

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO

STEPHANIE IRIS GRACIANO PINTO

**A adoção da abordagem de empreendimentos para a gestão ambiental de
cidades: estudo de caso Bacia do Córrego Jararaca**

São Carlos
2010

STEPHANIE IRIS GRACIANO PINTO

**A adoção da abordagem de empreendimentos para a gestão ambiental de cidades:
estudo de caso Bacia do Córrego Jararaca**

Trabalho de Graduação apresentado à Escola
de Engenharia de São Carlos da Universidade
de São Paulo para conclusão do curso de
Engenharia Ambiental.

Área de Concentração: Gestão Ambiental
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Montañó

São Carlos
2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

P659a Pinto, Stephanie Iris Graciano
A adoção da abordagem de empreendimentos para gestão ambiental de cidades : estudo de caso Bacia do Córrego Jararaca / Stephanie Iris Graciano Pinto ; orientador Marcelo Montañó. -- São Carlos, 2010.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

1. Gestão ambiental urbana. 2. Planejamento ambiental urbano. 3. Avaliação de impacto ambiental. 4. Licenciamento ambiental. 5. Impacto ambiental urbano. I. Título.

A Maria dos Anjos, minha mãe, por me apoiar sempre na realização de meus sonhos, me ensinar valores humanos, ser muito boa e compreensiva, por ter sempre as palavras certas nos momentos de aflição e por possuir a risada mais contagiante deste mundo.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Marcelo Montaña pelo apoio, orientação, paciência e pela ajuda a enxergar alguns problemas por uma perspectiva diferente.

Aos meus amigos que me acompanharam nas visitas a campo: Amanda, Pétala, Gabis, Ju, Mari Guardia, Yugo e Muringa.

Às companheiras de tema de pesquisa, Vanessa e Amanda, pela oportunidade de discussão e pelo companheirismo.

À Escola de Engenharia de São Carlos, pela oportunidade de realização do curso de Engenharia Ambiental.

À minha mãe, por tornar o sonho de graduação na Universidade de São Paulo possível.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela concessão da bolsa de iniciação científica e pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

E, principalmente, a Deus pela grande oportunidade de aprender com esta vida.

“Você aprende fazendo, não existe outro jeito”

John Holt

RESUMO

PINTO, S. I. G. A adoção da abordagem de empreendimentos para a gestão ambiental de cidades: estudo de caso Bacia do Córrego Jararaca. 2010. 72 f. Trabalho de Graduação – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

A gestão ambiental de cidades raramente alcança os padrões ambientais desejáveis. Dentre os motivos, a ineficiência dos procedimentos de licenciamento ambiental aplicados às cidades e o caráter meramente instrumental associado ao planejamento urbano atual, merecem destaque. Baseado nisto, a presente pesquisa teve o objetivo de analisar a viabilidade da adoção de abordagem similar à de empreendimentos potencialmente geradores de impactos negativos, para o planejamento e gestão ambiental urbanos. A fim de que a questão ambiental receba maior importância na tomada de decisões, principalmente aquelas relacionadas ao desenvolvimento, diminuindo a extensão dos impactos ambientais inerentes às atividades humanas e garantindo um mundo mais sadio às próximas gerações. Para isto, foi feito um estudo de caso aplicado a Bacia Hidrográfica do Córrego do Jararaca, situada no município de São Carlos (SP). Em tal abordagem a necessidade de renovação de uma licença ou autorização, obrigatória ao funcionamento da atividade, resulta na conservação da qualidade ambiental pré-afixada por órgãos ambientais, consumidores ou certificações em geral. A parte teórica tratou, em sua maior parte, do levantamento de informações para compreensão do funcionamento do processo de gestão e planejamento urbano, e de pesquisa bibliográfica sobre os principais impactos ambientais decorrentes da urbanização e seus equipamentos. Nas atividades em campo, percorreu-se a área urbanizada da bacia em estudo, investigando possíveis impactos ambientais deflagrados pelos equipamentos urbanos, documentando-os fotograficamente. Realizado o levantamento de dados, construíram-se uma matriz de impactos, descrevendo-os quanto ao aspecto ambiental, ao fator ambiental impactado e ao equipamento ou dispositivo urbano que o deflagrou; e uma matriz para caracterização destas situações identificadas em relação a ocorrência, fonte, ordem, escala espacial, desencadeamento, cumulatividade, magnitude, estado evolutivo, temporalidade e reversibilidade. Foram realizadas também pesquisas documentais e levantamento de mapas relacionados à área de estudo sobre arquivos de órgãos públicos. Os resultados das pesquisas mostraram que os impactos ambientais encontrados refletem a evolução de sua urbanização, demonstrando a real inexistência de gestão ambiental eficiente na bacia em estudo, revelando a aplicabilidade de diferentes abordagens de gestão. Nesta lógica, a abordagem de empreendimentos foi avaliada como cabível, dado à observação de obediência à padrões ambientais urbanos em loteamentos particulares, ilustrando que com certa cobrança os padrões serão atendidos.

Palavras-chave: Gestão Ambiental Urbana, Planejamento Ambiental Urbano, Avaliação de Impacto Ambiental, Licenciamento Ambiental, Equipamentos Urbanos, Impacto Ambiental Urbano.

ABSTRACT

PINTO, S. I. G. **The adoption of enterprises approach for environmental management of cities: case study of Jararaca Stream Basin.** 2010. 72 f. Graduation Work – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

The environmental management of cities rarely reaches the desired environmental standards. Among the reasons, the inefficiency of the environmental licensing procedures applied to cities and the purely instrumental character associated with the current urban planning are the most noteworthy. Based on this, this study aims to examine the feasibility of adopting a similar approach of enterprises which have potential to generate negative impacts for urban environmental planning and management. In order that environmental issues receive greater importance in making decisions, especially those related to development, reducing the extent of environmental impacts related to human activities and ensuring a healthier world for future generations. For this, it was made a case study applied to Jararaca Stream Basin, located in São Carlos (SP). In this approach, the need for renewal of a license or permit, which is required for the operation of the activity, results in the preservation of environmental quality required by environmental agencies, consumers, or certifications in general. The theoretical of this paper part consisted mainly of the collection of information for understanding the operation of the process of urban planning and management, and research about the main environmental impacts of urbanization and their elements. In the field activities, the urbanized area of the basin under study was walked through, investigating possible environmental impacts triggered by urban elements, photographically documenting them. After performed data collection, they were constructed: a matrix of impacts, describing them through the environmental aspect, the environmental factor impacted and urban element that triggered it; and an array to characterize these situations identified for the occurrence, source, order, spatial scale, generator, cumulative nature, magnitude, evolutionary status, temporality, and reversibility. It was also carried out research about documents and maps relating to the area of study on public agencies. Research results showed that environmental impacts found reflect the evolution of urbanization, which shows the real lack of efficient environmental management in the basin under study, showing the applicability of different management approaches. Following this logic, the enterprises approach was evaluated as appropriate, given the observation of obedience to urban environmental standards in private housing developments, illustrating that with some pressure, the standards will be met.

Key words: Urban Environmental Management, Urban Environmental Planning, Environmental Impact Assessment, Licensing Process, Urban Elements, Urban Environmental Impact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Impactos ambientais mais frequentes em municípios com urbanizações diferentes. Baseado em Barcellos et al, 2006.	28
Figura 2 – Dinâmica Energética do Ecossistema Hídrico em uma Bacia Hidrográfica Natural. (Fonte: Rutkowski e Santos (1998).....	30
Figura 3 - Dinâmica Energética do Ecossistema Hídrico em uma Bacia Ambiental. (Fonte: Rutkowski e Santos (1998).	30
Figura 4 - Fases do Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo (Fonte: Cetesb, 2006).	34
Figura 5 - Principais aspectos ambientais a serem observados e controlados pela atividade/empreendimento (Fonte: CETESB, 2006).....	35
Figura 6 - Localização do município de São Carlos (Fonte: www.saocarlos.usp.br , consultado em 21/11/2010) 38	38
Figura 7 - Localização da Bacia do Córrego Jararaca no município de São Carlos. Fonte: Montaña e Fontes, 2008a.	42
Figura 8 - Contorno da área, interna à Bacia, que foi percorrida neste trabalho.....	42
Figura 9 - Imagem de satélite da bacia do Córrego Jararaca. Satélite ALOS, setembro de 2007.	43
Figura 10 - Impacto 1 – perda de solo em um dos taludes laterais da pista.....	49
Figura 11 - Impacto 2 – perda de solo e acúmulo de sedimentos em bacia de contenção.....	51
Figura 12 - Impacto 3 – perda de solo nas paredes laterais de canal de drenagem pluvial.....	52
Figura 13 - Impacto 4 – perda de solo na entrada de bueiro para drenagem pluvial.....	54
Figura 14 - Impacto 5 – poluição de recurso hídrico pela deposição inadequada de resíduos sólidos.....	55
Figura 15 - Impacto 6 – perda de solo em talude de canal de drenagem pluvial	57
Figura 16 - Impacto 7	58
Figura 17 - Impacto 8 – perda de solo na entrada de bueiro.....	60
Figura 18 - Impacto 9 – poluição de solo e recurso hídrico por disposição inadequada de resíduos sólidos	61
Figura 19 - Impacto 10 – poluição de solo e recurso hídrico por disposição inadequada de resíduos sólidos.....	62
Figura 20 - Impacto 11 – poluição de solo e recurso hídrico por disposição inadequada de esgoto doméstico	64
Figura 21 - Mapa produzido no software Idrisi Andes	71
Figura 22 – Localização Geográfica dos Impactos Ambientais Identificados.....	73
Figura 23 - Tabela de dados associada ao georreferenciamento.....	73

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	20
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1	PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAIS	21
3.2	IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS	25
3.3	OUTRAS ABORDAGENS	29
3.4	AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL E LICENCIAMENTO AMBIENTAL	31
4	MATERIAIS E MÉTODOS	37
4.1	ESTUDO DE CASO: A BACIA DO CÓRREGO JARARACA.	38
4.2	IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS	45
4.3	SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	47
5	RESULTADOS	49
5.1	IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS	49
5.2	SÍNTESE DOS RESULTADOS	66
5.3	LOCALIZAÇÃO DAS SITUAÇÕES IDENTIFICADAS POR MEIO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	71
6	CONCLUSÃO	74
	REFERÊNCIAS	77

1 Introdução

Diversos enfoques têm sido apresentados para a incorporação da variável ambiental no planejamento e gestão das cidades. Normalmente, dentre as análises focadas no planejamento urbano, destacam-se problemas de natureza político-administrativa, que retificam o entendimento das cidades como produtos do arranjo político submetido às indicações do mercado, mantendo-se passivas diante das vontades dos grupos dominantes que são, por sua natureza, distanciadas do caráter público, coletivo, representado pelas questões ambientais. Como demonstra Marcondes (1999), essa realidade é especial e cruelmente verificada em áreas com restrições de uso, como as regiões de mananciais de abastecimento público.

Sob a mesma lógica, aponta-se a ampliação do passivo ambiental como um dos pontos a serem eliminados – para Sánchez (2001), este conceito está associado ao acúmulo de danos ambientais que devem ser reparados a fim de que seja mantida a qualidade ambiental de um determinado local. Macedo (1994) entende que os passivos ambientais constituem-se, genericamente, nos processos e efeitos adversos, permanentes ou temporários, decorrentes do uso e da ocupação do solo realizados de maneira incorreta.

O desenvolvimento das cidades impõe aos planejadores e gestores que observem certas limitações relacionadas à intensidade das alterações a serem impostas sobre os meios físico e biótico, no sentido de alcançar a qualidade ambiental requerida pela sociedade. Trata-se de reconhecer e admitir como válida a concepção da cidade – ou partes dela – como um sistema dinâmico que se inter-relaciona com outros sistemas, que têm sua base material de sustentação mantida por diferentes fluxos de matéria e energia.

Já a gestão ambiental aplicada às cidades, tradicionalmente, tem se caracterizado por um enfrentamento na esfera decisória que faz prevalecer a sobreposição dos interesses “urbanísticos”, de caráter estrutural, aos interesses classificados como “ambientais”. Trata-se, claramente, de um embate que envolve diferentes motivações em torno da manutenção de

estruturas de poder e que, de certo modo, revela uma grande incompreensão acerca do processo de planejamento e gestão urbanos focado nas questões ambientais, bem como das atribuições dos diferentes atores que o compõem.

Como bem aponta Fernandes (2004), as décadas de urbanização intensiva transformaram as cidades brasileiras em “poluídas, caras, ineficientes, injustas e ilegais”. Segundo sua concepção, a ação dos administradores públicos e dos chamados operadores do Direito (em especial os juízes e promotores públicos) tem contribuído diretamente para a formação e o acirramento de conflitos entre valores ambientais e valores sociais, o que provoca uma fragmentação ainda maior na ação das agências públicas, caracterizada “pela falta de diálogo, por várias formas de intolerância e por um vazio de decisões”. Como consequência, reforçam-se as práticas de ilegalidade e os processos de degradação ambiental, muitos dos quais provocados diretamente pelo poder público.

Montaño e Souza (2009) propõem uma abordagem focada no inter-relacionamento da cidade com o sistema ambiental, amparada no viés técnico, a ser aplicada ao planejamento e gestão de um conjunto de atividades inerentes à dinâmica de formação e sustentação do “tecido urbano”. Tais atividades estão associadas ao que será referido ao longo do presente trabalho como equipamentos urbanos, numa interpretação mais específica do que aquela praticada pelas disciplinas ligadas às correntes dominantes do urbanismo. Considerando-se como equipamentos urbanos tanto empreendimentos, quanto atividades e serviços.

Metodologicamente, a adoção da abordagem de empreendimentos para a cidade se desenvolve a partir de uma caracterização sucinta dos diferentes fluxos de matéria e energia vinculados ao seu desenvolvimento, com especial atenção aos equipamentos urbanos que apresentam maior relação com a geração de impactos ambientais negativos ao longo de sua vida útil, conforme amplamente difundido no meio técnico-acadêmico. Tal procedimento permite a identificação das atividades ou operações realizadas ao longo de sua vida útil de

cada equipamento listado, que se relacionam com a geração de impactos ambientais negativos sobre os meios físico e biótico. A partir daí, o planejamento das cidades tem condições de levar em conta uma análise de viabilidade ambiental previamente à sua instalação. A gestão ambiental das cidades, nesse sentido, passaria a ser orientada por um conjunto de objetivos, estabelecidos em torno da manutenção de um determinado desempenho ambiental destes equipamentos.

