

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS NO MUNICÍPIO DE SARANDI/PR

MARINGÁ
FEVEREIRO/2010

ELTON EIDY TOY

ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS NO MUNICÍPIO DE SARANDI/PR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá como exigência para exame de qualificação de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientador: Prof. Dr. Generoso De Angelis Neto

MARINGÁ

FEVEREIRO/2010

ELTON EIDY TOY

ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS NO MUNICÍPIO DE SARANDI/PR

Tese apresentada a Universidade Estadual de Maringá como requisito para
obtenção do título de mestrado, sob orientação do Prof. Dr. Generoso
Angelis Neto.

Coordenador

Prof. Dr. Generoso De Angelis Neto

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Generoso De Angelis Neto (Orientador) – PEU/UEM

Prof. Dr. Bruno Luiz Domingos De Angelis – PEU/UEM

Prof. Dr. Yoshiya Nakagawara Ferreira – UEL

MARINGÁ

FEVEREIRO/2010

RESUMO

Na contramão do crescimento urbano ordenado existe uma série de fatores que devem ser pensados ante a implantação das infra-estruturas ou até mesmo da não implantação de determinados equipamentos dentro do contexto de uma cidade. Com Sarandi/PR não ocorre diferente, então as consequências de uma ocupação desordenada pode ser constatada no cotidiano da população de uma jovem cidade situada no norte do Paraná, cuja exploração da atividade imobiliária ditou as tendências da expansão urbana, criando assim todo o contexto em que ela se insere nos dias de hoje. A qualidade de vida está ligada diretamente ao meio, portanto o planejamento se faz necessário para crescimento sustentável, fornecendo condições para que o município abasteça de forma satisfatória a sua demanda. O principal objetivo desse trabalho foi analisar os processos erosivos do município de Sarandi/PR. Viu-se que a ação antrópica trouxe impactos significativos no meio ambiente e drástica consequência na qualidade de vida do município, o homem como antagonista do próprio homem.

Palavras –chave: Processo Erosivo; Drenagem Urbana; Sarandi/PR; Impactos Ambientais.

ABSTRACT

Going against the orderly urban growth are a number of factors that must be thought before the deployment of infrastructure or even the non-implementation of certain equipment within the context of a city. With Sarandi / PR is not different, then the consequences of a disordered occupation can be found in the daily population of a young city located in the north Parana, the operation of real estate activity dictated the trends of urban sprawl, creating the whole context in that it falls to the present day. Quality of life is directly connected to the middle, so planning is necessary for sustainable growth, providing conditions for a city caters adequately for your demands. The main objective of this study was to analyze the erosion of the city of Sarandi / PR. It was seen that the human action brought significant impacts on the environment and result in drastic quality of life of householders, the man as an antagonist of the man himself.

Keywords: Process erosion; urban drainage; Sarandi/PR; environmental impacts.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T576a Toy, Elton Eidy

Análise dos processos erosivos no município de Sarandi – Paraná / Elton Eidy Toy, Maringá: [s.n.], 2010.

88 f.

Orientador: Prof. Dr. Generoso de Angelis Neto

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá

ELTON EIDY TOY

ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS NO MUNICÍPIO DE
SARANDI/PR

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, na área de concentração Infra-estrutura e Sistemas Urbanos, para obtenção do título de Mestre.

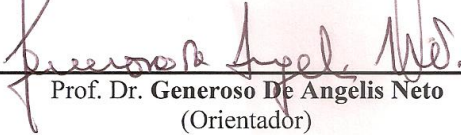
APROVADA em 31 de março de 2010.



Prof. Dr. Yoshiya Nakagawara Ferreira



Prof. Dr. Bruno Luiz Domingos De Angelis



Prof. Dr. Generoso De Angelis Neto
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá

*Ao Professor Generoso De Angelis Neto pela
orientação nos trabalhos realizados durante a pesquisa;*

*Aos professores do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá;*

*Aos funcionários da Prefeitura do Município de Sarandi pelo
apoio em ceder as informações necessárias à pesquisa;*

*À Vanda Aparecida dos Reis pelo apoio e
dedicação em todo período da pesquisa;*

*À Vanessa Medeiro Corneli pelo companheirismo ao
longo do período do mestrado.*

Sumário

1 - Introdução	14
1.1 – Justificativa.....	15
1.2 - Objetivos.....	16
1.2.1 - Geral.....	16
1.2.2 – Específicos.....	16
1.2.3 – Metodologia	17
2 – Erosão Hídrica.....	18
2.1 - Características pedológicas e geomorfológicas.....	19
2.2 - A hidrologia e a ação antrópica.....	23
2.3 - Medidas de Controle.....	36
3 - Estudo de Caso: Município de Sarandi/PR	43
3.1 – Evolução dos Loteamentos	46
3.2 - Sarandi no contexto regional	47
3.3 - Desenho Urbano.....	50
3.4 – Características Sócio-Econômicas do Município de Sarandi/PR.	52
3.5 – Características das infra-estruturas e do meio físico urbano	53
4 – Resultados	58
4.1 Jardim Alvamar II	65
4.2 Jardim Social.....	66
4.3 Jardim Universal	68
4.4 Jardim Bom Pastor.....	68
4.5 Jardim Independência – III Parte	70
4.6 Jardim Santana	72
4.7 Parque São Pedro.....	74
4.8 Diagnóstico da conservação de drenagem do Jardim Santana	75

4.9 Associação do crescimento de áreas impermeáveis e a evolução da erosão do Jardim Santana.....	78
5 - Conclusão.....	79
6 - Referências.....	81

Índice de Figuras

Figura 01: Mapa de Sarandi, Estado do Paraná	45
Figura 02: Mapa da evolução dos loteamentos no Município de Sarandi/PR	48
Figura 03: Mapa de localização da Mesorregião Norte Central Paranaense	49
Figura 04: Mapa de identificação dos conflitos nas malhas viárias.	51
Figura 05: Mapa do solos predominantes no Município de Sarandi.....	55
Figura 06: Mapa da Localização da Drenagem Urbana.	56
Figura 07: Mapa das Glebas Rurais do Município de Sarandi.	60
Figura 08: Mapa Altimétrico, Hidrográfico e do Perímetro do Município.	61
Figura 09: Levantamento Topográfico do processo erosivo do Jardim Santana.....	62
Figura 10: Mapa da Localização das Erosões Urbanas do Município de Sarandi.....	63
Figura 11: Delimitação da Bacia de Drenagem do córrego Mauá	64
Figura 12: Erosão Jardim Alvamar II, 2006.	65
Figura 13: Erosão Jardim Alvamar II, 2009.	65
Figura 14: Erosão Jardim Social, 2009.	66
Figura 15: Residência executada com entulhos retirados da erosão do Jd. Social...66	
Figura 16. Proximidades da Erosão	67
Figura 17: Residência localizada na margem da erosão.....	67
Figura 18: Início do processo erosivo.....	68
Figura 19: Processo Erosivo	69
Figura 20: Processo Erosivo, Vista geral.	69

Figura 21: Erosão Jardim Verão, Avenida Francisco de Almeida	70
Figura 22: Erosão na beira da Marginal da Br 376 (Avenida Ademar Bornia).....	71
Figura 23: Erosão.....	71
Figura 24: Vista aérea do processo erosivo Jardim Santana	72
Figura 25: Processo Erosivo, 2006.	73
Figura 26: Processo Erosivo, 2009 – Vista Geral.....	73
Figura 27: Processo Erosivo, 2009 Detalhe.	74
Figura 28: Processo Erosivo Parque São Pedro, 2009.	74
Figura 29: Ruas do Jardim Santana sem drenagem, 2009.	75
Figura 30: Estado de conservação das bocas de lobo do Jardim Santana, 2010	76
Figura 31: Pavimentação sem conservação, 2010.....	76
Figura 32: Dissipadores de galerias pluviais interligadas, 2010.....	77
Figura 33: Emissário Jardim Santana e lançamento irregular, 2010.....	78

Índice de Quadros

Quadro 1 – Ações antrópicas e suas conseqüências sobre o relevo.....	30
Quadro 2 – Indicadores Sócio-Econômicos de Sarandi/Pr	52
Quadro 3 – Indicares das infra-estruturas do município de Sarandi/PR.....	57
Quadro 4 – Diagnóstico Parque Santana.....	81

1 - Introdução

O entendimento dos processos de formação de erosões urbanas é de suma importância para o estabelecimento de critérios de prevenção e controle desse tipo de fenômeno, além do estabelecimento de técnicas adequadas para a análise de sua evolução.

A recuperação de áreas degradadas em meio urbano se faz necessária devido ao fato de que o crescimento desordenado das cidades acarretou em conseqüências graves no que diz respeito ao meio ambiente. Evolução de erosões e a implantação de novos loteamentos fazem surgir uma preocupação com relação às áreas já atingidas e criam uma perspectiva preocupante.

O estudo dos processos erosivos na malha urbana tem ocupado um importante lugar na compreensão da dinâmica urbana contemporânea, dada a freqüência e a abrangência com que eles têm acontecido. Nas últimas décadas, estes processos têm se caracterizado por incorporarem a “cultura” como conteúdo diferenciador das várias experiências de especulação imobiliária.

Várias pesquisas trataram do tema recuperação de áreas degradadas, inclusive sobre áreas erodidas, atribuindo inúmeras causas para o surgimento das mesmas, como o desmatamento, seja ele para a criação de pastagens ou campos de plantios, ou corte de taludes que retiram do terreno a camada fértil, impacto direto das chuvas.

Esta pesquisa propõe uma avaliação do sistema urbano do Município de Sarandi/PR e suas redes de drenagem com objetivo de apontar soluções para a recuperação de áreas e um estudo do uso e ocupação do solo consciente e planejado, considerando as áreas já comprometidas e os novos conjuntos urbanos que podem vir a se implantar no município.

Para tanto, pretende-se desenvolver uma pesquisa que propicie o crescimento ordenado e planejado do meio urbano e a implantação de drenagem pluvial adequado em loteamentos já estabelecidos. Visa com isto a recuperação de pontos degradados e expansão urbana baseada na preservação ambiental.

A escolha desse tema foi devido ao fato de não haver nenhum trabalho específico sobre este tema realizado na cidade de Sarandi/PR, visto que a maior

parte da cidade não possui rede de drenagem, e onde existe, o destino final não é adequado, resultando grandes erosões no meio urbano.

A falta desse planejamento trouxe graves conseqüências ao município em estudo, gerando diversos pontos críticos na malha urbana, no que diz respeito aos danos ambientais encontrados ao longo de seu território.

Sabendo que as áreas de fundo de vale e áreas degradadas possuem baixa ocupação, torna-se praticamente inviável a captação de recursos para áreas que possuem problema ambiental, sendo que a política de financiamento adotada pelas esferas estadual e federal prioriza locais mais habitados.

Toda área habitada necessita de obras de melhoria prevendo a futura ocupação, as quais não são contempladas nos programas atuais de desenvolvimento, o que aconteceu na área proposta neste trabalho. Onde havia um projeto de urbanização da área e não havia recurso específico para a construção do projeto, a mesma foi relegada a um segundo plano.

O sucesso ou falha de uma obra adequadamente projetada e construída depende da conservação e manutenção apropriadas. Obras e medidas de controle de erosão não têm duração indefinida e geralmente não é econômico construir-se obras permanentes, menos dependentes de conservação e manutenção. Todas as estruturas necessitam de conservação para funcionamento satisfatório e para aumento de sua vida útil, com isso reduzindo os custos de reconstrução.

Diante dessa realidade de áreas degradadas, abordar estas questões é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de projetos que podem favorecer a melhoria destes locais. Espera-se, portanto, contribuir nas discussões do planejamento, preservação e uso de áreas inicialmente sem utilização.

1.1 – Justificativa

O conhecimento de fatores associados à formação de erosões urbanas e a atuação de águas pluviais é de suma importância para a tomada de medidas preventivas e de tomada de decisões ligadas à obras de engenharia.

Esse trabalho permite um diagnóstico prévio e a determinação das principais condicionantes para o surgimento de processos erosivos, e também o estabelecimento do seu mecanismo de evolução, carente de pesquisas na área

específica da cidade Sarandi/PR. Devido a essa carência, destacam-se as variáveis que regem o balanço hídrico e para a obtenção de critérios sobre mapeamento.

Estabelecer medidas de controle é indispensável para o combate de erosões, onde o enfoque adotado inicialmente possa ser investigado através de dados de evolução urbana e capacidade da rede de drenagem, procurando o melhor dos métodos a serem aplicados na contenção da evolução desse fenômeno.

A necessidade da utilização de emissários em tubulações e até de galerias subterrâneas em áreas próximas ao perímetro urbano e até na parte central das cidades, precisam da adoção de critérios para se fazer valer de boa técnica e não prejudicar essas áreas, evitando-se trabalhos onerosos.

O local da pesquisa foi escolhido devido ao grande número de bairros que devido a sua topografia, descarregam suas águas sobre ele e sua distância ao córrego mais próximo ainda ser razoavelmente grande. Considerou-se também que dentre os bairros acima mencionados grande parte deles ainda não se encontram pavimentados, e os que estão pavimentados estão sem galerias de drenagem em sua totalidade, formando assim um universo de estudos de caso bastante abrangente e completo.

1.2 - Objetivos

1.2.1 - Geral

- Analisar os processos erosivos no município de Sarandi/PR

1.2.2 – Específicos

- Localizar no município de Sarandi os principais pontos de erosão (área urbana), separando-os por gleba, perímetro urbano e corpo receptor d'água.
- Diagnosticar o estado de conservação da estrutura de drenagem existente no Jardim Santana.
- Avaliar o processo erosivo do Jardim Santana e sua relação ao crescimento de áreas impermeáveis.

1.2.3 – Metodologia

Na seqüência, destacam-se as principais etapas metodológicas utilizadas nesta pesquisa para se atingir os objetivos propostos.

- identificação das principais erosões urbanas do município por meio de levantamento “in-loco” e de posse do mapa planialtimétrico do município e da limitação do perímetro urbano, visando a
- Com base na declividade do terreno e visita de campo, comparar os dados com o mapa hídrico da cidade, e identificar os principais corpos receptores de água associadas às principais erosões circunscritas no perímetro urbano.
- Utilizando o software AutoCAD 2006 localizar todas as erosões e seus respectivos corpos hídricos.
- Através da carta topográfica do município, realizar a delimitação da área da erosão do Jardim Santana. O traçado será realizado com o auxílio do software Autocad 2006, localizando os divisores de águas marginais a esta bacia de drenagem.
- Analisar o desenvolvimento dos bairros pertencentes à bacia do córrego Mauá onde está situado o Jardim Santana. Com os bairros identificados, realizar levantamentos “in-loco” e documental para diagnóstico da estrutura de drenagem existente da área de estudo.
- Realizar um levantamento topográfico da erosão do Jardim Santana a fim de localizar e determinar as dimensões da mesma.
- Obter dos arquivos da prefeitura dados de alvarás e números de lotes dos loteamentos pertencentes à bacia do Córrego Mauá. Realizar o levantamento das vias pavimentadas da área de estudo e suas datas de implantação por meio do banco de dados da prefeitura, com informações de convênios, funcionários e moradores mais antigos do município.
- Realizar um levantamento topográfico, documental e fotográfico a fim de quantificar a evolução do processo erosivo associado ao crescimento urbano e o nível de superfície impermeável da bacia..

2 – Erosão Hídrica

O termo erosão é entendido como um processo de drenagem do solo devido à atuação de fatores naturais e antrópicos, que cada vez mais tem merecido a atenção de pesquisadores (ALVES, 2000). O impacto causado por tal fenômeno pode ser associado a diferentes perdas como na produtividade agrícola, nos recursos naturais e em empreendimentos urbanos.

Segundo GTZ (1990) a erosão hídrica é um processo inevitável se associado ao uso do solo sem os devidos tratamentos agrícolas, principalmente em terrenos declivosos. A perda de solo em áreas urbanas e rurais não é um processo natural inevitável, mas são os métodos irracionais de exploração utilizadas pelo homem os principais responsáveis pela aceleração da erosão e suas conseqüências.

A erosão do solo, de modo geral, apresenta diferentes características conforme o agente erosivo, que em sua maioria tem afinidade em desagregar o material consolidado do solo e rochas, transportando e depositando os sedimentos em outros locais. É caracterizada pelo desequilíbrio do solo, diante da ação da água e declividade, que quando integrados possibilitam a formação de erosões de magnitudes diversas, como laminar, em sulcos, ravinas e voçorocas (D'AGOSTINI, 1999; BIGARELLA, 2003).

A erosão é um fenômeno resultante da desagregação, transporte e deposição ou sedimentação das partículas de solos pela ação da chuva ou do vento. A erosão, geralmente, ocorre na superfície do solo removendo a porção mais fértil do perfil, onde há melhores condições biológicas e físicas ao desenvolvimento radicular das plantas (HUDSON, 1995; AGASSI, 1996; HILLEL, 1998). A erosão ocorre quando o solo permanece desnudo e exposto à ação abrasiva dos ventos e da água (CRAUL, 1999). Obras como cortes e aterros podem tornar estes locais mais suscetíveis à erosão. A retirada da mata ciliar, depósitos irregulares de lixo e alta impermeabilização da bacia urbana (ROBAINA et al., 2001) aumentam o transporte e sedimentação das partículas de solos (KELLER, 1996; USDA, 2000b), afetando a freqüência e intensidade das inundações em cursos d'água.

Embora o termo erosão esteja em uso desde o século XIX, os estudos sobre erosão do solo somente foram introduzidos no início do século XX e não teve uso corrente na literatura específica até 1930. Desta forma, o termo erosão de solos é conceituado como sendo o trabalho dos agentes externos – água, gelo e vento – sobre as rochas e os solos da superfície terrestre, cuja ação se traduz pela remoção e transporte de material. Esses agentes promovem a esculturação do relevo e não deixam nenhuma região do globo imune ao ataque e, tão logo as rochas estejam expostas ao ar ou as águas, inicia-se o processo de destruição. (ZAMUNER, 2001).

