálcio, magnésio, entre outros, o sistema agrícola ou de eutrofização pode ser colapsado.

Como o Nitrogênio e o Carbono executam diversas trocas entre a atmosfera e a água dentro dos seus ciclos, isso acaba dificultando seus controles. Ressaltam Lal (1994) & Daniel (1998), o P tem recebido maior atenção para a utilização de práticas conservacionistas, pois os *inputs* e *outputs* do P, se comparados aos demais elementos limitadores do crescimento das plantas, são mais fáceis de serem identificados e controlados, principalmente utilizando práticas de controle de erosão. Contudo Daniel (1998) salienta que no caso dos produtores agrícolas norte-americanos não consideram uma questão tão importante a perda por escoamento superficial do P, uma vez que o impacto ambiental nas águas normalmente não é local e imediato, podendo ocorrer a centenas de quilômetros da área onde ocorreu a poluição difusa.

Segundo von Sperling (2005), o P não apresentar problemas de ordem sanitária no abastecimento, enquanto Daniel (1998) menciona que em doses contínuas e significativas pode ocasionar danos nos rins e osteoporose, enquanto a eutrofização em larga escala, contribui para entupimento de filtros das estações de tratamento de esgoto – ETE, dificuldades de navegação em lagos devido à proliferação de algas e em estuários a formação de algas tóxicas, conhecidas como marés vermelhas.

Enquanto no meio rural o P e o N são considerados como uma forma de poluição difusa associada ao escoamento superficial e sub-superficial de áreas que recebem aplicações demasiadas de adubos orgânicos e inorgânicos, ou quando há criação de animais.

No meio urbano o P pode ser considerado como poluição pontual e em escalas maiores que as apresentadas em algumas áreas agrícolas, pois está relacionado aos processos de industrialização nos quais o P é utilizado, como na produção e uso de detergentes, pastas de dente, alimentos, além das fezes humanas.

O controle ou redução dos poluentes como o N e o P para os rios pode ser feito de diversas formas segundo diversos autores, devendo levar

considerações variáveis físicas como clima, relevo, solo, cobertura vegetal e também antropogênicas correlacionadas ao controle de adubação orgânica ou inorgânica, forma de plantio e manejo dos esgotos.

Para Merten (2002), os riscos da poluição agrícola em bacias podem ser classificados em três categorias: sistemas agrícolas em ambiente de ecologia frágil, sistemas de agricultura intensiva e sistema de produção com criação de animais para confinamento.

Em zonas de ecologia frágil, como nascentes de rios, áreas de recarga de aquíferos, zonas com declividade acentuada, margens de rios e mananciais, o autor recomenda a preservação dessas áreas, pois além de equilibrarem os ecossistemas podem ser responsáveis pelo abastecimento dos centros urbanos.

Já as áreas de agricultura intensiva, que normalmente são locais de boa aptidão agrícola, são menos suscetíveis a impactos ambientais naturais. Contudo a utilização de mecanização e os diversos insumos agrícolas devem ser controlados de forma rigorosa, colocando em prática técnicas conservacionistas, tentando reduzir o revolvimento do solo, utilização de plantio direto e criar sistemas de proteção do solo em épocas de semeadura.

Para áreas de produção animal confinada, recomenda-se o manejo adequado dos efluentes gerados principalmente pelo dejetos dos animais, sendo eles os biodigestores, esterqueiras, bioesterqueiras, compostagem e vermicompostagem (adubação), reutilização como ração e lagoas de estabilização.

Segundo Lal (1994), o gerenciamento do uso de fertilizantes e das águas na produção agrícola, controle de erosão e do destino do esterco produzido, são medidas importantes para a conservação dos recursos hídricos e dos solos.

Takeda (2009) e Von Sperling (2005) salientam que o manejo inadequado de zonas de reflorestamento ou regiões agrícolas sub-povoadas, que estão em declínio econômico, com intensa migração de pessoas para o meio urbano, podem gerar um abandono das terras e negligenciamento das práticas preservacionistas sendo responsável pela erosão e o transporte de poluentes para os rios.

Em crítica aos meios de produção agrícola com intensa monocultura e uso excessivo de defensivos, Muller (2009) menciona que a adubação química com NPK não alimenta completamente a planta e os microrganismos do solo, que

necessitam 16 nutrientes, mas estimulam o crescimento das plantas ao custo do esgotamento dos solos, além do N contribui para a lixiviação o cálcio e o magnésio.

Outro poluente importante para a contaminação dos recursos hídricos e dos solos são os processos de salinização, para a melhor compreensão desse processo faz-se necessário elucidar alguns pontos referentes à irrigação de culturas ou alteração do nível do lençol freático, pois a salinização antrópica é intrínseca a esses dois fatores.

Tanto no Brasil como no mundo, as culturas irrigadas permitiram grandes avanços em termos de produção por hectare, viabilizando a produção agropecuária em regiões de escassez pluviométrica, como em países do Oriente Médio, Califórnia nos Estados Unidos e Nordeste brasileiro, entre outras regiões do globo.

Segundo FAO (2010) cerca de 1260 milhões de hectares no mundo são produzidos em agricultura de sequeiro, sendo 80% da área agrícola mundial, respondendo por 60% dos alimentos necessários para a demanda mundial. Enquanto 277 milhões de hectares, ou seja, 20% da área plantada no planeta é responsável por gerar os outros 40% de alimentos, dos quais 50% das terras já apresentam sinais de salinização, sendo 10 milhões de hectares áreas contaminadas que foram abandonadas, mesmo sofrendo esse risco a agricultura irrigada é 2,3 vezes superior em rendimento da não irrigada, consistindo num grande atrativo o seu uso e expansão. No Brasil, apesar de a irrigação possuir percentuais menores se comparados aos valores mundiais, os valores de áreas que já sofrem salinização são alarmantes, pois segundo CONDEFASF (2010) 30% das áreas irrigadas em projetos públicos no Nordeste apresentam diversos estágios de salinização.

A Sociedade Brasileira para Progresso da Ciência – SBPC (2011) - relata que o país experimentou uma grande expansão até meados da década de 1990 na irrigação devido a estímulos governamentais e que, após esse período, com o término desses incentivos, houve uma estagnação que perdura até os dias atuais.

No início da década na década de 1980, o governo criou o Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis - PROVÁRZEAS, instituído pelo Decreto nº 86.146 em 23.06.81, e do Programa de Financiamento e Equipamentos de Irrigação (PROFIR). Esses programas possibilitaram e incentivaram a utilização de mais de um milhão de hectares de solos de várzeas

drenados e/ou sistematizados e, apesar de ter beneficiando cerca de 40 mil produtores, acabou gerando grande passivo ambiental, principalmente nas regiões de várzeas, ocupando e explorando Áreas de Preservação Permanente - APP.

No país a irrigação está concentrada principalmente no Nordeste em diversos estados como Bahia, Pernambuco e Maranhão, para diversas culturas, principalmente para a fruticultura e vinicultura e em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, para a produção de arroz, sendo atualmente cerca de 6% das terras no país cultivadas utilizando essa técnica.

Quando as práticas de irrigação em regiões de clima quente e seco, ou seja, onde existe maior evaporação do que precipitação e solos com elevado teor de areia são feitas de forma descompromissada, podem ocasionar o fenômeno de desertificação, Segundo Guerra (1996) a irrigação inadequada, cultivo e pastoreio excessivo e a prática de latifúndios por exploração na região do semi-árido nordestino, são os principais fatores de desertificação antrópica naquela região.

A irrigação é notoriamente um gerador no aumento na produtividade, contudo diversos problemas podem estar relacionados ao seu uso além da salinização dos solos, para Matos (2010) a irrigação é indutora no aumento da monocultura, trazendo consigo todos os problemas dessa prática, como dispersão de defensivos, aumento de erosão, liberação para os recursos hídricos agentes patológicos. Como expõe Telles (2007) o uso de irrigação, apesar de ter fatores benéficos como aumento de produtividade e a redução da variação térmica no solo ou na cultura alagada, pode gerar grande consumo de água principalmente em solos muito permeáveis, proliferação de mosquitos e vetores da esquistossomose.

Os solos quando sofrem de irrigação mal elaborada podem sofrer processo de salinização, tornando-os improdutivos em questão de poucos anos. O fator clima como variável natural é responsável direto pela concentração de sais nas terras.

Marcolin (2009), em estudo feito em arrozais no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, menciona que principalmente em meses de verão, nos anos de queda no regime pluviométrico, os arrozais recebem direta ou indiretamente águas que sofrem influência de zonas costeiras, águas salobras com elevados níveis de salinidade.

Matos (2010) & Telles (2006) concordam que para reduzir ou evitar o processo de salinização é necessário a utilização de técnicas que otimizem a

eficiência do sistema de irrigação de gotejamento ou aspersão, havendo a necessidade também de uma rede natural ou artificial de drenagem e adoção da lâmina de lixiviação.

Bacias hidrográficas em zonas rurais possuem características próprias se comparadas às do meio urbano, seus problemas não devem ser diminuídos em complexidade, devem sim ser estudadas de forma diferenciada. Em diversos casos bacias hidrográficas em zonas rurais são responsáveis pelo abastecimento de mananciais urbanos e de certa forma fazendo parte de um sistema interligado entre os dois meios.

Com a evolução dos meios científicos e a necessidade de gerar estudos interdisciplinares com uma metodologia holística, as bacias em zonas rurais são estudadas aqui com um enfoque relacionado ao campo e à agropecuária, sem deixar de lado a sua importância e co-dependência do meio urbano.

Segundo Telles (2006) o consumo de água para a agropecuária apesar de ser bem maior quando comparada aos outros grupos de consumidores, a indústria e o uso residencial, o consumo agropecuário tende a reduzir nas próximas décadas. Sendo que no Brasil cerca de 6% das terras cultivadas são irrigadas, porém são responsáveis por 16% da produção e 35% do valor arrecadado com a comercialização de produtos.

Telles (2006) cita como os principais problemas em bacias hidrográficas em meio rural a contaminação de águas superficiais e subterrâneas pelo uso de pesticidas e inseticidas químicos, descarte de efluentes de pecuária confinada sem tratamento nos rios, exploração excessiva de aquíferos ocasionado salinização dos solos, erosão dos solos que interferem na qualidade e na disponibilidade da água. Enquanto Araújo (2004) menciona que a ocupação e o emprego do uso do solo é responsável, direta e indiretamente, pelos impactos nos recursos hídricos, sendo que o comportamento dos pesticidas deve variar segundo características do ambiente, quantidade aplicada e estrutura do composto.

Estudos feitos nos Estados Unidos e Brasil já demonstram a preocupação das autoridades com a contaminação dos corpos hídricos pela utilização de agrotóxicos. Segundo Filho (2002) a Agência Proteção Ambiental dos Estados Unidos constatou que naquele país aproximadamente 10,4% dos 94.600 reservatórios comunitários e 4,2% dos 10,5 milhões de poços domésticos da zona rural apresentam níveis detectáveis de agrotóxico e, para Matos (2010), estudos

feitos na bacia do rio Pirapó afluente do rio Paraná, 97,2% das amostras continham resíduos de pesticidas.

A utilização dos agroquímicos multiplicou-se embalado pela Revolução Verde, Netto (2004) salienta a importância desses produtos no aumento da produção agrícola mundial, pois são responsáveis por aumentar o suprimento de nutrientes e corrigir o pH do solo, no caso dos agrotóxicos são responsáveis em proteger as lavouras de doenças, pragas e plantas daninhas, contudo o seu uso indiscriminado, sem um manejo adequado do solo e a redução das matas ciliares, vem contribuindo para o grande arraste desses compostos para os corpos hídricos.

Com a finalidade de padronizar a leitura do texto será utilizado a palavra agrotóxico seguindo a definição dada pelo o decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamentou a lei nº 7.802/1989, como: produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como as substâncias de produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

Segundo IBGE (2010a) o Brasil é considerado um dos maiores consumidores do mundo de agrotóxicos, notadamente os herbicidas com mais 50% do mercado, seu uso é mais comum nos estados do Sul e Sudeste, devido ao poder aquisitivo dos agricultores associado à produção em grande escala, utilizando no Paraná de 1,90 a 2,84 kg/ha por unidade de área cultivada enquanto no Rio Grande do Sul 2,85 a 3,49 kg/ha e São Paulo e Santa Catarina 3,47 a 7,62 kg/ha.

No Brasil a utilização de agrotóxicos pode ser considerada um problema de ordem pública, pois afeta direta e indiretamente diversos segmentos da sociedade e do meio ambiente. Sendo muito comum devido à falta de conhecimento técnico e até mesmo de educação básica, o agricultor acaba comprando produtos sem um acompanhamento especializado.

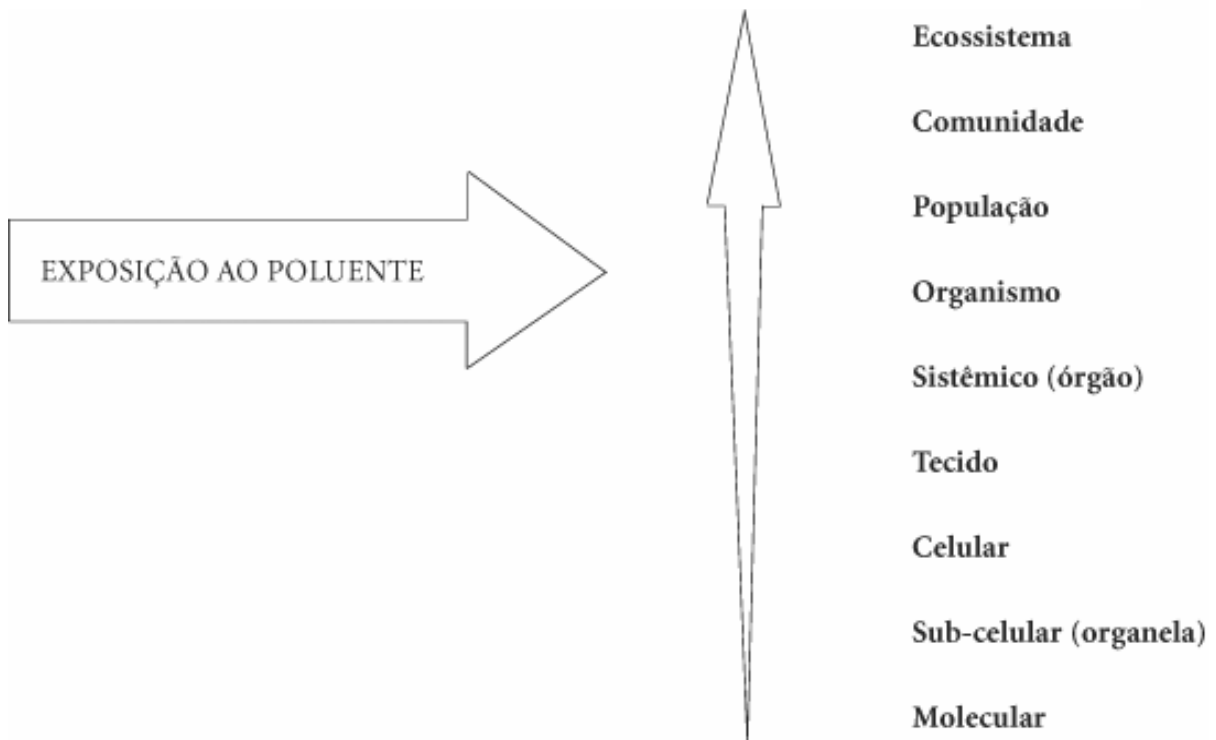
Em muitos casos aplicando sub ou super dosagens ou também comprando produtos desnecessários para a cultura além da influência do vendedor em algumas situações.

Para Arias (2007) quando os corpos hídricos são receptores de substâncias oriundas das atividades agrícolas, elas são capazes de interagir com os organismos vivos, gerando diversas alterações, podendo ocasionar graves desequilíbrios ecológicos e dependendo do grau de contaminação e do tempo de exposição, elas podem ser acumulativas no ecossistema conforme figura 2.2, atingindo primeiramente os organismos mais baixos na organização biológica e se persistindo essa contaminação até os mais complexos.

Conforme Neto (2009) a presença de agrotóxicos nas águas dos mananciais contribuem para dificultar o seu tratamento e o Ministério da Saúde criou a portaria nº 518/2004, que regulamenta substâncias químicas que podem gerar risco aos seres humanos, sendo o total de 54, porém, quase metade delas num total de 22 são considerados agrotóxicos. Transformando dessa forma a questão em torno dos agrotóxicos também em uma questão de saúde pública.

O autor também menciona os dados de organismos internacionais que trabalham questões de saúde como a *International Agency for Research on Cancer* (2007) e *Toxic Substances and Disease Registry* (2007), os agrotóxicos podem ser responsáveis por problemas de sistema nervoso central como: dores de cabeça, tonturas, irritabilidade, movimentos musculares involuntários e também problemas cardiovasculares e reprodutivos, além de causar males à visão, rins, baço anemia e aumento do risco do desenvolvimento de câncer.

**Figura 2.2** - Ordem de bioacumulação nos seres vivos em ambientes aquáticos  
Representação esquemática da ordem seqüencial de respostas a poluentes dentro de um sistema biológico.



**Fonte:** Arias (2007)

Os agrotóxicos podem ser considerados ambos os tipos de fontes poluidoras de recursos hídricos, pois em determinados casos são considerados poluições pontuais, como no caso de uma indústria que libera seus efluentes nos rios, exemplo ocorrido no rio Pirapetinga, afluente do rio Paraíba do Sul no estado do Rio de Janeiro. Quando em novembro de 2008, houve o vazamento químico da indústria Servatis, em Resende, de 1500 l. do inseticida Endosulfan, que percorreu em nove dias cerca de 400 km até chegar ao oceano Atlântico, ocasionando a mortandade de toneladas de peixes, interrupção do abastecimento de diversas cidades, afetando uma população estimada de 700.000 hab. e a proibição da pesca para diversas comunidades de pescadores (COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA PARAÍBA DO SUL, 2009).

Ou difusa quando diversas propriedades estão poluindo através da lixiviação do solo ou por escoamento superficial (em vários pontos das bacias).

Contudo, independente se são considerados poluição difusa ou pontual, os agrotóxicos acabam tendo uma grande importância na contaminação das águas de superfície ou subterrâneas, em ambos os casos podem ser danosos para a biota da bacia.

Os agrotóxicos e seus males estão associados principalmente à utilização de metais pesados em suas formulações, esses elementos fazem parte dos componentes ativos de vários produtos e composições, o uso excessivo e continuado pode gerar acumulação nos solos e dependendo do clima e da forma de aplicação pode ser lixiviado para as águas subterrâneas ou ser transportado via escoamento superficial com destino final os rios, contaminando a fauna local e por processo de bioacumulação os seres humanos.

Conforme Netto (2004) os metais pesados são aqueles cuja densidade atômica é superior a  $6 \text{ g cm}^{-3}$ , sendo alguns essenciais para a lavoura como (Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn) e outros para o sustento da vida animal tais como (Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn), entretanto esses elementos em cargas superiores às necessárias para vida animal e vegetal, são prejudiciais à saúde e ao desenvolvimento dos mesmos. Porém o autor cita que uma vez o solo contaminado com esses metais é possível ser executado o processo de fitorremediação, por meio do qual são plantadas espécies tolerantes aos contaminantes, assim sendo, após longo período elas armazenarão em seus tecidos parte das substâncias toxicológicas.

Como exemplo de plantas que servem para esse fim, o autor menciona o amendoim, girassol, milho e a mostarda, deve-se salientar que essas espécies quando plantadas carecem de um isolamento, pois por serem comestíveis apresentam o risco para alimentação do rebanho e dos seres humanos.

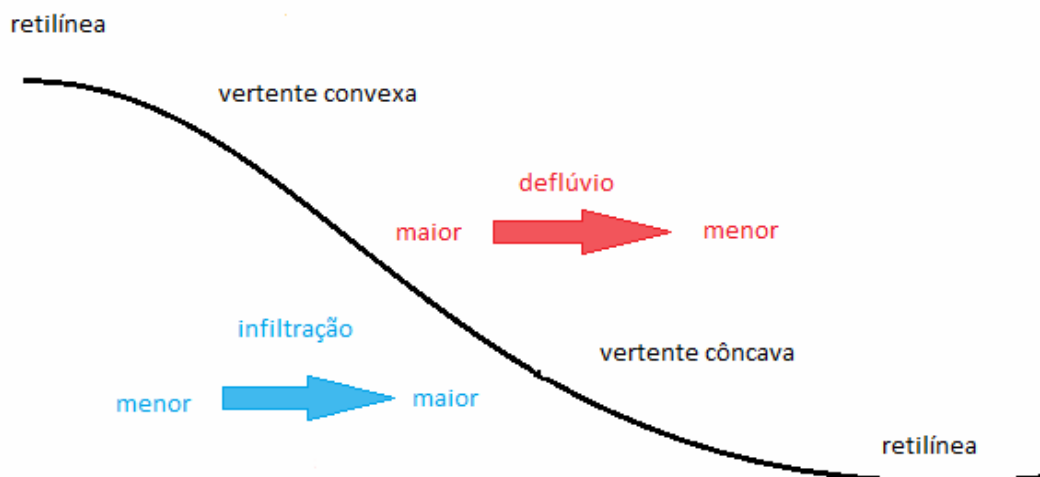
Ramalho (2000) salienta a importância de considerar a topografia na contaminação dos solos por metais pesados relacionados ao uso de agrotóxicos, pois em áreas de pouca declividade e uso intenso de agroquímicos, ocorre a maior concentração desses elementos em camadas mais superiores do solo.

O transporte dos metais pesados contidos nos agrotóxicos para os corpos hídricos é diretamente influenciado pelo deflúvio superficial, sendo esse o deslocamento da água da chuva numa determinada superfície. Contudo o volume das chuvas, tipo do solo e declividade são importantes variáveis na quantidade e qualidade das águas servidas por determinado deflúvio.

A compreensão das formas do relevo contribui para o entendimento dos processos de deflúvio, erosão, infiltração e por fim a contaminação dos solos e rios por agrotóxicos. Analisando a geomorfologia de uma região ou propriedade é possível classificar as vertentes e superfícies, que basicamente são divididas em três categorias principais, sendo elas côncavo, convexo e a superfície retilínea, conforme figura 2.3.

Cada uma dessas três formas possui um comportamento distinto para o escoamento das águas, nas vertentes **convexas** existe a tendência do deflúvio ser mais acelerado, pois o gradiente aumenta da parte mais alta do relevo até a região mais baixa, ganhando velocidade. Contudo em vertentes **côncavas**, é favorecida a retenção de água, uma vez que a circulação da mesma no solo ou na superfície está sendo gradativamente reduzida, por estar entrando na próxima forma do relevo que são as superfícies **retilíneas**, nas quais predomina essencialmente o acúmulo de água, elementos detríticos ou solúveis (SIRTORI, 2007).

**Figura 2.3** - Geomorfologia das vertentes



**Fonte:** Próprio autor

Segundo Silva (2005) o contato dos seres humanos direta ou indiretamente com esses produtos pode gerar sérios problemas de saúde sendo seus efeitos classificados como: **agudos** e **crônicos**. O primeiro variando de intensidade desde leve até mais grave, podendo ser caracterizado por náusea,

vômito, cefaleia, tontura, desorientação, hiperexcitabilidade, parestesias, irritação de pele e mucosas, fasciculação muscular, dificuldade respiratória, hemorragia, convulsões, coma e morte. Enquanto o segundo pode gerar alterações imunológicas e comportamentais, genéticas, malformações congênitas, câncer, efeitos deletérios sobre o sistema nervoso, hematopoético, respiratório, cardiovascular, geniturinário, trato gastrointestinal, hepático, reprodutivo, endócrino, pele e olhos, além de reações alérgicas a estas drogas, etc.

Conforme Soares (2007) existem dois tipos de efeitos toxicológicos, por via **direta** quando o trabalhador rural sofre intoxicação no manuseio, ou **indireta** quando o consumidor ingere alimentos com níveis toxicológicos além dos limites estabelecidos.

É possível intuir que os produtores e moradores da zona rural são aqueles que normalmente sofrem os efeitos diretos, quando não ocorrem práticas seguras de uso dos agrotóxicos há um risco extremamente elevado de prejudicar a saúde, consumindo diretamente águas contaminadas ou contaminando-se com os agrotóxicos, principalmente quando a aplicação ou manuseio é feito de forma incorreta. Já os consumidores de alimentos como vegetais, frutas e carnes contaminados são considerados de contaminação indireta.

Um dos problemas dos agrotóxicos consumidos indiretamente através de alimentos são os casos de ingestão de peixes e macro vertebrados contaminados por agrotóxicos e outros contaminantes. Segundo Rüegg (1986) os inseticidas organoclorados são bioacumulativos e bioconcentrados na cadeia alimentar (plânctons, crustáceos, peixes e homens), sendo os peixes que vivem ou se alimentam no fundo dos rios, apresentam maiores índices de acumulação de inseticidas organoclorados.

Apesar desses agrotóxicos serem proibidos no Brasil, devido sua ação cancerígena a toxicidade e estabilidade química desses produtos, é longa, permanecendo por vários anos no solo ou água, ou em certos casos os mesmos ainda podem ser comprados ilegalmente através do contrabando de outros países ou até mesmo devido antigos estoques acumulados em propriedades ou empresas podem entrar em contato com o meio ambiente.

Seguindo a tendência de reduzir a produção de agrotóxicos de grande impacto para o ambiente, Matos (2010) menciona que a indústria mundial, que produz cerca de 10.000 formulações comerciais, correspondendo a

aproximadamente 450 compostos diferentes, está cada vez mais desenvolvendo agrotóxicos com princípios ativos que tenham uma meia vida mais curta, que possuíam um efeito mais forte e direto contra as pragas e conseqüentemente no ecossistema, porém que sejam eliminados mais rapidamente do ambiente.

Essa mudança nos métodos de produção deve-se a pressões governamentais e ao clamor público, que contribuíram para a substituição gradativa em diversos países dos organoclorados de maior resistência no meio ambiente e maior bioacumulação, pelos organofosforados, mais tóxicos, porém de rápida decomposição.

Para Rüegg (1986) alguns agrotóxicos organoclorados como DDT, BHC e Diendrin apresentam resíduos em praticamente boa parte da população brasileira, como também de outros países principalmente em desenvolvimento que usaram – uma vez que permanecem desde alguns anos até decênios nos solos - ou ainda utilizam esses produtos.

Também se faz necessário salientar os problemas relacionados à super exposição das pragas aos agrotóxicos, podendo gerar o surgimento de pragas resistentes aos produtos químicos. O uso intensivo dos mesmos pode contribuir para a redução dos predadores naturais, em alguns casos criarem um genótipo mais resistente aos princípios ativos. A falta de predadores, mais espaço para procriação e menos concorrência inter - espécies formam um conjunto de estímulos para o desenvolvimento de pragas mais resistentes.

Contudo, conforme mencionado anteriormente, risco não ocorre somente para os moradores das zonas rurais, pois usuários em zonas urbanas a jusante de áreas agrícolas, que utilizam agrotóxicos sem critérios de segurança, podem ser afetados, uma vez que as Estações de Tratamento de Águas - ETAs, proporcionam somente o chamado tratamento convencional.

Segundo Hespanhol (2006) e Neto (2009) o tratamento convencional aplicado na maioria das ETAs brasileiras consiste em floculação, sedimentação, desinfecção com cloro e equilíbrio do carbonato, não sendo removido os micro - poluentes como orgânicos sintéticos, orgânicos clorados, benzênicos, fenólicos entre outros gerados pelas indústrias.

No Brasil o uso de defensivos agrícolas seguiu uma tendência similar aos países pobres ou emergentes, no período pós Segunda Guerra, com a

industrialização do país e a mecanização do campo, sua utilização foi introduzida de forma rápida e descontrolada.

Filho (2002) divide a implantação e o uso de agrotóxicos no Brasil em três fases distintas, sendo a primeira após os anos de 1950, quando da mecanização da agricultura e as tecnologias de aumento de produtividade entraram em larga escala no país, nesse momento o aumento da produtividade era considerado mais importante que as práticas conservacionistas.

Em um segundo estágio, a partir dos anos de 1970, foram observados diversos casos de intoxicação a seres humanos e ao meio ambiente, constatando que o uso de agrotóxicos era um problema de saúde pública.

E por fim durante a década de 1980 o reconhecimento do uso indevido dos agroquímicos e a pressão social para o desenvolvimento de técnicas e a criação das leis para o melhor uso dos mesmos, surgindo também o Manejo Integrado de Pragas - MIP. Também, durante esse período, com a finalidade de descobrir o perfil socioeconômico, cultural, sexo, idade e regiões onde ocorriam os casos, que criou-se o Sistema Nacional de informações Tóxico - Farmacológicas o SINITOX e posteriormente o Sistema Nacional de Agravos Notificáveis o SINAM, com o objetivo de fornecer dados a respeito de epidemias, zonas geográficas de ocorrência de determinadas doenças, além de democratizar as informações referentes à saúde para os profissionais de diversas áreas de pesquisa.

Segundo Bochner (2007) o problema de intoxicação por uso de agrotóxicos no Brasil é de extrema importância, utilizando dados do SINITOX num período de 1999 a 2003 pôde-se constatar que as intoxicações ocorrem normalmente no sexo masculino, o qual tem três vezes mais risco de morte do que o sexo feminino. E quanto é analisado as taxas de suicídio por faixas etárias, elas predominam entre 20 e 29 anos e os idosos acima de 60 anos é o grupo que possui as maiores taxas de óbitos.

No mesmo estudo é citado que apesar do uso de agrotóxicos estar aumentando no Brasil a população rural está diminuindo, portanto faz-se necessário ainda aguardar novos levantamentos para descobrir como deverá ficar essa relação de população/casos. Contudo, apesar de os casos serem pequenos em relação ao volume geral da população do país e aos casos de outras doenças, a contaminação por agrotóxicos no país pode ser considerada alarmante.

De acordo como os dados de Bochner (2007), baseado no SINITOX, entre o período de 1999 e 2003, no Brasil ocorreram 26.721 casos de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola com 745 óbitos e 69.313 casos por agrotóxicos de uso geral com 1148 óbitos.

Para Silva (2005) a proliferação do uso de agrotóxicos no Brasil tem forte influência dos governos do Regime Militar dos anos de 1960 e 1970, pois foi criado o Plano Nacional e Desenvolvimento - PND em 1975, que foi responsável por abrir a economia brasileira para o exterior e a entrada de multinacionais de diversos setores no país, nesse período para o agricultor obter créditos agrícolas, era necessário o mesmo ter uma cota de uso de agrotóxicos para receber os empréstimos. Houve também grande influência dos órgãos e secretarias do governo como a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER, para a popularização dos mesmos.

Como o Brasil transformou-se num dos maiores mercados consumidores mundiais de defensivos agrícolas, é natural que ocorressem embates entre os setores envolvidos, como as empresas fabricantes, Governo e as Organizações Não-Governamentais, as ONGs, motivados por interesses econômicos, sociais, ambientais ideológicos e culturais.

A crescente preocupação com os problemas relacionados com a saúde pública, aumento nas taxas de suicídio no campo, contaminação dos mananciais e da fauna e flora constatados no Brasil e em diversos países, contribui para o desenvolvimento da Lei 9974/00 dos Agrotóxicos. Para Filho (2002) foi de grande importância no controle e elaboração de novos produtos, ressaltando as principais evoluções como:

- Novos produtos somente podem ser registrados se a sua ação tóxica sobre o ser humano e sobre o ambiente for comprovadamente igual ou menor do que daqueles já registrados para o mesmo fim;
- Fica proibido o registro de produtos para os quais no Brasil não haja antídoto ou tratamento eficaz;
- Fica proibido o registro de produtos que revelem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutogênicas; que provoquem distúrbios hormonais ou danos no aparelho reprodutor;
- Aos municípios foi dada a competência de legislar supletivamente sobre o uso e o armazenamento dos agrotóxicos, o que significou grande avanço nas

possibilidades de gestão dos problemas;

- Obrigatoriedade de venda de agrotóxicos por receituário próprio, prescrito por profissionais legalmente habilitados.

Outro importante avanço para o controle e uso dos agrotóxicos no Brasil foi a criação pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis - IBAMA, da portaria normativa número 84, de 15 de outubro de 1996, artigo 3º, com ela os agrotóxicos foram classificados quanto a sua periculosidade ambiental.

Essa portaria estabelece o conceito de Potencial de Periculosidade Ambiental – PPA, que se baseiam em parâmetros para bioacumulação, persistência, transporte, toxicidade a diversos organismos, potencial mutogênico, teratogênico, carcinogênico, os classificando da seguinte forma:

- Classe I - Produto altamente perigoso;
- Classe II - Produto muito perigoso;
- Classe III - Produto perigoso;
- Classe IV - Produto pouco perigoso.

Outra forma de classificação dos agrotóxicos no Brasil é a indicação de sua toxicidade. Ela é mensurada pela chamada Dose Letal 50 (DL 50), seus parâmetros foram estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Tem a finalidade de informar o grau de toxicidade aguda do produto, indicando no ingrediente ativo a dose necessária para levar a óbito de cerca de 50% dos animais testados, seus valores são expressos em mg/kg do peso do animal intoxicado.

Existem também formas de mensuração para contaminação dérmica, inalatória, por irritação e corrosão ocular, gerando dessa forma classificações apresentadas nas cores das tarjas das embalagens conforme quadro 2.2.

Conforme Soares (2007), apesar de existirem leis restritivas para o uso de agrotóxicos e uma fiscalização que nem sempre consegue atingir bons resultados, o governo, nas diversas esferas, deve criar programas de educação ambiental, divulgação em rádios e jornais locais, elucidando os riscos gerados pelo mau uso dos agrotóxicos, além da elaboração de cartilhas educativas a respeito desse tema. Medidas como essas além de serem baratas demonstraram bons resultados.

**Quadro 2.2** - Classificação toxicológica para agrotóxicos no Brasil.

<b>Cor</b>	<b>Classe</b>	<b>Toxidade</b>
<b>Vermelha</b>	I	Altamente tóxico
<b>Amarela</b>	II	Medianamente tóxico
<b>Azul</b>	III	Pouco tóxico
<b>Verde</b>	IV	Praticamente não tóxico

**Fonte:** Brasil (2011)

Para o IBGE (2010) são necessárias a adoção de práticas alternativas para o controle de pragas, podendo ser utilizadas controle biológico, uso de repelentes, rotação de cultura, isca entre outros.

#### 2.4 CONSERVAÇÃO E PRESERVAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS EM MEIO RURAL

A ideia de desenvolvimento sustentável no meio rural contribui para propagar o conceito da sustentabilidade agrícola, que segundo Guivant (1995) é a capacidade da unidade agrícola de produzir indefinidamente, respeitando ciclos naturais e o equilíbrio dos agroecossistemas. Essa sustentabilidade, segundo o autor, pode ser atingida com a utilização de técnicas preservacionistas consorciadas e quando bem aplicadas, apesar de onerar os custos de mão de obra, os resultados de produtividade dos solos tendem a serem maiores, os controles de pragas melhores e menos nocivos ao meio ambiente e aos humanos e a renda para o produtor pode ser superior, se comparados a plantio convencional.