A presente pesquisa verificou a necessidade ou não desta abordagem de empreendimento para o licenciamento ambiental de equipamentos urbanos, na qual a necessidade de renovação de algum tipo de licença ambiental ou incentivo em aquisição de possíveis certificações de município verde ou sustentável, por exemplo, venha a induzir o comprometimento público em cumprir o plano de gestão urbana.

2 Objetivos

O presente projeto tem como objetivo geral avaliar em que medida a adoção de uma nova abordagem no planejamento e gestão ambiental das cidades, similar ao que se verifica no caso de empreendimentos com potencial de geração de impactos negativos, pode contribuir para a gestão ambiental de cidades. Apresentando, especificamente, os seguintes objetivos:

- Identificação de impactos ambientais e posterior associação deste aos equipamentos/empreendimentos urbanos adotados como referência, para a área de estudo;
- Verificação da compatibilidade entre os equipamentos e empreendimentos implantados na área de estudo e seus requisitos ambientais estabelecidos formalmente, por meio de um estudo de caso;
- Verificação das possibilidades de adoção de instrumentos de gestão ambiental aplicados a empresas, no sentido de adequar o desempenho ambiental das cidades;

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Planejamento e Gestão Ambientais

Segundo Franco (2008) os problemas urbanos, inclusive os ambientais, têm origem no nascimento das cidades e de como elas se tornaram o que vemos hoje. Os autores precursores do planejamento são do início do século XIX e apesar de vivenciarem o auge da primeira revolução industrial, já previam as consequências do que estava acontecendo: o distanciamento da natureza, a escassez dos recursos naturais, a poluição, os problemas sociais urbanos, dentre muitos outros. A cidade desde muito cedo é manipulada pelos interesses da especulação imobiliária e financeira, os quais infringem as leis sem se importar com os aspectos ambientais.

As três últimas décadas estão relacionadas a um aumento dramático de competição por terras, água, recursos energéticos e biológicos, que gerou a necessidade de organizar o uso da terra, de compatibilizar esse uso com a proteção de ambientes ameaçados e de melhorar a qualidade de vida das populações. O planejamento ambiental surge como uma resposta adversa ao desenvolvimento tecnológico, puramente materialista, buscando o desenvolvimento como um estado de bem-estar humano, ao invés de um estado de economia nacional (SANTOS, 2004).

A Agenda 21, em seu cap. 7, prescreve a necessidade do planejamento ambiental, afirmando que a redução da pobreza urbana só será possível mediante o planejamento e a administração do uso sustentável do solo. Este documento aconselha os países a fazerem um levantamento de seus recursos de solo e classificá-los de acordo com seu uso mais adequado, ressaltando que, áreas ambientais frágeis ou sujeitas a catástrofes, devem ser identificadas para medidas especiais de proteção (FRANCO, 2008).

Os países devem, segundo a Agenda 21, desenvolver uma “cultura de segurança” através da educação pública. Portanto, o Planejamento Ambiental antecipando a ocorrência de desastres, deve incluir a pesquisa sobre os riscos de determinados tipos de habitações, de indústrias, de despejo de lixo tóxico e outras atividades, além da criação de um organismo mundial de especialistas de emergência. O documento chama a atenção para as atividades sustentáveis no ramo da indústria da construção dizendo que, ao mesmo tempo em que o setor de construção pode ajudar a alcançar muitos objetivos na área da habitação, incluindo abrigo, infraestrutura e emprego, elas podem esgotar recursos naturais, degradar ecozonas frágeis, causar a poluição química e prejudicar a saúde humana com o uso de materiais de construção perigosos, evidenciando o conflito entre desenvolvimento econômico e conservação (FRANCO, *op. cit.*).

Ainda segundo Franco (*op. cit.*), o conceito de desenvolvimento sustentável surgiu da Estratégia Mundial para a Conservação (World Conservation Strategy) lançada pela União Mundial para a Conservação (IUCN) e pelo Fundo Mundial para a Conservação (WWF), apoiados pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), embora já tivesse aparecido com o nome de “ecodesenvolvimento” na Reunião de Founex em 1971. A Estratégia Mundial propunha uma harmonização entre o desenvolvimento socioeconômico com a conservação do meio-ambiente, com ênfase na preservação dos ecossistemas naturais e na diversidade genética, para a utilização racional dos recursos naturais. De acordo com Santos (2004), o planejamento ambiental vem como uma solução a conflitos que possam ocorrer entre as metas da conservação ambiental e do planejamento tecnológico.

No entanto, há um descompasso entre a proposta e a prática do planejamento. Não ocorrendo um elevado grau de interdisciplinaridade com integração de informações e descentralização com participação efetiva da população, não representando o ideário a que se propõe (SANTOS, 2004).

O planejamento ambiental pode se apresentar sob diferentes formas de expressão. A escolha de um determinado instrumento deve ocorrer em função dos objetivos, objeto e tema central focados. Em diversos casos, trabalhos como Zoneamento, Estudo de Impacto Ambiental, Planos de Bacias Hidrográficas, Planos Diretores Ambientais, Planos de Manejo ou Áreas de Proteção Ambiental, entre outros, são apresentados como sinônimos de planejamento ambiental. Essas formas deveriam, na realidade, ser chamadas de instrumentos do planejamento ambiental, se atuam sobre o meio ambiente e atividades produtivas ou se atuam como caminho e recurso dirigidos a alcançar objetivos e metas específicos, e, ainda, se estão baseados em sua função ou utilidade e observam as formalidades e limites de suas atribuições particulares (SANTOS, 2004).

Cada vez mais os municípios brasileiros têm apresentado seus planos diretores como instrumentos de planejamento ambiental que orientam a atuação do poder público e da comunidade em suas atividades, levando à formulação de políticas públicas. O Plano Diretor é o instrumento básico para uma política de desenvolvimento e garantia de qualidade de vida do município. Destaca-se por focar as comunidades humanas, o uso e a ocupação da terra, os processos da economia e provisão da infraestrutura (SANTOS, 2004).

O Plano Diretor Municipal é obrigatório em municípios com mais de vinte mil habitantes, sendo o resultado de uma elaborada cadeia normativa em que todos os aspectos do uso do solo devem ser considerados, desde os de segurança nacional até os de mera conveniência da população de bairros, avenidas e ruas. Deve-se orientar pelo Estatuto da Cidade, que apresenta como conteúdo um complexo de normas legais, abrangendo o desenvolvimento econômico-social, o meio ambiente e o uso e ocupação do solo, projetados para um determinado período, para a vida municipal. Sendo um processo longo para aprovação, uma vez lei, obriga o município e os órgãos públicos federais, estaduais e metropolitanos à sua observância, assim como aos particulares (MATTOS *et al*, 2002).

De acordo com Santos (2004), planejamento ambiental tem sido muitas vezes entendido erroneamente como gerenciamento ambiental, que se relaciona ao momento interativo de uma proposta de ordenamento, na qual o planejamento ambiental predomina nas primeiras fases do projeto. Já o gerenciamento figura nas fases posteriores do ordenamento, ligadas à aplicação, administração, controle e monitoramento das alternativas propostas pelo planejamento. O mesmo se dá com a gestão ambiental, algumas vezes entendida como o planejamento, outras como gerenciamento, e outras como a soma de ambos. Quando na verdade, a gestão ambiental é a integração entre o planejamento, o gerenciamento e a política ambiental. Sendo o planejamento ambiental o estudo que visa à adequação do uso, controle e proteção ao ambiente, além do atendimento das aspirações sociais e governamentais expressas ou não em uma política ambiental.

Os instrumentos de gestão ambiental urbana apresentam quatro formatos distintos: os normativos, que incluem as legislações de uso e ocupação do solo, a regulamentação de padrões de emissão de poluentes nos seus diversos estados (líquido, sólido e gasoso), dentre outros; os de fiscalização e controle das atividades para que garantam conformidade às normas vigentes; os preventivos caracterizados pela delimitação de espaços territoriais protegidos e com funcionalidades específicas (parques e praças), pelas avaliações de impacto ambiental; e os corretivos, que se constituem nas intervenções diretas de implantação e manutenção de infraestrutura de saneamento, plantio de árvores, formação de praças, canteiros e jardins, obras de manutenção, serviço de coleta de resíduos, entre outros (RIBEIRO; VARGAS, 2001).

Segundo Carvalho (2000), estes instrumentos têm como objetivo orientar a expansão urbana, horizontal e vertical, proteger os recursos naturais e instrumentalizar a administração municipal e indutores dos investimentos públicos e privados. O corpo básico de leis que constituem a regulamentação urbana é:

- Lei do Perímetro Urbano;
- Legislação sobre Parcelamento do Solo (Federal, Estadual e Municipal);
- Legislação sobre Patrimônio Cultural - Áreas e Prédios - (Federal, Estadual e Municipal (complementar));
- Lei de Zoneamento - ou de uso e ocupação do solo (Municipal);
- Legislação sobre o Meio Ambiente (Federal, Estadual e Municipal (complementar));
- Código de Posturas (Municipal; Código Sanitário (Estadual e Municipal)).

No entanto, segundo Ribeiro e Vargas (2001), esse instrumental tradicional tem tido sua eficácia restringida, de um lado devido à impossibilidade de se implementarem todas as ações necessárias diante da escassez de recursos financeiros, humanos e técnicos; de outro lado, por conta de obstáculos criados por grupos sociais ou indivíduos que atuam de forma contrária aos resultados satisfatórios em termos de qualidade ambiental. Essa atuação não cooperativa deve-se a existência de interesses de diversas ordens, antagônicos aos do gestor ou ao desconhecimento generalizado sobre o problema, levando, portanto, ao imobilismo e à dificuldade de realização dos objetivos almejados. Sendo os interesses conflitantes econômicos, sociais ou mesmo culturais e ambientais.

Carvalho (2000) levanta a questão para a criação de novos instrumentos de gestão urbana sem “regulamentação, complementação e suplementação” dos existentes, compreendendo apenas possibilidades de gestão mais gerais, sem teor imperativo em sua aplicação e penas ao descumprimento das leis.

3.2 Impactos Ambientais Urbanos

As cidades podem ser descritas, fundamentalmente, como sistemas biológicos que dependem de sua região, tendo seu processo metabólico envolvendo energia, água e materiais entrando na cidade e resíduos saindo. Por concentrar pessoas e produção de bens, as cidades

concentram demandas por água fresca e recursos naturais – e inevitavelmente concentra geração de resíduos. À medida que a população cresce, isso pode, e frequentemente assim o é, ter um largo impacto ambiental (Newman, 2006).

O assoreamento de um corpo d'água, por exemplo, pode ser entendido como a obstrução do corpo (baía, lagoa, rio, etc.) pelo acúmulo de substâncias minerais (areia, argila, etc.) ou orgânicas (lodo) o que reduz a profundidade e a velocidade de sua correnteza. Como consequências, podem ocorrer dificuldades no tráfego de embarcações, redução da atividade pesqueira e agravamento dos efeitos das inundações. A poluição de recurso hídrico (nascentes, rios, lagos, lagoas, enseadas, represas, açudes, baías, mares, aquíferos subterrâneos, etc.) em geral tem origem nos dejetos lançados *in natura* no meio aquático. A contaminação do solo pode ocorrer por qualquer um dos inúmeros poluentes derivados das atividades econômicas e urbanas ou dos processos de erosão. A poluição do ar ocorre, em geral, a partir da acumulação de contaminantes no ar em concentrações que impeçam a sua dispersão normal e que interfiram direta ou indiretamente na saúde, segurança ou conforto da vida humana ou no pleno uso de suas propriedades (BARCELLOS *et al*, 2006).

Em trabalho realizado por Barcellos *et al* (*op. cit.*), com o objetivo de verificar a ocorrência de impactos ambientais urbanos decorrentes do processo de urbanização, tomou-se o conjunto de municípios do Centro-Sul do Brasil e as informações por eles fornecidas através da Pesquisa de Informações Básicas Municipais de 2002 – MUNIC, relativas à ocorrência de problemas ambientais e suas prováveis causas. A MUNIC, divulgada pelo IBGE em meados de 2005, efetuou, através de um suplemento de meio ambiente, um conjunto de indagações ao gestor ambiental de cada um dos 5.560 municípios brasileiros, sobre questões relativas à institucionalização da gestão e sobre o estado do meio ambiente local. Foram obtidas informações diversas sobre a existência de estrutura administrativa na prefeitura e de mecanismos de articulação institucional (programas e ações de caráter ambiental), bem como

sobre a ocorrência de alterações ambientais (inclusive aquelas com consequências sobre as condições da vida humana) nos recursos ar, água e solo. Adicionalmente, a pesquisa colheu informações sobre a ocorrência de atividades econômicas prejudicadas por alteração ambiental, relativamente a pesca, agricultura e pecuária (BARCELLOS *et al*, *op.cit.*).

No Centro-Sul, 88 dentre os 331 municípios pouco urbanizados e 599 dentre os 1.532 muito urbanizados informaram ocorrência de alteração ambiental que tenha afetado as condições de vida da população, respectivamente 27% e 40% desses conjuntos. A pesquisa disponibilizou dezoito tipos de alterações ambientais possíveis: contaminação de nascente ou de água subterrânea; contaminação de rio, baía, lago, açude, represa, etc.; contaminação do recurso solo; deslizamento de encosta; desmatamento; escassez de água (superficial ou subterrânea); inundação; ocorrência de doença endêmica ou epidemia (cólera, dengue, febre amarela, malária, etc.); ocupação irregular e desordenada do território; poluição do ar; poluição sonora; presença de lixo na proximidade de área de ocupação humana; presença de vetor de doença (mosquitos, ratos, barbeiros, caramujos, etc.); presença de esgoto a céu aberto; queimadas; redução do estoque pesqueiro; tráfego pesado em vias limítrofes à área urbana; e outras alterações (Barcellos *et al*, *op. cit.*).