De acordo com Guerra (1987) os tipos de erosão podem ser classificados em:

- Erosão superficial ou laminar: é determinada pela ação laminar das águas pluviais em escoamento superficial, que transportam a camada superficial do solo em terrenos abertos.
- Erosão em sulcos e ravinas: são formas produzidas pelo escoamento concentrado das águas superficiais ao longo de linhas de drenagem, ocasionando o transporte do solo local devido ao fluxo e da energia concentrada na água. Inicialmente rasos, os sulcos se alargam e se aprofundam gerando formas maiores denominadas ravinas. A evolução dessas formas leva à voçoroca, que representa um processo grave de erosão acelerada.
- Voçoroca: é resultado do aprofundamento do canal natural (sulcos) até o lençol freático e no seu conseqüente alargamento, alcançando dimensões avantajadas não encontradas em processos erosivos por ravinamentos.

2.1 - Características pedológicas e geomorfológicas

A origem do sedimento que é transportado pelo canal fluvial deve-se à ocorrência de processos erosivos nas vertentes e/ou nas margens do próprio canal. Apesar de ser um processo natural, a erosão apresenta diferentes estágios de evolução que podem comprometer a utilização do solo e dos recursos hídricos. Segundo Guerra (2005) o estágio inicial da erosão acontece com a desagregação das partículas do solo em função da pluviosidade. A forma de distribuição das chuvas ao longo do ano, a quantidade e a intensidade dos eventos são importantes no desenvolvimento dos processos erosivos.

O material pedológico ou de alteração, no qual a água irá percolar, pode apresentar diferentes perfis em decorrência da litologia e também da posição da vertente. Desse modo, a infiltração da água possui diferentes graus para a saturação até que se forme o escoamento superficial. Os principais fatores que influenciam na infiltração do solo são dependentes da umidade do solo, geologia, ocupação do solo, topografia e depressões (PINTO, 1995).

As propriedades pedológicas são apontadas também como um dos fatores principais para a ocorrência de erosão. A erodibilidade corresponde à resistência do solo em ser removido e transportado em razão de sua estrutura. Frequentemente esse parâmetro é utilizado como indicador geotécnico e de planejamento, na análise de ocupação da terra e predição da perda de solo. A textura do solo também possui correlação com os processos erosivos (TUCCI, 2001).

A demanda de sedimentos em uma bacia hidrográfica é regida em função da precipitação, vegetação, uso do solo, geologia e cobertura pedológica, morfologia e geometria do canal e das vertentes. Apesar da produção de sedimento ser um fenômeno natural (relacionado aos processos de intemperismo e erosão), as interferências antrópicas no ambiente potencializam a produção de sedimentos, como no caso do desenvolvimento urbano e da canalização e retificação de canais. Mas nem todo sedimento produzido em uma bacia hidrográfica chega aos canais fluviais. Eles podem ser estocados na forma de colúvio na planície de inundação, nos terraços, nos diques e no canal fluvial (COOKE;DOORKAMP, 1990; KIRKBY, 1990 e PAIVA, 2003).

Diversos estudos são realizados a fim de demonstrar o potencial erosivo através da textura e erodibilidade dos solos. Souza, Gasparetto e Souza (2005) realizaram estudos com solos do norte paranaense sobre as mesmas condições de ocupação do solo e topografia. Os resultados apontaram que os Latossolos arenos-argilosos possuem índices mais favoráveis aos processos erosivos dos que os Latossolos argilosos.

A erosão hídrica é a principal consequência dessa condição, que causa redução da capacidade produtiva dos solos e aumento da transferência de sedimentos e poluentes para os corpos de água (MERTEN; MINELLA, 2003).

Os trabalhos de Geomorfologia em menor escala têm como um dos principais fatores de análise a vertente. As formas do relevo determinam como os

processos podem estar distribuídos espacialmente, e características como a declividade, comprimento de rampa e a forma da vertente influenciam diretamente na infiltração da água do solo. A quantidade de água que percola no solo determina seu ponto de saturação. Após atingir esse estágio ocorre a formação do escoamento superficial também denominado de *runoff*, sendo este o processo que acarreta a erosão laminar com o carrear das partículas do solo por intermédio do fluxo de água que escorre sobre as vertentes. A caracterização dos aspectos morfológicos e hidrológicos do processo de formação de uma erosão urbana passa pelo entendimento dos fatores contribuintes à sua existência (GUERRA, 1987).

Segundo Tucci (1997) a morfologia de uma bacia de drenagem determina a velocidade e a intensidade com que são sentidos os efeitos da precipitação. A análise dessas características permite avaliar o seu grau de energia e sua susceptibilidade à ocorrência de processos erosivos e deposicionais. Permite também inferir a intensidade de denudação e amplitude do soerguimento bem como contribuir para a avaliação das possibilidades de urbanização, o tipo e as características do sistema viário.

O estudo das formas de relevo que influenciam o escoamento da água em diferentes trajetórias sobre o terreno é fundamental para o entendimento e quantificação da erosão e da variabilidade das principais propriedades dos solos. Deste modo, pode-se afirmar que a erosão é controlada pelo relevo, enquanto as diferentes trajetórias do fluxo da água, em diferentes formas de paisagem, é agente causador de variabilidade (SOUZA 2001), podendo interferir na produtividade das culturas (STONE et al., 1985; DANIELS et al., 1987; SPAROVEK; SCHUNG, 2001).

A estrutura da paisagem ou a organização espacial de diferentes unidades de paisagens, tem um impacto relevante na erosão. Entretanto, os modelos atuais de erosão enfatizam muito o aspecto da variabilidade temporal e destacam poucos estudos que consideram a variabilidade espacial das propriedades do solo ligadas à erosão (OOST et al., 2000). Todavia, a variabilidade de alguns atributos das paisagens é relevante no entendimento das formas de erosão. Assim, a influência da variabilidade da paisagem não é estudada em detalhes. Alguns trabalhos têm demonstrado que a variabilidade da erosão está diretamente relacionada com a variabilidade das propriedades do solo e que estas variam com a forma da paisagem (CUNHA 2000; POYAY, 2000).

Segundo Resende (1985), a erosão dos solos aumenta conforme sua pedoformas de côncavas para as convexas, passando pela linear que apresenta maior estabilidade. Para esse autor, as formas côncavas apresentam ineficiente remoção de sedimento, principalmente na base de suas encostas, sendo a forma de maior convergência de água, enquanto a forma convexa apresenta maior divergência.

A pedoforma do solo influi diretamente no aumento ou diminuição do processo erosivo ali instalado, passando por formas côncavas com maior instabilidade do solo para as convexas as situações com maior divergência de águas. A quantificação da erosão associada às formas de paisagem tem apresentado subsídios para a determinação de zonas específicas de manejo. Tais informações poderão ser transferidas para formas de paisagens semelhantes. Segundo Stone et al. (1985) o efeito da erosão na produção das culturas é, muitas vezes, confundido com aquele relativo à posição da paisagem na erosão do solo. Assim, os estudos da paisagem e da erosão não devem ser excludentes (KREZNOR et al., 1989).

A influência antrópica nos solos encontrados no meio urbano pode provocar diversas alterações morfológicas (SCHLEUB et al., 1998). Em muitos casos, o horizonte superficial não é encontrado, tendo este já sido removido em áreas de corte, ou no caso de áreas de aterro, pode ocorrer sobreposição de camadas superficiais. É muito freqüente a ocorrência de camadas distintas e artificiais resultante da introdução de diferentes materiais, com diferentes texturas, devido à tentativa de reconstituição do solo removido ou descarte de restos de construções sobre o terreno (JIM, 1998). As camadas também não apresentam transição plana ou ondulada, mas sim transição irregular ou descontínua, justamente devido à adição de materiais exógenos que nem sempre é homogênea em toda a área (DE KIMPE et al., 2000). Esta heterogeneidade morfológica do solo é importante, pois interfere no regime hídrico e térmico do solo, na sua capacidade de sustentação de plantas e na sua resistência à erosão e deslizamentos.

A construção de modelos ambientais teve uma importante contribuição com a introdução dos Sistemas de Informação Geográfica. A formatação de um banco de dados georeferenciados é composta da entrada de dados, que dentre outros, permite a análise da dinâmica da paisagem. Essa estruturação permite a simulação

dos processos atuantes no modelado terrestre. Segundo Karson; Kirkby (1972) há dois modos para se entender os sistemas geomorfológicos. Primeiro, com medições das variáveis da paisagem, com análise dos resultados através de técnicas de geoestatística e, segundo, com a construção de modelos que reproduzem a dinâmica atuante no sistema.

Esses modelos podem ser desenvolvidos nos sistemas de informação geográfica, o que permite espacialização de fenômenos tais como a produção de sedimentos. De acordo com Silva (2001) a utilização dos SIG's pode ser entendida como representações de modelos digitais do ambiente. Esse autor relata que as simulações dos processos permitem a avaliação de situações ambientais com uma precisão adequada e com uma apreciável economia do esforço humano na coleta e espacialização dos fenômenos.

2.2 - A hidrologia e a ação antrópica

As inter-relações contidas em um sistema são caracterizadas pelas interações entre seus elementos. O uso de modelos matemáticos se torna útil para identificar, simular e quantificar as trocas de energia entre os diversos aspectos contidos nesse sistema (MARTONI, 1997). A bacia hidrográfica, segundo Musetti (2000), deve ser entendida como uma unidade sistêmica e morfológica que permite a análise e entendimento dos problemas ambientais.

Seus efeitos podem resultar em uma ação indireta induzida pelo homem em locais que, devido à fragilidade ambiental, têm tendências a risco natural potencializado pela ação antrópica. O impacto ambiental resultante seja de ações diretas e/ou indiretas, gera efeitos que podem ser classificados como (MUSETTI, 2000):

- Positivos: quando representa melhoria dos componentes naturais, contribuindo no aumento de sua complexidade organo-funcional e sua estabilidade natural, como áreas de recuperação de fundo de vale; e
- Negativos: quando apresenta um rebaixamento de sua qualidade natural, levando à desestabilização e conduzindo para uma maior simplificação funcional. Tais reduções implicam em diminuição das

riquezas químicas, físicas e biológicas, perdendo parte das relações de troca no meio natural, ou ficando desprovido de sua autorregulação.

Tais processos como erosão laminar, sulcos e ravinas devem ser identificadas logo no início de suas atividades para que possam ser realizadas correções sem grandes custos e perdas.

Os processos erosivos citados anteriormente ocorrem com maior frequência em áreas urbanas, apresentando maior concentração de águas pluviais e terrenos desprotegidos ou sem alguma proteção natural. O processo erosivo é desencadeado pelo escoamento superficial da água, que dependendo de fatores da pedologia do terreno e o tempo de contato da água com o sol. Neste sentido, se houver a diminuição do escoamento superficial e diminuição da sua velocidade, haverá aumento do contato da água com o solo e, conseqüentemente, da percolação da água irá diminuir consideravelmente o risco de erosão (GTZ, 1990).

A Hidrologia é uma ciência que se baseia na observação dos processos envolvidos no meio físico natural. Para analisar a sazonalidade da ocorrência de precipitações, num determinado local, utiliza-se observações realizadas no passado, uma vez que os fenômenos provocadores dos processos hidrológicos na bacia hidrográfica são os eventos meteorológicos, cuja previsão a médio e longo prazo, são fundamentais. (TUCCI,2001).

Também pode-se entender a Hidrologia como sendo a ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e sua reação com o meio ambiente, incluindo sua relação com as formas vivas (U.S. FEDERAL COUNCIL FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY, citado por CHOW,1959).

Dooge (1988) caracteriza que a Hidrologia Científica está dentro do contexto do desenvolvimento clássico do conhecimento científico, enquanto que a Hidrologia Aplicada estuda os diferentes fatores relevantes ao provimento de água para a saúde e para a produção de comida no mundo.

A Hidrologia é uma ciência que se consolidou apenas na segunda parte do século XX, através do desenvolvimento de programas de observação e quantificação sistemática dos diferentes processos que ocorrem no ciclo hidrológico.

Algumas das sub-áreas que tratam da análise dos processos físicos que ocorrem na bacia são:

- Hidrometeorologia;
- Geomorfologia: trata da análise quantitativa das características do relevo de bacias hidrográficas e sua associação com o escoamento;
- Escoamento superficial: trata do escoamento sobre a superfície da bacia;
- Interceptação vegetal: é a sub-área do conhecimento que avalia a interceptação de precipitação pela cobertura vegetal na bacia hidrográfica;
- Infiltração e escoamento em meio não-saturado: trata da observação e previsão da infiltração no solo e do escoamento no solo não-saturado;
- Escoamento em meio saturado: envolve o estudo do comportamento do fluxo em aquíferos, camada do subsolo saturada;
- Escoamento em rios e canais: trata da análise do escoamento em rios, canais e reservatórios;
- Evaporação e evapotranspiração: trata da avaliação da perda de água por evaporação de superfícies livres, como reservatórios e lagos, evapotranspiração de culturas e da vegetação natural;
- Fluxo dinâmico em reservatórios, lagos e estuários: trata do escoamento turbulento em meios multidimensionais;
- Produção e transporte de sedimentos: trata da quantificação da erosão de solo e do transporte de sedimento, na superfície da bacia e nos rios, devido às condições naturais e do uso do solo;
- Qualidade da água e meio ambiente: trata da quantificação de parâmetros físicos, químicos e biológicos da água e sua interação com os seus usos na avaliação do meio ambiente aquático.

A Hidrologia como ciência está voltada para a representação dos processos físicos que ocorrem na bacia hidrográfica. Em diferentes partes do mundo foram equipadas bacias representativas e experimentais que permitem observar em detalhe, o comportamento dos diferentes processos. Com base no registro das variáveis hidrológicas envolvidas é possível entender melhor os fenômenos e procurar representá-los matematicamente (TUCCI, 2001).

A Hidrologia Aplicada está voltada para os diferentes problemas que envolvem a utilização dos recursos hídricos, preservação do meio ambiente e ocupação da bacia. (TUCCI, 2001).

Com relação à precipitação, essa pode ser medida no que se refere ao seu potencial erosivo de atuação de dois modos: duração e intensidade. A primeira variável diz respeito à capacidade da precipitação com relação a seu tempo de duração. Já a segunda corresponde à relação das constantes quantidade e duração do evento (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

Outro agente importante do ciclo hidrológico referente ao problema dos processos erosivos é o escoamento superficial. Este processo se forma em decorrência da precipitação que percorre da vertente até a drenagem mais próxima. Os fatores que influenciam a formação do fluxo se relacionam à densidade de drenagem, declividade do rio e da bacia, uso e ocupação da bacia, modificações artificiais do canal, distribuição, duração e intensidade da precipitação (PORTO, ZAHED FILHO; MARCELLINI, 1999).

Com o desenvolvimento urbano ocorre a impermeabilização do solo, resultante das construções, pavimentações e edificações, fazendo com que ocorra a diminuição da percolação/infiltração. O impacto da urbanização está diretamente relacionado com a quantidade de água, quantidade de sedimento e qualidade de água. O excedente hídrico gerado em superfície passa a escoar pelas galerias pluviais e/ou micro-drenagem, o que aumenta, também, o escoamento superficial da macro-drenagem – canal original ou curso d'água – exigindo maior capacidade de escoamento das seções (ZENY, 1984; TUCCI et. al., 1995).

O ciclo hidrológico sofre fortes alterações nas áreas urbanas devido, principalmente, à alteração da superfície e a canalização do escoamento, aumento de poluição devido à contaminação do ar, das superfícies urbanas e do material sólido disposto pela população. Esse processo apresenta grave impacto nos países em desenvolvimento, onde a urbanização e as obras de drenagem são realizadas de forma totalmente insustentável, abandonada pelos países desenvolvidos já há trinta anos (TUCCI, 2003).

Segundo Pontes (1976) a erosão de um canal sem revestimento (obras de engenharia, tais como canalização) depende da capacidade erosiva e da força de arraste da corrente d'água (energia cinética) e de seu transporte de sedimentos.

Caso a energia seja maior que a mínima necessária para tal transporte, irá ocorrer a erosão e o assoreamento do canal principal.

Ainda segundo Pontes (1976) a estabilidade do canal é caracterizada em função da linha do talvegue. Quando está em equilíbrio, a força de arraste é igual à força para realizar o transporte da carga já encontrada na corrente.

O grande desenvolvimento urbano no Brasil ocorreu no final dos anos 1960 até o final dos anos 1990, quando o país passou de 55 % de população urbana para 76 %. Esta concentração de população ocorreu principalmente em grandes metrópoles com aumento da poluição e da frequência das inundações em função da impermeabilização e da canalização das águas pluviais. Nos últimos anos, o aumento da população urbana ocorre principalmente na periferia das metrópoles, ocupando áreas de mananciais e de riscos de inundação e de escorregamento. (TUCCI, 2003).

Para mudar esse processo é necessário uma nova geração de engenheiros, arquitetos e projetistas e a atualização da geração existente, para planejar o espaço de forma mais sustentável. Além disso, a legislação de controle é essencial para que os empreendedores sejam convencidos a adotar as medidas na fonte (TUCCI, 2003).

O desenvolvimento urbano se acelerou na segunda metade do século XX com a concentração da população em espaço reduzido, produzindo grande competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural. O meio formado pelo ambiente natural e pela população (socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de efeitos interligados, que sem controle pode levar a cidade ao caos (TUCCI, 2008).

O crescimento urbano ocorrido nas últimas décadas transformou o Brasil num país essencialmente urbano. Esse processo se deu especialmente nas Regiões Metropolitanas (RM) e nas cidades que se transformaram em pólos regionais. As RM possuem um núcleo principal com várias cidades circunvizinhas. A taxa de crescimento do núcleo da RM é pequena, enquanto o crescimento da periferia é muito alto. As cidades acima de um milhão de habitantes crescem a uma taxa média de 0,9% anual, enquanto os pólos regionais com população entre cem mil e quinhentos mil habitantes (*cidades médias* segundo Ipea/IBGE (MMA, 2000)) crescem a uma taxa de 4,8% (IBGE, 1998). Todos os processos inadequados de

urbanização e impacto ambiental que se observaram nas RM estão se reproduzindo nas cidades de médio porte. Cidades com população acima de cem mil habitantes correspondem a 51% da população total do país, distribuídos em 212 municípios, enquanto os trinta maiores municípios (acima de quinhentos mil habitantes) representam 27% da população (TUCCI, 2008).