Gliessman (2005) menciona a necessidade de compreender um agroecossistema como um local que não visa auto-sustentabilidade, pois nesses sistemas agrícolas necessitam de intensa interferência humana, a utilização de insumos externos e uma baixa resiliência.

Enquanto Primavesi (1997) ressalta que umas das diferenças entre a agricultura convencional e a agricultura ecológica é que a segunda não tem enfoque sintomático, mas causal, pois existe a necessidade de evitar problemas ao contrário de combatê-los, procurando utilizar e se basear nos ciclos e nos sistemas naturais.

Paralelamente à ideia de sustentabilidade, o conceito de agroecologia, que teve origem na primeira metade do século XX, tem ganho

popularidade no meio acadêmico e junto aos produtores de pequeno e médio porte, geralmente aqueles que possuem agricultura familiar em suas propriedades.

Para Muller (2009) em linhas gerais a sustentabilidade na agricultura deve seguir as normativas abaixo.

- Ter efeitos negativos mínimos ao meio ambiente, não liberando substâncias tóxicas ou nocivas para a atmosfera, águas superficiais e subterrâneas;
- Preservar e recompor a fertilidade, prevenir erosão e manter a saúde ecológica do solo;
- Utilizar de maneira equilibrada com a finalidade de repor a recarga dos depósitos hídricos;
- Dependar principalmente de recursos de dentro do agroecossistema;
- Trabalho para valorizar e conservar a divisão biológica tanto em paisagens silvestres como domesticadas;
- Garantir igualdade de acesso à prática, conhecimento e tecnologias adequadas e possibilitar o controle local dos recursos agrícolas.

Uma vez adicionada conceitualmente uma propriedade rural dentro de uma bacia hidrográfica, quanto melhor for a qualidade socioambiental das propriedades menor serão os impactos nos corpos hídricos.

A gestão de uma bacia hidrográfica necessariamente passa por processos complexos, havendo a necessidade da cooperação transdisciplinar, existindo para alguns pesquisadores técnicas norteadoras como para Vita (2010), Urban (1999), Draker (1976), Oliveira (2004), Júnior (2007).

- Introdução de corredores de florestas de espécies nativas na bacia hidrográfica;
- Controle da erosão para diminuir assoreamento;
- Gerenciamento e adequação da aplicação de fertilizantes, pesticidas e herbicidas na bacia hidrográfica, a fim de diminuir fontes difusas e controlar eutrofização e toxicidade;

- Tratamento de esgotos domésticos;
- Tratamento dos efluentes industriais e reuso da água;
- Manutenção da vegetação ciliar;
- Monitoramento permanente para avaliação de potenciais impactos;
- Gerenciamento integrado dos usos do solo na bacia hidrográfica;
- Adoção de técnicas de manejo de solo.

#### 2.4.1 Proteção de Nascentes

As nascentes e sua preservação são de extrema importância para a fauna, flora e criações, assim como para os seres humanos que vivem numa mesma ou nas bacias adjacentes, como também é fundamental em uma análise sistêmica para o abastecimento a jusante de mananciais de uso urbano. As preservações das mesmas devem seguir normas e leis ambientais que visam garantir o recurso hídrico para diversas finalidades.

As nascentes podem ser divididas em três categorias, **perenes** aquelas que durante o ano seu fluxo é contínuo a não ser que ocorra uma estiagem fora do padrão climático da região, as **temporárias** que surgem durante a época da estação chuvosa e as nascentes **efêmeras** que surgem e se mantêm durante poucos dias após uma chuva intensa.

O que caracteriza os tipos de nascentes são principalmente os fatores físicos da região onde elas se encontram e depois fatores antrópicos como a extração de água em quantidades superiores às repostas em seu reservatório.

Fatores importantes para a sua classificação é o regime pluviométrico local, declividade e geomorfologia das encostas, substrato rochoso e o tipo de solo.

Sendo um bem precioso para uma propriedade agrícola, ecossistema e usuários a jusante, a preservação de nascentes deve possuir

diversos mecanismos de proteção citados por Oliveira (2004). Elas devem ser consideradas dentro das propriedades como Áreas de Preservação Permanente – APP, assim continuamente deve ser isolada de possíveis ações antrópicas, animais de criação e passagem de veículos próximos, devendo ser cercadas essas áreas, protegidas e florestadas.

#### 2.4.2 Erosão e sua Influência nas Bacias Hidrográficas

Atualmente a erosão é considerada pelos pesquisadores um dos principais fatores de preocupação ambiental em zonas agrícolas tanto no Brasil quanto em países de economia desenvolvida, contudo os produtores em muitos casos ignoram esse problema ou não o tratam como sendo uma prioridade, enquanto a mesma não apareça causando prejuízos ou perdas substanciais de solos.

Os processos erosivos no Brasil, durante várias décadas, passou por certo descaso e essa negligência tem suas origens na fatura de recursos naturais que o Brasil ainda possui. Segundo Netto (2004) e Marengo (2006), na história da agricultura brasileira até os anos de 1950, predominou a exploração intensiva das terras, com a utilização de solos férteis até a sua exaustão. Conforme Holanda (1993), no Brasil influenciado pela colonização portuguesa foi instalada uma sociedade com raízes rurais e não agrícolas, onde as terras não eram como uma propriedade conseguida através de árduo trabalho mas sim por herança.

A própria forma de exploração da agricultura no país ajuda entender a sua economia e alguns problemas sociais nos dias atuais. Com a colonização portuguesa de exploração foi criada a ideia do latifúndio para exportação, os *Plantations*, inicialmente de cana de açúcar e que depois se transformariam na produção do café. As terras eram doadas pela coroa portuguesa que tinha o interesse de lucrar com impostos além de povoar o país. Isso foi crucial para que o produtor da época tivesse poucas responsabilidades, para produzir era imprescindível o uso do escravo e o direito a poderes e privilégios especiais (JÚNIOR, 2000).

Para Mueller (1998) e Bigarella (1979), a ocupação das terras para agricultura no Brasil foi marcada por uma perspectiva temporal de curto prazo, uma vez que a população era escassa e mal distribuída em um grande território, o que

levou a sociedade desconsiderar os impactos ambientais gerados por ela mesma. Em muitos casos a derrubada da mata ciliar era feita de forma proposital e programada, uma vez que é comum possuírem solos férteis, eram elas as primeiras a serem explorados nas propriedades, ocasionando assoreamento de rios, lagos e alterações na flora e fauna local.

No Brasil em algumas regiões o descaso ainda é comum, principalmente na franja da floresta Amazônica, região essa a da abertura de fronteira agrícola, onde o controle pelos órgãos governamentais é dificultado pela extensão da região, corrupção, baixo valor das terras e também da cultura local.

Conforme Minoti (2004) os impactos ambientais gerados pela erosão são normalmente desconsiderados e o fenômeno é tratado exclusivamente como perdas na produção agrícola.

Contudo Silva (2004) acredita que os estudos de erosão têm sido intensamente relacionados ao ponto de vista agrícola, devido aos problemas relacionados com a perda de produtividade, porém recentemente tem-se mudado esse enfoque e estão surgindo diversos estudos de erosão e sua influência no meio ambiente.

Para Press (2006), nos Estados Unidos e Canadá estima-se que em algumas regiões existam áreas que perdem cerca de 24,5 t / ha de solo por ano, enquanto em todos Estados Unidos por ano são perdidos 2 bilhões de t /ano, gerando uma perda direta e indireta u\$ 40 bilhões, enquanto que no mundo acredita-se em prejuízos que chegam na casa de u\$ 400 bilhões anualmente.

Segundo a SBPC (2011) os prejuízos gerados pela erosão devido ao uso agrícola no Brasil são da ordem de R\$ 9,3 bilhões anuais, estima-se também que em razão de seu uso inadequado existam hoje no Brasil 61 milhões de hectares de terras degradadas. Perdas essas que poderiam ser revertidas pelo uso de tecnologias conservacionistas e pelo planejamento de uso da paisagem, gerando benefícios ambientais.

O Brasil um país onde parte significativa da economia é influenciada pela produção agrícola, a exemplo dos Estados Unidos, também sofre com problemas de perda de solo por erosão.

No Paraná, apesar de existirem programas governamentais desde o início dos anos de 1990 para tentar controlar os processos erosivos com práticas

conservacionistas, ainda há índices de perda de solo que se aproximam dos valores norte-americanos.

Para Pruski (2006), no Paraná, em áreas onde ocorre intenso uso de agricultura mecanizada, podem ocorrer perdas anuais de solo na casa de 15 a 20 t ha/ ano.

Segundo Bertoni (2008) a erosão é processo de desprendimento e arraste das partículas dos solos causado pela água e pelo vento, podendo ser divididas em erosão **geológica, hídrica e eólica**. Para Favaretto (2007) a erosão pode ser considerada como os processos físicos de desagregação, deslocamento e sedimentação das partículas de solo. Para a autora a erosão pode ser entendida pela forma de influencia natural, chamada de normal ou **geológica**, sendo essa de ação mais branda, e a induzida ou **antrópica**, mais agressiva e acelerada.

A erosão geológica é um processo lento e natural do planeta, ela é responsável por gerar a geomorfologia do relevo, acumulação de sedimentos em planícies e planaltos, formação dos solos e dos biomas, contribui para influenciar na formação de microclimas em determinadas regiões, gênese de leito dos rios e sua duração é contada na casa de centenas, milhões ou até mesmo bilhões de anos.

Uma vez que os seres humanos são considerados animais de surgimento recente no planeta, com idade de surgimento entre os últimos 2 a 3 milhões de anos e o planeta possui aproximadamente 4,6 bilhões de anos, esse tipo de erosão dificilmente é percebida e tem pequena influência na vida dos humanos.

Contudo a erosão de caráter antropológico é facilmente percebida num período de poucos anos, quando os solos são mal manejados, povoamentos e urbanização são feitas em áreas de risco em beira de rios e lagos desprovidos de mata ciliar.

Nesses casos as taxas de perda de solo são bem superiores a de sua formação, gerando grandes prejuízos econômicos, sociais e ambientais.

No país, o processo erosivo antrópico é muito influenciado pela ação das chuvas, pois excetuando a região do sertão nordestino, no bioma da Caatinga, onde o clima é semi-árido, com chuvas na casa de 200 mm/ano, todo resto do território possui chuvas abundantes.

Dessa forma, a erosão de caráter hídrico é predominante no território brasileiro, principalmente relacionado com a ação antrópica. Amaral (1984) e Bertoni (2008) dividem a erosão hídrica em quatro categorias principais, sendo

elas, por impacto das chuvas também conhecida como *Splash*, laminar, por sulcos ou ravinamento e voçorocas, podendo essas formas de erosão, surgirem isoladamente, ou mais de uma simultaneamente.

Os autores salientam que a erosão é criada e influenciada por fatores **passivos** àqueles que vão receber a ação dos agentes externos, como o comprimento da rampa ou encosta e sua declividade, influenciando diretamente na velocidade do escoamento da água superficial ou nas características do solo como textura, profundidade, fertilidade e estrutura, que influenciam na circulação interna da água, ar e formação de agregados.

Enquanto os fatores **ativos** são aqueles que agem diretamente sobre o solo: são as chuvas com sua intensidade e duração.

Para Pruski (2006) no Brasil indiscutivelmente a erosão hídrica é a mais importante, pois é responsável pelo transporte de nutrientes químicos, matéria orgânica, sementes, defensivos agrícolas, podendo gerar a poluição e o assoreamento de nascentes e mananciais, elevação dos custos de tratamento de água, redução do potencial de produção de energia hidroelétrica e a redução no volume de água que abastecem os lençóis freáticos, podendo gerar alterações quantitativas e qualitativas nas mesmas.

Portanto, a qualidade das águas servidas está diretamente relacionada ao uso e o manejo do solo em zonas agrícolas, mesmo que as mesmas estejam distantes dos centros urbanos a qualidade da água pode ser influenciada.

Uma vez que a água de uma bacia seja captada por uma ETA, o controle de erosão se transforma de importância ímpar, pois a turbidez é uma das principais variáveis a ser controladas para águas servidas.

Silva (2003) salienta que do ponto de vista do tratamento da água para consumo humano, aquela que possui baixa turbidez e elevada quantidade de coliformes fecais é mais facilmente tratada do que aquela com elevada turbidez com elevada carga de sedimentos gerada pela erosão. Afinal, grande parte de cloro utilizado no tratamento é consumido para a oxidação da matéria orgânica, enquanto as águas com baixa turbidez não oferecem refúgio para os microrganismos nocivos à saúde humana.

Segundo Minoti (2004) o processo erosivo quase sempre tem sua gênese através do escoamento superficial difuso (erosão de lençol) e caso não existam medidas preventivas o processo pode sofrer ampliação, transformando-se

em concentrações de fluxo (ravinação) evoluindo até o escoamento mais concentrado (voçorocas).

A erosão por impacto das chuvas ou *splash* está relacionada ao choque das gotas em alta velocidade em um solo desprotegido, esse é considerado o processo inicial de erosão de uma determinada área. A colisão de uma gota na superfície, pode causar a compactação do solo no centro da zona de impacto e o sobressalto de partículas de solo ao redor, iniciando o processo de desagregação do mesmo.

Já a erosão **laminar** caracteriza-se pela retirada de finas camadas de solo em sentido horizontal, normalmente é pouco notado em seu início, esse tipo de erosão é muito influenciada pelas enxurradas, ou seja, chuvas torrenciais que interferem de forma intensa no fluxo de água na superfície e na sub-superfície do solo. Desregulando dessa forma o fluxo de percolação que normalmente seria na vertical de cima para baixo, passa a ser na horizontal, principalmente nas áreas mais baixas da encosta, onde a água corre mais rapidamente e o solo tende a se deslocar em lâminas, que a caracterizam.

Amaral (1984) salienta a importância do controle da erosão laminar, pois é normalmente responsável por extrair grandes quantidades de matéria orgânica e argila, onde se encontram a parte substancial dos nutrientes deixando o solo progressivamente mais pobre.

A erosão por **sulcos** é caracterizada pela formação inicial de pequenas ranhuras no solo, principalmente em áreas de declividade acentuada e ausência de cobertura vegetal, em seu início pode ser facilmente controlada com práticas de preparação do solo e preservação, entretanto quanto mais tarde for o seu controle, maior será a dificuldade para sua correção, restringindo cada vez mais o uso de maquinário agrícola.

A formação de **voçorocas** demonstra como pode ser agressivo o poder da erosão sobre os solos mal manejados, sendo considerado o estágio final da evolução do processo erosivo. As voçorocas são formadas normalmente em áreas suscetíveis à enxurradas que atacam um mesmo sulco durante anos a fio, formando progressivamente um corredor erosivo, expandindo sua profundidade, comprimento e solapando as paredes. Para Pruski (2006) as voçorocas podem ser consideradas erosões com larguras superiores a 1 m e profundidades maiores que 30 cm, ocorrendo principalmente quando a camada impermeável do solo é

demasiadamente profunda, ocasionando a formação de canais de água subterrâneos.

Outra importante forma de erosão que deve ser abordada pelo ponto de vista geológico-geomorfológico, são os chamados movimentos de massa, como no Brasil, principalmente próximo à costa litorânea, existem grandes extensões de maciços montanhosos, conhecidos popularmente por Serra do Mar, esse Escudo Cristalino de formação antiga do Pré Cambriano, é constituído normalmente por rochas graníticas de baixa permeabilidade e declividades acentuadas, contribuem para formação de solos rasos e novos, os neossolos litólicos e arenosos, extremamente propícios para erosão.

Como os movimentos de massa estão mais associados às áreas de grande declividade e chuvas intensas, não é comum ocorrerem em zonas de produção agrícola, ou zoneamento agrícola com terras de boa aptidão, contudo áreas de pastagens mal manejadas, reflorestamentos recém implantados ou feito o corte raso, são consideradas atividades de risco e propícias para esse tipo de movimento.

De acordo com IBGE (2009) os movimentos de massa também conhecidos como gravitacionais, são gerados pela combinação da força gravitacional e da formação rochosa, transportando o material encosta abaixo, em épocas de chuvas torrenciais mesmo com vegetação bem formada.

Segundo Guerra (1995) as metrópoles e rodovias brasileiras são extremamente suscetíveis a esses deslizamentos, ocasionados por cortes nas encostas para a construção de moradias e rodovias, disposição final de lixo urbano e das águas servidas.

No interior de uma bacia hidrográfica é possível observar diversas modificações em padrões de drenagem, tipos de canais, densidade de drenagem, hierarquia fluvial entre outras características mensuradas pelos diversos ramos da ciência relacionados aos recursos hídricos como a hidrografia, hidrologia e a geomorfologia.

### 2.4.3 Práticas Conservacionistas

Independentemente de como os solos são utilizados, seja para agricultura, pastagem, reflorestamentos ou uso urbano, o controle do escoamento superficial é de extrema importância para a qualidade dos mananciais.

Se não manejados os sistemas agropastoris, silviculturas de forma correta, ou as descargas urbanas não sejam tratadas ou controladas, antes de serem direcionados aos corpos, esses tendem a contaminar e inviabilizar uma determinada bacia hidrográfica por questões econômicas ou de saúde pública.

Uma importante ação no controle dessas poluições nos rios são as tentativas de domar os processos erosivos e escoamento superficial para os mesmos, principalmente em zonas rurais onde os solos são mais expostos.

Segundo Pruski (2006), os meios para controle de erosão podem ser divididos em três tipos de ações ou práticas, sendo elas de caráter vegetativo, edáfico e mecânicas.

Normalmente recomenda-se que o agricultor utilize o maior número possível de formas de controle de erosão simultaneamente, porém em muitos casos os custos e o conhecimento técnico, principalmente das práticas mecânicas, podem desestimular o agricultor com poucos recursos.

Deve - se levar em consideração também as questões sociais e culturais de determinadas regiões onde a tradições locais ou empirismos dificultam a aplicação de técnicas conjugadas.

Definindo as práticas de caráter vegetativo, são aquelas que mantêm ou aumentam a cobertura vegetal em determinada área suscetível ao processo erosivo, dessa forma a erosão será menos intensa, assim sendo, quanto mais densa for a vegetação, maior será a redução do impacto da erosão hídrica no solo, além de contribuir para uma maior biodiversidade e por sua vez, um equilíbrio ecológico na região.

O florestamento e o reflorestamento, principalmente em vertentes íngremes e topos de morros, são práticas muito difundidas para controle de erosão, contudo Silva (2003) salienta o risco de erosão em reflorestamentos que não possuam vegetação ou ainda estão em formação, a serrapilheira ou o sub-bosque, pois em árvores com altura superior a oito metros a queda dos pingos de chuva

acumulados nas folhas, acima dessa altura retomam velocidade, impactando o solo com força podendo ocasionar a erosão do tipo *splash*.

É praticamente unânime para os pesquisadores a necessidade de zonas de amortecimento de sedimentos e poluentes beirando os rios, para Pereira (2008), Bertoni (2008), Netto (2004), Daker (1976), Doran (1994), Pierzynski (2000), Lal (1994) são necessárias faixas plantadas de gramíneas, árvores frutíferas ou o mais comum e natural a mata ciliar, com plantas endêmicas da região, formando um ecossistema local.

Outra prática recomenda por alguns especialistas principalmente em áreas declivosas, com baixa fertilidade é sua a destinação para a formação de pastagens, apesar de apresentar menor poder de proteção que as florestas, as pastagens, quando bem manejadas, têm uma capacidade de proteção bastante satisfatória. Quando existe o manejo de gado de forma intercalada com a agricultura, dando tempo ao crescimento da pastagem sem ocorrer o pisoteio demasiado na área, além de reduzir o impacto dos animais no pasto, a adubação natural com o esterco dos animais pode contribuir para melhorias no solo.

Segundo Daker (1976), do ponto de vista de conservação dos recursos hídricos a utilização de pastagens é recomendado principalmente em áreas onde o regime pluviométrico não é contínuo durante o ano, pois essas regiões em épocas de estiagem, as florestas podem consumir mais água subterrânea, reduzindo o fluxo hídrico em direção aos rios, baixando o nível do lençol freático, podendo gerar erosão nas margens dos rios.

Nesse caso, metade da encosta em direção ao topo deve ser florestada e a metade inferior próximo a margem é recomendado a utilização de pastagens, contudo, em caso de criação de animais deve ser construídas cercas para evitar a chegada de animais próximo ao rio e possíveis processos de desprendimento das margens.

As plantas de cobertura também são utilizadas como um mecanismo de controle erosivo, pois as mesmas são plantadas com a finalidade de manter o solo coberto principalmente na época das chuvas. Esse processo além de reduzir o impacto das gotas de chuva e gerar a desaceleração da água da enxurrada, contribui para formar matéria orgânica que servirá de adubação melhorando também a qualidade química dos solos, controlando igualmente a temperatura, fazendo com

que a mesma seja menor do que de um solo exposto, assim sendo, perdendo menos nutrientes para a atmosfera, além de reduzir a evapotranspiração.

A utilização de culturas de faixas ou cordões de vegetação permanente é também um importante sistema para reduzir o processo erosivo de uma encosta. Construídos paralelamente às culturas e as curvas de nível, no sentido horizontalizado do topo em direção ao fundo do vale. Esses mecanismos basicamente são responsáveis por reduzir a velocidade da enxurrada. Podendo trazer outros benefícios além de controlar a erosão hídrica e eólica, para Bertoni (2008) os nutrientes de áreas superiores no relevo são contidos nas faixas ou culturas mais abaixo na encosta, contudo fazendo-se necessário a rotação de cultura, que favorecera a produtividade e a qualidade do solo. Enquanto Netto (2004) salienta que uma importante vantagem dessa prática na redução de contaminantes que são deslocados para os corpos hídricos, podendo reduzir o deslocamento de coliformes fecais, nutrientes e defensivos para os rios.

Recomenda-se que na cultura de faixas seja implantada duas ou mais culturas secundárias, que possam possuir valor comercial e que ajudem o produtor aumentando a renda, essas culturas secundárias devem ser rotacionadas no decorrer dos anos. Dessa forma haverá uma contribuição para a melhoria da biodiversidade do solo, porosidade e ciclagem de nutrientes.

O sistema de plantio direto ou SPD é a técnica que está se tornando popular no Brasil, ele substitui em alguns casos o plantio convencional na qual o solo fica exposto diretamente à ação do intemperismo. O plantio convencional é uma prática herdada pelos agricultores brasileiros dos países desenvolvidos de clima temperado, onde o regime pluviométrico e as temperaturas são mais brandas, sendo comum a existência de neve, que possui um poder erosivo menor que as chuvas torrenciais das zonas tropicais e subtropicais do Brasil.

O SPD consiste em preparar o solo em sulcos e o espaço entre esses é deixado a matéria orgânica, chamada de cobertura morta. Essa cobertura deve ser preparada a partir do plantio prévio de espécies adaptadas a região, que depois devem ser cortadas ou controladas via aplicação de herbicidas.

Dessa forma, esse material acumulado proporciona diversas vantagens como as reduções do impacto das chuvas, da velocidade de escoamento superficial da água, dificulta a mudança de temperatura no solo, fornece nutrientes para o solo, reduz a adubação química e o revolvimento do solo.

Contudo, o SPD necessita atenção especial, pois segundo Seixas (2005) devido o não revolvimento do solo nos primeiros anos de implantação do SPD, pode ocorrer o risco de aumento na densidade do solo na camada superficial, reduzindo assim a capacidade de infiltração, entretanto a utilização do manejo adequado com cobertura morta e rotação de cultura, esse risco deve diminuir.

Para Bertoni (2008) o SPD a cobertura morta pode ser o lugar ideal para a proliferação de pragas, uma vez que os insetos podem colocar seus ovos nessa cobertura, pois em áreas onde existe a forma de plantio convencional a aração contribui para reduzir o ecossistema desses insetos, diminuindo a sua proliferação.

As práticas de caráter edáfico são aquelas que o produtor utiliza técnicas no cultivo que vão melhorar as qualidades físicas e químicas do solo, além do controle de pragas e doenças, dessa forma diminuindo o risco erosivo.

Segundo Pruski (2006), são consideradas as queimadas, calagem, adubação química, adubação orgânica e adubação verde.

Cada uma dessas técnicas possui prós e contras, contudo a mais controversa e ainda bastante utilizada pela sua simplicidade e baixo custo operacional são as queimadas, pois as mesmas quando feitas de forma desordenada, podem reduzir vertiginosamente a macro e micro-fauna do solo, volatilizar o N, reduzir a matéria orgânica, o solo pode diminuir a capacidade de retenção de água, além de gerar efeitos nocivos para a saúde e bem estar humanos, contribuindo para o aquecimento global e gerar poluição atmosférica. Portanto a prática de queimadas que tem o intuito de aumentar a produtividade pode contribuir negativamente fragilizando a estrutura o solo, podendo ocasionar processos erosivos.

A utilização do processo de calagem consiste em tentar diminuir a acidez do solo transformando o pH do solo de ácido para alcalino, para isso é necessário aplicação de calcário, esse método dependendo das distâncias das jazidas em relação à área produtora, podem onerar demasiadamente a produção, contudo é um processo simples e prático, bastante difundido no Brasil.

No entanto o uso do calcário para a correção da acidez do solo pode ocasionar problemas para o meio ambiente e para o próprio solo. Conforme Matos (2010), o carbonato de cálcio contido no calcário em contato com os acidez no solo contribui para liberar CO<sub>2</sub> para a atmosfera, influenciando para a formação de efeito

estufa, usando uma dose de  $3t\ ha^{-1}$  considerando uma pureza de 60% de carbonato de cálcio, pode liberar para a atmosfera 792 kg de  $CO_2$ , outro problema da calagem é a utilização do calcário em alguns solos álicos, pois nesses, pode ocorrer a dispersão da argila, interferindo na circulação da água dentro do solo.

A adubação química é aquela adquirida através de processos industriais ou de extração mineral, principalmente do fósforo, nitrogênio e potássio, quando aplicado em excesso os agentes decompositores do solo não conseguem absorver essa adubação, gerando diversos problemas na qualidade da água e na saúde humana.

A adubação orgânica sendo feita a partir de esterco ou compostos se disponível na área onde ocorre a produção agrícola é considerado um recurso barato e atrativo para o produtor, o impacto nos corpos hídricos é menor que os adubos industrializados. Segundo EPAMIG (2009) a adubação orgânica é considerada mais completa e equilibrada, sendo benéfica para o ecossistema, pois reduz a perda de nutrientes por lavagem de fertilizantes químicos de elevada solubilidade, favorece também o desenvolvimento de microrganismos no solo e a melhora de agregação de suas partículas, favorecendo seu arejamento.

Adubação verde é aquela onde o produtor utiliza restos vegetais principalmente de leguminosas como cobertura morta no solo. Esse processo é considerado de custo reduzido, pois reduz a aplicação de inseticidas, adubação química e herbicida, portanto contribui para impactar menos os recursos hídricos se comparados aos métodos anteriores, ajuda a conservar a macro e micro fauna do solo e contribui para manter as qualidades físico-químicas do solo. Contudo a utilização em larga escala torna esse sistema mais difícil, devido ser muito grande a necessidade de oferta da cobertura morta a exemplo da orgânica.

As práticas mecânicas de conservação do solo são basicamente técnicas que visam reduzir a velocidade de escoamento das enxurradas, construindo barreiras para executar essa ação, essas práticas possuem características de exigirem maior conhecimento técnico, investimento e manutenção periódica, se comparadas às práticas anteriores.

Para o bom aproveitamento dessas práticas o produtor deve possuir cálculos de coeficiente de enxurrada, precipitações, caracterização dos solos, cobertura vegetal, forma do relevo, entre outras informações são necessárias para

que seja feito o dimensionamento e escolha do tipo de dique, sulcos, canais de escoadouros, divergentes ou terraços ideais para cada gleba.

Segundo Bertoni (2008) o terraceamento quando bem planejado reduz os processos de erosão, formação de grotas e sulcos, apresentando uma melhor eficiência quando utilizado de forma simultânea com outras práticas, como culturas em faixa e cobertura morta, depois de alguns demonstrando sua eficácia na melhoria da produção e conservação do solo e dos recursos hídricos. Enquanto para Netto (2004) a utilização de terraceamento, apesar de demonstrar melhorias significativas na preservação de recursos naturais, necessita de constante manutenção, caso contrário, em cerca de um ano ou de uma estação chuvosa para outra pode iniciar acelerado processo erosivo na propriedade.

Nos dias atuais as práticas mecânicas são consideradas de fácil acesso para uma boa parte dos produtores brasileiros que possuem subsídios ou recursos financeiros e tecnológicos para gerenciar esse sistema. Contudo Odum (1983) alerta do risco de dependência dos agroecossistemas dos subsídios externos, pois cerca de 40% das terras cultivadas no mundo recebem subsídios financeiros para uso de combustíveis fósseis, porém temporariamente é possível produzir mais alimentos que a necessidade humana no planeta, talvez não sendo possível garantir esses subsídios em longo prazo.

Apesar de as práticas mecânicas serem muito eficazes no controle de erosão, elas podem atingir custos proibitivos num futuro próximo, devido à escassez de combustíveis fósseis, ao aumento do preço dos mesmos ou até à mudança da matriz energética. Podendo gerar um cenário de incerteza em relação aos custos, contudo métodos preventivos mais simples e menos onerosos devem ser estimulados com intuito de reduzir a dependência necessidade às práticas mecânicas.

Nos últimos anos surgiu à chamada Agricultura de Precisão - AP, apesar de necessitar altos investimentos por parte do agricultor para aquisição de máquinas, softwares e o contínuo aprimoramento desses mecanismos, ela tem gerado resultados promissores no aumento de produtividade, redução de custos com menor desperdício de agroquímicos e fertilizantes e a preservação do meio ambiente, podendo reduzir até 40% as doses recomendadas de fertilizantes (EMBRAPA, 2011).

Contudo o uso dessa ferramenta deve possuir critérios por parte dos usuários que podem ser influenciados pelas empresas detentoras dessas bases tecnológicas utilizarem técnicas, equipamentos ou softwares que não sejam realmente de grande utilidade para os produtores, além dos órgãos governamentais incentivarem o desenvolvimento de tecnologias nacionais, reduzindo a dependência externa.

O surgimento da AP está intimamente ligado ao desenvolvimento das tecnologias aeroespaciais de sensoriamento remoto, desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG, as técnicas de geoprocessamento e o desenvolvimento do *Global Positioning System* – GPS.

Para tal, é necessário que haja através dos sensores remotos o levantamento de dados da superfície da propriedade. Os SIGs viabilizam a transformação de dados, equações e modelos matemáticos e após os dados serem trabalhados devem ser propostas soluções para serem aplicadas em diferentes graus para cada parte da propriedade. A distribuição dos insumos pelo maquinário deve ser feito através das coordenadas geográficas inseridas no sistema de GPS do mesmo.

Salienta Tschiedel (2002) que principalmente com o avanço das tecnologias e da globalização a AP procura disseminar aos agricultores a ideia de que as propriedades devem ser consideradas de forma heterogênea, sendo que o produtor deve conhecer detalhadamente cada metro quadrado da propriedade, com suas carências e vantagens que o solo possui.

Outro fator de suma importância na conservação de solos é a relação da declividade com o tipo de solo da região de estudo, pois mesmo que essa relação seja generalizada, para questões qualitativas ambientais, sua análise contribui positivamente para uma maior sustentabilidade do sistema.

Segundo Tricart (1977) é possível criar uma avaliação morfodinâmica da paisagem dividida em três classes as estáveis, integrantes (em transição) e as instáveis, sendo essa avaliação importante para gerar relações entre o meio ambiente e o uso do solo, dividindo em cinco as classes de declividade.

- Muito fraca, normalmente relevos planos de 0 a 3%;
- Fraca, relevos com declividade entre 3% a 8%;
- Moderado, relevos de declividade de 8% a 20%;
- Forte, geralmente relevos com declividade de 20 a 40%;

- Muito forte, áreas com declividade superior a 45%.

De forma geral Amaral (1984) associa a declividade da encosta com a prática mecânica de conservação, recomendando o seguinte exercício para plantio convencional:

- 0 – 3% aração- gradeação - sulcamento e plantio em nível;
- De 3% a 6% aração, sulcamento e plantio em faixas de retenção conforme o tipo de solo;
- De 6% a 12% terraços (em nível ou gradiente) conforme o tipo de solo;
- De 12% a 18% terraços (em nível ou gradiente) utilizando faixas de retenção, para maior proteção do solo;
- Acima de 18% pastagens ou reflorestamentos.

O processo de escoamento superficial de poluentes, com defensivos, fertilizantes como também perda de solo, pode ser controlado ou minimizado através de práticas preservacionistas relativamente simples. Segundo Netto (2004) as técnicas a seguir aplicadas na cultura, minimizam a contaminação dos recursos hídricos.

- Terraceamento agrícola;
- Preparo adequado dos solos;
- Semeadura/plantio direto em nível;
- Rotação de culturas;
- Manutenção de restos de cultura;
- Implementação de faixas tampões ao longo dos rios;
- Calagem entre outros.

Outro fator responsável por acelerar a erosão e o escoamento superficial de poluentes e sedimentos para os corpos hídricos são as estradas e rodovias construídas sem estudos prévios de impactos ambientais ou com uma conservação incorreta ou omissa.

As estradas em áreas rurais quando mal conservadas ou construídas aceleram o fluxo da água vertente abaixo, gerando um efeito canalizador, que pode ser amplificado se houver fluxo intenso de veículos.

Corrêa (2010) & Machado (2003) salientam que um dos principais fatores contaminantes de mananciais e assoreamentos em zonas de reflorestamento e extração de madeira as estradas são construídas para escoamento das árvores cortadas, nelas o tráfego pesado de máquinas e caminhões são responsáveis por grande compactação e erosão do solo.

Basicamente os esforços para a conservação das estradas rurais e a diminuição dos seus impactos nos solos e água, estão relacionados na necessidade de reduzir a velocidade de escoamento das águas da chuva segundo Salemi (2009) menciona não existir uma fórmula universal para conservação de estradas rurais, variando de caso para caso, contudo algumas práticas são recomendadas como a colocação de cascalho, construção de drenos para evitar o acúmulo de água, não construir a estrada morro abaixo, pois acelerada demasiadamente o escoamento da água, desestimular a construção de estradas em cima dos divisores de água e quando for imperativa essa localização é necessário que o trajeto desça até o vale acompanhando as curvas de nível, em um trajeto mais horizontalizado.

## 2.5 DESENVOLVIMENTO E USO DE ÍNDICES E INDICADORES

Devido à exploração inadequada dos solos e a contaminação dos recursos hídricos, é cada vez maior a necessidade de criar e aplicar métodos de preservação e conservacionismo do meio ambiente em zonas de produção agrícola, que por sua vez, contribuirão para manter a qualidade da água nas bacias hidrográficas, retroalimentando o sistema, agricultura, bacia hidrográfica. Para Júnior (1996) é de extrema importância os estudos correlacionando agroecossistemas e seus componentes, águas subterrâneas e superficiais, flora, fauna e seres humanos.