No grupo dos muito urbanizados foi maior o número de municípios que informaram a contaminação de recurso hídrico e a presença de esgoto a céu aberto, seguido de perto das queimadas; os menos urbanizados reclamam de escassez de água, da presença de esgoto a céu aberto e do desmatamento, em proporções iguais. Estes resultados confirmam, por um lado, os estudos que enfatizam as questões de saneamento básico como problemas ainda bastante visíveis nas grandes cidades; por outro lado, evidenciam a situação de escassez de água, particularmente grave em locais mais ruralizados e que dependem essencialmente das atividades agropecuárias para a manutenção de suas economias locais (Barcellos *et al*, *op. cit.*).

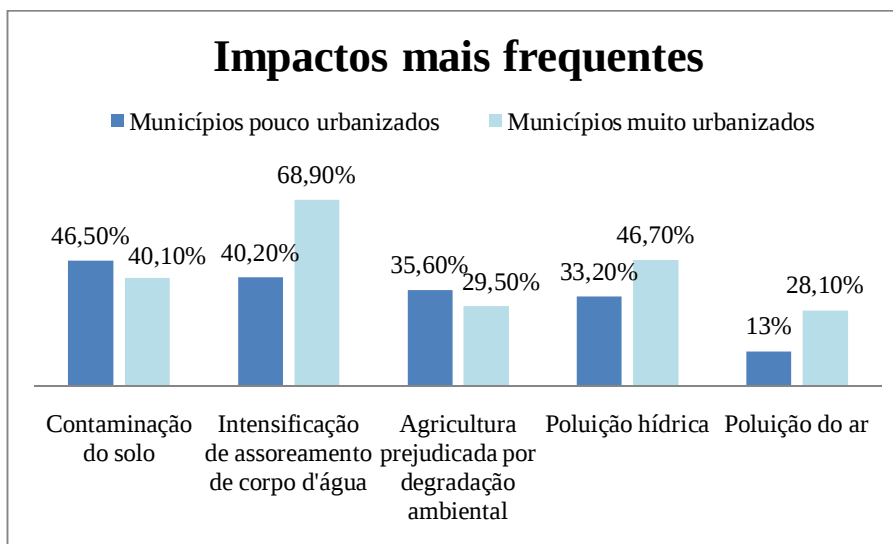


Figura 1 - Impactos ambientais mais frequentes em municípios com urbanizações diferentes. Baseado em Barcellos *et al*, 2006.

Os resultados obtidos pela pesquisa deste autor mostram que os impactos ambientais têm características diferentes entre os municípios pouco ou muito urbanizados, como pode ser visto na figura 1, que representa de forma gráfica os impactos mais frequentes e a porcentagem de municípios (separados por tipo de urbanização) que alegaram presença de tal impacto. Além disso, dependendo do grupo onde o município se insere, a natureza da causa atribuída para um mesmo problema pode ser distinta.

As principais causas apontadas pelos municípios, tanto os pouco urbanizados quanto os muito, que normalmente poderiam ser evitadas por uma devida gestão ambiental urbana são: degradação da mata ciliar, erosão, deslizamento de encostas, desmatamento, aterro de margens de cursos hídricos, despejo irregular de esgotos domésticos, disposição inadequada de resíduos sólidos, contaminação por chorume, falta de direcionamento de esgoto domiciliar para a rede coletora, emissões atmosféricas por indústrias e suspensão de material particulado de vias não pavimentadas (Barcellos *et al*, 2006). Tais fatos exaltam a ineficiência do sistema de planejamento e gestão ambiental urbano atual, ratificando a importância de novas abordagens para este.

Segundo os dados apresentados por Barcellos *et al* (2006), os municípios mais urbanizados tendem a apontar proporcionalmente mais problemas ambientais do que os menos urbanizados. Para tal fato, os autores levantam duas questões: ou a população dos municípios com características mais rurais estão mais dispersas no território e, portanto, menos suscetível aos impactos ambientais antrópicos ou o fato de que nos municípios mais urbanizados o grau de cobrança da população com relação aos problemas que os afetam sejam maiores.

3.3 Outras Abordagens

Outros autores também propuseram diferentes abordagens para o planejamento e gestão ambiental de modo a garantir uma maior efetividade destes processos. Rutkowski e Santos (1998) propõem a adoção de uma nova unidade básica de trabalho, chamada de bacia ambiental no lugar da bacia hidrográfica comumente adotada, para gestão das águas doces urbanas. As autoras justificam a necessidade de tal mudança tomando por base a definição de ecossistema dada por Odum (1988)¹ e as mudanças que a urbanização acarreta para o ecossistema da bacia hidrográfica, as quais podem ser entendidas por meio das figuras 2 e 3, que apresentam uma bacia hidrográfica hipotética com os compartimentos bióticos e abióticos e seus fluxos energéticos.

¹ “Sistema que abrange todos os organismos que funcionam em conjunto numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de materiais entre as partes vivas e não vivas”.

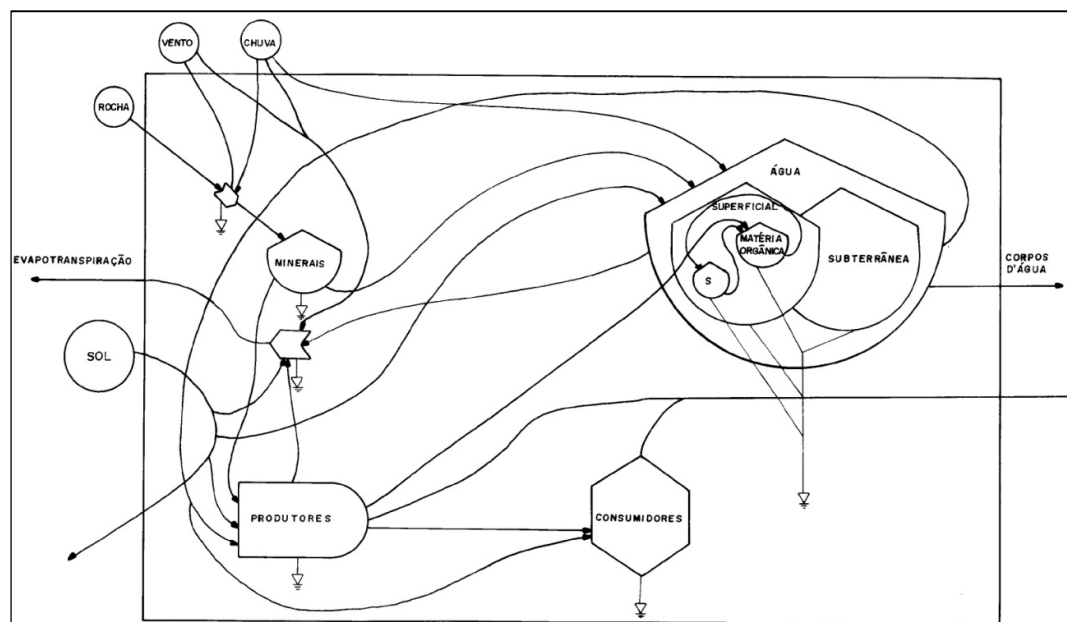


Figura 2 – Dinâmica Energética do Ecossistema Hídrico em uma Bacia Hidrográfica Natural. (Fonte: Rutkowski e Santos (1998).

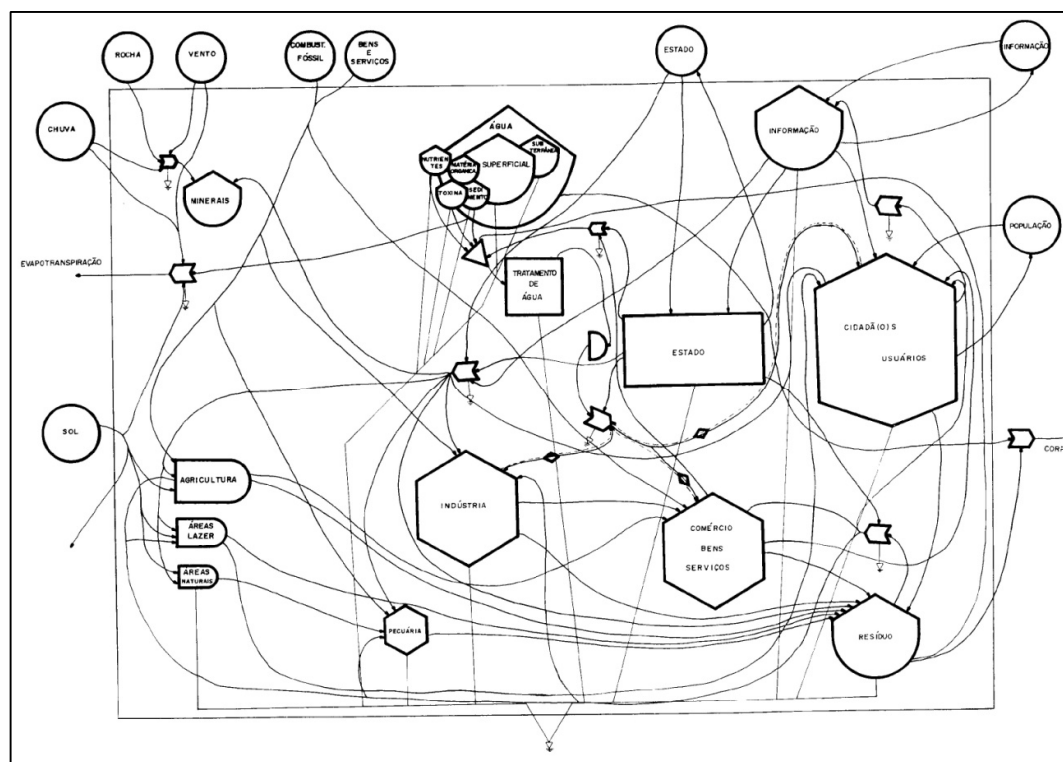


Figura 3 - Dinâmica Energética do Ecossistema Hídrico em uma Bacia Ambiental. (Fonte: Rutkowski e Santos (1998).

Na análise de Rutkowski e Santos (1998), quando a bacia se torna palco das funções urbanas (fig. 3), a complexidade aumenta pela diversificação de produtores e consumidores, pelo aumento das relações intrínsecas à bacia e, na sua dependência de fontes externas. Quando se considera a bacia hidrográfica como unidade de trabalho, as variáveis sociais, econômicas, políticas e culturais são abandonadas em nome de uma variável natural há muito inexistente, pois a diversidade de variáveis que conduzem à expansão espacial das cidades definem novos desenhos hidrográficos com novas paisagens ecossistêmicas (RUTKOWSKI; SANTOS, 1998).

Outra abordagem que também visa uma maior integração do fator ambiental no planejamento e gestão ambiental urbanos é encontrada no Plano Diretor de Porto Alegre – RS. O segundo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental (PDDUA) foi aprovado em 1999, restando apenas alguns elementos de ordem operacional que seriam aprovados posteriormente. Este Plano introduziu conceitos inovadores no conceito de gestão ambiental do município, sendo um desses a criação do Sistema de Avaliação do Desempenho Urbano (SADU), proposto como um instrumento de suporte a decisão das avaliações de implantação de atividades especiais, empreendimentos de impacto, monitoramento de desenvolvimento urbano e elaboração de estudos com vistas à predição de situações. Porém, este sistema não foi regulamentado.

3.4 Avaliação de Impacto Ambiental e Licenciamento Ambiental

O termo avaliação de impacto ambiental (AIA) entrou na terminologia e na literatura ambiental a partir da legislação pioneira que criou esse instrumento de planejamento ambiental, a política nacional do meio ambiente dos Estados Unidos (NEPA) de 1969. A avaliação de impacto ambiental, como instrumento e/ou procedimento, visa antever as possíveis consequências de uma decisão. A partir da NEPA, outros países, assim como o

Brasil, adotaram legislações que exigiam a aplicação desse instrumento em determinadas situações. A tais exigências vieram se somar os procedimentos adotados por instituições multi ou bilaterais de ajuda ao desenvolvimento e, mais recentemente, por políticas voluntárias adotadas por empresas. Em todos esses contextos, a avaliação de impacto ambiental guarda determinadas características comuns: caráter prévio e vínculo com o processo decisório são atributos essenciais da AIA, aos quais se junta à necessidade de envolvimento público nesse processo (SÁNCHEZ, 2008).

A AIA possui caráter prévio e preventivo, na qual se parte da descrição da atual situação do ambiente para fazer uma projeção de uma situação futura com e sem o projeto em análise. Esta projeção permite a tomada de decisão da realização ou não do projeto, de acordo com a ponderação entre os impactos positivos e negativos advindos da atividade confrontados com a hipótese de não execução do projeto. Esta análise prévia permite um planejamento em relação à mitigação dos possíveis impactos identificados, assim como indicadores ambientais para avaliação do desempenho destas medidas (SÁNCHEZ, *op. cit.*). Garantindo, assim, que o fator ambiental seja considerado desde a fase de planejamento de um projeto.

A avaliação de impacto ambiental, apesar de ser um instrumento bem inovador, foi inserida em um contexto institucional que a precedeu. No Brasil, a AIA foi vinculada ao licenciamento ambiental.

O licenciamento ambiental foi instituído pela Lei nº6938/81, que estabelece as diretrizes da Política Nacional de Meio Ambiente, como um instrumento preventivo de gestão ambiental, sendo regulamentado pelas Resoluções CONAMA 001/86 e 237/97 e Resolução SMA 54/2004. Ele passou a ser obrigatório às atividades industriais no Estado de São Paulo após a criação do Regulamento da Lei Estadual nº997/76, aprovado pelo Decreto Estadual nº8468/76, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente (Bidone; Morales, 2004). Assim, as empresas instaladas a partir desta data e que funcionam sem a

licença estão sujeitas às sanções previstas em lei, tais como: advertências, multas, paralisação temporária ou definitiva da atividade, além de punições relacionadas à Lei de Crimes Ambientais.

O licenciamento ambiental consiste de um processo administrativo pelo qual o órgão ambiental competente analisa a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso. Esta análise tem como produto a licença ambiental, na qual se estabelece as regras, condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo solicitante da licença (CETESB, 2006).

