

ESTUDO DE MACRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE **OURINHOS – SP**



1º. Relatório de Andamento das Atividades

Julho/2012

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| LISTA DE FIGURAS | 4 |
| LISTA DE TABELAS | 5 |
| LISTA DE GRÁFICOS..... | 6 |
| 1 – APRESENTAÇÃO | 7 |
| 2 – INTRODUÇÃO | 8 |
| 3 – CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO..... | 10 |
| 3.1.1 – DENSIDADE DEMOGRÁFICA: | 12 |
| 3.1.2 – TAXA GEOMÉTRICA DE CRESCIMENTO ANUAL DA POPULAÇÃO: | 13 |
| 3.1.3 – GRAU DE URBANIZAÇÃO:..... | 14 |
| 3.1.4 – TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL:..... | 14 |
| 3.1.5 – ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL – IDHM: | 15 |
| 3.1.6 – OUTROS INDICADORES:..... | 16 |
| 3.2 – POLÍTICA URBANA | 19 |
| 3.3 – USO DO SOLO RURAL | 20 |
| 3.3.1 – PRINCIPAIS CULTURAS IDENTIFICADAS NO TERRITÓRIO DE OURINHOS | 20 |
| 3.3.2 – PRINCIPAIS ATIVIDADES DE EXPLORAÇÃO ANIMAL EM OURINHOS | 22 |
| 3.4 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA..... | 23 |
| 3.5 – SANEAMENTO E RESÍDUOS SÓLIDOS | 25 |
| 3.6 – ACERVO E BASE DE DADOS DO MUNICÍPIO | 26 |
| 3.7 – HIDROLOGIA REGIONAL | 27 |
| 3.7.1 – PLUVIOMETRIA | 27 |
| 3.7.2 – FLUVIOMETRIA | 28 |
| 3.7.3 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA | 28 |
| 3.8 – CLIMA | 28 |
| 4 – DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO | 30 |
| 5 – CONSEQÜÊNCIAS DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM DAS BACIAS RURAS DE OURINHOS..... | 31 |

| | |
|---|----|
| 6 – O ESTUDO DA MACRODRENAGEM DE OURINHOS..... | 34 |
| 6.1 – PRINCÍPIOS BÁSICOS..... | 35 |
| 7 – HIDROLOGIA URBANA DE OURINHOS..... | 36 |
| 7.1 – CLASSIFICAÇÃO DAS BACIAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE OURINHOS..... | 36 |
| 7.2 – PERÍODO DE RETORNO..... | 37 |
| 7.3 – TEMPO DE CONCENTRAÇÃO..... | 39 |
| 8 – ELEMENTOS DE MICRODRENAGEM URBANA DE OURINHOS..... | 42 |
| 8.1 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS COMPONENTES..... | 43 |
| 9 – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS COMPONENTES..... | 44 |
| 9.1 – RUAS E SARJETAS..... | 44 |
| 9.2 – BOCAS-DE-LOBO..... | 45 |
| 9.3 – GALERIAS..... | 47 |
| 9.4 – POÇOS DE VISITA..... | 48 |
| 9.5 – REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO..... | 49 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 01 – LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE OURINHOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO MÉDIO PARANAPANEMA - CBH-MP – UGRHI 17..... | 10 |
| FIGURA 02 – CARTA DO IBGE (ESCALA 1:50.000) | 11 |
| FIGURA 03 – MAPA DE CRITICIDADE EROSIVA NA UGRHI 17 – FONTE: CBH-MP | 25 |
| FIGURA 04 – DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO..... | 31 |
| FIGURA 05 – HIDROGRAMA TÍPICO | 39 |
| FIGURA 06 – TIPOS DE BOCAS-DE-LOBO | 46 |
| FIGURA 07 – BOCAS-DE-LOBO | 47 |
| FIGURA 08 – POÇOS DE VISITA..... | 49 |
| FIGURA 09 – VISTA AÉREA DO MUNICÍPIO DE OURINHOS – | 51 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 02 – ESTATÍSTICAS VITAIS E SAÚDE – FONTE: FUNDAÇÃO SEADE | 12 |
| TABELA 03 – HABITAÇÃO E INFRAESTRUTURA URBANA | 12 |
| TABELA 04 – USO DO SOLO RURAL (HA) | 20 |
| TABELA 05 – PRINCIPAIS CULTIVOS (HA) | 22 |
| TABELA 06 – EXPLORAÇÃO ANIMAL NO MUNICÍPIO DE OURINHOS | 23 |
| TABELA 07 – TIPOS DE SOLO NO MUNICÍPIO DE OURINHOS | 24 |
| TABELA 08 – DADOS DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO | 26 |
| TABELA 10 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KOEPPEN | 30 |
| TABELA 11 – CLASSIFICAÇÃO DE BACIAS | 37 |
| TABELA 12 – PERÍODOS DE RETORNO EM FUNÇÃO DA OCUPAÇÃO DA ÁREA | 38 |
| TABELA 13 – VELOCIDADES MÉDIAS (M/S)..... | 42 |
| TABELA 14 – ESPAÇAMENTOS ENTRE POÇOS DE VISITA..... | 44 |
| TABELA 15 – FATORES DE REDUÇÃO DO ESCOAMENTO NAS SARJETAS | 49 |
| TABELA 16 – FATORES DE REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE ENGOLIMENTO DAS BOCAS-DE-LOBO..... | 49 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| GRÁFICO 01 – DENSIDADE DEMOGRÁFICA..... | 13 |
| GRÁFICO 02 – TAXA GEOMÉTRICA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL | 13 |
| GRÁFICO 03 – GRAU DE URBANIZAÇÃO..... | 14 |
| GRÁFICO 04 – TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL..... | 15 |
| GRÁFICO 05 – ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO | 16 |
| GRÁFICO 06 – PIB <i>PER CAPITA</i> | 17 |
| GRÁFICO 07 – PARTICIPAÇÃO DO PIB DE OURINHOS NO ESTADO | 17 |
| GRÁFICO 08 – PARTICIPAÇÃO DA AGROPECUÁRIA..... | 18 |
| GRÁFICO 09 – PARTICIPAÇÃO DA INDÚSTRIA | 18 |
| GRÁFICO 10 – PARTICIPAÇÃO DOS SERVIÇOS | 19 |
| GRÁFICO 11 – PARTICIPAÇÃO NAS EXPORTAÇÕES DO ESTADO | 19 |
| GRÁFICO 12 – USO DO SOLO RURAL (HA) | 21 |
| GRÁFICO 13 – PRINCIPAIS CULTIVOS (HA)..... | 22 |
| GRÁFICO 14 – PLUVIOGRAMA ACUMULADO MÉDIO MENSAL DE OURINHOS..... | 27 |
| GRÁFICO 15 – FLUVIOGRAMA – VAZÕES MENSAIS | 28 |

1 – APRESENTAÇÃO

Este 1º. Relatório Técnico de Andamento das Atividades do Estudo de Macrodrenagem do Município de Ourinhos tem como objeto de pesquisa, a área urbana desta importante cidade do interior paulista.

A região desempenha relevante função hidrológica, ambiental e agrícola na Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema.

Na presente etapa deste trabalho está sendo elaborado um diagnóstico sócio ambiental, tipificando a área urbana, enfocando o uso e ocupação do solo buscando, especificamente, caracterizar a ocupação urbana.

Acredita-se que, para uma melhor gestão ambiental de um município, procura-se identificar os sistemas de produção menos impactantes à qualidade da água, em primeiro plano, pela agricultura e, em seguida, considerando os impactos negativos da urbanização sobre este recurso.

A abordagem teórica está sendo feita sob o enfoque de uma maior integração das atividades do solo rural ao urbano, e vice versa, como melhor modelo de um desenvolvimento integrado para o município de Ourinhos.

O diagnóstico e os conceitos ora apresentados têm o intuito de identificar e caracterizar as funções hidrológicas e ambientais, como também os impactos da urbanização sobre os cursos d'água que permeiam o município.

Em seguida, faz-se uma análise mais aprofundada, fruto do trabalho de coleta de dados, mapeando seus impactos sobre a água e pela água utilizada.

Por fim, o trabalho visa identificar os tipos de ações antrópicas menos impactantes e outras atividades, como práticas mais sustentáveis para o equilíbrio ambiental da Sub-bacia.

2 – INTRODUÇÃO

Drenagem é o termo empregado na designação das instalações destinadas a escoar o excesso de água, seja em rodovias, na zona rural ou na malha urbana.

A drenagem não se restringe aos aspectos puramente técnicos impostos pelos limites restritos à engenharia, pois compreende o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos aos qual a sociedade está sujeita.

O caminho percorrido pela água da chuva sobre uma superfície pode ser topograficamente bem definido, ou não. Após a implantação de uma cidade, o percurso caótico das enxurradas passa a ser determinado pelo traçado das ruas e acaba se comportando, tanto quantitativa como qualitativamente, de maneira bem diferente de seu comportamento original.

Em se tratando da área urbana de Ourinhos, as torrentes originadas pela precipitação direta sobre as vias públicas desembocam nos bueiros situados nas sarjetas.

Estas torrentes (somadas à água da rede pública proveniente dos coletores localizados nos pátios e das calhas situadas nos topos das edificações) são escoadas pelas tubulações que alimentam os condutos secundários, a partir do qual atingem os fundos dos vales, onde se encontram os rios Paranapanema, Pardo e Turvo (todos os três praticamente dentro do perímetro urbano da cidade). Acrescente-se o Aquífero Guarani - lençol freático que complementa a riqueza hídrica da cidade de Ourinhos., onde o escoamento é topograficamente bem definido.

O escoamento no fundo do vale é o que determina o chamado *Sistema de Macrodrenagem*, que será o objeto do nosso estudo. O sistema responsável pela captação da água pluvial e sua condução até o sistema de Macrodrenagem é denominado Sistema de Microdrenagem.

De uma maneira geral, as águas decorrentes da chuva (coletadas nas vias públicas por meio de bocas-de-lobo e descarregadas em condutos subterrâneos) são lançadas em cursos d'água naturais, no oceano, em lagos

ou, no caso de solos bastante permeáveis, esparramadas sobre o terreno por onde infiltram no subsolo. Parece desnecessário dizer que a escolha do destino da água pluvial deve ser feita segundo critérios éticos e econômicos, após análise cuidadosa e criteriosa das opções existentes.

De qualquer maneira, é recomendável que o sistema de drenagem seja tal que o percurso da água entre sua origem e seu destino seja o mínimo possível.

Além disso, é conveniente que esta água seja escoada por gravidade. Porém, se não houver possibilidade, pode-se projetar estações de bombeamento para esta finalidade.

Dentre os diversos fatores decisórios que influenciam de maneira determinante a eficiência com que os problemas relacionados à drenagem do município de Ourinhos poderão ser resolvidos, destacam-se a existência de:

- 1)- meios legais e institucionais para que se possa elaborar uma política factível de drenagem urbana;
- 2)- uma política de ocupação das várzeas de inundação, que não entre em conflito com esta política de drenagem urbana;
- 3)- Política pública de preservação das nascentes, bem como das áreas de preservação permanente.
- 4)- recursos financeiros e meios técnicos que possam tornar viável a aplicação desta política;
- 5)- entidades capazes de desenvolver as atividades de comunicação social e promover a participação coletiva;
- 6)- organismos que possam estabelecer critérios e aplicar leis e normas com relação ao setor.

Há, além disso, a necessidade de que as realidades complexas de longo prazo em toda a bacia sejam levadas em consideração durante o processo de planejamento das medidas locais de curto e médio prazo. Por fim, mas não menos importante, a opinião pública deve ser esclarecida através da organização de campanhas educativas.

3 – CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

De acordo com o Termo de Referência apresentado pela Prefeitura, O município de Ourinhos tem sua sede localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 17 (Médio Paranapanema), pertencendo, desta forma, ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema – CBH-MP.

A figura abaixo ilustra a localização de Ourinhos na Bacia Hidrográfica.

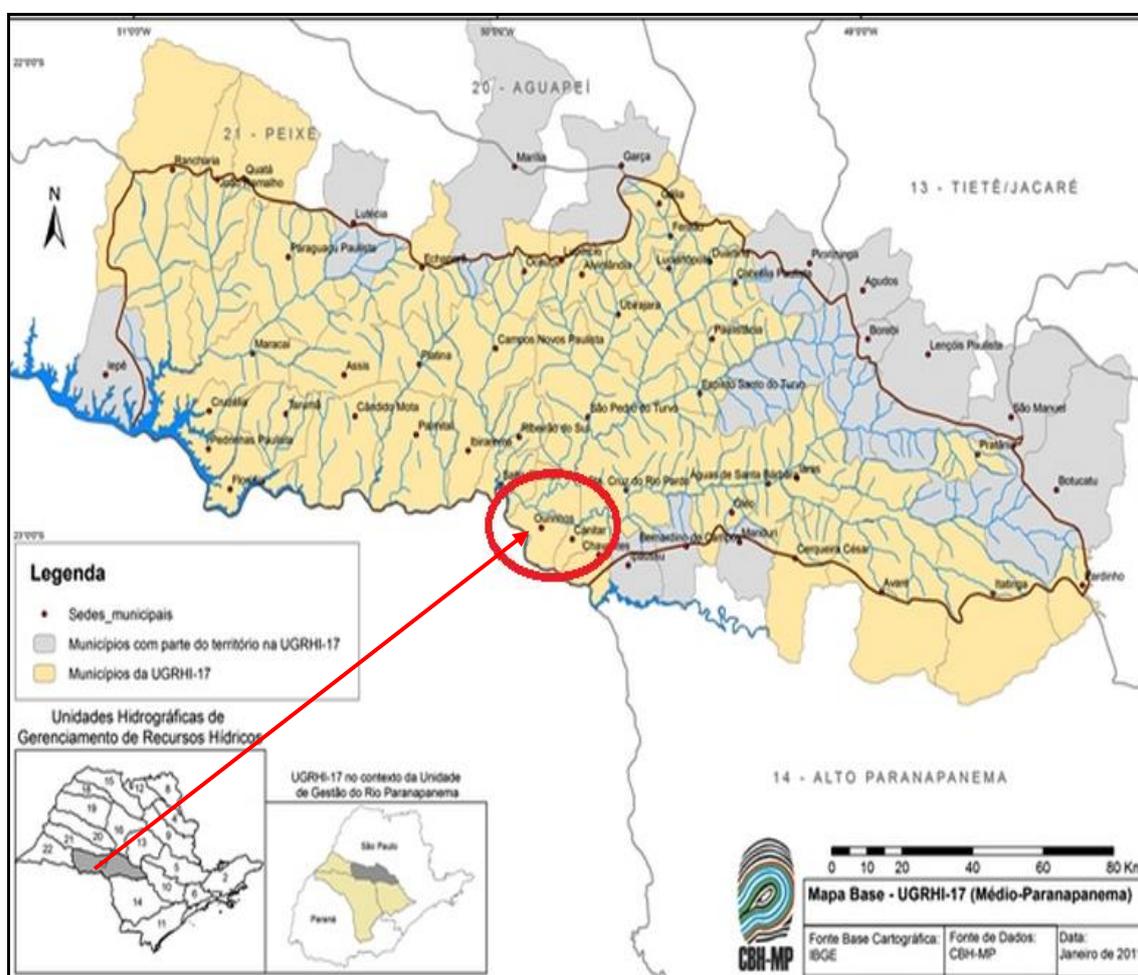


Figura 01 – Localização do município de Ourinhos na Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema - CBH-MP – UGRHI 17