A partir da convenção ECO92, foi incentivada a criação e aplicação de índices e indicadores, sociais, econômicos e ambientais com a finalidade de nortear novos modelos de desenvolvimento.

A prática de utilizar indicadores como direcionamento de políticas públicas remonta períodos anteriores aos anos de 1990, para Bollmann (2001) historicamente a primeira abordagem utilizando de valores matemáticos com o

intuito de sistematizar indicadores, vem do Renascimento com Descartes e o Discurso do Método, que possui a idéia central de dividir para conhecer, que posteriormente essa idéia seria herdada pela Revolução Newtoniana.

Segundo Besserman (2003) a criação do *New Deal* nos Estados Unidos e o desenvolvimento do *Welfare State* nos países do norte da Europa e o aumento na influencia da opinião pública, transformou os Estados em consumidores crescentes de dados estatísticos.

Outro momento histórico importante para a formulação e uso de indicadores foi o período pós Segunda Guerra Mundial, com a criação da Organização das Nações Unidas e grande influência dos economistas e da política internacional norte-americana, organismos como FAO, FMI, OMS e UNICEF, deram início à tentativa de gerar melhorias e soluções para diversos problemas socioeconômicos em países ao redor do planeta.

A influência dos Estados Unidos e da ONU, na economia mundial, formas de governo, políticas públicas e modo de vida das pessoas no mundo, no período pós 1945, contribui para um cenário de geração de dados institucionais, junto com a reconstrução das economias destruídas pela II Guerra, incentivaram a criação de métodos para avaliar o processo de reestruturação econômica.

O plano Marshall que vigorou de 1947 até 1951, tinha o intuito para recuperar a economia européia, reconstruir e desenvolver o aparelho produtivo daquele continente, além de barrar possíveis influências econômico-militares da antiga URSS.

Planos de reestruturação ocorreram em outras partes do planeta, como sul e sudeste asiático, no mesmo período os norte – americanos, canadenses, australianos, neozelandeses, ingleses e japoneses, criaram o Plano Colombo, com a finalidade idêntica ao Plano Marshall, visando também atrair países importantes na esfera mundial de poder como a China e Índia, para o lado dos países capitalistas. Essa manobra contribui para desenvolver anos mais tardes a economia daquelas regiões e transformar países inexpressivos economicamente em potências regionais e mundiais como a China, Índia e os Tigres Asiáticos, principalmente a Coréia do Sul e Taiwan.

As correntes filosóficas pragmáticas dos norte – americanos e o poder econômico, político e militar desta nação direcionou a criação e o uso dos indicadores mundialmente empregados após esse período, se destacando o Produto

Interno Bruto - PIB, que mede basicamente toda riqueza gerada no país pelos setores produtivos, independente da nacionalidade das empresas que estão produzindo ou gerando serviços.

Outros indicadores tiveram seu destaque em uso internacional, como era o caso da Renda Per Capita, que procura medir quanto cada cidadão do país deve receber, seu cálculo é feito utilizando a divisão do PIB pela população total. Contudo segundo Sandroni (1989) esse índice oferece algumas desvantagens, pois a renda per capita por se tratar de uma média, pode esconder disparidades entre a distribuição de renda, podendo existir países ou regiões com renda per capita elevada, com má distribuição de renda, enquanto outros territórios com renda per capita baixa podem possuir uma melhor distribuição, havendo menor disparidade entre ricos e pobres.

Outro indicador utilizado no período pós II Guerra, foram os índices de inflação, mais enfatizado quando as nações passam por períodos econômicos turbulentos. Segundo Sandroni (1989) esse indicador ou processo é a contínua perda de poder aquisitivo da moeda corrente, podendo ser gerada pelo excesso de consumo em relação à demanda ou pela produção demasiada de moeda pela nação para pagar custos do governo, gerando assim, um processo contínuo e de descontrole econômico.

As medições percentuais do processo inflacionário das nações, crescimento do PIB e da renda per capita, foram durante quase meio século os indicadores econômicos a serem acompanhados, e a evolução positiva e qualitativa dos mesmos, seriam pelo menos na ideologia dos burocratas, exclusivamente direcionada para fatores econômicos, que indiretamente poderiam ser responsáveis por acertar os problemas de outras áreas como social e ambiental.

## 2.6 SOCIOAMBIENTALISMO

Após a segunda metade do século XX as discussões de questões ambientais se avolumaram no planeta, havendo cada vez mais debates entre as nações, instituições e sociedade, foram feitas reuniões, acordos e protocolos para mediar às diversas causas ambientais.

Bobbio (2004) salienta a importância da criação pela ONU da Declaração Universal dos Direitos Humanos, esse documento demonstra a

preocupação dos políticos com os direitos dos homens o que futuramente contribui para desenvolver os chamados direitos da nova geração, sendo eles viver em um ambiente não poluído, a privacidade e a integridade do patrimônio genético.

De acordo com Little (2001) os conflitos fazem parte do cotidiano dos humanos sendo motivados por diversos fatores como culturais, religiosos, territoriais, contudo com surgimento da sociedade do hiper-consumo no final do século XX, os conflitos entre grupos sociais e suas relações com meio ambiente contribuíram para gerar uma nova modalidade, a dos conflitos socioambientais. Que podem ser divididos em três categorias: controle dos recursos naturais, dos impactos gerados às comunidades e referentes ao uso e controle dos conhecimentos ambientais.

Segundo Vieira (2007) os “novos direitos” estão relacionados com a consolidação dos Estados durante o século XX e o desenvolvimento do conceito de cidadania o que interfere diretamente na formação de políticas públicas socioambientais e o surgimento dos direitos da diversidade cultural e da coletividade, influenciando no surgimento de uma nova sociabilidade. Sendo parte dessa sociabilidade os movimentos que visam proteger e garantir direitos aos indígenas, crianças, mulheres, populações litorâneas e ribeirinhas (pescadores e caiçaras, populações urbanas marginalizadas, quilombolas, afro-descendentes, populações e trabalhadores rurais, extrativistas, industriais, urbanos entre outros.

O crescimento dos movimentos sociais foi fortalecido pela massificação cultural e do consumo proposto pela expansão do capitalismo após o fim da Bipolarização Mundial no início dos anos de 1990, Ramos Júnior (2011) considera que o surgimento do socioambientalismo no Brasil foi motivado pelos movimentos locais com forte influencia internacional, que visam combater a globalização hegemônica/ capitalista e neoliberal.

No meio rural brasileiro essa tendência também é seguida podendo ser identificada por Brandenburg (2010) como o neo-rural, movimento não orientado pelo Estado, no qual os agricultores oriundos do meio urbano ou que sofreram influência do mesmo, retornam às atividades agrícolas procurando combater a modernização excludente da agricultura tradicional e tecnocrata, utilizando técnicas que visam a conservação, o chamado rural ecologizado. Dessa forma surgindo uma agricultura mais racionalizada com base na agroecologia, agricultura orgânica, permacultura e a biodinâmica.

Para Veiga (2007) a partir dos anos de 1970, com origem nos Estados Unidos, surgiu o conceito de injustiça ambiental, que seria basicamente os impactos gerados as classes de pessoas com menor poder aquisitivo e que seriam mais suscetíveis aos danos socioambientais.

Beck (1994) e Giddens (2007) alertam para a necessidade de uma modernização reflexiva, pois as sociedades devem reformular suas políticas e legislações, devido às mudanças atuais nos padrões econômicos, produtivos e sociais, que foram estabelecidos com a formação dos Estados Nações no final do século XIX. Desse período até os dias atuais, as lutas de classes pregada por Karl Marx perderam parte do seu sentido, as famílias nucleares diminuíram e os riscos ambientais aumentaram.

As políticas públicas e o sistema de leis devem acompanhar as mudanças na sociedade, havendo o risco dos Estados perderem controle de seus territórios, se continuarem tratando o indivíduo como uma população homogênea, sem suas especificidades, quanto a gênero, credo e cultura. Dessa forma estudos ou políticas direcionados somente para o desenvolvimento econômico ou especificamente para proteção de ecossistemas, tendem a ter dificuldade de aceitação, havendo a necessidade de casar o desenvolvimento das áreas econômica, social coexistindo com o meio ambiente, fortalecendo o socioambientalismo.

### 2.6.1 Indicadores de Sustentabilidade e Meio Ambiente

Com o início dos anos de 1990 diversos acontecimentos mundiais contribuíram para dividir as esferas de influência dos Estados, com o fim da URSS e da bipolarização da economia mundial, a aceleração das transações comerciais no planeta, processo esse chamado de Globalização ou Mundialização, contribuíram para o surgimento e desenvolvimento de blocos econômicos ou tratados de livre comércio como NAFTA, MERCOSUL, União Européia entre outros, acabaram formando grupos de interesses regionais nos diversos continentes, reduzindo o poder e a influência dos Estados Unidos na esfera global. A expansão da Revolução Técnico Científica, conhecida também por Terceira e Quarta Revoluções Industriais, com a popularização da internet, uso de satélites e evolução nas telecomunicações, facilitou a troca de informações entre os três setores da sociedade.

Drucker (2001) enfatiza a importância do momento em que a civilização mundial passa principalmente nos países desenvolvidos, que se baseiam na sociedade pós-capitalista, galgada nas sociedades do conhecimento e das organizações, não existindo mais o “rei dos conhecimentos”, pois todos são igualmente valiosos.

O conhecimento e a forma de ser obtido tende a ser cada vez mais multivariado, de diversas fontes com a intenção de atingir diversos interessados.

Os problemas gerados pela explosão demográfica, queima e derramamento de combustíveis fósseis no meio ambiente, impactos gerados pela Segunda e Terceira Revoluções Industriais e a Revolução Verde, deram início a uma nova gama de problemas, dos quais indicadores econômicos criados pela ONU, não conseguiriam detectar. Problemas esses que já eram detectados desde os anos 1960, que vieram a contribuir para o surgimento dos movimentos ambientalistas.

A formação do Clube de Roma, criado em 1968 por empresários, políticos e cientistas, com intuito de proteger o meio ambiente elaborou diversos relatórios e estratégias para gerar o que seria o ideal do desenvolvimento sustentável. Esse grupo ficou famoso com o lançamento do relatório *The limits to growth*, elaborado por uma equipe de pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology* – MIT, no qual indicava em 1972 que os recursos explorados pelos humanos seriam finitos e impactantes para o meio ambiente e quais seriam as estratégias para minimizar esses impactos.

Apesar de diversas críticas, essa publicação contribuiu para gerar questionamentos da sociedade científica e civil em relação às questões ambientais e quais deveriam ser os limites para o desenvolvimento econômico. Mencionado anteriormente, o período pós II Guerra, foi o momento em que as convenções e tratados internacionais referentes a meio ambiente vieram à tona e nações desenvolvidas, principalmente os Estados Unidos e Japão, tornaram-se focos de políticas e críticas contra o consumo de matérias-primas ou controle de poluição.

Segundo Besserman (2003) a questão ambiental que nos anos de 1970 procurava mostrar uma situação de futuro catastrófico para humanidade, com o esgotamento dos recursos naturais não se concretizou, a evolução e aumento da

eficiência tecnológica na extração e prospecção de recursos, contribui para reduzir o alarmismo e as previsões pessimistas do Clube de Roma.

Em um passado recente, houve o surgimento de novos eixos de poder, consumo e poluição no mundo como os BRICs, acrônimo que define países emergentes, de grande população, território e elevada capacidade de Investimento Estrangeiro Direto – IED, sendo eles Brasil, Rússia, Índia e China.

Ocorreu também a formação do G20, grupo de 20 nações emergentes que se uniram em 2003, com a finalidade de se respaldarem das decisões das nações desenvolvidas nas questões de agricultura e dos subsídios empregados contra os emergentes na rodada de Doha.

O G20 conta com países de três continentes, África, Ásia e América Latina, somando a população de seus membros chega a 70% da população mundial e quase 30% das exportações agrícolas, com a formação do G20 e o desenvolvimento dos BRICs, surgiu dos países emergentes um combate principalmente econômico aos países desenvolvidos, utilizando principalmente a força conjunta dessas nações através de ações na Organização Mundial do Comércio – OMC.

Segundo CIA (2006) nas próximas décadas os Estados Unidos terão de combater a opinião mundial, apesar de aspectos anti-americanistas tendam a diminuir de acordo com a evolução da globalização, tomando características menos ocidentais, os novos líderes mundiais tenderão a divergir da opinião dessa nação em diversos temas e os países que conquistaram algum tipo de vantagem nas negociações internacionais, buscarão mais poder nos órgãos internacionais e maior influência na formulação das regras do jogo.

Portanto, imposições políticas e econômicas das nações desenvolvidas continuarão existindo, mas com menor influência, países emergentes vão procurar analisar localmente seus problemas, negociando, criando estratégias locais ou regionais, formando índices e indicadores que se adaptem às suas realidades.

As mudanças na metodologia e função dos indicadores teve grande avanço no início dos anos de 1990, quando o professor Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia em 1998, com apoio da ONU, através do Plano das Nações Unidas para Desenvolvimento – PNUD, criou o IDH, revolucionando e incentivando a criação de novos indicadores em diversas áreas do conhecimento.

O PNUD tem como finalidade criar uma rede internacional de colaboração para redução da pobreza, disseminando conhecimento entre os países, além de contribuir para o desenvolvimento do IDH, foi responsável no ano de 2000 em divulgar os Objetivos do Milênio, documento que tem com meta reduzir a pobreza extrema pela metade até o ano de 2015, compartilhando soluções para governança democrática, redução de pobreza, energia e meio ambiente.

O IDH pode ser considerado como importante ferramenta para consolidar os termos desenvolvimento humano sustentável, qualidade de vida e direcionar políticas públicas. Segundo a PNUD (2010) o IDH não é uma representação da felicidade das pessoas nem indica qual é o melhor lugar do planeta para se viver, contudo ele é uma medida geral sintética do desenvolvimento humano, considerando as pessoas e não a acumulação de riqueza, como o PIB.

Antes mesmo de ser criado o IDH, já existia um índice que contribuía para medir desequilíbrios socioeconômicos, o economista italiano Conrado Gini, em 1912 batizou o índice que mede a concentração de renda com o seu próprio nome.

O índice GINI, segundo Sandroni (1989), é a medida mais utilizada para aferir a concentração de renda, fundiária e oligopolização da indústria. Seus resultados são fornecidos de forma similar ao IDH, contudo a apresentação dos resultados obedece a forma inversa, sendo os valores de GINI, próximos de 0, aqueles que possuem baixa concentração ou igualdade absoluta e os próximos a 1 de concentração máxima de recursos ou desigualdade extrema.

O IDH apesar de ser o aceito internacionalmente possui seus pontos falhos, que são alvos de críticas, contudo a ONU, ciente dessas falhas, tenta minimizar a subjetividade que o índice apresenta aprimorando seu método de obtenção.

Quando surgiu em 1990, apresentava três variáveis principais, longevidade medida pela expectativa de vida ao nascer da população, renda obtida pelo cálculo do PIB per capita em dólar corrigido para o poder de compra da moeda local de cada país e por último a educação calculada pelos índices de taxa de analfabetismo e as taxas de matrícula em todos os níveis de ensino.

Apesar de ter sido criado no ano de 1990, a ONU conseguiu calcular o mesmo para diversos países desde o ano de 1975. No ano de 2010, a ONU para comemorar os 20 anos desse índice alterou algumas variáveis medidas, com a

finalidade de reduzir a margem de erro nos cálculos e atingir resultados mais próximos da realidade dos países e regiões.

Manteve-se as três variáveis originais, sendo que a de longevidade não sofreu nenhuma alteração, porém, na renda foi retirado o PIB per capita e no lugar foi adotado a Renda Nacional Bruta – RNB. Na educação deixou-se de utilizar as taxas de analfabetismo e matrícula, dando lugar para a média de anos de estudo da população adulta e também o número esperado de anos de estudo (PNUD, 2010).

Além das variáveis terem sofrido modificações, a forma de cálculo que anteriormente era feita através do cálculo da média simples, ou seja, somando-se as variáveis e dividindo por três. Era comum uma variável possui valor mais baixo que as outras, podendo esse valor ser compensando pelo valor maior das outras.

A nova fórmula com a tentativa de minimizar esse problema utiliza uma média geométrica, onde os valores das três variáveis são multiplicados entre si e depois é extraída a raiz cúbica.

Para o PNUD a modificação do IDH, procura modernizar o método e reduzir possíveis disparidades entre os subíndices, conforme quadro 2.3 que mostra as vantagens qualitativas do novo método principalmente em relação à educação.

Referente à questão econômica o uso do PIB, como era feito anteriormente, tornou-se uma variável muito limitada por levar em consideração somente a riqueza gerada dentro do país.

O PNUD optou pela utilização da RNB, que é o acúmulo das riquezas geradas internamente no país e os valores gerados pelas exportações ou recebimento de dividendos externo. A alegação foi que, devido à globalização a economia foi dinamizada e os fluxos de comércio e a entrada e saída de divisas entre os países aumentou demasiadamente.

**Quadro 2.3** – Mudança na formulação do IDH.

Variável no 'velho IDH'	Variável no 'novo IDH'	O que significa?	Por que é melhor?
Alfabetização	Anos Médios de Estudo	E o número médio de anos de educação recebidos pelas pessoas que tem 25 anos ou mais	- discrimina melhor a educação da população do que simplesmente o analfabetismo - é uma variável mais sensível ao progresso
Matrícula combinada - em %- (primário, médio e terciário)	Anos Esperados de Escolaridade	E o número de anos de escolaridade que uma criança na idade de entrar na escola pode esperar receber	- leva em consideração taxas de matrícula em relação à idade das crianças - trata de elementos qualitativos do ensino

**Fonte:** PNUD (2010)

Após a grande explosão do uso e desenvolvimento de indicadores e índices para pesquisas ambientais e sociais, diversos órgãos e pesquisadores deram início à busca de indicadores perfeitos, essa tarefa tem sido árdua e com diversos obstáculos.

Problemas relacionados ao que medir e como, se os indicadores possuem uma funcionalidade e podem ser comparados em diversas ocasiões, temporal ou espacialmente, tem sido dúvidas frequentes da comunidade científica.

Segundo Pochmann (2007) o IDH, é muito amplo o que acaba dificultando a sua aplicação em países ou regiões com economias mais atrasadas.

Com essa ideologia o autor supra citado criou no Brasil o Índice de Exclusão Social –IES, que mensura a taxa de alfabetização de pessoas acima de 5 anos, número de anos estudados pelos chefes de família, percentual de jovens na população, número de homicídios em pop. de 100.000 hab; taxa de emprego formal da pop. ativa e desigualdade de renda.

Seguindo essa tendência desde de 2000, a Federação das Indústrias do Rio de Janeiro – FIRJAN, desenvolveu com base nos dados do senso do IBGE, o Índice de Desenvolvimento Municipal, que mede e cria um ranking anual de emprego e renda, educação e saúde.

Contudo o método de criação desses índices utiliza características de elaboração copiados do IDH, que ainda é bem aceito e de fácil acesso nas diversas esferas territoriais.

Para vários autores os índices e indicadores devem visar à simplicidade e ao fácil entendimento, para que os mesmos sejam compreendidos desde a comunidade científica, entidades governamentais, ecologistas, agricultores. Além da acessibilidade social, eles devem possuir flexibilidade, relevância e comparabilidade com outros indicadores (VEZZANI, 2009), (GARCIAS, 2001), (VAN BELLEN, 2006), (DORAN, 1994) e (JÚNIOR, 2007).

Para Bollmann (2001) há a necessidade de alterar o foco das pesquisas feitas nas diversas áreas ambientais, pois as mesmas ainda possuem um caráter reducionista de determinados subsistemas como somente água, solo e ar, sendo o conceito holístico importante para o desenvolvimento de métodos de análises sistêmicas.

Segundo Marzall (2000) para que seja medida a sustentabilidade de um sistema, devido sua complexidade não é recomendado o uso de somente um indicador, e sim um conjunto deles, focados em áreas distintas como econômicas, sociais, ambientais entre outras. Contudo o desenvolvimento desses indicadores ainda está em fase embrionária, pois em estudos relacionados com agricultura, análises sistêmicas comuns aos temas de sustentabilidade ainda necessitam de maior evolução.

Para a EPA (2011) os indicadores de sustentabilidade no meio rural são ferramentas importantes para medir o progresso, podendo mensurar desde o desenvolvimento econômico até o estado em que se encontra a biodiversidade de determinada comunidade.

Não existe uma metodologia fechada para o desenvolvimento de indicadores, contudo diversos autores roteirizam passos que contribuem para a criação de um indicador, segundo Garcias (2001) um método eficiente para criar um indicador deve passar pelas seguintes etapas:

- Criação do nome;
- Especificação: definição do indicador;
- Forma de apuração (como o número será calculado);
- Representação: unidade de medida do indicador.

O autor também salienta a importância de delimitar a ação do mesmo, pois em muitos casos existe a dificuldade para universalizar o indicador, ou seja, utilizar em diversas regiões ou casos, problemas espaciais ou amostrais podem dificultar essa universalização, portanto o responsável por desenvolvimento tem que se preocupar em passar as limitações do indicador para casos extremos.

Na formulação de um indicador existe a tentativa de criar um método de neutralidade no seu desenvolvimento, na coleta de dados e como o que será medido. Contudo o intuito do pesquisador tende a sofrer influências da disponibilidade de dados, da sua própria formação acadêmica, do tamanho da área onde será aplicado esse indicador, entre outras adversidades que surgem no processo criativo, podendo assim, direcionar ou até mesmo excluir determinadas informações a serem medidas.

Segundo Bresserman (2003) a formulação de indicadores está sujeita a condicionantes ideológicos, preconceitos sociais e culturais além das preferências psicológicas.

Um dos problemas mais comuns na criação de indicadores e sua aceitação perante a comunidade é a interface que o mesmo deve possuir. A interface deve ser o conjunto de elementos comuns entre as diversas áreas do conhecimento procurando sempre a maneira mais compreensível de apresentar os dados.

Sendo um dos grandes desafios na elaboração de indicadores socioambientais ou de sustentabilidade, a tentativa de conciliar dados de caráter humano como econômicos e sociais com aqueles que medem o equilíbrio de um determinado ecossistema. Os pesquisadores e órgãos que desenvolvem esses indicadores recomendam estabelecer uma interação holística entre as três dimensões econômicas, sociais e ambientais.

As dificuldades tendem ser maiores quanto mais distantes sejam as áreas de conhecimento entre si, como por exemplo a tentativa de criar uma interface entre a área humana e tecnológica, social e biológica, exata e social.

Para van Bellen (2006), a elaboração de indicadores ambientais, deve buscar dentro da sua interface o resultado final a educação ambiental, para isso seu desenvolvimento precisa ser pautado em quatro sub-categorias de interface, sendo elas:

- Complexidade: devendo estar ligada a facilidade de aplicação do método, facilitando a compreensão das organizações públicas e privadas das questões ambientais;
- Abertura: estar relacionada a capacidade e a facilidade de julgamento de valores;
- Apresentação: possuir fácil visualização e evolução do sistema estudado, de forma concisa e confiável;
- Potencial educativo ou pedagógico: tendo capacidade como ferramenta de melhorar a percepção das pessoas que estão utilizando o indicador para o aprendizado de questões sociais e ambientais.

### 2.6.2 Atores

Como a ideia de formulação da Agenda 21, a partir da ECO 92, a criação de indicadores começou a sofrer um novo direcionamento no que se diz respeito aos atores que contribuiriam para a formulação dos mesmos.

ONGs já eram citadas pela ONU desde os anos de 1940 como instituições executoras de projetos humanitários com a finalidade principal de concretizar a democracia em países subdesenvolvidos. No Brasil, elas surgiram apoiadas por agências financiadoras internacionais principalmente nos anos de 1960 e 1970, durante o regime militar. Nesse período tiveram ajuda principalmente da Igreja Católica para o combate a violação dos direitos humanos.

Com surgimento de protocolos internacionais de proteção do meio ambiente, as ONGs mudaram seu foco de trabalho, elas diminuíram o caráter contestador para com o Estado ou as empresas privadas, para serem agentes integradores das políticas públicas.

Nos dias atuais as ONGs procuram salientar que são entidades sem fins lucrativos, com ênfase no desenvolvimento sustentável, questões ambientais e de segregação social e racial (COUTINHO, 2005).

Segundo Warren (1995) a própria sigla ONG, já é uma negação ao governo, ao Estado ou à iniciativa privada, procurando solucionar problemas dos quais seus membros acham nocivos para sua comunidade ou grupo de interesses. A autora classifica as ONGs na América Latina em quatro categorias, as neo-

anarquistas, neo-marxistas, da teologia da libertação, essas mais arreadas aos governos e suas ações, tendo atuação principalmente nas décadas de 1960 e 1970.

Enquanto o último o grupo, as articulistas, é aquele que procura a participação contínua da sociedade civil na elaboração ou implantação de políticas públicas.

O surgimento, fortalecimento e a interatividade do terceiro setor através das ONGs com os demais o Primeiro Setor o Governo e o Segundo Setor a iniciativa privada, foi importante para o desenvolvimento de novos indicadores e sua popularização.

Na sequência dos anos de 1990, as ONGs passaram a ter papel significativo na formulação dos índices e indicadores, contribuindo com dados e discussões do que deveria ser avaliado.

Quanto à participação da sociedade na formulação de indicadores van Bellen (2006) considera que podem ser baseados em duas diretrizes, sendo a abordagem *top-down* e a *bottom – up*.

A participação ***top-down*** é quando o indicador é formulado diretamente pelo corpo de pesquisadores e especialistas, sendo um processo mais verticalizado de cima para baixo, com pouca ou nenhuma interferência dos setores sociais.

Enquanto a participação ***bottom – up*** procura horizontalizar o processo de criação, discutindo os métodos utilizados com os diversos agentes envolvidos, nesse caso acaba ocorrendo maior envolvimento do público alvo.

Ambos sistemas possuem prós e contras, a participação *top-down* pode ser de elaboração mais rápida e objetiva, contudo existem casos dos quais os elaboradores deixam de observar temas de importância local ou de relevância para o grupo de pessoas onde vão ser medidas as variáveis. Já o *bottom – up* necessita de discussões entre as partes interessadas delegando mais tempo e em alguns casos menos objetividade, além de poder atrasar os trabalhos.

### 2.6.3 Indicadores em Agroecossistemas

No Brasil, nas últimas décadas, tem sido utilizado indicadores ou métodos de conservacionismo para áreas agrícolas, tanto com a finalidade de

aumentar a longevidade do solo, territorializar as propriedades, regiões ou bacias hidrográficas orientando em que áreas devem ser plantadas ou conservadas.

Os métodos comumente empregados são o **Sistema de Capacidade de Uso - SCU**, formulado por Igo Lepsch em 1983, o **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras – SAAAT**, de 1978 elaborado por Antônio Ramalho Filho e a análise empírica de **Fragilidade Ambiental** criada por Jurandyr Ross em 1994.

Cada um deles possui particularidades e funções específicas, sendo as dois primeiros utilizados principalmente para a conservação de zonas agrícolas enquanto a análise de Fragilidade Ambiental é utilizado em ambientes urbanos e ecossistemas que ainda não sofreram ação antrópica.

Os dois Sistemas e a análise de Fragilidade Ambiental, podem ser ferramentas importantes para a elaboração de indicadores de caráter ambiental em zonas agrícolas, uma vez que são amplamente usados em trabalhos de bacias hidrográficas e sua preservação.

Conforme Lepsch (1991) o uso adequado da terra é o primeiro passo em direção à agricultura correta, devendo utilizar o parcelamento das terras com determinadas funcionalidades no sistema produtivo, tendo como obrigação exceder essa funcionalidade, com o intuito de preservar os recursos para as gerações futuras.

O SCU é uma classificação técnico-interpretativa e foi desenvolvido com base em estudos feitos nos Estados Unidos por agrônomos que tinham o intuito de normatizar metodologias de preservação dos agroecossistemas, por esse motivo dentro da classificação do SCU, as práticas de controle de erosão, são aquelas de categoria mais elevada.

Para Lepsch (1991) o SCU é recomendado para práticas de conservação do solo ao nível de propriedades e empresas agrícolas, ou bacias hidrográficas pequenas.

Devido à realidade financeira dos Estados Unidos, onde existe a facilidade de crédito para o produtor, utilização de maquinários, adubação química e uso de defensivos em larga escala, o SCU não leva em consideração questão econômica do produtor, classe social ou impedimento a mecanização, uma vez que naquele país essas carências não são comuns.

Outra especificidade do SCU é a importância dada ao clima que seguem um padrão mais adequado aos climas temperados do hemisfério Norte, não considerando chuvas prolongadas e torrenciais ou estações chuvosas como é corriqueiro no Brasil, fator esse, importante no processo erosivo, principalmente quando os solos estão desprotegidos.

A característica preservacionista desse sistema pode ser observada pelo principal o grupo de classificação que é denominado pelas letras A, B, C, sendo que as terras classificadas pela letra A, aquelas destinadas aos usos mais nobres, podendo ser utilizadas desde culturas anuais e perenes até serem destinadas para preservação da flora e fauna silvestres, enquanto a classificação B, são impróprias para cultivos intensivos destinados a pastagens, reflorestamentos ou preservação da flora e fauna e por fim a classificação C, terras menos nobres servindo somente para preservação de recursos naturais e recreação.

Todos os grupos são acompanhados de classes representadas por algarismos romanos, que identificam o grau de limitação da área, sendo o I menos limitante e VII o de maior limitação. Esses valores indicam fundamentalmente limitações como: profundidade efetiva, drenagem, pedregosidade, riscos de inundação, classes de declive, graus e tipos de erosão.

Para Alvarenga (2000) o SCU pode ser dividido em dois processos de obtenção, o sintético e o paramétrico. O primeiro considera as características e qualidades de uma gleba como um todo, possuindo a desvantagem de ser bem detalhista não aceitando generalizações, dificultando o uso sem o conhecimento do local e o levantamento do maior número de informações possíveis. Por outro lado, as vantagens são de caracterizações específicas em função das condições locais. Já o paramétrico considera os efeitos das características individuais da terra, nesse caso, a desvantagem reside no fato de que esse processo não aceita inter-relações entre os fatores, contudo a vantagem gerada pela tabela ou chave, pode ser aplicada de forma simples e objetiva.

Já o SAAAT, segundo Filho (1995), tem por objetivo indicar o potencial agrícola das terras para diferentes tipos de usos em grandes escalas, baseia-se na interpretação do levantamento de solos, incluindo as questões socioeconômicas da área em questão.

Nesse sistema é de fundamental importância a classificação socioeconômica do agricultor, que é classificado em três níveis A (baixo nível

técnico-cultural), B (pouco desenvolvido), C (desenvolvido), pois ao contrário do sistema anterior a condição financeira do produtor passa a ser um fator limitante em alguns casos para uso das terras.

A classificação dos três grupos socioeconômicos de agricultores, segundo autor são definidos como: A, primitivo, praticamente não havendo aplicação de capital para o manejo, melhoramento e conservação da lavoura e as práticas de preparo do solo e colheita são feitas por tração animal ou por trabalho braçal.

Enquanto o grupo B, possui um nível tecnológico mediano, com modesta aplicação de capital, práticas de adubação com calagem e NPK, tratamentos fitossanitários simples, a tração pode ser feita por animais ou motomecanizada, somente para desbravamento e preparo inicial do solo.

E por último o grupo C, quando o produtor aplica intensivamente capital, com o melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras, sendo a motomecanização aplicadas em diversas operações da produção. Porém a irrigação não é considerada nesse sistema, somente é feita uma menção.

A exemplo do sistema anterior, é utilizada uma tabela guia na qual existem grupos de aptidão que vão do número 1 até 6, sendo 1,2,3 áreas aptas para agricultura e 4, 5, e 6, respectivamente nessa ordem servem para pastagem plantada, silvicultura e ou pastagem natural e preservação de flora e fauna.

Sendo os fatores de limitação a deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água, suscetibilidade a erosão e impedimentos a mecanização, cada um desses fatores possuindo suas classificações e especificidades, variando normalmente de nulo, ligeiro, moderado, forte, muito forte ou até extremamente forte, quando se analisa especificamente o grau de erosão.

Segundo Lepsch (1991), quando são necessários estudos de aptidão agroclimática, condições socioeconômicas da região, zoneamentos agrícolas, valoração das terras, recomenda-se o uso do SAAAT no lugar do SCU.

A análise de Fragilidade Ambiental como mencionada anteriormente, não foi criada com a finalidade específica de servir para estudos de zoneamento agrícola ou funcionalidade das terras. Essa análise tem a função de detectar possíveis áreas de riscos e suscetibilidades a problemas ambientais, tanto urbanos como em zonas rurais ou áreas de ecossistemas com pouca ou nenhuma ação antrópica. Sua finalidade, portanto, é exclusivamente de caráter preservacionista, possuindo uma metodologia simplificada e objetiva.

Segundo Ross (1994) a fragilidade dos ambientes naturais deve ser mensurada principalmente se existe o interesse por parte do pesquisador em executar um planejamento do território. Esse conceito está intimamente ligado à ideia de Unidades Ecodinâmicas, desenvolvidas por Tricart em 1977.

Para Tricart (1977) o meio ambiente deve ser analisado sob a ótica da Teoria de Sistemas, na qual as trocas de energia e matéria na natureza são realizadas mediante relações de equilíbrio dinâmico, sendo estável onde a natureza foi poupada e instável onde já sofreu intensa ação antrópica.

Para elaborar a análise empírica de Fragilidade Ambiental, Ross dividiu em dois grupos, sendo eles: a Fragilidade Potencial sem a influência antrópica e a Fragilidade Emergente aquela que indica o nível de impacto dos seres humanos em relação ao uso da superfície.

A obtenção da Fragilidade Potencial utiliza dois critérios, a classe de declividade da vertente – a mesma utilizada nos sistemas SAAAT e SCU – e a classe de erodibilidade do solo – na qual os solos são classificados pela propensão à erosão, aqueles de característica de formação antiga como os latossolos menos suscetíveis, até os de formação mais recentes os neossolos, com maior suscetibilidade.

Ambas as classes, tanto a de declividade quanto a erodibilidade são categorizadas em níveis 1.muito fraco, 2.fraco, 3 médio, 4.forte e 5.muito forte.

Para a formulação da Fragilidade Emergente utiliza – se somente uma variável, a do uso e cobertura do solo na Unidade Ecodinâmica analisada, Ross também criou uma graduação de 1 até 5, na qual valores mais reduzidos demonstram áreas com menor impacto antrópico e maior cobertura vegetal endêmica, passando por áreas de agricultura e pastagens com valores medianos e por ultimo regiões desmatadas, estradas, solos expostos sem nenhuma prática conservacionista.

Após a detecção de ambas as Fragilidades são possíveis criar matrizes de três algarismos que gerarão a Fragilidade Ambiental, nessas matrizes os valores mais elevados serão aqueles nos quais a Unidade Ecodinâmica possui a maior Fragilidade Ambiental. Formando Unidades desde 1,1,1 de maior estabilidade possível até o valor máximo de 5,5,5 na qual todas as variáveis são instáveis.