Existem três tipos de licença ambiental: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). Elas são concedidas em etapas, dependendo da atividade o empreendedor pode obter primeiramente a LP e depois a LI, mas para a maioria das atividades as duas são concedidas em conjunto, e posteriormente se obtém a LO. A LP é concedida na fase do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e exigências técnicas a serem atendidas nas próximas fases. A LI autoriza a instalação do empreendimento ou de uma determinada atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais exigências técnicas necessárias. A LO é a licença que autoriza o funcionamento da atividade mediante o cumprimento integral das exigências técnicas contidas na Licença de Instalação (CETESB, 2006). As principais etapas do licenciamento são ilustradas na figura 4.

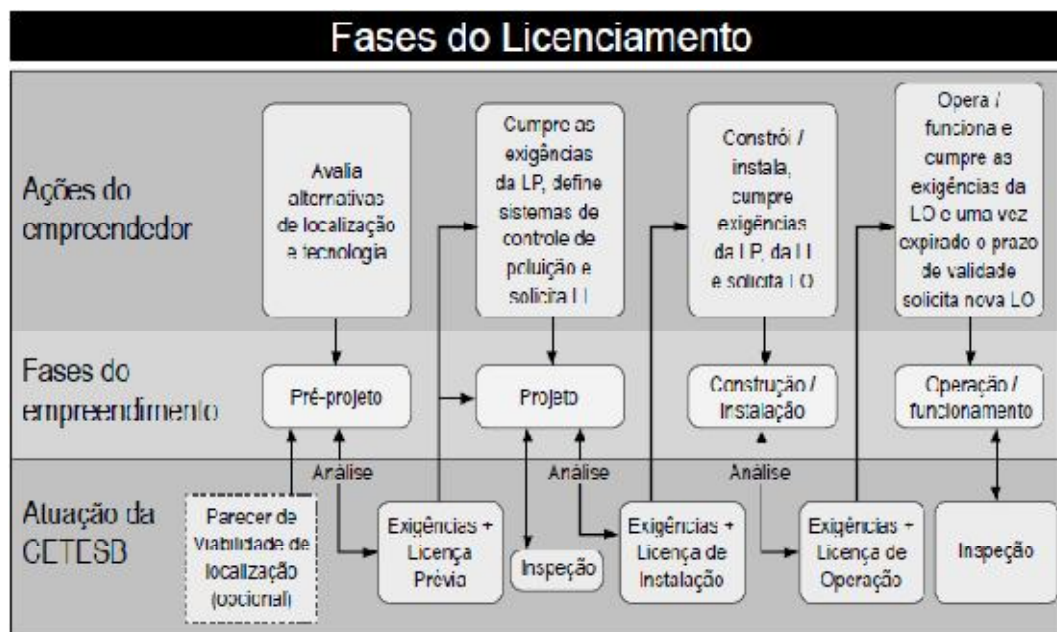


Figura 4 - Fases do Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo (Fonte: Cetesb, 2006).

O licenciamento ambiental prévio de empreendimentos potencial ou efetivamente causadores de degradação ambiental deve ser realizado com base em estudos ambientais (EIA, RAP ou EAS), sendo o Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental da Diretoria de Tecnologia, Desenvolvimento e Avaliação Ambiental, da CETESB, responsável por sua análise e elaboração dos pareceres técnicos que subsidiam o licenciamento com avaliação de impacto ambiental. O Estudo Ambiental Simplificado (EAS) é indicado para atividade ou empreendimento de impacto muito pequeno e não significativo, o Relatório Ambiental Preliminar (RAP) para atividade ou empreendimento potencial ou efetivamente causador de degradação do meio ambiente e o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA e RIMA) são indicados para atividade ou empreendimento potencial ou efetivamente causador de significativa degradação do meio ambiente (www.cetesb.org.br, consultado em 11/02/2010). Os principais aspectos ambientais controlados pela CETESB estão listados na figura 5.

Aspecto Ambiental	Principais exigências da Cetesb	Forma de controle
Odor	Proibição de emissão de substâncias odoríferas para a atmosfera.	Instalação de Equipamentos de Controle de Poluentes (ECP).
Ruído	Emissão de ruído de modo a atender os padrões estabelecidos na NBR 10.151 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.	Tratamento acústico.
Vibrações	As vibrações geradas deverão ser controladas de modo a evitar incômodo ao bem-estar público.	Amortecimento da fonte de propagação.
Resíduos	Acondicionamento e armazenamento adequados, conforme normas da ABNT e disposição em locais aprovados pela CETESB.	Armazenamento e destinação em locais aprovados pela CETESB.
Efluentes	Atender os padrões estabelecidos pela Legislação Ambiental vigente (Decreto Estadual 8.468/76 - artigos 18 e 19-A, e Resolução Conama 357/05).	Tratamento de Efluentes, antes do descarte.
Fumaça/material particulado	Instalar e operar sistema de controle de poluição do ar baseado na melhor tecnologia prática disponível.	Equipamentos de Controle de Poluentes ou mudança de combustível (utilização de energia limpa).

Figura 5 - Principais aspectos ambientais a serem observados e controlados pela atividade/empreendimento (Fonte: CETESB, 2006).

A Licença de Operação possui validade de 2 a 5 anos, dependendo da atividade ou empreendimento, após esse prazo a mesma deve ser renovada, garantindo o funcionamento da atividade de forma compatível com os padrões de qualidade ambiental, entre os períodos de renovação de licença. Caso haja constatação de funcionamento irregular da atividade/empreendimento, a empresa fica sujeita às penalidades previstas na Legislação Ambiental vigente. Além da obrigação legal, cada vez mais a licença é requisito para obtenção de financiamentos, aprovação da empresa como fornecedora na cadeia produtiva e

principalmente na certificação de produtos tanto no mercado interno quanto no externo (CETESB, 2006).

4 Materiais e Métodos

O presente trabalho trata-se de pesquisa qualitativa associada ao processo de investigação dedutivo-experimental. Num primeiro momento, realizou-se ampla revisão bibliográfica para identificação dos principais impactos ambientais associados à urbanização do território. O caso aplicado à bacia hidrográfica em estudo foi realizado com base em pesquisa documental e trabalho de campo. A pesquisa documental foi efetuada sobre arquivos de órgãos públicos (Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia, Ministério Público Federal – Procuradoria da República em São Carlos, CETESB). Esta etapa teve a finalidade de permitir ao pesquisador construir o cenário que envolve a gestão ambiental na área de estudo, a fim de identificar situações críticas que ilustrem os conflitos de natureza ambiental vinculados à ineficiência do processo de gestão.

O trabalho de Campo foi realizado por meio de visitas à bacia com o intuito de identificar situações relacionadas com equipamentos urbanos que não correspondessem com os padrões ambientais observados anteriormente, estando vinculadas principalmente com a ineficiente gestão. Tais situações, consideradas como impactos ambientais ou potencialmente causadoras de impactos ambientais, foram fotografadas, caracterizadas e classificadas segundo critérios descritos mais a frente. A revisão bibliográfica sobre os principais impactos urbanos permitiu relacionar o impacto observado com o equipamento que o causou. Posteriormente estes dados foram analisados, permitindo uma conclusão a cerca da possibilidade de adoção da abordagem de empreendimentos para a gestão ambiental urbana.

4.1 Estudo de Caso: A Bacia do Córrego Jararaca.

O Município de São Carlos

O município de São Carlos está localizado na região nordeste do Estado de São Paulo, a aproximadamente 240 km da capital. Possui uma área aproximada de 1.140 km², sendo que a área urbana cobre atualmente cerca de 70 km². Com uma população superior aos 220.000 habitantes (230.410 habitantes, de acordo com a Fundação SEADE²) e uma receita orçamentária da ordem de R\$ 478 milhões (estimada, pela Prefeitura Municipal, para o ano de 2010), São Carlos apresenta uma economia bastante diversificada, com destaque para as indústrias bens de consumo, de alta tecnologia, metal-mecânica, de transformação de plásticos, têxtil, de motores e compressores, bem como a produção de leite e derivados, a cana-de-açúcar e a laranja.



Figura 6 - Localização do município de São Carlos (Fonte: www.saocarlos.usp.br, consultado em 21/11/2010)

São Carlos experimenta atualmente uma dinâmica bastante acentuada em termos da urbanização de seu território, intensificada em um período de crescimento econômico

² Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados, www.seade.sp.gov.br.

acentuado verificado ao longo dos últimos dez anos. Contudo, a falta de uma estrutura de planejamento e gestão urbanos eficientes – mesmo reconhecendo um avanço significativo em termos administrativos e operacionais – que acompanhasse a evolução neste período tem refletido em problemas de natureza diversificada, notadamente de ordem ambiental e social. Nesse sentido, o presente projeto encontra justificativa ao procurar investigar possibilidades de aplicação de uma abordagem diferenciada no planejamento e gestão das cidades que venha a integrar a variável ambiental nos processos de tomada de decisão. Especificamente, gerando subsídios importantes para o desenvolvimento de uma linha de pesquisa de destacada relevância.

O Processo de Urbanização de São Carlos

O município de São Carlos, a partir da década de 50, sofreu um intenso crescimento urbano, somente entre 1950 e 1960, a área urbana chega a praticamente dobrar. Daí para frente seu crescimento se mantém de forma acelerada e apenas após 1988, parece haver uma redução neste ritmo, talvez como consequência do elevado número de terrenos deixados vazios nas áreas já loteadas (estimado em 15.000 lotes em 1996) (SILVA, 1997³, *apud* DOZENA, 2001).

Além do crescimento urbano, houve também em São Carlos um intenso crescimento populacional, de 1950 a 2000, a população total evoluiu de 22.093 pra 192.923 habitantes. A taxa de migrações no ano de 1996 foi de 2,07%, resultante principalmente do aumento do número de estabelecimentos industriais e da dinamização das atividades econômicas, que atraem pessoas de regiões vizinhas e também de outros estados. Com o desencadeamento do processo industrial, no início da década de 50, há um aumento populacional e difusão de uma economia urbano-industrial. Nas décadas subsequentes, este crescimento acirrou-se, viabilizando relações com outras cidades da região, do país e do mundo (DOZENA, *op. cit.*).

³ SILVA, A. N. R. Os custos do não-planejamento em São Carlos. In: **Anais do Seminário Plano Diretor de São Carlos – Projeto Cidade Urgente**. São Carlos – SP, 1997.

Todo esse crescimento econômico não conseguiu se realizar com o correspondente retorno para a qualidade de vida urbana local, na medida em que aumentaram as exigências por infraestrutura e modificaram-se os padrões de uso do solo. Na ausência de planejamento, descaso de sucessivas gestões municipais, intensificaram-se os congestionamentos e a poluição nas áreas centrais, os impactos no meio-ambiente, o descuido com proliferação de edifícios, a implantação de loteamentos sem os devidos licenciamentos, a implantação de distritos industriais em áreas de mananciais, acidentes de trânsito, dentre outros (DOZENA, *op. cit.*).

Segundo Dozena (2001) diferentemente do que ocorreu em outras cidades do interior paulista, São Carlos não teve os espaços periféricos urbanos “inchados” por trabalhadores volantes da agricultura como em outras localidades do estado de São Paulo. A formação de bolsões periféricos se deu pela expansão desordenada e não planejada do tecido urbano.

No início da década de 1940, surgem leis, não só municipais, que buscam disciplinar a ocupação do solo urbano por meio de uma segregação espacial mais bem delimitada, em loteamentos distantes da área central, constituindo um padrão periférico de ocupação do espaço urbano. Nestas novas áreas loteadas, a população de menor poder aquisitivo instalava-se. Em princípio, a ocupação principal passou a ocorrer no sul do eixo principal (que era a Avenida São Carlos), caracterizando-se pela instalação de residências operárias, produto dos estabelecimentos industriais ali presentes. No decorrer da dinâmica industrial, e com a instalação de novas unidades produtivas nesta região (próximas aos meios de transporte rodoviário e ferroviário), este processo de intensificou (DOZENA, *op. cit.*).

Com a instalação do ônibus, a partir da década de 30, como forma de transporte coletivo urbano em substituição aos bondes, criam-se as bases para o surgimento de novas áreas de ocupação urbana e abertura de loteamentos periféricos. E a partir da década de 50, passa a haver expulsão gradual dos pobres para as áreas afastadas, sendo esta ocupação da

periferia sem planejamento algum, sendo a regra: primeiro ocupar e depois cuidar da infraestrutura (DOZENA, *op. cit.*).

O poder público poderia ter interferido neste processo organizando a ocupação do solo urbano, no entanto, limitou-se a suprir as áreas ocupadas com serviços públicos e infraestrutura depois que essas áreas ocupadas já tinham se constituído, mostrando-se conivente com loteamentos irregulares, que no início da década de 60 representavam 45% do total dos loteamentos (DOZENA, *op. cit.*).

A Bacia do Córrego Jararaca

A Bacia do Córrego Jararaca tem superfície aproximada de 48 km², dos quais 20km² correspondem à porção sob processo de urbanização que será abordada no presente trabalho. Trata-se de uma área que convive com um acentuado vetor de pressão de urbanização, consolidado institucionalmente a partir da elaboração do Plano Diretor do município como um dos principais vetores para expansão urbana. Suas condições socioambientais lhe conferem uma relativa fragilidade diante de determinadas atividades, como vem sendo percebido no caso da ocupação social e ambiental, que justificam uma reflexão aprofundada em relação às perspectivas futuras de ocupação de seu território.

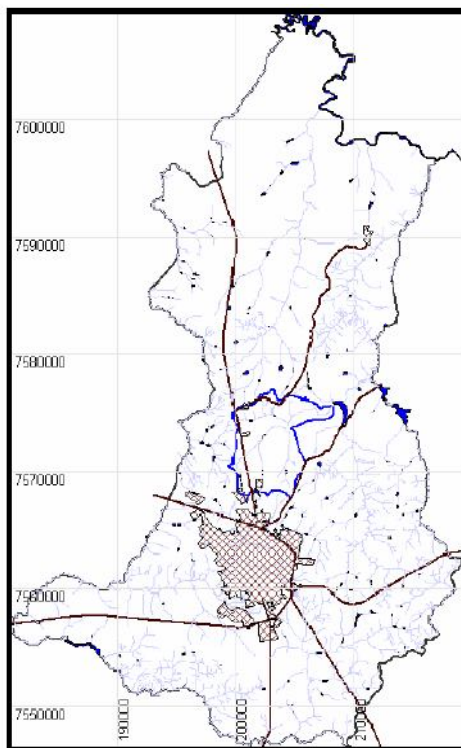


Figura 7 - Localização da Bacia do Córrego Jararaca no município de São Carlos. Fonte: Montañó e Fontes, 2008a.