Desde o século XIX o desenvolvimento urbano passou a criar padrões de concentração urbana. Nas grandes cidades houve um processo de desconcentração urbana em direção à periferia, deixando o centro das cidades despovoado e degradado. Dificuldades de vias de transporte, aumento de tráfego e deterioração do transporte têm levado a mudanças de atitude nesse processo (TUCCI, 2008).

No Brasil, em algumas cidades, a população em área irregular ou informal chega a 50% (MMA, 2000). O crescimento da população favelada tem sido significativo, e mesmo o seu adensamento é preocupante. O crescimento populacional ocorre especialmente na população de baixa renda, e a população favelada deve dobrar nos próximos dez anos, chegando a 13,5 milhões de pessoas. Isso reflete o déficit habitacional resultante da situação econômica, já que a participação do Estado no aumento da moradia foi da ordem de 27% (MMA, 2000).

As enchentes aumentam em sua freqüência e magnitude em razão da impermeabilização do solo e da construção da rede de condutos pluviais. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros, pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento. Geralmente essas inundações são vistas como locais porque envolvem bacias pequenas ($< 100 \text{ km}^2$, mais freqüentemente bacias $< 10 \text{ km}^2$) (TUCCI, 1997).

A forte pressão provocada pela expansão urbana desordenada sobre os recursos naturais, principalmente os solos, tem provocado danos muitas vezes de difícil reparo. A grande concentração populacional em centros urbanos, cada vez maiores, tem dirigido a atenção de diferentes profissionais para o recurso solo, no sentido de entender sua dinâmica para minimizar sua degradação. No entanto, a falta de conhecimento sobre as propriedades bem como sobre a aptidão dos solos sob uso urbano, tem provocado o seu mau uso, resultando em processos como compactação, erosão, deslizamentos e inundações, assim como poluição com

substâncias orgânicas, inorgânicas e patógenos, aumentando os custos do desenvolvimento e afetando toda a sociedade (PEDRON, 2004).

É preciso destacar que os termos “solos antrópicos” e “solos urbanos” não são equivalentes. Solos antrópicos é um termo que contempla aqueles significativamente modificados pelo uso intenso e continuado do homem através da exploração agrícola, mineral, urbana e outras. A quase totalidade dos sistemas de classificação de solos no mundo são morfogenéticos (usam critérios morfológicos relacionados aos processos de formação dos solos para definir as classes de solos). Muitos deles são contemplados com o termo solos antrópicos, como no sistema da FAO, francês (SPAARGAREN, 2000), WRB (ISSSWG RB, 1998) e o australiano (ISBELL, 1996). O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) atualmente não contempla o termo solo antrópico (EMBRAPA, 1999).

Solos urbanos têm sido discutidos mundialmente como umas das subdivisões dos solos antrópicos, como já ocorrem em alguns sistemas de classificação: sistema Russo (POPKOV; DEMENT'EVA, 2002) e o sistema da FAO (FAO, 1994). Há uma grande dificuldade na definição de critérios para classificação dos solos urbanos, já que a atividade humana é bastante complexa, podendo esta ser detectada pela alta concentração de metais pesados (ALEXANDROVSKAYA; ALEXANDROVSKIY, 2000; HILLER, 2000; MADRID et al., 2002; MANTA et al., 2002; NAVAS; MACHIN, 2002), metano (BLUME, 1989), deposição de rejeitos de construção e industriais (STROGANOVA; AGARKOVA, 1993; ALEXANDROVSKAYA; ALEXANDROVSKIY, 2000), e/ou alteração do regime hídrico e térmico do solo (STROGANOVA; AGARKOVA, 1993). Esta variedade de efeitos dificulta o estabelecimento de uma metodologia para levantamentos de solos em meio urbano. Portanto, não resta dúvida da necessidade de incluir solos urbanos nos sistemas de classificações taxonômicas. Uma vez que estes sistemas são a base para os sistemas interpretativos e para elaboração dos mapas de solos, tal inclusão representa um salto na capacidade de definir a vocação de uso (urbana) dos solos, contribuindo no planejamento das cidades (TUCCI, 2003).

No quadro 1 a seguir Nóbrega (2002) apresenta os principais problemas ocorridos por ações antrópicas e suas principais soluções, como forma de se prevenir e/ou remediar possíveis processos erosivos.

Quadro 01 – Ações antrópicas e suas conseqüências sobre o relevo

Ação antrópica	Problema	Possíveis soluções/ atenuação
Traçado dos loteamentos desconsiderando a rede de drenagem natural	Interrupção do escoamento natural	Projeto de loteamentos feitos por equipe multidisciplinar Obras de drenagem com viés corretivo
Implantação da rede viária com represamento da drenagem natural	Habitações construídas com cotas abaixo do greid da via	Implantação da infra-estrutura antes da ocupação
Ocupação urbana na linha da costa	Lançamento de galerias sujeitos à ação de marés	Ordenamento urbano que considere a dinâmica marinha
Canalização de rios e córregos	Isolamento do aquífero; Prejuízos ao meio ambiente; Enchentes a jusante; Favorecimento às ligações clandestinas de esgoto	Restauração de rios canalizados integrados com os demais planos municipais
Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) sem grupo gerador de energia e sem manutenção, com extravasor ligado para galeria pluvial	Poluição de praias que tem lançamento de galerias pluviais	Obrigatoriedade do uso de geradores nas EEE e manutenção sistemática
Estações Elevatórias de Esgoto implantadas no Sub-solo dos passeios Públicos	Dificuldade de identificação da fonte poluidora nas praias receptoras de lançamentos de galerias	Obrigatoriedade de reserva de espaços destinados às EEE nos loteamentos aprovados
Lixo nas ruas e terrenos baldios (plásticos, garrafas PET, etc)	Entupimento de galerias e canais	Grelhas nas entradas das boca de lobo Conscientização da população Eficiência da coleta do lixo

Fonte: Nóbrega (2002).

O impacto de urbanização tende a aumentar a necessidade de ampliar a capacidade dos condutos com conseqüente aumento de custo. Normalmente este processo evolui a partir das pequenas áreas dentro de um contexto de aprovação de loteamentos (TUCCI, 1997)

Segundo Zamuner (2001) os aspectos morfológicos de uma bacia hidrográfica pode-se apresentar da seguinte maneira:

- Área de drenagem;
- Forma;
- Coeficiente de compacidade;
- Fator de forma;

- Sistema de drenagem;
- Característica do relevo;
- Urbanização da bacia de drenagem;
- Ocupação do solo; e
- Solo.

Os fatores hidrológicos de uma região são características importantes para o estudo de uma erosão urbana, pois segundo Zamuner (2001) a aplicação dos conceitos da hidrologia exerce influência no controle da erosão quando da sua aplicação nas análises de intensidade e frequência das precipitações máximas e do escoamento superficial.

No passado, a ocupação do homem na bacia hidrográfica foi realizada com pouco planejamento, tendo como objetivos o mínimo custo e o máximo benefício de seus usuários, sem maior preocupação com a preservação do meio ambiente. Com o crescimento demográfico e da exploração da água, os recursos naturais têm-se deteriorado. Na população, criou-se uma preocupação maior com a quantificação do impacto que a exploração humana provoca na bacia, para que sejam estabelecidas medidas preventivas que minimizem os danos à natureza. Os resultados da ação da população, sobre o meio ambiente, tinham uma visão na escala da bacia hidrográfica nos anos 70, enquanto que atualmente o problema está na escala do globo terrestre, em decorrência dos potenciais efeitos globais da modificação do clima. A complexidade dos sistemas hídricos cresceu devido à diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos e deterioração da qualidade das águas. Como consequência, projetos com múltiplas finalidades tenderam a ser desenvolvidos, além do aumento do interesse público pelo impacto dos aproveitamentos hídricos sobre o meio ambiente (TUCCI, 2001).

No século XIX iniciaram-se, de um lado, as medições sistemáticas de precipitação e vazão e de outro o desenvolvimento teórico e experimental da hidráulica. Nos Estados Unidos a coleta sistemática de precipitação iniciou-se em 1819, enquanto que a de vazões iniciou-se em 1888. No Brasil os postos mais antigos de precipitação são do final do século XIX, enquanto que a coleta de dados de níveis e vazão iniciou no começo do século XX (TUCCI, 2001).

O modo como o espaço é ocupado pelo homem pode promover mudanças na paisagem, com alterações no comportamento morfodinâmico do terreno devido às

atividades agrícolas, desmatamento e a urbanização. Assim, a força da precipitação que atinge o solo é responsável por desagregar as partículas. Esta força pode ser amenizada com a cobertura vegetal ou potencializada com o solo exposto pelo efeito do *splash*. A proteção do solo com as culturas também são variáveis em função do tipo de cultivo (TUCCI, 2003).

A determinação do escoamento superficial é importante para o dimensionamento da seção transversal dos terraços e o volume das bacias de retenção. O escoamento superficial varia em função da declividade, tipo de solo (textura), cobertura vegetal e intensidade das chuvas. Para sua estimativa, existe um método universal chamado de Método Racional desenvolvido por Ramser (1927), que calcula a vazão máxima escoada para áreas inferiores a 500 hectares, a partir de evento de chuva de intensidade máxima com um determinado tempo de concentração (TUCCI, 2003).

Pode-se observar que o aumento da vazão máxima depende da impermeabilização do solo e da ocupação da bacia pela população. O aumento relativo pode ser superior a seis vezes com a relação à situação de pré-desenvolvimento. Este aumento ocorre em detrimento da redução da evapotranspiração e do escoamento subterrâneo e da redução do tempo de concentração da bacia (TUCCI, 2003).

Os prejuízos devidos às inundações na drenagem urbana nas cidades brasileiras têm aumentado exponencialmente, reduzindo a qualidade de vida e o valor das propriedades. Este processo é decorrência da urbanização e a conseqüente impermeabilização junto com a canalização do escoamento pluvial. As obras e o controle público da drenagem têm sido realizados por uma visão local e setorializada dos problemas, gerando mais impactos do que os pré-existentes e desperdiçando os poucos recursos existentes nas cidades. A defasagem técnica dos profissionais e a falta de regulamentação da transferência de impactos dentro das cidades e o limitado conhecimento dos decisores sobre o assunto são as principais causas dessas perdas. O aspecto mais sério desse problema é que os órgãos financiadores continuam defasados tecnicamente e não aceitam os investimentos sustentáveis, além de muitas escolas de engenharia civil e sanitária ainda ensinarem soluções inadequadas, com graves prejuízos para a população (TUCCI, 2003),

O escoamento pluvial pode produzir inundações e impactos nas áreas urbanas em razão de dois processos, que ocorrem isoladamente ou combinados(TUCCI, 2008):

- *Inundações de áreas ribeirinhas*: são inundações naturais que ocorrem no leito maior dos rios por causa da variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica;
- *Inundações em razão da urbanização*: são as inundações que ocorrem na drenagem urbana por causa do efeito da impermeabilização do solo, canalização do escoamento ou obstruções ao escoamento.

Segundo Tucci (2003) os primeiros estudos sobre os métodos quantitativos de estimativas de produção de sedimento foram desenvolvidos no início do século XX. Impacto ambiental é o efeito de uma determinada ação direta do homem sobre o meio, evidenciado em diferentes componentes naturais tais como clima, substrato geológico, morfologia, corpos hídricos, solos, vegetação e fauna, promovendo em tais componentes modificações de suas características naturais e funcionais, como a alteração da forma das vertentes, por exemplo.

O impacto sobre a qualidade da água é resultado dos seguintes fatores: (a) poluição existente no ar que se precipita junto com a água; (b) lavagem das superfícies urbanas contaminadas com diferentes componentes orgânicos e metais; (c) resíduos sólidos representados por sedimentos erodidos pelo aumento da vazão (velocidade do escoamento) e lixo urbano depositado ou transportado para a drenagem; (d) esgoto cloacal que não é coletado e escoado através da drenagem. A carga de contaminação dos três primeiros itens pode ser superior à carga resultante do esgoto cloacal sem tratamento. Deve-se considerar que 90% da carga do escoamento pluvial ocorre na fase inicial da precipitação (primeiros 25 mm) (TUCCI, 2003).

À medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorrem os seguintes impactos: (TUCCI, 2008)

- Aumento das vazões máximas em várias vezes e da sua freqüência em virtude do aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies;
- Aumento da produção de sedimentos pela falta de proteção das superfícies e pela produção de resíduos sólidos (lixo);

- A deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, em razão de lavagem das ruas, transporte de material sólido e de ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial;
- Por causa da forma desorganizada como a infra-estrutura urbana é implantada, tais como: (a) pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; (b) redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixos e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem inadequadas, com diâmetros que diminuem à jusante, drenagem sem esgotamento, entre outros. (TUCCI, 2008).

Em um estudo para a determinação da qualidade ambiental em áreas urbanas, além da compreensão da dinâmica de um processo do meio físico para se estimar sua relevância em um dado contexto, é necessário, também, o conhecimento da atividade antrópica como agente de alterações e do seu potencial modificador (ANGELIS NETO; ANGELIS; OLIVEIRA, 2004).

No caso de enchentes é necessário um disciplinamento da ocupação urbana através de uma densificação compatível com os riscos de inundação. Para tanto é necessária a quantificação do impacto das diferentes condições de urbanização sobre o escoamento. No planejamento do espaço existem várias medidas de controle que podem ser adotadas (TUCCI, 1997).

Um dos impactos ambientais gerados pela urbanização sem planejamentos é a erosão, que segundo Sugiu (2003) é um fenômeno natural através do qual a superfície terrestre é desgastada e afeiçãoada por processos físicos, químicos e biológicos de remoção, que modelam a paisagem. Este conceito mais amplo, de escala global, é válido em geologia e geomorfologia, pois para os agrônomos e engenheiros civis, na maioria das vezes, o significado desta palavra pode ser reduzido a simples eliminações das camadas superficiais dos solos, principalmente quando desprotegidas.

Os impactos ambientais decorrentes do regime hídrico no meio urbano devem ser trabalhados no plano diretor municipal, contemplando a fiscalização dos projetos, manutenção dos sistemas de drenagem, regulamentação e critérios para a ocupação e obras urbanas. A principal forma de erosão encontrada na região noroeste do estado do Paraná são as ocasionadas pelas águas das chuvas e dos rios (TUCCI, 1997).

A Resolução 01/86 do CONAMA considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atitudes humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- as atividades sociais e econômicas;
- a biota;
- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e
- a qualidade dos recursos ambientais.

A poluição hídrica e do solo são impactos freqüentes do escoamento superficial relacionado com o crescimento urbano e com o aumento de áreas impermeáveis. As áreas que são permeáveis, como terrenos, fundo de vale, aterros sanitários e outros, permitem a infiltração das águas pluviais e podem também, dependendo das condições da superfície, levar à contaminação dos lençóis freáticos urbanos. O escoamento superficial das águas pluviais transporta lixo, sedimentos diversos e resíduos da lavagem da malha asfáltica, que acabam chegando aos cursos d'água, como testemunham os resíduos depositados nos canais e ao longo das margens, aprisionados nas raízes e ramos de vegetação (TUCCI et. al., 1995).

O processo de transporte e deposição de sedimento acarreta diversas implicações, tais como: o carregamento de poluentes agregados ou não às partículas, a perda da quantidade d'água destinada ao consumo humano, o desequilíbrio dos ecossistemas em virtude da turbidez, o assoreamento de reservatórios e ainda mudanças na geometria do canal fluvial. Visto que todos estes problemas influem sensivelmente em impactos ambientais e sociais, o planejamento de bacias hidrográficas deve também acompanhar a dinâmica hidrossedimentológica (SILVA et al. 2004, CHRISTOFOLETTI, 1995, KIRKBY 1980).

Segundo Tucci et. al. (1995) os impactos ambientais em áreas urbanas se constituem em impactos negativos causados pela intensa ocupação de áreas impróprias, como fundos de vales e áreas ribeirinhas, e inadequado uso do solo. Os efeitos negativos são sentidos não apenas pelos elementos naturais, mas pela própria sociedade, como as enchentes, erosões, poluições hídricas e do solo, entre outros.

2.3 - Medidas de Controle

A política existente de desenvolvimento e controle dos impactos quantitativos na drenagem se baseia no conceito de *escoar a água precipitada o mais rápido possível*. Este princípio foi abandonado nos países desenvolvidos no início da década de 1970. A consequência imediata dos projetos baseados neste conceito é o aumento das inundações à jusante devido à canalização. Na medida em que a precipitação ocorre e a água não é infiltrada, este aumento de volume escoar pelos condutos. Para transportar todo esse volume, é necessário ampliar a capacidade de condutos e canais ao longo de todo o seu trajeto dentro da cidade até um local onde o seu efeito de ampliação não atinja a população. A irracionalidade dos projetos leva à custos insustentáveis, podendo chegar a ser dez vezes maior do que o custo de amortecer o pico dos hidrogramas e diminuir a vazão máxima para jusante através de uma detenção. Portanto, o paradoxo é que países ricos verificaram que os custos de canalização e condutos eram muito altos e abandonaram esse tipo de solução (início dos anos 1970), enquanto países pobres adotam sistematicamente essas medidas, perdendo duas vezes: custos muito maiores e aumento dos prejuízos. Por exemplo, no rio Tamanduateí o custo da canalização foi de US\$ 50 milhões/km (com retorno das inundações), enquanto que no rio Arrudas, em Belo Horizonte, chegaram a US\$ 25 milhões/km (logo após sua conclusão sofreu inundações), ambos os valores muito elevados (TUCCI, 2003).

As medidas de controle podem ser classificadas, de acordo com o componente da drenagem, em medidas:

- *na fonte*: que envolve o controle ao nível do lote ou qualquer área primária de desenvolvimento;
- *na microdrenagem*: medidas adotadas ao nível de loteamento
- *na macrodrenagem*: soluções de controle nos principais rios urbanos.

Essas medidas são adotadas de acordo com o estágio de desenvolvimento da área em estudo. As principais medidas sustentáveis na fonte têm sido: a *detenção* de lote (pequeno reservatório), que controla apenas a vazão máxima; o uso de áreas de infiltração para receber a água de áreas impermeáveis e recuperar a capacidade de infiltração da bacia; e os pavimentos permeáveis. Estas duas últimas medidas minimizam também os impactos da poluição (TUCCI, 2003).

As medidas de micro e macrodrenagem são as detenções e retenções. As *detenções* são reservatórios urbanos mantidos secos com uso do espaço integrado à paisagem urbana, enquanto que as *retenções* são reservatórios com lâmina de água utilizados não somente para controle do pico e volume do escoamento, como também da qualidade da água. Atualmente, as maiores dificuldades no projeto e implementação dos reservatórios é a quantidade de lixo transportada pela drenagem, que obstrui a entrada dos reservatórios. Os volumes necessários para o amortecimento devido à urbanização (alta impermeabilização) são da ordem de 420 a 470 m³/ha. Considerando uma profundidade média de 1,5 m, a área necessária é da ordem de 3% da área total da bacia de drenagem urbanizada. (TUCCI, 2003).

Segundo Zeny (1984), a rede de drenagem urbana é composta pela *micro-drenagem*, redes de galerias de águas pluviais, ruas e canais abertos, e de *macro-drenagem*, rede de drenagem natural invadidas pelas áreas urbanas.

Martins (1995) define a macro drenagem como as estruturas que se destinam à condução final das águas captadas pela drenagem, dando prosseguimento ao escoamento dos deflúvios oriundos das ruas, sarjetas, valas e galerias, que são elementos anteriormente englobados como estrutura de micro drenagem.

A micro drenagem, por sua vez, é definida pelo sistema de condutos pluviais em nível de loteamento ou de rede primária urbana, sendo utilizado termos para dimensionar o conceito, como galeria, poço de visita, trecho, boca-de-lobo, tubos de ligações, meios-fios, sarjetas, sargentões, condutos forçados e estações de bombeamento. Estes termos englobam o conceito da micro drenagem e seu campo de ação na bacia hidrográfica (TUCCI, 2003).

Para Martins (1995) a macro-drenagem de uma zona urbana corresponde à rede de drenagem natural pré-existente nos terrenos antes da ocupação, sendo constituída pelos córregos, riachos e rios localizados nos talwegues e vales.

O sistema de controle de erosão urbana é composto por obras que minimizam os impactos, conduzindo as águas pluviais coletadas na micro drenagem de maneira segura e eficiente, garantindo a estabilidade da macro drenagem ou mesmo em situações em que se queira reverter e controlar o avanço dos processos erosivos, voçoroca, por exemplo, garantindo a estabilidade do canal a montante, a jusante e no ponto de descarga dos emissários de águas pluviais (TUCCI, 2003).

Para buscar modificar esse cenário, é necessário um programa em nível estadual ou federal para apoiar tecnicamente as soluções dos municípios, e a educação da população, além de atuação junto aos bancos que financiam obras em áreas de risco (SCHUELER, 2000).

O controle da erosão em solos urbanos pode ser realizado através do agendamento dos trabalhos em épocas não chuvosas, redução do tempo de início e fim das obras de corte e aterro, cobertura do solo e controle do fluxo de água dentro do terreno (CRAUL, 1999). É inevitável que o solo fique exposto durante os trabalhos de construção, entretanto, é essencial que a área exposta seja minimizada bem como o seu tempo de exposição (USDA, 2000b).

Segundo Centeno et al. (2003) grande parte dos modelos hidrológicos que tratam da drenagem urbana necessita conhecer a área impermeável e a modificação das condições de escoamento das bacias devido à ocupação do solo, pois o aumento de áreas impermeáveis aumenta o escoamento superficial. Para Schueler (1994) a qualidade do fluxo de escoamento da água começa a degradar quando mais de 10% da área de uma sub-bacia são impermeabilizadas. Tucci (2000) relacionou o aumento do volume de escoamento superficial em bacia urbana em função da porcentagem de impermeabilização e observou que superfícies impermeabilizadas em 7, 20, 60 e 80% produziram, respectivamente, aumentos aproximados de 2, 3, 6 e 8 vezes no volume de escoamento.

Segundo Tucci (1997) durante muito tempo o objetivo principal da drenagem urbana foi remover as águas pluviais em excesso da forma mais eficiente possível para evitar transtornos, prejuízos e riscos de inundações. A partir de tal enfoque as ações concentraram-se na execução de projetos e obras e na análise econômica dos benefícios e custos dessa medida, ditas estruturais.

O termo drenagem urbana pode ser entendido, em seu sentido mais amplo, de acordo com Porto et al (1993), como o conjunto de medidas que tenham por objetivo minimizar os riscos a que as populações estão sujeitas, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável.

O desenvolvimento sustentável urbano tem o objetivo de melhorar a qualidade da vida da população e a conservação ambiental. É também essencialmente integrador na medida em que a qualidade de vida somente é

possível com um ambiente conservado que atenda às necessidades da população, garantindo harmonia do homem e da natureza (TUCCI, 2003).

As mudanças ocorridas no solo provocadas pela urbanização ainda não assumiram, em sua maioria, caráter pedogenético pela rapidez com que ocorrem em relação à escala temporal destes processos. É interessante que o conhecimento e experiência acumulados no uso agrícola e florestal do solo possa ser aproveitado ao máximo para compreender seu comportamento quando sob uso urbano. Assim, pelo menos algumas das modificações pelo uso urbano, como cortes e aterros e drenagem artificial são, em essência, semelhantes às aquelas realizadas em algumas situações no meio rural (BLUME, 1989).

As modificações causadas pela ocupação do solo segundo (TUCCI, 1997) são:

- a) Proliferação de loteamentos executados sem condições técnicas adequadas;
- b) Ocupação de áreas impróprias (principalmente várzeas de inundação e cabeceiras íngremes);
- c) Proliferação de favelas e invasões; e
- d) Ocupação extensa e adensada dificultando a construção de canalizações e eliminando áreas de armazenamento.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Ambiental (2009) em vias de aprovação entende-se como drenagem e manejo das águas pluviais urbanas conjunto de atividades como: infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Com o advento da Lei Federal nº 11.445/07, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, o Município, respeitadas as diretrizes estabelecidas pela lei federal, tem condições de legislar sobre o serviço de água e esgoto, resíduos sólidos e limpeza urbana, e drenagem e manejo das águas pluviais.

Para implementar medidas sustentáveis na cidade é necessário desenvolver o Plano Diretor de Drenagem Urbana. O Plano se baseia em princípios onde os principais são os seguintes: (a) os novos desenvolvimentos não podem aumentar a vazão máxima de jusante; (b) o planejamento e controle dos impactos existentes devem

ser elaborados considerando a bacia como um todo; (c) o horizonte de planejamento deve ser integrado ao Plano Diretor da cidade; e (d) o controle dos efluentes deve ser avaliado de forma integrada com o esgotamento sanitário e os resíduos sólidos. (TUCCI, 2003).

O Plano Municipal de Saneamento Ambiental (2009) institui que as ações prioritárias ligadas a Drenagem e Manejo de Águas Pluviais são:

A - Implementar medidas sustentáveis de manejo de águas pluviais tendo em vista a qualidade de vida e conservação ambiental, criando mecanismos que garantam a eficiência do sistema; e

B - Ampliar e incrementar o sistema de drenagem, solucionando problemas causados por ineficiência do sistema e falta de manutenção (alagamentos, erosões, entre outros) e considerando a segurança pública, aspectos ambientais, desenvolvimento do município e possibilidade de ocorrência de eventos críticos.

A principal medida não-estrutural é a legislação para controle dos futuros empreendimentos. Essa legislação pode ser incorporada no Plano Diretor Urbano ou em decretos municipais específicos (TUCCI, 2003).

Agências governamentais têm implementado programas voltados para a conservação dos solos, por meio do fomento ao cultivo mínimo e ao uso de culturas de cobertura. Entretanto, um dos desafios consiste em avaliar a eficiência das práticas recomendadas em reduzir as taxas de erosão, considerando a escala de uma bacia hidrográfica. Para esse propósito, têm sido conduzidos projetos de monitoramento cujo objetivo é o de avaliar como e em quanto tempo as práticas de conservação do solo adotadas pelos agricultores são capazes de atenuar a erosão do solo. No monitoramento, os efeitos das práticas conservacionistas sobre o controle da erosão são avaliados por meio da variabilidade da produção de sedimentos que, por sua vez, consiste na integração dos fluxos de sedimentos em suspensão dentro de um intervalo de tempo. (MINELLA et al, 2007).

Segundo Tucci (2003), no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano das cidades, geralmente não existe nenhuma restrição quanto à ocupação das áreas de risco de inundação. A seqüência de anos sem enchentes é razão suficiente para que empresários desmembrem essas áreas para ocupação urbana e invasão de áreas ribeirinhas que pertencem ao poder público, pela população de baixa renda,

ocupação de áreas de médio risco, de frequência menor, mas quando ocorre inundação sofrem prejuízos significativos.

O gerenciamento atual não incentiva a prevenção desses problemas já que, à medida que ocorre a inundação, o município declara calamidade pública e recebe recursos a fundo perdido. Para gastar os recursos, não é preciso realizar concorrência pública. Como a maioria das soluções sustentáveis passa por medidas não-estruturais, que envolvem restrições à população, dificilmente um prefeito buscará esse tipo de solução porque geralmente a população espera por uma obra. Ao passo que, para implementar as medidas não-estruturais, ele teria que interferir em interesses de proprietários de áreas de risco, que politicamente é complexo em nível local (TUCCI, 2008).

O Brasil evoluiu no processo quanto à Gestão de Recursos Hídricos, pois ao implantar a Lei de Recursos Hídricos deu o primeiro passo instituindo o mecanismo amplo de gestão das águas, criou os instrumentos como outorga, cobrança e enquadramento dos rios (metas de qualidade da água), estabelecendo as condições de contorno para as cidades quanto à contaminação dos rios. Recentemente concluiu o Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2006) e foi aprovada (janeiro de 2007) uma nova Legislação de Saneamento Ambiental que integra os mecanismos econômicos. Implementou as instituições como a Agência Nacional de Águas e estão em andamento as agências estaduais e os Conselhos e Comitês de bacia. Portanto, o processo está se encaminhando de forma adequada. No entanto, no âmbito das ações no saneamento, observa-se o seguinte:

- a) Atualmente no país existe um universo de várias cidades com serviços privatizados (empresas de direito privado é da ordem de 10%), com serviços públicos municipais e a grande maioria com serviços de empresas públicas estaduais. As empresas estaduais representam aproximadamente 82% da população atendida para o abastecimento e 77% da população para o esgoto.
- b) A cobertura de coleta de esgoto é média se forem consideradas as fossas, mas baixa cobertura de tratamento de esgoto, que compromete o todo, já que contamina os mananciais; e
- c) A vulnerabilidade a eventos pluviais das cidades é alta, o que agrava a situação de pobreza na periferia das cidades. Os maiores prejuízos não são necessariamente materiais, mas sociais.

O uso do solo, como recurso natural ou como espaço social, não pode estar desvinculado de medidas indutoras e instrumentos reguladores do desenvolvimento nacional, inclusive instrumentos jurídicos (Direito do Ambiente). Deve enfatizar a importância das bacias hidrográficas como unidades de planejamento e desenvolvimento microrregional, propícias para o macrozoneamento ambiental, o manejo de recursos naturais – incluindo-se aí explicitamente, o solo e o estabelecimento de atividades produtivas, em harmonia com o entorno e as características dos seus assentamentos humanos (FERRER, 2001).

A proteção do solo é tutelada, geralmente, sob o enfoque da atividade humana que dele necessita para ser desenvolvida. É o caso, por exemplo, da agricultura, que é regida pela Lei de Política Agrícola, e da construção civil, que é disciplinada pelas leis municipais de uso e ocupação do solo urbano, notadamente pelo Plano Diretor do Município, pelas leis de zoneamento e pelos tradicionais Códigos de Obras e Edificação (FERRER, 2001).

Elaborar e implantar cadastramento/banco de dados do sistema de drenagem com o auxílio da ferramenta Sistema de Informações Georreferenciadas – SIG, com o objetivo de promover meios de identificação dos pontos críticos, sistemas existentes (amplitude de atendimento da rede existente, carências, diâmetros das tubulações existentes, emissários), pessoas atingidas pelos problemas de alagamentos, enxurradas, inundações e erosão, integração do sistema de drenagem com os demais sistemas de infra-estrutura e setores municipais, entre outros. Realizar monitoramento de forma a garantir a qualidade do efluente final lançado no corpo d'água e mecanismo adequado de contenção de erosão é uma das metas previstas no (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SARANDI, 2009).

É oportuno recordar que a proteção constitucional ao meio ambiente, estabelecida no art. 225 da Constituição Federal, abrange os recursos naturais, incluindo o solo. Dentro desse artigo vale destacar também o § 1.º, III desta mesma lei, que estabelece a possibilidade de o Poder Público criar espaços especialmente protegidos, e o § 2.º, que obriga a recuperação de áreas degradadas quem explorar recursos minerais (FERRER, 2001).

Entretanto, aos Estados cabe, mediante lei complementar, instituir regiões metropolitanas, aglomerações e microrregiões, constituídas por agrupamentos de

municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum (CF art. 25, §§ 1º e 3º) (FERRER, 2001).

Assim, é necessária a inclusão dentre as políticas de desenvolvimento, na área dos recursos hídricos, o estabelecimento de critérios e normativas para efetivar tal estratégia de desenvolvimento sustentável em curto prazo (PLANO MUNICIPAL DE RECURSO HIDRICOS DE SARANDI, 2007).

Deve-se lembrar que a expansão desorganizada do município tem sido causa dos principais ônus econômicos e sociais no processo de consolidação do núcleo urbano, o qual ainda está em andamento. Preservar e monitorar os recursos hídricos, naturais e artificiais, destinados à garantia do equilíbrio ecológico, do lazer e do consumo humano, recuperando a sua vazão natural e condições físico-químicas são elementos importantes dentre as medidas de controle.

Por fim, quanto aos Municípios, merece destaque o Plano Diretor, que é obrigatório para aqueles de população superior a vinte mil habitantes e facultativos aos demais, devendo conter diretrizes ajustáveis a todos os usos suscetíveis na totalidade do território de cada Município, com adequado zoneamento urbanístico e agroecológico ou ambiental, nos termos do art. 182 da Constituição Federal (FERRER, 2001).

3 - Estudo de Caso: Município de Sarandi/PR

Sarandi localiza-se na região norte do estado do Paraná pertencente ao terceiro planalto (MAACK, 1981). Regionalmente, afloram as rochas dos grupos São Bento, Bauru e Sedimentos Continentais Cenozóicos. No grupo São Bento, encontram-se os arenitos das formações Pirambóia e Botucatu, mais conhecidos hoje por aquífero Guarani, e derrames basálticos da formação Serra Geral, que se sobrepõe discordantemente e interdigitadamente às formações Pirambóia e Botucatu.

O desenho do patrimônio original é regular, com 40 quadras retangulares e arruamento ortogonal e com os lotes posicionados no lado maior das quadras, paralelo à ferrovia, como demonstra a figura 1.

Um losango recorta as quadras em torno da praça central, de modo a alterar seu desenho para um formato triangular. Isto fornece quatro pracinhas triangulares em volta do pentágono onde se instalou a igreja (REGO; MENEGETTI, 2006).

O município de Sarandi é dividido por um espigão no sentido (E - W), formando assim um divisor de águas, sendo este um dos maiores lineamentos existente no município. Ao norte, encontra-se a bacia do Paranapanema na qual está inserida a bacia do Rio Pirapó. Na parte Sul, localiza-se a Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí. Ambos os rios (Pirapó e Ivaí) deságuam no Rio Paraná, sendo, portanto, constituintes da bacia hidrográfica do Rio Paraná (REGO; MENEGETTI, 2006).

O sistema de drenagem do município caracteriza-se pela predominância de lineamentos e fraturamentos da rocha basáltica, com direção (N-S) nos cursos de águas principais e (E-W) nos seus afluentes (PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HIDRICOS, 2007).

Sarandi surgiu no ano de 1947 quando a Companhia Melhoramentos Norte do Paraná deu inicio a venda de lotes de terras (REGO; MENEGETTI, 2006).

A divisão da zona rural foi feita em áreas, em média não superiores a 14 alqueires, ajustadas à produtividade do solo e à cultura cafeeira, demarcados de modo a serem dotados de parte de baixadas, servidos por cursos d`água (locação de casa do colono) e de parte do espigão, menos sujeito a geadas, e limitadas por estrada de rodagem (destinada à cultura cafeeira) (VELOSO, 2003).

Inicialmente, quando Sarandi foi colonizada esta pertencia a Londrina. Posteriormente Apucarana, Mandaguari e então Marialva, do qual se emancipou no dia 14 de outubro de 1981 (REGO; MENEGETTI, 2006).

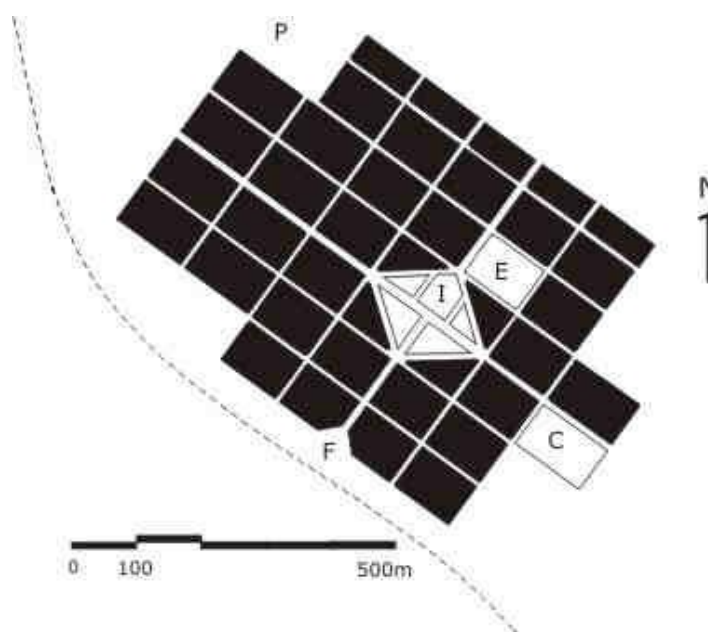
Imigrantes estrangeiros originados do Estado de São Paulo, vinham em busca da utilização de terras (VELOSO, 2003).