Recomenda-se a formação de grupos nos quais o maior valor da matriz é aquele que vai caracterizar a fragilidade e qual é o impacto predominante na região.

- Muito fracas para matrizes onde o maior valor é 1;
- Fraca para matrizes onde o maior valor é 2;
- Média para matrizes onde o maior valor é 3;
- Forte para matrizes onde o maior valor é 4;
- Muito Forte para matrizes onde o maior valor é 5.

Não importando qual é o sistema utilizado pelo pesquisador para avaliar o uso dos solos, função das práticas conservacionistas ou impactos nele gerados, todos esses sistemas depois de serem feitos os levantamentos em cada parcela de terra estão aptos a mudanças naturais ou antrópicas, havendo a necessidade de periodicamente rever os dados ou os métodos.

#### 2.6.4 Método do Barômetro de Sustentabilidade

Dentre as diversas categorias utilizadas para a construção de indicadores ambientais, uma que possui grande aceitação pela comunidade científica, órgãos governamentais e tomadores de decisões é a denominada de *Barometer of Sustainability* ou Barômetro de Sustentabilidade.

Criada e desenvolvida no Canadá por Prescott - Allen, e outros pesquisadores ligados aos institutos *World Conservation Union* e o *International Development Research Centre* em 1996, esse modelo sistêmico visa medir principalmente a sustentabilidade de uma determinada unidade espacial, podendo ser de uso local, regional, nacional ou global.

Uma vantagem importante em relação a outros métodos de mensuração de dados ambientais é que ele tem a capacidade de combinar indicadores de categorias contraditórias, empregando um eixo relacionado ao desenvolvimento do bem estar humano e outro eixo ao bem estar ecológico (JÚNIOR, 2007).

Segundo van Bellen (2006) essa ferramenta necessita explicitamente a definição de bem – estar social pelos agentes que fazem parte da

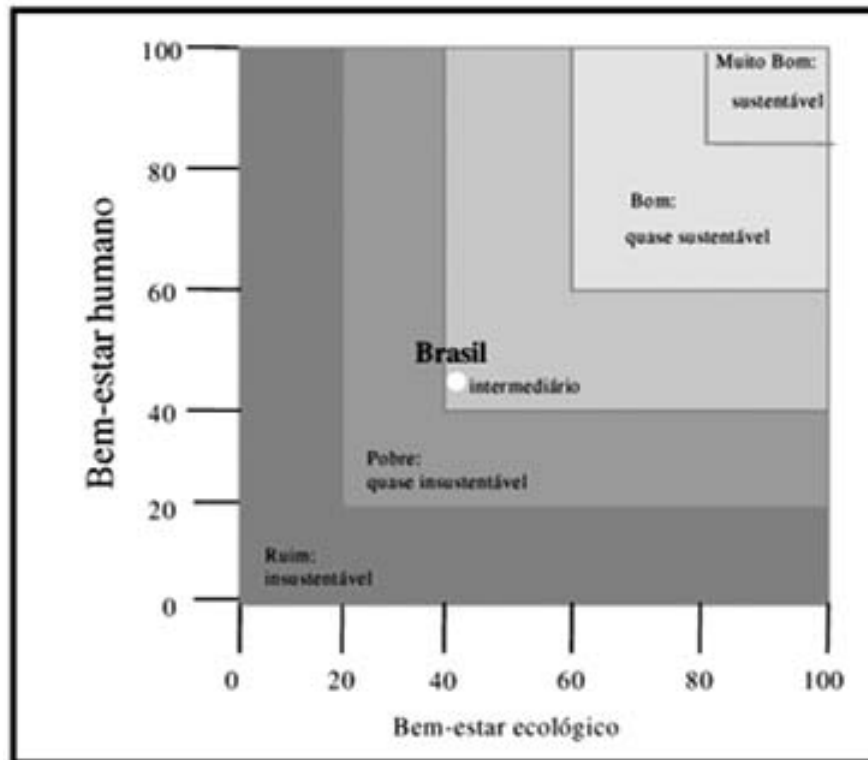
elaboração, desenvolvendo um ranking, dentro da realidade da unidade espacial estudada.

Nesse método as variáveis sociais e as de meio ambiente tem igualdade de tratamento, criando uma escala de cores e números, para ambos os eixos, sendo de fácil compreensão para os tomadores de decisões ou interessados em informações referentes às unidades pesquisadas.

Os valores são estabelecidos de 0 a 100, de ruim a bom, em cinco cores ou setores, dentro de um gráfico bidimensional e sua pontuação é definida a cada 20 pontos que vai do vermelho até o verde, da insustentabilidade a sustentabilidade do sistema, conforme observado na figura 2.4.

Prescott Allen (2001a) apud Bellen (2006), recomenda que na escolha e desenvolvimento da escala do que vai ser medido, seja feito um processo de bom senso na escolha dos limites dos índices, pois valores muito extremos tanto para cima como para baixo, podem ser considerados anomalias, que devem ser desconsiderados e atribuídos esses valores a 0 ou a 100, pois valores extremos não necessariamente podem ser metas a serem atingidas. Sendo o ideal a pesquisa de dados históricos da região ou do caso, que possam servir como uma base para valoração da escala.

**Figura 2.4 -** Posição do Brasil no Barômetro da Sustentabilidade.



**Figura 1.** Posição do Brasil no Barômetro da Sustentabilidade

Fonte: Elaborado segundo Prescott-Allen (2001a)

**Fonte:** Prescott-Allen (2001a)

### 2.6.5 Índice de Qualidade da Água – Iqa

Já para a análise de ambientes aquáticos de água doce é extremamente aceito a utilização do Índice de Qualidade da Água – IQA, criado nos Estados Unidos e difundido pela *National Sanitation Foudation* – NSF, em 1970.

Esse índice foi criado com a finalidade de avaliar a qualidade da água bruta disponível para abastecimento público posterior ao tratamento, sendo os seus parâmetros de medição, contaminantes de esgoto doméstico.

Apesar de muito utilizado em diversos países e no Brasil, possui falhas, pois o IQA, não mensura contaminações de rejeitos industriais, tais como metais pesados, pesticidas e compostos orgânicos (ANA, 2009).

Segundo Júnior (2007) um dos problemas na utilização do IQA para elaboração de análises ambientais, é que ele não permite diagnósticos em um curto período de tempo, dessa forma acidentes ambientais esporádicos de curta duração tendem a não aparecer nessa análise.

Apesar de as bacias em zonas rurais possuírem um grau menor de fontes poluidoras se comparadas aquelas em meio urbano, deve-se levar em consideração que mesmo em meio rural, caso haja contaminação por poluentes após a significativa recuperação, dificilmente a água e o ecossistema atingem sua qualidade original (SEWELL, 1978).

Atualmente cada estado brasileiro possui uma adaptação ao IQA padrão, adaptado as realidades socioeconômicas de cada região, contudo os nove parâmetros medidos a partir do modelo padrão podem ser obtidos pelo produto ponderado da qualidade da água num determinado ponto de coleta onde são medidos:

- Oxigênio dissolvido – OD;
- Coliformes termotolerantes;
- Potencial Hidrogeniônico (pH)
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>)
- Nitrogênio Total
- Fósforo Total
- Turbidez
- Resíduo Total

Utilizando a fórmula:

$$IQA = \sum p_i \cdot q_i^{w_i}$$

Onde:

IQA = Índice de Qualidade da água, variando entre 0 e 100;

$p_i$  = produto (i.e.  $q_1 \cdot w_1 \cdot q_2 \cdot w_2 \dots q_n \cdot w_n$ ) em que n é o número de variáveis que entram no cálculo;

$q_i$  = qualidade i – ésima variável dada por um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração média (resultado da análise);

$w_i$  = peso correspondente à i – ésima variável fixado em função de sua importância para a conformação da qualidade.

Cada parâmetro de medição, possui um peso relativo conforme quadro 2.4.

**Quadro 2.4 -** Parâmetros para estabelecer o IQA.

<b>Parâmetros</b>	<b>Pesos</b>
<b>Oxigênio Dissolvido (OD)</b>	0,17
<b>Demanda Bioquímica de Oxigênio</b>	0,10
<b>Coliformes Termotolerantes(fecais)</b>	0,15
<b>Variação de temperatura</b>	0,10
<b>Ph</b>	0,12
<b>Nitrogênio total</b>	0,10
<b>Fosfato total</b>	0,10
<b>Sólidos totais</b>	0,8
<b>Turbidez</b>	0,8

Fonte: ANA (2011)

Após a elaboração dos cálculos de IQA pela entidade responsável, ele pode ser dividido nas seguintes categorias conforme quadro 2.5:

**Quadro 2.5 –** Classificação do IQA.

<b>IQA</b>	<b>Classificação</b>
<b>91 – 100</b>	Qualidade ótima
<b>71 – 90</b>	Qualidade boa
<b>51 – 70</b>	Qualidade razoável
<b>26 – 50</b>	Qualidade ruim
<b>0 – 25</b>	Qualidade péssima

Fonte: ANA (2011)

#### 2.6.6 Análise Espacial por Multicritério

Com os avanços nas pesquisas científicas, cada vez mais têm surgido novas técnicas para análise ambiental. Com o desenvolvimento de SIGs, AP, GPS, sensores remotos cada vez mais eficazes, junto com os avanços nas pesquisas de biotecnologia como transgênicos e o melhoramento genético, contribuem para a aplicação de diversos métodos aplicados a conservação do meio ambiente, permitindo os pesquisadores trabalharem desde a tradicional análise binária com 0 (não) e 1(sim), até métodos mais complexos e resultados mais elaborados como as análises de multicritério, probabilidades entre outras.

As necessidades de utilização de técnicas diferenciadas estão relacionadas ao comportamento dos fenômenos do meio ambiente que nem sempre

se comportam dicotomicamente, com fronteiras exatas, ou mudanças rígidas nos estados físicos das zonas ecótonas.

Os modelos empregados para gerar tomadas de decisões podem ser divididos em dois grupos, segundo Miranda (2010): determinísticos e os probabilísticos.

Os modelos determinísticos são aqueles que não são regidos por fenômenos aleatórios, além de poderem ser medidos pelas lógicas difusa e booleana, análise multicritério e a combinação linear ponderada.

Enquanto os probabilísticos como a Bayesiana e a teoria dos Conjuntos Difusos, trabalham em um sistema mais aberto aceitando resultados que possam vir a acontecer ou que tem maior ou menor probabilidade de ocorrer que nos modelos determinísticos

Para a elaboração dos índices utilizados nesse trabalho escolheu-se a análise multicritério, desenvolvida inicialmente para estudos econômicos, tem sido muito utilizada em pesquisas socioambientais e para o desenvolvimento de políticas públicas nas últimas décadas. Ela tem como principal finalidade trabalhar com diversos dados e critérios simultaneamente, podendo analisar ao mesmo tempo, dados quantitativos e qualitativos correlacionando os seus resultados.

Segundo Jordão (2006), quando é necessária uma tomada de decisão, naturalmente de forma empírica, o ser humano tende a fazer uma escolha de valores baseadas em intuição, sentimento, experiência ou parâmetro subjetivo, sendo a análise multicritério uma escolha de alternativas finitas pré-selecionadas, caracterizada por um método simples e confiável.

Conforme Boas (2006) os estudos e tomadas de decisões em bacias hidrográficas devido a grande quantidade de interesses, pessoas envolvidas e variáveis, acabam gerando pontos de vista conflitantes, sendo as análises de multicritério uma opção para essa diversidade.

O seu desenvolvimento nos últimos 40 anos permitiu a análise conjunta de dados relacionados à sustentabilidade, desigualdade social, meio ambiente, com grande facilidade para a espacialização dos fenômenos, que podem ser controlados e direcionados por políticas públicas ou fiscalização estatal.

Para a elaboração das análises multicritérios, recomenda-se que sejam buscados três tipos de dados: valores dos critérios, pesos e a função de busca. O primeiro pode ser definido de duas formas, as diretas e indiretas.

As diretas são quando não há manipulação de fórmulas ou conversões, sendo ideal para medir quantitativamente determinados fenômenos, enquanto a maneira indireta é utilizada fórmulas ou padronizações para transformar valores quantitativos em qualitativos.

Salienta-se que existam várias formas de transformar o estilo dos dados coletados, contudo deve-se utilizar uma escala de valores, sendo que a mesma necessita ser prática e objetiva, onde o leitor possa facilmente identificar o que a análise quer medir.

Para os dados quantitativos precisam ser usadas escalas dimensionais conhecidas, enquanto os dados qualitativos são trabalhados sem unidade de medida, sendo representada por valores ordinais ou nominais.

Após ter-se obtido os valores diretos ou indiretos dos valores de critérios, são escolhidos os pesos, como os critérios podem ter diferentes características de fontes, como ambientais, econômicos, sociais, há a necessidade de criar uma importância relativa ou prioridade de critérios.

Utilizando expressões matemáticas, junto com a escolha por parte do técnico, devem ser criadas as importâncias relativas ou prioridades de critérios, é mencionado que esse é um momento crítico na escolha, pois precisa haver grande conhecimento e responsabilidade por parte dos técnicos na escolha.

## 2.7 LEIS AMBIENTAIS BRASILEIRAS E SUA INFLUÊNCIA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Reconhecidas internacionalmente, as leis ambientais brasileiras são consideradas abrangentes e bem elaboradas, o que motiva diversas discussões entre os múltiplos setores da sociedade. Muitos agricultores e empresários as consideram de difícil obediência, por outro lado ambientalistas acreditam que toda essa complexidade pode contribuir para a conservação e preservação de diversos ecossistemas.

Segundo Alvarenga (1995) é fácil encontrar o responsável por um crime ambiental, contudo a motivação que o gerou nem sempre é clara, podendo inocentar o mesmo, pois os crimes ambientais na maioria das vezes não são motivados pela perversidade por parte do autor em relação ao meio ambiente. Muitas vezes os casos decorrem de 3 fatores: ignorância, legislação inadequada e padrões tecnológicos atrasados.

Independente da qualidade das leis ambientais brasileiras muitas são de criação recente, como também os órgãos que as fiscalizam, influenciados principalmente pela Constituição de 1988. Já nos países desenvolvidos como Estados Unidos, Japão e os da Europa, possuem leis oriundas do final do século XIX.

Carvalho (1991) justifica que a grande dificuldade de implantação de leis ambientais em diversos países, está no método de desenvolvimento econômico escolhido por eles, pois nações com metas de abundante produção de bens industrializados e com vida essencialmente urbana, costumam gerar conflitos entre as políticas de desenvolvimento econômico e as de cunho ambiental.

O atraso na elaboração e colocação em prática das leis ambientais brasileiras contribui para grande devastação de diversos biomas e a degradação da qualidade ambiental nos grandes centros urbanos brasileiros.

Parte das leis ambientais brasileiras utilizadas foi fundamentada em três códigos e uma lei, que forjaram mais tarde à formação de órgãos fiscalizadores e normatizações ambientais. Sendo eles o Código das Águas de 1934, o Código Florestal de 1965, o Código de Caça e Pesca e Mineração ambos de 1967 e a Lei Nacional de Irrigação de 1979.

A Constituição de 1988 foi um marco como Carta Magma nas questões ambientais, procurando garantir um meio ambiente ecologicamente equilibrado para sua população. E a partir desse documento foram criadas diversas leis para proteção dos meios urbano e rural, dos recursos hídricos, fauna e ecossistemas.

Incluindo temas ambientais também nas questões agrárias, pois no art. 186, para que a propriedade rural cumpra sua função social, ela tem de atender, simultaneamente a cinco requisitos: aproveitamento racional e adequado; utilização adequada dos recursos naturais disponíveis; preservação do meio ambiente; observância das disposições que regulam as relações de trabalho; e exploração que favoreça o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores.

Logo após a promulgação da constituição, foi estabelecida a Lei Agrícola 8171/91 que possui um viés conservacionista, fortalecendo as causas ambientais, para Magalhães (2002) o ponto de maior significado ambiental dessa Lei é aquele que obriga o proprietário rural a recompor a sua propriedade (art. 99), com a reserva florestal obrigatória, além do aperfeiçoamento da lei através da legislação

de Imposto Territorial Rural – ITR (leis 8847/94 e 9393/96) que dão tratamento especial para as áreas de preservação florestal.

### 2.7.1 Código Florestal

Atualmente existem diversas discussões a respeito da funcionalidade Código Florestal, sendo modificando pela segunda vez a sua estrutura, o governo tenta mediar as disputas de interesses, principalmente das bancadas políticas ruralista e ambientalista.

Ao contrário da primeira versão, quando foi promulgado através do Decreto 23793/34, na primeira metade do século XX, a tendência era criar leis verticalizadas de cima para baixo, visando principalmente uma intervenção estatal direta na proteção dos ecossistemas brasileiros, com a finalidade de proteger o bem comum dos brasileiros, os biomas.

Durante a década de 1930, o Brasil sofria influencia das leis norte-americanas, pois algumas décadas antes foram criadas diversos parques nacionais e surgia naquele país uma vertente filosófica de proteção dos recursos naturais, nesse momento o Brasil necessitava do mesmo ideal, já que a expansão da agricultura do café nos estados do sudeste já tinha feito seu estrago.

Nesse momento histórico partes significativas das terras no Brasil eram devolutas, diversas fronteiras agrícolas estavam sendo abertas, principalmente no sul e sudeste, o Código foi elaborado para normatizar como seriam exploradas as terras no Brasil, apesar de na época não existir o conceito de desenvolvimento sustentável, o corpo técnico responsável por criar o Código tinha em mente a exploração dos recursos gerando riqueza para o país, trazendo o menor impacto possível para os ecossistemas.

Na época foi previsto que as áreas protegidas seriam chamadas de “florestas protetoras” e que as propriedades rurais deveriam ter 25% de suas áreas com essa cobertura, excetuando as pequenas propriedades.

Contudo, após a criação do Código, sua aceitação pelos produtores não foi boa, havendo certo desprezo e falta de fiscalização das autoridades. Isso pôde ser justificado pela falta de educação e conhecimento das causas ambientais na época, a facilidade de exploração das terras devolutas – contribuindo para o produtor não possuir zelo pela natureza – distâncias remotas e falta de comunicação

com os grandes centros – dificultando a fiscalização e o conhecimento das leis por parte dos agricultores.

Segundo Siqueira (2004), inicialmente a equipe responsável pela formulação do Código Florestal, possuía uma visão biocêntrica, para qual a natureza deveria ser preservada sem levar em consideração a existência do ser humano, contudo com a evolução do Código, essa visão foi alterada de um preservacionismo desumano ao conservacionismo politicamente correto.

Durante o período de 1950 e 1960, somente modificações pontuais foram feitas, contudo em 1962 foi criado um novo grupo de trabalho para elaborar o que na época foi chamado de novo Código Florestal. Alguns anos depois foi aprovado mediante a Lei 4771/65. O Código mantinha a idéia do anterior, proteger áreas frágeis, obrigando a preservação mínima da flora nativa, preservando a fauna e outros recursos naturais como água e os solos.

Na elaboração do primeiro Código Florestal em 1934, a ideia de florestas protetoras foi substituída pelo conceito de Reserva Legal - RL, também foi definido quais percentuais deveriam ser destinados para cada propriedade, sendo 50% de RL para aquelas localizadas na Amazônia Legal e 20% nas demais regiões do país.

No Código de 1965 a RL, é caracterizada como a área dentro de uma propriedade ou posse rural, com a finalidade de abrigo e proteção da fauna e flora nativas, sendo considerada uma área de uso sustentável. A exigência da RL averbada tem a finalidade de forçar o produtor a legalizar as suas terras perante os órgãos públicos, o produtor através dessa documentação pode ter acesso a: processos de licenciamento, intervenção ambiental, outorga de recursos hídricos, crédito rural e transmissão de títulos (IEF, 2011).

As características mais discutidas entre a sociedade, a respeito dos Códigos anteriores, são os percentuais de RL que devem existir para cada propriedade inserida em um bioma específico. Devido diversos fatores como: clima, biodiversidade, formação do relevo regional, ocupação histórica, pedologia, entre outros, as RL devem possuir tamanho maiores ou menores conforme o bioma onde ela se localiza.

Durante o decorrer dos anos de 1990, devido o crescimento dos movimentos ambientalistas e os diversos fóruns, cúpulas e tratados internacionais de proteção do meio ambiente, surgiu a forte pressão de outros governos, ONGs e

agências financiadoras para a preservação da Amazônia, sendo o governo brasileiro forçado a modificar o Código Florestal de 1965. Mediante a criação das Medidas Provisórias (MP 2166/67, renúncia da MP 1511/96) são elevados os percentuais de RL na Amazônia Legal de 50% para 80% e no Cerrado de 20% para 35%, permanecendo inalterada para as demais regiões em 20%.

Salienta-se que a RL deve estar desvinculada das Áreas de Preservação Permanente – APP, não devendo ser somada uma a outra para gerar toda a RL da propriedade.

As APPs foram criadas no mesmo Código Florestal de 1965. Elas são consideradas nas propriedades rurais as nascentes, matas ciliares, áreas marginais a reservatórios e encostas íngremes.

Quando são levadas em consideração as vegetações de proteção no entorno dos corpos hídricos, segundo o Código vigente, as nascentes devem ser protegidas com vegetação nativa num raio de 50 m independente da posição topográfica em que ela está localizada. Enquanto as matas ciliares devem ser protegidas seguindo os parâmetros apresentados no quadro 2.6.

Seu caráter é preservacionista, não podendo ser explorada pelo proprietário devendo ser minimamente alterado, característica essa que a difere da RL.

Afirma Skorupa (2003) que as APPs exercem fundamental equilíbrio para os recursos hídricos, paisagem, estabilidade geológica, biodiversidade, fluxo gênico para a flora e fauna, proteção dos solos, bem estar humano e seus benefícios não se restringem exclusivamente aos moradores da área onde ela estabelecida.

**Quadro 2.6** - Parâmetros de largura das matas ciliares de acordo com o Código Florestal 4771/65 Artigo 2º.

<b>Largura do rio</b>	<b>Largura da zona de mata ciliar para ambas as margens</b>
<b>10 – 50 m</b>	30 m
<b>50 – 100 m</b>	50 m
<b>100 – 200 m</b>	100 m
<b>200 – 600 m</b>	200 m
<b>Acima de 600 m</b>	500 m

**Fonte:** Câmara dos Deputados (2011)

### 2.7.2 Mudanças no Código Florestal

Um dos entraves para a modificação do Código Florestal é relação entre o crescimento econômico do país, que veio de forma muito intensa durante as décadas de 1990 e 2000, contra a necessidade de conservação dos recursos e do meio ambiente para as próximas gerações.

Existindo hoje basicamente dois grupos de interesses nessa questão, os ruralistas, que podem ser incluídos como os pequenos produtores até os de grande porte, apoiados por interesses das agroindústrias e dos setores de implantação de infraestrutura e manutenção no país.

E por outro lado, os ambientalistas formados por ONGs nacionais que defendem a ideia de um desenvolvimento sustentável ou até mesmo a preservação total de alguns ecossistemas, aliado a pressões internacionais e à comoção da população geralmente com pouca informação e influenciadas diretamente pela mídia.

Entre as diversas discussões para modificação do Código Florestal, aquelas que tiveram grande destaque por interferirem diretamente nos interesses dos produtores, ambientalistas e população foram:

- Em áreas de encostas onde já exista exploração madeireira e pastoreio, poderiam ser mantidas, mediante laudo expedido por órgão ambiental local. Em alguns casos, em encostas acima de 45° o corte raso pode ser feito perante autorização;
- As matas ciliares, que anteriormente foram estabelecidas de no mínimo 30 m, podem ser reduzidas para 15 m em propriedades onde os rios não passam de 5 m de largura;
- Possibilidade de executar cultivo em áreas de várzeas com autorização do órgão ambiental local;
- Exclusão de reflorestamento de RL nas metas estabelecidas para cada bioma pelo governo, para propriedades de até quatro módulos fiscais estabelecidos pelo governo de cada estado;
- Discussão de medida compensatória para reflorestamento de RL na mesma bacia hidrográfica onde existe a propriedade ou a possibilidade de reflorestamento em outras bacias do mesmo bioma;

- Aumento da capacidade fiscalizadora dos municípios e seus órgãos descentralizando as ações da esfera federal;
- Possibilidade de reflorestamento de espécies exóticas em RL.

Conforme Martinelli (2010) não é correto a acusação de que existe uma dicotomia no Brasil entre preservação do meio ambiente versus a produção agropecuária motivada pelo Código Florestal. O aumento de áreas de pastagens para produção extensiva e grandes culturas como cana de açúcar e soja, em muitos casos são influenciadas pela concentração de terras, falta de assistência técnica, infraestrutura para transporte e armazenamento e incentivo para produção de alimentos para o mercado nacional, contribuíram para o mal uso do solo e conseqüentemente para a abertura de novas fronteiras agrícolas.

De acordo com a SBPC (2011) o Brasil é detentor do maior número de espécies de plantas, animais e microrganismos do mundo, representando um enorme diferencial de capital natural, estratégico para o desenvolvimento socioeconômico da nação, devendo ser conservado e utilizado de forma sustentável. Concomitantemente as inovações tecnológicas fazem parte do sucesso brasileiro da agricultura tropical e é o trunfo mais poderoso para qualificar o país na competição no mercado globalizado, portanto o aprimoramento do Código Florestal deverá servir de base para políticas públicas mais modernas contribuindo para um melhor ordenamento territorial e planejamento.

### 2.7.3 Código das Águas e a Lei 9433/97

Leis com a finalidade de proteger os recursos hídricos remontam a antiguidade da civilização, desde a mesopotâmia, quando era necessário controlar a quantidade das águas distribuídas entre os povoados e tribos ao longo dos rios Tigres e Eufrates.

Contudo, com a Revolução Industrial, o aumento da população, o maior consumo de água para as atividades agrícolas e industriais e a poluição despejadas nos corpos hídricos, gerou a necessidade de serem criadas leis mais efetivas e normatizadas para a utilização das bacias hidrográficas.

Entretanto as leis mencionadas tinham pouca ou nenhuma influência dos habitantes e consumidores das bacias hidrográficas onde elas eram aplicadas,

sendo elas justapostas verticalmente das diversas esferas do poder para a população.

Pompeu (2006), descrevendo a lei francesa de utilização das bacias hidrográficas, tem sua gênese na Revolução Francesa, onde cada departamento era responsável pela administração de diversas comunas rurais.

Atualmente esses departamentos possuem um comitê da bacia hidrográfica com membros dos três segmentos da sociedade e um comissário, que expede outorgas para a captação e autorização para lançamento de efluentes, sendo essa uma das principais sistemáticas copiadas pelo Brasil na Lei 9433/97.

Segundo Porto (2008) especificamente nas questões de recursos hídricos a Constituição de 1988 foi importante para definir as águas como domínio público alterando a posse dos recursos hídricos definidos anteriormente pelo Código das Águas de 1934.

Expõe Pompeu (2006) que o Código das Águas de 1934 foi de extrema importância para preservação futura dos recursos hídricos no Brasil, apesar de dois terços dele tratar de assuntos referentes à produção de energia elétrica, temas como: salubridade das águas à custa dos infratores, disciplinas de águas nascentes, reposição das margens ao estado anterior quando degradada, fixação de multas ao descumprimento de suas normas foram tratadas de forma secundária. Alguns tópicos segundo o autor foram lançados em seu anteprojeto em 1917, contudo não foram a diante por diversos interesses o que acabou dificultando a proteção dos ambientes aquáticos.

Seguindo a tendência de enfoque ao meio ambiente da constituição de 1988, em 1997, foi colocada em circulação a Lei 9433/97, que foi considerada um marco para a obtenção e preservação de recursos hídricos, junto com a criação da Agência Nacional das Águas - ANA.

A criação dessa lei pode ser avaliada como uma importante inovação legal para o país, pois esta dissemina idéias como: a classificação dos corpos hídricos através das classes do CONAMA 357/05, que tem como origem a resolução CONAMA 020/86, uso e cobrança de outorga de recursos hídricos e a implantação de comitês gestores de bacia, entre outras tendências para a melhoria socioambiental no país.

O dispositivo legal original de 1986 foi elaborado a partir de 1970 com parâmetros de comparação que influenciam na classificação das águas, gerando cinco classes de uso observadas no quadro 2.6.

A outorga de rios já era prevista desde o Código das Águas de 1934, contudo devido à falta de instrumentos fiscalizadores, fontes poluidoras e consumo serem menores e a ausência de uma consciência coletiva referente aos problemas ambientais a outorga não tinha atingido um status de importância para os governos.

**Quadro 2.6** Classificação dos corpos hídricos com as classes da resolução CONAMA 357/05.

<b>Classe</b>	<b>Uso</b>
Especial	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Abastecimento para consumo humano, com desinfecção;</li> <li>b) Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;</li> <li>c) Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.</li> </ul>
Classe 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;</li> <li>b) Proteção de comunidades aquáticas;</li> <li>c) Recreação de contato primário, tais como esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA 247/00;</li> <li>d) Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;</li> <li>e) Proteção das comunidades aquáticas e terras indígenas.</li> </ul>
Classe 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;</li> <li>b) Proteção de comunidades aquáticas;</li> <li>c) Recreação de contato primário, tais como esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA 247/00;</li> <li>d) Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques e jardim, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa ter contato direto</li> <li>e) Aquicultura e atividade da pesca.</li> </ul>
Classe 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;</li> <li>b) Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</li> <li>c) Pesca amadora;</li> <li>d) Recreação e contato secundário;</li> <li>e) Dessedentação de animais.</li> </ul>
Classe 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Navegação;</li> <li>b) Harmonia paisagística.</li> </ul>

**Fonte:** MMA (2005)

Essa temática futuramente tornou-se de grande importância para a gestão de bacias hidrográficas com a elaboração da Lei 9433/97.

A tentativa de cobrança de outorga por parte do Estado em relação ao consumidor deve ser entendida não como um imposto e sim um instrumento que deve contribuir para a conservação do meio ambiente.

Quando um usuário possui a outorga pode utilizar essas águas num período que não pode exceder a 35 anos, ela deve ser concedida quando há: derivação ou captação de parcela da água existente, tanto para abastecimento humano como para o processo produtivo, extração de aquífero subterrâneo semelhante ao caso anterior, lançamento de água, esgoto, resíduos líquidos e gasosos, aproveitamento hidroelétricos ou em atividades que alterem a qualidade, a quantidade e o regime das águas nos corpos líquidos.

Como observa Pompeu (2006), a nova Lei estabelece o princípio do “poluidor – pagador”, não estabelecido anteriormente pelo Código das Águas, esse princípio não isenta o poluidor do cumprimento das leis uma vez que está pagando para poluir, o mesmo deve obedecer a critérios e normas da legislação ambiental.

A utilização da outorga é desnecessária quando: lançamentos, captações, acumulações, derivações são consideradas pequenas e quando é função abastecer núcleos populacionais reduzidos em zonas rurais.

Segundo Porto (2008) a outorga é poder disciplinador público que procura fazer valer a equidade entre os usuários de água, sendo um direito público do poder público, o qual os usuários possuem durante um determinado período de tempo autorização formal e inalienável de uso.

Outro importante instrumento de gestão do meio ambiente, criado após a constituição de 1988, foi a Lei Federal 9985/00, a qual originou o SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

Sendo as unidades de conservação consideradas segundo o Artigo 2º; inciso I, como: espaços territoriais e seus recursos ambientais, abrangendo águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração.

Elas são divididas em dois grupos a de **Proteção Integral**, com o objetivo de preservar a natureza da Unidade, priorizando a manutenção do equilíbrio do ecossistema, gerando o menor impacto e exploração possível, sendo utilizadas para objetivos educacionais e de pesquisa científica. A outra categoria formada

pelas Unidades de **Uso Sustentável**, que visam o desenvolvimento sustentável da área, que poderá ser explorada de forma comedida e controlada.

No quadro 2.7 é possível observar as classes de ambas categorias de Unidades de Conservação aplicadas no Brasil.

**Quadro 2.7** - Classes de Unidade de Conservação no Brasil.

<b>Unidades de Proteção Integral</b>	<b>Unidades de Uso Sustentável</b>
<b>Parques Florestais</b>	Área de Proteção Ambiental
<b>Reservas Biológicas</b>	Áreas de Relevante Interesse Ecológico
<b>Monumentos Naturais</b>	Reservas Extrativistas
<b>Refúgio de Vida Silvestre</b>	Florestas Nacionais
<b>Estações Ecológicas</b>	Reservas de Desenvolvimento Sustentável
	Reservas Particulares de patrimônio Natural
	Reservas de Fauna

**Fonte:** Brasil (2000)

A Constituição Federal vigente também possibilitou que os estados modificassem as constituições locais no que se refere à distribuição do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS, tem como uma das finalidades distribuir verbas dos estados para os municípios.

O estado do Paraná foi o primeiro no Brasil a criar o chamado ICMS Ecológico, através da Lei Complementar 59/91, também chamada de Lei dos Royalties Ecológicos, que procura defender cidades que possuam projetos de proteções e conservação dos recursos hídricos e Unidades de Conservação.

Municípios que possuam Unidades de Conservação municipais, estaduais, federais, áreas indígenas, RPPNs, APPs ou mananciais de abastecimento podem usufruir desse benefício.

No Paraná é feito o repasse de 5% do ICMS para o município que abrigue mananciais de abastecimento ou Unidades de Conservação, sendo os municípios com área de até 1500 km<sup>2</sup>, que abastecem a seu próprio território ou município vizinho, merecedores desse recurso (ÁGUAS DO PARANÁ, 2011).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO DOS APERTADOS NO MUNICÍPIO DE ARAPONGAS

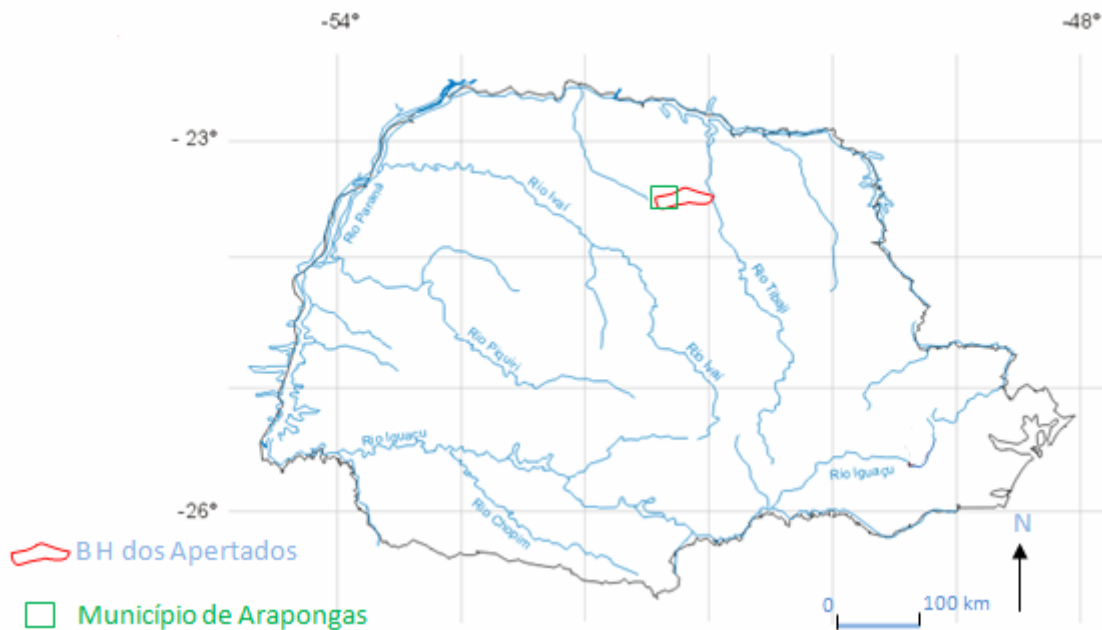
Como delimitação da pesquisa, foi escolhida a bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados. Ela possui suas nascentes no município de Arapongas, com as coordenadas geográficas da nascente: 23°25'2.83"s e 51°25'16.48"w e sua foz são: 23°23'22.98"s e 50°59'40.46"w.