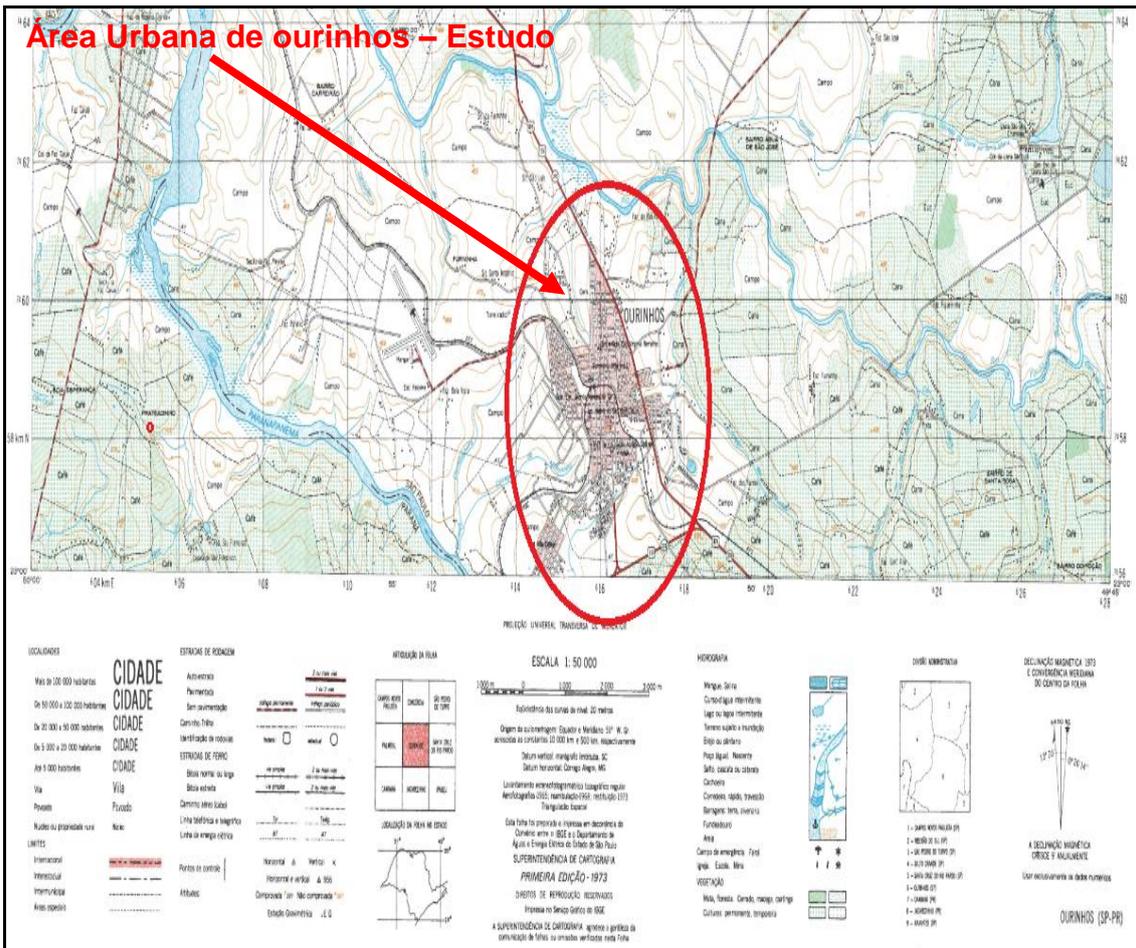


Figura 02 – Carta do IBGE (escala 1:50.000)

Ourinhos pertence a Região Administrativa de Marília e de Governo de Ourinhos. O município faz divisa com as seguintes cidades: Canitar, Chavantes, Santa Cruz do Rio Pardo, São Pedro do Turvo, Salto Grande e divisa com o estado do Paraná.

1.1 – Perfil socioeconômico

Quanto ao perfil socioeconômico, Ourinhos apresenta os seguintes dados:

| Território e População | Ano | Município | Reg. Gov. | Estado |
|---|------|-----------|-----------|------------|
| Área | 2012 | 296,20 | 3.821,26 | 248.209,43 |
| População | 2011 | 103.930 | 219.332 | 41.692.668 |
| Densidade Demográfica (Habitantes/km ²) | 2011 | 350,88 | 57,40 | 167,97 |
| Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População – 2000/2010 (Em % a.a.) | 2010 | 0,95 | 0,72 | 1,09 |
| Grau de Urbanização (Em %) | 2010 | 97,42 | 92,60 | 95,94 |
| Índice de Envelhecimento (Em %) | 2011 | 62,38 | 62,95 | 53,79 |
| População com Menos de 15 Anos (Em %) | 2011 | 21,21 | 21,86 | 21,48 |
| População com 60 Anos e Mais (Em %) | 2011 | 13,23 | 13,76 | 11,55 |
| Razão de Sexos | 2011 | 94,23 | 96,49 | 94,80 |

Tabela 01 – Território e população - Fonte: Fundação SEADE

| Estatísticas Vitais e Saúde | Ano | Município | Reg. Gov. | Estado |
|---|------------|------------------|------------------|---------------|
|   Taxa de Natalidade (Por mil habitantes) | 2010 | 14,29 | 13,93 | 14,59 |
|   Taxa de Fecundidade Geral (Por mil mulheres entre 15 e 49 anos) | 2010 | 51,53 | 51,92 | 51,12 |
|   Taxa de Mortalidade Infantil (Por mil nascidos vivos) | 2010 | 8,16 | 11,21 | 11,86 |
|   Taxa de Mortalidade na Infância (Por mil nascidos vivos) | 2010 | 8,84 | 12,20 | 13,69 |
|   Taxa de Mortalidade da População entre 15 e 34 Anos (Por cem mil habitantes nessa faixa etária) | 2010 | 115,90 | 119,97 | 117,98 |
|   Taxa de Mortalidade da População de 60 Anos e Mais (Por cem mil habitantes nessa faixa etária) | 2010 | 3.502,20 | 3.780,32 | 3.638,16 |
|   Mães Adolescentes (com menos de 18 anos) (Em %) | 2010 | 7,95 | 9,50 | 6,96 |
|   Mães que Tiveram Sete e Mais Consultas de Pré-Natal (Em %) | 2010 | 85,27 | 80,67 | 78,11 |
|   Partos Cesáreos (Em %) | 2010 | 62,88 | 56,87 | 58,70 |
|   Nascimentos de Baixo Peso (menos de 2,5kg) (Em %) | 2010 | 8,50 | 8,68 | 9,15 |
|   Gestações Pré-Termo (Em %) | 2010 | 6,05 | 6,50 | 8,67 |

Tabela 02 – Estatísticas vitais e saúde – Fonte: Fundação SEADE

| Habitação e Infraestrutura Urbana | Ano | Município | Reg. Gov. | Estado |
|--|------------|------------------|------------------|---------------|
|   Domicílios com Espaço Suficiente (Em %) | 2000 | 90,43 | 90,25 | 83,16 |
|   Domicílios com Infraestrutura Interna Urbana Adequada (Em %) | 2000 | 97,51 | 94,29 | 89,29 |
|   Coleta de Lixo – Nível de Atendimento (Em %) | 2000 | 99,56 | 99,20 | 98,90 |
|   Abastecimento de Água – Nível de Atendimento (Em %) | 2000 | 99,76 | 99,24 | 97,38 |
|   Esgoto Sanitário – Nível de Atendimento (Em %) | 2000 | 98,17 | 92,82 | 85,72 |

Tabela 03 – Habitação e infraestrutura urbana – Fonte: Fundação SEADE

3.1.1 – Densidade Demográfica:

Densidade demográfica é o número de habitantes residentes de uma unidade geográfica em determinado momento, em relação à área dessa mesma unidade. A densidade demográfica é um índice utilizado para verificar a intensidade de ocupação de um território.

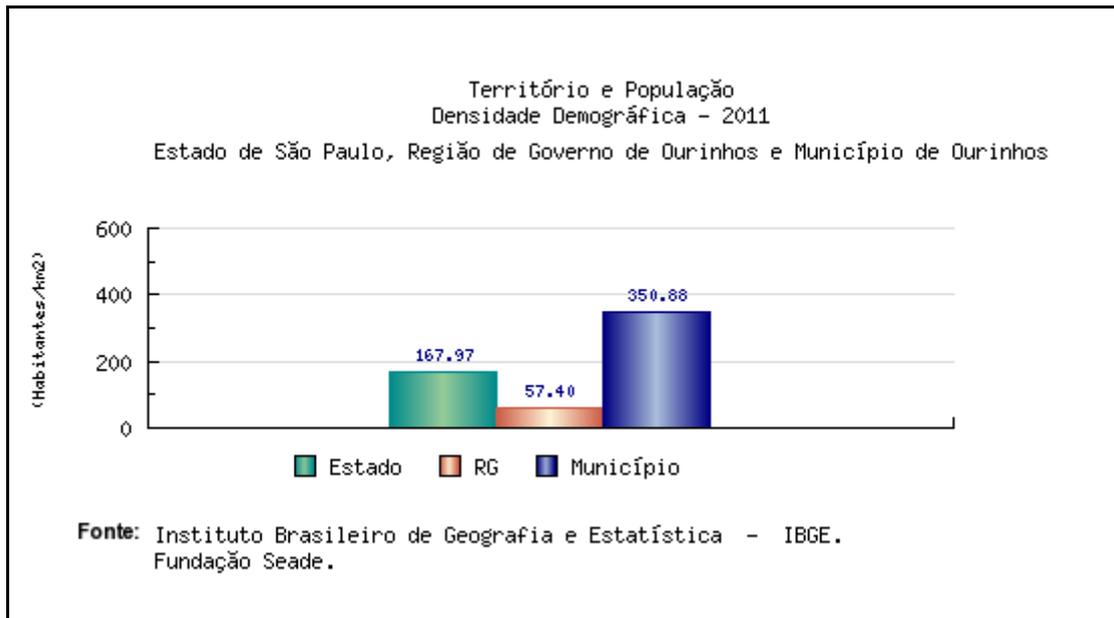


Gráfico 01 – Densidade demográfica

3.1.2 – Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População:

Expressa em termos percentuais o crescimento médio da população em um determinado período de tempo. Geralmente, considera-se que a população experimenta um crescimento exponencial também denominado como geométrico.

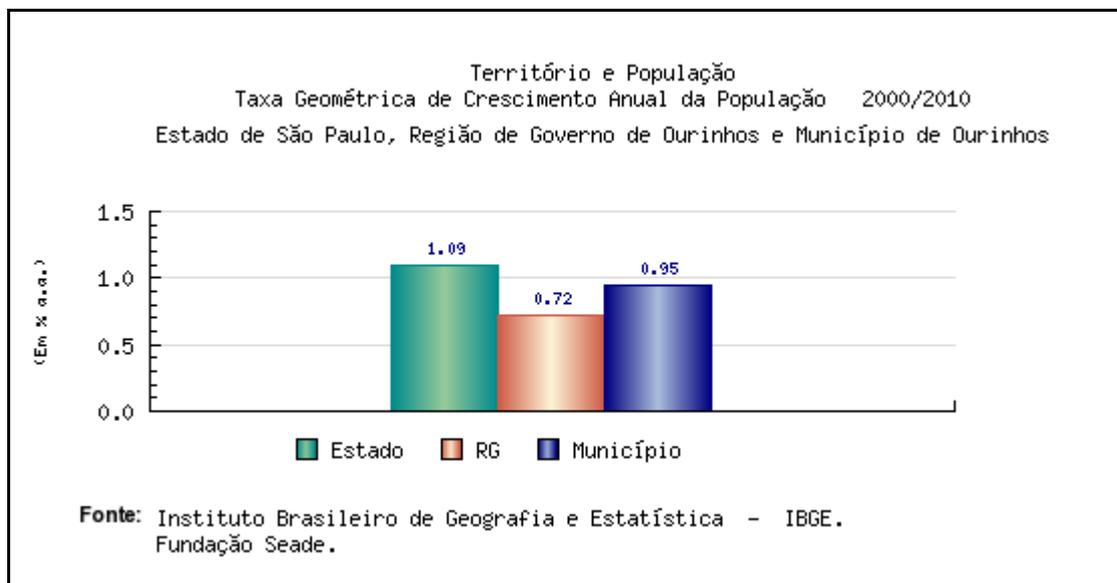


Gráfico 02 – Taxa geométrica de crescimento populacional

3.1.3 – Grau de Urbanização:

É o percentual da população urbana em relação à população total. É calculado, geralmente, a partir de dados censitários, segundo a fórmula:

$$\frac{\text{Grau de Urbanização} = \text{População Urbana}}{\text{População Total}} \times 100$$

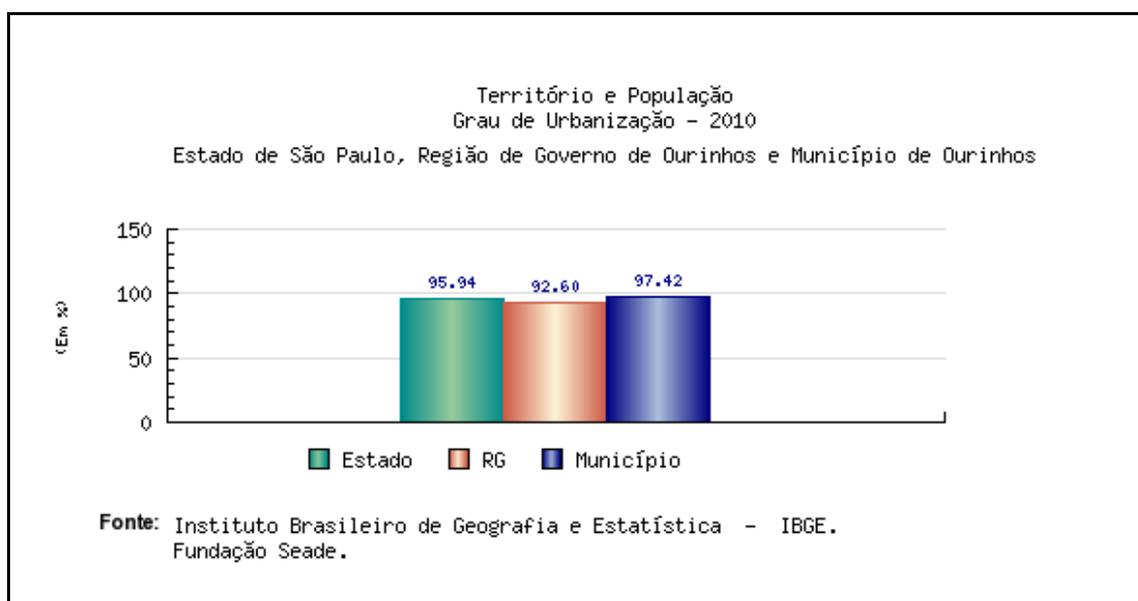


Gráfico 03 – Grau de urbanização

3.1.4 – Taxa de Mortalidade Infantil:

Relação entre os óbitos de menores de um ano residentes numa unidade geográfica, num determinado período de tempo (geralmente um ano) e os nascidos vivos da mesma unidade nesse período, segundo a fórmula:

$$\text{Taxa de Mortalidade Infantil} = \frac{\text{Óbitos de Menores de 1 Ano}}{\text{Nascidos Vivos}} \times 1.000$$