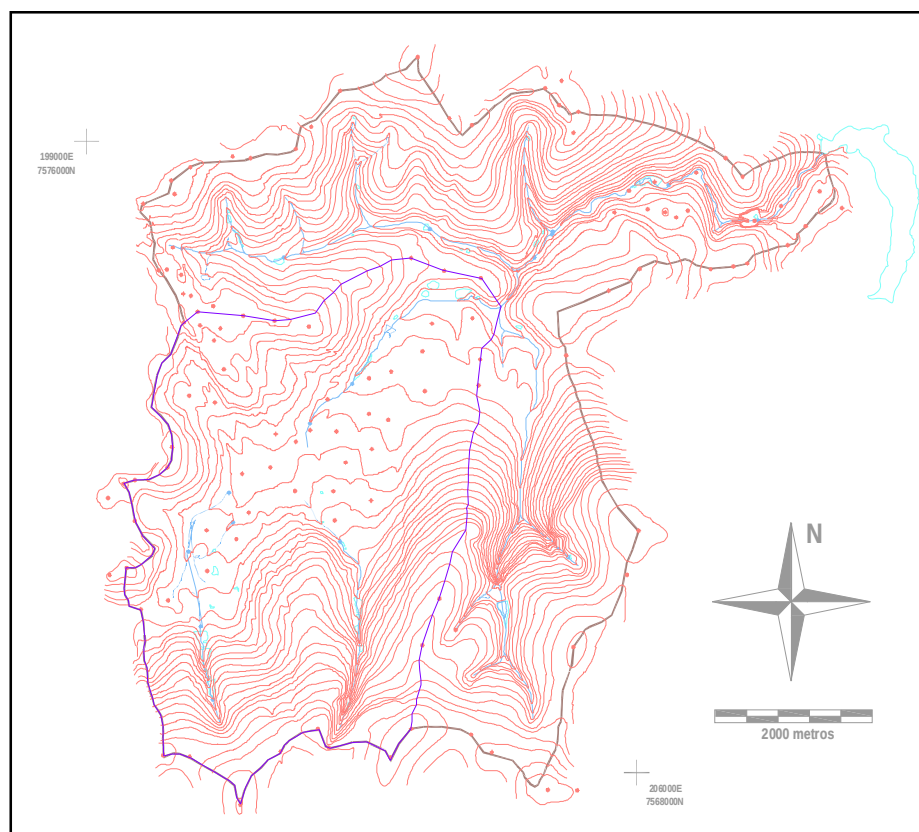


Figura 8 - Contorno da área, interna à Bacia, que foi percorrida neste trabalho

O córrego Jararaca possui extensão aproximada de 13.780 metros, até seu exutório na Represa do 29. Os formadores do seu curso principal estão situados numa zona de transição entre os territórios urbano e rural do município, submetidos a uma significativa pressão pela urbanização que se distribui ao longo da rodovia SP-318 (Thales de Lorena Peixoto), importante eixo viário que cruza a cabeceira da bacia (MONTAÑO; FONTES, 2008b).

A bacia drena – parcial ou totalmente – as áreas de diferentes loteamentos urbanos e loteamentos de chácaras, além do distrito de Água Vermelha. Em seu trecho baixo predominam propriedades rurais, de maior extensão e baixas densidades de ocupação, com a presença de habitações isoladas. Seu território apresenta uma dinâmica de ocupação associada às diferentes atividades que ali se desenvolvem, sendo uma área de ocupação bastante diversificada, com taxa de urbanização de 11% em extensão territorial (considerando a área efetivamente parcelada, que inclui as áreas urbanas e os loteamentos de chácaras de recreio) (MONTAÑO; FONTES, 2008b).



Figura 9 - Imagem de satélite da bacia do Córrego Jararaca. Satélite ALOS, setembro de 2007.

Demograficamente, sua população foi estimada por Montañó e Fontes (2008b) em 9.500 habitantes, distribuindo-se entre as áreas urbanas consolidadas (70% da população), áreas em processo de consolidação (18% da população), loteamentos de chácaras de recreio (9%) e a zona rural (3%).

No que diz respeito às atividades econômicas, a bacia tem sido explorada predominantemente para o plantio de cana-de-açúcar e pastagens, encontrando-se ainda uma pequena extensão de cultivo de eucalipto. A bacia acomoda, ainda, duas áreas de mineração (areia – desativada; basalto – em atividade) e um número pequeno de indústrias (madeireira, fabricação de papelão, fabricação de blocos de concreto), além daquelas que se encontram desativadas. Nas zonas urbanizadas verifica-se a presença de pequenos estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço (notadamente, informais) (MONTAÑO; FONTES, *op. cit.*).

A geologia da região reflete as características da borda leste da bacia do Paraná, caracterizada por sucessivos derrames de basalto com espessuras variáveis. Das formações geológicas constituintes do sistema aquífero Guarani, comuns na região de São Carlos, encontra-se presente a formação Botucatu com uma extensão significativa. De modo geral, a bacia localiza-se sobre formações geológicas que são normalmente associadas a aquíferos subterrâneos. De fato, aproximadamente 48% da área da bacia encontram-se sobre a formação Botucatu, o que ilustra seu alto grau de vulnerabilidade à poluição hídrica e de solos. As demais formações constituintes da área da bacia são: formação Itaqueri e formação Serra Geral, originada a partir de derrames basálticos, diques e sills. Esta última, sendo bastante comum a presença de fraturas, também tem sido significativamente explorada como manancial hídrico (Montañó; Fontes, *op. cit.*).

Associado ao substrato rochoso, os tipos de solo encontrados na bacia refletem as características da região. Sendo assim, verifica-se a ocorrência de solos do tipo Latossolo

(vermelho, vermelho-amarelo e distroférico); Argissolo (vermelho-amarelo abrupto); Nitossolo (conhecidas como terra-roxa); Gleissolo (regiões inundadas, de várzea); e Neossolos Quartzarênicos (areias quartzosas). Com relação aos aspectos geomorfológicos, predomina na bacia um relevo que varia do plano ao suavemente ondulado (Figura 8), com declividades que raramente ultrapassam os 20% (e amplo predomínio de declividades inferiores a 8%) (Montaño; Fontes, *op. cit.*).

4.2 Identificação de Impactos

Descrição e Caracterização dos Impactos

Os impactos identificados foram descritos quanto ao seu aspecto ambiental, equipamento urbano deflagrador e fator ambiental impactado, posteriormente foram classificados segundo fatores selecionados dentre os indicados por Sánchez (2006) e Santos (2004), sendo que alguns desses encontram-se na Resolução CONAMA 01/86. O critério de escolha dos fatores selecionados foi a possibilidade de classificação apenas pela visualização em campo do impacto ou de algum documento ou registro sobre o impacto observado. Todos os impactos ambientais identificados são de valor adverso, ou seja, quando a ação resulta em dano à qualidade de um ou mais fatores ou parâmetros ambientais. As informações foram sintetizadas em tabelas e os impactos diferenciados pela utilização de um número identificador, o qual auxiliou no georreferenciamento daqueles.

Portanto, os impactos foram classificados em função de:

- Ocorrência: sendo Impacto Efetivo (E) aquele que o efeito negativo pode ser observado ou medido e Impacto Provável (P), aquele que pode vir a ocorrer, mas sem uma clara evidência, sendo provável que esteja ocorrendo;

- Fonte: onde Impacto Localizado (L) é aquele cuja fonte ou local de origem pode ser observado ou identificado, já o Impacto Difuso (D) é aquele em que não se pode;
- Ordem: sendo Impacto Direto (ID) resultante de uma simples relação de causa e efeito e o Impacto Indireto (II) resultante de uma reação secundária em relação à ação, ou quando é parte de uma cadeia de reações;
- Escala Espacial: sendo Impacto Local (IL) aquele que afeta apenas a bacia hidrográfica onde se encontra e Impacto Regional (IR) aquele que se faz sentir além dos divisores de água da bacia;
- Desencadeamento: Impacto de Curto Prazo (CP) é aquele que surge até um ano após a ação, Impacto de Médio Prazo (MP) quando o impacto se manifesta certo tempo depois da ocorrência da ação (de 1 a 10 anos) e Impacto de Longo Prazo (LP) quando o efeito surge muito tempo após a ação, em média de 10 a 50 anos;
- Cumulatividade: impacto cumulativo é aquele que resulta da de várias pequenas ações passadas e presentes que individualmente não são significativas, mas conjuntamente sim. Classifica-se em Existente (EX), Inexistente (IN) e Potencial (PO);
- Magnitude: grandeza de um impacto em termos absolutos, podendo ser definida como a medida da mudança de valor de um fator ou parâmetro ambiental, em termos qualitativos, provocada por uma ação. Pode ser grande, média ou pequena;

- Estado Evolutivo: define-se como Estacionário (E) o impacto que está estabilizado, sem risco de expandir nem de diminuir seus efeitos, como Retroativo (R) quando os efeitos do impacto estão diminuindo, com tendência a cessarem todos os efeitos e como Em Expansão quando os efeitos do impacto estão em expansão;
- Temporalidade: sendo Impacto Temporário (Temp) quando os efeitos do impacto têm duração determinada e Impactos Permanente (Perm) quando, uma vez realizada a ação, os efeitos não cessam de se manifestar num horizonte temporal conhecido;
- Reversibilidade: sendo classificada em grande (GR), média (MD) e baixa (B) quanto à dificuldade de retorno às condições originais, levando em consideração a necessidade de intervenções, quando maior a reversibilidade, menor a necessidade de intervenções.

4.3 Sistema de Informações Geográficas

Os instrumentos computacionais do geoprocessamento chamados de SIG ou GIS (Geographic Information System) permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georeferenciados por possibilitarem a automatização da produção de documentos cartográficos (ASSAD⁴ *apud* CAVALLARI *et al*, 2007).

Existem três grandes maneiras de se utilizar o SIG: como ferramentas para produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos; e como banco de dados

⁴ ASSAD, E. D.; SANO E. E. **Sistemas de Informações Geográficas**: Aplicações na agricultura. 2º edição revista e ampliada. Brasília - DF: EMBRAPA-SPI / EMBRAPA-CPAC, 2003.

geográficos, com funções de armazenar, processar e recuperar informações espaciais (CAVALLARI *et al*, *op. cit.*).

Possibilitam a análise dos impactos ambientais provocados por contaminação e perdas do solo, visando identificar áreas com maiores riscos e danos do ponto de vista ambiental. Considerados como uma das principais ferramentas do geoprocessamento, os SIG permitem a obtenção qualitativa e quantitativa de dados computacionais geográficos possibilitando a gestão dos recursos e aplicação de técnicas otimizadas baseadas em diagnóstico georeferenciados (Cavallari *et al*, *op. cit.*).

Neste contexto se mostrou muito importante para tal projeto a capacitação em software de SIG, assim como o que foi realizado nestes meses no software Idrisi Andes. Para que as informações sobre a bacia, em que foi realizado o estudo de caso, pudessem ser melhor trabalhadas e visualizadas, concebendo ao estudo uma maior riqueza de dados e de interpretação.

Foram obtidos alguns mapas relativos à área de estudo em visitas à Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano, e à Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia, assim como imagem do satélite ALOS (sensor AVNIR, 10 metros de resolução espacial, obtida em setembro de 2007), os quais receberão tratamento por meio do Idrisi, permitindo uma melhor visibilidade e interpretação destas imagens.

Os impactos ambientais identificados na área de estudo foram localizados geograficamente com o auxílio do Idrisi Andes e criou-se um banco de dados com as informações levantadas para cada impacto.

5 Resultados e Discussão

5.1 Identificação de Impactos

Abaixo se encontram fotos dos impactos identificados, assim como sua descrição e classificação.



Figura 10 - Impacto 1 – perda de solo em um dos taludes laterais da pista

O impacto ilustrado na figura 10 deve-se ao corte do talude para a passagem de vias sem devido cuidado em utilizar uma cobertura vegetal, deixando-o exposto a intempéries, o que resulta na perda de qualidade do solo, assim como no possível aumento do processo erosivo. Portanto, pode-se assumir como aspecto deflagrante, do impacto perda de qualidade do solo, a retirada de vegetação. Sendo o equipamento urbano responsável o sistema viário e o fator impacto o solo.

Este impacto pode ser classificado como:

- Provável, já que não foram feitas análises comparativas da composição do solo, mas é sabido que a exposição do solo a intempéries empobrece a composição deste fator ambiental, além de aumentar o processo erosivo;
- Localizado, pois sua fonte é apenas os locais sem vegetação;
- Direto, pois o aspecto ambiental relacionado é o causador do impacto identificado;
- Impacto Local, a perda de qualidade ocorrerá apenas na porção de solo descoberto de vegetação;
- Impacto de Médio Prazo, pois levará certo tempo até que este solo perca suas qualidades;
- Cumulatividade Inexistente, pois tratam-se de pontos isolados;
- Magnitude Pequena, já que a extensão da área sem vegetação é pequena;
- Estado Evolutivo como Em Expansão, a ação é continua até que alguma medida de controle seja tomada;
- Permanente, pois os efeitos do impacto não têm duração determinada;
- Média Reversibilidade, pois serão necessárias algumas intervenções para a recuperação dos nutrientes deste solo que foram perdidos.



Figura 11 - Impacto 2 – perda de solo e acúmulo de sedimentos em bacia de contenção

O impacto 2 é referente a uma das bacias de contenção de água pluvial presentes da Bacia do Córrego Jararaca. Pela análise da Figura 11, pode-se notar que há intenso transporte de solo nessas drenagens pluviais, advindos de terrenos a montante e dos taludes do próprio sistema de drenagem, além do acúmulo deste material que pode resultar na diminuição da vida útil da bacia de contenção. Pode-se descrever este impacto como perda de solo, pela aceleração do processo de erosão, sendo o aspecto, relacionado ao equipamento drenagem urbana, a exposição do solo à intempérie, o qual impacta o fator ambiental solo.