A região do município de Arapongas, onde está localizada a bacia dos Apertados, conforme Fiori (2007), faz parte da unidade morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná, na subunidade morfoescultural do Planalto de Londrina e como um todo denominado Terceiro Planalto Paranaense. A classe de declividade predominante é de cotas menores que 12%, em área de 2.475,5 km<sup>2</sup>, o gradiente altimétrico está entre 1180 e 820 m s.n.m.

Categorizando a bacia do Ribeirão do Apertados, é uma sub-bacia do rio Tibagi, em seu trecho denominado Baixo Tibagi, que se localiza desde a foz do rio Apucarantina a 450 m.n.m, até o município de Primeiro de Maio a 300 m.n.m, onde há a confluência do rio Tibagi com o rio Paranapanema, sendo toda essas bacias parte da Região Hidrográfica do Paraná, dados esses observados na figura 3.1.

Desde sua nascente em Arapongas até a foz na junção com rio Tibagi, o Ribeirão dos Apertados percorre aproximadamente 65 km, possuindo uma área de drenagem de 290 km<sup>2</sup>, sendo classificado através da Portaria SUREHMA n°003, de 21 de março de 1991, como possuidora de classe II, conforme CONAMA 357/05, e a hierarquia fluvial da área estudada, próximas às nascentes da bacia são de afluentes de primeira, segunda e terceiras ordens, segundo classificação de Strahler de 1952, com vazão média anual segundo Ecotécnica (2009) 4,57 m<sup>3</sup>/s.

**Figura 3.1** – Bacia do Ribeirão dos Apertados e os principais tributários da bacia do Paraná.



**Fonte:** Próprio autor

As características geomorfológicas dessa região são de topos alongados, vertentes convexas e vales em V, modelados em rochas da formação da Serra Geral.

Salienta-se que o município de Arapongas foi criado com seu eixo central em cima de um divisor de águas, que contribui para a formação da bacia dos Apertados, esse divisor é o exato limite entre mais duas subunidades morfoescultural, a do Planalto de Maringá e o de Apucarana, ambas dentro da unidade geral do Terceiro Planalto Paranaense.

A geologia e pedologia geral da região segundo MME (2006) caracterizam-se por rochas com elevado grau de coerência e textura fina, no geral são densamente fendilhadas em diversos sentidos, contribuindo para a formação de solos argilo - siltosos, sendo os solos argilosos, com alta concentração de ferro e alumínio (lateríticos), solos ácidos um tanto corrosivos, bastante aderentes e escorregadios se molhados, possuindo blocos e matações em meio ao solo.

Solos com pedogênese avançada são pouco erosivos e mantêm-se estáveis em taludes de corte, contudo se compactados por mecanização intensa ou pisoteio de gado, podem sofrer impermeabilização e gerar erosão laminar.

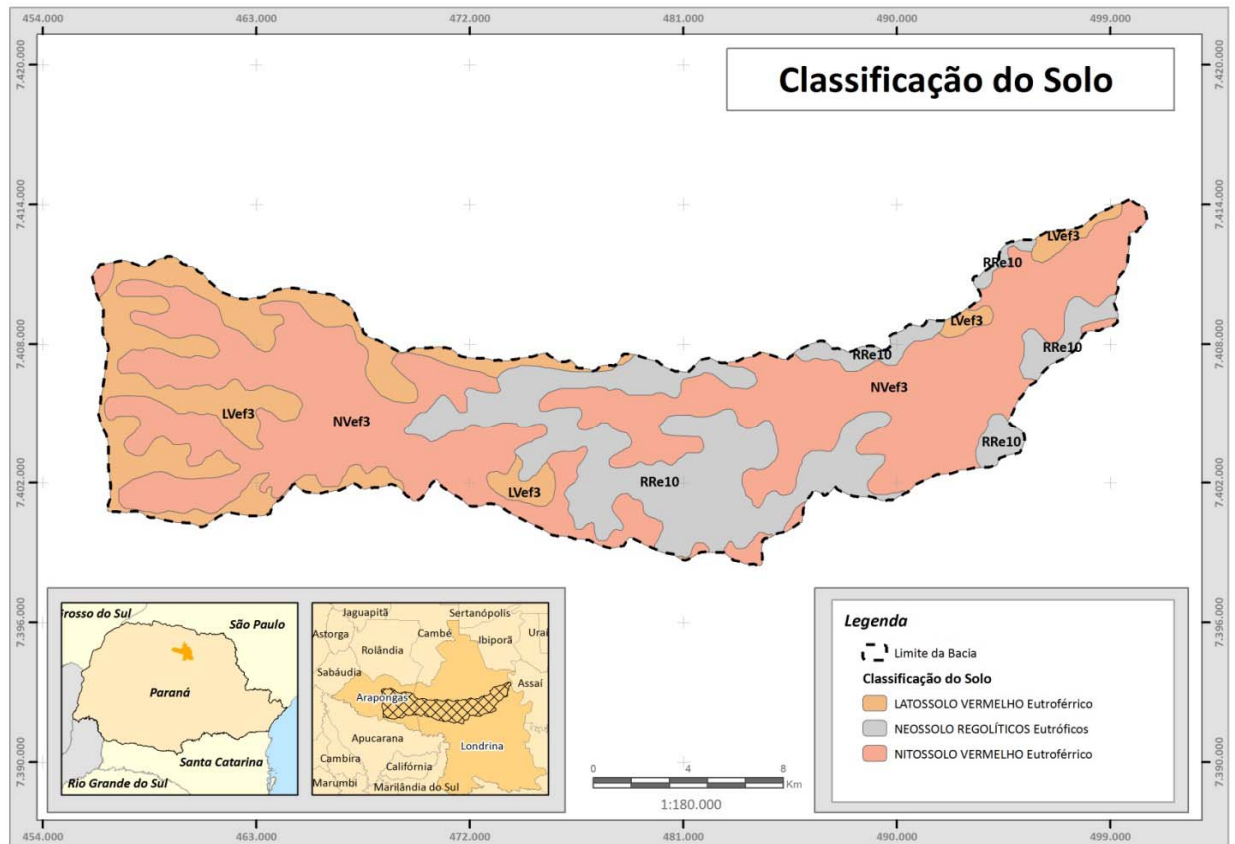
De acordo com Bhering (2008) em mapa de escala 1:600.000, a localidade em questão predominam solos do tipo LVef 3 – Latossolo Vermelho Eutroférico, nas áreas mais elevadas e planas do relevo ao oeste da bacia, próximo às áreas da nascente. Contudo o predomínio são de solos NVef 3 – Nitossolo Vermelho Eutroférico, nos vales e vertentes suavemente ondulados, enquanto que nas áreas com maiores declives ocorre a formação de RRe10 – Neossolo Regolítico Eutrófico, mapeados na figura 3.2

Segundo Machado (2003) as características do solo da bacia, os nitossolos, apesar de serem propícios para agricultura, possuem fatores limitantes como a abundância de argila, o que dificulta a mecanização em períodos chuvosos quando o solo adere demasiadamente ao maquinário e nos períodos de estiagem possui uma textura compactada.

O Potencial hidrológico da região é favorecido pela existência de intercalações de arenitos junto com o basalto, responsáveis por formarem barreiras hidrogeológicas, com possibilidade de gênese artesianas.

Em todo Terceiro Planalto as rochas ali contidas estão associadas a um dos maiores eventos vulcânicos fissurais do planeta, com mais de 1200 m de espessura de lava em boa parte da América do sul, denominado de Derrame de Trapp, oriundo da era geológica Mesozóica, nos períodos Jurássico e Cretáceo.

**Figura 3.2 – Solos predominantes na bacia do Ribeirão dos Apertados.**



**Fonte:** Próprio autor

O clima da região caracteriza como subtropical úmido ou mesotérmico. Segundo Cigolini (1998) essa região do terceiro planalto possui médias no mês mais quente superiores a 22°C e inferiores a 18°C no mês mais frio, sem estação seca definida, redução das chuvas no inverno, verões quentes e geadas de baixa intensidade e pouco frequentes, classificado segundo Köppen com Cfa.

Conforme Ecotécnica (2009), o Município de Arapongas, quando analisado sua unidade vegetacional, é composto por formações de Floresta Estacional Semidecidual, que possui as características de adaptação tanto ao clima tropical como o subtropical, com chuvas intensas no verão seguido de período de estiagem nos meses mais frios, quando as plantas acabam perdendo cerca de 20 a 50% das folhas do extrato superior, caracterizando sua semidecidualidade.

Contudo devido à exploração madeireira durante o século XX e subsequente à expansão da fronteira agrícola no Norte do Paraná, reduziu

vertiginosamente a área da Floresta Estacional Semidecidual no estado, que no final do século XIX era cerca 80% do território, chega aos dias atuais a somente 4%.

A área remanescente de Floresta localizada na bacia está associada principalmente à Unidade de Conservação da Mata dos Godoy na divisa entre os municípios de Londrina e Arapongas. Essa unidade devido à importância para a preservação da flora, fauna local e do manancial de abastecimento público, acaba rendendo anualmente para Arapongas, cerca de 5% dos 25% do Imposto sobre Circulação de Mercadorias o ICMS, destinados ao Fundo de Participação dos Municípios, conhecido como ICMS Ecológico.

O ambientalista Maack (2002), em seus trabalhos de campo em todo Paraná entre o período de 1941 e 1963, convencionou chamar a formação vegetacional do vale do rio Tibagi no Terceiro Planalto, de Mata Pluvial Tropical, com transição de gradativa para caráter sub-tropical, nas áreas mais elevadas. Nesse período, o pesquisador detectou na região grande exploração madeireira, principalmente de três espécies: *Aspidosperma polyneuron*, peroba, as árvores da família *Cedrelas*, os cedros rosa, branco e vermelho e as *Lunaráceas*, canelas, além da existência de diversas espécies de palmeiras, orquídeas e bromélias, toda essa diversidade criada pelo clima úmido distribuído durante todo ano e as temperaturas mais elevadas da região.

Conforme levantamento realizado pela Ecoténica (2009), na Floresta Estacional Semidecidual, localizada na área do município destacam –se araucária (*Araucária angustifolia*), chapéu de couro (*Echinodorus paniculata*), jatobá (*Hymenaea stilbocarpa*), peroba rosa (*Aspidosperma polyneurom*), essas espécies integrantes da lista vermelha do IAP - Instituto Ambiental do Paraná, avaliadas com alto grau de ameaça de extinção.

Entre outras espécies mais comuns no município podem ser citadas cedro (*Cedrela fissilis*), aroeira salsa (*Schinus molle*), amendoim bravo (*Pterogine nitens*), entre outras vegetações secundárias, cipós e orquídeas.

O conhecimento do uso do solo e do histórico de ocupação no norte do Paraná é de fundamental importância para o entendimento dos impactos ambientais na bacia dos Apertados em Arapongas.

O relevo plano e suavemente ondulado da região, solos com reduzida capacidade de erosão, clima favorável tanto em termos de temperatura como pluviosidade, grande capacidade de exploração madeireira da floresta nativa,

além do fator de queda na produtividade cafeeira em outras regiões do Brasil, como São Paulo, Rio de Janeiro, incentivaram no início do século XX, a abertura da fronteira agrícola para o norte do Paraná.

Interesses de empresas inglesas e norte-americanas em investir no Brasil para a exploração da agricultura de exportação e a instalação de infraestrutura, principalmente a ferroviária, também contribuiu para a formação das cidades do chamado norte novo. Região que englobaria futuramente diversos municípios, sendo Londrina aquele que teria o maior desenvolvimento e conseqüentemente um efeito polarizador nas outras cidades ao seu entorno.

Conforme Souza (2000), o surgimento de Arapongas possui forte dependência com a formação do município de Londrina, fundado em 1929, sendo Londrina um importante entreposto da época para a região, fornecendo suprimentos necessários para os moradores das primeiras glebas de Arapongas. A construção da ferrovia que liga Maringá até Londrina e depois para o estado de São Paulo foi impulsionador da divisão das terras nas margens da mesma.

Através da criação da Companhia de Terras Norte do Paraná, que posteriormente passou a se chamar de Companhia de Melhoramentos Norte do Paraná, organizada pelo inglês Arthur H. M. Thomas, incumbiu-se de organizar e lotear o povoamento dessa região no início do século XX.

A Companhia de Melhoramentos Norte do Paraná tinha como principal objetivo vender mediante seus agentes negociadores, lotes coloniais unidos em glebas, para imigrantes de estados brasileiros principalmente de São Paulo e Minas Gerais como para imigrantes europeus e do Japão.

De acordo com Rego (2008), o planejamento urbano e rural do norte do estado nesse período era conduzido pela Companhia de Terras Norte do Paraná, seu comando definiu que deveriam ser criadas cidades pólos, preparadas para receber grande população, para aquele período até 100.000 habitantes, sendo elas: Londrina, Maringá, Cianorte e Umuarama e as cidades menores e satélites seriam projetadas para possuir entre 10.000 e 20.000 hab.

Arapongas, apesar de seu estágio inicial de formação estar vinculada ao município de Rolândia, seguiu sendo classificada como uma cidade média satélite de Londrina, seu projeto urbano básico foi atribuído ao engenheiro russo Alexandre Rasgulaeff, que marcou as avenidas e os lotes urbanos, após a ocupação dos lotes rurais que já estavam sendo explorados a partir de 1934. Esse

projeto seria baseado na topografia do município e na possível construção de vias de transporte, futuramente seria motivo para problemas ambientais não imaginados no início do século XX.

A construção do município de Arapongas foi executada a partir do divisor de águas de três bacias hidrográficas, sendo elas, do rio Apucarantina, Pirapó e Tibagi, nesse divisor posteriormente seria construída a ferrovia supra citada e a rodovia BR 369, que intercepta o município de norte a sul, orientando assim, todo processo de urbanização e uso do solo do município.

Essa tendência de urbanização, segundo Rego (2008), foi direcionada pela Companhia de Terras Norte do Paraná, cujo interesse era utilizar dentro do possível o relevo local para delimitar os lotes.

Segundo Souza (1996), durante o período da II Guerra Mundial, Arapongas começa a ter seus primeiros impulsos para deixar de ser uma região somente de colonos, para se transformar definitivamente em uma cidade. No ano de 1941 a ferrovia é inaugurada, em 1943 ocorre a instalação de eletricidade na região, infraestruturas básicas como comércio, bancos e hospedagem acabam impulsionando ainda mais a chegada de imigrantes.

Com o desenvolvimento rápido de Arapongas, que ainda era distrito de Rolândia, deu-se início a um movimento emancipatório de seus moradores e alguns anos depois, em 1947, Arapongas é elevada a categoria de município, com sua economia muito direcionada para a exploração agrícola principalmente do café, algodão, pecuária e da madeira.

Contudo, essa dependência econômica seria abalada, não só de Arapongas como a de diversas cidades na região, no ano de 1975, quando fortes ondas de massas polares atacaram o sul do país, acabaram gerando neve em algumas partes do estado e no norte do Paraná, intensas geadas dizimando boa parte dos cafezais do Paraná.

Para Soares (2002), o período entre 1965 e 1980 foi de intensas modificações socioeconômicas no norte do Paraná devido a fatores climáticos, pouco incentivo governamental aos agricultores, preços internacionais baixos, manejo inadequado do solo que contribui para a queda na produção, desestimularam a produção do café na região, gerando forte êxodo.

Menciona que anos subsequentes de adaptação de uma cultura perene como o café para as culturas temporárias do milho e soja, foram mal

adaptadas na região. Contribui também para os diversos impactos a não experiência dos agricultores com a utilização de maquinário, construção de estradas rurais, deixando solos expostos aos ventos e chuva, originando diversos problemas ambientais como perda de solo e contaminação de mananciais.

Pensando em evitar a dependência econômica do setor agrícola, a prefeitura de Arapongas, já na década de 1960, criou o projeto de industrialização do município, criando a lei municipal 654/66 responsável pelo plano de expansão industrial, essa lei facilitava financiamentos da União para as indústrias, doação por parte da prefeitura de terrenos no eixo da rodovia BR 369 e isenção de impostos por determinado período, o que contribuiu para a criação de um parque industrial formado principalmente por indústrias moveleiras e do ramo alimentício (SOUZA, 2000).

Como a cidade foi projetada com o seu centro em cima de um divisor de águas de duas bacias principais a do rio Tibagi, a leste de Arapongas e a do rio Iapó, a oeste, diversas microbacias no município sofrem ação direta do meio urbano, inclusive aquelas que servem de manancial de abastecimento. Qualquer vazamento de produtos químicos ou esgoto residencial, que não seja devidamente coletado ou tratado, pode ser um risco para o abastecimento público.

Segundo Rego (2008) a Companhia de Terras Norte do Paraná, no desenvolvimento do planejamento rural e urbano da região, delimitou as terras com as propriedades iniciando nos fundos de vales e terminando nos divisores de água, onde passariam as estradas e a ferrovia, com essa metodologia favorecia o produtor agrícola a escoar a sua produção e ter acesso aos centros urbanos, atendendo uma lógica de praticidade, necessidades básicas e interesses comerciais do empreendimento.

Arapongas, que foi criada e projetada para ser uma cidade de porte pequeno, com população entre 10.000 a 20.000 hab. sofreu como diversas cidades próximas aos grandes centros brasileiros com o rápido desenvolvimento econômico, explosão demográfica nas décadas até 1980 e migrações de diversas regiões do estado e do Brasil.

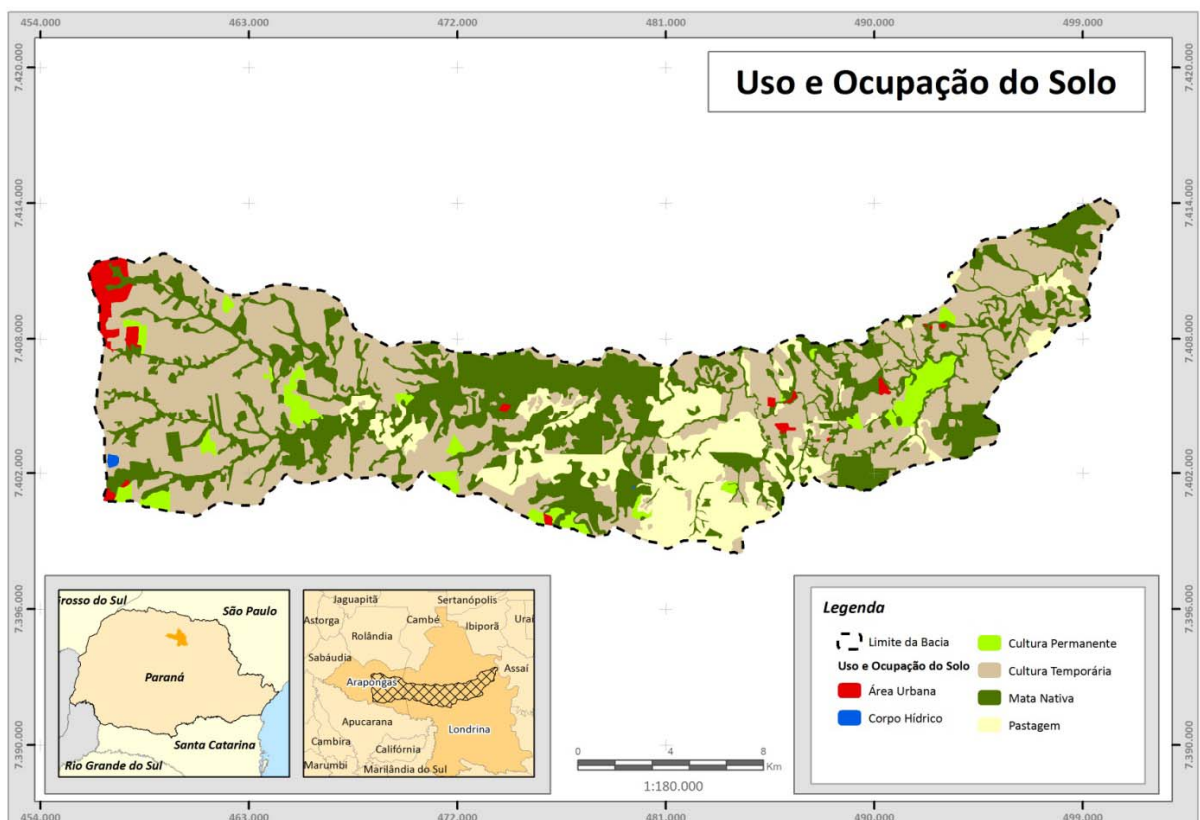
Segundo IBGE (2010b), a população de Arapongas em 1980 era de 54.668 hab. e em 2010 era de 104.150 hab., evidenciando com esse crescimento acelerado que a procura por recursos hídricos e os impactos ambientais na região foram acelerados.

No caso da bacia dos Apertados, suas nascentes estão localizadas na região definida pelo último plano diretor de Arapongas do ano de 2008, como área urbana, mais de 90% da bacia no município está situada nas chamadas zona rural de interesse urbano e zona rural de exploração econômica da bacia do Ribeirão dos Apertados (PMA, 2008).

Das bacias contidas no município de Arapongas, a dos Apertados é aquela que possui em seu uso do solo a maior concentração para uso da agricultura: 40,2%, sendo somente 2,0% urbanizada, 27,4% arbórea, 13,4% arbustiva, 7,0% campo e 10,0% solo exposto. Uma vez sendo muito utilizada para fins agrícolas, a população nesse trecho da bacia é reduzida cerca de 600 habitantes e a densidade demográfica é de aproximadamente de 11 hab./km<sup>2</sup>. (ECOTÉCNICA, 2009).

Observando a figura 3.3 é possível constatar a concentração no uso das terras na bacia para pastagens, agricultura permanente e principalmente temporária, enquanto as áreas com mata nativa estão concentradas no curso médio da bacia na área da mata dos Godoys.

**Figura 3.3 – Uso do solo na bacia dos Apertados.**



Fonte: Próprio autor

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO BELÉM NO MUNICÍPIO DE CURITIBA

A bacia do rio Belém está situada integralmente no município de Curitiba, cortando o a cidade no sentido norte – sul, está localizada na região denominada Primeiro Planalto Paranaense, essa bacia é afluente da margem direita da bacia do rio Iguaçu e faz parte da Região Hidrográfica do Paraná.

A bacia possui uma área de 87,80 km<sup>2</sup>, uma extensão de 17,13 km, sendo 7,2 km canalizados na região central da cidade, a nascente possui uma altitude de 990m e a foz 870m, com uma declividade de 0,55m/m, drenando 35 bairros em Curitiba.

O clima predominante é o Cfb, segundo a classificação de Köppen, mesotérmico, com médias anuais nos meses mais quentes inferior 22°C e inferior a 18°C nos meses mais frios, sem estação seca e geadas frequentes.

A bacia está localizada na chamada Formação Guabirota, que caracteriza por rochas cristalinas graníticas do Pré Cambriano, cobertas por uma bacia de sedimentação recente flúvio-lacustre do Quaternário, denominada de bacia de Curitiba, com solos aluviais formados por argilas orgânicas.

Seu domínio vegetacional é composto originalmente por Floresta Ombrófila Mista Aluvial, composta por estepes gramíneo lenhosas, contudo extremamente reduzidas devido a ação antrópica gerada pelo crescimento urbano de Curitiba.

Uma das espécies que mais caracteriza o município e a bacia é a *Araucária angustifolia*, que atualmente existe em áreas particulares ou em bosques e parques municipais, sendo protegidas pela Lei orgânica 9806/00 que proíbe o seu corte e incentiva a redução do IPTU para áreas que sejam preservadas.

Atualmente aproximadamente 8,6% da bacia é coberta por áreas verdes, sendo 94,08% em áreas particulares e 5,92% em áreas públicas, como bosques e parques. (PEREIRA, 2006).

Segundo Tucci (2003), cerca de 60% da área da bacia foi impermeabilizada pela urbanização e esse processo contribuiu para aumentar a vazão média de inundação seis vezes em relação às suas condições rurais.

Para Fendrisch (2003), esse percentual de área impermeabilizada continuará aumentando até o ano 2020, quando atingirá o seu máximo, causando além dos problemas de enchentes a redução na infiltração das águas pluviais e

consequentemente a queda no abastecimento do lençol freático. Deve-se salientar que a impermeabilização do solo urbano também contribui para a alteração do microclima, tanto na temperatura como no regime pluviométrico, dissipação de poluentes e proliferação de insetos e roedores.

Deve-se lembrar que a poluição na bacia pode ser ampliada, devido ao intenso fluxo de pessoas que passam diariamente centro de Curitiba, oriundas das bacias vizinhas, ou seja, moradores da Região Metropolitana de Curitiba, que hoje possui mais de 3 milhões de habitantes.

A bacia do Belém é caracterizada estritamente como urbana, pois nela segundo Fundação Lumen (2012), habitam cerca de 40% da população da cidade de Curitiba, com cerca de 1.800.000 hab; sendo o esgoto nela despejado cerca de 90% é doméstico e 10% industrial. Enquanto 81% dos moradores são servidos por redes coletoras, mas ainda havendo um número grande de usuários com ligações irregulares.

Contudo apesar do esgoto doméstico ser a grande carga poluidora da bacia, a poluição difusa na mesma é intensa, sendo verificados metais pesados, restos de borracha automotiva, descarte ilegal de óleos minerais e vegetais, saponáceos de lavanderias e lixo residencial entre outras.

No Brasil as bacias urbanas sofrem intensamente devido a poluição difusa, faz-se menção que essas fontes poderiam ser reduzidas caso existisse uma coleta de lixo seletiva mais eficiente.

O município de Curitiba precursor na coleta seletiva no Brasil, desde o início dos anos de 1990, é hoje a cidade que possui os maiores índices nacionais de reciclagem e coleta, não chegando esses valores a 30%, bem diferente da realidade de alguns países desenvolvidos como Alemanha e Japão, que oscilam entre 50 a 90%.

Em pesquisa feita para verificar a percepção ambiental da população em relação à bacia do Belém, Brandalize (2009) constatou que a população na grande maioria não sabe definir onde é a bacia ou se mesmo mora nela e em muitos casos consideram que o rio é uma área para liberar esgoto ou jogar lixo.

A ocupação e uso da bacia se misturam com a história do povoamento e exploração econômica da capital e do estado. Até meados do século XIX, o Paraná fazia parte da província de São Paulo, não havendo por parte dos paulistas grande interesse no desenvolvimento da região.

Com a emancipação do estado tomaram forma os fluxos de povoamento e de crescimento econômico em Curitiba, inicialmente com o ciclo da erva mate e posteriormente com a industrialização da capital.

A bacia do Belém desde 1721, já era cogitada a sua importância para o abastecimento da cidade, que na época possuía em torno de 1400 hab. Contudo na segunda metade do século XIX ocorreram mudanças político administrativas significantes no estado, com a finalização da Estrada da Graciosa em 1873, que permitiu uma carga em lombo de burro percorresse 12 léguas ou 80 km, do litoral até o Planalto em 5 dias e posteriormente com o término ferrovia que ligou a capital ao litoral em 1885, incentivou decisivamente a migração de colonos europeus para Curitiba, que chegaram ao número de 28.000 (FANINI, 2008).

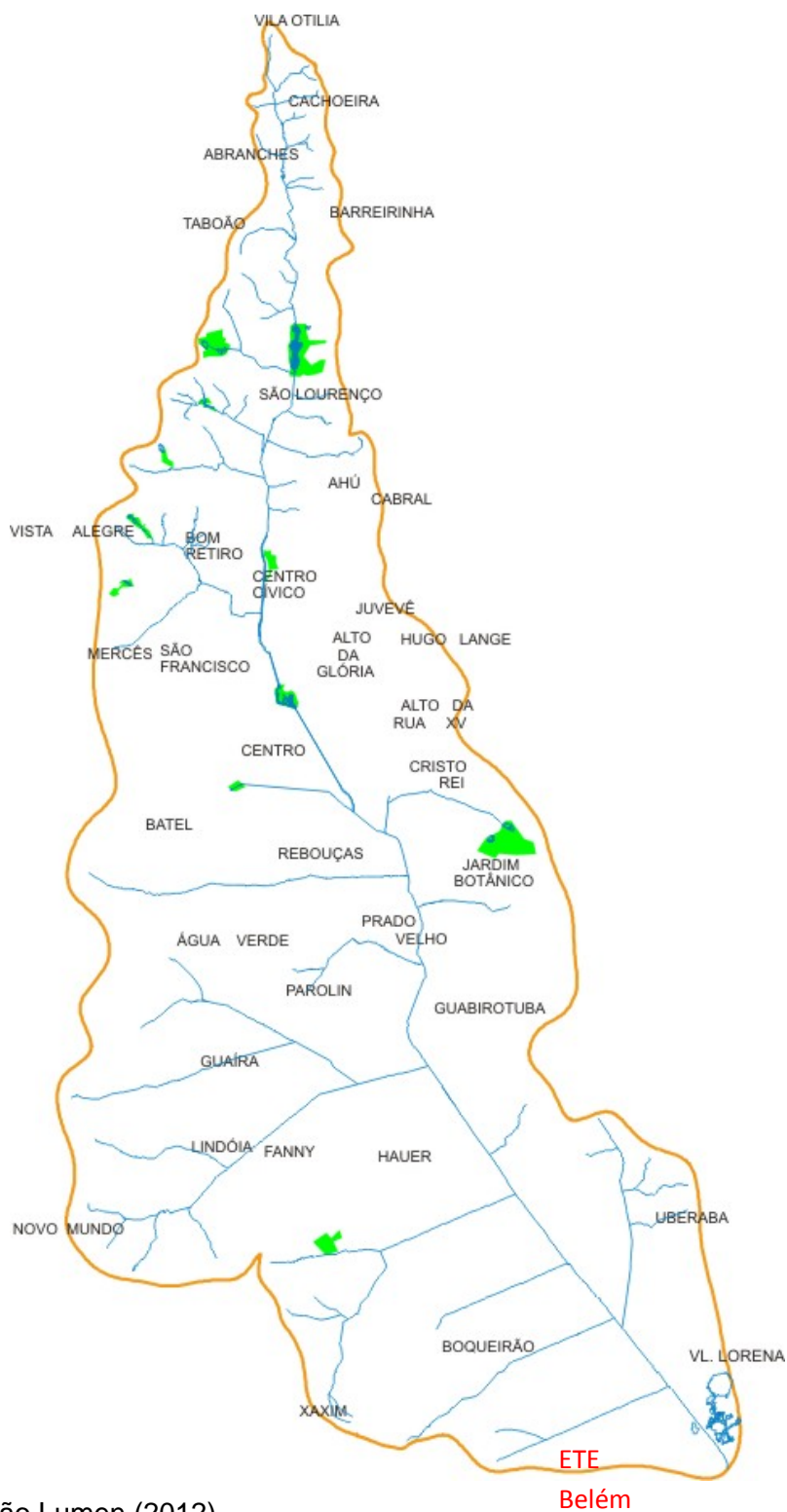
Inicialmente vieram alemães e eslavos e posteriormente italianos, esses migrantes se instalaram em oito colônias ao redor de Curitiba, criando agricultura de hortaliças, criação de suínos, pequenas fábricas de salames e de cerveja. Outro crescimento significativo na população de Curitiba, foi na década de 1940, impulsionado pelo momento econômico do Brasil e a produção cafeeira no norte do estado, a população de Curitiba chegou a 150.000 hab.

Em 1887 já haviam ocorrido problemas com doenças de vinculação hídrica como a epidemia de tifo, diversos alagamentos no centro da cidade, devido ao relevo ser plano e ocorrerem a formação de várzeas na zona central da cidade. A partir desses ocorridos a administração pública optou por não mais utilizar a bacia do Belém para o abastecimento da cidade e retilinizar a calha do rio em alguns trechos no início do século XX e na década de 1960, definitivamente a sua canalização na zona central de Curitiba. Transformando o rio na sua maioria em um canal de esgoto até a zona sul de Curitiba, onde seria despejado na bacia do rio Iguaçu e somente na década de 1980 foi construída a ETE Belém, próximo a foz do mesmo observado na figura 3.4.

Paralelamente como solução urbanística a prefeitura criou diversos parques nas várzeas dos rios urbanos, essa ideia tinha como finalidade evitar enchentes, dificultar as invasões e gerar lazer para a população, sendo o Passeio Público o primeiro parque e zoológico de Curitiba, criado em 1886, vindo essa tradição até os dias atuais com a criação em 2001 do Parque Municipal das Nascentes do Rio Belém.

Segundo medições feitas pelo IAP entre o período de 1999 e 2008, os parques localizados na calha do Belém sofrem com problemas de poluição, como os Parques Passeio Público e São Lourenço, que foram classificados como muito poluídos e os Parques da Barreirinha e o Náutico do Iguaçu, logo após a foz do rio Belém como criticamente degradados e poluídos, mesmo havendo próximo a ETE Belém.

No ponto de vista povoamento, urbanização e condições financeiras dos moradores da bacia do Belém, não possui uma homogeneidade, pois segundo Bollmann (2008) deve ser dividida em três setores, norte – onde existem as nascentes, o leito é natural, ainda existem remanescentes da cobertura vegetal, coexistindo habitantes de rendas maiores e menores. Setor central, onde o canal é artificial e os trechos fechados, com maior densidade populacional e elevada renda. E o setor sul, com canal artificial aberto, grande população, menor nível socioeconômico e maior nível de poluentes.

**Figura 3.4 – Bacia do rio Belém.**

**Fonte:** Fundação Lumen (2012)

### 3.3 PROPOSIÇÃO TEÓRICA DO ÍNDICE DE QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL EM PROPRIEDADES RURAIS - IQSPR

Para avaliar socioambientalmente a bacia dos Apertados e os produtores que aceitaram ser avaliados, foram desenvolvidos dois índices, o de Qualidade Socioambiental em Propriedades Rurais – IQSPR e o de Qualidade Socioambiental em Bacia Hidrográfica - IQSBH.