Apesar de situar-se na mesma região e possuir atividades em comum com Maringá, Sarandi não foi planejada como sua vizinha e sua implantação se deu de forma desordenada, onde se reservaram apenas espaços para atividades comerciais, religiosas e institucionais (REGO; MENEGETTI, 2006).

Devido à distancia entre os grandes centros, surgiram vilas ao longo da linha férrea e da rodovia que ligava Londrina-Maringá, dentre elas Vera Cruz e Chácaras Aeroporto, onde se constituíram os primeiros grupos populacionais da cidade, que se instalavam ali para suprir as necessidades de venda aos proprietários rurais.

Sarandi era um pequeno patrimônio e esteve ligada a Londrina até a década de 50, onde era conhecida como “Km 118”, que se referenciava a distância do Município sede. Em 1951, através da Lei nº 790 Sarandi ainda considerado apenas um povoado passou a pertencer a Mandaguari, pois Marialva era um dos 20 distritos administrativos sob tutela jurídica deste Município. .(REGO; MENEGETTI, 2006).

Em 1962 foi implantado o primeiro loteamento regular de Sarandi, aprovado em 18 de dezembro deste ano, o Jardim Santa Tereza. Possuía uma área de 30.492,00 m² e 85 lotes, onde se formou a atual área central do município, conforme demonstrada na figura 01 (REGO; MENEGETTI, 2006).



F= estação ferroviária; C= cemitério; I= igreja; E= escola; P= campo de esporte.

Figura 01 Mapa de Sarandi, Estado do Paraná.

Fonte: .(REGO; MENEGETTI, 2006).

Somente com a emancipação política de Marialva e sua elevação de distrito para município, Sarandi passou a pertencer a Marialva. Em 1966 Sarandi tornou-se distrito judiciário passando, assim, a ter organização judiciária e um responsável pela aplicação das leis dentro do próprio distrito. Neste mesmo ano foram implantados o primeiro cartório e tabelionato de Sarandi (VELOSO, 2003).

Em 1981, com a realização de um plebiscito, foi apontada a vontade popular pela emancipação política do até então distrito. Posteriormente, ainda no mesmo ano, no dia 14 de outubro de 1981, fora sancionada a Lei Estadual N.º 7502, a qual emancipava Sarandi, em definitivo, de Marialva.

3.1 – Evolução dos Loteamentos

Na década de 70, quando Sarandi ainda era distrito de Marialva, houve um crescente número na implantação de loteamentos, tendo um ano em que foram aprovados mais de 20 loteamentos, como demonstra o gráfico 1 a seguir.

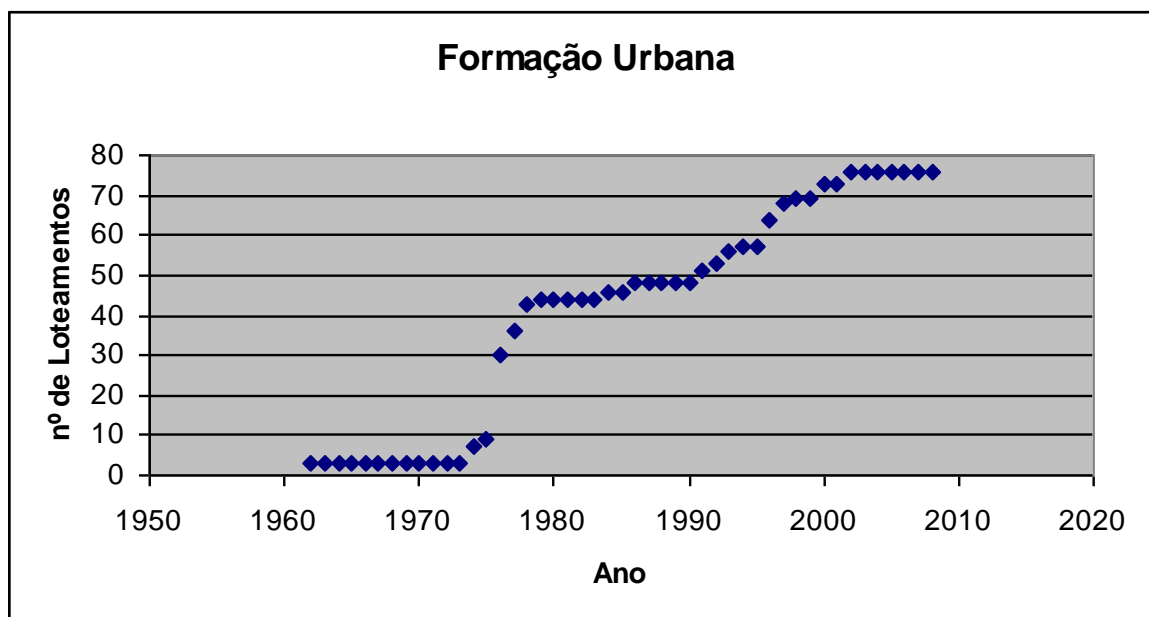


Gráfico 01: evolução dos loteamentos no Município de Sarandi.

O gráfico 01 ilustra a ocupação do território sarandiense ao longo das décadas para maior compreensão da evolução urbana.

Observava-se no Município de Sarandi uma exploração do uso do solo, enquanto mercadoria, por parte dos incorporadores imobiliários, num primeiro momento. Depois, esse interesse passa também a ser dos demais agentes sociais. Desta forma, o planejamento inicial traçado pela C.M.N.P. não foi seguido, trazendo sérios problemas à cidade (VELOSO, 2003)

Sarandi passa, então, a atender à população de menor renda, devido a especulação imobiliária de Maringá, com loteamentos direcionados a este público, pelos incorporadores imobiliários. Posteriormente, Sarandi começa a atrair famílias de todas regiões e estados (VELOSO, 2003).

A conseqüência deste crescimento desordenado gerou ônus para população, como a falta de pavimentação nos bairros, falta de energia elétrica, falta de rede de

drenagem e esgoto, assim como a reserva de áreas verdes e equipamentos comunitários, gerando um desconforto muito presente ainda nos dias de hoje. Os lotes eram vendidos a preços baixos pois não possuíam grandes investimentos.

Somente em 1992 foi criado o primeiro plano diretor municipal, o qual estabelecia os critérios para a implantação de loteamentos. Porém este não foi impedimento para a implantação de loteamentos sem infra-estrutura. Registra-se nos documentos da prefeitura 17 loteamentos objetos de processo judicial, por falta de algum dos quesitos exigidos pelo Plano Diretor Municipal de Sarandi.

Ainda sobre o plano diretor de 1992, o mesmo foi criado através de um convenio com os municípios de Maringá, Marialva e Paiçandu, sendo adotado o mesmo texto para as 4 cidades e assim não atendendo às necessidades individuais de cada cidade.

3.2 - Sarandi no contexto regional

Por Sarandi estar localizada na porção centro-oeste da Mesorregião Norte Central Paranaense, esta possuiu um grande vinculo com o município pólo de sua região, Maringá. Desta forma, o crescimento de imigrantes gerado por sua vizinha, causa um déficit de infra-estrutura difícil de ser controlado, para atender as necessidades básicas dos moradores, ocasionadas pelo crescimento inesperado, gerando condições precárias de moradia e impossibilitando o municipio de absorver tamanha quantidade de demanda. A figura 02 ilustra a localização da Mesorregião Norte Central Paranaense, na qual Sarandi está inserida juntamente com grandes cidades como Londrina e Maringá.

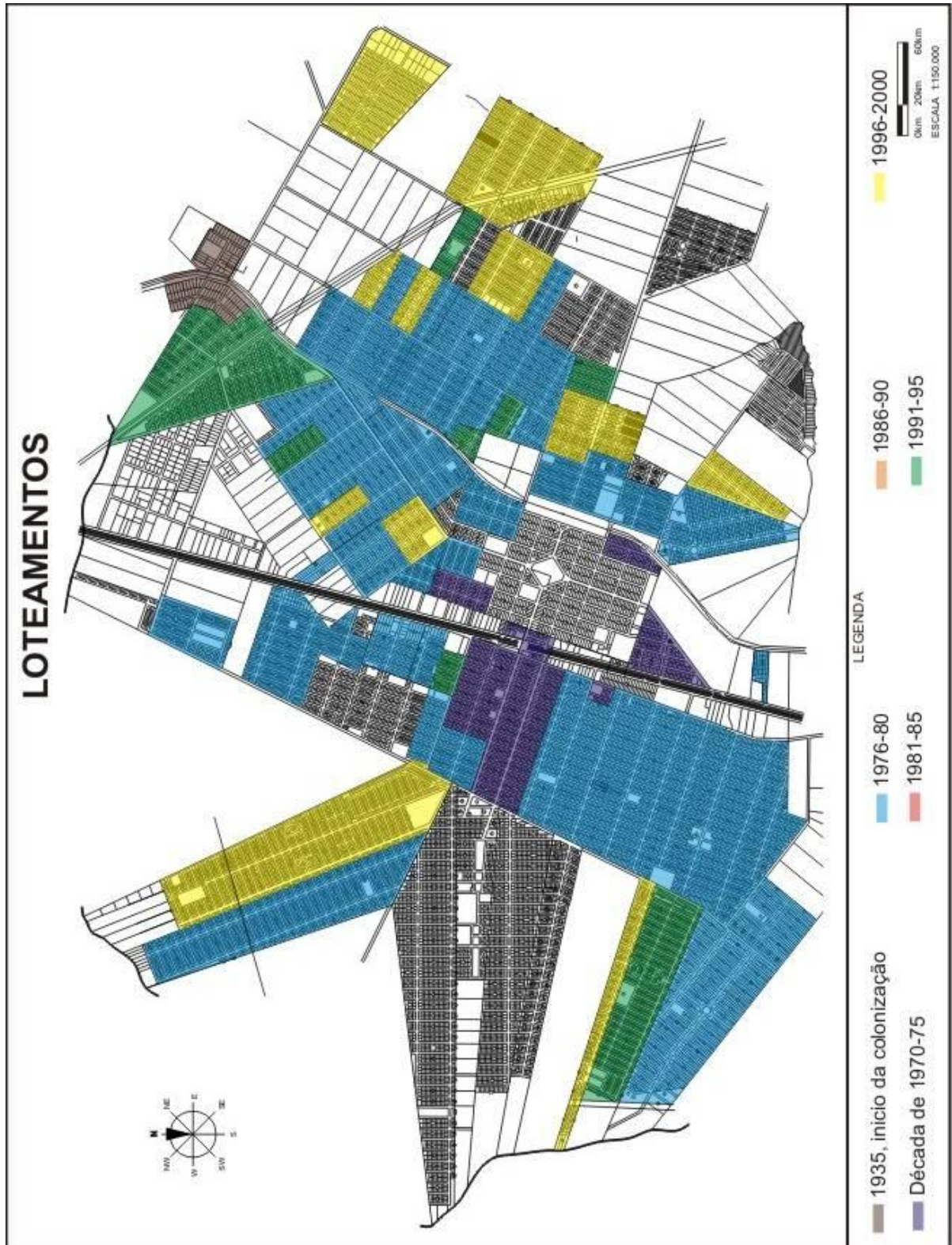


Figura 02: Mapa da evolução dos loteamentos no Município de Sarandi.

Fonte: Plano Diretor Municipal. 2009

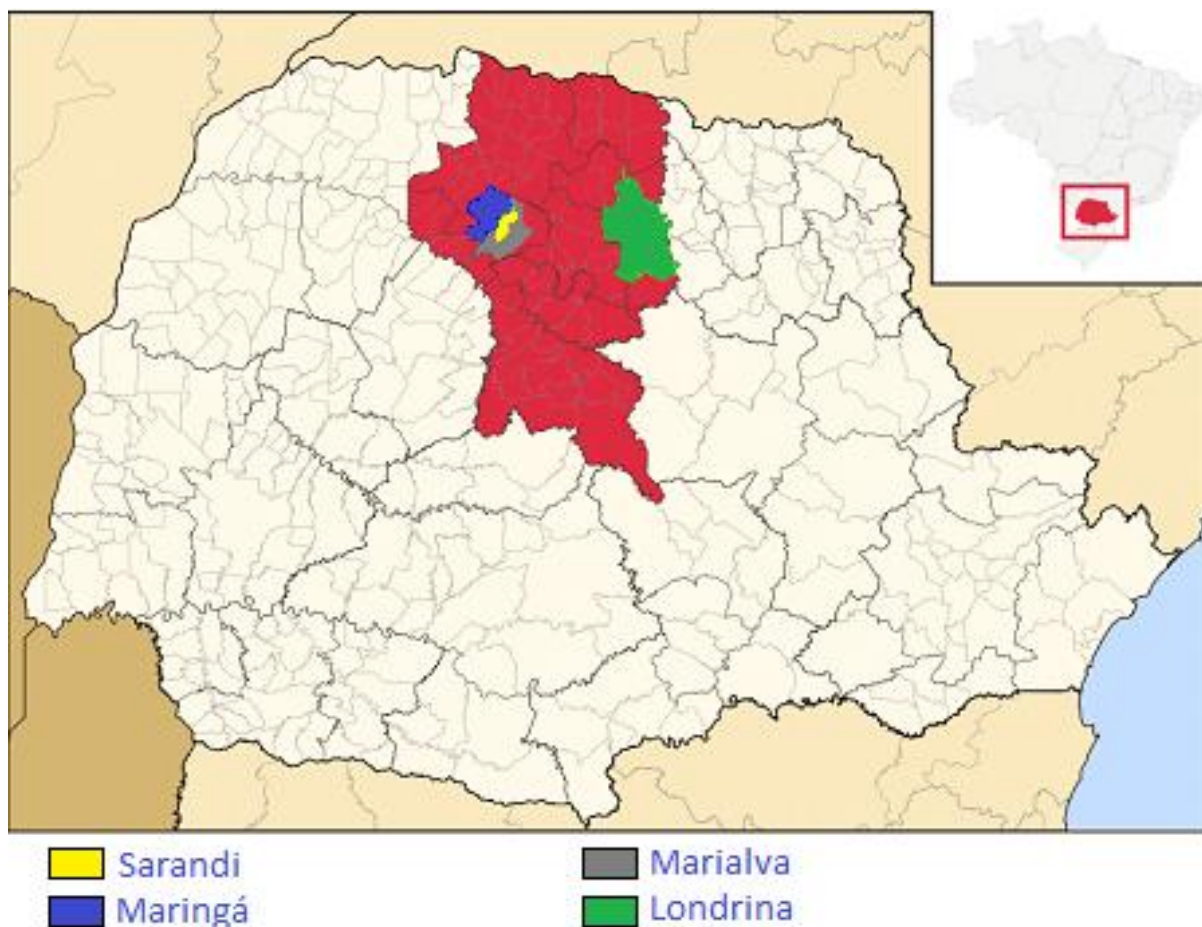


Figura 03: Croqui de localização da Mesorregião Norte Central Paranaense

Fonte: IPARDES (2008)

Muitas cidades do Noroeste e Norte do Paraná têm perdido seus habitantes, que antes viviam da colheita de café. Com a substituição da cafeicultura pela soja ou pelas pastagens, houve uma diminuição da mão-de-obra empregada na área rural. Como muitas dessas cidades não teve desenvolvimento industrial nem comercial (Dr. Camargo, Itambé, Ourizona, Munhoz de Melo, São Jorge do Ivaí e Uniflor, entre outras), sobreveio a falta de emprego no campo e nas cidades vizinhas e começou a acontecer a evasão populacional. Enquanto isso, em Sarandi tem acontecido justamente o contrário (VELOSO, 2003)

Quanto à questão dos equipamentos urbanos, Sarandi conta com um hospital metropolitano que atende às demandas da região, porém sofre com a ausência de especialistas, necessitando o atendimento em Maringá. Porém, a qualificação da mão de obra não atinge somente este setor, pois apesar de contar com um Parque Industrial com diversas empresas instaladas, a mão de obra qualificada provém, em

sua maioria, de Maringá, sobrando somente as atividades informais e as de baixa qualificação para boa parte da população local, levando na maioria dos casos a se deslocarem diariamente para Maringá em busca de empregos. Sarandi acaba acolhendo essa grande demanda de população, estabelecida no contexto social anteriormente citado criando um inchaço no seu sistema de atendimento, pois configura no que muitos chamam de cidade dormitório, ou quando por muitos moradores considerados um grande bairro de Maringá, devido à ocupação da malha urbana de Sarandi estar fortemente vinculada com a proximidade com a malha urbana de Maringá, que hoje se encontra unificada (VELOSO, 2003).

3.3 - Desenho Urbano

O conceito de Desenho Urbano é a prática de planejamento e projeto de espaços das cidades. Porém, este conceito não foi colocado muito em prática no município de Sarandi, caracterizando um crescimento sem regras e sem planejamento. O fato da rodovia BR-376 cortar o território de Sarandi quase ao meio criou um isolamento do acesso e uma grande dificuldade na transição Norte-Sul da cidade. Isso também se deve ao fato de que na segunda metade da década de 70 houve uma grande expansão da ocupação dos loteamentos registrada pelos alvarás de aprovação dos loteamentos, encontrados nos arquivos da prefeitura. Estes bairros ocuparam a região que faz margem à rodovia no lado norte e a fronteira com Maringá, no mesmo lado, pensando somente no acesso ao vizinho, não planejando um crescimento e possíveis pontos de transposição da rodovia. Já na parte sul o desenvolvimento ocorreu ao longo da linha férrea que se faz paralela à rodovia BR-376, criando assim outra dificuldade de transposição. (REGO; MENEGETTI, 2006).

Outro fato importante no que diz respeito ao desenho urbano da cidade é que ao longo da trajetória de aprovação dos loteamentos, os mesmos eram pensados de maneira isolada, não estabelecendo vínculo com o contexto da região, criando assim uma descontinuidade na malha viária, com lotes de acesso difícil e fluxo de veículos sem planejamento, visto que a geometria dos quarteirões era pensada somente com o intuito de favorecer os incorporadores imobiliários. Além do impacto no trânsito a malha viária influi diretamente nos outros sistemas urbanos, como a drenagem pluvial através de galerias, abastecimento de água e a rede de esgotos que ficam

dificultadas devido ao fato da implantação se tornar mais cara e o traçado desfavorecer a boa técnica. Os conflitos na malha viária podem ser constatados na figura 4. O mapa identifica a intersecção entre o dois bairros do Município de Sarandi.

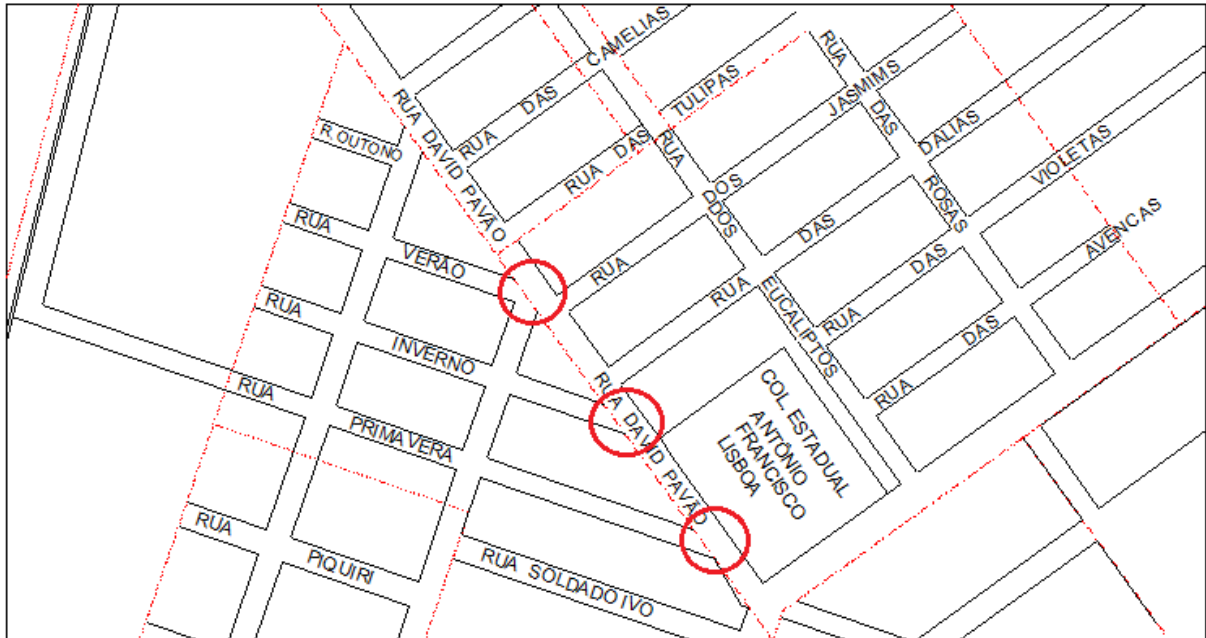


Figura 04: Mapa de identificação dos conflitos nas malhas viárias.

Fonte: Organizado pelo Autor

Sarandi sofre também na questão da destinação das áreas para praças e áreas verdes, pois as mesmas, quando destinadas eram doadas terrenos impróprios, ou ate mesmo em área de reserva legal. Assim também ocorreu com as áreas destinadas aos equipamentos comunitários.

A proporção relativa à distribuição do lado norte e do lado sul, Sarandi se vê dividida quase ao meio no que diz respeito ao espaço físico, porém sua expansão prevê uma maior possibilidade ao lado sul, pois a extensão territorial nesta porção oferece uma maior quantidade de áreas passíveis de urbanização, já que o outro lado se encontra mais próximo com divisa de Maringá e estrangulado pelo Ribeirão Sarandi e o Córrego Guaipó.

3.4 – Características Sócio-Econômicas do Município de Sarandi/PR.

Sarandi possui, segundo o senso do IBGE realizado em 2007 uma população de 79.686 habitantes. Segundo o IPARDES (2008) distribuídos conforme demonstrado na quadro 02.

Em uma análise comparativa com Maringá constata-se Sarandi possui uma densidade populacional maior, uma taxa de crescimento geométrico maior do que o dobro de sua vizinha, além de possuir uma taxa de pobreza 2,3 vezes maior. Se comparada a distância entre as cidades, pode-se concluir que essa diferença é muito grande. Esse parâmetro se mantém quando comparada com a capital Curitiba. Já na questão referente à infra-estrutura da cidade, a mesma é servida de abastecimento de água e atendimento de esgoto pela Autarquia da Prefeitura Municipal, tendo cobertura de 100% de atendimento dos loteamentos regulares no abastecimento de água e apenas 3% de rede esgoto, restrito apenas a parte da área central. O fornecimento da energia é realizado pela Copel e serve 100% da população do município.

No aspecto econômico tem-se as principais atividades do município demonstrada através do quadro 02:

Quadro 02 – Indicadores Sócio-Econômicos de Sarandi/Pr

INFORMAÇÃO	FONTE	DATA	ESTATÍSTICA	
População Censitária - Total	IBGE	2000	71.42	habitantes
População - Contagem	IBGE	2007	79.69	habitantes
Pessoas em Situação de Pobreza	IBGE/IPARDES	2000	15.29	
Famílias em Situação de Pobreza	IBGE/IPARDES	2000	4.266	
Número de Domicílios - Total	IBGE	2000	22.1	
Matrículas na Pré-escola	MEC/INEP	2006	2.301	alunos
Matrículas no Ensino Fundamental	MEC/INEP	2006	12.64	alunos
Matrículas no Ensino Médio	MEC/INEP	2006	3.123	alunos
Matrículas no Ensino Superior	MEC/INEP	2005	690	alunos
Densidade Demográfica	IPARDES	2007	768,55	hab/km ²
Índice de Desenvolvimento Humano - IDH-M	PNUD/IPEA/FJP	2000	0,768	
PIB <i>Per Capita</i>	IBGE/IPARDES	2005	4.436	R\$ 1,00
Índice de Gini	IBGE	2000	0,430	

Grau de Urbanização	IBGE	2000	97,30	%
Taxa de Crescimento Geométrico	IBGE	2000	4,56	%
Taxa de Pobreza	IBGE/IPARDES	2000	20,12	%

Fonte: IBGE (2007)

Baseado nos dados dos arquivos da Prefeitura Municipal cerca de 50% da cidade é pavimentada em torno de 30% possui rede de drenagem. Porém esta rede não possui funcionalidade, pois além do atendimento parcial a cidade não possui nenhum emissário desaguardando as águas nos córregos da cidade, favorecendo a formação de diversos processos erosivos em diversos pontos da cidade, pois a galeria realizada nos bairros é jogada a céu aberto sem nenhum tipo de tratamento de quebra de velocidade ou preocupação com a transição até o manancial mais próximo.

3.5 – Características das infra-estruturas e do meio físico urbano

Os solos predominantes no município de Sarandi são o Latossolo Vermelho Eutroférico, Neossolo Litólico Eutroférico, Nitossolo Vermelho Eutroférico, Solo Coluvial de Fundo de Vale e Solo Hidromórfico Gleissolo demonstrado no mapa da figura 05 (PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HIDRICOS DE SARANDI, 2007).

O sistema natural de drenagem foi alterado drasticamente pela ocupação que se desenvolveu à custa da derrubada de suas matas pluvio-tropicais, em cujo lugar foram implantadas as culturas do café, inicialmente, e posteriormente as de soja, trigo, milho e cana, que hoje são as principais culturas nos usos do solo rural. Uma segunda ação é a ocupação com atividades humanas, sejam agrícolas ou urbanas, nas margens desses canais e nascentes, que atuam na descaracterização das condições naturais e comprometem a própria existência desses bens ambientais (PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HIDRICOS DE SARANDI, 2007).

Estes fatores estão em direta relação com o modelo de desenvolvimento territorial adotado no início da ocupação em 1970 e nas fases seguintes até o ano 2000, do qual se destacam (PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HIDRICOS DE SARANDI, 2007):

- 1.- Sistema de Drenagem Urbana de alto potencial erosivo;
- 2.- Expansão nos usos do solo Urbano/Industrial/Agrícola/Lazer sem planejamento e fiscalização;
- 3.- Destinação final dos resíduos sólidos de construção civil em locais de intensos processo erosivos.

A localização do sistema de drenagem das águas pluviais na malha urbana se dispõe de forma desordenada no município de Sarandi, além de não haver nenhum emissário final em todo território urbano, como mostra a figura 06.

Baseado em dados da Prefeitura do Município de Sarandi, apresenta-se no Quadro 03, o atendimento das infra-estruturas urbanas no Município de Sarandi.

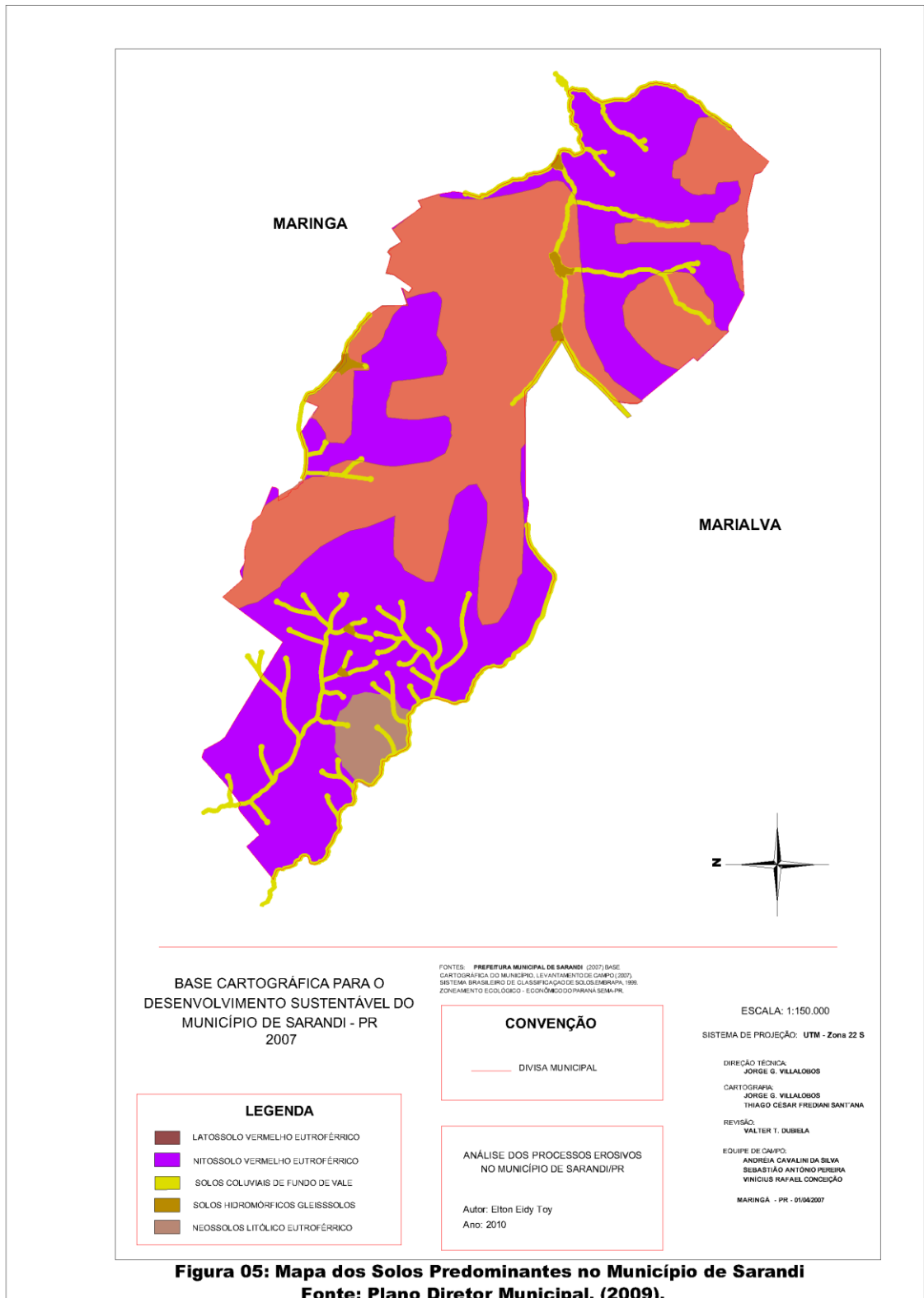


Figura 05: Mapa dos Solos Predominantes no Município de Sarandi.

Fonte: Plano Municipal de Recursos Hídricos do Município.
2007



Figura 06: Mapa da Localização da Drenagem Urbana
Fonte: Prefeitura do Município de Sarandi. Org. Autor.

Figura 06: Mapa da Localização da Drenagem Urbana.

Fonte: Prefeitura do Município de Sarandi.

Quadro 3 – Indicadores das infra-estruturas do município de Sarandi/PR.

Dados de atendimento de infra-estrutura	
Abastecimento de água	100%
Rede de Esgoto	3%
Pavimentação	50%
Galerias Pluviais	30%

Fonte: Organizado pelo Autor

4 – Resultados

Para a caracterização das erosões no município de Sarandi é necessário conhecimento do espaço territorial que compreende o perímetro urbano da cidade.

O município de Sarandi possui três delimitações de perímetro urbano, compreendendo o denominado núcleo central, onde se encontra a maior parte dos bairros do município, o bairro Vale Azul, e o perímetro relativo ao Condomínio Estância Zaúna.

O núcleo central apresenta a maior extensão territorial urbana do município tornando assim também o local com maior número de edificações. A determinação dos núcleos urbanos do município se faz necessário para a compreensão do surgimento dos processos erosivos ligados à ação antrópica.

O núcleo urbano central é o único que possui pavimentação dentre os três perímetros, e como pode-se observar na figura 07 a seguir, os corpos d'água estão distantes dos bairros de maior densidade populacional do município.

Considerando a soma das áreas do perímetro urbano a mesma representa cerca de 24% da extensão territorial como demonstra as figuras 07, 08 e 09, esta área foi estimada através da proporção das áreas do perímetro e área total do município.

Além da determinação das áreas do perímetro, obteve-se através do Plano Municipal de Recurso hídricos do Município de Sarandi, o Mapa de Glebas Rurais, para auxiliar a locação das erosões urbanas municipais conforme é demonstrada na figura 07.

Outro parâmetro necessário para a locação ideal das erosões urbanas é o conhecimento dos cursos d'água e conseqüentemente da rede hidrográfica municipal. Para isso utilizou-se o mapa encontrado no Plano Municipal de Recursos Hídricos demonstrado na figura 08.

A figura 08 apresenta as curvas de nível em todo território político de Sarandi. Pode-se reparar que o núcleo central da figura onde está localizado o centro da cidade e o local onde possui um desnível menos acentuado em relação ao restante do Município.

Através dos mapas de perímetro, mapa hidrográfico e o mapa altimétrico do município que a área urbana do município foi locado em uma região distante dos cursos d água, dificultando a implantação de galerias.

Numa análise específica em Relação ao processo erosivo do Jardim Santana, ou da erosão do Córrego Mauá, podemos visualizar na Figura 09 que existe uma ao longo do processo erosivo algumas represas utilizada para irrigação de atividades rurais nos lotes lindeiros.

Além do levantamento das dimensões do processo erosivo é necessário o conhecimento da bacia de drenagem do processo erosivo a ser estudado. Para isso foi utilizado o mapa altimétrico do município e o mapa hídrico, desenhando o traçado a bacia no divisor de água que envolvem o córrego Mauá.

O mapa apresentado na Figura 10 situa todos os processos erosivos no território urbano de Sarandi. As erosões estão situadas e dispostas de forma que numérica que irão auxiliar na identificação das mesmas conforme as fotos que serão apresentadas posteriormente.

As figuras 12 e 13 fazem referência ao processo erosivo 01 da figura 10. Esta erosão urbana está situada no Jardim Alvamar II, nas proximidades da Divisa do Jardim Alvamar, Gleba Ribeirão Sarandi e deságua no Ribeirão Guaiapó. A figura 16 ilustra o local onde ocorre o lançamento de uma drenagem inacabada dentro do Jardim. Segundo os dados da Secretaria Municipal de Urbanismo este Jardim possuiu 12 anos de existência e, no entanto, não possui pavimentação e rede de galerias de águas pluviais.

O mesmo local é demonstrado na figura 13, contudo a imagem desta figura é mais recente (2009), e pode-se observar que não houve um aumento na dimensão do processo erosivo; contudo, houve um aumento da deposição de entulho decorrente da ação antrópica. Essa observação pode ser notada pelo fato de no ano de 2006 existir uma vegetação aflorando na erosão e em 2009 observar que há entulhos lançados recentemente.

Área: 4.456.898,8335 m²; perímetro: 8.026,2264m

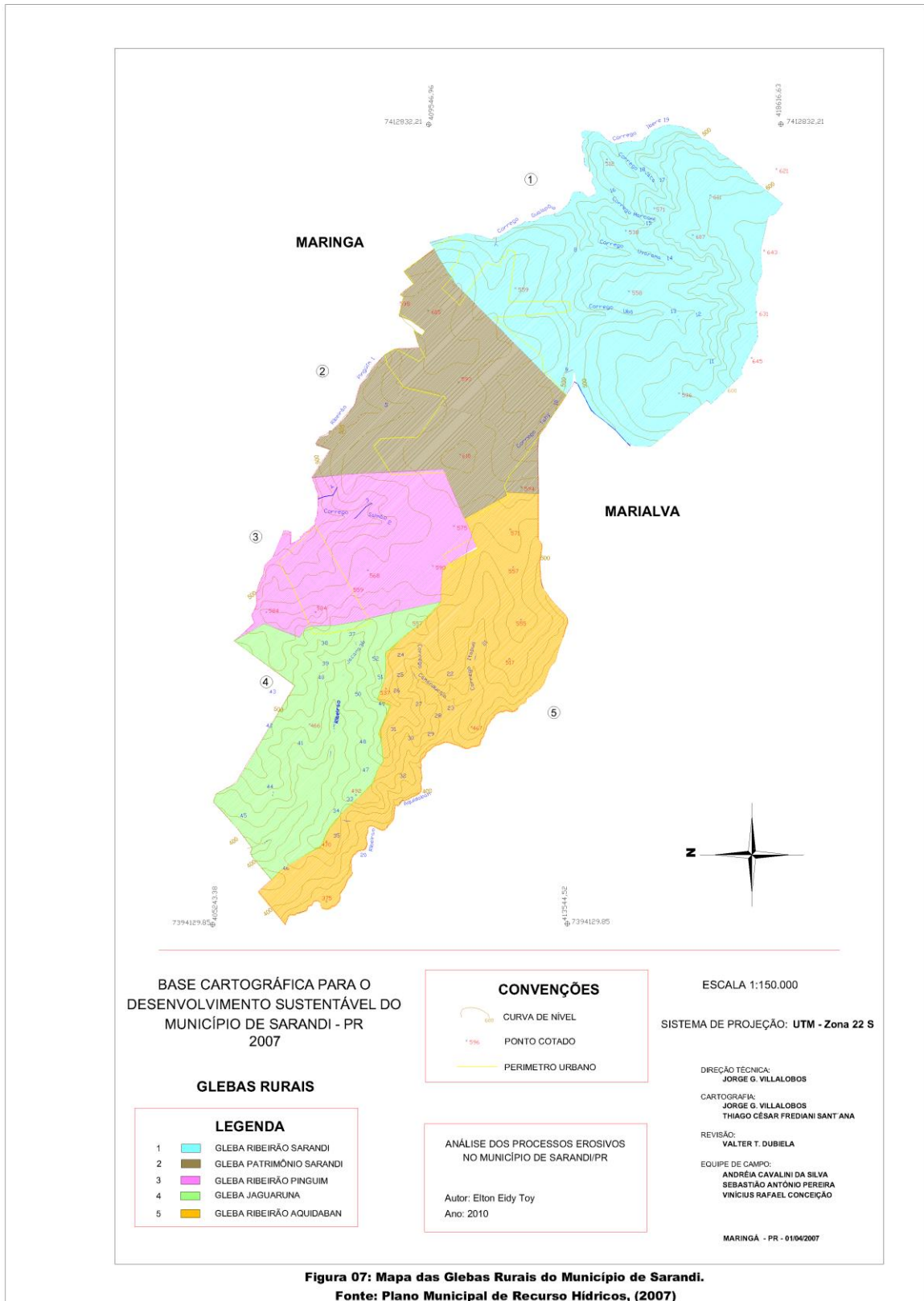


Figura 07: Mapa das Glebas Rurais do Município de Sarandi.
Fonte: Plano Municipal de Recurso Hídricos, (2007)

Figura 07: Mapa das Glebas Rurais do Município de Sarandi.

Fonte: Plano Municipal de Recurso Hídricos.

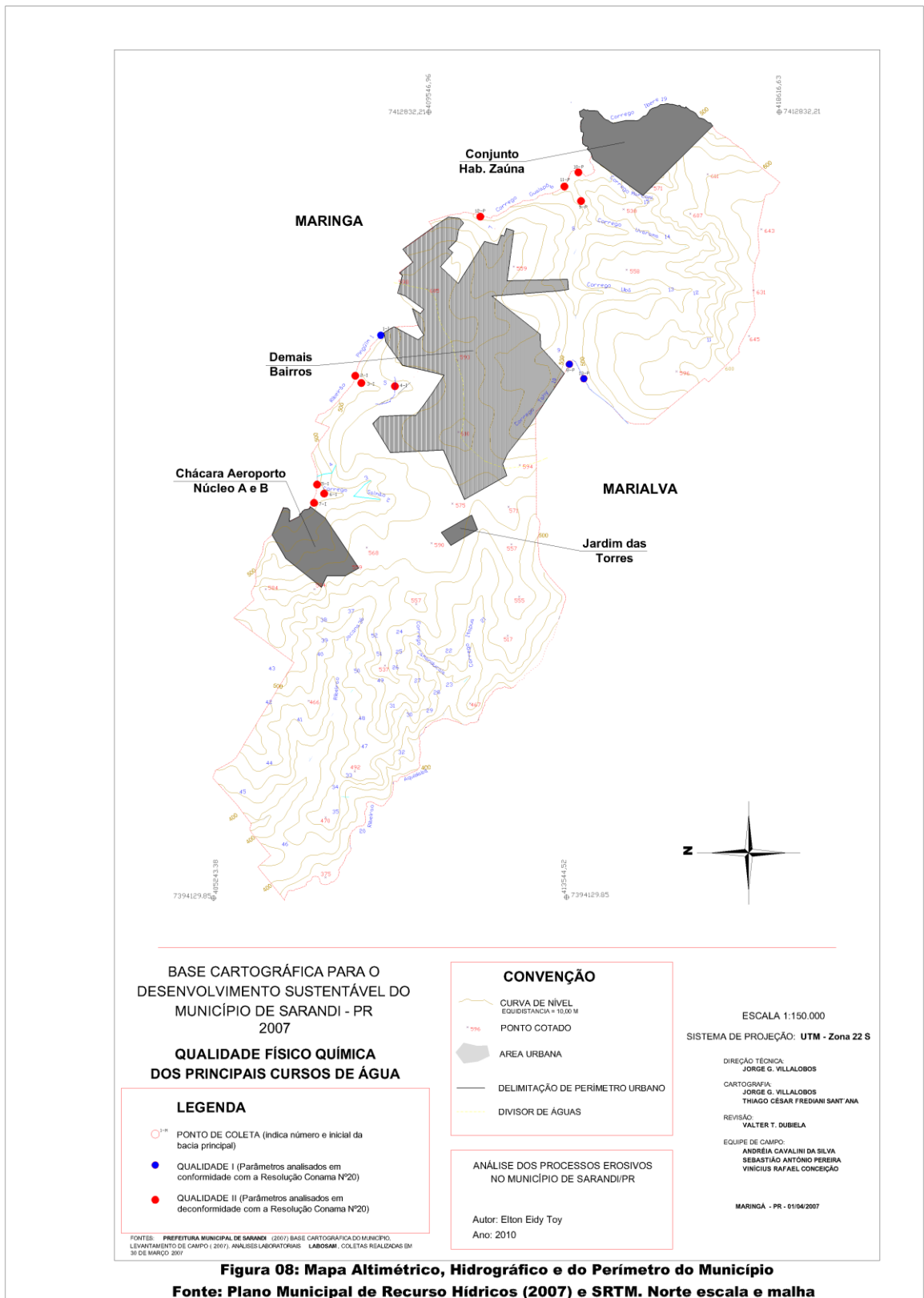


Figura 08: Mapa Altimétrico, Hidrográfico e do Perímetro do Município

Fonte: Plano Municipal de Recurso Hídricos (2007) e SRTM. Norte escala e malha



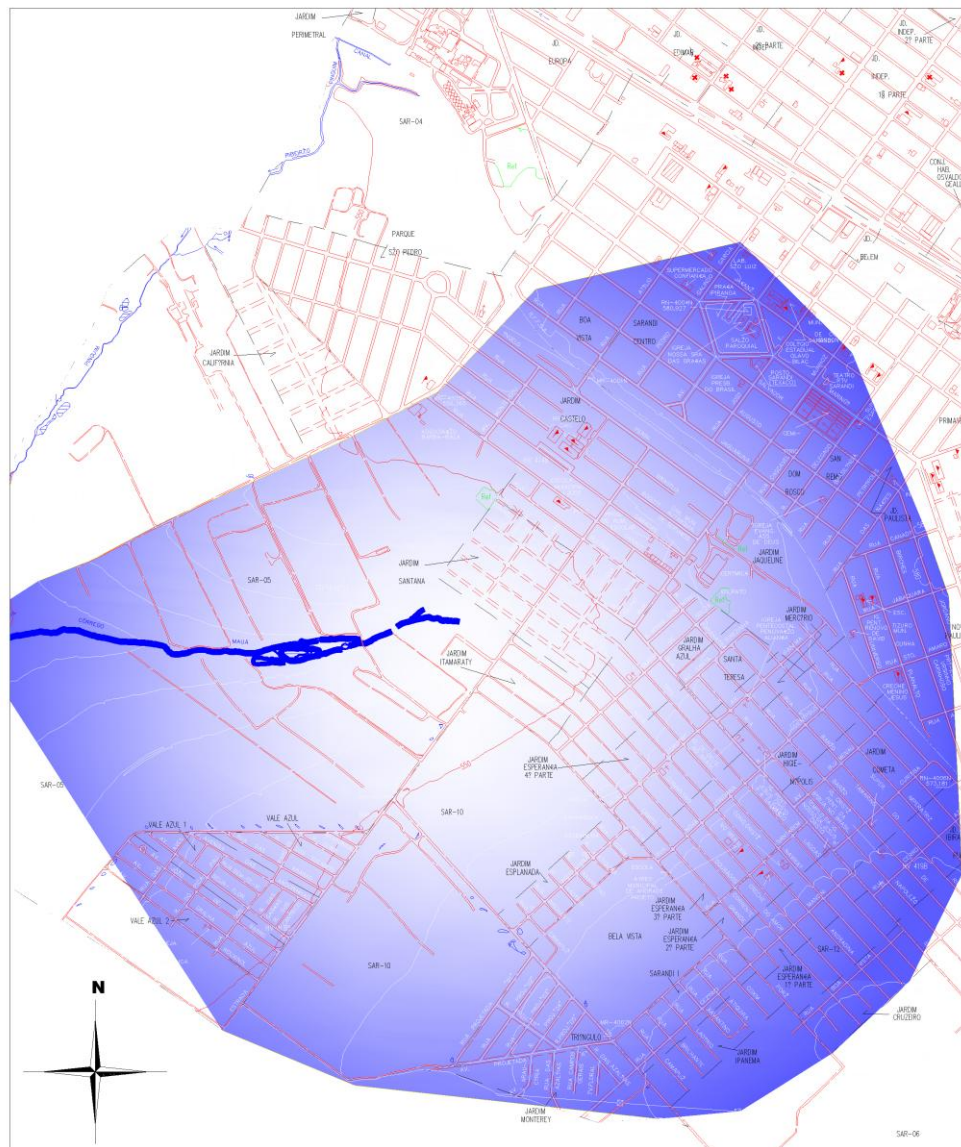
Figura 09: Levantamento Topográfico do processo erosivo do Jardim Santana.

Fonte: Prefeitura do Município de Sarandi.



Figura 10: Mapa de Localização das Erosões no Município de Sarandi.

Fonte: Prefeitura do Município de Sarandi.



BACIA DE DRENAGEM DO CÓRREGO MAUÁ

ÁREA 4.456.898,83 m²

PERÍMETRO de 8.026,22m

ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS
NO MUNICÍPIO DE SARANDI/PR

Autor: Elton Eidy Toy
Ano: 2010

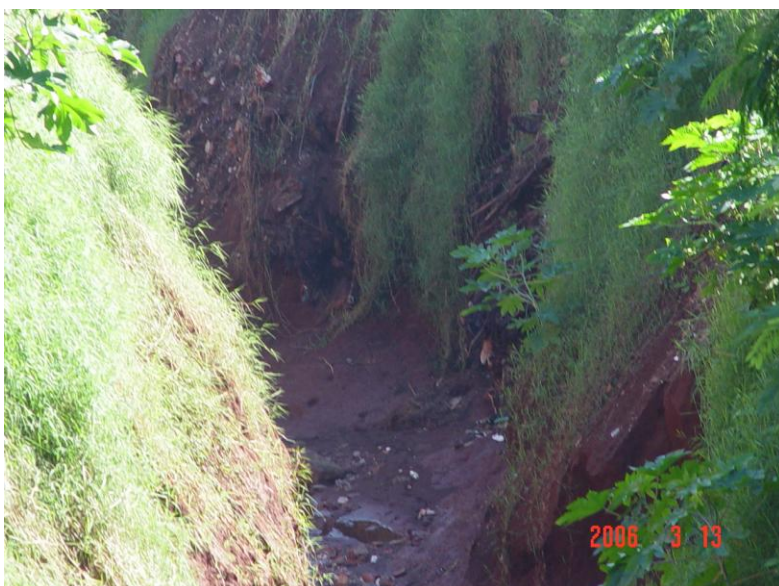
**Figura 11: Delimitação da Bacia de Drenagem do córrego Mauá.
Dados: ORGANIZADO PELO AUTOR.**

Figura 11: Delimitação da Bacia de Drenagem do córrego Mauá.

Fonte: Prefeitura do Município de Sarandi.

4.1 Jardim Alvamar II

As figuras 12 e 13 fazem referencia ao processo erosivo 01 da figura 10. Esta erosão urbana está situada no Jardim Alvamar II, nas proximidades da Divisa do Jardim Alvamar, Gleba Ribeirão Sarandi e deságua no Ribeirão Guaiapó. A figura 16 ilustra o local onde ocorre o lançamento de uma drenagem inacabada dentro do Jardim. Segundo os dados da Secretaria Municipal de Urbanismo este Jardim possuiu 12 anos de existência e, no entando, não possui pavimentação e rede de galerias de águas pluviais.



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 12: Erosão Jardim Alvamar II, 2006.



Elton Eidy toy, 13/03/2006

Figura 13: Erosão, 2009.

4.2 Jardim Social

O processo erosivo do Jardim social está situado em um bairro bastante adensado do município. Visualmente pode-se considerá-lo o maior processo erosivo do Município. Além do problema ambiental, existe um problema social no local pois alguns habitantes aproveitam-se da retirada dos entulhos depositados no local, como pode ser observado nas fotos a seguir. Algumas unidades residenciais próximas a este local possuem uma distância muito pequena da erosão além de serem realizadas com os materiais retirados da própria erosão, como pode ser observado nas figuras 14, 15, 16 e 17.



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 14: Erosão, 2009.



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 15: Residência executada com entulhos retirados da erosão do Jardim Social.



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 16. Proximidades da erosão.



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 17: Residência localizada na margem da erosão.

4.3 Jardim Universal

O Jardim Universal não possui uma erosão caracterizada, contudo como pode-se observar na foto 18, devido à falta de galerias de águas pluviais, já existe um caminho preferencial da água no limite do Jardim (Referência 03 da imagem 10).

O local apontado na figura 18 pertence à Gleba Ribeirão Sarandi e a água coletada é descarregada no Ribeirão Sarandi.



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 18: Início do processo erosivo

4.4 Jardim Bom Pastor

O processo erosivo do Jardim Bom Pastor refere-se ao item 04 da figura 10, e está situado logo após um lançamento de galeria de águas pluviais, possuindo uma forma linear. Contudo esta erosão não situa-se no ponto mais baixo desta bacia, conforme pode ser observado na figura 19, onde pode-se notar uma altura inferior após esse processo erosivo.

Devido tamanha perfeição na forma linear conforme apresentado nas figuras 19 e 20, e as barreiras laterais desta erosão, esse pode ser considerado um evidente fato da ação antrópica na evolução do processo erosivo, pois esta erosão cumpre a finalidade de limitador das águas até o jardim seguinte, na inclinação.



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 19: Processo Erosivo



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 20: Processo Erosivo Vista Geral

4.5 Jardim Independência – III Parte

O processo erosivo de número 5 na figura 10 atinge vários bairros do município, atravessando até mesmo a BR-376, que é hoje o principal acesso da cidade. Esta erosão se inicia a partir de uma galeria de águas pluviais inacabada, como demonstra a figura 21.

O início deste processo erosivo ocorre na Gleba Patrimônio Sarandi, percorrendo os Jardins Verão, Parque Industrial e Jardim Independência III Parte e chegando até a Gleba Ribeirão Sarandi, conforme demonstram as figuras 22 e 23.



Elton Eidy toy, 13/03/2006

Figura 21: Erosão Jardim Verão, Avenida Francisco de Almeida



Elton Eidy toy, 13/03/2006

Figura 22: Erosão na beira da Marginal da Br 376 (Avenida Ademar Bornia).



Elton Eidy toy, 13/03/2006

Figura 23: Erosão

4.6 Jardim Santana

A erosão 06 da Figura 10 deságua no Córrego Mauá e está situada na Gleba Ribeirão Pinguim. O processo erosivo do Jardim Santana está situado em um dos locais mais urbanizados do município de Sarandi, possuindo um lançamento de duas galerias de águas pluviais no local, demonstrados nas figuras 24, 25, 26 e 27, configurando um dos locais com maior crescimento de impermeabilização do solo no município, devido ao grande aumento de pavimentação dos jardins próximos do processo erosivo.

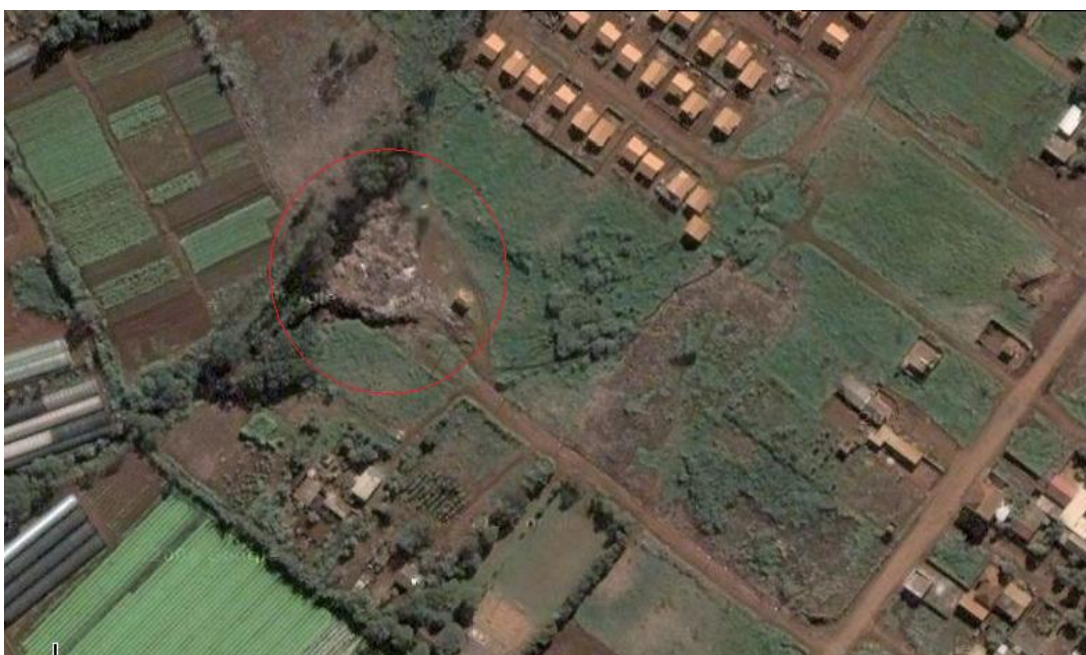


Figura 24: Vista aérea do processo erosivo Jardim Santana

Fonte: Google Earth. 2008

O processo erosivo de numero 07 da Figura 10 situa-se na Gleba Patrimônio Sarandi, e deságua no Ribeirão Pinguim. Esta erosão esta em um local de difícil acesso devido ao fato de estar em uma propriedade particular e a mesma estar posicionada em uma área de preservação permanente.



Elton Eidy toy, 13/03/2006

Figura 25: Processo Erosivo, 2006.



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 26: Processo Erosivo, 2009 – Vista Geral.



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 27: Processo Erosivo, 2009 Detalhe

4.7 Parque São Pedro

O processo erosivo de número 07 da Figura 10 situa na Gleba Patrimônio Sarandi, e deságua no Ribeirão Pinguim. Esta erosão esta em um local de difícil acesso devido ao fato de ela estar em uma propriedade particular e a mesma estar construída em uma área de preservação permanente.



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 28: Processo Erosivo Parque São Pedro, 2009.

4.8 Diagnóstico da conservação de drenagem do Jardim Santana

O Jardim Santana possui cobertura parcial de drenagem urbana, apresentando diversas ruas sem o escoamento de águas pluviais. Além da falta de drenagem no bairro, o Jardim Santana não possui pavimentação em sua totalidade fazendo com que as bocas de lobo localizadas nas ruas do bairro fiquem suscetíveis a entupimentos, pois o escoamento superficial arrasta o cascalho para os pontos de captação e acarretando em grandes problemas de manutenção, como demonstra a figura 29 a seguir.



Elton Eidy toy, 13/05/2009

Figura 29: Ruas do Jardim Santana sem drenagem, 2009.

Outro grande problema observado no bairro é a falta de manutenção das bocas de lobo. A falta de tampas e gradeamento pode ser observado nas figuras 30 e 31. Observa-se também que as ruas encontram-se com a pavimentação deteriorada sem a presença de sarjetas ao longo da pista.



Elton Eidy toy, 12/01/2010

Figura 30: Estado de conservação das bocas de lobo do Jardim Santana, 2010.



Elton Eidy toy, 12/01/2010

Figura 31: Pavimentação sem conservação, 2010.

Nas figuras 32 e 33 podemos observar a nova estrutura de dissipadores implantados no Jardim Santana diferente nas imagens realizadas nos anos de 2006 e 2010. As figuras mostradas a seguir tratam do atual estado de concentração da estrutura do Jardim Santana.

Observa-se também o uso indevido da infra-estrutura através do lançamento irregular de esgoto sobre a estrutura de drenagem do Jardim. Diferente das visitas anteriores, os dissipadores encontram-se ligados entre si através de uma laje em concreto, convergindo o fluxo de água em apenas um ponto, e assim não lançando o escoamento da vazão um sobre o outro.



Elton Eidy toy, 12/01/2010

Figura 32: Dissipadores de galerias pluviais interligadas, 2010.



Elton Eidy toy, 12/01/2010

Figura 33: Emissário Jardim Santana e lançamento irregular, 2010.

4.9 Associação do crescimento de áreas impermeáveis e a evolução da erosão do Jardim Santana.

Baseado em um levantamento documental na Secretaria Municipal de Urbanismo do Município de Sarandi, o emissário do Jardim Santana possui outorga de lançamentos de águas pluviais, o qual trata o local onde estão locados os dissipadores como a Nascente do Córrego Mauá.

Quadro 4 – Diagnóstico Parque Santana

ANO	Nº DE ALVARÁS
2007	17
2008	42
2009	81

Fonte: Organizada pelo Autor

Visto que a todos os arquivos encontrados na Prefeitura de Sarandi trata o local uma erosão, como de fato ocorre, torna-se difícil de identificar o início temporal do processo.

Foram levantados os arquivos de aprovação do Jardim Santana, e constatados 17 pedidos de alvará de construção no ano de 2007, 42 pedidos de alvará de construção no alvará de 2008 e 81 pedidos de alvarás no ano de 2009. Caracterizando um aumento significativo na superfície impermeável da região.

Durante esse mesmo período foram implantados cerca de 44 mil m² de pavimentação e em torno de 500 metros lineares de galerias de águas pluviais. Fatos esses citados aceleram o crescimento do processo erosivo, visto que até 2006 o Jardim Santana possuía apenas um emissário. A partir da implantação dos novos empreendimentos e a construção de mais dois novos emissários, tornou-se comum a necessidade de reparos nos dissipadores de águas pluviais, como demonstram as figuras 32 e 33, que tratam da estrutura após a manutenção.

5 - Conclusão

A análise dos processos erosivos no município de Sarandi/PR deve-se passar pelo processo histórico de colonização e implantação das infra-estruturas no município, visto que muitos bairros foram implantados sem o seu devido planejamento.

Sarandi é um dos municípios que mais cresce no estado do Paraná e ainda assim possui apenas um emissário com outorga ambiental, este localizado no Jardim Santana onde ocorre um grande processo erosivo, decorrente na falta de planejamento na localização e na implantação do município.

As maiores erosões do município estão em áreas de grande adensamento populacional, caracterizando forte ação antrópica na evolução dos processos. As galerias de águas pluviais do município são incompletas e não levam a água pluvial até o destino final.

Outra ação antrópica relacionada ao crescimento dos processos erosivos é o lançamento indevido de detritos resultantes da construção civil e esgoto pluvial clandestino.

Dentre os processos erosivos do município de Sarandi/PR o processo do Jardim Santana é um dos mais interessantes devido às suas particularidades. Além de possuir outorga, o Jardim Santana encontra-se em crescimento populacional que não é acompanhada pelo crescimento de implantação de infra-estrutura.

No Jardim Santana pode-se concluir que a rede de drenagem, além de inexistente em muitos locais, é insuficiente nos outros locais, visto o estado de conservação da pavimentação ali presente. A falta de manutenção contribui significativamente na evolução do processo erosivo visto que as águas são conduzidas e lançadas de maneira inadequada.

6 - Referências

- ALEXANDROVSKAYA, E.I.; ALEXANDROVSKIY, A.L. History of the cultural layer in Moscow and accumulation of anthropogenic substances in it. **Catena**, v.41, n.1-3, p.249-259, 2000.
- ALVES, M. **Estimativa da perda de solo por erosão laminar na bacia do rio São Bartolomeu-DF usando técnicas de geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado. INPE. 2000.
- ANDRELLO, A.C.; APPOLONI, C.R.; GUIMARÃES, M.F. & PARREIRA, O.S. **A preliminary survey of soil erosion in a small basin in the Paraná State by using ¹³⁷Cs methodology**. *Radiat. Phys. Chem.*, 61:635-636, 2001.
- ANGELIS NETO, G.; DOMINGOS DE ANGELIS, B.L.; OLIVEIRA, D.S. **O uso da vegetação na recuperação de áreas urbanas degradadas**. *Acta Scientiarum Technology*, Volume 26 Number 1, 2004 .
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 5 ed. São Paulo: Ícone Editora, 2005.
- BIDONE, F. R. A.; TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH, 1995. Cap.3.
- BIGARELLA, João José. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2003.
- BLUME, H.P. Classification of soils in urban agglomerations. **Catena**, v.16, n.3, p.269-275, 1989.
- Centeno, J. A. S.; Miqueles, M.; Cavassin J., Í.; Weihing, D.. **Classificação de Imagens Obtidas do Laser Scanner Baseada em Atributos Espectrais e Espaciais**. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2003, Belo Horizonte. Anais 2003.
- CHRISTOFOLLETI, A. **Condicionantes geomorfológicos e hidrológicos aos programas de desenvolvimento**. In: **Análise ambiental: uma visão**

multidisciplinar. (Tauk, S.; org.), 104-106, São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

COOKE, R.U. & DOORKAMP, J.C. - 1990 - Geomorphology in Environmental Management. Clarendon Press. Oxford.

CORRECHEL, V.; BACCHI, O.O.S.; DECHEN, S.C.F.; DE-MARIA, I.C. & REICHARDT, K. **Erosion rates evaluated by the 137Cs technique and direct measurements on long-term runoff plots under tropical conditions.** Soil Tillage Res., 86:199-208, 2006.

CRAUL, P.J. **Urban soils: Applications and practices.** New York: John Wiley, 1999. 366p.

D'AGOSTINI, Luiz Renato. **Erosão: o problema mais que processo.** Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

FAO. **Soil Map of the World. Revised Legend.** Rome: FAO, 1994.

FERRER, L.M.M. **O solo e a questão ambiental em Maringá,** Maringá 2001. Monografia (Especialização) – Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Engenharia Química, 2001.

GTZ (Deutsche Gessellschaft fur Technische Zusammenarbeit GmbH). Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistema de cobertura do solo, plantio direto e prepare conservacionista do solo / Dt. Ges. Fur Techn. Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, Eschoborn, R. Derpsch... Com a colaboração de R. Krauser e J. Blanken. [Trad.: Irene Popper. Rev. da Trad. Em portug.: Ademir Calegari... Ilustração: Irmtraut Rathjens...]. – Rossdorf.: TZ-VERL. – GES., 1990.

GUERRA, Antônio Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico.** Rio de Janeiro: IBGE, 1987.

GUIMARÃES, M.F.; NASCIMENTO-FILHO, V.F. & RITCHIE, J. **Application of cesium-137 in a study of soil erosion and deposition in southeastern Brazil.** Soil Sci., 168:45-53, 2003.

HILLER, D.A. Properties of urbic anthrosols from an abandoned shunting yard in the Ruhr area, Germany. **Catena**, v.39, n.4, p.245-266, 2000.

HUDSON, N. **Soil conservation.** Ames : ISU, 1995. 391p

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil** - 1997. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1998. (CD-ROM).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em 25 de Mar. De 2008.

INSITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIEMNTO ECONÔMICO E SOCIAL. Cadernos Municipais: caderno estatístico- município de Sarandi. Disponível em <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=86985&btOk=ok>> . Acesso em 25 de Mar. 2008.

INSITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIEMNTO ECONÔMICO E SOCIAL. Perfil Municipios. Disponível em < http://www.ipardes.gov.br/index_cadernos.php> . Acesso em 18 de Mar. 2008 a.

JONG VAN-LIER, Q.; BLOEM, E.M.; FLANAGAN, D.C.; SCHNUG, E. & SPAROVEK, G. **Runoff mapping using WEPP erosion model and GIS tools.** Computers Geosci., 30:1270-1276, 2005.

KIRKBY, M, J. The problem. In: Kirkby, M, J. e Morgam, R.P. C. Soil Erosion. 1-16, Brisbane: John Wiley e Sons, 1980.

MADRID, L.; DÍAZ-BARRIENTOS, E.; MADRID, F. Distributions of heavy metals contents of urban soils in parks of Seville. **Chemosphere**, v.49, p.1301-1308, 2002.

MMA. **Plano Nacional de Recursos Hídricos.** Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos. Ministério do Meio Ambiente, 2006

- MANTA, D.S. et al. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. **The Science of the Total Environmental**, v.300, p.229-243, 2002.
- MARTINS, J. **Obras de macro drenagem**. In: Drenagem Urbana. Porto Alegre, 1995.
- MARTONI, A. M. **Modelagem matemática em bacias hidrográficas**. Tese de doutorado. Maringá: NUPELIA, 1997.
- MERTEN, G. H.; Minella, J. P. G. **Projeto de monitoramento ambiental de micro bacias hidrográficas – RS-Rural – Sub-Projeto 7** monitoramento hidrossedimentológico e da qualidade das águas. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre: UFRGS. 2003. 49p. Relatório Interno
- MINELLA, J. P. G. ; MERTEN, G. H. ; REICHERT, J. M. ; SANTOS, D. R. . Identificação e implicações para a conservação do solo das fontes de sedimentos em bacias hidrográficas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 4, 2007
- MUSETTI, R. A. **Bacias hidrográficas no Brasil: aspectos jurídicos- ambientais**. *Revista CEJ*, Brasília, n.12 p. 90-94, 2000.
- NAVAS, A.; JAVIER, M. Spatial distribution of heavy metals and arsenic in soils of Aragon (northeast Spain): controlling factors and environmental implications. **Applied Geochemistry**, v.17, n.8, p.961-973, 2002.
- PAIVA, E. M. C. D. **Métodos de estimativa da produção de sedimentos em pequenas bacias hidrográficas**. In: **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. (Paiva, J. B.D. e Paiva, E. M.C. org.) Porto Alegre: ABRH, 2003.
- PEDRON, F.A; DALMOLIN, R.S.D; AZEVEDO, A.C; KAMINSKI, J. **Solos urbanos**. *Ciênc. rural*; 34(5): 1647-1653 set.-out. 2004.
- PINTO, N.; **Hidrologia básica**. São Paulo. Editora Blucher,1995.

PONTES, A. B. **Um espaço para o controle da erosão em áreas urbanas da região noroeste do Paraná.** Ministério do Interior, Departamento Nacional de Obras e Saneamento. 1976.

POPKOV, S.; DEMENT'EVA, E. Soil properties effect on the development and distribution of urban vegetative cover of the forest zone. In. WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 17., 2002, Bangkok, Thailand. **Anais...** Bangkok, 2002. V.5, p.1672

PORTO, R. et al. Drenagem Urbana. In: TUCCI, C. (org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Edusp / ABRH / Editora da Universidade UFRGS, 1993. p. 805-812.

PORTO, R.L.L.; ZAHED FILHO, K. ; MARCELLINI, S. S. **Escoamento superficial.** Apostila de hidrologia básica. São Paulo. USP, 1999.

PARANACIDADE. Cidades. Disponível em

<<http://www.paranacidade.org.br/municipios/municipios.php>> . Acesso em 25 de Mar. 2008. Plano diretor do Município de Sarandi, Lei Municipal 01/92.

REGO, L.R; MENEGUETTI, S. K. **A forma urbana das cidades de médio porte e dos patrimônios fundados pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná**

*Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: rlrego@uem.br*

ROBAINA, L.E. et al. Análise dos ambientes urbanos de risco do município de Santa Maria – RS. **Ciência & Natura**, Santa Maria, v.23, p.139-152, 2001.

RUFINO, R.L.; BISCAIA, R.M. & MERTEN, G.H. **Determinação do potencial erosivo da chuva do estado do Paraná através da pluviometria: Terceira aproximação.** R. Bras. Ci. Solo, 17:439-444, 1993. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> Consulta 10/06/2009

SCHAFER, M.J.; CASSOL, E.A.; ELTZ, F.L.F.; REICHERT, J.M. & REINERT, D.J. **Erosão em sulcos em diferentes preparos e estados de consolidação do solo.** R. Bras. Ci. Solo, 25:419-430, 2001a. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> Consulta 10/06/2009

SCHUELER, T.R. 1994. Developments in Sand Filter Technology to Improve Stormwater Runoff Quality. *Watershed Protection Techniques* 1(2):47-54.

SCHUELER, T. The compaction of urban soils. Technical note nº107. **Watershed Protection Techniques**, v.3, n.2, p.661-665, 2000. Capturado em 13 de agosto de 2002. Online. Disponível na Internet <http://www.stormwatercenter.net/Practice/36-The%20Compaction%20of%20urban%20Soils.pdf>

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E. e CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RIMA 2004.

SOUZA, V.; GASPARETTO, N. V. L.; SOUZA, M. L. **Estudo comparativo da propriedade erodibilidade em Latossolos na região de Maringá- PR**. Anais: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo: Departamento de Geografia/USP, 2005.

SPAARGAREN, O.C. Other systems of soil classification. In. SUMMER, M.E. **Handbook of soil science**. Boca Raton : CRC, 2000. Section E, p.137-174.

SPAROVEK, G.; BACCHI, O.O.S.; DE-MARIA, I.C.; RANIERI, S.B.L. & SCHNUG, E. **Comparison of three water erosion prediction methods (137Cs, WEPP, USLE) in south-east brazilian sugarcane production**. *Tropenlandwirt, Witzenhausen* 1, 101:107-118, 2000.

SPAROVEK, G. & DE-MARIA, I.C. **Multiperspective analysis of erosion tolerance**. *Sci. Agríc.*, 60:409-416, 2003.

STROGANOVA, M.N.; AGARKOVA, M.G. Urban soils: experimental study and classification (exemplified by soils of Southwestern Moscow). **Eurasian Soil Science**, v.25, n.3, p.59-69, 1993.

SUGUIU, K. **Geológica Sedimentar**, São Paulo: Editor Edgard Blücher Ltda – 2003.

TUCCI, C.E. M. Porto, R. L. Barros, M. T. (Org.). **Drenagem Urbana**. Org. Carlos E. M. Tucci, Rubem La Laina Porto, Mario T. de Barros. – Porto Alegre : ABRH / Editora da Universidade / UFRGS, 1995.

TUCCI, CARLOS. E.M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**, Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana**. Ed. UFRGS; 1998.

TUCCI, C. E. M. **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**. Ed. ABRH; 2000.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da drenagem Urbana**. Ed. Abril; 2001.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem urbana**. Cienc. Cult. vol.55 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2003

USDA-NRCS. **Urban soil compaction**. Urban Technical Note Nº 2, march, 2000a. Capturado em 15 de maio de 2002. Online. Disponível na Internet <http://www.statlab.iastate.edu/survey/SQI/pdf/u01d.pdf>

VELOSO, E. A. G – *“Da favela ao bairro – Transformação no espaço habitado em Sarandi – Paraná”*. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil, 2003,168 p.

ZAMUNER, L. D. Erosão urbana em Maringá/Pr: O caso do Parque Florestal dos pioneiros – Bosque II. 2001. Dissertação (MESTRADO) – Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Geografia.

ZENY, A.S. **Curso sobre controle da erosão urbana**, 03 a 06 de setembro.1984 v.2.