O impacto 2 foi classificado como:

- Provável, pois há um visível acúmulo de solo dentro da bacia de contenção, assim como sinais de perda de solo nos taludes adjacentes à bacia;
- Impacto Difuso, pois o solo que está sendo transportado tem sua origem indefinida;
- Impacto Direto, pois apresenta uma relação de causa e efeito com o aspecto ambiental transporte de solo;

- Regional, pois os sedimentos transportados podem ser encaminhados para as Bacias Hidrográficas subjacentes, assoreando-as;
- Impacto de Curto Prazo, sendo a erosão um processo natural, basta uma ação mal planejada para intensificá-la;
- Cumulatividade Existente, o impacto identificado é fruto do conjunto de processos erosivos intensificados ao longo da drenagem pluvial a montante e no ponto em destaque;
- De Pequena Magnitude, pois ainda não há formação de sulcos e ravinas;
- Em Expansão, já que os efeitos deste impacto ainda estão em expansão;
- Impacto Permanente, os efeitos deste impacto continuarão se manifestando;
- Baixa Reversibilidade, uma vez perdido material do solo não há como o recuperar, a menos que seja transferido de outro lugar.



Figura 12 - Impacto 3 – perda de solo nas paredes laterais de canal de drenagem pluvial

O impacto 3 trata de uma drenagem pluvial provisória em cujas laterais há acentuamento do processo erosivo, com perda de solo, o aspecto ambiental deste impacto é a exposição do solo a intempéries, sendo o fator impactado o solo.

O impacto acima foi classificado como:

- Efetivo, podem-se ver pequenos sulcos nas “paredes” da drenagem, indicando que há transporte de solo;
- Impacto Localizado, pois sua fonte é identificável, no caso a falta de cobertura das laterais da drenagem;
- Direto, tendo uma simples relação de causa com seu aspecto;
- Regional, apenas as áreas descobertas são impactadas, porém os efeitos deste impacto poderão causar impactos indiretos em Bacias à jusante, transportando estes sedimentos até elas e assoreando-as;
- Impacto de Curto Prazo, logo após a exposição do solo ocorre a intensificação do processo erosivo;
- Cumulatividade Inexistente, pois são pontos isolados;
- Magnitude Pequena, a área afetada é pequena;
- Em Expansão, os efeitos apenas cessarão caso a área seja coberta;
- Impacto Permanente, os efeitos deste impacto continuarão se manifestando;
- Baixa Reversibilidade, uma vez perdido material do solo não há como o recuperar, a menos que seja transferido de outro lugar.



Figura 13 - Impacto 4 – perda de solo na entrada de bueiro para drenagem pluvial

A Figura 13 ilustra um bueiro que leva a água pluvial para uma das bacias de contenção presentes na Bacia, é possível visualizar a quantidade de sedimentos que são transportados, devido ao caminho feito pela água no chão próximo à entrada do bueiro, além da grande quantidade de resíduos de poda presentes na “calçada”, os quais serão transportados também, em períodos de chuva. O impacto ambiental acima identificado é a perda de solo devida à exposição do solo a intempéries e ao acúmulo de sedimentos em locais inadequados, sendo o fator impactado o solo.

O impacto 4 foi classificado como:

- Efetivo, como dito acima, pode-se visualizar o caminho feito pela água próximo à entrada do bueiro;
- Localizado, é possível identificar a fonte do impacto;
- Impacto Direto, assim como nos impactos semelhantes encontrados anteriormente;

- Impacto Regional, por estar presente no sistema de drenagem pluvial principalmente, pois com isso os sedimentos transportados serão encaminhados para a Bacia à jusante, causando assoreamento;
- De Curto Prazo, assim que os resíduos forem depositados no local fotografado ou o solo exposto, ocorre a intensificação da erosão pela intempérie;
- Inexistência de Cumulatividade, por ser um ponto isolado;
- Magnitude Média, devido ao notável arraste de materiais;
- Em Expansão, já que os efeitos deste impacto ainda estão em expansão;
- Impacto Permanente, os efeitos deste impacto continuarão se manifestando;
- Grande Reversibilidade, caso os resíduos e solo acumulados sejam retirados o impacto cessa.



Figura 14 - Impacto 5 – poluição de recurso hídrico pela deposição inadequada de resíduos sólidos

A Figura 14 ilustra um dos canais de drenagem pluvial construídos e se pode observar a presença de resíduos sólidos em seu interior. Muitas vezes a presença de resíduos

domésticos em lugares inadequados representa a ineficiente coleta de resíduos sólidos ou a falta de conscientização da população. Neste caso, há a geração de impactos ambientais, como o impacto visual⁵ e a contaminação da água que tiver contato com este resíduo. O aspecto ambiental do impacto identificado é a disposição inadequada de resíduos sólidos e o fator ambiental impactado é recurso hídrico.

O impacto acima foi classificado em:

- Impacto Provável, pois a contaminação de água ocorrerá apenas quando esta entrar em contato com o resíduo ali disposto;
- Localizado, com fonte identificável;
- Direto, resultando diretamente da disposição inadequada dos resíduos;
- Regional, pois a água contaminada fluirá para as Bacias à jusante;
- Impacto de Curto Prazo, o impacto muito provavelmente ocorrerá em menos de um ano;
- Cumulatividade Inexistente, trata-se de um fato isolado;
- Pequena magnitude, devido à pequena quantidade de resíduos;
- Estacionário, já que não haverá ampliação do impacto, a menos que haja uma segunda ação, igual a primeira, desencadeadora do impacto;
- Permanente, pois não se conhece a duração dos efeitos do impacto;

⁵ Os impactos visuais não serão classificados, pois não alteram nenhum fator ambiental.

- De Média Reversibilidade, já que com algumas intervenções pode-se voltar às condições originais, como remoção dos resíduos, e tratamento da água contaminada.



Figura 15 - Impacto 6 – perda de solo em talude de canal de drenagem pluvial

A Figura 15 mostra o talude de um dos canais de drenagem construídos presentes na Bacia, pode-se notar que o processo erosivo está acentuado nesta área, com perda de solo, a causa disto, muito provavelmente, é a inclinação acentuada do talude aliada a retirada de vegetação, sendo o aspecto deste impacto. O equipamento urbano responsável por este aspecto é a drenagem urbana e o fator ambiental impactado é o solo.

Este impacto pode ser classificado como:

- Efetivo, a perda de solo é visível;
- Localizado, apenas a área descoberta e inclinada é afetada;
- Impacto Direto, pois resulta diretamente do aspecto ambiental descrito;
- Regional, já que os sedimentos podem ser carreados para a Bacia subjacente;

- Impacto de Curto Prazo, logo após a exposição do solo ocorre a intensificação do processo erosivo;
- Cumulatividade Potencial, pois a união de vários impactos semelhantes a este pode ocasionar um impacto ambiental muito mais significativo;
- Pequena Magnitude, já que a área afetada é pequena;
- Em Expansão, já que os efeitos deste impacto ainda estão em expansão;
- Impacto Permanente, os efeitos deste impacto continuarão se manifestando;
- Baixa Reversibilidade, uma vez perdido material do solo não há como o recuperar, a menos que seja transferido de outro lugar.



Figura 16 - Impacto 7

O impacto 7 encontra-se em uma segunda bacia de contenção, que apresenta situação similar à descrita anteriormente, com visível transporte de solo, intensificando o processo erosivo natural. O aspecto relacionado a este impacto é a exposição do solo às condições

climáticas (chuva, sol, vento), principalmente quando este solo se encontra nos equipamentos de drenagem urbana, por onde passa uma maior quantidade de água.

Este impacto foi classificado como:

- Efetivo, a perda de solo é visível;
- Difuso, o impacto pode ocorrer por toda a extensão da bacia de contenção;
- Direto, já que apresenta uma relação de causa e efeito com o aspecto identificado;
- Impacto Regional, já que o sedimento transportado pode ser levado para a Bacia Hidrográfica à jusante;
- Impacto de Curto Prazo, logo após a exposição do solo ocorre a intensificação do processo erosivo;
- Cumulatividade Potencial, pois a união de vários impactos semelhantes a este pode ocasionar um impacto ambiental muito mais significativo;
- Média Magnitude, a área afetada é grande, mas não há formação de sulcos e ravinas ainda;
- Em Expansão, já que os efeitos deste impacto ainda estão em expansão;
- Impacto Permanente, os efeitos deste impacto continuarão se manifestando;
- Baixa Reversibilidade, uma vez perdido material do solo não há como o recuperar, a menos que seja transferido de outro lugar.



Figura 17 - Impacto 8 – perda de solo na entrada de bueiro

Na figura 17, vê-se um bueiro presente em uma das vias da Bacia do Córrego Jararaca, o impacto referente a este é a perda de solo, por intensificação do processo erosivo. O aspecto ambiental deflagrante deste impacto é a exposição do solo a intempéries, fazendo com que haja arraste de solo para o sistema de drenagem. O fator ambiental impactado é o solo e o equipamento urbano responsável é a drenagem pluvial.

Este impacto foi classificado como:

- Efetivo, a perda de solo é visível;
- Difuso, o impacto identificado pode ter uma extensão muito maior do que a fotografada, como, por exemplo, por todas as vias;
- Direto, por ser diretamente relacionado com o aspecto identificado;
- Regional, já que o solo transportado pode ser carreado para a Bacia à jusante;
- Impacto de Curto Prazo, logo após a exposição do solo ocorre a intensificação do processo erosivo;

- Cumulatividade Potencial, pois a união de vários impactos semelhantes a este pode ocasionar um impacto ambiental muito mais significativo;
- Média Magnitude, pois a extensão do impacto pode ser muito maior do que a fotografada;
- Em Expansão, já que os efeitos deste impacto ainda estão em expansão;
- Impacto Permanente, os efeitos deste impacto continuarão se manifestando;
- Baixa Reversibilidade, uma vez perdido material do solo não há como o recuperar, a menos que seja transferido de outro lugar.



Figura 18 - Impacto 9 – poluição de solo e recurso hídrico por disposição inadequada de resíduos sólidos



Figura 19 - Impacto 10 – poluição de solo e recurso hídrico por disposição inadequada de resíduos sólidos

As figuras 18 e 19 tratam dos impactos visuais e contaminação de água e solo, o aspecto relacionado a eles é a disposição inadequada de resíduos sólidos domiciliares, o que pode representar uma inadequada coleta de resíduos sólidos na Bacia. Os fatores ambientais impactados são recurso hídrico e solo, sendo o equipamento urbano responsável por tal impacto a coleta de resíduos sólidos. Estes dois impactos foram descritos e classificados juntos devido às suas semelhanças.

Os impactos 9 e 10 foram classificados como:

- Prováveis, não é possível afirmar que há contaminação de solo e água sem análises, mas provavelmente está ocorrendo;
- Localizado, pois se tratam de pontos isolados;
- Direto, pois possuem simples relação de causa e efeito com o aspecto ambiental identificado;

- Impacto Regional⁶, uma vez que os contaminantes cheguem ao aquífero subterrâneo, a pluma de contaminantes pode transcender os limites da Bacia Hidrográfica;
- Impacto de Médio Prazo, já que a movimentação dos contaminantes pode levar certo tempo até que alcance o solo ou o lençol freático;
- Cumulatividade Potencial, pois a união de vários impactos semelhantes a este pode ocasionar um impacto ambiental muito mais significativo;
- Média Magnitude, pois são extensões de áreas razoáveis;
- Em Expansão, já que os efeitos deste impacto ainda estão em expansão;
- Impacto Permanente, os efeitos deste impacto continuarão se manifestando;
- Baixa Reversibilidade, para que se volte à condição inicial o solo e a água do lençol freático contaminados devem ser tratados, sendo um processo de alto custo financeiro.

⁶ Se considerado apenas o impacto contaminação do solo, sua classificação seria local, porém se adota a pior situação.



Figura 20 - Impacto 11 – poluição de solo e recurso hídrico por disposição inadequada de esgoto doméstico

Na área urbanizada da bacia do Córrego Jararaca, não há rede de coleta de esgoto doméstico, sendo a forma de disposição destes resíduos por fossas sépticas, como mostra a Figura 20, as quais segundo o Parecer Comdema n. 11/2006 são “absolutamente impróprias e incorretas”. Com as inundações elas transbordam representando riscos de contaminação por coliformes fecais e transmissão de Leptospirose. O impacto relacionado ao mau funcionamento das fossas sépticas é a contaminação do solo e do reservatório de água subterrâneo, sendo o aspecto ambiental responsável por este impacto a disposição inadequada de efluentes domésticos, cuja responsabilidade é dos equipamentos urbanos de coleta e tratamento de efluentes domésticos. Os fatores impactados pela inadequação das fossas presentes na bacia são recursos hídricos e solo.

O impacto 11 foi classificado como:

- Efetivo, não é possível afirmar que há contaminação de solo e água sem análises, mas o parecer do Comdema acima citado confirma a operação inadequada das fossas que resultam fatalmente no impacto identificado;

- Localizado, pois se as fontes são pontos localizáveis, as fossas sépticas;
- Direto, pois possui simples relação de causa e efeito com o aspecto ambiental identificado;
- Impacto Regional⁵, uma vez que os contaminantes cheguem ao aquífero subterrâneo, a pluma de contaminantes pode transcender os limites da Bacia Hidrográfica;
- Impacto de Curto Prazo, já que os contaminantes alcançaram rapidamente o solo e/ou o lençol freático por seu estado físico ser líquido;
- Cumulatividade Existente, pois são vários os pontos fonte de contaminação, já que todas as residências da bacia hidrográfica adotam tal sistema de tratamento de efluentes devido à inexistência de coleta e afastamento de esgotos no local;
- Magnitude Grande, pois pode atingir grandes extensões de área, além do potencial de grande alteração de águas de alta qualidade;
- Em Expansão, já que os efeitos deste impacto ainda estão em expansão;
- Impacto Permanente, os efeitos deste impacto continuarão se manifestando até que alguma medida de recuperação seja adotada impedindo o avanço da pluma de contaminantes;
- Baixa Reversibilidade, para que se volte à condição inicial o solo e a água do lençol freático contaminados devem ser tratados, sendo um processo de alto custo financeiro.

5.2 Síntese dos Resultados

Os impactos identificados na bacia em estudo foram descritos e classificados como se segue nas tabelas abaixo.

Tabela 1 - Síntese da descrição dos Impactos Identificados

Identificador	Impacto Ambiental	Aspecto Ambiental	Equipamento Relacionado	Fator Impactado
1	Perda de qualidade do solo	Retirada de vegetação	Sistema Viário	Solo
2	Perda de solo	Exposição do solo à intempérie	Drenagem pluvial	Solo
3	Perda de solo	Exposição do solo à intempérie	Drenagem pluvial	Solo
4	Perda de solo	Exposição do solo à intempérie/Acumulo inadequado de resíduos	Drenagem pluvial	Solo
5	Impacto Visual/Contaminação de água	Disposição inadequada de Resíduos Sólidos	Coleta de Resíduos Sólidos	Recurso Hídrico
6	Perda de Solo	Retirada de vegetação/Talude muito inclinado	Drenagem pluvial	Solo
7	Perda de solo	Exposição do solo à intempérie	Drenagem pluvial	Solo
8	Perda de solo	Exposição do solo à intempérie	Drenagem pluvial	Solo
9	Impacto Visual/Contaminação de solo e água	Disposição inadequada de Resíduos Sólidos	Coleta de Resíduos Sólidos	Solo e Recurso Hídrico
10	Impacto Visual/Contaminação de solo e água	Disposição inadequada de Resíduos Sólidos	Coleta de Resíduos Sólidos	Solo e Recurso Hídrico
11	Contaminação de água e solo	Disposição inadequada Efluentes Domésticos	Coleta e Tratamento de Efluentes Domésticos	Solo e Recurso Hídrico

Pela análise da tabela 1, os fatores ambientais que sofrem impacto na área em estudo são o solo e os recursos hídricos, sendo os principais equipamentos urbanos deflagradores destes impactos: sistema viário, drenagem pluvial, coleta de resíduos sólidos e coleta e tratamento de efluentes domésticos. As condições destes equipamentos são características de locais ocupados sem planejamento, onde o poder público teve que levar infraestrutura para uma ocupação irregular. Os equipamentos responsáveis pelos impactos descritos tiveram sua construção aprovada, mas não seguem nenhuma especificação de padrão de qualidade ambiental. Os principais tipos de impactos presentes na bacia são perda de solo e contaminação de água e solo.

Tabela 2 – Matriz Síntese da Classificação dos Impactos Identificados.

Impacto	Ocorrência	Fonte	Ordem	Escala Espacial	Desencadeamento	Cumulatividade	Magnitude	Estado Evolutivo	Temporalidade	Reversibilidade
1	IP	L	ID	IL	MP	IN	P	EE	Per	MD
2	IE	D	ID	IR	CP	EX	P	EE	Per	B
3	IE	L	ID	IR	CP	IN	P	EE	Per	B
4	IE	L	ID	IR	CP	IN	M	EE	Per	GR
5	IP	L	ID	IR	CP	IN	P	E	Per	MD
6	IE	L	ID	IR	CP	PO	P	EE	Per	B
7	IE	D	ID	IR	CP	PO	M	EE	Per	B
8	IE	D	ID	IR	CP	PO	M	EE	Per	B
9	IP	L	ID	IR	MP	PO	M	EE	Per	B
10	IP	L	ID	IR	MP	PO	M	EE	Per	B
11	IE	L	ID	IR	CP	EX	G	EE	Per	B

Legenda	
Ocorrência	IE - Impacto Efetivo
	IP - Impacto Provável
Fonte	L - Impacto Localizado
	D - Impacto Difuso
Ordem	ID - Impacto Direto
	II - Impacto Indireto
Escala Espacial	IL - Impacto Local
	IR - Impacto Regional
Desencadeamento	CP - Impacto de Curto Prazo
	MP - Impacto de Médio Prazo
	LP - Impacto de Longo Prazo
Cumulatividade	IN - Inexistente
	EX - Existente
	PO - Potencial
Magnitude	P - Pequena
	M - Média
	G - Grande
Estado Evolutivo	E - Estacionário
	R - Retroativo
	EE - Em Expansão
Temporalidade	Tem - Impacto Temporário
	Per - Impacto Permanente
Reversibilidade	GR - Grande
	MD - Média
	B - Baixa

Foram encontrados impactos efetivos e impactos prováveis na Bacia, como se pode observar na tabela 2, por se tratar de uma pesquisa qualitativa não foram feitas análises para confirmação da presença de alguns impactos. A maior parte dos impactos identificados é do tipo localizado, apenas os relacionados a aumento de erosão e assoreamento são difusos, sendo todos impactos diretos. A maior parte deles possui escala espacial regional, o que mostra a importância do controle destas situações já que seus efeitos serão sentidos além dos limites da bacia. Apenas um impacto ambiental de grande magnitude foi encontrado, porém deve-se considerar a frequente presença de potencialidade de cumulatividade, ou seja, impactos que sozinhos não são tão significativos, mas juntos o são. Outros fatores que merecem atenção são o estado evolutivo e a temporalidade, que foram em expansão para praticamente todos e permanente para todos, respectivamente. Quanto à reversibilidade, os resultados foram bem variados, mas a maior parte é de baixa reversibilidade, já que grande parte dos impactos é perda de solo, a qual não possui uma remediação simples.

Comparando os resultados obtidos na presente pesquisa com os de Barcellos *et al* (2006) apresentados anteriormente no *item 3.2*, nota-se que há um certo conjunto de impactos ambientais característicos de urbanizações, o qual se repetiu na bacia hidrográfica em estudo. Pelo gráfico da figura 1 quanto mais urbanizado o município maior a incidência de impactos, seguindo a tendência apontada por Newman (2006) de que quanto maior a população maior o impacto no meio natural, já que a cidade pode ser compreendida como um ecossistema e quanto maior o contingente populacional neste ecossistema, maior a demanda por recursos e a geração de resíduos.

Segundo Chow⁷ (1964, *apud* CUNHA; VIEIRA, 2004) o processo de urbanização pode ser dividido em três fases: a primeira corresponde à transformação do pré-urbano para o urbano inicial, em que ocorrem a remoção de vegetação e a construção de casas, aumentando a vazão e a sedimentação, e a construção de tanques sépticos e drenagem para o esgoto, aumentando a umidade do solo e a contaminação. A segunda engloba a construção de muitas casas, edifícios, comércio, calçamento das ruas, acarretando diminuição na infiltração e aumento do escoamento superficial. Nessa fase ocorre falta de tratamento de lixo e esgoto, ocasionando poluição das águas. Na última fase, que corresponde ao urbano avançado, ocorrem muitas edificações residenciais e públicas, instalação de indústrias, acarretando aumento do escoamento superficial, pico de enchentes e melhoramento dos canais, aliviando alguns problemas. Pela análise da bacia do Jararaca feita neste trabalho, pode-se afirmar que esta encontra na primeira fase de urbanização.

O padrão do processo de urbanização é extremamente insustentável, pelo modo como ocorre e segundo Gronstein (2001, p. 14) para que este seja sustentável devem-se controlar as seguintes variáveis:

“a forma de ocupar o território, a disponibilidade de insumos para seu funcionamento (disponibilidade de água), a descarga de resíduos (destino e tratamento de esgoto e lixo), o grau de mobilidade da população no espaço urbano (qualidade do transporte público de massa), a oferta e o atendimento às necessidades da população por moradia, equipamentos sociais e serviços, e a qualidade dos espaços públicos.”

Para que um padrão de qualidade ambiental seja mantido não basta apenas um bom planejamento, mas um efetivo processo de gestão garantindo que os requisitos ambientais fixados no momento do licenciamento de um empreendimento ou equipamento urbano sejam sempre respeitados. Observando-se os resultados do

⁷ CHOW, V. T. **Handbook of Applied Hydrology**. New York: McGraw-Hill, 1964. 1418 p.

presente trabalho e da bibliografia consultada, a prática de gestão ambiental nas áreas urbanas tem mostrado não ser capaz de prevenir impactos ambientais.

5.3 Localização das situações identificadas por meio de Sistema de Informações Geográficas

Utilizando-se das imagens obtidas montou-se um mapa no software Idrisi com os layers: divisor de águas da bacia do córrego Jararaca, contorno do trecho da bacia abordado neste trabalho, linhas de cotas topográficas, hidrografia, vias públicas, imagem de satélite e localização dos impactos ambientais identificados. Com estes layers foi possível a composição de diferentes mapas, a partir da combinação entre estes.

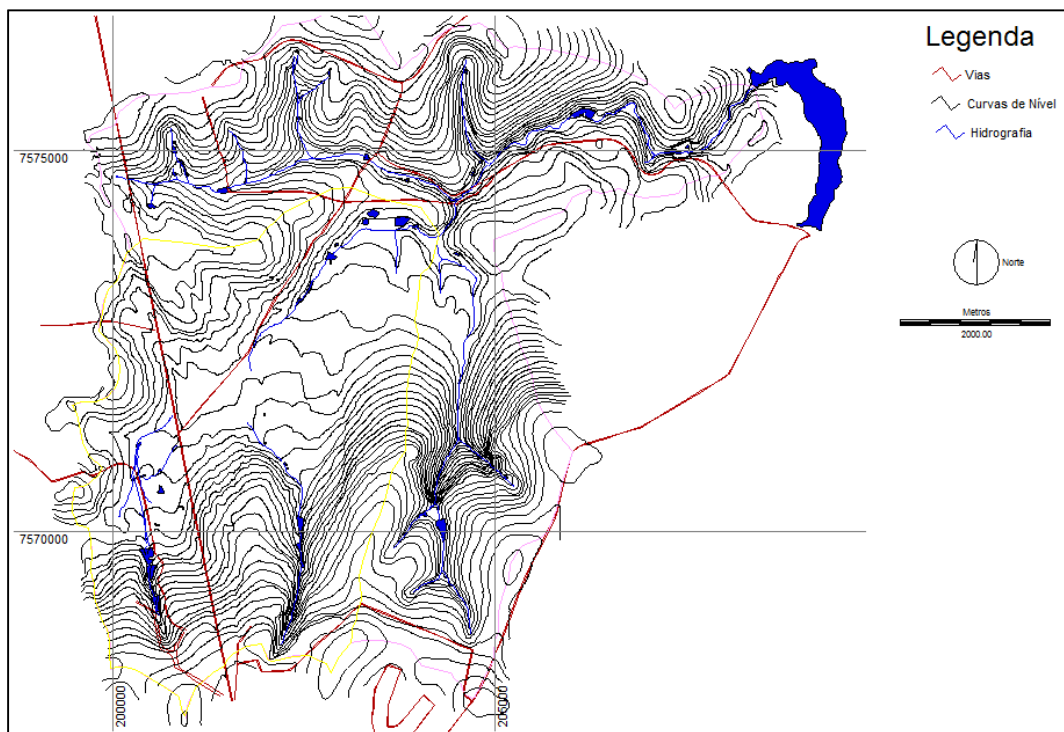


Figura 21 - Mapa produzido no software Idrisi Andes

Além da reprodução gráfica da localização, realizou-se a integração do georreferenciamento com o banco de dados referente à descrição e caracterização dos impactos. Tal processo permite a operacionalização de várias análises com os dados coletados, desde procura por informações similares e como estas se distribuem sobre a bacia ou, por exemplo, selecionando-se apenas os impactos ambientais que alteram o fator ambiental solo e ressaltando suas localizações, dentre muitas outras. Outra funcionalidade interessante é o fato de ao se clicar no ponto referente ao impacto todas as informações referentes a este estarem dispostas em uma tabela. Acredita-se que a utilização desta ferramenta assim como foi construída poderia ser muito útil para auxiliar na gestão ambiental de equipamentos urbanos, facilitando seu monitoramento e fiscalização, principalmente se uma abordagem de empreendimento fosse adotada.

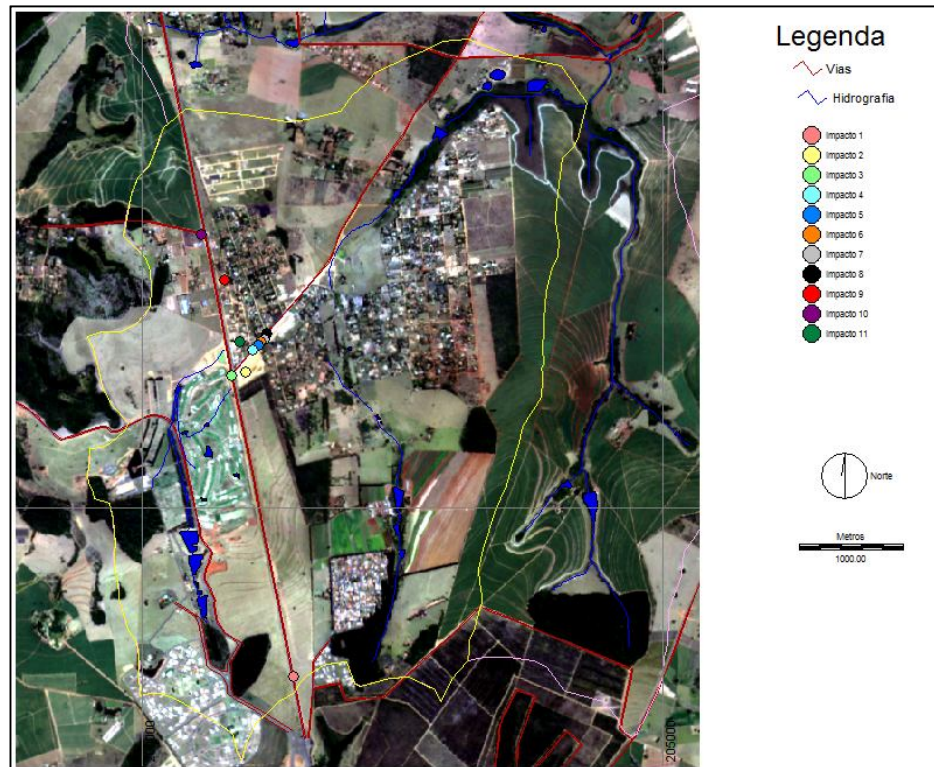


Figura 22 – Localização Geográfica dos Impactos Ambientais Identificados

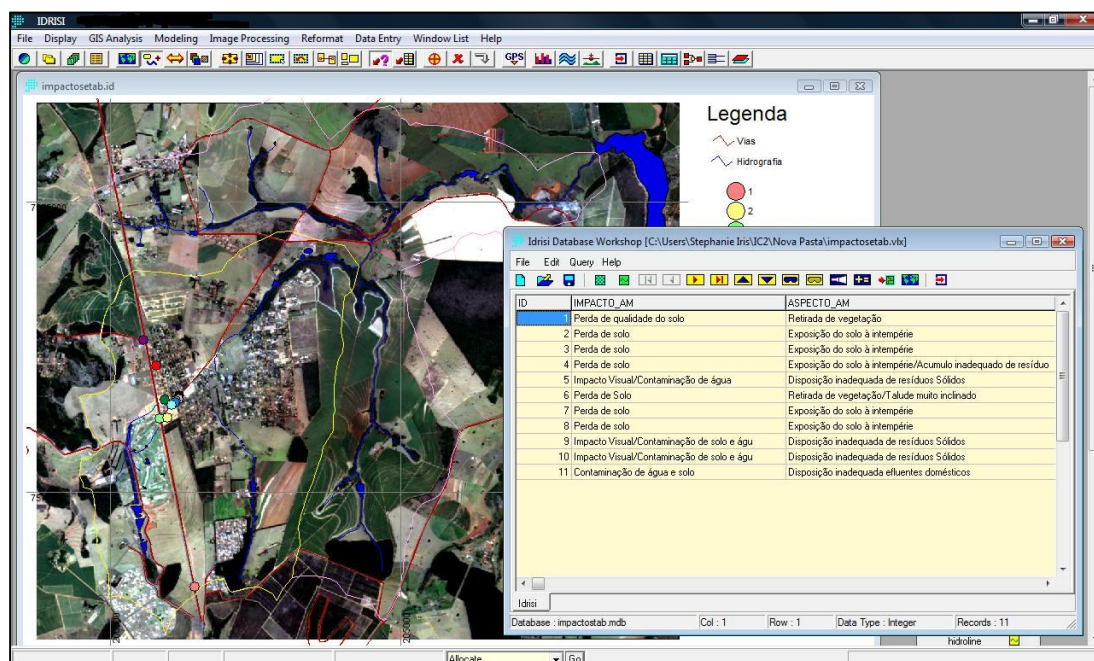


Figura 23 - Tabela de dados associada ao georreferenciamento

Conclusão

Os resultados encontrados permitem relacionar os impactos ambientais identificados com o estágio de urbanização da bacia em estudo, representando a primeira fase do processo de urbanização segundo divisão de Chow⁷ (1964, *apud* CUNHA; VIEIRA, 2004). Uma vez que esta urbanização se deu de forma não planejada, sem a devida infraestrutura, tem-se como consequência impactos causados pela precariedade de alguns equipamentos urbanos essenciais para o desenvolvimento de uma cidade, como o sistema viário, coleta de resíduos sólidos, drenagem pluvial e coleta e tratamento de efluentes domésticos.

A bacia do córrego Jararaca se encontra em uma área delicada por ser uma região de várzea, de onde surge o nome popular do local de Varjão, sendo a drenagem pluvial de extrema importância para o estabelecimento da ocupação. Porém estes equipamentos devem obedecer alguma qualidade ambiental, de forma a minimizar a pressão da ocupação sobre o meio natural, principalmente devido às características dos impactos identificados, como a potencialidade de cumulatividade, a temporalidade permanente e a escala espacial regional. Tais fatos exigem um acompanhamento periódico destes equipamentos para que possam funcionar devidamente, porém este não ocorre. A continuidade dessas situações traz problemas para o meio ambiente, como a erosão do solo e transporte destes sedimentos para jusante, levando ao assoreamento acelerado de corpos hídricos a jusante da bacia. É de extrema importância que as medidas de controle sejam efetivas e levem em consideração as características do meio, de forma que o problema seja resolvido de forma a adequar a ocupação humana com as necessidades e fragilidades ambientais.

Quando a urbanização em um município ocorre sem compromisso com os aspectos ambientais, ignoram-se os impactos ambientais e assume-se a poluição como

uma consequência intrínseca ao desenvolvimento, relegando o meio natural apenas com medidas corretivas, soluções de fim de tubo. Como visto neste estudo de caso, grande parte dos impactos ambientais identificados na Bacia do Córrego do Jararaca possui baixa reversibilidade, representando alto custo (e muitas vezes impossibilidade de realização) de remediação o que indica a falta de viabilidade do padrão de gestão ambiental observado atualmente.

Tal paradigma seria quebrado com uma abordagem diferenciada, na qual há uma exigência de renovação de um benefício como, por exemplo, a licença de operação no caso de empreendimentos. Segundo Sanchéz (2008) estudos mostram que grande parte dos empreendimentos não cumpre o que foi acertado no licenciamento, demonstrando a relevância da renovação da licença ambiental como um instrumento pedagógico sobre a importância de conservação do meio ambiente, mesmo que seja por meio de um benefício em troca. A renovação da licença ambiental demonstra a viabilidade ambiental da atividade/empreendimento ao longo do tempo, sendo a fase de acompanhamento muito importante para assegurar o cumprimento efetivo das medidas mitigadoras e demais condições impostas previamente. A abordagem de empreendimentos para gestão ambiental urbana garantiria que os aspectos referentes ao meio ambiente fossem realmente considerados pelos tomadores de decisão, assim como ocorre com os empreendimentos.

Após ter percorrido a área que compreende a parte urbanizada da bacia do córrego do Jararaca, nota-se que grande parte da ocupação na bacia foi por loteamentos fechados os quais possuem certa manutenção dos equipamentos urbanos (como vias, poços, drenagem pluvial) sendo mantidos com qualidade muito superior à das áreas não compreendidas no interior de muros, o que pode ser inferido pela análise da localização dos impactos ambientais identificados, os quais se encontram em áreas abertas. Em um

dos condomínios de chácaras presentes na bacia, o Tibaia de São Fernando I, há afixado à parede da guarita de entrada análises da qualidade da água servida dos poços subterrâneos do residencial, representando um comprometimento com a qualidade ambiental. Tal comprometimento existe porque os moradores de residenciais/loteamentos fechados pagam uma segunda vez por esta qualidade e exercem certa pressão para que alguns padrões sejam mantidos, porém, teoricamente, não se deveria pagar mais uma vez por isso. Se houvesse pressão por meio da sociedade para que os padrões de qualidade ambientais urbanos fossem mantidos, uma vez que já se pagou por estes, os aspectos ambientais seriam efetivamente considerados na gestão ambiental das cidades, assim como o são em condomínios fechados. Sendo a abordagem de empreendimentos um instrumento que viabilizaria esta cobrança por meio dos munícipes.

Portanto, no caso estudado seria muito pertinente a aplicação de abordagem de empreendimentos na gestão ambiental urbana e, se ainda possível, no planejamento ambiental urbano, de modo que a maneira de evolução desta urbanização possa ser corrigida e que os problemas ambientais tão recorrentes em cidades com urbanizações consolidadas possam ser evitados. Além da garantia de um monitoramento destes equipamentos ambientais, já que uma pré-análise de seus fluxos permite prever quais os impactos ambientais normalmente associados àqueles e, portanto, quais medidas de mitigação e monitoramento são necessárias ao decorrer do seu ciclo de vida, assim como remediação dos impactos que estão ocorrendo e não foram previstos. Garantindo, deste modo, uma melhor qualidade ambiental urbana e trilhando um caminho de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS⁸

BARCELLOS, F. C. et al. **Urbanização e Impactos Ambientais no Centro-Sul**. XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. Caxambú – MG, 2006.

BIDONE, E.D. & MORALES, P.R.D. **Desenvolvimento Sustentável e Engenharia: Enfoque Operacional**. Rio de Janeiro: Fundação Ricardo Branco, 2004.

CAMARA, G.; DAVIS, C. **Fundamentos de Geoprocessamento**. INPE. Disponível em: <http://www.dpi.INPE.br/gilberto>. Acesso em: 29 de jun. 2009.

CAMPOS, J. C. V. **Contaminação das Águas Subterrâneas na Cidade de Mirante da Serra (RO)**. Estudo de Avaliação Hidrogeológica da área urbana de Mirante da Serra (RO). CPRM e FUNASA, 1999.

CARVALHO, P. F. Instrumentos Legais da Gestão Urbana: Referências ao Estatuto da Cidade e ao Zoneamento. In: BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. (orgs.) **Estatuto da Cidade: Política Urbana e Cidadania**. Rio Claro: LPM-IGCE-UNESP, 2000. 41-59 p.

CAVALLARI, R. L.; TAMAE, R. Y; ROSA, A. J. A Importância de um Sistema de Informações Geográficas no Estudo de Microbacias Hidrográficas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**. Ano VI - num. 11, junho de 2007.

COMDEMA – Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente. **PARECER COMDEMA Nº 11/2006**. Prefeitura Municipal de São Carlos. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Sustentável, Ciência e Tecnologia. Departamento de Política Ambiental.

CUNHA, S. B.; VIEIRA, V. T. Mudanças na Rede de Drenagem Urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). In: CUNHA, S. B. e GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

DOZENA, A. **São Carlos e seu “Desenvolvimento”**: Contradições Urbanas de um Pólo Tecnológico. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo. 2001.

FELDER, R. M.; ROUSSEAU, R. W. **Princípios Elementares dos Processos Químicos**. LTC, 2005.

⁸ De acordo com:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

FERNANDES, E. Impacto socioambiental em áreas urbanas sob a perspectiva jurídica. In: MENDONÇA, Francisco (org.). **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004.

FERRETE, J. A. et al. **VI-247 – Risco de contaminação ambiental por esgotos domésticos e resíduos sólidos em lotes do assentamento de reforma agrária Ezequias dos Reis, município de Araguari (MG)**. 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte – MG, 2007.

FILHO, D. G. N.; CASTRO, D. A. **II-376- Influências das fossas sépticas na contaminação do manancial subterrâneo por nitratos e os riscos para os que optam pelo autoabastecimento como alternativa dos sistemas públicos de distribuição de água**. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande – MS, 2005.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento Ambiental para a cidade sustentável**. 2ª Edição. São Paulo: Annablume, Fapesp, 2008.

FRÉSCA, F. R. C. **Estudo da Geração dos Resíduos Sólidos Domiciliares no Município de São Carlos, SP, a partir da Caracterização Física**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2007.

GROSTEIN, M. D. **Metrópole e expansão urbana**: a persistência de processos “insustentáveis”. São Paulo Em Perspectiva, 15(1) 2001.

Licenciamento Ambiental e as Micro e Pequenas Empresas. Volume 1 – Dúvidas Frequentes. **Cartilha Cetesb**. Dezembro, 2006. Disponível em: <<http://www.cetesb.org.br/>>. Acesso em: 11 fev. 2010.

MACEDO, R. K. **Gestão Ambiental**: os instrumentos básicos para gestão ambiental de territórios e de unidades produtivas. Rio de Janeiro: ABES, AIDS, 1994.

MARCONDES, M. J. de A. **Cidade e natureza**: proteção dos mananciais e exclusão social. São Paulo: Estúdio Nobel, EDUSP, 1999. 238 p.

MATTOS, K. G. S. et al. **Legislação urbana no Brasil**. In: 5º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2002. Florianópolis. Anais do 5º COBRAC. Florianópolis: Grupo de Trabalho em Cadastro, 2002.

MONTAÑO, M.; FONTES, A. T. Plano de bacia hidrográfica do córrego Jararaca: diagnóstico e diretrizes. **Relatório Técnico**. São Carlos: Fator Ambiental e Consultoria e Treinamento Ltda., 2008a.

_____. **Análise Ambiental da Bacia do Córrego Jararaca (São Carlos-SP)**: Subsídios ao Planejamento Territorial e de Recursos Hídricos. OLAM – Ciência &

Tecnologia – Rio Claro/SP, Brasil. Ano VIII, Vol.8, n.3, p.240. Julho – Dezembro, 2008b.

MONTAÑO, M.; SOUZA, M. P. **Environmental Impact Assessment as a tool for environmental planning and management of cities in Brazil**. Second International Conference on Whole Life Urban Sustainability and its Assessment. Loughborough, Inglaterra: SUE-MoT 2009.

MOREIRA, A. C. M. L. Megaprojetos & Ambiente Urbano: Parâmetros para Elaboração do Relatório de Impacto de Vizinhança. **Pós-Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, n. 7, p. 107-118. São Paulo: FAUUSP, 1999.

NEWMAN, P. **The Environmental Impact of Cities**. Environmental and Urbanization 2006; 18; 275.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan Ltda., 1988.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. Secretaria de Planejamento. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental: 2º PDDUA**. Disponível em: <[HTTP://www.portoalegre.rs.gov.br](http://www.portoalegre.rs.gov.br)>. Acesso em: 2010.

RIBEIRO, H.; VARGAS, H. C. **Qualidade Ambiental Urbana**: Ensaio de uma Definição. In: RIBEIRO, H.; VARGAS, H. C. (orgs.) Novos Instrumentos de Gestão Ambiental Urbana. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

RUTKOWSKI, E.; SANTOS, R. F. **Bacia Ambiental**: um outro olhar para a gestão das águas doces urbanas. In: Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Aguas. Zaragoza – Espanha, setembro/98.

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia**: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. São Paulo: EDUSP, 2001.

_____. **Avaliação de Impacto Ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 495p.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004. 184p.

SÃO CARLOS. Lei nº 13.691, de 25 de novembro de 2005. Institui o Plano Diretor de São Carlos e dá outras providências. **Prefeitura do Município de São Carlos**. São Carlos, SP, 2005.

_____. Lei 14.991, de 23 de julho de 2009. Estabelece as diretrizes a serem observadas na elaboração da Lei Orçamentária do Município para o exercício de 2010, e dá outras providências. **Prefeitura do Município de São Carlos**. São Carlos, SP, 2009.

SEADE. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfil.php>>. Acesso em 21 abril 2010.

SILVA, B. F.; FALCOSKI, L. A. N. **Paradigmas inovadores em planejamento urbano e gestão**. Semina: Ci. Exatas/Tecnol. Londrina, v. 21, n. 4, p. 77-82, dez. 2000.

TUCCI, C. E. M. **Aspectos Institucionais no Controle de Inundações**. I Seminário de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. Brasília, 1999.

USP - SÃO CARLOS. Disponível em: <<http://www.saocarlos.usp.br/calouros/sobre-a-cidade.php>>. Acesso em 21 de novembro de 2010.