Ambos foram formulados utilizando uma análise multicritério adaptado de Miranda (2010) esses índices têm as funções de auxiliar no processo de decisório dos órgãos gestores, além de contribuir para desenvolver a consciência coletiva dos agentes participantes no processo de conservação da unidade de estudo, sendo eles de caráter qualitativo.

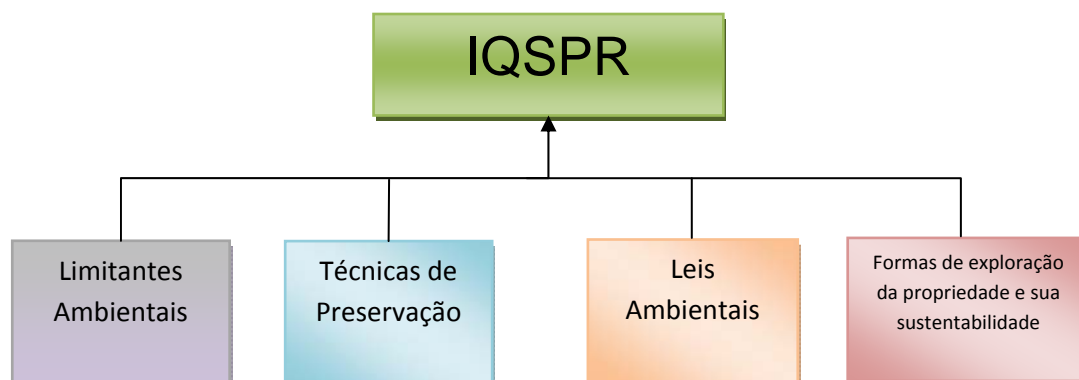
Esses índices não tem a finalidade de criar um ranking indicando qual é a propriedade rural ou bacia hidrográfica melhor ou a pior e sim detectar pontos negativos ou positivos em ambos os casos, possibilitando inferir soluções para problemas socioambientais em ambos os casos nas áreas analisadas.

A criação dos dois índices seguiu as tendências propostas por Vezzani (2009), Garcias (2001), Van Bellen (2006), Doran (1994), Marzall (2001), Júnior (2007) afirmam que os índices e indicadores de caráter ambiental devem possuir características como acessibilidade social, flexibilidade, relevância e comparabilidade com outros indicadores.

Os índices procuram englobar informações não só das ciências naturais, como sociais e econômicas gerando uma análise holística.

A elaboração do IQSPR visou mensurar as limitantes ambientais, técnicas de preservação que o produtor utiliza, o cumprimento da legislação ambiental e a forma de exploração da terra pelo produtor, conforme figura 3.5 Sendo esses indicadores influenciadores da qualidade social e ambiental da propriedade rural, indicando o seu resultado final: quanto maior o seu valor, maior a possibilidade de sustentabilidade futura da propriedade.

**Figura 3.5** – Indicadores para a formulação do IQSPR



**Fonte:** Próprio autor

Para criar o índice, inicialmente foi aplicado um questionário parcialmente estruturado, que permitiu o pesquisador interagir com o entrevistado, fazendo perguntas que embora direcionadas, abriram a possibilidade para discussão do tema com o entrevistado. O questionário visou analisar as condições socioeconômicas do produtor, cumprimento das leis ambientais e quais as medidas mitigadoras que os mesmos utilizam para reduzir os impactos ambientais na propriedade e na bacia hidrográfica. Esse questionário, junto com o conhecimento técnico prévio de métodos conservacionistas, norteou principalmente a escolha e valoração dos indicadores e das variáveis de cada indicador.

Após a fase de trabalhos de campo, a segunda etapa do desenvolvimento do IQSPR foi a utilização das ferramentas do Sistema de Informação Geográfica – SIG, para identificar as variáveis naturais como tipo de solo e declividade nas propriedades.

A partir dos dados obtidos nas entrevistas e nas informações do SIGs, foi possível aplicar esses dados na análise multicritério e classificar em uma escala de valores que varia de 0 a 10, conforme figura 3.6

**Figura 3.6** - Escala de valores para o IQSPR



**Fonte:** Próprio autor

Um maior o resultado do IQSPR demonstra que o produtor possui um padrão econômico e tecnológico satisfatório, ao mesmo tempo em que há uma preocupação significativa em proteger o meio ambiente, otimizar o uso da propriedade, dessa forma com o resultado o leitor pode inferir que o produtor tem interesse em usar a propriedade com uma exploração sustentável.

O IQSPR é formado pela junção dos quatro indicadores verificados na figura 3.5, cada indicador possui um peso de importância e são formados por diversas variáveis, que somadas, formam cada indicador.

A escolha dos indicadores e seus pesos, as variáveis mensuradas e seus valores foram feitas mediante critérios técnicos definidos por especialistas em referencial bibliográfico como Filho (1995), Lepsch (1991), Ross (1994), EPA(2011), EMBRAPA (2006). Dessa forma, procurou-se adequar à realidade socioeconômica, técnicas agrícolas e características ambientais da região pesquisada.

Para a elaboração do IQSPR os indicadores e seus subitens receberam os seguintes pesos, valores e definições:

**Limitantes Ambientais – (Peso 2).** Esse indicador tem a finalidade de mensurar as variáveis naturais, nas quais o produtor não pode interferir, e que devem balizar a escolha de como utilizar o meio onde vai produzir, sendo os valores maiores os mais propícios para agricultura, sendo divididos em:

#### **Classe de declividade da área onde predomina a produção**

Pontuação - Categorias hierárquicas

(5) 0 a 6 %

(4) 6 a 12%

(3) 12 a 20%

(2) 20 a 30 %

(1) Acima de 30%

#### **Classe de solos da propriedade onde predomina a produção**

(6) Latossolos e Chernossolos, solos que necessitam cuidados básicos contra erosão e possuem gênese de formação em locais com declividade menos acentuada;

(3) Nitossolos, Cambissolos, Argissolos, Vertissolos, solos que podem ser utilizados para agricultura, contudo com maior risco de erosão e contaminação dos corpos hídricos, necessitando do aumento no número de práticas de conservação, por estarem em áreas de declividade acentuada ou em várzeas e fundo de vales;

(1) Neossolos, Gleissolos, Espodossolos e Organossolos, solos com grande risco de erosão ou contaminação de recursos hídricos, influenciados pela declividade mais acentuada ou proximidade do lençol freático, devendo ser evitado o cultivo, mas caso haja, seja feito com critérios extremamente rígidos de conservação ambiental.

No levantamento desse indicador é possível que existam em uma mesma propriedade solos e declividades diferentes, nesse caso recomenda-se a aplicação de médias aritméticas quando os valores são aproximados nas amostras ou média ponderada quando existam valores mais discrepantes.

**Técnicas de preservação – (Peso 3).** A finalidade desse indicador é somar pontos para o produtor que utiliza o maior número de técnicas ou atitudes conservacionistas.

(3) Sistema de Plantio Direto;

(3) Rotação com maior número de culturas num prazo de 3 anos;

(2) Rotação com menor número de culturas num prazo de 3 anos;

(1) Sucessão de culturas;

(1) Práticas de caráter mecânico adequadas;

(1) Uso de agricultura de precisão;

(2) Monitoramento e intervenções de caráter químico a cada três anos;

(1) Monitoramento e intervenções de caráter químico a cada cinco anos;

(1) Adubação verde, orgânica ou cultura de cobertura;

(0,5) Controle biológico de pragas;

(0,5) Controle fisiológico de agrotóxicos;

(1) Descarte e limpeza correta de embalagens de agrotóxicos;

(- 0,5) Caso o agricultor more na propriedade e a destinação de lixo doméstico não passe por compostagem ou reciclagem;

(- 0,5) Caso o agricultor more na propriedade e o esgoto doméstico não seja utilizando ou passe por algum tipo de tratamento primário;

(1) Estradas da propriedade seguindo curvas de nível ou possuindo redutores de velocidade de escoamento superficial;

(- 1) Em caso de criação de animais confinados sem tratamento ou utilização do esterco;

(- 2) Em caso de reflorestamento ou culturas permanentes sem serrapilheira ou cobertura morta;

(- 2) Em caso de criação de gado sem manejo de pastagem.

**Leis Ambientais – (Peso 2).** Optou-se por dar ênfase ao cumprimento do Código Florestal vigente, focando a existência da APP e da RL na propriedade.

Nesse caso o valor de cada propriedade foi obtido através da entrevista com seus respectivos proprietários.

(2) Caso a propriedade tenha 100% de APP conforme a lei;

(1) Valores entre 50% e 75% de APP necessária por lei;

(1) Caso a propriedade tenha 100% de RL;

(0,75) Caso a propriedade tenha de 75 até 99% de RL;

(0,50) Caso a propriedade tenha de 50 até 74% de RL;

(0,25) Abaixo de 50% de RL.

### **Formas de exploração da propriedade e sua sustentabilidade – (Peso 1,5).**

Nas últimas décadas, o meio agrário no Brasil tem passado por intensas mudanças no caráter técnico como a mecanização, no censitário - com o envelhecimento da população, migração dos jovens e mulheres para o meio urbano, e econômicas - com a geração de renda através de atividades não diretamente ligadas à agropecuária como aposentadoria, exploração do turismo rural - pesque-pagues entre outros, além das alterações culturais influenciadas pelos centros urbanos. (SILVA, 2001), (NEVES, 2007), (HESPANHOL, 2007).

Devido à dificuldade de criar classes sociais no campo ou homogeneizar em categorias de exploração das propriedades, optou-se por desenvolver o último indicador com as características do produtor em relação à exploração da terra que possibilite o desenvolvimento sustentável dele e da sociedade que o cerca.

(1) O produtor é proprietário das terras;

(0,75) O produtor não é proprietário, mas explora de forma produtiva amparado pela lei e visando a sustentabilidade, casos de assentados;

(1) O produtor habita a propriedade;

(0,5) Ou o produtor trabalha no sistema de parceria ou arrendamento;

(0,25) Ou o produtor trabalha no sistema de meeiro;

(0,25) Ou o produtor não possui título de propriedade, sendo sem terra ou posseiro;

(0,25) A propriedade é otimizada com outras funções além das atividades agrosilvopastoris como turismo rural, pesque-pagues e outras;

(0,50) Mais de 50% dos insumos são obtidos num raio de até 150 km da propriedade;

(0,25) Parte da produção é vendida ou utilizada pela comunidade ou município onde se encontra a propriedade.

(0,25) O produtor participa ou pleiteia remuneração ou compensação por serviços ambientais, como créditos de carbono ou remuneração por conservação de recursos hídricos;

(0,25) O produtor participa de movimentos sociais, associações, cooperativas ou afins.

Definido os pesos e valores dos subitens, foi delimitado os valores mínimo (pior caso) e máximo (melhor caso) dos respectivos indicadores, através da uma média aritmética ponderada  $\overline{MP}$  de um conjunto de números  $(x_1, x_2, x_3, x_4)$  que representa valor final (soma) de cada indicador. A importância relativa (peso) foi dada respectivamente por  $p_1, p_2, p_3$  e  $p_4$ , desta forma a média aritmética ponderada foi calculada da seguinte maneira:

$$\overline{MP} = \frac{x_1 \cdot p_1 + x_2 \cdot p_2 + x_3 \cdot p_3 + x_4 \cdot p_4}{p_1 + p_2 + p_3 + p_4} = \frac{\sum_{i=1}^4 (x_i \cdot p_i)}{\sum_{i=1}^4 p_i}$$

Com isso, os limites inferior e superior ficaram respectivamente em:

$x_{\min} = 0,9264$  (pior caso) e  $x_{\max} = 8,8088$  (melhor caso).

Sendo considerado para os piores casos das limitantes ambientais (a soma das maiores declividades e piores classes de solo), para as técnicas de preservação (a hipótese de o produtor praticar somente sucessão de culturas), no caso do indicador de leis ambientais (quando possui valores abaixo de 50% de RL na propriedade e ausência de APP conforme a Lei) e nas formas de exploração da propriedade e sua sustentabilidade (utilizou-se somente o valor do produtor que não possui posse das terras).

Para os valores máximos das limitantes ambientais, utilizou-se a soma das menores declividades e melhores classes de solo. Enquanto para as técnicas de preservação, optou-se por considerar a utilização do Sistema de Plantio

Direto, maior número de culturas na rotação em 3 anos, agricultura de precisão, monitoramento e intervenção química em períodos de até 3 anos, adubação orgânica, controle biológico de pragas e químico de agrotóxicos, limpeza e descarte correto de embalagens de agrotóxico, práticas para controle de erosão baseadas na construção da estrada na propriedade, além do produtor não cometer atos punitivos. Como manejo inadequado de pastagens, reflorestamentos e culturas permanentes, como também o não tratamento de esgoto na propriedade. No indicador de leis ambientais os maiores valores estão associados à propriedade que possui 100% de APP e 100% de RL.

Nas formas de exploração da propriedade e sua sustentabilidade, utilizaram-se os critérios do produtor que mora na propriedade e é dono das terras, otimização das atividades produtivas, proximidade na produção de insumos, venda de parte da produção para comunidade próxima e a prestação de serviços ambientais.

Para analisar o resultado final do IQSPR utilizou-se a escala de padronização proposta por Miranda (2010), utilizando a normalização dada:

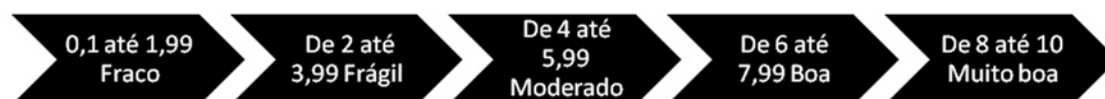
$$IQSPR(x_{pr}) = \left[ \frac{x_{pr} - x_{mín}}{x_{máx} - x_{mín}} \right]$$

Sendo:

$x_{pr}$  = valor bruto da propriedade avaliada

### 3.4 PROPOSIÇÃO TEÓRICA DO ÍNDICE DE QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL EM BACIA HIDROGRÁFICA - IQSBH

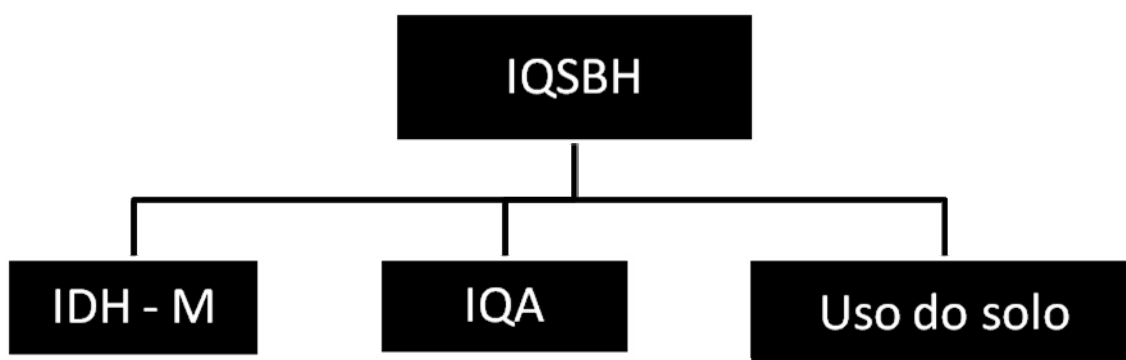
Para o desenvolvimento do IQSBH foi utilizada a mesma escala de valores do índice anterior, variando a partir de 0 até 10, conforme figura 3.7, sendo a bacia com valores próximos de 10, aquela com qualidade de vida elevada, águas com reduzido nível de contaminação e uso do solo mais equilibrado em relação ao meio ambiente.

**Figura 3.7 - Escala de valores do IQSBH**

**Fonte:** Próprio autor

O IQSBH é formado por três subíndices gerados na bacia, apresentados na figura 3.8.

Os subíndices receberam os seguintes pesos, valores e definições:

**Figura 3.8 – Índices e indicadores formadores do IQSBH**

**Fonte:** Próprio autor

**IDH – M - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (peso 3)** Mede a qualidade de vida da população dos municípios na bacia, com os dados do ano de 2000 fornecidos pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD.

**IQA – Índice de Qualidade da Água (peso 1)** É obtido através da análise de nove variáveis físicas e químicas da água, sendo elaborado pela antiga Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento – SUDERHSA, atualmente chamada de Águas do Paraná.

No Caso da bacia dos Apertados optou-se por calcular a média aritmética das quatro últimas campanhas feitas na bacia nos períodos de junho e dezembro de 2002, maio e agosto de 2003, no único ponto de coleta na bacia, localizado na divisa dos municípios de Arapongas e Londrina. Enquanto para a bacia do Belém foram usados dados mais recentes de novembro de 2009, março, junho e outubro de 2010. Os dados foram coletados no ponto denominado Rodolfo

Bernadelli, próximo da foz da bacia. Esses dados permitiram uma análise entre os períodos de menor e maior vazão - inverno e outono, primavera e verão, respectivamente nas duas bacias.

**Uso do solo (peso 2)** Estabelece a caracterização da superfície, através da análise da ocupação urbana, preservação da mata nativa, exploração agrosilvopastoril e extração mineral, sendo obtido através da média ponderada das categorias existentes na bacia. Essas informações foram coletadas nos bancos de dados das prefeituras das bacias estudadas.

Para o levantamento do uso do solo utilizou-se métodos diferenciados para cada bacia, no caso dos Apertados foi empregada a média ponderada das categorias apresentadas no quadro 3.1, dados disponibilizados pela prefeitura de Arapongas. Enquanto para a bacia do Belém a prefeitura de Curitiba considera o termo **áreas verdes**, toda forma de vegetação nativa ou exótica, arbórea, arbustiva ou gramínea, particular ou pública.

Como as áreas verdes urbanas, segundo Loboda (2009), possuem a função de equilíbrio do solo, vegetação, clima, além de atenuar níveis de ruído e interferência na atmosfera urbana. Optou-se, dessa forma, por considerar o termo Áreas Verdes como um subíndice de valor máximo, uma vez que sua função principal é gerar equilíbrio no meio ambiente urbano.

**Quadro 3.1** – Classes de uso do solo encontrados nas bacias e seus valores no subíndice.

Uso do solo na bacia	Valor no sub-índice
Mata, vegetação arbustiva nativa ou áreas verdes	1
Reflorestamento	0,7
Agricultura	0,3
Pastagem	0,4
Extração mineral	0,2
Urbano ou solos expostos	0,1

**Fonte:** Próprio autor

Usando o critério segundo EPA (2011) que na formulação dos índices socioambientais devem possuir 50% das variáveis de cunho socioeconômico e 50% ambiental, dessa forma, o IDH teve peso 3, enquanto a soma das variáveis de água e cobertura do solo somaram também o peso 3.

Após definidos os pesos e valores dos subítemos, a exemplo do IQSPR, foram delimitados os valores mínimos (piores casos) e máximos (melhores casos) dos respectivos subíndices, através da média ponderada  $\overline{MP}$  de um conjunto de números  $(x_1, x_2, x_3)$ , que representam valor final (soma) de cada indicador e a importância relativa (peso) dada respectivamente por  $p_1$ ,  $p_2$  e  $p_3$ , desta forma a média foi calculada da seguinte maneira:

$$\overline{MP} = \frac{x_1 \cdot p_1 + x_2 \cdot p_2 + x_3 \cdot p_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{\sum_{i=1}^3 (x_i \cdot p_i)}{\sum_{i=1}^3 p_i}$$

Para o IDH utilizou-se o menor valor do estado do Paraná, o do município de Ortigueira 0,6200 e o maior de Curitiba 0,8560.

No IQA, optou-se por considerar como menor valor 50, pois abaixo desse número a qualidade da água passa a ser considerada ruim, deixando de ser viável para o abastecimento, enquanto o maior valor é 100, hipótese para a água com a máxima qualidade.

No indicador de uso do solo o menor valor foi escolhido na situação hipotética de 100% da bacia ser ocupada com uso urbano, possuindo dessa forma, o valor de 0,1 e o maior, quando a totalidade dela é coberta com mata nativa com valor 1.

Com isso a média dos limites inferiores e superiores foram, respectivamente,  $x_{\min} = 8,67$  e  $x_{\max} = 17,26$ .

Para gerar o resultado final do IQSBH utilizou-se a normalização dada por:

$$IQSBH(x_{pr}) = \left[ \frac{x_{pr} - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \right]$$

Sendo:  $x_{pr}$  = valor bruto dos pesos dos indicadores da bacia hidrográfica.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ARTIGO A

Título: ESTUDO SOCIOAMBIENTAL DE PROPRIEDADES RURAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOS APERTADOS EM ARAPONGAS-PR, UTILIZANDO O IQSPR – ÍNDICE DE QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL EM PROPRIEDADES RURAIS.

Resumo: Este artigo tem como objetivo analisar socioambientalmente propriedades rurais, na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados, no município de Arapongas no estado do Paraná utilizando o IQSPR – Índice de Qualidade Socioambiental em Propriedades Rurais. A escolha das propriedades e da bacia foi motivada devido acidente ambiental ocorrido em 2008, com a contaminação da mesma por agrotóxicos, inviabilizando temporariamente o abastecimento do município em questão. Já o IQSPR foi proposto com a finalidade de analisar as condições socioambientais de propriedades rurais, sendo um índice com acessibilidade social, flexibilidade, relevância e comparabilidade com outros índices. O IQSPR segue a tendência preconizada pela ECO92 e Agenda 21, que incentiva estudos para a criação de indicadores ambientais e de desenvolvimento sustentável, sendo formulado através de análise multicritério de quatro indicadores avaliados nas propriedades, sendo eles: limitantes ambientais, técnicas de preservação, cumprimento de leis ambientais e formas de exploração da propriedade e sua sustentabilidade. Após o levantamento de dados nas propriedades, o IQSPR indicou que as mesmas possuem boa qualidade socioambiental, segundo escala de valores, oscilando entre 6,19 para o pior resultado e 7,26 para o melhor caso.

Palavras-chave: Índice socioambiental, sustentabilidade, propriedade rural, bacia hidrográfica.

Title: Proposal for the use of the SEQIRP - the Socio environmental Quality Index in Rural Properties – and its application in properties located on the watershed of Ribeirão dos Apertados, in the city of Araçatuba, state of Paraná, Brazil.

Abstract: This paper aims at proposing the use of the Socio environmental Quality Index in Rural Properties, or SEQIRP, in properties located in the watershed of Ribeirão dos Apertados, in the city of Araçatuba, state of Paraná, Brazil. This watershed was stricken by an environmental accident in 2008, which eventually led to the contamination by pesticides that temporarily invalidated the supply of the above mentioned town. The SEQIRP has been proposed in order to analyze several examples of rural properties in Brazil, as it seeks to be an index of social accessibility, flexibility, relevance and comparability with other indices or indicators. The SEQIRP follows the trend recommended by ECO92 and Agenda 21 and encourages studies for the creation of environmental and sustainable development indicators. It is formulated based on a multicriteria analysis of four indicators evaluated in the properties, which are the following: environmental limiting factors, preservation techniques, compliance with environmental laws and forms of property exploration and sustainability. After the data collection in the properties, the SEQIRP indicated that they have good social and environmental quality, according to a scale of values defined by the author, ranging from 6.19 for the best result to 7.26 for the worst case. As a recommendation for validation of the index, it should be applied on a larger number of properties, as well as different regions and backgrounds, so as to confirm its effectiveness.

Key words: Social and environmental index, sustainability, rural property, watershed

## INTRODUÇÃO

No decorrer do século XX, principalmente na sua primeira metade, diversas crises econômicas e guerras incentivaram os países e organismos internacionais a mensurarem suas economias e avanços sociais, transformando os Estados em grandes consumidores de dados socioeconômicos (BESSERMAN, 2003). O uso de índices e indicadores como o GINI, inflação, Produto Interno Bruto – PIB, analfabetismo tornaram-se comuns naquele período.

Após a II Guerra Mundial, diversos acontecimentos globais, como os avanços na Revolução Verde, explosão demográfica nos países subdesenvolvidos, o aumento no consumo mundial de petróleo, alimentos e matérias – primas acabaram gerando inúmeros impactos ambientais. Surgindo assim, a necessidade de avaliar e prevenir impactos ambientais mediante o uso de índices e indicadores.

Segundo Leff (2003), Silva (2002) e Marengo (2006) uma consciência ambiental coletiva surgiu no final dos anos de 1960, tornando questões ambientais pauta política nas décadas seguintes. Influenciadas principalmente pela mídia, movimentos populares e resultados de pesquisas científicas, foram realizadas conferências internacionais como a de Estocolmo 1972 e a ECO 92, além da assinatura de diversos tratados ambientais entre eles o de Montreal e Kyoto e a formulação da Agenda 21, contribuindo para a discussão do desenvolvimento sustentável.

Outro fator relevante nos estudos ambientais no Brasil foram as mudanças no cenário político do país na década de 1980, com o retorno da

democracia e a elaboração da Constituição de 1988, que contribui para a formação de normas jurídicas e políticas públicas ambientais.

As mudanças políticas internas e externas cooperaram para a alteração de conceitos ambientais tradicionais como o do preservacionismo, surgindo o movimento conservacionista pregando a ideia do respeito a diversidade cultural, além de aceitar uma aliança entre o homem e a natureza.

Dessa forma o movimento sociambientalista tem crescido pregando a ideia que isoladamente o desenvolvimento econômico ou a proteção pura dos ecossistemas não será o suficiente para gerar ambientes sustentáveis.

Paralelamente nesse período houve um aumento significativo nas pesquisas utilizando como recorte espacial bacias hidrográficas, pois segundo Passos (2006) a vantagem desses estudos é que as mesmas fornecem elementos estáveis para a análise em tempo cronológico, uma vez que seus limites e características físicas sofrem transformações lentas. Enquanto Vite (2004) salienta que uma das principais vantagens de estudos em bacias hidrográficas, é o seu caráter transdisciplinar, podendo envolver dados econômicos, sociais e ambientais.

No Brasil, esses estudos foram motivados pelo desenvolvimento de leis ambientais, tendo como exemplo a Lei 0433/97, que institucionalizou instrumentos de gestão em bacias hidrográficas, além das intensas discussões a respeito da reformulação da Lei 4771/65, o Código Florestal, principalmente nas questões de normatização de Áreas de Preservação Permanente - APP e Reserva Legal – RL.

Portanto, o objetivo desse trabalho é analisar qualitativamente as condições socioambientais de propriedades rurais localizadas na bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados, no município de Arapongas no norte do estado do

Paraná, utilizando o IQSPR – Índice de Qualidade Socioambiental para Propriedades Rurais, desenvolvido para esse trabalho.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Como delineamento da pesquisa trabalhou-se em uma área localizada no terço superior da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados, afluente da margem esquerda da bacia do Tibagi, no município de Arapongas, no estado do Paraná.

A escolha da área foi motivada pelo acidente ambiental ocorrido no segundo semestre de 2008, quando os técnicos da Estação de Tratamento de Águas – ETA detectaram fortes odores de produtos químicos na área. Após análises, os técnicos da Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR constataram que havia na água níveis de agrotóxicos muito acima dos definidos pelo CONAMA 357/05, havendo a necessidade de interromper o abastecimento da cidade em mais de uma oportunidade (ECOTÉCNICA, 2009).

Mediante a urgência do caso e sua importância estratégica para o abastecimento da cidade com aproximadamente 104.000 hab; foi criado o Decreto Estadual 3749/08, que transformou a bacia dos Apertados em área de interesse de manancial de abastecimento público.

Por ordem do Ministério Público medidas para corrigir o impacto ambiental foram tomadas, com a coleta de embalagens vazias de agrotóxicos que totalizaram cerca de 52.000, o recolhimento 4500 kg de agrotóxicos vencidos e abandonados, o plantio de 60.000 mudas de árvores em áreas de mata ciliar, além da aplicação de multa por irregularidades graves aos produtores da bacia (AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO ESTADO DO PARANÁ, 2010).

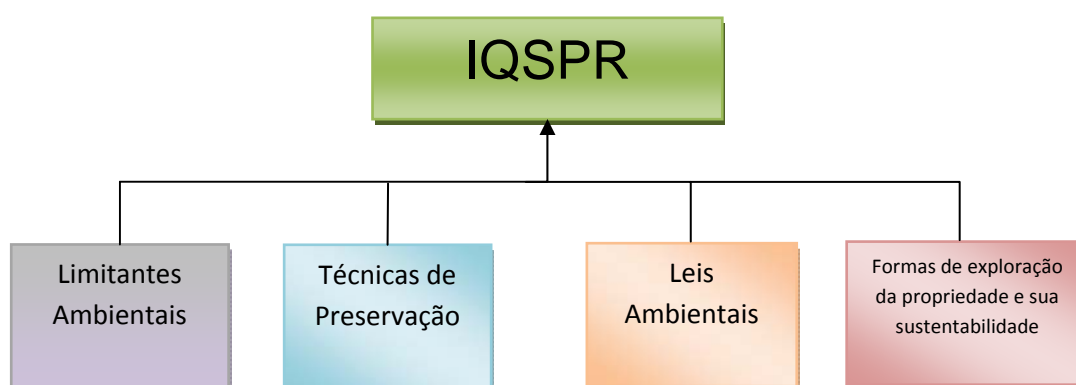
Com a finalidade de mostrar boa vontade por parte dos produtores rurais da bacia nas questões de meio ambiente a cooperativa local propôs aos seus cooperados, localizados na bacia dos Apertados, que participassem com suas propriedades na aplicação do índice, dessa forma, voluntariamente sete produtores aceitaram que suas propriedades fossem avaliadas.

### **Elaboração do IQSPR**

A elaboração do índice visou mensurar as limitantes ambientais, técnicas de preservação que o produtor utiliza, o cumprimento da legislação ambiental e a forma de exploração da terra pelo produtor, conforme figura 1, sendo esses indicadores responsáveis pela qualidade social e ambiental da propriedade rural, indicando o seu resultado final: quanto maior o seu valor, maior será a possibilidade de sustentabilidade futura da propriedade.

O desenvolvimento desse índice tem como função avaliar qualitativamente propriedades rurais e auxiliar no processo de tomada de decisão por parte de órgãos gestores, além de contribuir para desenvolver a consciência coletiva dos agentes participantes no processo de conservação da unidade de estudo.

**Figura 1** – Indicadores para a formulação do IQSPR



**Fonte:** Próprio autor

A criação do IQSPR procurou seguir as tendências propostas por Vezzani (2009), Garcias (2001), Van Bellen (2006), Doran (1994), Marzall (2001), Júnior (2007) mencionam que indicadores ambientais devem possuir características como acessibilidade social, flexibilidade, relevância e comparabilidade com outros índices.

Para criar o índice, inicialmente foi aplicado um questionário parcialmente estruturado, permitindo ao pesquisador interagir com o entrevistado,

fazendo perguntas direcionadas que possibilitaram a discussão do tema com o produtor rural.

Após a fase de trabalhos de campo, a segunda etapa do desenvolvimento do IQSPR teve a finalidade de verificar as limitantes ambientais da propriedade como o tipo de solo e as declividades. Para delimitar as variáveis naturais, foram utilizadas as ferramentas do Sistema de Informação Geográfica – SIG, com o programa Arcinfo 10, da ESRI 2010. Foram utilizadas as imagens do LANDSAT 5 TM, disponibilizadas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, de 10/04/2011.

A declividade foi obtida através de vetorização das curvas de nível das cartas topográficas, com unidade baseada em percentual, segundo o sistema de Fragilidade Potencial de Ross (1994).

Com suporte para o georreferenciamento das imagens fornecidas pelo INPE e vetorização das curvas de nível, foram utilizadas as cartas topográficas do IBGE/DSG, no formato *Raster* e nas escalas 1:50.000 e 1:100.000. Dessa forma, seguindo o padrão cartográfico das cartas o mapeamento foi elaborado com projeção UTM referenciado pelo DATUM SAD 69, fuso 22. Mediante o emprego da ferramenta *Intersect* do *Arc Toolbox*.

A partir dos dados obtidos nas entrevistas e as análise dos SIGs, foi possível aplicar essas informações no IQSPR, sendo criada uma escala de valores que varia de 0 a 10, conforme figura 2.

No IQSPR um resultado maior demonstra que o produtor possui um padrão econômico e tecnológico satisfatório, ao mesmo tempo em que há uma preocupação significativa em proteger o meio ambiente. Dessa forma a partir do resultado pode-se inferir que o produtor tem interesse em usar a propriedade com uma exploração sustentável.

O método escolhido para calcular o IQSPR foi o de análise multicritério, formulado por Goicoechea et al. (1982), apud Miranda (2010), esse método permite trabalhar com vários dados e critérios simultaneamente, sendo desenvolvida inicialmente para estudos econômicos, contudo nas últimas décadas tem sido utilizado cada vez mais para estudos socioambientais e para a aplicação de políticas públicas.

Resultados elevados do IQSPR demonstram que o produtor possui um padrão econômico e tecnológico satisfatório, ao mesmo tempo em que há uma preocupação significativa em proteger o meio ambiente. Dessa forma a partir do seu resultado pode-se inferir que o produtor tem interesse em usar a propriedade com uma exploração sustentável.

**Figura 2** - Escala de valores para o IQSPR



**Fonte:** Próprio autor

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas propriedades rurais avaliadas na bacia do Ribeirão dos Apertados utilizando o IQSPR verificou-se que os resultados foram positivos, pois todas as propriedades obtiveram valores superiores a 5,99 e inferiores a 7,99, considerados na escala de valores do índice como resultados bons conforme quadro 1.

Deve-se salientar que os proprietários foram voluntários e todos tinham interesse nas causas ambientais, enquanto um número maior de agricultores recusou o convite para a avaliação das suas propriedades, com medo de que os resultados contribuíssem de alguma forma para gerar um documento que o Ministério Público utiliza-se para puni-los.

Dessa forma já existia uma confiança por parte dos agricultores avaliados que suas propriedades tivessem bons resultados por estarem seguindo ideias preservacionistas.

Dentro das quatro categorias de indicadores observaram-se as seguintes tendências:

Nas limitantes ambientais – o único indicador na qual o produtor não possui influencia - as variáveis como classe dos solos, foram favoráveis para todas as propriedades, pois a região da bacia dos Apertados possui Latossolos Vermelhos Eutroférico LVert3 e Nitossolos Vermelhos Eutroféricos NVert3, que são menos suscetíveis a erosão quando tomados medidas preventivas, conforme (EMBRAPA, 2008). Outro fator importante foram as declividades das propriedades, que ficaram entre 6% a 12%, pois a bacia faz parte da subunidade morfoescultural do Planalto de Londrina, com relevo suavemente ondulado, segundo (FIORI, 2007).