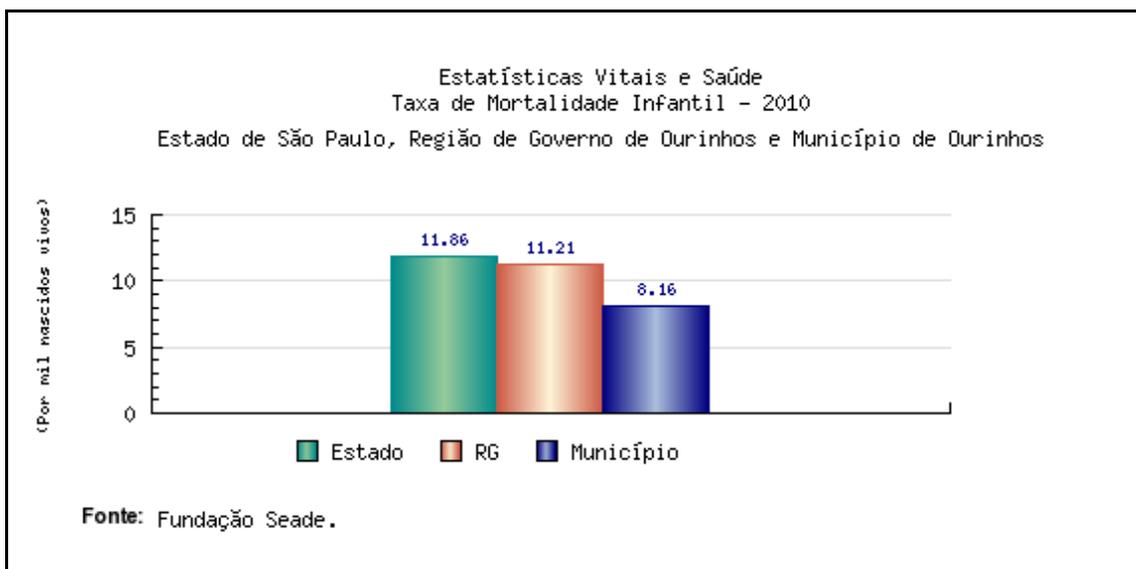


Gráfico 04 – Taxa de mortalidade infantil

3.1.5 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM:

Indicador que focaliza o município como unidade de análise, a partir das dimensões de longevidade, educação e renda, que participam com pesos iguais na sua determinação, segundo a fórmula:

$$\text{IDHM} = \frac{\text{Índice de Longevidade} + \text{Índice de Educação} + \text{Índice de Renda}}{3}$$

3

Em relação à Longevidade, o índice utiliza a esperança de vida ao nascer (número médio de anos que as pessoas viveriam a partir do nascimento). No aspecto educação, considera o número médio dos anos de estudo (razão entre o número médio de anos de estudo da população de 25 anos e mais, sobre o total das pessoas de 25 anos e mais) e a taxa de analfabetismo (percentual das pessoas com 15 anos e mais, incapazes de ler ou escrever um bilhete simples). Em relação à renda, considera a renda familiar per capita (razão entre a soma da renda pessoal de todos os familiares e o número total de indivíduos na unidade familiar). Todos os indicadores são obtidos a partir do Censo Demográfico do IBGE. O IDHM se situa entre 0 (zero) e 1 (um), os valores mais altos indicando níveis superiores de desenvolvimento humano. Para referência, segundo classificação do PNUD, os valores distribuem-se em 3 categorias:

- Baixo desenvolvimento humano, quando o IDHM for menor que 0,500;
- Médio desenvolvimento humano, para valores entre 0,500 e 0,800;
- Alto desenvolvimento humano, quando o índice for superior a 0,800.

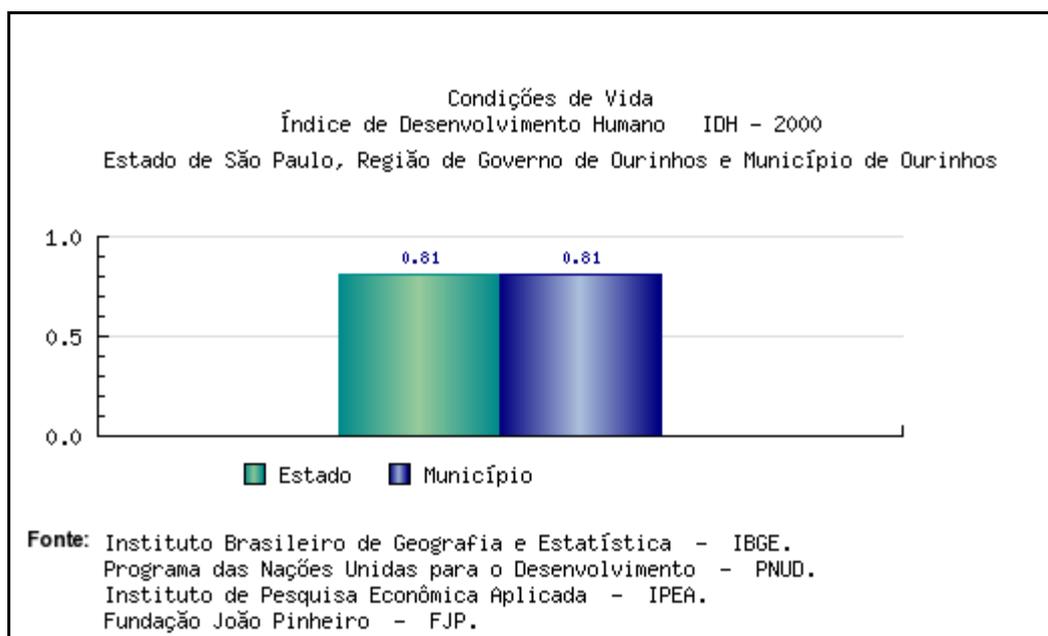


Gráfico 05 – Índice de desenvolvimento humano

3.1.6 – Outros Indicadores:

Outros indicadores também ilustram a representatividade da economia do município de Ourinhos. Dentre eles, podemos destacar:

- Participação no PIB do Estado
- Participação da Agropecuária no Total do Valor Adicionado
- Participação da Indústria no Total do Valor Adicionado
- Participação dos Serviços no Total do Valor Adicionado
- Participação nas Exportações do Estado

Com relação ao PIB de Ourinhos, o mesmo se define como o total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtivas, ou seja, a soma dos valores adicionados acrescida dos impostos.

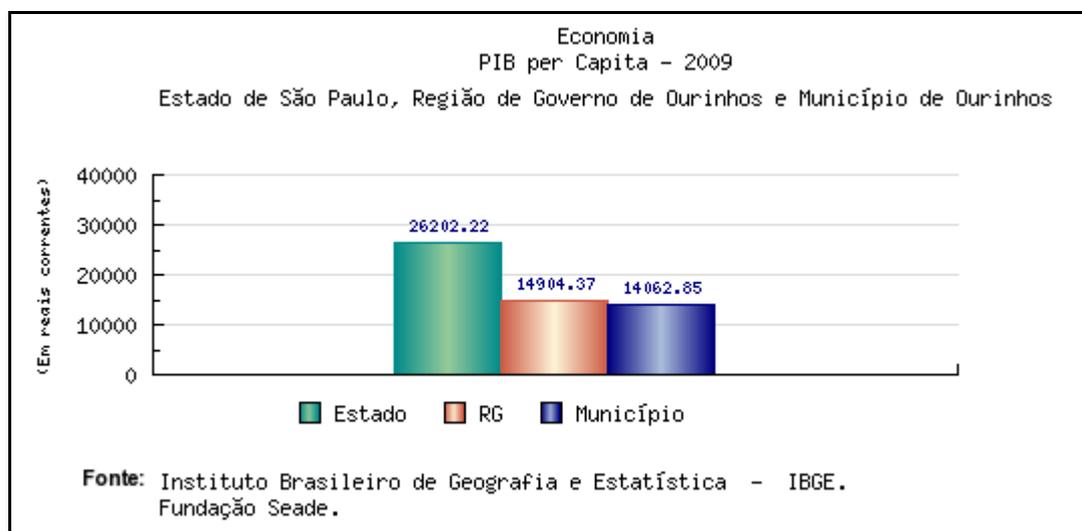


Gráfico 06 – PIB per Capita

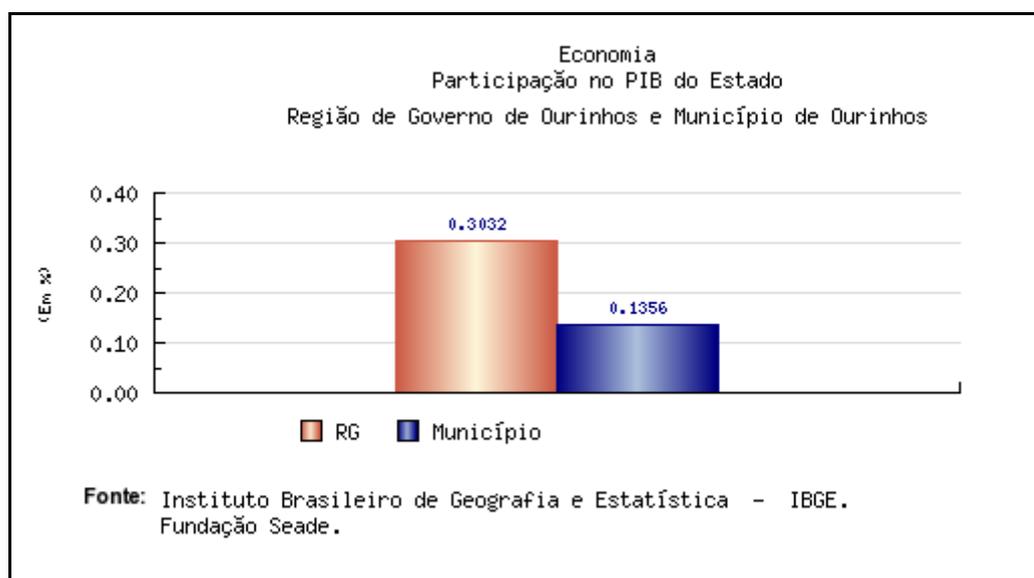


Gráfico 07 – Participação do PIB de Ourinhos no Estado

O valor adicionado do setor agropecuário é o valor que a atividade Agropecuária agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo.

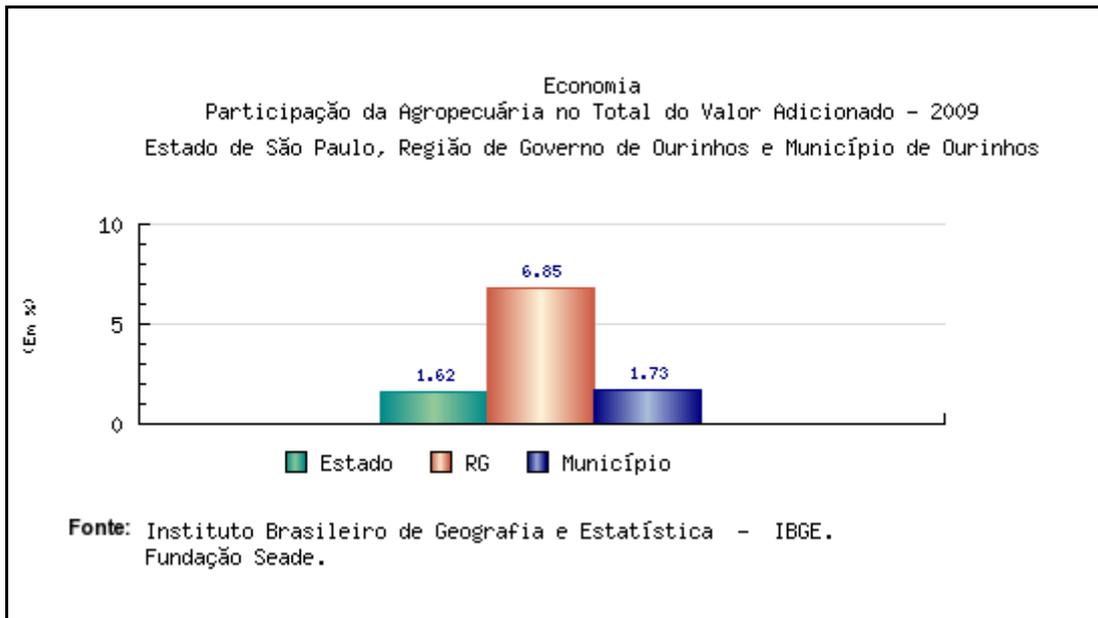


Gráfico 08 – Participação da agropecuária

O mesmo conceito se aplica aos setores da Indústria e de Serviços.

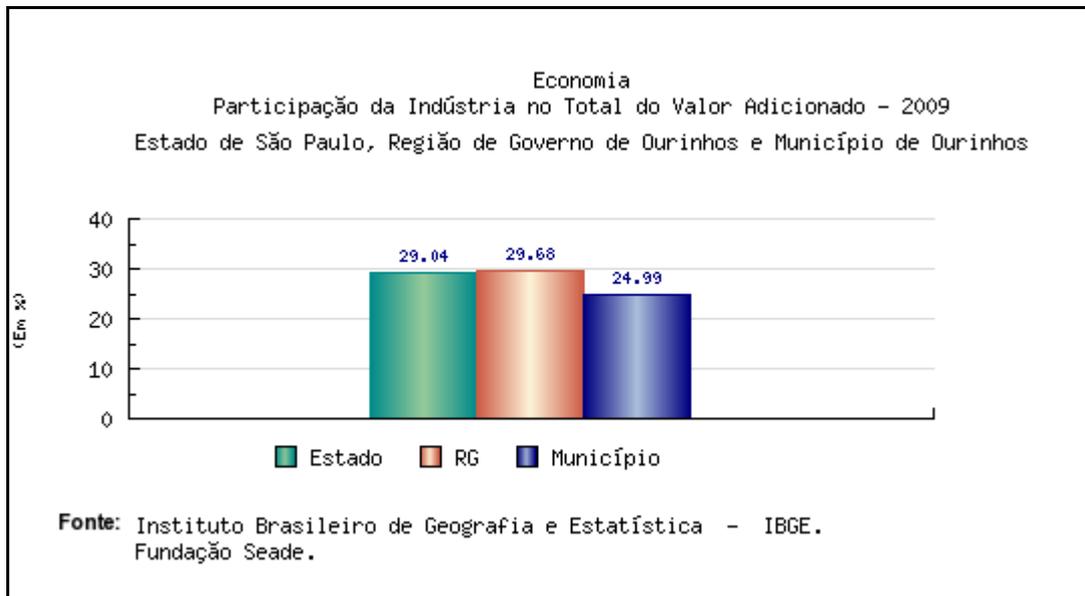


Gráfico 09 – Participação da indústria

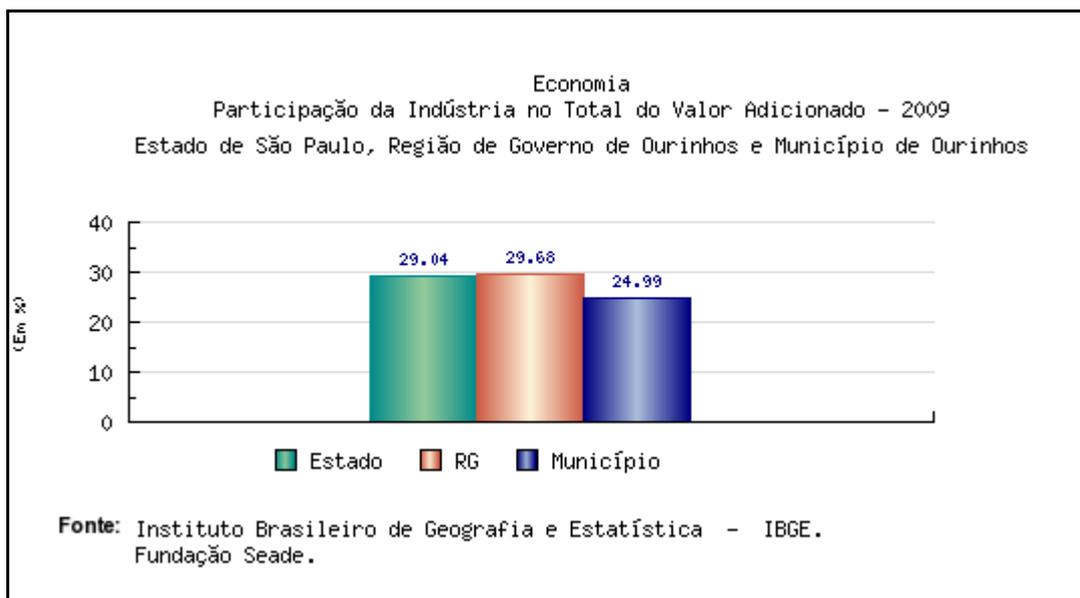


Gráfico 10 – Participação dos serviços

A participação municipal nas exportações corresponde o quanto essa região exporta em relação ao valor total exportado pelo Estado de São Paulo.