**QUADRO 1 – IQSPR NAS PROPRIEDADES RURAIS DA BACIA DO RIBEIRÃO DOS APERTADOS**

Propriedade	Coordenadas geográficas da propriedade	Limitantes Ambientais (peso 2)	Técnicas de Preservação (peso 3)	Leis Ambientais (peso 2)	Formas de Exploração (peso 1,5)	IQSPR
Sítio Figueira	23°28'25,19"S 51°22'5,09"W	8	10,5	3	2,5	7,26
Fz. Gaucha	23°28'35,39"S 51°24'37,11"W	11	8	3	2,5	7,07
Sítio Santa Carolina	23°25'19,60"S 51°21'47,84"W	9,5	10,5	1,75	1,75	7,06
Fz. São José	23°25'54,13"S 51°23'38,44"W	9,5	9,5	2	2,75	7,05
Sítio Água Boa	23°29'22,43"S 51°23'48,48"W	9,5	8,5	3	1,5	6,69
Fz. Araquari	23°28'58,37"S 51°23'23,20"W	9,5	8,0	2,75	1,5	6,43
Sítio Novo Mundo	23°29'09,31"S 51°21'22,61"W	8	8,5	3	1,5	6,19

Fonte: Próprio autor

Nas técnicas de preservação as propriedades também se destacaram, pois fatores associados à mecanização, apoio da cooperativa e pressão dos órgãos públicos após o acidente ambiental na bacia, além da história agrícola da região norte do Paraná na produção de grãos e a disponibilidades de recursos financeiros e tecnológicos para os agricultores, elevaram esse indicador.

Nesse indicador todas as propriedades analisadas empregam o sistema de Plantio Direto, rotação ou sucessão de culturas, utilizam práticas de caráter mecânicas adequadas e monitoramento químico do solo. E devido a fiscalização rigorosa dos órgãos públicos, o descarte e limpeza correta das embalagens de agrotóxicos são feitos em todas as propriedades. Havendo no grupo somente uma propriedade que utiliza agricultura de precisão

Como ponto negativo nessa categoria, foi constatado que as propriedades não possuíam nenhum tipo de controle biológico de pragas e a adubação orgânica e verde era pouco utilizada.

No indicador de cumprimento de leis ambientais, as propriedades obtiveram resultados satisfatórios principalmente no quesito de Áreas de Preservação Permanente – APP, que atingiram 100% de conformidade com a Lei. Contudo isso foi atingido principalmente após o acidente de 2008, quando diversos produtores foram multados e o Ministério Público ordenou o plantio de 60.000 mudas na área da bacia. Por outro lado no quesito de Reserva Legal os produtores estavam aguardando as definições do novo Código Florestal para tomar decisões a respeito do cumprimento total dessa norma jurídica.

Os três indicadores analisados caracterizam o cunho ambiental do estudo, para formalizar o caráter social da pesquisa, utilizou-se o indicador de formas de exploração da propriedade e sua sustentabilidade. Para a formulação desse indicador analisaram-se as mudanças ocorridas no meio agrário brasileiro nas últimas décadas, fornecidas por Silva (2001), Neves (2007), Hespanhol (2007), que salientam a modernização/mecanização da agricultura, a geração de fontes alternativas de renda como aposentadorias e turismo rural, alterações no censo com o envelhecimento da população e a migração de jovens e mulheres para os centros urbanos.

Essas mudanças dificultam a comparação do indicador por classes sociais como é feito normalmente em pesquisas socioeconômicas, portanto o indicador de formas de exploração da propriedade e sua sustentabilidade busca

mensurar principalmente se o produtor está utilizando sua propriedade com uma função social.

Portanto como processo avaliativo foram levantados dados como: se o produtor é o proprietário das terras, arrendatário ou posseiro, se o mesmo otimiza as funções da propriedade com agroturismo, pesque pagues ou atividades agrosilvopastoris, se parte da produção é vendida ou utilizada pela comunidade no município onde se encontra a propriedade, se produtor participa de algum movimento cooperativo ou recebe remuneração ou compensação por serviços ambientais, entre outras variáveis de cunho social medidas na propriedade.

Para a compreensão dos resultados desse indicador deve-se entender o atual estágio que passa os produtores na bacia do Ribeirão dos Apertados. Parte da bacia está contida dentro do município de Arapongas, cidade de 104.105 hab. IBGE (2010). Essa proximidade acaba desestimulando os produtores morarem nas propriedades.

No quesito censitário, na maioria dos casos os produtores estão na segunda ou terceira geração produzindo nessas propriedades e tem dificuldades para que os filhos em quantidades cada vez trabalhem e morem nas propriedades.

Historicamente a região da bacia se desenvolveu com produção de café que foi intensa até a década de 1970, depois da queda na produtividade devido principalmente fatores climáticos, ocorreu a tentativa de implantação da produção de algodão e amendoim que não obteve êxito. Nos dias atuais a tendência é continuar com a produção de *commodities* como milho, soja e trigo, o que apesar de ser lucrativa não necessariamente fixa o proprietário a terra.

Até o momento que foi feito o levantamento, os agricultores achavam interessante a remuneração por serviços ambientais, mas não possuíam maiores informações, a não ser do município vizinho, a cidade de Apucarana onde a empresa de águas do Paraná – SANEPAR, remunera algumas propriedades para proteção de nascentes em outra bacia hidrográfica.

A partir da constatação dessa realidade pode-se verificar que todos os produtores são proprietários das terras, as propriedades predominam produção de *commodities*, com elevada dependência de insumos externos, elevado nível de mecanização, muitos produtores não moram nas propriedades, nenhum dos proprietários participam de programas de remuneração ambiental, apesar de participar dos movimentos não governamentais para proteção da bacia e do meio

ambiente. Essas características sociais encontradas nas propriedades contribuíram para esse indicador possuir valores relativos mais baixos que os outros anteriores.

Como resultado final da pesquisa, constatou-se que os resultados do IQSPR apesar de um número reduzido de amostras, junto com o histórico de povoamento e exploração da região, permitem ao leitor inferir as condições socioambientais atuais da bacia do Ribeirão dos Apertados e projetar cenários futuros para a mesma.

## **CONCLUSÕES**

Mesmo com um número reduzido de amostras a aplicação do IQSPR mostrou que é possível mensurar características socioambientais de um território, recomenda-se que em estudos futuros sejam feitas análises nessa mesma bacia com um número maior de amostras.

O IQSPR, quando criado procurou ser de fácil acesso, flexível e possuir relevância, contudo se aplicado novamente em outras regiões, faz-se necessário uma avaliação prévia das condições ambientais e sociais, para que sejam aferidos os indicadores com uma nova realidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos produtores da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados e também à Cooperativa Integrada e seus funcionários das unidades de Londrina e Araçongas, que disponibilizaram tempo, atenção e que acreditaram no projeto, vislumbrando um futuro melhor para a sociedade e para seus descendentes.

## **ARTIGO B**

**Título: ESTUDO SOCIOAMBIENTAL COMPARATIVO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIBEIRÃO DOS APERTADOS EM ARAPONGAS-PR E DO BELÉM EM CURITIBA - PR. UTILIZANDO O IQSBH – ÍNDICE DE QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS.**

**Autores: Marcos Ferraz Monteiro, Ricardo Ralisch e Clewerson Frederico Scheraiber**

**Resumo:** Este artigo visa verificar as condições socioambientais em duas bacias hidrográficas a do Ribeirão dos Apertados no município de Arapongas, bacia essa com características rurais e a do Belém em Curitiba tipicamente urbana, ambas no estado do Paraná. A análise foi feita utilizando o IQSBH– Índice de Qualidade Socioambiental em Bacias Hidrográficas. A escolha da bacia dos Apertados foi devida ao acidente ambiental ocorrido em 2008, com a contaminação da mesma por agrotóxicos, inviabilizando temporariamente o abastecimento do município. Enquanto a do Belém como exemplo de bacia com sérios problemas de contaminação de esgoto residencial e impermeabilização do solo. O IQSBH foi proposto com base em uma análise multicritério e mensurou três variáveis, o IDH – M, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, o IQA, Índice de Qualidade da Água e o Uso do Solo, sendo medido em uma escala de valores de 0 até 10. O resultado do IQSBH para a bacia dos Apertados foi de 7,86, considerado como bom, enquanto o índice do Belém foi de 2,09, o que caracteriza a bacia como frágil. Apesar das duas cidades possuírem bons IDH-M gerando elevadas condições

socioeconômicas para os padrões brasileiros, o IQA e Uso do Solo da bacia do Belém justificam seu o baixo IQSBH.

Palavras chaves: Sustentabilidade, bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados, bacia hidrográfica do Belém e socioambiental.

Abstract: This paper aims to propose the use of the SEQIW – Socio Environmental Quality Index in Watersheds - applying it to Ribeirão dos Apertados, a typically rural watershed in the city of Arapongas, comparing the results with those obtained in the typically urban watershed of the Belém River, in the city of Curitiba, both located in the state of Paraná, Brazil. The study of these watersheds by using the SEQIW was motivated by an environmental accident occurred in 2008 in the Apertados watershed, when pesticide contamination affected the water supply of nearly 100,000 inhabitants. The SEQIW has been based on a multicriteria analysis and measured three variables: the MHDI - Municipal Human Development Index, the WQI - Water Quality and the Land Use Index. It is measured on a scale of values from 0 to 10 . The result of the SEQIW for the Apertados Watershed was 7.86, which is considered good, while the index for the Belém River was 2.09, which characterizes the watershed as fragile. These values were influenced by the high socioeconomic status of the two cities, however, the WQI and Land Use Index in the Belém watershed have presented very low results compared to the Apertados Watershed.

Keywords: Sustainability, watershed, Ribeirão dos Apertados, socio environmental and watershed Belém.

**Introdução:**

Desde o neolítico por volta de 9.000 anos atrás o controle e posse dos recursos hídricos têm gerado preocupação às sociedades. No Egito e Mesopotâmia o controle dos rios Nilo, Tigre e Eufrates foram fundamentais para o desenvolvimento das sociedades, núcleos urbanos e para a Revolução Agrícola, (MAZOYER, 2006).

Com o desenvolvimento da Revolução Industrial, Verde, e a explosão demográfica ocorrida nas últimas décadas, o consumo de recursos hídricos no mundo aumentou, afetando quantitativamente e qualitativamente os mesmos.

Apesar de o Planeta possuir cerca de  $\frac{3}{4}$  da superfície coberta por água, somente 2,5% são consideradas águas doces, sendo que se forem mantidos os atuais estágios de consumo e poluição, acredita-se que em 2025, aproximadamente 2 em cada 3 habitantes da Terra vão sofrer stress hídrico de moderado a grave (ONU, 2003).

Segundo Leff (2003), Silva (2002) e Marengo (2006) a partir da segunda metade dos anos de 1960, surgiu uma consciência ambiental coletiva, impulsionada pela mídia, pelos movimentos populares e pesquisas científicas, transformando o meio ambiente em pauta política. Conferências como Estocolmo em 1972 e a ECO 92, além das assinaturas de diversos tratados de Montreal e Kyoto e a formulação da Agenda 21, colaboraram para a discussão do termo desenvolvimento sustentável.

Inspirados nessa agenda política nas últimas décadas têm evoluído o pensamento socioambiental, pois estudos ou políticas públicas que visam somente desenvolvimento econômico ou exclusivamente a preservação de ecossistemas têm

recebido críticas com relação à capacidade de gerar sustentabilidade. Segundo Vieira (2007), para que haja a consolidação do Estado é necessário o desenvolvimento e a garantia dos chamados “novos direitos”, aqueles que reconhecem e fortalecem as diversidades culturais e coletivas, atendendo principalmente aos grupos sociais oprimidos como indígenas, mulheres, crianças, trabalhadores rurais, quilombolas entre outros. Sendo essas demandas importante elo entre as questões ambientais e sociais.

Paralelamente a politização das questões socioambientais, ocorreu o aumento significativo de pesquisas utilizando como espaço físico das bacias hidrográficas, pois segundo Passos (2006) a vantagem desse tipo de estudo é de que as mesmas fornecem elementos estáveis para uma análise cronológica, levando em consideração que seus limites e características físicas sofrem transformações lentas. Enquanto Vite (2004) salienta que pesquisadores preferem esse território devido seu caráter transdisciplinar, podendo envolver dados econômicos, sociais e ambientais simultaneamente.

Os estudos em bacias hidrográficas e direitos socioambientais evoluíram também impulsionados pela Constituição de 1988, chamada de Constituição Cidadã, que garante, segundo Brasil (2003) capítulo VI, artigo 225, que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo atual e as futuras gerações.

Assim sendo, o objetivo desse trabalho é propor uma análise qualitativa comparativa das condições socioambientais nas bacias hidrográficas do Ribeirão dos Apertados, caracteristicamente rural, com a bacia do Belém,

tipicamente urbana, utilizando como instrumento de medição o Índice de Qualidade Socioambiental em Bacia Hidrográfica – IQSBH, desenvolvido para esse estudo.

### **Materiais e Métodos:**

#### **Bacias hidrográficas do Ribeirão dos Apertados e do Belém.**

Como delineamento da pesquisa foram escolhidas as bacias hidrográficas do Ribeirão dos Apertados localizada na região denominada Terceiro Planalto Paranaense, tendo sua área dividida entre os municípios de Araçongas e Londrina e afluente da margem esquerda do rio Tibagi. Enquanto a bacia hidrográfica do Belém está localizada no Primeiro Planalto Paranaense, na região chamada Alto Iguaçu, em Curitiba, sendo ambas sub-bacias da Região Hidrográfica do Paraná, observada na figura 1.

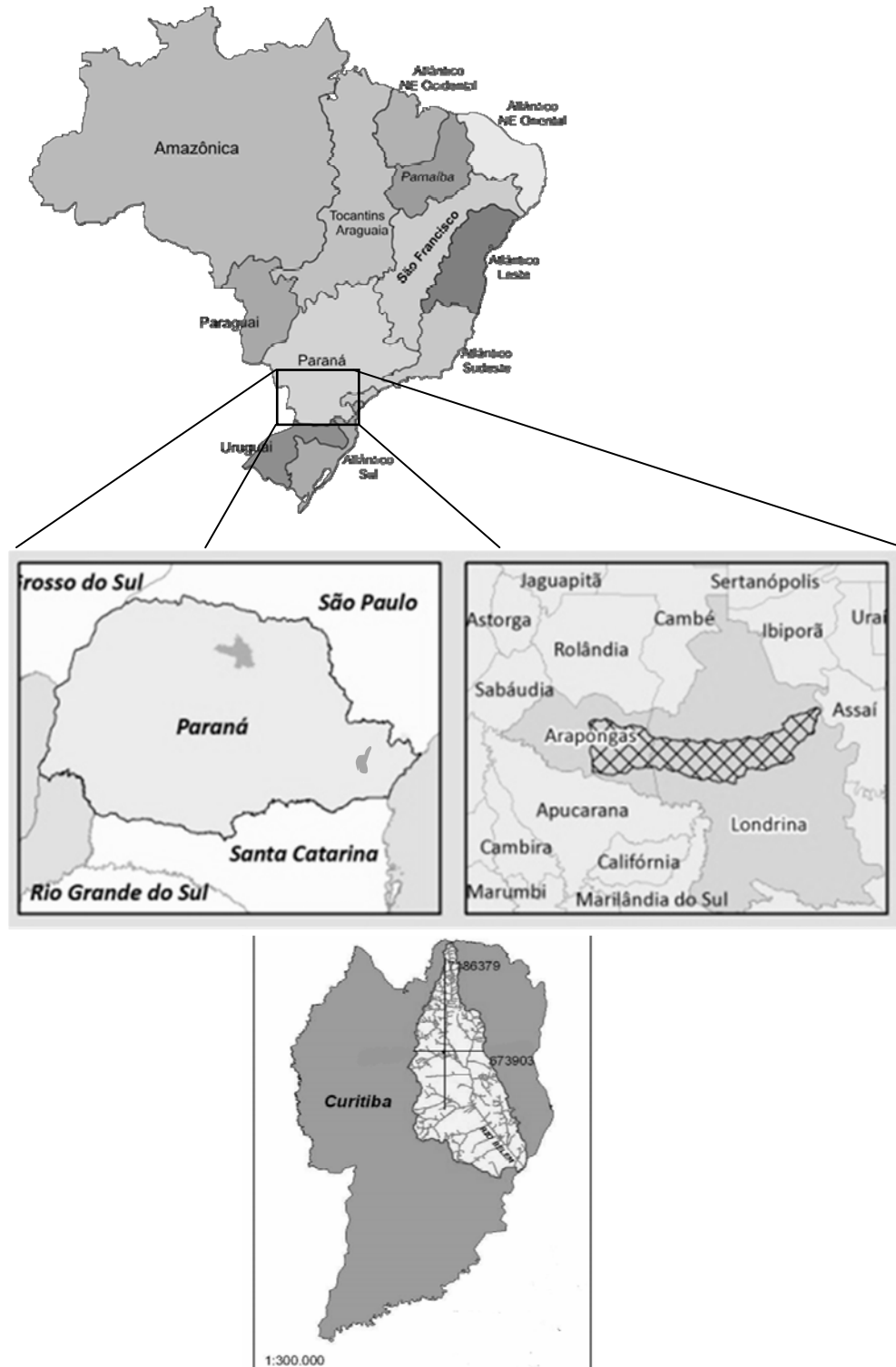
A bacia dos Apertados no município de Araçongas possui uma área de drenagem de 290 km<sup>2</sup>, vazão média 15 l/s/km<sup>2</sup>, (INSTITUTO ÁGUAS DO PARANÁ, 2011). Segundo dados censitários possuem cerca de 1600 habitantes, sendo explorada principalmente para agricultura de café, milho, soja, trigo e pecuária.

Conforme Ecotécnica (2009) possui classe II do CONAMA 357/05, existindo problemas de drenagem no seu trecho próximo de Araçongas, onde se localizam as nascentes. Mesmo os solos possuindo potencial erosivo reduzido, como o Nitossolo Vermelho Eutroférico NV ef 3 e Latossolo Vermelho Distroférico LV ef 3 conforme (EMBRAPA, 2008), há formação de voçorocas em suas cabeceiras. Fenômeno influenciado pela impermeabilização do solo na parte urbana de Araçongas que potencializa o escoamento das águas dos emissários urbanos para os tributários da bacia.

Por sua vez a bacia do Belém está locada integralmente no município de Curitiba, cruzando seu território de norte a sul, sua área é de 87 km<sup>2</sup> representando 20% da área do município, comportando cerca de 530.000 hab; possuindo classe III do CONAMA 357/05 (SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DE CURITIBA, 2012). E vazão média 18 l/s/km<sup>2</sup> (INSTITUTO ÁGUAS DO PARANÁ, 2011), no seu trajeto de 17,13 km, são canalizados 7,2 km na parte central de Curitiba e conforme Pereira (2006) 8,6% da superfície da bacia é coberta por áreas verdes, sendo 94,08% em áreas privadas e 5,92% em áreas públicas, principalmente em parques criados ao longo do século XX, no fundo de vale com a finalidade de reduzir as enchentes e o povoamento irregular dessas áreas.

Segundo Bollman (2008), a bacia em questão possui elevado grau de ação antrópica, impermeabilização, reduzida formação de mata ciliar e amostras coletadas no final do seu trecho superior indicaram que a água é imprópria para tratamento convencional, enquanto no curso médio e inferior, onde há maior concentração populacional, é imprópria para qualquer tipo de uso.

Figura 1- Localização das bacias hidrográficas do Ribeirão dos Apertados e do Belém.

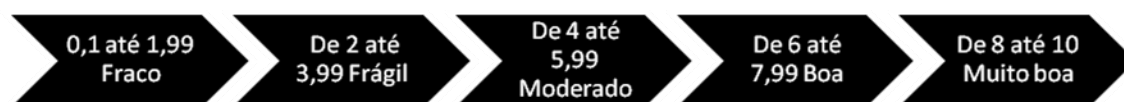


## Proposição teórica do Índice de Qualidade Socioambiental em Bacia Hidrográfica - IQSBH.

Para desenvolver o IQSBH, seguiu a tendência atual de índices de sustentabilidade, que englobam informações não só das ciências naturais, como sociais e econômicas. Possuindo características de acessibilidade social, flexibilidade, relevância e comparabilidade, características fundamentais para elaboração de índices de sustentabilidade segundo (VEZZANI, 2009), (GARCIAS, 2001), (VAN BELLEN, 2006), (DORAN, 1994), (MARZZAL, 2001), (JÚNIOR, 2007).

O IQSBH utiliza uma escala de valores que varia de 0 até 10, conforme figura 2, sendo a bacia com valores próximos de 10, aquela com qualidade de vida elevada, águas com reduzido nível de contaminação e uso do solo mais equilibrado em relação ao meio ambiente.

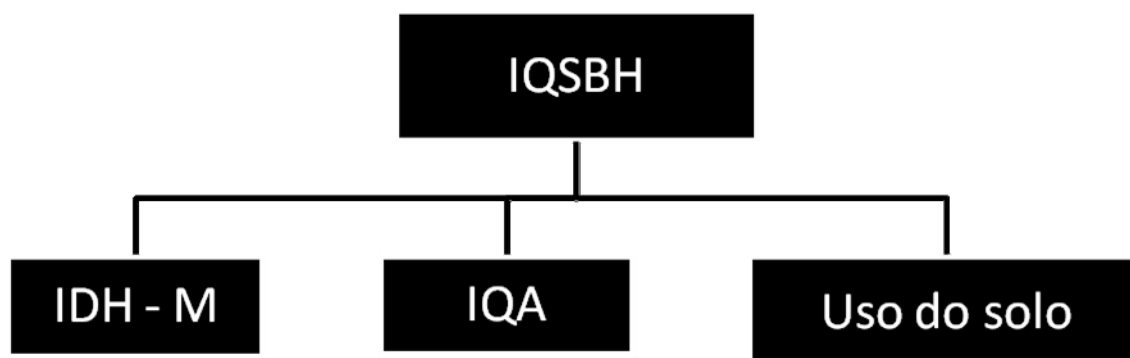
**Figura 2 -** Escala de valores do IQSBH



**Fonte:** Próprio autor

O IQSBH foi desenvolvido com base no conceito de análise multicritério formulado por Goicoechea et al. (1982), apud Miranda (2010). A análise multicritério é uma metodologia propagada a partir da década de 1960, comumente utilizada em estudos de meio ambiente, ela permite que variáveis que possuam unidades de medidas diferentes sejam transformadas em pesos e os mesmos somados geram o resultado final (MIRANDA, 2010).

O índice é formado por três índices e indicadores apresentados na figura 3.

**Figura 3 – Índices e indicadores utilizados no IQSBH**

**Fonte:** próprio autor

Os índices e indicadores receberam os seguintes pesos e definições:

O IDH – M - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (peso 3) mede a qualidade de vida da população dos municípios na bacia, com os dados do ano de 2000 fornecidos pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD.

O IQA – Índice de Qualidade da Água (peso 1) é obtido através da análise de nove variáveis físicas e químicas da água, sendo elaborado pela antiga Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento – SUDERHSA.

No Caso da bacia dos Apertados optou-se por calcular a média aritmética das quatro últimas campanhas feitas na bacia nos períodos de junho e dezembro de 2002, maio e agosto de 2003, no único ponto de coleta na bacia, localizado na divisa dos municípios de Arapongas e Londrina. Deve-se salientar que desde o ano de 2003, devido ao fato de não haver um consenso de qual autarquia deveria mensurar o IQA na bacia dos Apertados, os órgãos ambientais e a SANEPAR não fizeram mais o levantamento desse índice, dificultado dessa forma o acompanhamento evolutivo do IQA.

Enquanto para a bacia do Belém foram usados os IQAs de novembro de 2009, março, junho e outubro de 2010. Os dados foram coletados no ponto denominado Rodolfo Bernadelli, próximo da foz da bacia. Esses dados permitiram uma análise entre os períodos de menor e maior vazão - inverno e outono, primavera e verão, respectivamente.

Uso do solo (peso 2) estabelece a caracterização da superfície, através da análise da ocupação urbana, preservação da mata nativa, exploração agrosilvopastoril e extração mineral, sendo obtido através da média ponderada das categorias existentes na bacia. Essas informações foram coletadas nos bancos de dados das prefeituras das bacias estudadas.

Para o levantamento do uso do solo utilizou-se métodos diferenciados para cada bacia, no caso dos Apertados foi empregada a média ponderada das categorias apresentadas no quadro 1.

Enquanto para a bacia do Belém como é uma área tipicamente urbana utilizou-se o termo áreas verdes, toda forma de vegetação nativa ou exótica, arbórea, arbustiva ou gramínea, particular ou pública, termo esse utilizado pela prefeitura de Curitiba. Segundo Loboda (2009), as áreas verdes possuem a função de equilíbrio do solo, vegetação, clima, além de atenuar níveis de ruído e interferência na atmosfera urbana. Devido sua importância ambiental optou-se por considerar o termo áreas verdes como um indicador de valor máximo na bacia urbana.

**Quadro 1** – Classes de uso do solo encontrados nas bacias e seus valores no indicador.

Uso do solo na bacia	Valor no subíndice
Mata ou vegetação arbustiva nativa	1
Reflorestamento	0,7
Agricultura	0,3
Pastagem	0,4
Extração mineral	0,2
Urbano ou solos expostos	0,1

**Fonte:** Próprio autor

Os pesos para cada indicador foram escolhidos com base em EPA (2011) e Van Bellen (2006), usando o critério que na formulação do Índice 50% das variáveis devem ser de cunho socioeconômico e 50% ambiental. Dessa forma, o IDH teve peso 3, enquanto a soma das variáveis de água e cobertura do solo também tiveram o peso 3.

### **Resultados e discussão:**

A escolha da bacia dos Apertados foi motivada pelo acidente ambiental ocorrido em 2008, quando o fornecimento de água de Arapongas com cerca de 104.000 habitantes foi interrompido em duas oportunidades, pois após uma sequência de vários dias com chuvas intensas, foram detectados fortes odores de produtos químicos na Estação de Tratamento de Águas – ETA.

Segundo Ecotécnica (2009), após análise feita pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR foram detectadas nas amostras a presença - acima dos limites do CONAMA 357/05 - de agrotóxicos, como: Endossulfan (I+II+Sulfato); Dibenzo (a,h) antraceno, Indeno(1,2,3 - cd) pireno, Benzo(k) fluoranteno, Benzo (a,h) antraceno, Indeno (1,2,3-cd) pireno, Demeton O&S, Benzidina, Endrin, Paration, Carbaril, compostos esses estocados, enterrados ou despejados diretamente na bacia.

Segundo a Agência de Notícias do Estado do Paraná (2010), o Ministério Público transformou a bacia dos Apertados, mediante Decreto Estadual 3749/08, em área de interesse de manancial de abastecimento público. E para mitigar o impacto foi ordenada a coleta de embalagens vazias de agrotóxicos que somaram cerca de 52.000 unidades, a remoção de 4500 kg de agrotóxicos vencidos ou abandonados, o plantio de 60.000 mudas em áreas de mata ciliar, além de multar por irregularidades os produtores na bacia.

Esse tipo de acidente já era esperado para algumas bacias na região norte do Paraná, principalmente devido ao processo de colonização e a forma de exploração das terras. Conforme Rego (2008) e Souza (1996), a exploração do norte do Paraná foi feita de forma rápida e intensa, motivada por interesses de capitais internacionais que geraram primeiramente exploração madeireira e depois a implantação de áreas produtoras de café, influenciadas pela construção de ferrovias, a distribuição de loteamentos de terras para colonos estrangeiros e brasileiros na primeira metade do século XX.

Para Soares (2002) durante os anos de 1970 sucessivas geadas contribuíram para alterar a economia e o meio ambiente regional, pois houve a rápida transição da cultura perene do café para as anuais. Com o manejo

inadequado das novas culturas e a falta de incentivos governamentais, os prejuízos acabaram gerando o abandono de terras e só posteriormente após diversas tentativas ocorreu a implantação do milho, soja e trigo, com um nível tecnológico mais avançado.

Analisando comparativamente o meio rural com o urbano, é possível observar na bacia do rio Belém características muito distintas daquelas existentes na bacia dos Apertados.

A bacia do rio Belém possui um histórico de povoamento e ocupação mais antigo e intenso, desde o século XIX, quando o Paraná emancipou - se de São Paulo e Curitiba tornou-se capital do estado, o fluxo migratório de poloneses, alemães e italianos foi intenso, indústrias inicialmente de erva mate, deram lugar a indústrias de alimentos como embutidos, cervejarias, madeireiras e abatedouros.

Em 1887, a bacia do Belém que era utilizada como manancial de Curitiba, já apresentava doenças de vinculação hídrica, havendo a primeira epidemia de tifo, havendo a necessidade proibir o abastecimento da cidade com as águas do Belém.

Nas décadas que seguites a população cresceu demasiadamente, transformando essa bacia em um emissário de esgoto e durante a década de 1960, finalmente o rio foi canalizado e coberto em várias áreas do centro de Curitiba.

Segundo Fendrish (2003) apesar da maioria da bacia ser servida por rede coletora de esgoto, cerca de 81%, é grande o número de ligações ilegais, outro fator que prejudica a mesma são os elevados índices de impermeabilização do solo, que continuarão aumentando até a década de 2020, quando atingirá seu limite máximo. Tucci (2003) menciona que a impermeabilização da bacia do Belém

aumentou seis vezes a vazão média de inundação em relação às condições rurais da mesma.

A constatação dos problemas em ambas as bacias foram confirmados quando aplicado o IQSBH, pois pode se constatar as diferenças socioambientais de forma acentuada entre as duas bacias. Observando no quadro 2, verifica-se que a qualidade socioambiental na bacia dos Apertados é boa, possuindo um IQSBH 7,86 enquanto a do rio Belém 2,09 valores muito baixos, sendo considerada frágil.

A bacia dos Apertados obteve um resultado de IQSBH bem superior ao da bacia do Belém não tanto pelos fatores socioeconômicos, já que os dois municípios, possuem IDH-M elevados se comparados à média dos municípios brasileiros.

**Quadro 2 – Resultado dos IQSBH**

Bacia hidrográfica	IDH-M	IQA	Uso do solo	IQSBH
Apertados	0,804	72,75	0,57	7,86
Belém	0,856	23,75	0,36	2,09

**Fonte:** Próprio autor

O fator preponderante foram os valores médios do IQA, apesar das medições serem mais antigas no caso de Arapongas, elas são muito superiores às do Belém. Contudo mesmo que as medições do IQA fossem atualizadas na bacia dos Apertados, provavelmente apresentariam valores superiores ou próximos aos levantados em 2002, pois Arapongas em 2002 possuía 34% de coleta e tratamento de esgoto e segundo Agência Estadual de Notícias (2011), o município possui 45,9% e a SANEPAR nos próximos anos projeta atingir 68%.

Outro fator que pode favorecer a melhora do IQA na bacia dos Apertados, foi a imposição do Ministério Público para o reflorestamento das matas ciliares na bacia, o que pode contribuir para melhorar as variáveis como fósforo e nitrogênio total, além da turbidez, problemas típicos em bacias rurais onde existe adubação química e erosão.

Enquanto o IQA da bacia do Belém não deve sofrer melhoras significativas no curto prazo, devido o intenso povoamento e urbanização na bacia, havendo a necessidade de colocar em prática projetos para despoluição do rio, com ações públicas junto com a iniciativa privada e população, que deve também deve passar por um programa de educação ambiental, pois segundo Brandalize (2009) muitos moradores não sabem definir onde é a bacia do Belém ou se mesmo moram nela e em muitos casos consideram que o rio é uma área para liberar esgoto ou jogar lixo.

Deve-se esclarecer que o uso do IQA para constatação de uma fonte de poluição temporária principalmente quando existem metais pesados em agrotóxicos, como foi o caso do acidente ocorrido em 2008, não é o melhor índice a ser utilizado.

Contudo, apesar do IQA não medir esse tipo de poluição, ele é bastante aceito pelos órgãos de saneamento.

Outra variável que representou diferença significativa entre as duas bacias foi o do uso do solo. Na bacia dos Apertados apesar de predominar áreas de certo risco ambiental com agricultura anual e pastagens, passíveis de erosão e contaminação por agrotóxicos, a cobertura vegetal é muito superior a do Belém. Enquanto as áreas verdes da bacia do Belém, intensamente urbanizada e impermeabilizada, geram riscos ambientais mais complexos para o ecossistema e devido a especulação imobiliária dificilmente irão aumentar significativamente.

## **Conclusões**

Nesse trabalho verificou ser plausível mensurar fatores sociais e ambientais conjuntamente em bacias hidrográficas distintas

As bacias hidrográficas como territórios de relações econômicas, ambientais, culturais, históricas e sociais, devem ser analisadas de forma holística.

Espera-se que o IQSBH seja aplicado futuramente nas bacias hidrográficas dos Apertados e do Belém, com dados mais atualizados para verificar sua evolução socioambiental temporal.

## 5 CONCLUSÕES GERAIS

A presente tese teve como objetivo provar a possibilidade de aferir condições socioambientais em bacias hidrográficas tanto em áreas rurais como urbanas, desenvolvendo e utilizando índices e indicadores socioeconômicos e ambientais, caracterizando um estudo de caráter holístico.

O primeiro resultado foi a análise de propriedades na bacia do Ribeirão dos Apertados utilizando o IQSPR – Índice de Qualidade Socioambiental em Propriedades Rurais, proposto a partir da realidade socioeconômica dos produtores da região e das práticas conservacionistas utilizadas por eles. Mesmo esse indicador sendo criado para abranger o maior número possível de variáveis da realidade agrícola brasileira, recomenda-se caso seja aplicado novamente, seja verificado a realidade socioeconômica, agrária e ambiental da nova área de pesquisa e se a mesma pode ser mensurada pelo IQSPR, ou se devem sofrer ajustes nas variáveis ou nos pesos dos indicadores.

O IQSPR foi aplicado em propriedades onde os proprietários foram voluntários e sendo zelosos com as questões ambientais, principalmente após o acidente ambiental ocorrido em 2008, quando vários produtores foram multados. Por isso os resultados das sete amostras foram considerados bons, o que não significa que a maioria dos produtores na bacia segue essa mesma tendência. Portanto recomenda-se futuramente a aplicação do IQSPR ou outro índice socioambiental, seja levantado um número maior de propriedades na bacia.

Por outro lado o IQSBH – Índice de Qualidade Socioambiental em Bacias Hidrográficas, por possuir menos variáveis, foi considerado de elaboração e aplicação mais fácil, rápida e universal. Não havendo a necessidade de muitos ajustes se aplicado em outras bacias.

Através dos índices e do próprio histórico de povoamento das bacias estudadas, é possível inferir que nas bacias com características rurais os problemas socioambientais são mais fáceis de serem gerenciados que em bacias urbanizadas.

Para a confecção do IQSBH, o maior problema enfrentado foi obter dados atualizados do IQA, na bacia do Ribeirão dos Apertados, apesar da mesma ser considerada um manancial de abastecimento. Havendo diversos impedimentos políticos para obtenção dos dados, faz-se uma crítica à SANEPAR, prefeitura local,

Estado e órgãos públicos, que utilizam dados científicos como instrumentos de disputas políticas.

Verificou-se também que a utilização do IQA como indicador apesar de ser prático, ele não abrange poluentes como metais pesados, combustíveis, agrotóxicos entre outros, como foi o caso das poluições pontuais detectadas no acidente de 2008.

Outra dificuldade na elaboração desse índice foi trabalhar com conceitos e valores para uso da superfície, enquanto na bacia rural existem diversas subcategorias como pastagens, reflorestamento ou culturas anuais, na bacia urbana essas categorias deixam de existir e foi considerado apenas como áreas verdes, dificultando uma análise comparativa.