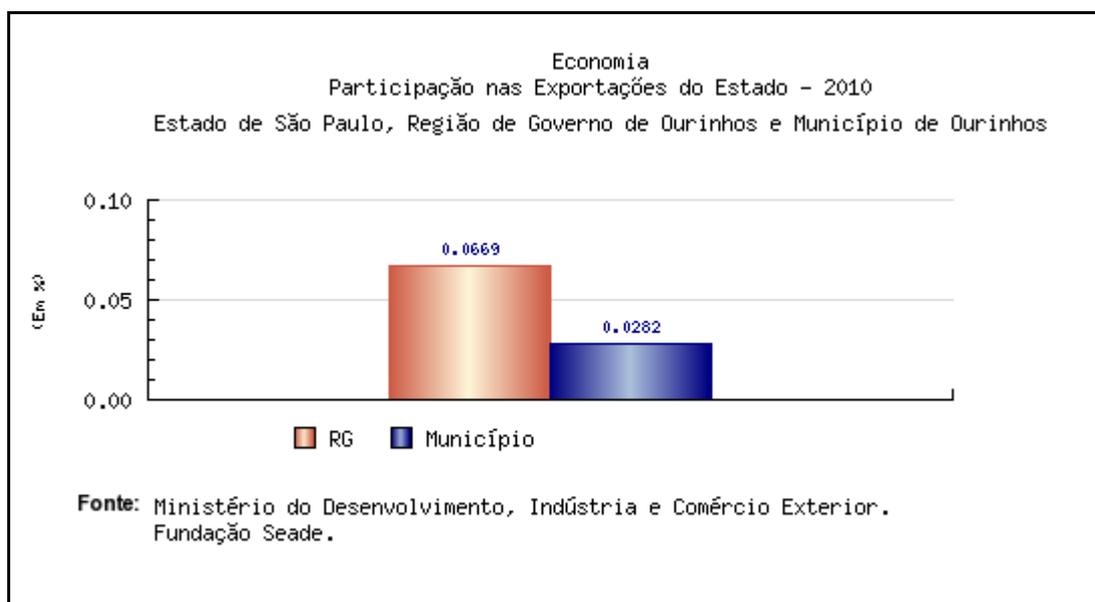


Gráfico 11 – Participação nas exportações do Estado

3.2 – POLÍTICA URBANA

A população do município de Ourinhos não teve um aumento considerado, porém, de acordo com as políticas públicas junto a Secretaria da Habitação, implantam-se Loteamentos Urbanos e Distritos Industriais na área

do município. Com a demanda de infraestrutura urbana, e a impermeabilização do solo, percebe-se a importância no aumento das captações das águas Pluviais.

Em relação aos dispositivos legais para a gestão urbana, Ourinhos está a um passo a frente, pois já possui Plano Diretor do Município. A existência de mecanismos legais indica, de certa forma, o grau de mobilização do poder público, no sentido de organizar o processo de ocupação antrópica e impedir ações que possam degradar os recursos naturais no meio urbano. Um bom exemplo disso veio com a Lei Federal chamada “Estatuto das Cidades”, o qual trouxe a obrigatoriedade dos municípios elaborarem seus Planos Diretores.

Outro instrumento importante para o planejamento das cidades, que vem sendo implantado dentro do CBH-MP, é o Estudo de Macrodrenagem do Município. O objetivo deste estudo é minimizar os impactos nos cursos d’água que permeiam o município, tanto na área urbana quanto na zona rural, decorrentes do mau dimensionamento das obras hidráulicas, uso e ocupação do solo desordenada, práticas agrícolas equivocadas, bem como da falta de projetos técnicos por parte da maioria das prefeituras.

3.3 – USO DO SOLO RURAL

3.3.1 – Principais culturas identificadas no território de Ourinhos

De acordo com levantamento realizado pela Secretaria da Agricultura do Estado de SP nos anos de 2007 e 2008 através da CATI (Projeto LUPA), no município de Ourinhos, as mais importantes modalidades de uso e ocupação do solo rural e as principais culturas existentes na região são apresentadas na tabela seguinte:

| OURINHOS | Cultura perene | Cultura temporária | Pastagens | Reflorestamento | Vegetação natural | Vegetação de brejo e várzea | Área em descanso | Área complementar |
|------------|----------------|--------------------|-----------|-----------------|-------------------|-----------------------------|------------------|-------------------|
| Hectares | 118,0 | 16.332,3 | 7.033,8 | 991,9 | 1.252,6 | 199,4 | 493,0 | 474,1 |
| Percentual | 4,07 | 60,72 | 26,15 | 3,69 | 43,27 | 0,74 | 1,83 | 1,76 |

Tabela 04 – Uso do Solo Rural (ha) – Fonte: CATI – Projeto LUPA

Considerando uma área total rural de 26.895,1ha, e analisando os dados apresentados no quadro acima, verifica-se que o uso e ocupação do solo rural no município de Ourinhos são, em sua maioria, de culturas temporárias (60,72%) e vegetação natural (43,27%). Já as culturas perenes ocupam 4,07%.

As vegetações de brejo e várzea, e os reflorestamentos se equiparam, com 0,74% e 3,69%.

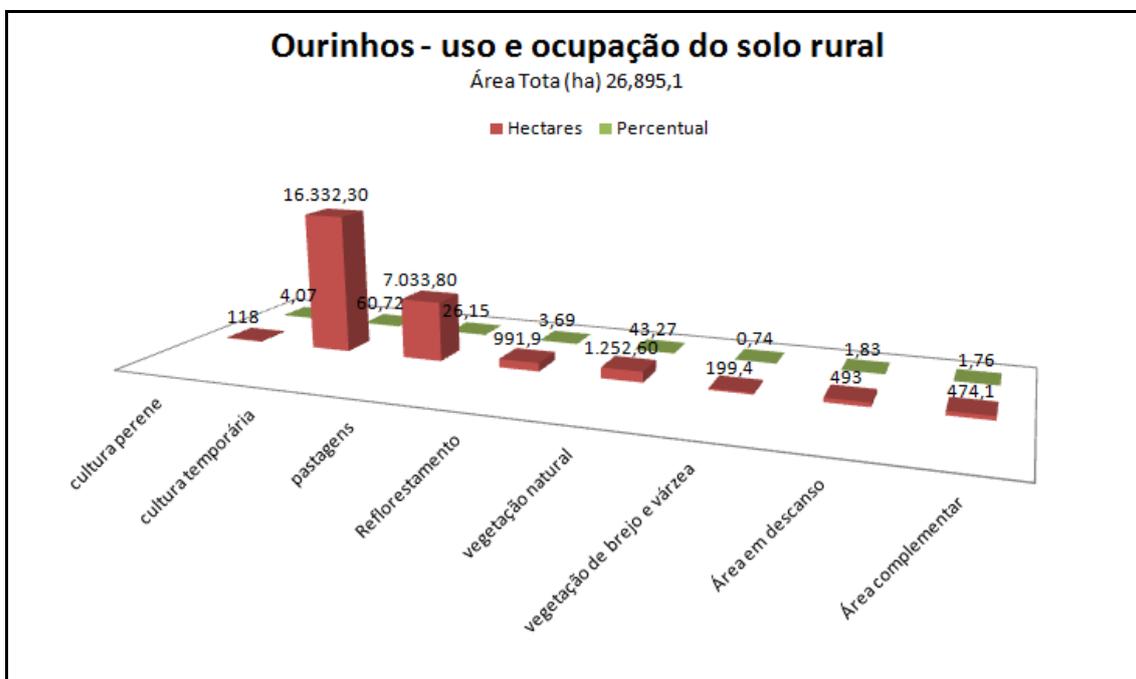


Gráfico 12 – Uso do Solo Rural (ha) –Fonte: CATI – Projeto LUPA

Culturas Perenes (Permanentes):

Entende-se por culturas perenes (ou permanentes) a área plantada ou em preparo para plantio de culturas de longa duração, que após a colheita não necessitem de novo plantio, produzindo por vários anos sucessivos.

No município de Ourinhos a área que corresponde a este tipo de cultura é pequena, como pudemos observar no quadro acima. Porém, para efeito de exemplo, em geral essas culturas são: o café, o eucalipto, a seringueira, o coco-da-bahia, os pomares (maracujá, tangerina e laranja), a manga, etc.

Culturas Temporárias:

Entende-se por cultura (lavoura) temporária as áreas plantadas ou em preparo para o plantio de culturas de curta duração (via de regra, menor que um ano) e que necessitassem, geralmente de novo plantio após cada colheita.

Como exemplos de lavouras temporárias, podemos citar as mais cultivadas no município de Ourinhos como a braquiária, grama e outras

espécies de gramíneas para pastagens, o milho, o sorgo, a cana-de-açúcar e a mandioca, dentre outras.

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------------|-----------|---------|------------------|-------------------|-----------|------------|----------|--------------|--------------|-------|--------|
| Cana de açúcar | Braquiária | Milho | Soja | Outras Gramíneas | Eucalipto | Gramas | Café | Mandioca | Colonião | Capim napier | Cacau | Alface |
| 11.646,8 | 5.699,2 | 2.621,3 | 1.992,0 | 1.017,5 | 990,9 | 277,7 | 107,2 | 77,5 | 32,3 | 7,10 | 4,2 | 3,2 |
| Laranja | Banana | Cebolinha | Couve | Limão | Outras florestais | Berinjela | Couve-Flor | Repolho | Floricultura | | | |
| 3,1 | 2,5 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | | | |

Tabela 05 – Principais Cultivos (ha) – Fonte: CATI – Projeto LUPA

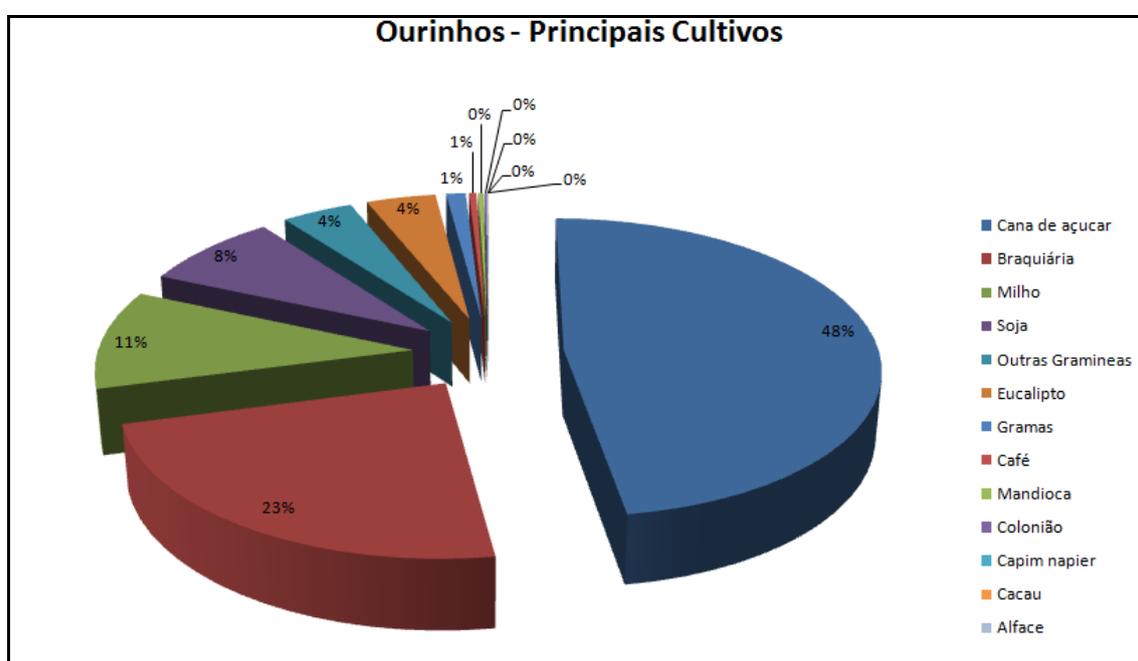


Gráfico 13 – Principais Cultivos (ha)

3.3.2 – Principais atividades de exploração animal em Ourinhos

Conforme os dados constantes no projeto LUPA 2007/2008 da CATI, publicado em 2009, as principais atividades de exploração animal dentro dos limites do município de Ourinhos se dá como ilustrado no gráfico abaixo:

| ITEM | UNIDADE | Nº DE UPA | MÍNIMO | MÉDIA | MÁXIMO | TOTAL |
|------------------------|---------|-----------|--------|-------|---------|---------|
| Bovinocultura de corte | cabeças | 21 | 4,0 | 209,8 | 3.300,0 | 4.406,0 |
| Bovinocultura de leite | cabeças | 72 | 1,0 | 13,6 | 385,0 | 977,0 |
| Bovinocultura de mista | cabeças | 184 | 1,0 | 16,6 | 220,0 | 3.049,0 |

| | | | | | | |
|-----------------------|---------|-----|---------|----------|-----------|-----------|
| Asininos e Muares | cabeças | 41 | 1,0 | 2,3 | 23,0 | 96,0 |
| Avicultura de corte | Cab/ano | 1 | 8.000,0 | 8.000,0 | 8.000,0 | 8.000,0 |
| Avicultura ornamental | Cabeças | 1 | 50,0 | 50,0 | 50,0 | 50,0 |
| Avicultura p/ ovos | cabeças | 12 | 8.500,0 | 44.166,7 | 100.000,0 | 530.000,0 |
| Caprinocultura | cabeças | 4 | 1,0 | 27,8 | 80,0 | 111,0 |
| Equinocultura | Cabeças | 114 | 1,0 | 3,3 | 34,0 | 371,0 |
| Ovinocultura | cabeças | 13 | 10,0 | 70,1 | 500,0 | 911,0 |
| Suinocultura | Cabeças | 43 | 1,0 | 57,3 | 800,0 | 2.465,0 |

Tabela 06 – Exploração Animal no município de Ourinhos –
 Fonte: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, CATI/IEA, Projeto LUPA

Analisando o quadro verificamos a forte aplicação da Bovinocultura, tanto para corte quanto para leite, seguida pela Avicultura p/ ovos e corte.

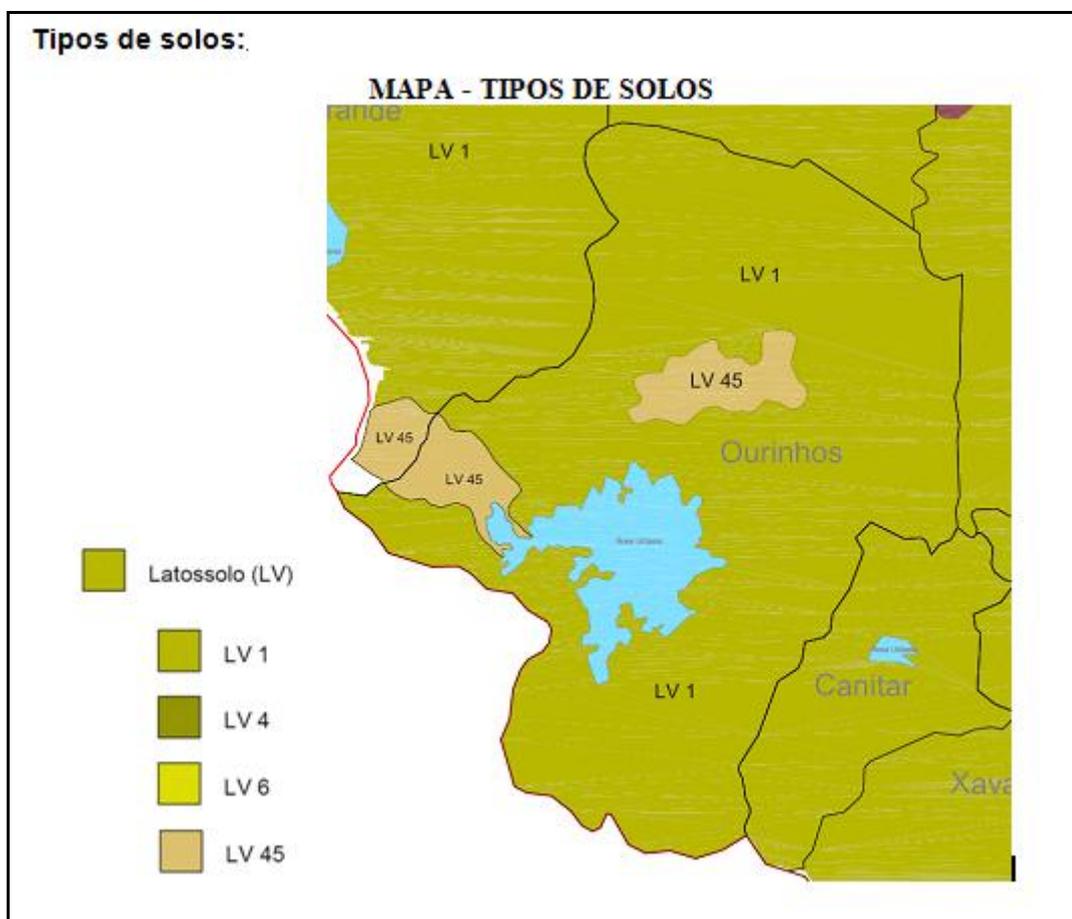
3.4 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

O perímetro urbano do município de Ourinhos tem sua sede localizada na Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema CBH–MP. Os corpos d’água significantes mais próximos da mancha urbana da cidade são: Rio Turvo, Rio Pardo, Rio Paranapanema –, Córrego São José e Córrego Santo Antonio.



Bacia hidrográfica de Ourinhos

Como característica do relevo da região de Ourinhos Levemente ondulado, com nenhum ponto de destaque, adequado para a mecanização agrícola, baixa susceptibilidade à erosão do solo.



| TIPO DE SOLO Grande grupo | % município | Fatores limitantes | Fatores benéficos |
|------------------------------|-------------|---|---|
| Latossóis (LV) LV1 e LV45 | 100 | Os distróficos e álicos têm limitações de fertilidade, podendo ser corrigida por meio de práticas adequadas de manejo, adubação e correção do solo para obter produtividades mais elevadas. | Relevo plano à suavemente ondulado, apto à mecanização, baixa erodibilidade, boa permeabilidade. Boa fertilidade quando são eutróficos, tem boa produtividade quando manejados corretamente. |

Tabela 07 – Tipos de solo no município de Ourinhos - Fonte: CATI – UTE de Marília

De acordo com os dados do Relatório Zero do Médio Paranapanema, o município de Ourinhos se encontra nas áreas de CRITICIDADE MÉDIA e MÉDIA quanto aos processos erosivos.

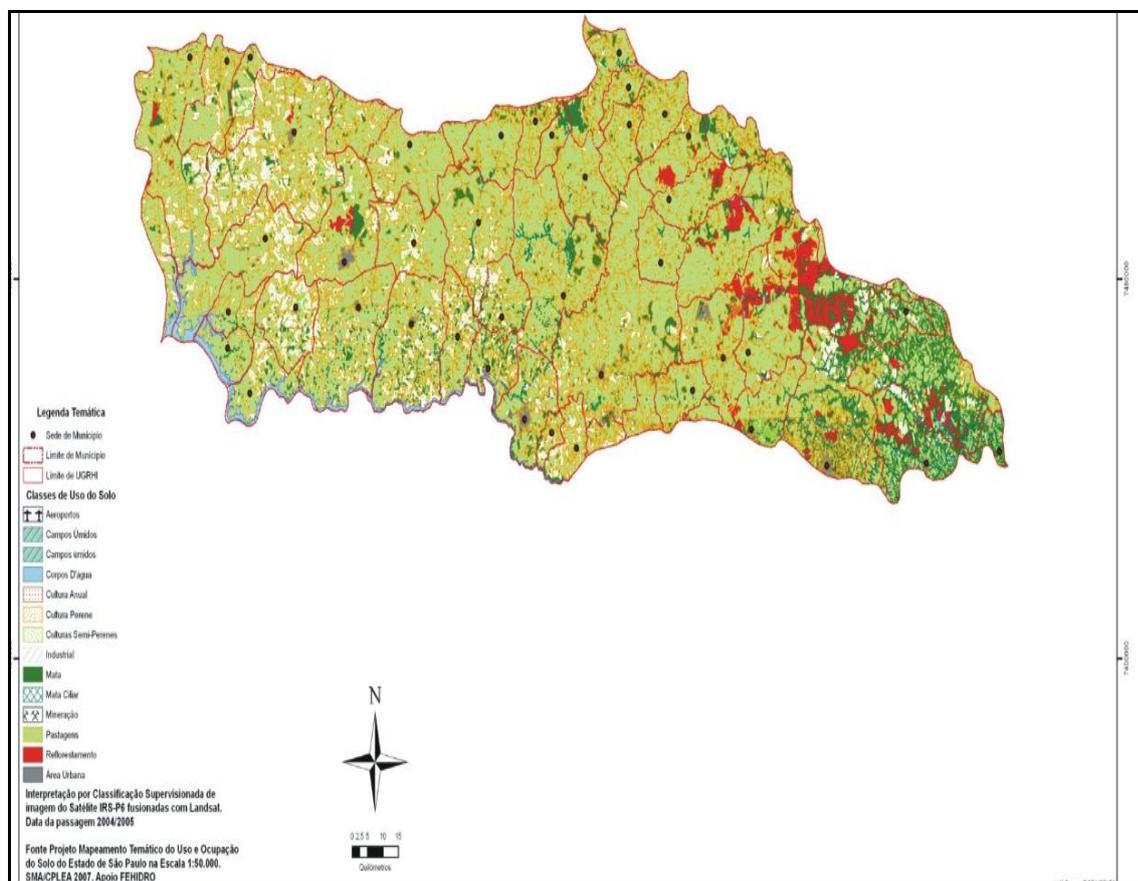


Figura 03 – Mapa de criticidade erosiva na UGRHI 17 – Fonte: CBH-MP

Os corpos de assoreamento foram identificados pela ausência de Matas ciliares nos corpos hídricos, pelo carreamento do solo descoberto, relevo e pedologia.

Na área Urbana, há a real necessidade do aumento das linhas coletoras de drenagem e das readequações dos lançamentos das águas pluviais.

3.5 – SANEAMENTO E RESÍDUOS SÓLIDOS

O sistema de água e esgoto do município é operado pelo “Serviço Municipal de Água e Esgoto”. Segundo o último Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2007, elaborado pela CETESB, o

município de Ourinhos apresenta os seguintes números quanto ao esgotamento sanitário:

| UGRHI | Município | Concessão | População IBGE 2009 | | Atendimento (%) | | Eficiência (%) | Carga Poluidora (kg DBO/dia) | | ICTEM | Corpo Receptor |
|-------|-----------|-----------|---------------------|------------------|-----------------|------------|----------------|------------------------------|------------|-------|---|
| | | | População Total | População Urbana | Coleta | Tratamento | | Potencial | Remanescc. | | |
| 17 | Ourinhos | SAE | 104.542 | 99.539 | 98 | 87 | 51 | 5.375 | 3.052 | 5,6 | Rios Pardo, Paranapanema e Cór. Jacuzinho |

Tabela 08 – Dados de saneamento básico do município –
Fonte: Relatório de Qualidade do Estado de SP–2007

A eficiência do tratamento é de 87%.

O nível de atendimento ao abastecimento de água tratada para a população urbana do município gira em torno de 51%.

3.6 – ACERVO E BASE DE DADOS DO MUNICÍPIO

O município de Ourinhos não conta com nenhum estudo específico sobre drenagem urbana e quanto ao acervo de mapas e plantas, tudo que o município dispõe está em papel, não havendo praticamente nenhum tipo de acervo em meio digital. Portanto, há uma notória carência de material gráfico, principalmente em meio digital.

A falta de dados geotécnicos, levantamentos topográficos e planialtimétricos da cidade, cadastramento das bacias e sub-bacias de contribuição, levantamentos das áreas permeáveis e impermeáveis, estudo da eficiência das galerias existentes, dentre outros, prejudica a concepção planejada da cidade.

Devido a estes fatos, e com a implantação de galerias sem planejamento, acarreta perda de solo e conseqüentemente surgimento de Erosões, ocasionando danos ao meio ambiente da região.

A falta de tal estudo acarreta vários problemas para a população, quer seja no aspecto da saúde pública, no aspecto social, como também no aspecto

financeiro, visto que, a implantação de obras que, por muitas vezes, se mostram inadequadas e insuficientes por parte da administração Municipal.

3.7 – HIDROLOGIA REGIONAL

Quanto aos cursos d'água que permeiam o município de Ourinhos, podemos destacar os Córregos São José, Córrego Santo Antonio e Jacuzinho, os quais possuem nascentes praticamente dentro da área urbana de Ourinhos ambos, pertencem à Bacia do Médio Paranapanema (UGHRI 17).

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRHI-17) abrange uma área de 16.749 km², agregando os tributários da margem direita do curso médio do rio Paranapanema. Entre os principais corpos hídricos da UGRHI-17 podemos citar o Rio Pardo, o Rio Turvo, o Rio Capivara, o Rio Novo e o Rio Pari.

O Rio Paranapanema, por compor a divisa entre os Estados de São Paulo e Paraná, é um rio de domínio da União, competindo ao Governo Federal o gerenciamento dos aspectos qualitativos e quantitativos.

3.7.1 – Pluviometria

Em relação à postos pluviométricos, de acordo com o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, há cadastro de um posto, pluviométrico, no município de OURINHOS conforme figura.

| Município | Prefixo | Nome | Altitude | Latitude | Longitude | Bacia |
|-----------|---------|----------------|----------|----------|-----------|-------|
| Ourinhos | D6-004 | Ourinhos (DER) | 460 m | 22°59' | 49°50' | Pardo |

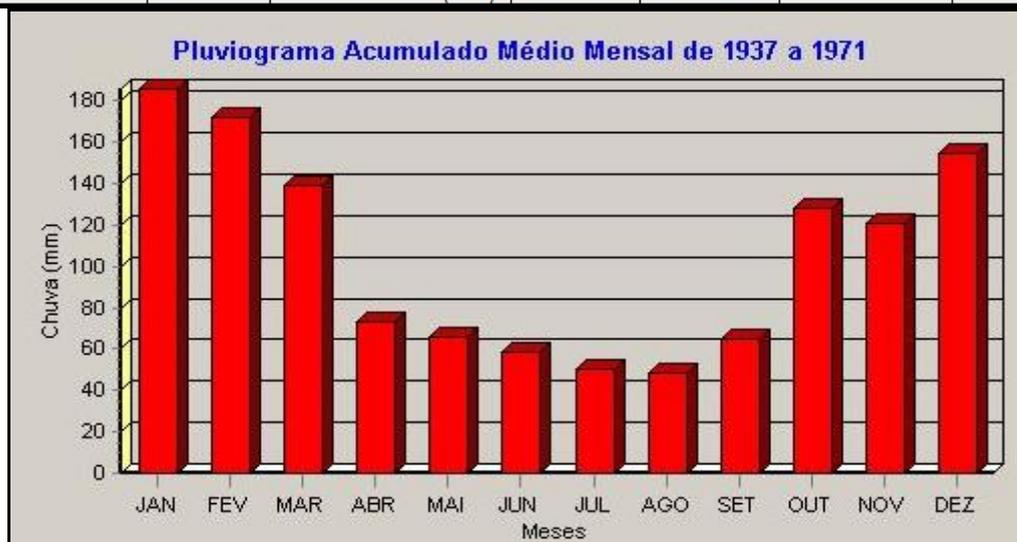


Gráfico 14 – Pluviograma acumulado médio mensal de Ourinhos

3.7.2 – Fluviometria

Já em relação aos dados fluviométricos, que medem as vazões dos rios, no município de Ourinhos, segundo dados do DAEE, não existe nenhum posto de medição. Portanto, disponibilizamos abaixo, o índice de vazões mensais do posto mais próximo, localizado no município de Santa Cruz do Rio Pardo:

| Município | Prefixo | Nome | Latitude | Longitude | Área (Km ²) | Curso d'Água |
|-------------------------|---------|-------------------------|-----------|-----------|-------------------------|--------------|
| Santa Cruz do Rio Pardo | 6D-001 | Santa Cruz do Rio Pardo | 22°54'21" | 49°37'24" | 4259,00 | Pardo,r |

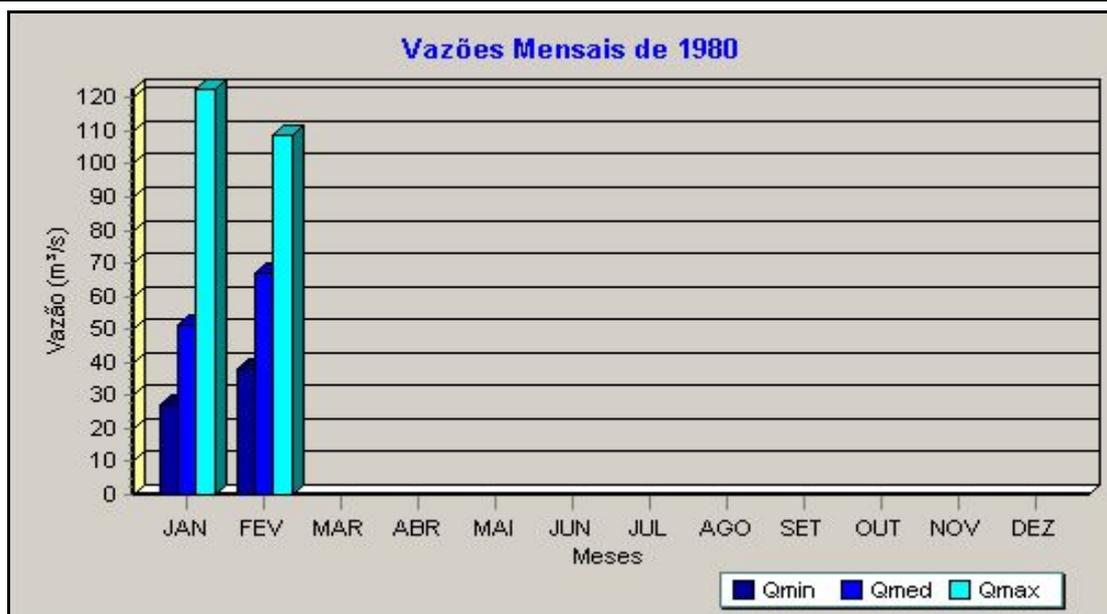


Gráfico 15 – Fluviograma – vazões mensais

3.7.3 – Disponibilidade Hídrica

De acordo com os Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, bem como no Plano da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema (CBH-MP), o município de Ourinhos encontra-se inserido na Sub-bacia do Paranapanema, Pardo e Turvo apresentado um confortável quadro em relação à quantidade de água nesses cursos d'água.

3.8 – CLIMA

O clima de Ourinhos é caracterizado subtropical (tipo Am segundo Köppen), com diminuição de chuvas no inverno e temperatura média anual de 22,1°C, tendo invernos secos e frios (com ocorrências de geadas leves em alguns poucos dias da estação) e verões chuvosos com temperaturas altas. Nos meses de verão os sistemas de baixa pressão predominam no (acontecendo

principalmente chuvas convectivas), e estes sistemas ajudam a atenuar grandes contrastes térmicos e higrométricos em relação aos dias sem a ocorrência de precipitação. O mês mais quente, fevereiro, tem temperatura média de 25,1°C, sendo a média máxima de 30,8°C e a mínima de 19,4°C. E o mês mais frio, julho, possui média 18,3°C, sendo 25,5°C e 11,1°C a média máxima e mínima, respectivamente. Outono e primavera são estações de transição.

A precipitação média anual é de 1 356,8 mm, sendo agosto o mês mais seco, quando ocorrem apenas 41,2 mm. Em janeiro, o mês mais chuvoso, a média fica em 198,3 mm. Nos últimos anos, entretanto, os dias quentes e secos durante o inverno têm sido cada vez mais frequentes não só em Ourinhos, mas também em grande parte do Estado de São Paulo, não raro ultrapassando a marca dos 30°C especialmente entre os meses de julho e setembro. No mês de julho do ano de 2008, a precipitação de chuva de grande parte do estado não passou dos 0 mm. Durante a época das secas e em longos veranicos em pleno período chuvoso também são comuns registros de fumaça de queimadas em morros e matagais, principalmente na zona rural da cidade, o que vem levando a prefeitura a criar projetos ambientais e campanhas de prevenção nas escolas do município. Em São Paulo, assim como em grande parte do país, as principais causas das queimadas são a agricultura e os tocos de cigarro jogados nas estradas. As altas temperaturas e o clima seco contribuem para o aumento desses índices. Durante o período chuvoso são comuns ocorrências de inundações e deslizamentos de terra em algumas áreas.

| Ourinhos | | | | |
|--|------------------------------|--------------------|--------|----------------------|
| Latitude: 22g 34m | | Longitude: 49g 31m | | Altitude: 492 metros |
| Classificação Climática de Koeppen: Am | | | | |
| MÊS | TEMPERATURA DO AR (C) | | | CHUVA (mm) |
| | mínima | média | máxima | |
| JAN | 19.1 | 30.6 | 24.9 | 198.3 |
| FEV | 19.4 | 30.8 | 25.1 | 176.0 |
| MAR | 18.6 | 30.3 | 24.5 | 143.4 |
| ABR | 15.9 | 28.5 | 22.2 | 73.4 |
| MAI | 13.2 | 26.4 | 19.8 | 74.4 |
| JUN | 11.7 | 25.2 | 18.5 | 65.6 |
| JUL | 11.1 | 25.5 | 18.3 | 51.9 |
| AGO | 12.5 | 27.6 | 20.0 | 41.2 |
| SET | 14.5 | 28.4 | 21.4 | 76.3 |
| OUT | 16.1 | 29.1 | 22.6 | 132.7 |
| NOV | 17.1 | 29.8 | 23.5 | 135.1 |
| DEZ | 18.4 | 29.8 | 24.1 | 188.5 |
| Ano | 15.6 | 28.5 | 22.1 | 1356.8 |
| Min | 11.1 | 25.2 | 18.3 | 41.2 |
| Max | 19.4 | 30.8 | 25.1 | 198.3 |

Tabela 10 – Classificação Climática de Koeppen –
 Fonte: CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura

4 – DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Para efeito dos Estudos da Macrodrenagem do Município de Ourinhos, primeiramente diagnosticou-se, com base na Cartografia elaborada pelo município em escala 1:50.000, todas as principais bacias hidrográficas que integram o território municipal, conforme ilustrado no mapa em anexo.

Ao todo foram definidas duas Sub-bacias de drenagem, sendo que na área urbana possui dois afluentes que circundam a área urbana do município de Ourinhos.

)

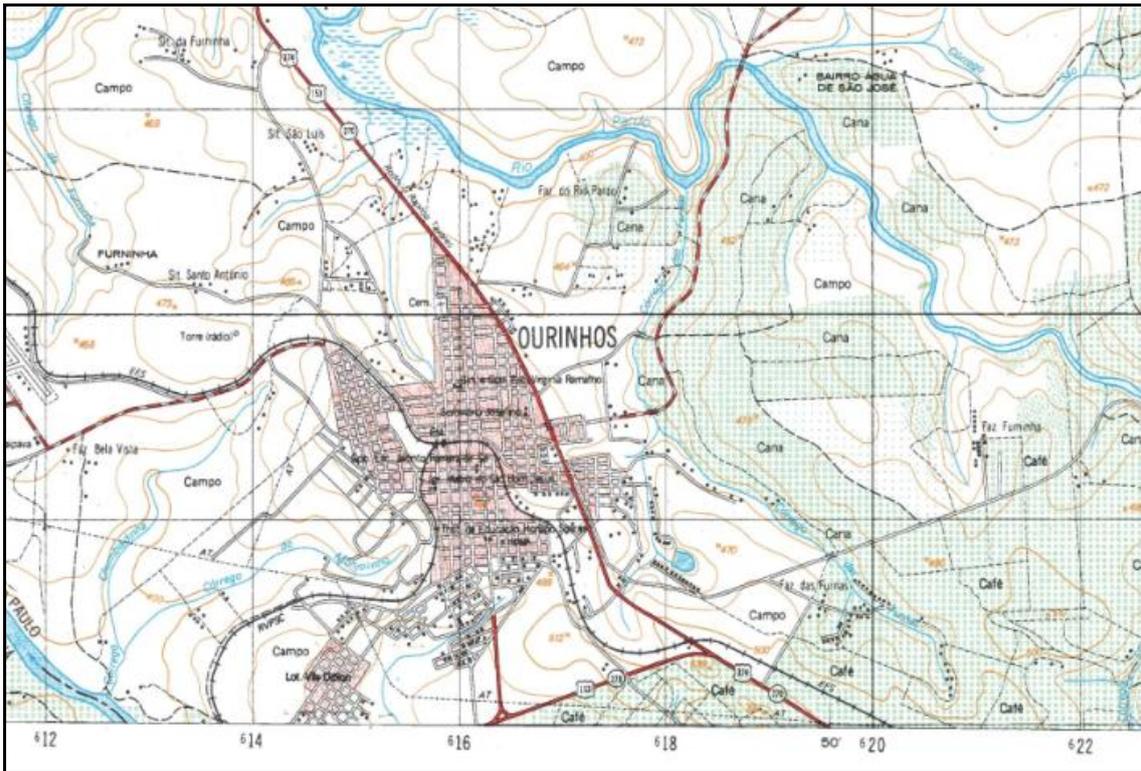


Figura 04 – Definição das bacias de contribuição

5 – CONSEQÜÊNCIAS DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM DAS BACIAS RURAIS DE OURINHOS

O comportamento do escoamento superficial direto sofre alterações substanciais em decorrência do processo de urbanização de uma bacia hidrográfica, principalmente como conseqüência da impermeabilização da superfície, o que produz maiores picos e vazões.

O desmatamento causa aumento dos picos e volumes de cheias e, conseqüentemente, da erosão do solo; se o desenvolvimento urbano posterior ocorrer de forma desordenada, estes resultados deploráveis podem ser agravados com o assoreamento em canais e galerias, diminuindo suas capacidades de condução do excesso de água.

Além de degradar a qualidade da água e possibilitar a veiculação de moléstias, a deficiência de redes de esgoto contribui também para aumentar a possibilidade de ocorrência de inundações.

Uma coleta de lixo ineficiente, somada a um comportamento indisciplinado dos cidadãos, acaba por entupir bueiros e galerias e deteriorar ainda mais a qualidade da água. A estes problemas soma-se a ocupação indisciplinada das várzeas, que também produz maiores picos, aumentando os custos gerais de utilidade pública e causando maiores prejuízos. Os problemas advindos de um mau planejamento não se restringem ao local de estudo, uma vez que a introdução de redes de drenagem ocasiona uma diminuição considerável no tempo de concentração e maiores picos a jusante.

Estes processos estão inter-relacionados de forma bastante complexa, resultando em problemas que se referem não somente às inundações, como também à poluição, ao clima e aos recursos hídricos de uma maneira geral.

Os problemas de controle de poluição diretamente relacionados à drenagem urbana têm sua origem na deterioração da qualidade dos cursos receptores das águas pluviais, que além de aumentar o volume do escoamento superficial direto, a impermeabilização da superfície também faz com que a recarga subterrânea, já reduzida pelo aumento do volume das águas servidas (conseqüência do aumento da densidade populacional), diminua ainda mais, restringindo as vazões básicas a níveis que podem chegar a comprometer a qualidade das águas pluviais.

Logo se vê que estes problemas são inerentes ao processo de urbanização em si, como também ao manejo do solo rural, formando um emaranhado complexo de causas e efeitos, relacionados de forma não biunívoca. Portanto, tal complexidade não permite que possa haver soluções eficientes e sustentáveis que não abranjam todos os processos e suas inter-relações, o que exige que se atue sobre as causas da malha urbana.

Entretanto, os impactos decorrentes do processo de ocupação em uma bacia hidrográfica não são apenas de origem hidrológica. Não menos importantes são os impactos não hidrológicos que, no caso específico de Ourinhos, possuem relevância bastante significativa. Devido a suas características particulares, os impactos não hidrológicos mais importantes no que concerne à drenagem urbana em Ourinhos são provenientes do pouco tempo de emancipação do município e pela falta de drenagem urbana

Dentre os problemas relativos à ocupação do solo, sobressaem-se as conseqüências diretas da ausência absoluta da observação de normas que impeçam a ocupação de cabeceiras íngremes e de várzeas de inundação, isto tanto na área urbana quanto na zona rural, onde nesta última, por muitas

vezes, não são respeitadas nem as Área de Proteção Permanentes definidas na Legislação Nacional e Estadual.

A inexistência de controle técnico da distribuição racional da população, assim como do manejo adequado do solo rural, dificulta a construção de canalizações e de plantio de vegetação para que se possam eliminar áreas de armazenamento.

O desenvolvimento de um município exige que a capacidade dos condutos seja ampliada, o que aumenta os custos e acirra a disputa por recursos financeiros entre os diversos setores da administração pública, fazendo com que prevaleça, quase sempre, a tendência viciosa de se atuar corretivamente em pontos isolados da bacia hidrográfica, sendo que a escolha desses locais é freqüentemente desprovida de quaisquer critérios técnicos.

Nota-se que os impactos de características não-hidrológicas nas drenagens urbanas se originam, em sua totalidade, nos problemas sociais brasileiros, conseqüência dos interesses políticos locais e, em última instância, da estrutura organizacional cultural das pessoas. No entanto, cabem aos técnicos propor soluções para esses problemas de origem alheia à engenharia, mesmo em condições adversas, de difícil solução a curto e médio prazos.

É necessária a quantificação do impacto das condições reais da urbanização sobre o escoamento, para que se possa disciplinar a ocupação do solo, tanto urbano quanto rural.

Para a **questão urbana**, a construção de pequenos reservatórios em parques públicos e o controle sobre a impermeabilização dos lotes e das vias públicas, deve ser adotada antes que o espaço seja ocupado. Essas medidas, quando exercidas nos estágios iniciais da ocupação, exigem recursos relativamente limitados.

Além disso, a ampliação da calha dos rios é, de certa forma, um paliativo, pois há aumento da velocidade no canal, o que pode agravar as inundações a jusante. A construção de reservatórios não é uma solução barata e, se houver um nível de poluição significativo na água do rio, seu represamento pode vir a se constituir em uma eventual fonte de moléstias e até de epidemias, isso em se tratando da área urbana.

6 – O ESTUDO DA MACRODRENAGEM DE OURINHOS

Uma estratégia essencial para a obtenção de soluções eficientes para o município de Ourinhos é a presente elaboração do Estudo de Macrodrenagem. É altamente recomendável que um estudo deste porte evite medidas locais de caráter restritivo (que freqüentemente deslocam o problema para outros locais, chegando mesmo a agravar as localidades a jusante), através de um estudo da bacia hidrográfica como um todo; no que diz respeito às normas e aos critérios de projeto adotados, deve-se considerar a bacia homogênea, através do estabelecimento de período de retorno uniforme, assim como dos gabaritos de pontes, travessias, etc.

O Estudo de Macrodrenagem do município de Ourinhos deverá possibilitar a identificação das áreas a serem preservadas e em se tratando da área urbana, a seleção das que possam ser adquiridas pelo poder público antes que sejam ocupadas, loteadas ou que seus preços se elevem e tornem a aquisição proibitiva. É também fundamental a elaboração do zoneamento da várzea de inundação e o estabelecimento de um escalonamento cronológico e espacial da implantação das medidas necessárias, de forma tecnicamente correta e de acordo com os recursos disponíveis.

O Estudo de Macrodrenagem de Ourinhos deverá ser articulado com as outras atividades urbanas (abastecimento de água e de esgoto, transporte público, planos viários, instalações elétricas, tipo de manejo do solo, etc.) de forma a possibilitar o desenvolvimento da forma mais harmonizada possível. Do estudo deverá também constar a elaboração de campanhas educativas que visem a informar a população sobre a natureza e a origem do problema das degradações ambientais, sua magnitude e conseqüências, principalmente nos cursos d'água do município.

É de capital importância, principalmente em se tratando da população mais carente, o esclarecimento da comunidade sobre as formas de solução existentes e os motivos da escolha de uma solução. A solicitação de recursos deve ser respaldada técnica e politicamente, dando sempre preferência à adoção de medidas preventivas de maior alcance social e menor custo.

Para tanto, são aqui sugeridas as seguintes etapas para a implantação com sucesso do Estudo de Macrodrenagem de Ourinhos:

1-). Determinação das características das bacias de drenagem do município;

2-) Simulação do comportamento hidrológico das bacias para condições atuais e futuras;

3-) Identificação das possíveis medidas estruturais e não estruturais cabíveis por parte da Prefeitura de Ourinhos;

4-) Elaboração de diferentes cenários que quantifiquem os resultados da atuação do Poder Público local;

5-) Delineação das várzeas de inundação e áreas de APPs, visando o plantio de árvores e outras medidas técnicas;

6.1 – PRINCÍPIOS BÁSICOS

Dado seu caráter técnico-político, o Estudo de Macrodrenagem de Ourinhos conta com o apoio dos poderes decisórios e da comunidade em geral, por se constituir em um documento político importante.

Nunca se pode esquecer que o sistema de drenagem não é isolado dos diversos sistemas que constituem a organização das atividades do município de Ourinhos, fazendo parte de uma rede complexa, devendo, portanto, ser articulado com os outros sistemas, possibilitando a melhoria do ambiente urbano e rural de forma ampla e harmônica. A ocupação das várzeas de inundação, áreas de armazenamento e escoamento cuja conformação foi delineada naturalmente pelo curso d'água em seu estado primitivo, somente deve ocorrer após a adoção de medidas compensatórias, que são, geralmente, onerosas. A solução mais racional é a preservação das várzeas, não apenas visando problemas de inundação, como também no que diz respeito à preservação do ecossistema.

Uma vez que as águas pluviais atinjam o solo, irá escoar, infiltrar ou ficar armazenada na superfície, independente da existência, ou não, de um sistema de drenagem adequado. Se armazenamento natural for eliminado pela implantação de uma rede de drenagem sem a adoção de medidas

compensatórias eficientes, o volume eliminado acabará sendo conduzido para outro local.

Em outras palavras, os canais, as galerias, os desvios e as reversões deslocam a necessidade de espaço para outros locais, ou seja, transportam o problema para baixo (jusante).

Em se tratando de gestão ambiental, deve-se levar em conta que a qualidade e a quantidade da água são variáveis indissociáveis e que devem sempre ser consideradas em conjunto. As conseqüências das degradações ambientais em áreas onde a água está deteriorada são muito mais graves, pois estes locais podem se transformar em fontes propagadoras de moléstias e enfermidades. Ademais, a boa qualidade das águas pluviais pode proporcionar recursos utilizáveis para a recarga de aquíferos, irrigação, abastecimento industrial, combate a incêndios e recreação, entre outros benefícios.

Estas observações são princípios essenciais à elaboração do Estudo de Macrodrenagem de Ourinhos, e constituem a base fundamental sobre a qual devem ser orientadas todas as fases do processo.

7 – HIDROLOGIA URBANA DE OURINHOS

Neste primeiro relatório daremos um enfoque especial à parcela urbana do município, lembrando que o Estudo de Macrodrenagem de Ourinhos abrangerá toda a área urbana do município.

7.1 – CLASSIFICAÇÃO DAS BACIAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE OURINHOS

Normalmente, as bacias ocupadas pelo processo de urbanização são de portes pequeno e médio. Devido à variação natural dos parâmetros que influem no comportamento hidrológico da bacia, a distinção entre bacias pequenas e médias é imprecisa e até mesmo subjetiva. Comumente, bacias com tempo de concentração inferior a 01 hora e/ou área de drenagem não superior a 2,5 km² são classificadas como pequenas.

Bacias com tempo de concentração superior a 12 horas e/ou área de drenagem maior que 1.000 km² se classificam como grandes; bacias médias se situam entre esses dois tipos.

Na grande maioria das vezes, não se dispõe de registros de vazão nas áreas nas quais se pretende realizar obras de drenagem. No entanto, pode-se sintetizar as vazões de projeto por meio dos dados de precipitação. É nesse contexto que a classificação da bacia em pequena ou média é fundamental. Embora se possa utilizar o método racional em bacias pequenas, não é recomendável que o mesmo seja usado para o cálculo das vazões em bacias de porte médio. Devido à necessidade de se considerar a variação temporal da intensidade da chuva e o amortecimento na bacia de porte médio, são usadas, normalmente, técnicas baseadas na teoria do hidrograma unitário, pois do contrário as vazões de pico seriam superestimadas. A escolha do método de cálculo pode ser auxiliada por meio do quadro seguinte, o qual aponta alguns atributos das bacias pequenas e médias.

| Característica | Bacia pequena | Bacia média |
|--|-----------------------------|-------------------------|
| Varição temporal da intensidade de chuva | Constante | Variável |
| Varição espacial da intensidade de chuva | Uniforme | Uniforme |
| Escoamento superficial | Predominante em superfícies | Em superfícies e canais |
| Armazenamento na rede de canais | Desprezível | Desprezível |

Tabela 11 – Classificação de Bacias

7.2 – PERÍODO DE RETORNO

Para se decidir o grau de proteção conferido à população de Ourinhos com a construção das obras de drenagem, deve-se determinar a vazão de projeto. Deve-se, também, conhecer a probabilidade P de o valor de uma determinada vazão ser igualado ou superado em um ano qualquer. A vazão de projeto é imposta de tal forma que sua probabilidade P não exceda um determinado valor pré-estabelecido.

É difícil avaliar os danos resultantes de uma inundação, principalmente quando esses danos não passam de mero transtorno. Os prejuízos decorrentes de inundações (mesmo que não frequentes) de sarjetas e cruzamentos em áreas residenciais da cidade de Ourinhos, podem até mesmo ser desprezíveis, se o acúmulo de água durar pouco de cada vez. Já na uma zona comercial da cidade, esse mesmo tipo de ocorrência pode causar transtornos mensuráveis.

A aplicação de métodos puramente econômicos para o estabelecimento do período de retorno é limitada pela impossibilidade de levar em conta aspectos que não podem ser expressos em termos monetários, por motivos éticos. Além disso, a relação benefício/custo é de difícil quantificação. Quanto maior o período de retorno adotado, maior será a proteção conferida à população de Ourinhos; por outro lado não só o custo, como também o porte das obras e sua interferência no ambiente urbano serão maiores.

Devido a essas dificuldades em estabelecer o período de retorno de forma objetiva, sua escolha acaba recaindo sobre critérios técnicos. Quando a escolha do período de retorno adequado fica a critério exclusivo do projetista, pode-se usar os valores do quadro seguinte, que são valores aceitos de forma mais ou menos ampla pelos técnicos e gozam de certo consenso.

| Tipo de obra | Tipo de ocupação | Período de retorno (anos) |
|----------------|--|---------------------------|
| Microdrenagem | Residencial | 2 |
| Microdrenagem | Comercial | 5 |
| Microdrenagem | Áreas comerciais e artérias de tráfego | 5-10 |
| Macro-drenagem | Áreas Comerciais e residenciais | 50-100 |

Tabela 12 – Períodos de retorno em função da ocupação da área

Para que se possa escolher o valor desejado, é fundamental a distinção entre *risco* e *período de retorno*. A probabilidade P da vazão de projeto ser igualada ou superada durante a vida útil da obra (N anos) é o inverso do período de retorno T, ou seja: $P=1/T$. Há, portanto, a cada ano, uma probabilidade de que a obra não falhe igual a $1-1/T$. Portanto, a possibilidade de que ela não venha a falhar em toda sua vida útil é $(1-1/T)^N$, o que implica que o risco, ou probabilidade de que a obra falhe pelo menos uma vez durante sua vida útil é $R=1-(1-1/T)^N$.

Uma vez obtido o período de retorno, conhece-se a tormenta de projeto e a chuva excedente. São, então, aplicadas técnicas que determinam o hidrograma de projeto através do hietograma da chuva excedente.

7.3 – TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

- - *Tempo de retardo* (t_r). É o intervalo de tempo entre os centros de gravidade do hietograma e do hidrograma.
- - *Tempo do pico* (t_p). É o intervalo entre o centro de massa do hietograma e o tempo em que ocorre o pico do hidrograma.
- - *Tempo de ascensão* (t_m). É o intervalo de tempo decorrido entre o início da chuva e o pico do hidrograma.
- - *Tempo de base* (t_b). É o tempo entre o início da precipitação e aquele em que a precipitação ocorrida já escoou através na superfície, ou que a superfície volta às condições anteriores à ocorrência da precipitação.
- - *Tempo de recessão* (t_e). É o tempo necessário para a vazão baixar até o ponto C, quando cessa o escoamento superficial.
- - *Tempo de concentração* (t_c). É o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia participe na vazão do fundo do vale. Esse tempo também é definido como o intervalo de tempo entre o fim da precipitação e o ponto de inflexão do hidrograma.

Entretanto, esses parâmetros estão inter-relacionados através de fórmulas empíricas o que torna suficiente o conhecimento apenas do tempo de concentração.

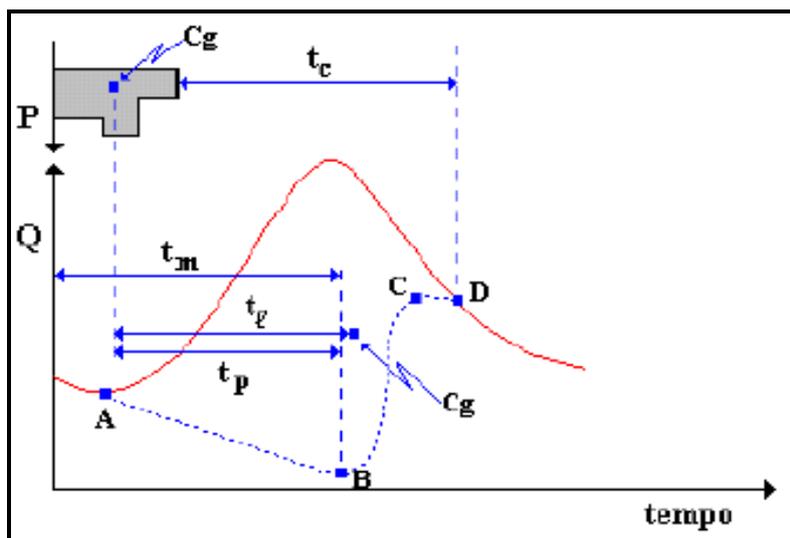


Figura 05 – Hidrograma típico

A grande quantidade de fórmulas que fornecem o valor do tempo de concentração em função das características da bacia e da intensidade de precipitação se originam de estudos experimentais e devem ser aplicadas em condições aproximadas àquelas para as quais foram determinadas. Cada fórmula procura representar um tipo diferente de escoamento, que podem ser classificados em três grupos:

- *Escoamentos em superfícies*. Prevaecem em bacias diminutas e são constituídos de lâminas que escoam à baixa velocidade sobre planos. Dependem sobretudo da intensidade da chuva e da rugosidade e declividade da superfície. A extensão deste tipo de escoamento é raramente superior a 100 metros e, portanto, as fórmulas que os refletem podem ser aplicadas a aeroportos, parques de estacionamento, etc.

- *Escoamentos em canais naturais*. As velocidades são maiores que no caso anterior, pois prevaecem em bacias de maior porte, nas quais os canais são bem delineados, implicando em um escoamento mais eficiente. Escoamentos que se encaixam nesta categoria dependem menos da intensidade da chuva e da rugosidade do terreno, pois o tempo que a água demora para escoar no canal é maior que na superfície.

- *Escoamentos em canais artificiais e galerias*. As velocidades são ainda mais altas, pois este tipo de escoamento ocorre em bacias que tiveram suas condições primitivas modificadas por obras de drenagem, de maneira significativa.

Com maior ou menor predominância, as três categorias de escoamento ocorrem simultaneamente em uma mesma bacia, dependendo das características da mesma. Com certeza, na área urbana de Ourinhos teremos essas ocorrências. As fórmulas mais usuais são apresentadas a seguir. Em todas elas, o tempo de concentração é obtido em minutos, a declividade S da bacia é dada em m/km e o comprimento L do talvegue, em km . Todas as fórmulas apresentam resultados semelhantes para $L = 10 km$, a partir do qual passam a divergir.

- **Fórmula de Kirpich**. Para ser utilizada em bacias não maiores que $0,5 km^2$ e declividades entre 3 e 10%.

$$t_c = 3,989 \frac{L^{0,770}}{S^{0,385}}$$

onde L é o comprimento do talvegue e S é sua declividade. Esta fórmula foi obtida para bacias com canais bem definidos e declividades altas. No entanto, o fato de ter sido desenvolvida para bacias tão pequenas, parece indicar que reflete o escoamento do primeiro tipo.

- **SCS Lag Formula.** Desenvolvida para bacias rurais com áreas de drenagem inferiores a 8 km².

$$t_c = 3,42 \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0,7} \frac{L^{0,8}}{S^{0,5}}$$

onde CN é o número da curva (curve number) do método desenvolvido pelo Soil Conservation Service. Deve-se ajustar o valor de CN para bacias urbanas em função da parcela dos canais que foram modificados e da área impermeabilizada. Para uma ocupação não-homogênea do solo urbano, o SCS recomenda que seja feita uma média ponderada dos números da curva.

$$CN = \frac{\sum_{i=1}^k A_i \cdot CN_i}{A}$$

Como as velocidades de escoamento também se alteram, o SCS propõe que o tempo de concentração seja ajustado através da seguinte expressão:

$$F_a = 1 + PRCT(0,02185CN^3 + 0,4298CN^2 - 335CN + 6789) \times 10^6$$

onde F_a é o fator de correção e PRCT é a porcentagem impermeabilizada da bacia.

- **Método Cinemático do SCS.** Para bacias compostas de trechos de declividades variáveis, esta fórmula se baseia no fato de que a somatória dos tempos de trânsito em cada trecho nada mais é que o tempo de concentração.

$$t_c = \frac{100}{6} \sum \frac{L}{V}$$

Do ponto de vista conceitual, este método é o mais correto, pois permite que se leve em conta as características específicas da bacia. O SCS propõe que se use o conteúdo do quadro seguinte para o cálculo das velocidades na parte superior da bacia onde há predominância de escoamento em superfície.

O quadro seguinte apresenta as velocidades médias para os diversos tipos de escoamentos encontrados no município de Ourinhos.

| Tipo de escoamento | 0% ≤ S ≤ 3% | 4% ≤ S ≤ 7% | 8% ≤ S ≤ 11% | S ≥ 12% |
|--------------------------|-------------|-------------|--------------|---------|
| <i>Em superfície de:</i> | | | | |
| -Florestas | 0-0,5 | 0,5-0,8 | 0,8-1,0 | 1,0 |
| -Pastagens | 0-0,8 | 0,8-1,1 | 1,1-1,3 | 1,3 |
| -Áreas cultivadas | 0-0,9 | 0,9-1,4 | 1,4-1,7 | 1,7 |
| -Pavimentos | 0-2,6 | 2,6-4,0 | 4,0-5,2 | 5,2 |
| <i>Em canais:</i> | | | | |
| -Mal definidos | 0-0,6 | 0,6-1,2 | 1,2-2,1 | *** |
| -Bem definidos | Manning | Manning | Manning | Manning |

Tabela 13 – Velocidades médias (m/s)

- **Fórmula de Dooge.** Foi determinada para bacias rurais com áreas de drenagem variando de 140 a 930 km², servindo para os três tipos de escoamento descritos, embora seja mais apropriada para escoamentos em canais.

$$t_c = 21,88 \frac{A^{0,41}}{S^{0,17}}$$

onde A é a área de drenagem da bacia em km².

É recomendável que se calcule a velocidade média e compare o valor encontrado com os do quadro anterior. Também se recomenda que seja feita uma análise de sensibilidade do hidrograma de projeto com relação à rugosidade, número da curva e outros parâmetros que são determinados com alto grau de incerteza.

8 – ELEMENTOS DE MICRODRENAGEM URBANA DE OURINHOS

Os elementos principais da micro-drenagem que certamente deverão compor os sistemas da área urbana de Ourinhos são: os meio-fios, as sarjetas, as bocas-de-lobo, os poços de visita, as galerias, os condutos forçados, as estações de bombeamento e os sarjetões.

- *Meio-fio*: São constituídos de blocos de concreto ou de pedra, situados entre a via pública e o passeio, com sua face superior nivelada com o passeio, formando uma faixa paralela ao eixo da via pública.
- *Sarjetas*: São as faixas formadas pelo limite da via pública com os meio-fios, formando uma calha que coleta as águas pluviais oriundas da rua.
- *Bocas-de-lobo*: São dispositivos de captação das águas das sarjetas.
- *Poços de visita*: São dispositivos colocados em pontos convenientes do sistema, para permitir sua manutenção.
- *Galerias*: São as canalizações públicas destinadas a escoar as águas pluviais oriundas das ligações privadas e das bocas-de-lobo.
- *Sarjetões*: São formados pela própria pavimentação nos cruzamentos das vias públicas, formando calhas que servem para orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas.

8.1 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS COMPONENTES

- ***Traçado preliminar das galerias***: O traçado das galerias deve ser desenvolvido simultaneamente com o projeto das vias públicas e parques, para evitar imposições ao sistema de drenagem que geralmente conduzem a soluções mais onerosas. Deve haver homogeneidade na distribuição das galerias para que o sistema possa proporcionar condições adequadas de drenagem a todas as áreas da bacia.
- ***Coletores***: A rede coletora pode se situar sob o meio-fio ou sob o eixo da via pública, com recobrimento mínimo de 1,00 m e possibilitar a ligação das tubulações de escoamento das bocas-de-lobo, ligações estas que devem ter um recobrimento mínimo de 60 cm.
- ***Bocas-de-lobo***: Recomenda-se que a localização das bocas-de-lobo obedeçam os seguintes critérios: Quando for ultrapassada sua *capacidade de engolimento*, ou houver saturação da sarjeta, deve haver bocas-de-lobo em ambos os lados da via. Deverá haver bocas-de-lobo nos pontos mais baixos de

cada quadra. Se não se dispuser de dados sobre a capacidade de escoamento das sarjetas, recomenda-se um máximo espaçamento de 60 m entre as bocas-de-lobo. Não se recomenda colocar bocas-de-lobo nas esquinas, pois os pedestres teriam de saltar a torrente em um trecho de descarga superficial máxima para atravessar a rua, além de ser um ponto onde duas torrentes convergentes se encontram. A melhor localização das bocas-de-lobo é em pontos um pouco à montante das esquinas.

▫ **Poços de visita.** Sugere-se o uso das medidas constantes do quadro seguinte, que apresenta o espaçamento máximo recomendado para os poços de visita. Deve haver poços de visita nos pontos onde há mudança de direção, de declividade e de diâmetro e nos cruzamentos de vias públicas.

| Diâmetro do conduto (cm) | Espaçamento (m) |
|--------------------------|-----------------|
| 30 | 120 |
| 50 - 90 | 150 |
| 100 ou mais | 180 |

Tabela 14 – Espaçamentos entre poços de visita

▫ **Caixas de ligação:** Quando é necessária a construção de bocas-de-lobo intermediárias ou para evitar que mais de quatro tubulações cheguem em um determinado poço de visita, utilizam-se as chamadas caixas de ligação. A diferença entre as caixas de ligação e os poços de visita é que as caixas não são *visitáveis*.

9 – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS COMPONENTES

9.1 – RUAS E SARJETAS

A capacidade de descarga das sarjetas depende de sua declividade, rugosidade e forma. Se não houver vazão excessiva, o abaulamento das vias públicas faz com que as águas provenientes da precipitação escoem pelas

sarjetas. O excesso de vazão ocasiona inundação das calçadas, e as velocidades altas podem até erodir o pavimento. Pode-se calcular a capacidade de condução das ruas e sarjetas sob duas hipóteses:

- a) *Água escoando por toda a calha da rua.* Admite-se que a declividade da via pública seja de 3% e que a altura da água na sarjeta seja de 15 cm;
- b) *Água escoando somente pelas sarjetas.* Neste caso se admite que a declividade da via seja também de 3%, porém com 10 cm de altura da água na sarjeta. Para os dois casos, usa-se normalmente a fórmula de Chézy com coeficiente de Manning:

$$V = \frac{\sqrt{S}}{n} R_h^{2/3}$$

onde V é a velocidade na sarjeta em m/s, S é a declividade longitudinal da rua em m/m, R_h é o raio hidráulico e n é o coeficiente de rugosidade de Manning, adotado como 0,0167 para pavimentos comuns de vias públicas.

Deve-se levar em conta que as tensões de cisalhamento junto às paredes da sarjeta é irregular, devido à profundidade transversalmente variável, o que ocasiona um escoamento não-uniforme, mesmo quando em regime permanente. Se a água da sarjeta se acumula em torno da boca-de-lobo, as características da boca-de-lobo serão mais determinantes na altura do escoamento que a sarjeta.

9.2 – BOCAS-DE-LOBO

Há três tipos principais de bocas coletoras, como pode ser visto na figura seguinte.

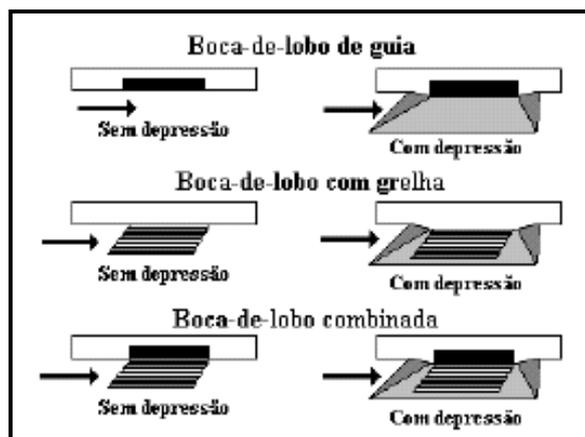


Figura 06 – Tipos de bocas-de-lobo

A água, ao se acumular sobre a boca-de-lobo com entrada pela guia, gera uma lâmina d'água mais fina que a altura da abertura no meio-fio, fazendo com que a abertura se comporte como um vertedouro de seção retangular, cuja *capacidade de engolimento* é:

$$Q = 1,7Ly^{3/2}$$

onde Q é a vazão em m³/s, y é a altura da lâmina d'água próxima à abertura da guia e L é o comprimento da soleira em metros.

Se a altura da água superar o dobro da abertura no meio-fio, a vazão é calculada pela seguinte expressão:

$$Q = 3,101Lh^{3/2} \sqrt{\frac{2y-h}{2h}}$$

onde h é a altura do meio-fio em metros. A opção por uma ou outra fórmula para $h < y < 2h$, fica a critério do projetista.

Para lâminas d'água de profundidade inferior a 12 cm, as bocas-de-lobo com grelha funcionam como um vertedouro de soleira livre, cuja equação é:

$$Q = 1,7Py^{3/2}$$

onde P é o perímetro do orifício. Se um dos lados da grelha for adjacente ao meio-fio, o comprimento deste lado não deve ser computado no cálculo do valor de P.

Se a profundidade da lâmina for maior que 42 cm, a vazão deve ser calculada por:

$$Q = 2,91A\sqrt{y}$$

onde A é a área livre da grade em m², ou seja: as áreas das grades devem ser excluídas. Como no caso anterior, o projetista deve se encarregar do critério a ser adotado para 12 cm < y < 42 cm.

Teoricamente, a capacidade de engolimento das bocas-de-lobo combinadas é aproximadamente igual à soma das vazões pela abertura na guia e pela grelha. A seguinte mostra detalhes de bocas-de-lobo em corte longitudinal.

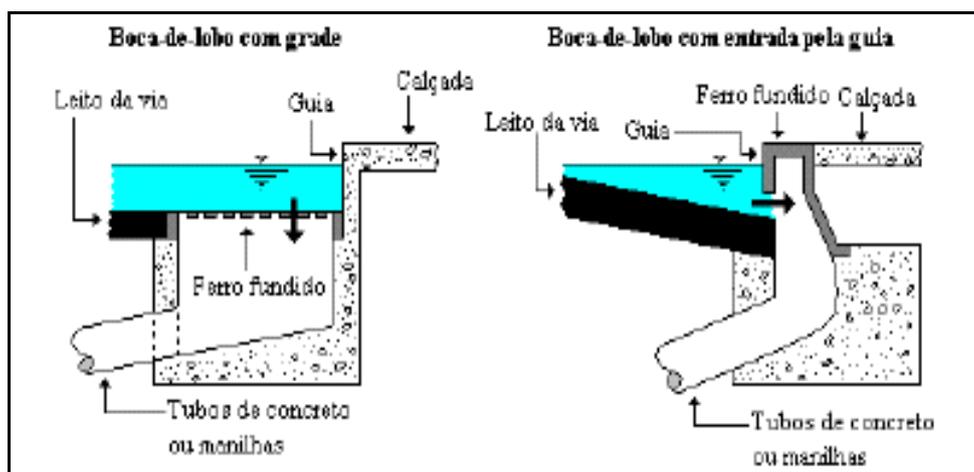


Figura 07 – Bocas-de-lobo

9.3 – GALERIAS

O dimensionamento das galerias é feito através das equações de Chézy, Manning e outras expressões adotadas para o escoamento da vazão de projeto em regime permanente uniforme. O problema principal é a determinação das declividades e dimensões mais econômicas. No entanto, as normas seguintes podem orientar a escolha desses parâmetros:

- ✓ Os condutos devem ser calculados para escoamento permanente e uniforme à seção plena, e com velocidade não inferior a 76 cm/s;
- ✓ Deve-se adotar condutos de no mínimo 30 cm de diâmetro para evitar obstruções;
- ✓ Nunca se deve diminuir as seções à jusante, pois qualquer detrito que venha a se alojar na tubulação deve ser conduzido até a descarga final;

- ✓ Para que se minimize o volume de escavação, a declividade dos condutos deve se adaptar o mais que for possível à declividade do terreno;

- ✓ Os ajustes nas conexões de condutos de seções diferentes deve ser feito pela geratriz superior interna. Porém, isto não se aplica a junções de ramais secundários que afluem em queda aos poços de visita.

9.4 – POÇOS DE VISITA

Além de proporcionar acesso aos condutos para sua manutenção, os poços de visita também funcionam como caixas de ligação aos ramais secundários. Portanto, sempre deve haver um poço de visita onde houver mudanças de seção, de declividade ou de direção nas tubulações e nas junções dos troncos aos ramais.

Geralmente, os poços são construídos de concreto, tijolos, blocos de concreto ou metal corrugado. A seguinte ilustra a forma mais usual de poços de visita de concreto ou de tijolos. O fundo do poço é, geralmente, de concreto e possui uma canaleta de seção semi-circular para o escoamento da água. Os ramais podem ser ligados diretamente ao poço, como mostrado na figura 6.a, ou pode-se, através de uma queda externa, ligá-los ao fundo do poço (figura 6.b). Quando a queda exceder 60 cm, normalmente, adota-se esta última solução. Se os condutos tiverem diâmetro superior a 1,20 m, o poço deve ser construído como esquematizado na figura seguinte.

As tampas dos poços, assim como as molduras onde se encaixam, devem ser de ferro fundido com peso variando entre 90 kg (quando submetida a tráfego leve) e 270 kg (em vias principais). As tampas não podem ser lisas para evitar que os veículos derrapem ao trafegar sobre elas. É aconselhável que as tampas sejam aferrolhadas, se houver possibilidade de saltarem por pressão de águas refluídas ou por explosão de gás de esgoto.

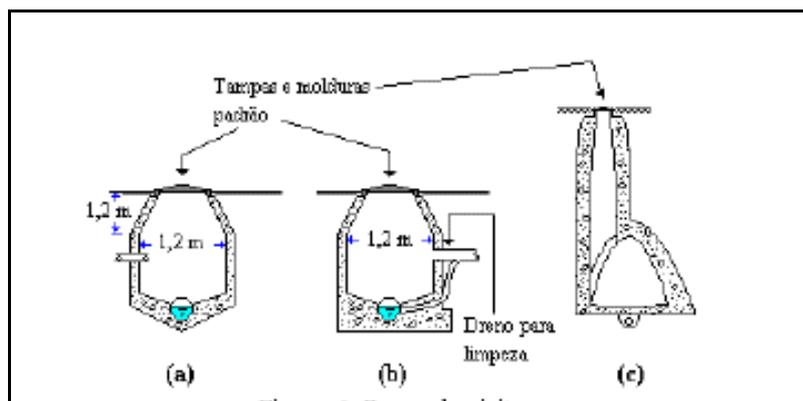


Figura 08 – Poços de visita

9.5 – REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO

No caso das sarjetas de pequena declividade, multiplica-se o valor da capacidade calculada por um fator de redução que considera a obstrução por sedimentos. Recomenda-se o uso dos dados constantes do quadro seguinte:

| Declividade da sarjeta | Fator de redução |
|------------------------|------------------|
| 0,4 % | 0,50 |
| 1,0 % a 3,0 % | 0,80 |
| 5,0 % | 0,50 |
| 6,0 % | 0,40 |
| 8,0 % | 0,27 |
| 10,0 % | 0,20 |

Tabela 15 – Fatores de redução do escoamento nas sarjetas

Tanto a obstrução ocasionada por detritos como a irregularidade do pavimento das vias públicas próximo às sarjetas fazem com que a capacidade real de engolimento das bocas-de-lobo seja inferior à calculada. Esta redução pode ser estimada por meio do quadro seguinte:

| Localização na sarjeta | Tipo de boca-de-lobo | Fator de redução |
|------------------------|---|---|
| Ponto baixo | De guia | 0,80 |
| | Com grelha | 0,50 |
| | Combinada | 0,65 |
| Ponto intermediário | De guia | 0,80 |
| | Com grelha longitudinal | 0,60 |
| | Com grelha transversal ou longitudinal com barras | 0,60 |
| | transversais combinada | 110% dos valores indicados para a grelha correspondente |

Tabela 16 – Fatores de redução da capacidade de engolimento das bocas-de-lobo

Finalizando esta etapa, além dos mapas citados na definição das bacias de drenagem, é apresentado também um mapa geral com o cadastro das galerias existente (Folha 01 – Levantamento Planialtimétrico Cadastral), e Mapa de Declividades (Folha 02) que é apresentado no mapa referente à malha urbana do município de Ourinhos.

Para as fases seguintes do projeto, estão previstos todos os dimensionamentos hidráulicos/hidrológicos, bem como o detalhamento de todo o sistema de drenagem existente e proposto, considerando os diâmetros apropriados para cada situação.

Será apresentado também um esboço das eventuais soluções encontradas para os possíveis problemas de criticidade que ocorrem no município de Ourinhos, enfocando a melhor solução a ser adotada, bem como as respectivas estimativas de custos.



Figura 09 – Vista aérea do município de Ourinhos –

Ourinhos, Julho de 2012.

**MEP CONSULTORIA E AMBIENTAL LTDA.
Eng Civil . ANDRE PAVARINI
CREA: 5061281496**