Problemas como esses fazem o uso de análises multicritérios serem contestadas, apesar de serem práticas e conseguirem juntar vários indicadores em um mesmo índice. As críticas salientam as imprecisões por ser uma de síntese de diversos valores de várias variáveis. Contudo para análises socioambientais qualitativas, utilizadas para tomadas de decisões, as análises multicritérios contribuem para enxergar uma tendência do fenômeno estudado.

Espera-se que esse estudo motive novas pesquisas na bacia dos Apertados, pois apesar da sua importância como manancial de abastecimento para os municípios de Londrina e Arapongas, até o presente momento poucas pesquisas foram realizadas na mesma.

É recomendável que futuramente haja uma constatação através principalmente de novos valores de IQAs e de dados de uso do solo, se ocorreram progressos no IQSBH na bacia dos Apertados, uma vez que após o acidente ambiental de 2008, os órgãos fiscalizadores prometeram vigiar com maior rigor a região, executar um reflorestamento das matas ciliares, além da SANEPAR cumprir as metas de melhoria na rede de esgoto de Arapongas.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS – ESTADO DO PARANÁ. **Bacia dos Apertados está livre de 52 mil embalagens de agrotóxicos.** Disponível em: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=57384>, acesso em: 11/02/2011.

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS – ESTADO DO PARANÁ. **Sanepar amplia serviço de esgoto em Arapongas.** Disponível em: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=65186&tit=Sanepar-amplia-servico-de-esgoto-em-Arapongas>, acesso em: 20/08/2011.

ÁGUAS DO PARANÁ. **ICMS Ecológico – Mananciais de abastecimento de água.** Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=15>, acesso em 15/03/2011.

ALVARENGA, O. M. **Política e direito agroambiental.** Rio de Janeiro: Forense, 1995, 2º ed; p.127.

ALVARENGA, M. I. N; PAULA, M. B. Planejamento Conservacionista em Microbacias. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n. 207, p. 55 – 64, nov/dez. 2000.

AMARAL, N. D. **Noções de conservação do solo.** São Paulo: Nobel, 1984, 4ª reimpressão, p. 26 – 89.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Conservação de água e solo.** Disponível em: <http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/ConservacaoAguaSolo/default2.asp>, acesso em: 13/02/2011.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Indicadores de qualidade - Índice de Qualidade das Águas.** Disponível em: [http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx#\\_ftnref9](http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx#_ftnref9), acesso em: 07/03/2011.

ARIAS, A. R. L. et al . Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, Mar. 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232007000100011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232007000100011&lng=en&nrm=iso), acesso em: 17 fev. 2011. doi: 10.1590/S1413-81232007000100011.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** Rio de Janeiro - RJ: Bertrand Brasil, 1988, p.16 -17.

BECK, U; GIDDENS, A; LASCH, S. **Reflexive modernization – Politic, tradition and aesthetiscs in the modern the social order.** California: Stanford University Press, 1994, p. 10 – 15.

BERBERT, C. O. **Uso e gestão de recursos hídricos no Brasil volume II**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002, p.83.

BERTONI, J. & NETO, F. L. **Conservação do solo**. 6<sup>a</sup> edição, São Paulo: Ícone, 2008, p.27-129.

BERTRAND, A. L. **Sociologia rural - uma análise da vida rural contemporânea**. São Paulo: Atlas, 1973, p.488.

BESSERMAN, S. in Trigueiro A. **Meio ambiente no século 21**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003, p. 91- 94.

BHERING, S. B. & SANTOS, H. G. **Mapa de solos do estado do Paraná**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Florestas, EMBRAPA Solos e Instituto Agrônômico do Paraná, 2008, escala 1: 600.000.

BOAS, C. de L. V. **Análise da aplicação de métodos multicritérios de apoio a decisão (MMAD) na gestão de recursos hídricos**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/simposio/go/Analise%20da%20Aplicacao%20de%20Metodos%20Multicriterios%20de%20Apoio%20a%20Decisao%20na%20Gestao%20de%20Recursos%20Hidricos.pdf>, acesso em: 25/05/2011.

BOBBIO, B. **Era dos direitos**. Rio de Janeiro: Nova Editora, 2004, p. 48, 66 e 229.

BOLLMANN, H. A. in: MAIA, B. MARTOS, H. L. e BARBELLA, W. **Indicadores ambientais conceitos e aplicações**. São Paulo: EDUC, 2001, p. 15 – 18.

BONOTTO, E. L. **Lei de terras de 1850 e forma jurídica**. Disponível em: [http://www.vermelho.org.br/diario/2005/1106/edvar\\_1106.asp?NOME=Edvar%20Luiz%20Bonotto&COD=5075](http://www.vermelho.org.br/diario/2005/1106/edvar_1106.asp?NOME=Edvar%20Luiz%20Bonotto&COD=5075), acesso em 30/10/2007.

BORGHETTI, J. R; **Aqüífero Guarani: a verdadeira integração dos países do Mercosul**. Curitiba: [s.n], 2004, p.214.

BRANDALIZE, M.C.B & BOLLMANN, H.A. **Mapeamento da percepção ambiental dos moradores da bacia hidrográfica do rio Belém**. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto utilizando o SPRING, abril 2009, INPE, p.3613 – 3619, disponível em: <http://martemarte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.17.48/doc/3613-3619.pdf>, acesso em 25/01/2013.

BRANDEMBURG, A. Do rural tradicional ao rural socioambiental. **Ambient. soc.**, Campinas, v. 13, n. 2, Dec. 2010. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2010000200013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2010000200013&lng=en&nrm=iso)>. access on 10 May 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2010000200013>.

BRASIL, **Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. LEI Nº 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm), acesso em: 15/07/2011.

BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**: Revisão 1 a 6/94, Brasília, 2003. Art. 225. p.51.

CAETANO, J. A, ANDRADE, E. F. **Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados**. Curitiba: SANEPAR, 2005, p.489 – 490.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Infográfico: veja as mudanças no Código Florestal aprovadas na Câmara**. Disponível em:

<http://www2.camara.gov.br/agencia/noticias/MEIO-AMBIENTE/197556-INFOGRAFICO:-VEJA-AS-MUDANCAS-NO-CODIGO-FLORESTAL-APROVADAS-NA-CAMARA.html>, acesso em 15/07/2011.

CARVALHO, C. G. **Introdução ao direito ambiental no Brasil**. São Paulo: Editora Letras e Letras, 1991, 2ªed; p. 65.

CASTRO, C.M; COIMBRA. M. **O problema alimentar no Brasil**. São Paulo: Editora Unicamp, 1985. P. 15.

CIA – Central Intelligence Agency. **Relatório da CIA: como será o mundo em 2020**. São Paulo: Editora Ediouro, 2006, p. 106 e 228.

CIGOLINI, A, MELLO L & LOPES N. **Paraná quadro natural, transformações e economia**, Curitiba, M. Barreto editora, 1998, p.25.

CLARKE, R; KING, J. **O atlas da água - mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta**. São Paulo: Publifolha, 2005. p. 9-39.

COELHO, A.C.P, WILDE, C.G.J, CARDOSO NETO, A. **Unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos uma proposta metodológica**. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica/Wilde%20Cardoso%20Gontijo%20Junior/Unidades%20de%20planejamento%20e%20gest%C3%A3o%20de%20recursos%20h%C3%ADdricos%20%20uma%20proposta%20metodol%C3%B3gica.pdf>, acesso em: 13/02/2011.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA PARAÍBA DO SUL. **Plano de contingência para o rio Paraíba do Sul**. Disponível em:

[http://www.ceivap.org.br/boletim/boletim2/Boletim%20Informativo%20Digital%20n1%20-%20maio%202009\\_page2.htm](http://www.ceivap.org.br/boletim/boletim2/Boletim%20Informativo%20Digital%20n1%20-%20maio%202009_page2.htm), acesso em: 22/04/2011.

CONDEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **Salinização dos solos**. Disponível em:

[http://www.codevasf.gov.br/programas\\_acoef/irrigacao/salinizacao-do-solo](http://www.codevasf.gov.br/programas_acoef/irrigacao/salinizacao-do-solo). Acesso em: 23/01/2011.

CORRÊA, C., DEDECEK, R., ROLOFF, G.. Sedimentos provenientes de estradas de uso florestal em condições de relevo ondulado a fortemente ondulado. **FLORESTA**, América do Norte, 40, mar. 2010. Disponível em:

<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/view/17113/11273>. Acesso em: 13/02/11.

COUTINHO, J. A. ONGs: origens e (des)caminhos. In: **Lutas sociais** 13/14. São Paulo: NEILS, 57-65, 2005.

DANIEL, T.C, SHARPLEY, A.N. e LEMUNYON J. L. Agricultural phosphorus and eutrophication: A symposium overview. **Journal of Environmental Quality**, USA, vol. 27, no. 2, march-april 1998.

DAKER, A. **A água na agricultura. Manual de hidráulica agrícola - Captação, elevação e melhoramento da água, Vol. 2.** Rio de Janeiro: Editora Freitas Bastos, 1976. P. 345 – 349.

DEL BO, L. M. **El ABC de la agricultura.** Barcelona – Espanha: Editora De Vecchi, 1976, p.50 – 67.

DORAN, J. W., and PARKIN T. B. 1994. Defining and assessing soil quality. Chapter 1. In: *Defining soil quality for a sustainable environment*; Proceedings of a symposium, Minneapolis, MN, USA, 4-5 November 1992. Doran, John W., Coleman, D. C., Bezdicek, D. F., Stewart, B. A., editors. **Soil Science Society of America** - Special Publication no.35; P. 3-22.

DRUKER, P. F. **O homem.** São Paulo: Editora Nobel, 2002, p. 168 – 170.

ECOTÉCNICA – TECNOLOGIA E CONSULTORIA. **Plano municipal de gestão de recursos hídricos, relatório 03 de diagnóstico final – Arapongas, Paraná.** Curitiba: 2009, p. 91 – 103.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Mapa de solos do estado do Paraná em escala 1:600.000.** Rio de Janeiro: Embrapa Florestas, Embrapa Solos e Instituto Agrônômico do Paraná, 2008.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006, p.29 -31, 101-225.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Agricultura de Precisão.** Disponível em:

<http://www.embrapa.br/publicacoes/institucionais/pesquisa-em-rede/folhetos/Agricultura%20de%20precisao.pdf>, acesso em: 15/03/2011.

EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Indicators.** Disponível em: <http://www.epa.gov/greenkit/indicator.htm>, acesso em: 11/04/2011.

EPAMIG – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Práticas conservacionistas, vegetais, edáficas e mecânicas**, disponível em: [http://www.epamig.br/index.php?searchword=praticas+conservacio&option=com\\_search&Itemid=](http://www.epamig.br/index.php?searchword=praticas+conservacio&option=com_search&Itemid=), acesso em: 21/02/2011.

FANINI, N. M. **Atlas Geográfico do Município de Curitiba.** Superintendência de Educação Programação de Desenvolvimento e Educacional, disponível em:

<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1128-2.pdf>, acesso em: 10/02/2013.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Irrigation management transfer – Worldwide efforts and results**. Disponível em: [http://www.fao.org/nr/water/docs/wr32eng\\_web.pdf](http://www.fao.org/nr/water/docs/wr32eng_web.pdf), acesso em: 23/01/2011.

FAVARETTO, N. & DIECKOW J. Conservação dos Recursos Naturais Solo e Água in: Lima, V. C; Lima, M. R e Melo, V. F. **O solo no meio ambiente**. Curitiba: Editora Universidade Federal do Paraná, 2007, p.111- 125.

FENDRISCH, R. Aplicabilidade de armazenamento utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana. **Boletim Paranaense de Geociências** n. 52, p. 97-114, ed.UFPR.

FILHO, A. F. **Formação econômica do Brasil**. São Paulo: Letras & Letras, 2001. p. 271-276.

FILHO, A. R & BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da Aptidão Agrícola das terras**. 3ª ed; Rio de Janeiro, EMBRAPA: 1995, p. 1 – 45.

FIORI, C. O. & SANTOS, L. J. C. **Atlas geomorfológico do Paraná – escala base 1:250.000**. Curitiba, MINEROPAR, UFPR: 2003, p.29.

FUNDAÇÃO LUMEN. **Revitalização do rio Belém**. Disponível em: <http://www.abraceestacausa.org.br/causa.php#>, acesso em 23/01/2013.

GARCIAS, C. M. in MAIA, N. B; MARTOS, H. L e BARELLA. **Indicadores ambientais conceitos e aplicações**. São Paulo: Educ, p.275 – 278.

GEELAN, P.J.M; OBE, H.A.G. **Atlas of the World comprehensive edition**. 19ª edition. London: Times Books, 1992. planta 5.

GIDDENS, A. **Sociedade em descontrole**. 6ª edição, Rio de Janeiro: editora Record, 2007, p. 77 – 85.

GLIESSMAN, S. R. **Processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3ª ed. Porto Alegre: editora UFRGS, 2005, p. 33,34,35,61,577.

GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, 396 p.

GIL. A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2007. p. 42 – 57 e 119.

HESPANHOL, A. N. in FERNANDES B. M; MARQUES M. I. M; SUZUKI J. C. **Geografia agrária teoria e poder**. São Paulo: Expressão Popular, 2007, p.271 – 288.

HOLANDA, S. B. **Raízes do Brasil**. 25ª ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1993. p. 3 – 40.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – Rio de Janeiro: 2009, p. 112.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – Rio de Janeiro: 2010a, p.53,54 e 60.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População residente, total, urbana total e urbana na sede municipal, em números absolutos e relativos, com indicação da área total e densidade demográfica, segundo os municípios - Paraná – 2010 b**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas\\_pdf/Parana.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/Parana.pdf), acesso em: 10/05/2011.

IEF – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS DE MINAS GERAIS. **Reserva Legal**. Disponível em: [http://www.ief.mg.gov.br/index.php?Itemid=3&id=98&option=com\\_content&task=view](http://www.ief.mg.gov.br/index.php?Itemid=3&id=98&option=com_content&task=view), acesso em: 24/03/2011.

JORDÃO, B.M da S. **A Análise Multicritério na tomada de decisão - O método Analítico Hierárquico de T. L. Saaty, Desenvolvimento do método com recurso à análise de um caso prático explicado ponto a ponto**. Disponível em: [http://prof.santana-e-silva.pt/gestao\\_de\\_empresendimentos/trabalhos\\_alunos/word/Met%20Analitico%20Hierarquico-Caso%20pratico\\_DOC.pdf](http://prof.santana-e-silva.pt/gestao_de_empresendimentos/trabalhos_alunos/word/Met%20Analitico%20Hierarquico-Caso%20pratico_DOC.pdf), acesso em 13/02/2011.

JÚNIOR, A. P. M. **Indicadores ambientais e recursos hídricos**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2007. p. 172 e 180.

JÚNIOR, C. P. **A questão agrária no Brasil**. 5ª ed. São Paulo: Brasiliense, 2000, p. 47-51.

LAL R & STEWART B.A. **Soil processes and water quality**. Boca Raton, Flórida: CRC press LLC, 1994. p. 1 – 89.

LEFF, E. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil, vol. II – Desafios teóricos e políticos**. São Carlos – SP: Rima, 2003, p. 3 – 6.

LEPSCH, F. I; JÚNIOR, R. B; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no Sistema de Capacidade de Uso**. 2ª impressão, Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991, p. 11 – 57.

LITTLE, P. E. **Os conflitos socioambientais: um campo de Estudo e de Ação Política**, Rio de Janeiro: Ed. Garamond, 2001, p. 107 e 108.

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná**. 3ª edição, Curitiba: Imprensa Oficial do Paraná, 2002, p. 251-253.

MACHADO, Carlos Cardoso et al . Comparação de taxas de erosão em estradas florestais estimadas pelo modelo WEPP (Water Erosion Prediction Project) modificado em relação a medições experimentais. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, June 2003. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622003000300004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622003000300004&lng=en&nrm=iso)>. access on 13 Feb. 2011. doi: 10.1590/S0100-67622003000300004.

MACHADO, W & STIPP, N, A, F. Caracterização do manejo de solo na microbacia hidrográfica do ribeirão dos Apertados-PR. **GEOGRAFIA – LONDRINA**, vol. 12, nr. 2, jul/dez. 2003. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6670>, acesso em: 15/07/2011.

MAGALHÃES, J. P. **A evolução do direito ambiental no Brasil**. 2ª ed. São Paulo: Editora Juarez de oliveira, 2002, p. 46 – 67.

MARCOLIN E, MUSSOI V. R, MACEDO S. A. G. J. et al. **Salinidade da água de irrigação da Laguna dos Patos e do rio Mampituba na cultura de arroz irrigado**. Disponível em: [http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/4.2.8\\_Salini.pdf](http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/4.2.8_Salini.pdf). Acesso em: 24/01/2010.

MARENGO, J A. & DIAS P SILVA. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos in: TUNDISI, J. G, REBOUÇAS A. C, BRAGA B. **Águas doces no Brasil - capital ecológico, uso e conservação**. 3ª edição. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 63-109.

MARTINELLI, Luiz Antonio et al . A falsa dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção agropecuária. **Biota Neotrop.**, Campinas, v. 10, n. 4, Dec. 2010 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1676-06032010000400036&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032010000400036&lng=en&nrm=iso)>. access on 04 May 2011. doi: 10.1590/S1676-06032010000400036.

MARTINS, J. S. **Introdução crítica à sociologia rural**. 2ª ed. São Paulo: Hucitec, 1986, p. 200 - 204.

MARTINS, R. C. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil**. São Carlos – SP: Rima, 2001, p.93 - 95.

MARZALL, K; ALMEIDA, J. Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.17, n.1, p.41-59, jan./abr. 2000.

MATOS, A. T. **Poluição ambiental: impactos no meio físico**. Viçosa - MG: Editora UFV, 2010, 260 p.

MAZOYER, Mm & ROUDART, L. **A History of world agriculture**, New York: 2006, Monthly Review Press, p.143 - 169.

MERTEN, G. H. & MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n.4, out/dez. 2002.

MME - MINSITÉRIO DE MINAS E ENERGIA E SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL CPRM – SERIVÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa geodiversidade do Brasil - Escala 1: 2.250.000**. Brasília – DF: 2006, p. 28 e 29.

MINOTI, R. T. & CRESTANA, S. A perda de solo como indicador de vulnerabilidade de bacias hidrográficas in: ESPÍNOLA, E. & WENDLAND, E. **Bacias hidrográficas – diversas abordagens de pesquisa, vol. III**. São Carlos – SP: Rima, 2004, p. 48 - 49.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**, Brasília: Embrapa, 2010, p. 316 – 320.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Implementação da Agenda 21 brasileira (a partir de 2003)**. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=908>. Acesso em: 13/02/2011.

MOTTA, A. C. V. & BARCELLOS M. Fertilidade do Solo e Ciclo de Nutrientes in: Lima, V. C; Lima, M. R e Melo, V. F. **O solo no meio ambiente**. Curitiba – PR: Universidade Federal do Paraná, 2007, p. 99 -110.

MUELLER, C. C. in: LOPES, I. V. FILHO, G. S. B e BILLER, D. **Gestão ambiental no Brasil experiência de sucesso**. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1998, p. 186.

MULLER, J. E. **Agroecologia: a semente da sustentabilidade**. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural, 2009, p. 23,29,45,60.

NETO, M. L. F; SARCINELLI, P. N. Agrotóxicos em água para consumo humano: Uma abordagem de avaliação da legislação brasileira. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, vol. 14 (1), p. 69-78, jan - mar, 2009.

NETTO, A. A. et al. Metais Pesados Provenientes da Atividade Agrícola: Formas, revenção e Controle. In: ESPÍNOLA, E. & WENDLAND, E. **Bacias hidrográficas – diversas abordagens de pesquisa, vol. III**. São Carlos – SP: Editora Rima, 2004, p. 1 – 13.

NEVES, D. P. in FERNANDES B. M; MARQUES M. I. M; SUZUKI J. C. **Geografia agrária teoria e poder**. São Paulo: Expressão Popular, 2007. P.211 – 260.

ODUM, E. P; BARRET, G. W. **Fundamentos de ecologia**. 5ª ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007. p. 405 – 457.

OLIVEIRA, R. C. et al. **Preservação e recuperação das nascentes**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN, 2004. P. 24 – 28.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS, A. **Recent developments on the recognition of safe and clean water and sanitation as a human right**. Disponível em:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/recognition\\_safe\\_clean\\_water/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/recognition_safe_clean_water/en/index.html). Acesso em: 20/06/2011.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. **Water Sanitation Health (WSH)**. Disponível em:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/facts\\_figures/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/facts_figures/en/index.html). Acesso em: 20/06/2011.

OWENS, L.B. Impacts of soil N management on the quality of surface and subsurface water. In: LAL, R. & STEWART, B.A., **Soil processes and water quality**. Advances in soil science, Boca Raton - Flórida, Lewis Publishers, 1994. p.137-162.

PASSOS, M. M. **A raia divisória - Geossistema, paisagem e eco - história, volume 1**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2006, p.27 - 34 e 93 – 107.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. 2ª edição, Belo Horizonte: Editora Fapi, 2008, p. 24.

PEREIRA, M., SANTOS, A., BERGER, R., CHAVES NETO, A.. **POLÍTICAS PARA CONSERVAÇÃO DE ÁREAS VERDES URBANAS PARTICULARES EM CURITIBA – O CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BELÉM. FLORESTA**, América do Norte, 36, jul. 2006. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs-2.2.4/index.php/floresta/article/view/5511/4041>. Acesso em: 10 Fev. 2013.

PIERZYNSKI, G. M, SIMS J. T e VANCE, G. F. **Soils and Environmental Quality**. 2ª ed. Boca Raton –Flórida: CRC press, 2000, p. 01 – 53.

PMA – PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAPONGAS. **Plano diretor municipal**. Disponível em: <http://www.arapongas.pr.gov.br/plano.php>, acesso em 10/03/2011.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. **Na América Latina, melhorar água dá lucro**. Disponível em:  
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:FzMi3X8lBy8J:www.pnud.org.br/saneamento/reportagens/index.php%3Fid01%3D322%26lay%3Dsan+brasil+ca+da+1+dolar+gasto+com+saneamento&cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br&source=www.google.com.br>. Acesso em: 24/06/2011.

POMPEU, C. T. **Direito de água no Brasil**. , Editora Revista dos Tribunais, São Paulo: 2006, p. 286, 350, 357, 399.

PORTO, Monica F. A.; PORTO, Rubem La Laina. Gestão de bacias hidrográficas. **Estud. av.**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008 . Available from  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010340142008000200004&](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142008000200004&)

Ing=en&nrm=iso>. access on 13 Feb. 2011. doi: 10.1590/S0103-40142008000200004.

PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 313 - 316.

PRIMAVESI, A. **Agroecologia – ecosfera, tecnosfera e agricultura**. São Paulo: Nobel, 1997, p.137 – 144.

PNUD – Programa das nações Unidas para o Desenvolvimento. **Brasil sobe quatro posições no novo IDH; avanço é o mais expressivo de 2009 a 2010**. Disponível em:

[http://www.pnud.org.br/pobreza\\_desigualdade/reportagens/index.php?id01=3596&lay=pde](http://www.pnud.org.br/pobreza_desigualdade/reportagens/index.php?id01=3596&lay=pde), acesso em: 26/02/2011.

PRUSKI, F. F. **Conservação do solo e da água – Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica**. Viçosa: Editora UFV, 2006, p. 13-67.

RAMALHO, J.G.P.; SOBRINHO, N.M.B.A.; VELLOSO, A.C.X.; Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos - **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.35, n 7, p-1289-1303, jul 2000.

RAMOS JÚNIOR, D. P.& DA SILVEIRA, E. D. Globalização multicultural, direitos universais humanos e socioambientais - **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba,v. 2, n.1, p.11 a 35, jan/jun 2011.

REBOUCAS, Aldo da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estud. av.**, São Paulo, v. 11, n. 29, Apr. 1997. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40141997000100007&Ing=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141997000100007&Ing=en&nrm=iso)>. Acesso em: 30 Julho de 2011. doi: 10.1590/S0103-40141997000100007.

REBOUÇAS A. C, TUNDISI, J. G, BRAGA B. **Águas doces no Brasil - capital ecológico, uso e conservação**. 3ª edição. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 20 – 25.

REGO, R. L; MENEGUETTI, K. S. O território e a paisagem: a formação da rede de cidades no norte do Paraná e a construção da forma urbana. *Paisagem ambiente*, São Paulo, n. 25, 2008 . Disponível em

<[http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-60982008000100003&Ing=pt&nrm=iso](http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-60982008000100003&Ing=pt&nrm=iso)>. acessos em 27 abr. 2011.

REY, L. Um século de experiência no controle da ancilostomíase. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba, v. 34, n. 1, Feb. 2001 . Available from

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0037-86822001000100010&Ing=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0037-86822001000100010&Ing=en&nrm=iso)>. Acesso em: 24/06/2011. doi: 10.1590/S0037-86822001000100010.

ROMANO, P. A. Lei dos Recursos Hídricos. **Bio**, IX, (4): 14-22, set./dez. 1997.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. **Revista do Departamento Geografia da USP**, São Paulo, n.8, p. 63 - 74, 1994.

RÜEGG, E. F. et al, **O Impacto dos agrotóxicos sobre o meio ambiente, a saúde e a sociedade**. São Paulo: Editora Cone, 1986, p. 45 – 84.

SALEMI, L. F. **As Estradas rurais e a erosão do solo**. Disponível em: <http://www.cnpqgl.embrapa.br/monitores/node/144>, acesso em: 13/02/2011.

SANDRONI, P. **Dicionário de Economia**. 5ª edição, São Paulo: Editora Best Seller, 1989, p. 254 e 267.

SANTOS, M; SILVEIRA, M. L. **O Brasil território e sociedade no início do século XXI**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2000, p. 130 – 202.

SANTOS, A. R. **Metodologia científica a construção do conhecimento**: 6ª edição, Rio de Janeiro: DP&A, 2004, p. 21 – 127.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Legislação ambiental atualizada**. Disponível em: <http://www.sema.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=651>, acesso em: 22/03/2011.

SEIXAS, Jair; ROLOFF, Gláucio; RALISCH, Ricardo. Tráfego de máquinas e enraizamento do milho em plantio direto. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, Aug. 2005. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782005000400007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000400007&lng=en&nrm=iso)>. access on 16 Feb. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782005000400007.

SEWELL, G. H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo, EDUSP, 1978, p. 68-83.

SIQUEIRA, C. F. A. & NOGUEIRA, J. M. **O novo Código Florestal e a reserva legal: do preservacionismo desumano ao conservacionismo politicamente correto**. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/12/08O387.pdf>, acesso em 10/03/2011.

SILVA, J. G. da, et al. **Estrutura agrária e produção de subsistência na agricultura brasileira**. 2ª ed. São Paulo: Hucitec, 1980, p. 13-26.

SILVA, J. G. Velhos e novos mitos do rural brasileiro. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.15 (43), set./out. p. 37-50, 2001.

SILVA, G. E. N. **Direito ambiental internacional – meio ambiente, desenvolvimento sustentável e os desafios da nova ordem mundial**. 2º ed. Rio de Janeiro: Ed. Thex, 2002, p. 29 – 48.

SILVA, A. M; SCHULZ, H. E; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentação em Bacias Hidrográficas**. São Carlos – SP: Rima, 2003, p. 21 – 97.

SILVA, F. G. B. & CRESTANA, S. Reunião de Modelos e Formulações para a Análise de Erosão de Solos em Bacias Hidrográficas Voltados ao Planejamento Ambiental in: ESPÍNOLA, E. & WENDLAND, E. **Bacias Hidrográficas – Diversas Abordagens de Pesquisa, vol. 3**. São Carlos – SP: Rima, 2004, p. 55 – 57.

SILVA, J. M. et al . Agrotóxico e trabalho: uma combinação perigosa para a saúde do trabalhador rural. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, Dec. 2005. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232005000400013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232005000400013&lng=en&nrm=iso)>. access on 08 Sept. 2010. doi:10.1590/S1413-81232005000400013.

SIRTORI, A. E. O Solo na Paisagem, in: Lima, V. C; Lima, M. R e Melo, V. F. **O Solo no Meio Ambiente**. Curitiba: Editora Universidade Federal do Paraná, 2007, p. 89 – 98.

SKORUPA, L. A. **Áreas de Preservação Permanente e Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em:

[http://cediap.ourinhos.unesp.br/material/apps\\_e\\_desenvolvimento\\_sustentavel\\_-\\_embrapa.pdf](http://cediap.ourinhos.unesp.br/material/apps_e_desenvolvimento_sustentavel_-_embrapa.pdf), acesso em: 15/03/2011.

SOARES, F. S; MEDRI, M. E; SHIBATTA, O. A; PIMENTA, J. A. **A bacia do rio Tibagi**. Londrina: UEL, 2002, p. 73 – 75.

SOARES, W.L & PORTO, M. F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. **Ciência & Saúde**. vol. 12. (1), Rio de Janeiro - RJ, p. 131 - 143, jan - mar, 2007.

SBPC - SOCIEDADE BRASILEIRA PARA PROGRESSO DA CIÊNCIA. **O Código Florestal e a Ciência: contribuição para o diálogo**. São Paulo: SBPC, 2011, p. 9 - 20.

SOUZA, N. V. **Pioneiros de Arapongas, vol. 1**. Apucarana: Gráfica Diocesana, 1996, p. 171 – 173.

SOUZA, N. V. **Exortação a Arapongas**. Arapongas: Aleluia , 2000, 2 ed. p.13

SOUTO, Adriano R.; RALISCH, Ricardo. Índice de qualidade ambiental suinícola (IQAS): Aspectos conceituais e metodológicos e aplicação. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 11, n. 4, Aug. 2007. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662007000400015&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662007000400015&lng=en&nrm=iso)>. access on 05 Jan. 2011. doi: 10.1590/S1415-43662007000400015.

SUDERHSA, Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento atual Instituto Águas do Paraná. **IQA – Índice de Qualidade da Água da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados em: 09/06/2002, 12/12/2002, 12/05/2003 e 11/08/2003**.

TAKEDA, Ikuo; FUKUSHIMA, Akira; SOMURA, Hiroaki. Long-term trends in water quality in an under-populated watershed and influence of precipitation. **Journal of Water and Environment Technology**, Japan, Vol. 7, No. 4, out, 2009, pg. 293-306.

TELLES, D. D & Domingues, Água na agricultura e pecuária in: TUNDISI, J. G, REBOUÇAS A. C, BRAGA B. **Águas doces no Brasil - capital ecológico, uso e conservação**. 3ª edição. São Paulo: Escrituras, 2006, p.325-365.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TSCHIEDEL, M. & FERREIRA M. F. Introdução à agricultura de precisão: Conceitos e vantagens, **Ciência Rural**, Santa Maria - RS, v.32, n.1, p.159-163, 2002.

TUCCI, C.E.M. **Gestão da água no Brasil**: Brasília - DF: UNESCO, 2003. p.46 - 55.

TUCCI, C. E. M. Drenagem Urbana. **Cienc. Cult.** , São Paulo, v 55, n. 4, dezembro de 2003. Disponível a partir de acesso em 10 de fevereiro de 2013.

UN – United Nations. **International year of freshwater 2003**. Disponível em:<http://www.un.org/events/water/brochure.htm>, acesso em: 15/08/2011.

URBAN, T. et al. **Manual para elaboração de plano de manejo de gestão de bacia de manancial**. Curitiba: SANEPAR, 1999, 184p.

VAN BELLEN, **Indicadores de Sustentabilidade – Uma Análise Comparativa**. 2ª ed; Rio de Janeiro: FGV, 2006, p. 86 – 87 e 167 – 194.

VEIGA, J. E. in: TRIGUEIRO, A. J. **Meio ambiente no século 21**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003, p.183-197.

VEIGA, M. M. Agrotóxicos: eficiência econômica e injustiça socioambiental. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, Mar. 2007 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232007000100017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232007000100017&lng=en&nrm=iso)>. access on 10 May 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232007000100017>.

VEZZANI, F. M & MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, 33, n. 4: 743 - 755, 2009.

VIEIRA, R. E. **Democracia e os novos direitos socioambientais no Brasil: Uma análise do papel do socioambientalismo na construção da democracia participativa brasileira**. Disponível em: [http://www.administradores.com.br/\\_resources/files/\\_modules/academics/academics\\_780\\_20100228182530f99c.pdf](http://www.administradores.com.br/_resources/files/_modules/academics/academics_780_20100228182530f99c.pdf). Acesso em: 24/01/2012.

VITA, S. A. S, **Práticas conservacionistas para manejo de bacia hidrográfica**. Disponível em:

[http://www.epamig.br/index.php?searchword=praticas+conservacio&option=com\\_search&Itemid=](http://www.epamig.br/index.php?searchword=praticas+conservacio&option=com_search&Itemid=). Acesso em: 21/02/2011.

VITE, A. C; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2004, p. 184 – 185.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e tratamento de esgotos**. 3ª edição, Belo Horizonte: UFMG, 2005, p. 47 - 49 e 225 - 226.

WARREN, I. S. in: GUIVANT, J. S. **Meio ambiente, desenvolvimento e cidadania - desafios para Ciências Sociais**, São Paulo: Cortez, 1995, p. 161.

## APÊNDICE

APENDICE A

Questionário aplicado junto aos produtores da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Apertados

Nome:

Fone:

Endereço Residencial:

Nome da fazenda na bacia dos Apertados:

1. Classe agrícola econômica:

2. Existe nascente na propriedade

( ) não ( ) sim, quantas \_\_\_\_\_

3. Existe córrego, rio ou represa na propriedade

( ) não ( ) sim, quantas \_\_\_\_\_

3.1 Se existe mata ciliar, está conservada segundo a legislação?

( ) não, qual o problema \_\_\_\_\_ ( ) sim

4. Existem instalações animais na propriedade

( ) sim, comente brevemente as suas características e se existe animais confinados, o que é feito com o esterco.

---

---

---

---

( ) não

5. O que é feito com o lixo residencial?

---

---

---

6. O que é feito com as embalagens de agrotóxicos?

---

---

---

7. Qual o tamanho da propriedade?

---

8. Qual o tamanho da área plantada na última safra?

---

9. Nas últimas 6 safras qual foi o histórico de produção (descrever se houve rotação de culturas e percentuais aproximados de cada produto plantado.

---

---

---

---

---

---

10. Quem decide quais operações serão feitas, como e quando? Semeadura, pulverização e colheita.

---

---

---

11. Quais operações são feitas com máquina própria ou contratada?

---

---

---

12. Na sua opinião existe compactação do solo, se sim porque?

---

---

---

13. Existe algum tipo de terraceamento ou prática conservacionista?

---

---

14. Nos últimos anos tem constatado erosão?

( ) não ( ) pouca ( ) média ( ) muita

Algumas sugestões para o melhoramento desse questionário

Comprimento da rampa:

Cota baixa:

Cota alta:

Direção da encosta:

Coordenadas: