

# PLANO DE MACRODRENAGEM MICRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE SAGRES - SP



Maio/2010



## ÍNDICE

<b>1.- APRESENTAÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2.- INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>3.- CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SAGRES</b>	<b>5</b>
3.1.- Caracterização Física	16
3.2.- Saneamento e Resíduos Sólidos	18
3.3.- Acervo e base de dados do município	18
3.4.- Hidrologia Regional	19
<b>4.- DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO</b>	<b>20</b>
<b>5.- CONSEQÜÊNCIAS DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM DAS BACIAS RURAIS DE SAGRES</b>	<b>21</b>
<b>6.- O ESTUDO DA MACRO-DRENAGEM DE SAGRES</b>	<b>24</b>
<b>7.- HIDROLOGIA URBANA DE SAGRES</b>	<b>26</b>
Classificação das Bacias Urbanas de Sagres	26
Período de Retorno	26
Tempo de Concentração	28
<b>8.- ELEMENTOS DE MICRO-DRENAGEM URBANA DE SAGRES</b>	<b>31</b>
8.1.- Distribuição Espacial dos Componentes:	32
<b>9.- DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS COMPONENTES</b>	<b>33</b>
9.1.- Ruas e Sarjetas:	33
9.2.- Bocas-de-Lobo:	34
9.3.- Galerias:	35
9.4.- Poços de Visita:	36
9.5.- Redução da Capacidade de Escoamento:	36
<b>10.- RELATÓRIO FOTOGRÁFICO</b>	<b>38</b>
<b>11.- RELATÓRIO TOPOGRÁFICO</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>44</b>



## 1.- APRESENTAÇÃO

---

Este 1º. Relatório Técnico de Andamento das Atividades do Estudo de Macro Drenagem do Município de Sagres tem como objeto de pesquisa a área urbana desta importante cidade do interior do Estado de São Paulo. A região desempenha relevante função hidrológica, ambiental e agrícola na Bacia Hidrográfica do rio do Peixe.

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 Sagres.

O diagnóstico e os conceitos ora aqui apresentados tem 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 quais 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 Sagres, 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 o fundo do vale,( Rua Dr. Getúlio Vargas e Término da Rua Afonso Pena) onde o escoamento é topograficamente bem definido. O escoamento no fundo do vale é o que determina o chamado *Sistema de Macro-Drenagem*, que será o objeto do nosso estudo. O sistema responsável pela captação da água pluvial e sua condução até o sistema de macro-drenagem é denominado *Sistema de Micro-drenagem*.

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 Sagres poderão ser resolvidos, destacam-se a existência de:

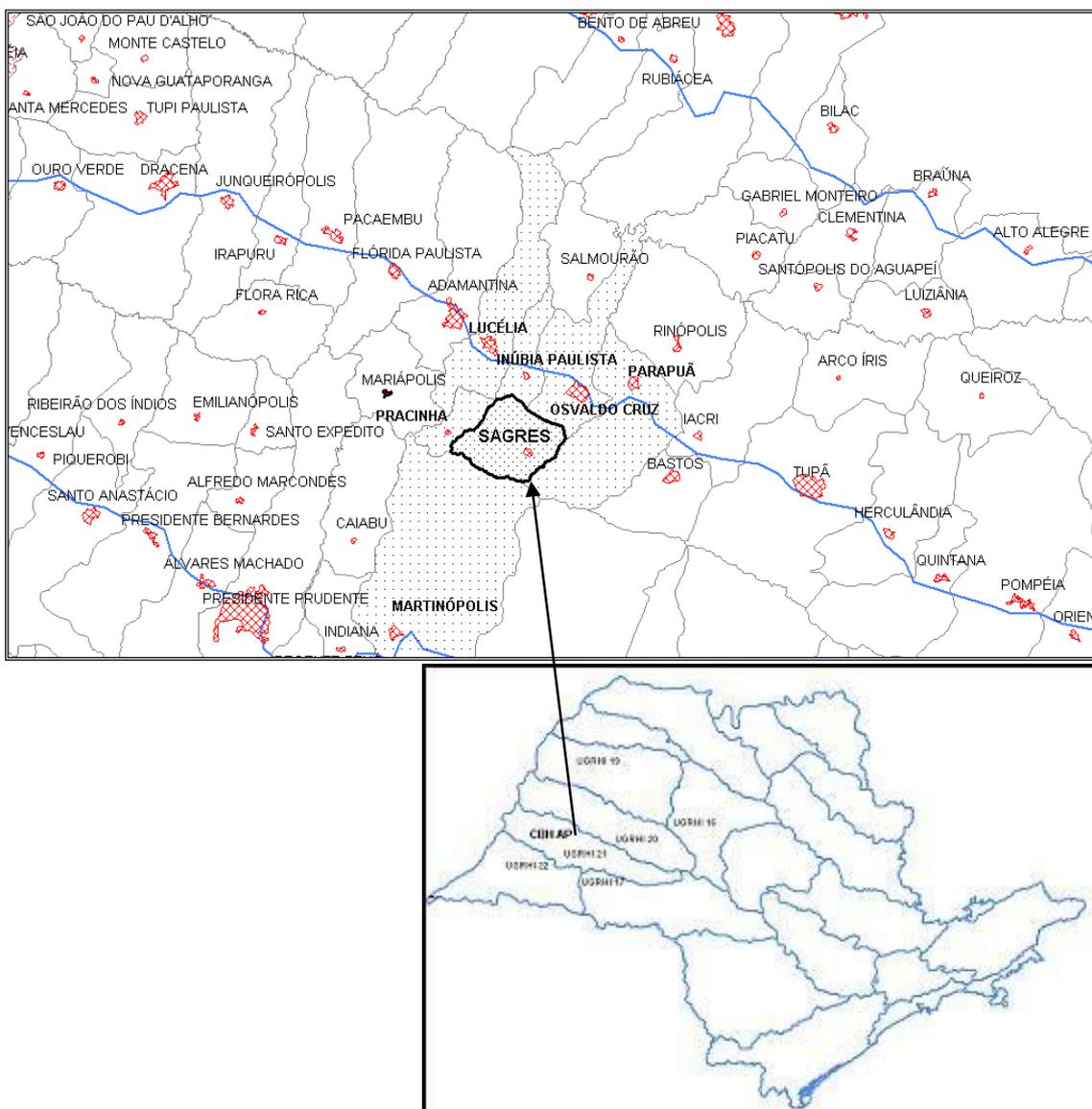
- 1)- meios legais e institucionais para que se possa elaborar uma política factível de drenagem urbana;
- 2)- uma política de ocupação das várzeas de inundação, que não entre em conflito com esta política de drenagem urbana;
- 3)- recursos financeiros e meios técnicos que possam tornar viável a aplicação desta política;
- 4)- entidades capazes de desenvolver as atividades de comunicação social e promover a participação coletiva;
- 5)- 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 prazos. Por fim, mas não menos importante, a opinião pública deve ser esclarecida através da organização de campanhas educativas.



### 3.- CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SAGRES

De acordo com o Termo de Referência apresentado pela Prefeitura, o município de SAGRES tem sua sede localizada na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe (UGRHI 21). o que faz pertencer ao Comitê das Bacias do Aguapeí / Peixe – CBH AP. A figura abaixo ilustra a localização de SAGRES nas Bacias Hidrográficas.



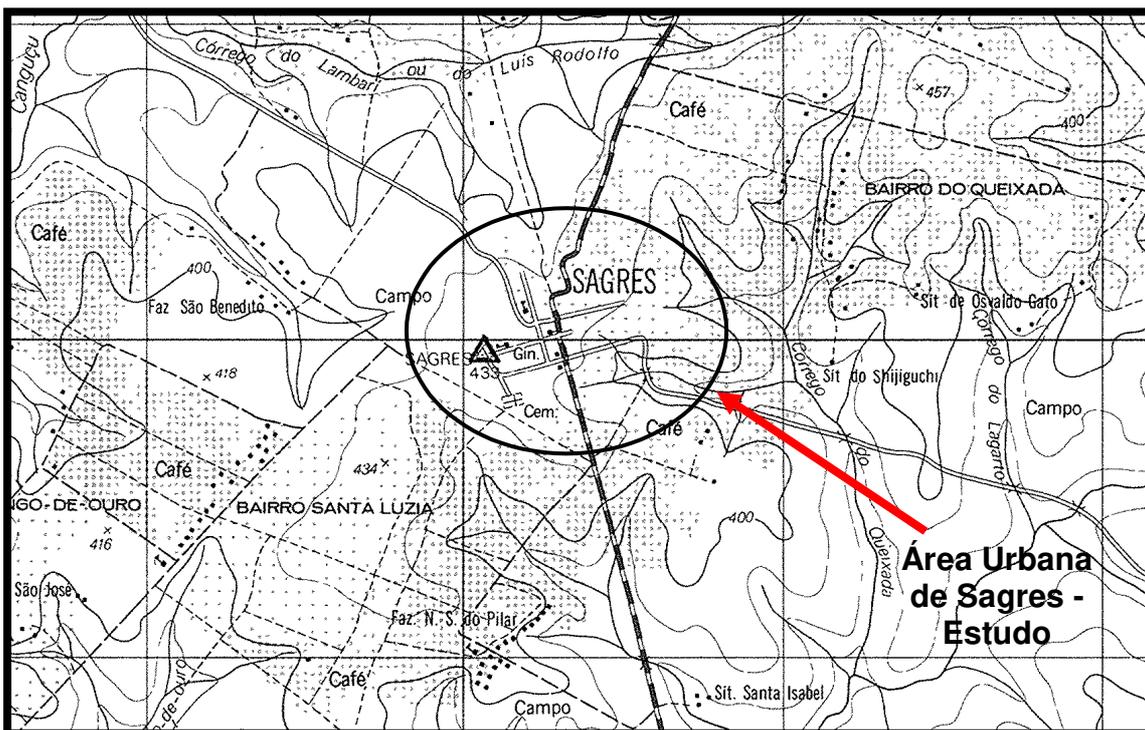


Figura – Carta do IBGE (esc. 1:50.000)

SAGRES pertence a Região de Governo de Adamantina e Administrativa de Presidente Prudente, O Município de Sagres faz divisa com os seguintes municípios

100% do território municipal do município de SAGRES, ta localizada na bacia do Rio do Peixe.

Quanto ao perfil sócio-econômico, Sagres apresenta os seguintes dados:

População Seade (2010): 2.276 hab.

Descrição	Ano	Município	Reg. Gov.	Estado
<u>Área (Em km2)</u>	2010	148,93	2.934,86	248.209,43
<u>População</u>	2010	2.276	137.947	42.136.277
<u>Densidade Demográfica (Habitantes/km2)</u>	2010	15,28	47	169,76
<u>Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População - 2000/2010 (Em % a.a.)</u>	2010	-0,7	0,58	1,32
<u>Grau de Urbanização (Em %)</u>	2009	77,4	85,56	93,76
<u>Índice de Envelhecimento (Em %)</u>	2010	77,92	88,13	48,56
<u>População com Menos de 15 Anos (Em %)</u>	2010	19,9	17,81	22,86
<u>População com 60 Anos e Mais (Em %)</u>	2010	15,51	15,7	11,1
<u>Razão de Sexos</u>	2010	101,59	103,78	95,61

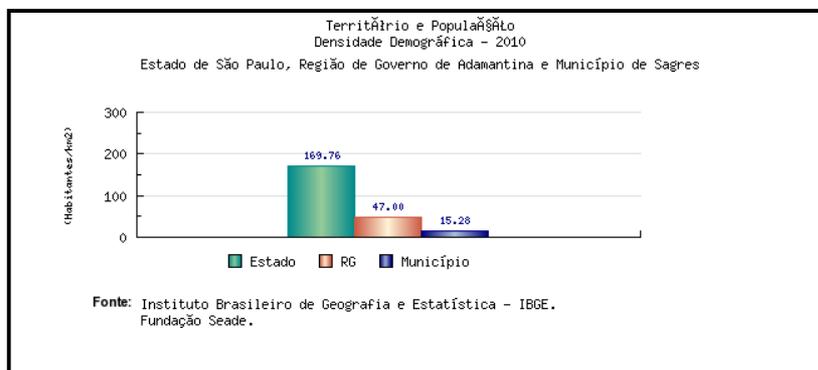
<b>Estatísticas Vitais e Saúde</b>	<b>Ano</b>	<b>Município</b>	<b>Reg. Gov.</b>	<b>Estado</b>
<a href="#">Taxa de Natalidade (Por mil habitantes)</a>	2008	12,61	10,52	14,63
<a href="#">Taxa de Fecundidade Geral (Por mil mulheres entre 15 e 49 anos)</a>	2008	49,49	40,49	51,76
<a href="#">Taxa de Mortalidade Infantil (Por mil nascidos vivos)</a>	2008	-	18,03	12,56
<a href="#">Taxa de Mortalidade na Infância (Por mil nascidos vivos)</a>	2008	-	20,11	14,56
<a href="#">Taxa de Mortalidade da População entre 15 e 34 Anos (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)</a>	2008	-	112,61	120,75
<a href="#">Taxa de Mortalidade da População de 60 Anos e Mais (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)</a>	2008	1.501,50	3.595,46	3.656,94
<a href="#">Mães Adolescentes (com menos de 18 anos) (Em %)</a>	2008	10,34	9,02	7,13
<a href="#">Mães que Tiveram Sete e Mais Consultas de Pré-natal (Em %)</a>	2008	86,21	81,04	76,89
<a href="#">Partos Cesáreos (Em %)</a>	2008	75,86	78	56,69
<a href="#">Nascimentos de Baixo Peso (menos de 2,5kg) (Em %)</a>	2008	6,9	7,14	9,03
<a href="#">Gestações Pré-termo (Em %)</a>	2008	3,45	6,69	8,27

<b>Habitação e Infraestrutura Urbana</b>	<b>Ano</b>	<b>Município</b>	<b>Reg. Gov.</b>	<b>Estado</b>
<a href="#">Domicílios com Espaço Suficiente (Em %)</a>	2000	92,84	93,76	83,16
<a href="#">Domicílios com Infraestrutura Interna Urbana Adequada (Em %)</a>	2000	92,84	94,02	89,29
<a href="#">Coleta de Lixo - Nível de Atendimento (Em %)</a>	2000	98,43	98,65	98,9
<a href="#">Abastecimento de Água - Nível de Atendimento (Em %)</a>	2000	97,76	99,46	97,38
<a href="#">Esgoto Sanitário - Nível de Atendimento (Em %)</a>	2000	92,17	87,91	

### **Definições:**

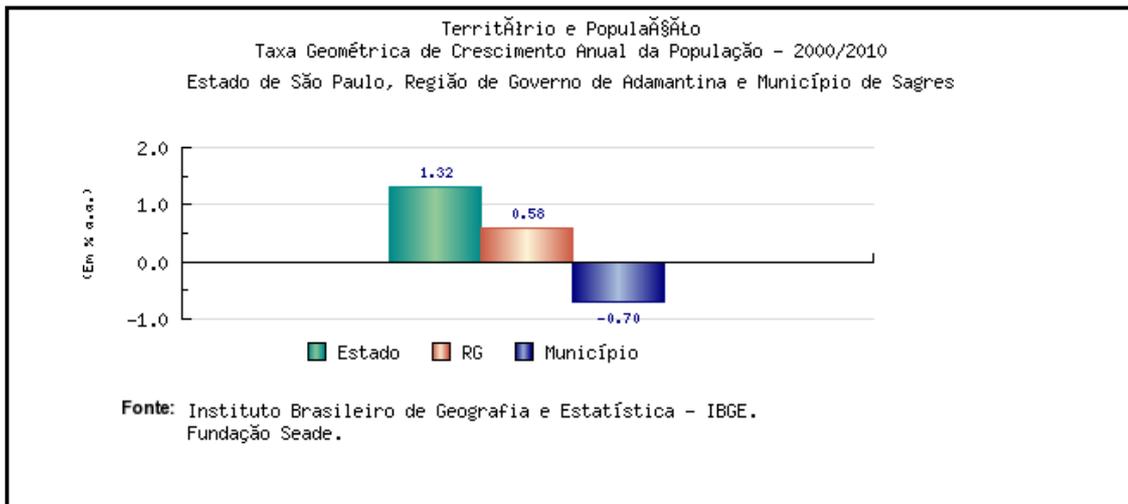
#### *Densidade Demográfica:*

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.



#### *Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População - 2000/2008:*

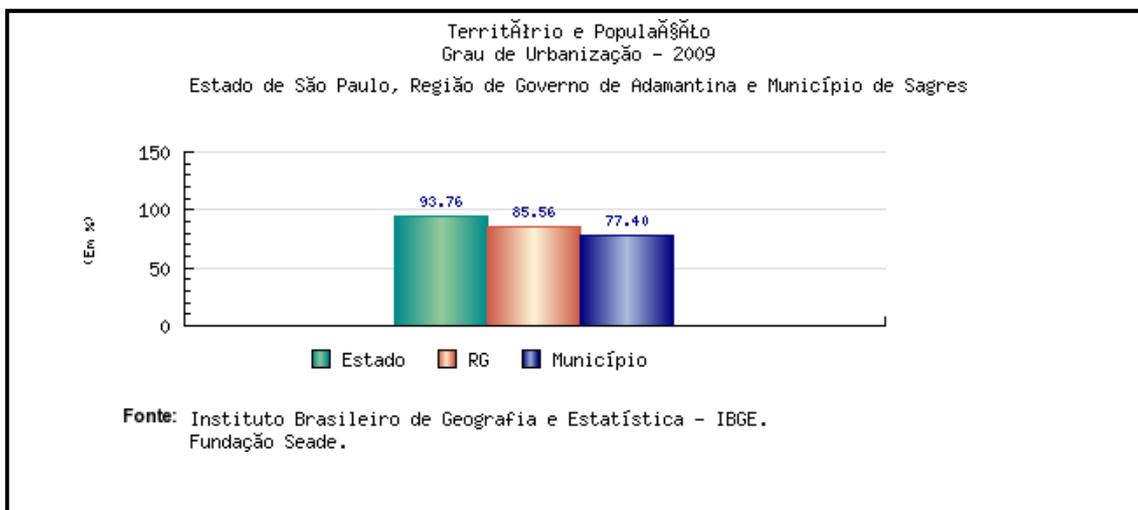
Expressa em termos percentuais o crescimento médio da população em um determinado período de tempo. Geralmente, considera-se que a população experimenta um crescimento exponencial também denominado como geométrico.



### *Grau de Urbanização:*

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

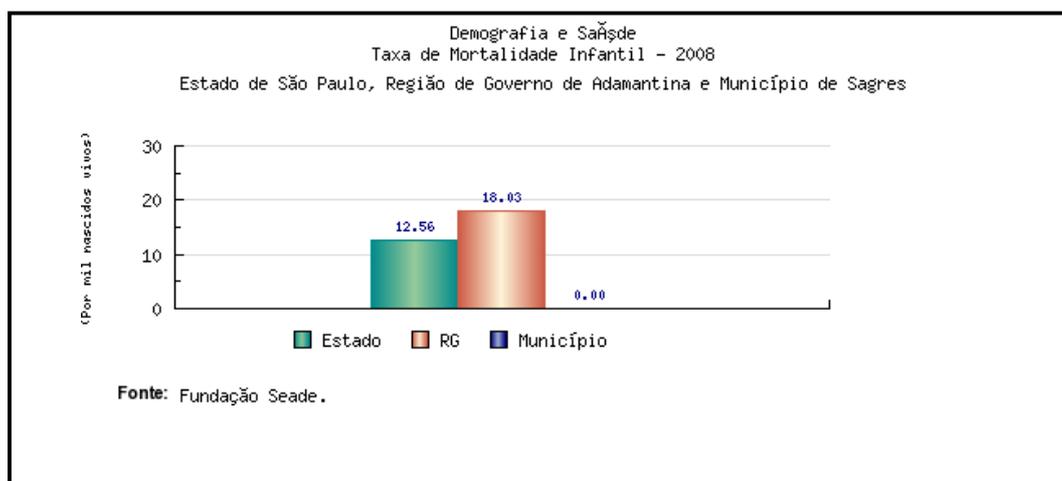
$$\text{Grau de Urbanização} = \frac{\text{População Urbana}}{\text{População Total}} \times 100$$



### 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:

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



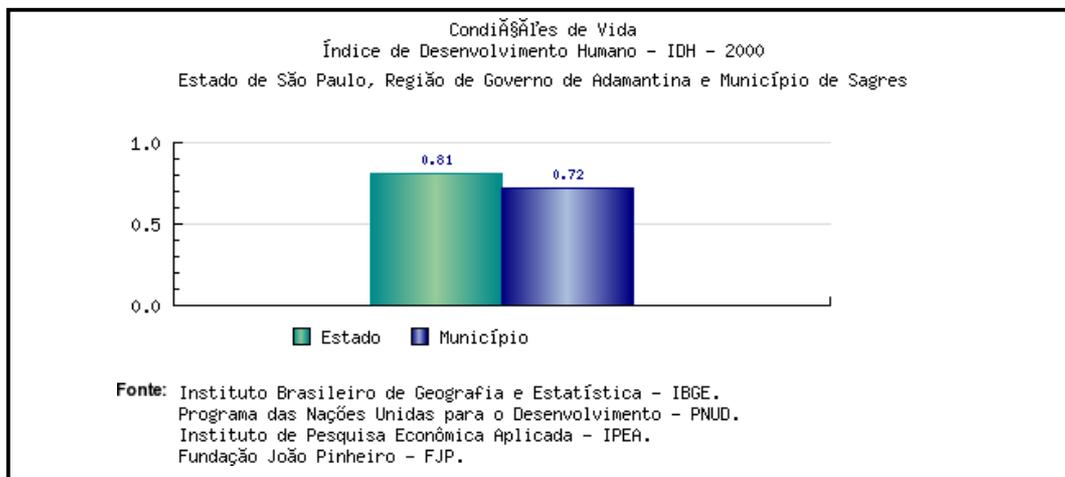
### Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM:

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:

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

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:

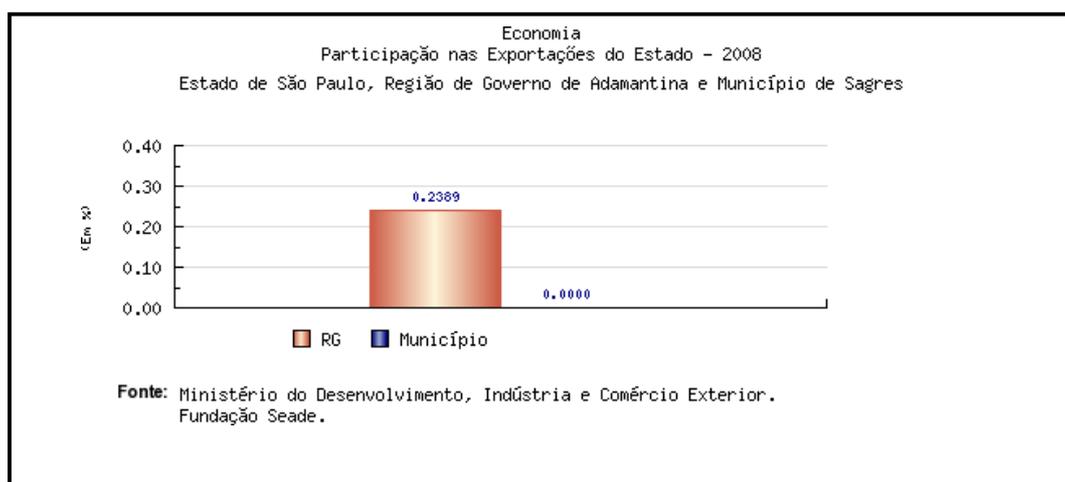
Baixo desenvolvimento humano, quando o IDHM for menor que 0,500;  
 Médio desenvolvimento humano, para valores entre 0,500 e 0,800;  
 Alto desenvolvimento humano, quando o índice for superior a 0,800.



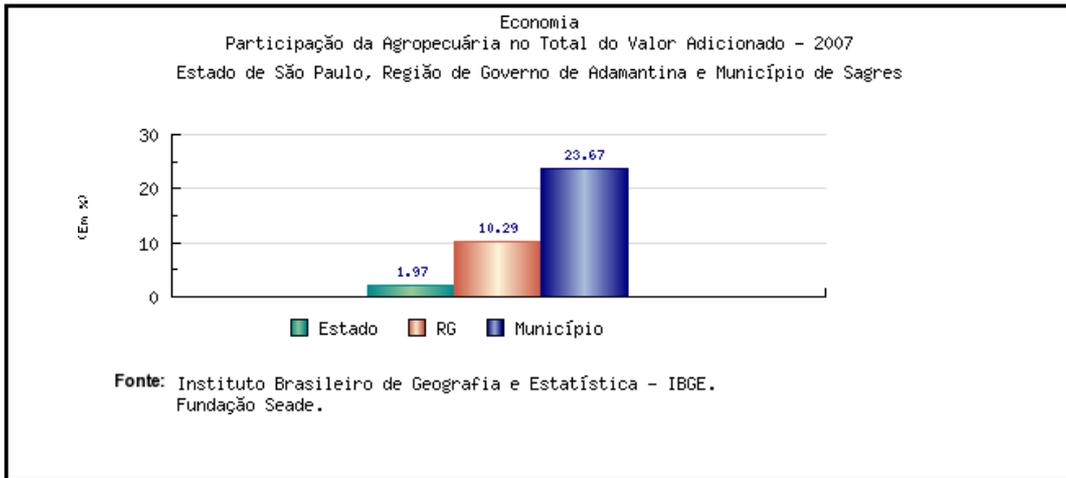
Outros indicadores também ilustram a representatividade da economia do município de Sagres. Dentre eles, podemos destacar:

- Participação nas Exportações 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 no PIB do Estado

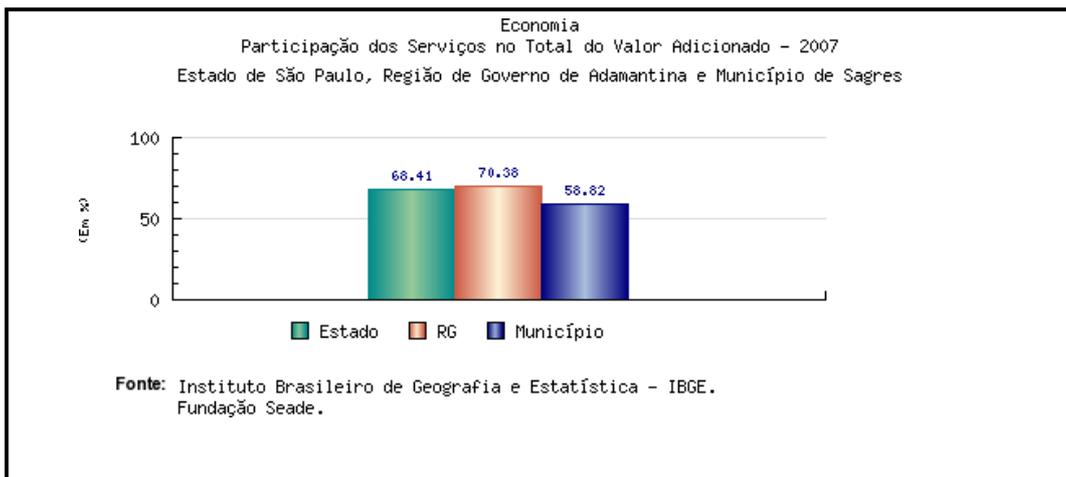
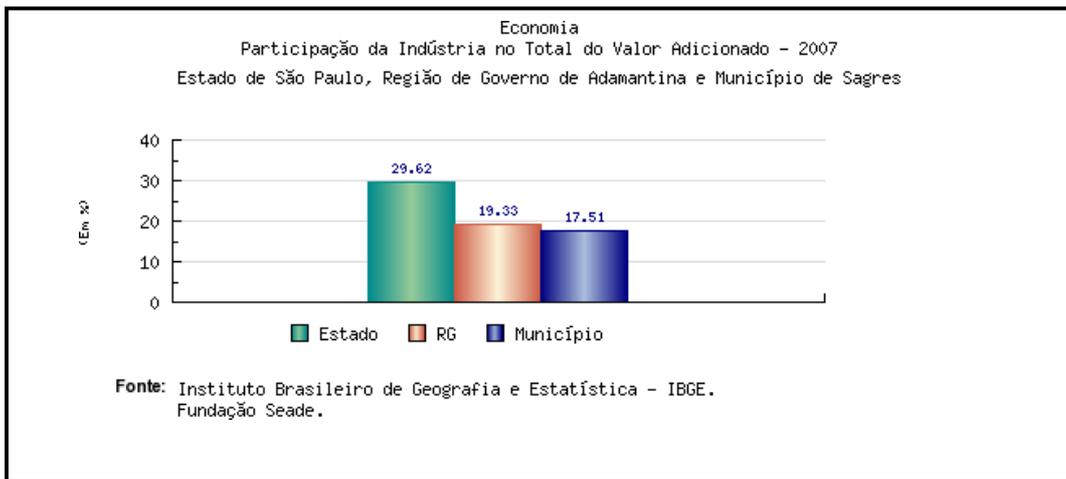
A participação municipal nas exportações corresponde o quanto essa região exporta em relação ao valor total exportado pelo Estado de SP.



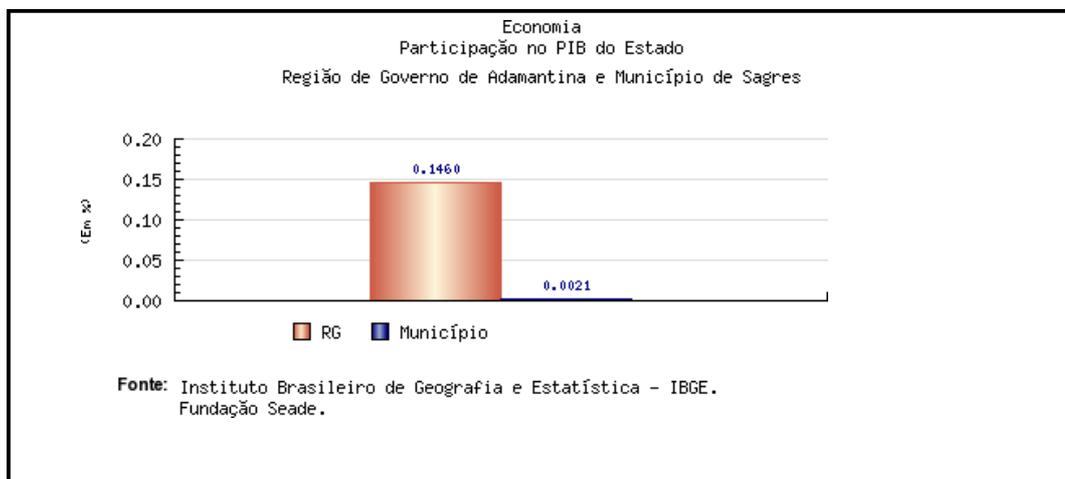
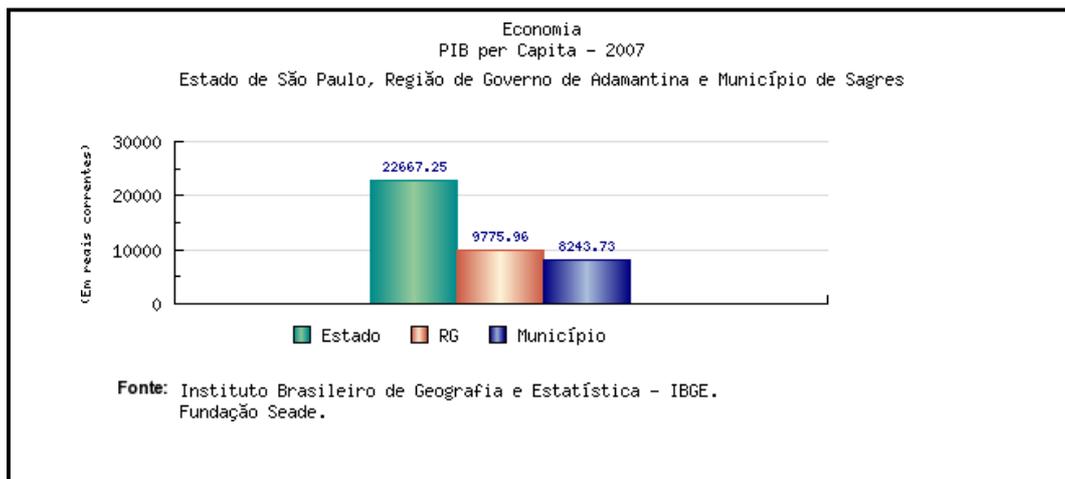
O valor adicionado do setor agropecuário é o valor que a atividade Agropecuária agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo.



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



Com relação ao PIB de Sagres, 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.



### - Política Urbana

A população do município de Sagres não teve um aumento considerado, poré, de acordo com as políticas publicas junto a secretaria da Habitação implanta-se Loteamentos Urbanos na área do município, com a demanda de infra-estrutura urbana, e a impermeabilização do solo, percebe-se impactos diretos nos fundos de vales.

Em relação aos dispositivos legais para a gestão urbana, Sagres não dispõe de Plano Diretor

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 Estatuto trouxe a obrigatoriedade dos municípios elaborarem seus Planos Diretores.

Outro instrumento importante para o planejamento das cidades, que vem sendo implantado dentro do CBH-AP, 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, praticas agrícolas equivocadas, bem como da falta de projetos técnicos por parte da maioria das prefeituras.

- *Uso do Solo Rural*

- Principais culturas identificadas no território do Município de Sagres

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 Sagres, as mais importantes modalidades de uso e ocupação do solo rural e as principais culturas existentes na região são apresentadas nos Quadros seguintes.

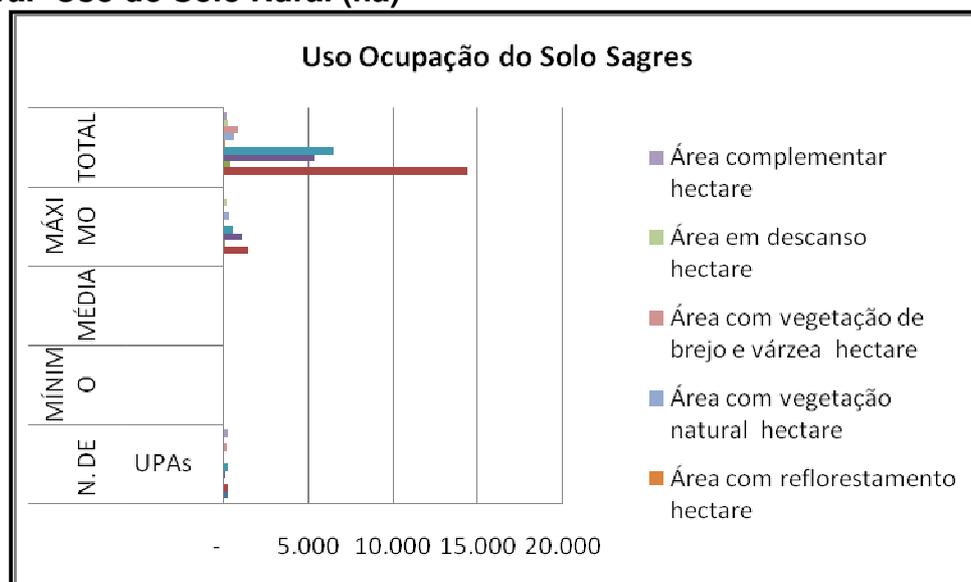
**Quadro.- Uso do Solo Rural (ha)**

Município	Cultura Perene	Cultura Temporária	Reflorestamento	Pastagem	Vegetação Brejo e Várzea	Vegetação Natural
Sagres	455,6	5.325,60	85,6	6.514,10	874,70	668,30

Fonte: CATI - Projeto LUPA

Considerando uma área Total de 14.493,10 há,e analisando os dados apresentados no quadro acima, verifica-se que o uso e ocupação do solo rural no município de Sagres é na maioria pastagens com (44,94%) e Culturas temporárias com (36,74%). As culturas perenes Brejo e varzea se equiparam,com (3,14 %) e (6,03%) respectivamente Quanto à vegetação natural, (4,61%) . Já ao reflorestamento, no município ocorre muito pouco apenas (0,60%), fato este que pode implicar numa política para este seguimento de recuperação ambiental.

**Figura.- Uso do Solo Rural (ha)**



### Culturas Perenes (Permanentes):

Entende-se por culturas (lavouras) perenes 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 Sagres a área que corresponde a este tipo de cultura é bem pequena, como pudemos observar no quadro acima. Porém, para efeito de exemplo, em geral essas culturas são: os pomares (laranja, limão, tangerina), a amora, o café, 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.

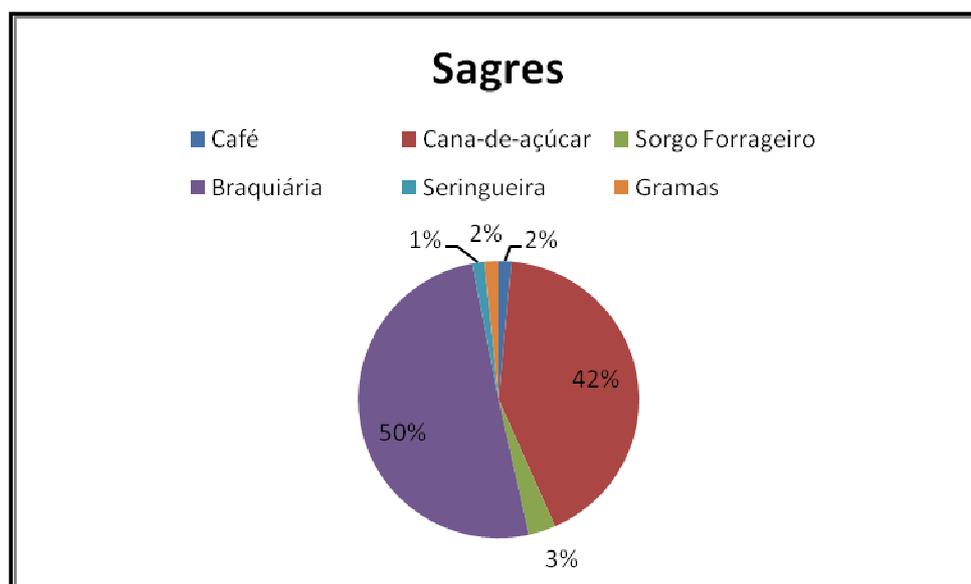
Como exemplos de lavouras temporárias podemos citar as mais cultivadas no município de Sagres como a cana-de-açúcar, o milho, o algodão, dentre outras.

### **Quadro.- Principais Cultivos (ha)**

Município	Café	Cana-de-açúcar	Sorgo Forrageiro	Braquiária	Seringueira	Gramas
Sagres	172,30	4.931,50	367,70	5.935,90	164,50	190,60

Fonte: CATI - Projeto LUPA

### **Figura.- Principais culturas (ha)**



- Principais atividades de exploração animal no Município de Sagres

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 Sagres se dá como ilustrado no Quadro seguinte:

#### Quadro.- Exploração Animal no município de Sagres

ATIVIDADE		QUANTIDADE
Ovinocultura		250,0 cabeças
Bovinicultura	corte	2.679,0 cabeças
	mista	5.568,0 cabeças
	leite	554,00 cabeças
Suinocultura		73 cabeças

Fonte: CATI - Projeto LUPA

Analisando o quadro verificamos a forte aplicação da Bovicultura, seguida pela Ovinocultura, no município de Sagres

#### 3.1.- Caracterização Física

O perímetro urbano e todo o território do município de SAGRES está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Peixe. A Usina Hidroelétrica de Quatiara, lança suas águas pós represamento no Rio do Peixe no município de sagres, onde sofre impactos relevantes quando ao assoreamento devido às descargas de fundo da mesma. Os córregos que tem sua nascentes próximo a malha urbana do município de sagres, são Córrego do Queixada, Córrego do Lambari.

A Formação Santo Anastácio aflora na área objeto dos estudos, em áreas que acompanham as cotas mais baixas dos vales dos rios Aguapeí e Peixe, próximos ao rio Paraná. Em subsuperfície, litologias atribuíveis à Formação Santo Anastácio estendem-se para leste, até a região de SAGRES na bacia do rio do Peixe e Salmorão no rio Aguapeí. Esta distribuição indica que o embaciamento em que se acumulou esta formação transgrediu sobre o embaciamento Caiuá, embora em continuidade tectônica e sedimentar. Encontra-se o Arenito Santo Anastácio jazendo ora sobre o Caiuá, ora recobrimo diretamente o embasamento basáltico.

O relevo regional é composto por colinas amplas, apresentando declividades predominantes inferiores a 15% e amplitudes locais de até 100 m, predominam no relevo regional. A carta de declividades (clinométrica) elaborada para a área de estudo apresentou classes de 0 a 3% e de 3 a 6% como as predominantes.

Pedologicamente, predominam solos do tipo latossolo vermelho-amarelo fase arenosa. Próximo as linhas de drenagem ocorrem solos hidromórficos e depósitos aluvionares. Geotecnicamente, os perfis de alteração são caracterizados por um horizonte de 6 a 8 m de solo superficial arenoso, homogêneo e de cor vermelha-castanho.



De acordo com os dados do Relatório Zero, tanto do Aguapeí/Peixe, como do Médio Paranapanema, o município de SAGRES se encontra nas áreas de **CRITICIDADE MUITO ALTA E ALTA** quanto aos processos erosivos.

Segundo os Relatórios Zeros destes Comitês, os trabalhos que permitiram a identificação das ocorrências de ravinas, boçorocas e corpos de assoreamento existentes região, foram realizados a partir de interpretação de fotografias aéreas, em escala 1:25.000, permitindo localizá-las em cartas topográficas, escala 1:50.000, e posterior lançamento nos mapas de Potencial Natural de Erosão e de Sub-Bacias Críticas. Esses mapas apresentam a distribuição das feições erosivas lineares (ravinas e boçorocas) levantadas através de fotografias aéreas e dados de cadastros de campo de erosões urbanas executados pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Os corpos de assoreamento foram identificados, praticamente, em todos os fundos de vale com processos erosivos instalados nas áreas a montante das drenagens, ocorrendo de forma generalizada em todas as sub-bacias de alta e muito alta criticidade.

Têm suas causas associadas principalmente ao processo desorganizado de urbanização. Quase todas as boçorocas estão ligadas ao lançamento de águas de chuva e esgoto, diretamente ou através do arruamento, em pequenos vales ou nos córregos. A erosão provocada pela grande quantidade de águas assim lançadas, já é suficiente para deixar o problema bastante grave. Quando surge a água subterrânea no fundo e nas paredes da boçoroca, sua ação erosiva torna-se ainda mais complexa e acelerada, evoluindo em direção aos bairros mais altos e, por vezes, com abatimentos bruscos do terreno em áreas descalçadas por erosão interna (*piping*).

Quando as águas são conduzidas por sistemas de captação apropriados, normalmente o problema tem origem no ponto de lançamento das águas, sendo comum o subdimensionamento das obras terminais de dissipação e falta de manutenção e conservação .

O problema agrava-se em função da necessidade de lançamento das águas pluviais e servidas em drenagens próximas às zonas urbanas, que não comportam um grande incremento de vazão, sofrendo rápido entalhamento e alargamento do leito. Os incrementos brutais das vazões, por ocasião das chuvas, aliando-se às variações do nível freático, conferem ao processo erosivo remontante uma dinâmica acelerada. Tais fenômenos, que se desenvolvem em área urbanizada, colocam em risco a segurança e os recursos econômicos da população local. Em anexo são apresentadas fotos de algumas erosões que assolam a área urbana da cidade.



### 3.2.- Saneamento e Resíduos sólidos

a SABESP opera o sistema de água e esgoto do município. Segundo o último Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2007, elaborado pela CETESB, o município de SAGRES apresenta os seguintes números quanto ao esgotamento sanitário:

Atendimento (%)		Carga Poluidora KgDBO/ano	Corpo Receptor
Coleta	Tratam.	Potencial	
100	100	31.390,0	Córrego do Queixada

A eficiência do tratamento é de 82%.

Já o nível de atendimento ao abastecimento de água tratada para a população urbana do município gira em torno de 100%.

Quanto aos resíduos sólidos, de acordo com a CETESB (2007), a situação se encontrava ADEQUADA, com o município gerando algo em torno de 0,09077 ton/ano: de lixo.

### 3.3.- Acervo e base de dados do município

O município de SAGRES não conta com nenhum estudo específico sobre drenagem urbana.

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 o 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.

### 3.4.- Hidrologia Regional

Quanto aos cursos d'água que permeiam o município de Sagres, podemos destacar os Córrego do Queixada, Ribeirão do Canguçu, Córrego do Lambari e o Rio do Peixe

Quanto aos postos pluviométricos, pluviográficos e fluviométricos, de acordo com o banco de dados do DAEE, no município de SAGRES não existem postos pluviométrico podendo ser usados o de Oswaldo Cruz como índice de chuvas

### Disponibilidade Hídrica

De acordo com os Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, bem como no Plano da Bacia Hidrográfica dos Rios Aguapeí e Peixe (CBH-AP), o município de Sagres encontra-se inserido nas Sub-bacia do Baixo Peixe, apresentado um confortável quadro em relação à quantidade de água nesses cursos d'água, conforme podemos observar no quadro seguinte.

### Disponibilidade Hídrica

Formadores do Rio do Peixe													
Curso D' Água	Área	Q <sub>7/10</sub>	Q <sub>méd</sub>	Q <sub>7/10</sub>	Q <sub>méd</sub>	Soma a cumulada		Quant.		Soma acumulada		Vazão disp. Q <sub>7-10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Vazão disp. Q <sub>médio</sub> (m <sup>3</sup> /s)
						Q <sub>7-10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>méd</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Captada	Lançada	Captação	Lançam.		
Rib.Negrinha	135,71	357,87	998,57	0,35787	0,99857	12,64	35,17	0,0790	0,0500	0,8605	0,4058	13,10	35,6217

Fonte: Relatório Zero

**Clima:** A região do extremo sudoeste do Estado de São Paulo, na qual se localiza a bacia do Rio do Peixe e Aguapeí, caracteriza-se, segundo NIMER (1977), por clima tropical quente e úmido (com chuvas de verão), e com 1 a 2 meses de estação seca (inverno). A precipitação média anual é de 1.250mm, e a temperatura média anual superior a 18°C. O mês mais chuvoso é janeiro, com precipitação média de 200mm, e o mais seco é julho, com precipitação média de 25 mm.

#### 4.- DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Para efeito dos Estudos da Macrodrenagem do Município de Sagres, primeiramente diagnosticou-se, com base na Cartografia elaborada pelo município em escala 1:100.000, todas as principais bacias hidrográficas que integram o território de Sagres, conforme ilustrado no mapa em anexo.

Ao todo foram definidas Sub-bacias de drenagem, sendo que na área urbana praticamente não há córregos que cruzam o município porém caracterizam-se por áreas nascentes

- ***Bacia 1 – Bacia do Córrego do Queixada ( Córrego da Negrinha )***
- ***Bacia 2 – Bacia do Córrego do Lambari ou do Luis Rodolfo***
- ***Bacia 3 - Bacia do Córrego Pingo de Ouro***

## 5.- CONSEQÜÊNCIAS DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM DAS BACIAS RURAIS DE SAGRES

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, no caso da parte sul do município o Córrego do Queixada, 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.

Já em relação aos Rios do Peixe e Aguapeí (parte baixa), por não sofrerem influência direta da urbanização, os mesmos estão vulneráveis às práticas agrícolas aplicadas pelos usuários do solo do município, que a cada vez mais, este solo está sendo usado para o plantio de cana de açúcar. Estas práticas agrícolas associadas à drenagem incorreta da área trazem para os cursos d'água a tão falada Poluição Difusa.

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.

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 Sagres, possuem relevância bastante significativa. Devido a suas características particulares, os impactos não-hidrológicos mais importantes no que concerne à drenagem urbana em Sagres são provenientes da ocupação do solo e do comportamento social de sua população.

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.

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 possa 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.

A drenagem secundária é, então, sobrecarregada pelo aumento da vazão, fazendo com que ocorram impactos maiores na macro-drenagem, principalmente Córrego do Queixada.

As nascentes do Córrego do Queixada, propriamente na parte sul do município de sagres, sofre com o carreamento de solo de dois trechos de galerias pluviais mal dimensionados, ocorrendo o início de processo erosivo que pode-se notar nos projetos em anexo ao relatório.

Nota-se que os impactos de características não-hidrológicas nas drenagem urbanas e rural 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, cabe 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 devem ser adotados antes que o espaço seja ocupado. Já para a questão rural, para se obter um resultado satisfatório, com solo proporcionando produção, manancial sendo abastecido com água de qualidade e com ganhos ambientais expressivos, temos que ter sempre em mente o desenvolvimento de trabalhos, tais como:

#### Práticas Edáficas:

- Manutenção da cobertura vegetal;
- Evitar e controlar as práticas de queimadas;
- Evitar o desmatamento das áreas impróprias para a exploração agrossilvopastoril;
- Adequar as propriedades rurais quanto ao uso e ocupação do solo;
- Realizar corretamente divisão de pastagens, não deixando ocorrer o excessivo pisoteamento dos solo pelos animais;
- Dividir o tamanho das pastagens, dimensionando bebedouros e cochos à exploração pecuária, evitando formação de trilhos provocados pelo caminhar do rebanho.

#### Práticas Mecânicas:

- Subsolação em áreas compactadas;
- Plantio em nível e direto das culturas;
- Cultivo mínimo das explorações;
- Terraceamento das áreas em risco e sujeitas ao escoamento superficial das águas das chuvas;
- Adequar a locação, construção e manutenção de barragens, estradas, carreadores, caminhos e canais de irrigação aos princípios de conservação do solo e da água;
- Efetuar proteção das cabeceiras das nascentes com as práticas mecânicas, vegetativas e edáficas de conservação do solo e da água.

Essas medidas, quando exercidas nos estágios iniciais da ocupação, exigem recursos relativamente limitados. A construção de reservatórios e diques, a ampliação das calhas dos rios e outras soluções estruturais de alto custo podem ser evitadas com o planejamento racional da ocupação urbana e rural.

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 MACRO-DRENAGEM DE SAGRES

Uma estratégia essencial para a obtenção de soluções eficientes para o município de Sagres é a presente elaboração do Estudo de Macro-Drenagem. 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 Macro-Drenagem do município de Sagres 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 Macro-Drenagem de Sagres deverá ser articulado com as outras atividades urbanas e rurais (abastecimento de água e de esgoto, transporte público, planos viários, instalações elétricas, plantio de culturas, 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 rural, o esclarecimento da comunidade sobre as formas de solução existentes e os motivos da escolha das soluções propostas. 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 Macro-Drenagem de Sagres:

- 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 Sagres;
- 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;

### ***Princípios Básicos:***

Dado seu caráter técnico-político, o Estudo de Macro-Drenagem de Sagres contar 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 Sagres, 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 Macro-Drenagem de Sagres, e constituem a base fundamental sobre a qual devem ser orientadas todas as fases do processo.



## 7.- HIDROLOGIA URBANA DE SAGRES

Neste primeiro relatório daremos um enfoque especial à parcela urbana do município, lembrando que o Estudo de Macro-Drenagem de Sagres abrangerá todo a área urbana do município. Mais adiante, em nosso estudo, analisaremos com mais detalhes e propriedades a Zona Rural de Sagres.

### Classificação das Bacias Urbanas de Sagres

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 1 hora e/ou área de drenagem não superior a 2,5 km<sup>2</sup> são classificadas como pequenas. Bacias com tempo de concentração superior a 12 horas e/ou área de drenagem maior que 1.000 km<sup>2</sup> 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.

### Quadro.- Classificação de Bacias

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

### Período de Retorno

Para se decidir o grau de proteção conferido à população de Sagres 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 freqüentes) de sarjetas e cruzamentos em áreas residenciais da cidade de Sagres, 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 Sagres; 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.

**Quadro.- Períodos de retorno em função da ocupação da área**

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

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  $R=1-(1-1/T)^N$ .

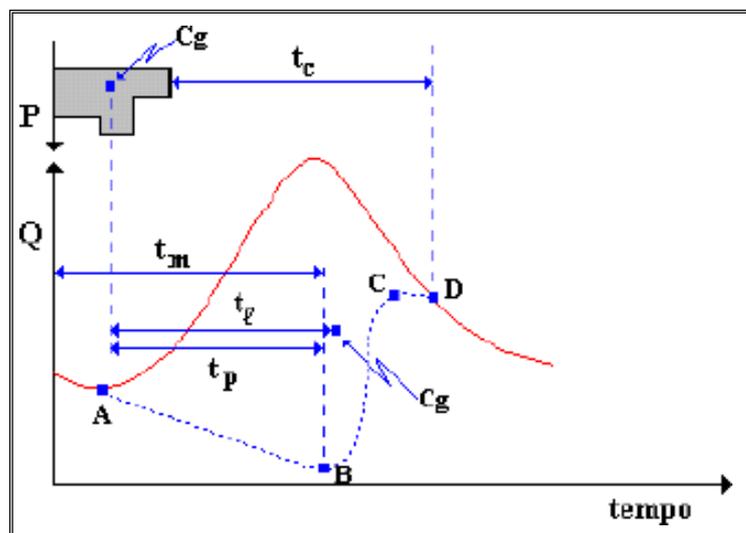
Uma vez obtido o período de retorno, conhece-se a tormenta de projeto e a chuva excedente. São, então, aplicadas técnicas que determinam o hidrograma de projeto através do hietograma da chuva excedente.

## 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.- 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 Sagres 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<sup>2</sup> 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 km<sup>2</sup>.

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

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<sub>a</sub> 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 Sagres.

### Quadro.- Velocidades médias (m/s)

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

- **Fórmula de Dooge.** Foi determinada para bacias rurais com áreas de drenagem variando de 140 a 930 km<sup>2</sup>, 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 km<sup>2</sup>.

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 MICRO-DRENAGEM URBANA DE SAGRES

Os elementos principais da micro-drenagem que certamente deverão compor os sistema da área urbana de Sagres 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 obedeam 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.

#### Quadro.- Espaçamentos entre poços de visita

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

▫ **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:

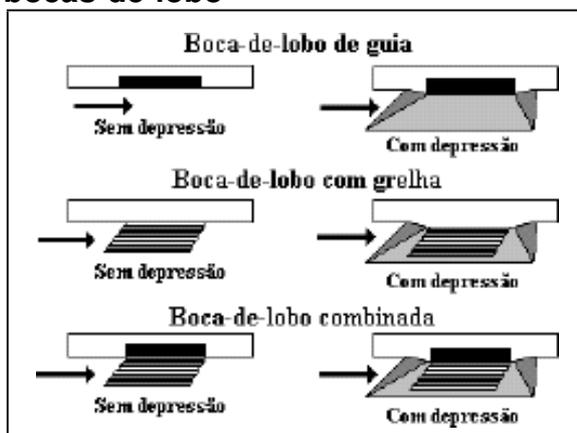
$$V = \frac{\sqrt{S}}{n} R_h^{2/3}$$

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.- 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 m<sup>3</sup>/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:

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

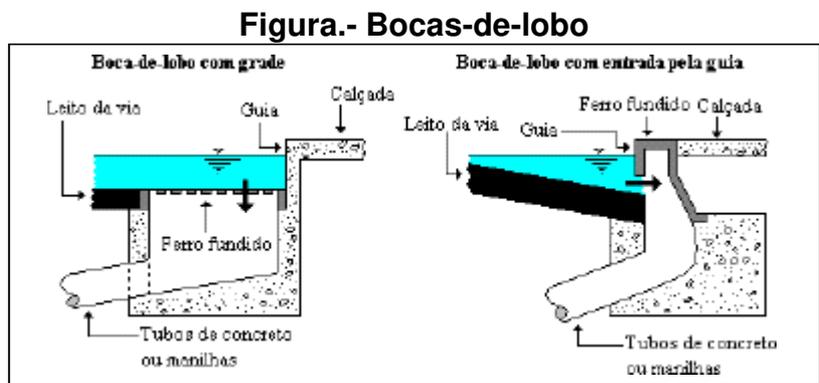
onde P é o perímetro do orifício. Se um dos lados da grelha for adjacente ao meio-fio, o comprimento deste lado não deve ser computado no cálculo do valor de P.

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 m<sup>2</sup>, 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.



### 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.

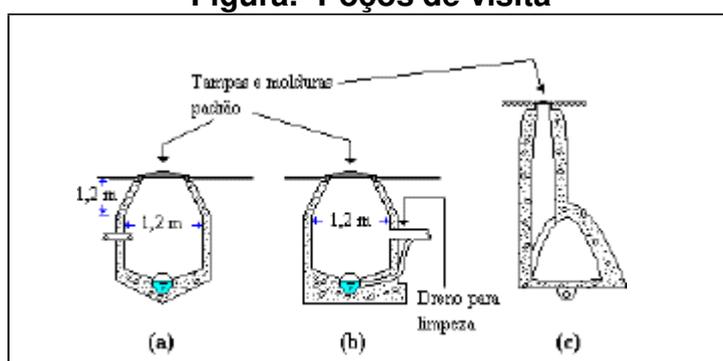
#### 9.4.- Poços de Visita:

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.- 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:

#### Quadro- Fatores de redução do escoamento nas sarjetas

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

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:

#### Quadro.- Fatores de redução da capacidade de engolimento das bocas-de-lobo

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 transversais combinada	0,60
		110% dos valores indicados para a grelha correspondente.

Finalizando esta etapa, além dos mapas citados na definição das bacias de drenagem, é apresentado também um mapa geral com todas as 5 bacias, mapa 01/08, bem como um mapa com as estradas rurais que cortam o município de Sagres (mapa 07/08). É apresentado no mapa 08/08 o pré-cadastramento do sistema de drenagem existente na malha urbana de Sagres.

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 Sagres, enfocando a melhor solução a ser adotada, bem como as respectivas estimativas de custos.

## 10.- RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Aqui são apresentadas algumas fotos que identificam os problemas mais agudos com relação a drenagem do município de SAGRES, tanto na questão das erosões, como também na questão de pontos de alagamentos e dissipação das águas de chuva coletadas. Uma observação a ser feita é que, apesar das fotos não estarem datadas, as mesmas foram tiradas quando da Visita técnica em Campo realizada no mês de Maio de 2010.



Foto 1) – Início da Rua Afonso Pena-Início Erosão



Foto 2) Rua Afonso Pena ( Sem Drenagem



Foto 3) Erosão rua Afonso Pena



Foto 4) Rua Afonso Pena sem drenagem



Foto 5) Erosão nascente Córrego Queixada



Foto 6) Rua Afonso Pena - Prox Córrego Queixada



Foto 7 – Boca de Lobo R. marechal Eurico



Foto 8 – Caminhamento de Gal. Existente

## 11.- RELATÓRIO TOPOGRÁFICO

### **Introdução:**

Este Relatório Técnico contém informações gerais sobre o levantamento e processamento dos dados levantados na malha urbana da cidade, com a finalidade de Elaboração do Estudo de Macro Drenagem.

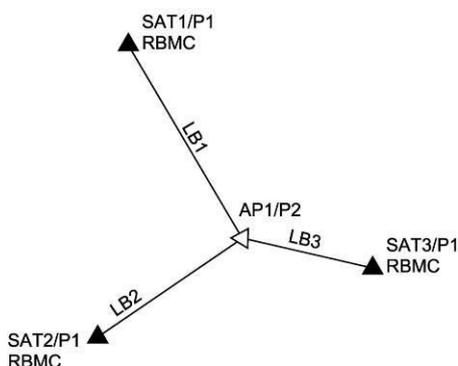
### **Finalidade:**

O presente trabalho tem a finalidade em efetuar a Planta Topográfica da malha urbana, onde demonstra através deste relatório, que utilizando equipamentos de alta tecnologia e como resultado as peças técnicas, que ao final juntadas ao mesmo, colocarão de forma clara a posição do imóvel, através de pontos seguros e precisos, referenciado ao SGB – Sistema Geodésico Brasileiro (Datum – SIRGAS 2000) a partir de vértices geodésicos pertencentes a rede do IBGE, a planta e demais documentos elaborados com suficiente qualidade técnica e provável ausência de erros, servirão para atender os objetivos de uma forma mais confiável e segura.

### **Metodologia:**

Foram transportadas coordenadas implantando-se uma base de apoio imediato, utilizando equipamento receptor GPS L1/L2 utilizando como base de referência no mínimo 3 vértices homologados pelo IBGE através das RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) ou rede GNSS-SP da UNESP. O transporte foi executado no modo estático, com tempo mínimo de rastreamento de 4 (quatro) horas, já que se tratam de vetores com mais de 100 Km.

Transporte e ajustamento de coordenadas GPS utilizando equipamento L1/L2 -  
Figura e Tabelas:

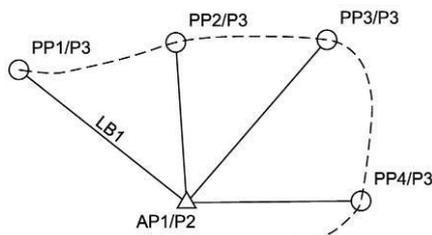


Linha de Base	Tempo mínimo	Tipo de solução esperada
Até 20 Km	30 min	fixa
20 - 50 Km	2,0 h	fixa
>100 km	4,0 h	flutuante

Legenda	Comentários
SAT1/P1 - SAT2/P1	Apoio Básico homologado pelo IBGE (Classe P1 $\pm$ 100mm) pertencente a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC
AP1/P2	Apoio Imediato implantado (Classe P2 $\pm$ 200mm)
LB1 - LB2 - LB3	Linha de Base

O levantamento dos pontos cadastrados foi realizado com receptor GPS L1, permanecendo um receptor na base implanta para apoio imediato e com outro receptor móvel (ou outros) foram rastreados os vértices do imóvel pelo método Cinemático ou *Stop&Go* com *OTF* (Também chamado de pseudo-estático), que se baseia na ocupação das estações de interesse por um curto intervalo de tempo, utilizando a técnica *OTF* (*On The Fly*) para solução de ambigüidades com o receptor móvel em movimento. Neste método, o tempo de ocupação em cada ponto não é o mais importante, mas sim o período total que o receptor conseguiu manter sintonia com no mínimo 5 satélites sem perder a contagem do ciclo da portadora L1, e sendo a distância entre o receptor móvel e base de até 15km, a precisão de norma será facilmente atingida e na maioria dos casos os pontos terão precisão melhor que 2cm.

Trajetória de Levantamento Perimétrico - Figura e Tabela:



Legenda	Comentários
AP1/P2	Apoio Imediato (Classe P2 $\pm$ 200mm)
PP1/P3 a PP4/P3	Pontos levantados no imóvel (Classe P3 $\pm$ 500mm)
LB1 a LB6	Linha de Base $\leq$ 15km
- - - - -	Trajetoária (Tempo $\geq$ 15min)

Foi respeitado o tempo de rastreio para o equipamento utilizado, com relação à distância operada tanto no transporte de coordenadas quanto no levantamento dos vértices, bem como o intervalo de gravação das observáveis configurado para 5s, número mínimo de 5 satélites rastreados simultaneamente, horizonte de rastreamento mínimo de 10º, PDOP máximo < 6, etc, ou de forma a se obter a precisão requerida e o tipo de solução “Fixada, L1” para todos os rastreios. Da maneira como foi executado o transporte de coordenadas e o levantamento dos pontos no imóvel, a precisão dos pontos é considerada bem melhor que a precisão requerida para a finalidade.

Quanto a rede de drenagem existente, foram cadastrados pontos onde possível ou obtidos dados em mapas quando existentes ou informações verbais de funcionários da Prefeitura Municipal. O sistema existente não utiliza Poços de Visita por predominância, existindo caixas de passagem sem inspeção, dificultando o cadastro.

#### **Período de Execução:**

Os trabalhos de transporte de coordenadas da rede oficial do IBGE e trabalhos de campo tiveram início em 05/03/2010 e finalizados no dia 09/03/2010.

No escritório houve o descarregamento de dados em micro computador para pós-processamento e verificação do trabalho executado e elaboração das peças técnicas.



### Origem (datum):

O Datum de origem é o SIRGAS 2000, com as seguintes características:  
Superfície de referência: Elipsóide do Sistema Geodésico de Referência 1980 (GRS80), Semi-eixo maior (a)= 6.378.137,000 metros e achatamento (f)= 1/298,257222101.

Origem: Centro de massa da Terra.

Sistema de Coordenadas plano retangular UTM (Universal Transversa de Mercator)

### Marcos Geodésico de referência utilizado:

O trabalho teve como referências e origem os vértices pertencentes a rede do IBGE, monitorados pela GEGE - UNESP: nº 96042 SJRP localizado em São José do Rio Preto.SP, nº 96039 OURI localizado em Ourinhos.SP; e Rede da RBMC: nº 93900 PPTTE localizado em Presidente Prudente.SP

Foi implantada uma base de apoio imediato, constituída por um marco de concreto no padrão INCRA localizada localizada no Clube Recreativo Municipal ao lado da piscina, de coordenadas:

Pontos Ajustados									
Nome	Malha Norte (m)	Malha Este (m)	Latitude	Longitude	Alt Elip (m)	Desv Padrão n (m)	Desv Padrão e (m)	Desv Padrão u (m)	Controle
SAGRES	7580290,300	504281,093	21°52'53,34663S	50°57'30,81337W	417,577	0,007	0,007	0,020	Nenhum

### Relação de equipamento, software e trabalho de escritório:

Para o transporte de coordenadas de coordenadas foi utilizado o equipamento NovAtel modelo DL-4 plus, L1/L2 com 12 canais (precisão 0,5cm + 1ppm) utilizando como base as RBMC e rede da UNESP.

Os equipamentos utilizados para levantamento foram rastreadores de satélites geodésico da marca TechGeo modelo GTR-A BT, portadora L1 com 12 canais, precisão diferencial de 1cm + 2ppm no modo cinemático em Stop&Go para levantamento dos pontos no imóvel, que quando utilizado como móvel (rover) foi assistido por coletora de dados sem cabo utilizando-se de tecnologia *Bluetooth*® com software ColetorBT. Como base dos aparelhos L1, foi utilizado o equipamento NovAtel DL-4 plus, L1/L2.

Pós-levantamento por observação de rastreo, como trabalho de escritório, foram executados os seguintes serviços:

- O transporte de coordenadas e ajustamento foi processado no software "Topcon Tools v6.11.01", exportados em datum conveniente.
- No levantamento os pontos foram processados no software "GTR Processor v2.71", exportados em datum conveniente e importados para área gráfica no padrão AutoCad (dwg). Foram unidos os pontos de forma definida e seqüencial, tendo como resultado final a planta topográfica apresentada.
- As curvas de nível foram geradas pelo software "TopoEVN 6.4" e exportado para área gráfica no padrão AutoCad (dwg).

Pela sistemática, metodologia aplicada, precisão requerida (sub-métrica), pequenas extensões da malha urbana e Fator de Escala "K" bem próximo de 1 (um), podemos desconsiderar as pequenas diferenças existente entre o plano topográfico local e o plano UTM (objeto deste georreferenciamento).



**Dificuldades encontradas para execução deste trabalho:**

A Prefeitura disponibilizou mapas quando existentes e informações verbais. Somente não foi executado o cadastramento preciso do sistema de galerias de águas pluviais onde o sistema não é visível, há falta de cadastros, conhecimento do sistema pelos funcionários e inexistência de poços de visita de galeria de águas pluviais (Caixa de passagem oculta).

Presidente Epitácio, 24 de Maio de 2010.

Eng. ALVARO CAMPOY  
CREA: 0601643520

Eng. ANDRE PAVARINI  
CREA: 5061281496



# ANEXOS



# RELATÓRIO FINAL ESTUDOS DE MACRO DRENAGEM E MICRO DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE SAGRES



## SAGRES

## Sumário

<b>MacroDrenagem.....</b>	<b>03</b>
<b>Intervenções não Estruturais.....</b>	<b>04</b>
<b>Intervenções Estruturais.....</b>	<b>13</b>
<b>Especificações Técnicas .....</b>	<b>14</b>
<b>Programação e Controle.....</b>	<b>17</b>
<b>Considerações Finais.....</b>	<b>45</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>56</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>47</b>



## 1. MACRODRENAGEM

A intensa urbanização desordenada dos últimos anos tem agravado muito os problemas de drenagem urbana e de gerenciamento dos recursos hídricos. Um dos principais impactos tem ocorrido na forma de aumento da frequência e magnitude das inundações e deterioração ambiental.

A elaboração de Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU) é medida altamente recomendável e constitui estratégia essencial para a obtenção de boas soluções de drenagem urbana.

Este trabalho tem o intuito auxiliar os Planos Diretores de Drenagem Urbana.

Os objetivos deste projeto atendem à pergunta: *Quais estratégias metodológicas podem-se avaliar no ciclo hidrológico e que auxiliem o gerenciamento ambiental da drenagem?*

Bacia Urbana é uma infra-estrutura de apoio, onde a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico na área de recursos hídricos urbanos abrem as possibilidades para a participação social.

Os princípios ligados à conservação da água no meio urbano são:

- (1) o *monitoramento* dos recursos hídricos urbanos,
- (2) a *hidrosolidariedade* induzida pelos setores da sociedade de trechos de jusante e de montante, e
- (3) o *planejamento* que a sociedade realiza através de seu nível de participação nos Comitês de Bacias. Colabora-se, então, com o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos e uma melhor qualidade de vida dos moradores. A metodologia inicialmente proposta para o desenvolvimento do projeto de Bacia Urbana estava dividida nas seguintes atividades: (1) CARACTERIZAÇÃO de bacias urbanas, (2) estudo de caso em Bacia urbana, (3) estratégias de abordagem para comitês de bacias urbanas, e (4) disponibilidade de dados para a sociedade. Seguindo essa metodologia, foi realizado um diagnóstico das bacias urbanas da cidade de SAGRES, levantando dados de características físicas e condições de urbanização das bacias. No item relativo a estudo de caso em Bacia urbana, inicialmente foram feitos estudos, para as bacias urbanas, de cálculo de tempo de concentração a partir de diversas fórmulas empíricas e previsão de vazões para chuvas de projeto. Posteriormente, aprofundou-se o estudo de caso para as bacias com a realização de simulações hidrológicas com software específico. Outras atividades importantes para o estudo do gerenciamento ambiental foram participações em algumas reuniões de elaboração do Plano Diretor da Cidade de SAGRES.

## 2. INTERVENÇÕES NÃO-ESTRUTURAIS

As medidas não estruturais podem ser classificadas em: emergencial, temporária e definitiva:

- Emergencial:
  - Instalação de vedação ou elemento de proteção temporária ou permanente nas aberturas das estruturas;
  - Sistema de previsão de cheias e plano de procedimentos de evacuação e apoio à população afetada.
- Temporária:
  - Criar e tornar o Manual de Drenagem um modelo dinâmico de como tratar a drenagem da bacia, para o qual foi definido;
  - Regulamentação da área de inundação, delimitar por cercas, por obstáculos, se possível naturais, constante divulgação de alertas, avisos e fiscalização para não ocupação da área de risco, na comunidade, nas escolas e através da mídia local com aplicação de penas alternativas para infratores.
- Definitiva
  - Estudos hidrológicos atualizados da bacia de contribuição e dos efeitos sofridos a jusante;
  - Reserva de área para lazer e atividades compatíveis com os espaços abertos;
  - Seguro inundação;
  - Programa de manutenção e inspeção das estruturas à prova de inundação, juntamente com o acompanhamento da quantidade e qualidade da água drenada;
  - Adequação das edificações ribeirinhas ao convívio de eventuais inundações e/ou alagamentos, como estruturas sobre pilotis;
  - Regulamentação dos loteamentos e códigos de construção;
  - Desocupação de construções existentes em áreas de inundação e realocação de possíveis ocupantes;
  - Política de desenvolvimento adequada ao município, evitando prejuízos da inundação ou alagamento;
  - Educação ambiental dinâmica e constante.

## → Controle do uso do solo urbano

O disciplinamento do uso do solo possui como principais medidas :

- Monitoramento das áreas ocupadas;
- Intervenções emergenciais em áreas consideradas de risco;
- Estudos das áreas;
- Criação de leis de ordenamento, controle do uso e ocupação do solo.

O estabelecimento de instrumentos que promovam o aprimoramento da gestão é de suma importância no controle do uso do solo urbano, principalmente em áreas de risco geotécnico e de inundação, garantindo também a preservação ambiental destas áreas.

O exemplo desse tipo de instrumento é o Estatuto da Cidade – Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001, lei de cunho federal que exige dos municípios sua implantação nos seus Planos Diretores.

## → Seguro inundação

O seguro contra inundações representa uma saída para a falta de recursos e fiscalização das áreas de risco, possibilidade de uso do poder econômico da iniciativa privada. É uma das modalidades de medidas não estruturais mais aplicadas nos EUA (MELO, 2007).

O seguro inundação pode ser aplicado da seguinte forma:

- Decisão política de se adotar o seguro inundação;
- Elaboração de um trabalho para a definição de critérios, regras, prêmios do seguro, dentre outros;
- Elaboração de um conjunto de requisitos para as comunidades aderirem ao plano de seguros;
- Subsídio governamental aos prêmios dos seguros.

Esse tipo de medida ajudaria a disseminar a delimitação e a regulamentação das áreas potencialmente inundáveis.



## → Convivência com as inundações

A adoção de dispositivos individuais de combate às inundações, consistem em uma estrutura ou um conjunto delas, bem como de procedimentos de forma a mitigar os estragos das inundações em residências, edifícios comerciais ou industriais, mas o entorno das edificações expostas às inundações continuam a sofrer os transtornos.

Estes são classificados em temporários ou permanentes, dependendo do tempo da ascensão da cheia, por exemplo, para córregos, o custo de implantação seria alto, uma vez que o tempo de resposta da corrente é menor do que em bacias hidrográficas de maior porte, neste caso poderia ser adotado o sistema de alerta.

## → Sistema de Alerta, Supervisão e Controle de Cheias

A implantação de um **Sistema de Alerta, Supervisão e Controle de Cheias e Encostas** no município de SAGRES é indispensável e deverá compor medidas de caráter preventivo. Ele poderá relacionar e compilar informações hidrológicas e geológicas, visto que o município apresenta sérios problemas de voçorocas e de drenagem, por consequência do carreamento dos sedimentos em épocas de chuvas intensas. Esse sistema deverá constar basicamente de **Plano de Ação Emergencial**. Esse plano é composto pelas seguintes etapas:

a) Preparação anterior à inundação:

- estoque de material para execução de diques;
- seleção de locais para colocação de equipamentos como guinchos, bombas, escavadeiras e caminhões;
- programas de inspeção e manutenção de estruturas de combate a enchente; acertos para execução de abrigos de emergência;
- centro comunitário temporário para a época de inundação com comida água potável, sanitários, abrigos, médicos; durante as épocas secas seria utilizado para serviços de utilidade pública;
- prevenção com a adoção de medidas individuais como estruturas elevadas, paredes externas à prova d'água e reorganização dos espaços estruturais de trabalho e;



- preparação da comunidade para antes e depois das inundações ajuda a melhorar a qualidade da assistência externa e a redução de falhas, como a falta de informações, a má avaliação das necessidades e as formas inadequadas de ajuda, reduzindo assim, os problemas de saúde e sobrevivência decorrentes da inundações.

b) Monitoramento e alerta:

- monitoramento das chuvas e dos níveis d'água a montante das áreas inundáveis;
- previsão dos níveis d'água e vazões e;
- informação da previsão da enchente aos órgãos de defesa civil e de controle dos dispositivos de controle das vazões.

c) Combate a inundação:

- fechamento de ruas;
- evacuação de residências de áreas críticas;
- fornecimento de cuidados médicos;
- reforço do policiamento;
- utilização de bombas portáteis;
- construção de diques provisórios;
- ativação das medidas a prova de inundação e;
- inspeção das estruturas de drenagem.

d) Limpeza após a cheia:

- remoção dos diques temporários;
- ajudas aos refugiados a retornarem para suas residências e negócios e;
- execução de reparos nas utilidades públicas.

## → Programas de manutenção e inspeção

Todos os sistemas de drenagem devem ser contemplado por planos de manutenção e inspeção, para que o sistema atenda aos seus propósitos, como o



desbloqueio da estrutura de entrada e saída de bacias de amortecimento ou o dessasoreamento de canais para aumentar a capacidade de vazão.

**Para o caso específico do município de SAGRES aconselha-se a implantação de uma Divisão de Manutenção de córregos e reservatórios, a composição mínima deve ser a seguinte:** 1 motorista de caminhão; 2 operadores de máquinas; 2 serventes; 1 caminhão basculante; 1 pá carregadeira; 1 escavadeira hidráulica sobre esteira.

### → **Implantação da Divisão de Drenagem**

O município precisa criar uma Divisão de Drenagem responsável pelo gerenciamento do sistema de drenagem da cidade, tem como atribuições, a elaboração/fiscalização de projetos e obras, além do fornecimento das diretrizes de drenagem urbana do município. Deverá ser composta no mínimo por: 1 engenheiro civil pleno especializado em drenagem e infra-estrutura urbana; 1 engenheiro civil júnior; 1 desenhista cadista; 1 topógrafo; 1 auxiliar de topografia.

### → **Implantação da Taxa de Área Permeável dos Lotes**

As taxas de ocupação e de área permeáveis em lotes urbanos no município de SAGRES serão definidas por lei a ser aprovada denominada *Plano Diretor do município de SAGRES*.

A garantia de espaços livres permeáveis inseridos nos lotes urbanos é extremamente importante no tocante à manutenção das vazões de pré-urbanização. A manutenção de áreas permeáveis, que podem ser constituídas por espaços ajardinados ou simplesmente, executadas com pavimentação ou pisos permeáveis deve ser observada e praticada.

O roteiro a seguir descreve a metodologia utilizada para verificação e definição das porcentagens de áreas permeáveis.

**1- Definição da área urbanizada no ano base 2010**

**2- Definição da área total ocupada em 2035**

**3- Definição do CN médio do município:**

**4- Definição da área impermeável do lote**

**5- Definição do CN médio da zona i:**

**6- Definição do CN ponderado do município:**

**7- Definição da área passível de impermeabilização no município:**

**8 - Roteiro de Aplicação**

### **→ Legislações relacionadas à cobrança de taxa de drenagem**

Para o gerenciamento sustentável da drenagem urbana pelo município é necessário que a população beneficiada pela implantação de drenagem passe a contribuir. Essa contribuição pode ser traduzida na cobrança de uma taxa de drenagem que pode ser traduzida como a cobrança pelo gerenciamento da drenagem, incluindo nesse caso a implantação, a operação e a manutenção. Pode ser calculada de várias maneiras, como por exemplo:

- em função do custo de implantação da macrodrenagem e do número de lotes (por zona) inseridos naquela bacia e;
- em função do custo de implantação das obras de macrodrenagem nessa bacia, da área total da bacia e da porcentagem de impermeabilização dessa bacia;
- em função do volume lançado no sistema de drenagem pela área impermeabilizada do imóvel.

### **→ Regulamentação para áreas em construção**

A licença para obras de construção civil deve incluir a obrigatoriedade de medidas de controle do escoamento superficial em função das vazões de pré-urbanização. Essa regulamentação deverá ser imposta, para locais destinados principalmente, a implantação de shopping center, estacionamentos e



hipermercados, que acarretam a impermeabilização de grandes áreas, bem como medidas de controle da produção de sedimentos, com o intuito de diminuir a erosão no local. Como exemplo de medidas de controle de escoamento superficial pode-se citar a legislação paulistana conhecida no meio técnico como a Lei das Piscininhas – SP,

- Decreto Nº 41.814 de 15 de março de 2002 que regulamenta a Lei nº 13.276 de 4 de janeiro de 2002, que torna obrigatória a execução de reservatórios para as águas coletadas por cobertura de pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500,00m<sup>2</sup>

## → Cadastro Técnico Multifinalitário

O Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) é uma ferramenta importante de gerenciamento municipal das questões urbanas, auxilia os técnicos no conhecimento das particularidades da bacia urbana, seu processo de ocupação, bem como identificar as áreas propícias de inundação e assim ser capaz de controlar por meio da legislação, a ocupação do solo urbano. Esse conhecimento supri a falta de monitoramento das transformações urbanas, a qual conscientizaria o poder público a adotar medidas de ações preventivas e não estruturais de controle da drenagem urbana.

## → Mapeamento

O mapeamento com a localização precisa dos elementos do sistema e das características hidráulicas da superfície da bacia hidrográfica é um material indispensável para os técnicos avançarem nas implantações das medidas não estruturais, os principais componentes de um mapa são:

- Cobertura vegetal;
- Solo de acordo com seu nível de permeabilidade e com vulnerabilidade à erosão;
- Declividade;
- Infomações topográficas com linhas mais densas contornando as áreas críticas;



- Redes de drenagem natural e artificial.

## → Áreas verdes

As áreas verdes, por meio da infiltração, reduzem vazões e volumes de escoamento superficial, carga de sedimentos e também a carga de alguns poluentes que interagem com o sedimento. Deve ser incentivada a manutenção de áreas verdes já existentes, áreas de proteção permanente, a criação de novas áreas e a recuperação de áreas degradadas. Técnicas para a preservação de áreas verdes devem ser incentivadas e apresentar as seguintes características multifuncionais

- Mitigação dos impactos hidrológicos ou manter as funções hidrológicas das áreas verdes;
- Controle do escoamento superficial: adoção de sistemas abertos de drenagem, preservação dos cursos naturais de água e suas áreas de várzea, técnicas que incentivem a infiltração e retardamento do escoamento;
- Gestão integrada dos recursos hídricos: adoção de técnicas individuais integradas nos locais que promovam a retenção, detenção, infiltração, etc.;
- Prevenção contra a poluição das águas: reduzir o aporte de poluentes e melhoria da qualidade da água.

A utilização de sistemas vegetativos para a redução dos escoamentos superficiais por meio da evaporação, transpiração, bem como da infiltração, são sistemas que interagem bem com o local a sua volta, pois se tornam um atrativo paisagístico. Eles consistem na integração de métodos que reduzem o escoamento superficial, com o armazenamento, tratamento e a infiltração utilizando vegetação.

O exemplo típico são as “wetlands” (alagadiços), artificiais ou naturais, são habitats ricos em biodiversidade, dentre outras coisas, são responsáveis pela depuração de forma natural das águas, a Figura 52 mostra um esquema de como funciona uma “wetland”.



## → Varrição de ruas

A varrição de ruas com a coleta do material grosseiro é importante para a diminuição do depósito de lixo e de material nas estruturas de drenagem, não limitando a capacidade das mesmas quando da ocorrência das chuvas. Não se pode esquecer também, os benefícios à qualidade da água com a diminuição do aporte quando de épocas chuvosas. A época do ano em que a varrição apresenta um benefício maior é o outono, quando há a coleta das folhas que caem das árvores, naquelas cidades onde isto possa ser um problema.

## → Controle da coleta e disposição final do lixo

A adequada coleta e disposição final do lixo produzido nas zonas urbanas é extremamente importante sob o ponto de vista de saúde pública. O mesmo pode-se dizer do controle da poluição e da drenagem urbana. As atividades relacionadas à coleta e disposição final do lixo urbano devem ser fiscalizadas para que não haja lixo derramado nas ruas, pessoas jogando o lixo em locais inadequados devido à ausência da coleta, etc. A consequência de uma disposição inadequada é o comprometimento da qualidade da água do corpo receptor, não somente devido à carga poluidora recebida pelo escoamento superficial, mas também a recebida pelo escoamento subterrâneo, além da redução da capacidade de descarga das redes e canais de drenagem.

## → Educação ambiental da população

A meta a ser alcançada pela educação da população é a de esclarecê-la sobre os problemas relativos à drenagem urbana e, conscientizá-la para que auxilie nas tarefas de prevenção do uso e/ou disposição final inadequada de poluentes, prevenção do lançamento de lixo nas ruas e preservação das áreas destinadas aos sistemas de drenagem artificiais e naturais, e as calhas de inundação dos canais.



A falta de participação popular é o fator que impede em encontrar soluções para uma drenagem mais sustentável. Silveira (2002) enfatiza que a participação depende da vontade e capacidade de auto-organização dos moradores, bem como da abertura de canais reais de comunicação direta por parte da administração municipal. Esse tipo de entendimento eleva o nível de informação técnica e de educação ambiental, bem como a aceitabilidade da população frente a um novo conceito que é a sustentabilidade ambiental.

### 3. INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS

O Município de SAGRES localizado às margens do Rio do peixe, possui papel importante na bacia por a sede estar localizado nas proximidades no Rio.

Foram diagnosticadas juntamente com o auxílio dos técnicos do município 5 ( cinco ) pontos problemáticos relacionados a drenagem urbana e controle de erosão

No projeto apresentado foram levantados e projetados a ampliação da microdrenagem nas áreas centrais com lançamentos apropriados evitando assim o carreamento de solo aos corpos hídricos

O detalhamento técnico das medidas estruturais a serem tomadas se encontram nas considerações finais e planilha Orçamentária.

#### 3.1 Cronograma de Atividades seguindo a ordem de urgência das medidas estruturais

Item	Descrição das Sub Bacias estudadas	Valor Estimado
1-)	Bacia 2	R\$722.316,95
2-)	Bacia 1	R\$873.264,97
3-)	Bacia 3	R\$433.975,89
4-)	Bacia 4	R\$65.380,57



## 4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Esta especificação aplica-se à execução de obras e serviços de movimentação de terra, canalização, pavimentação, drenagem superficial para combate às inundações e Controle da Erosão Urbana no Município de SAGRES.

### Aspectos Ambientais

#### Bota – Fora

Todo material não aproveitável, e remanescente da obra, deverá ser imediatamente transportado para o bota-fora, cujo local será pesquisado pela Contratada e aprovada pela Fiscalização.

Na conclusão dos trabalhos, se ainda sobrar material nos estoques, as sobras serão

levadas pela empreiteira para os bota-foras já existentes e com a licença ambiental

atualizada, e as áreas de estoques serão tratadas.

Os materiais resultantes das escavações, inadequados para o uso nas obras, serão

depositados em bota-fora, levando-se em conta os cuidados especiais que as argilas moles demandam.

Para as áreas a serem exploradas como bota-fora, deverão ser realizados Levantamentos Planialtimétricos preliminares ao início de seu uso.

Uma vez determinado o relevo local, será executado o projeto de terraplanagem, fixando a inclinação do talude, compatível com a natureza e tipo de solo, sistema de drenagem e o acabamento superficial dos taludes.

As cotas das plataformas finais deverão estar condizentes com a topografia geral, não

devendo formar depressões que venham a causar erosões ou depósitos indesejáveis.

Deverá ser dada especial atenção ao sistema de drenagem, ou seja, todos os taludes

deverão ter bermas com largura suficiente para os serviços de manutenção nas valas de drenagem, podendo se fazer o uso de meia cana colocada junto ao talude. As bermas terão uma pequena elevação na borda para impedir que a água de chuva venha a provocar erosão nas encostas, e a parte central terá vala para coletar e dirigir as águas aos pontos de coleta, devidamente protegidas, para não causar erosão.

As áreas de bota-fora serão escolhidas de maneira a não interferir com a construção e

operação da obra e nem prejudicar sua aparência estética, adaptando-se sua forma, tanto quanto possível, ao terreno adjacente.

A Contratada tomará todas as precauções necessárias para que o material em bota-fora

não venha a causar danos às áreas e/ou obras circunvizinhas, por deslizamentos,



erosão, maus cheiros, etc. Para tanto, deverá a Contratada manter as áreas convenientemente drenadas, a qualquer tempo.

Na conclusão dos trabalhos as superfícies aterradas deverão apresentar bom aspecto

visual, estarem limpas e convenientemente drenadas, além de atenderem às exigências

ambientais do Município.

### **Erosão**

A execução de terraplanagem terá especial cuidado em prevenir a erosão do solo e o

seu possível carreamento para o fio.

As pilhas de estoque de solos e materiais também serão convenientemente afastadas

das margens, contando ainda com contenção de forma a prevenir o seu carreamento.

Durante a execução dos serviços, haverá sempre um sistema de drenagem provisório

que, além de esgotamento de águas pluviais, também minimize o carreamento de material.

### **Vegetação**

A Contratada cabe o desmatamento e destocamento do terreno. Deverá ser evitada a

remoção desnecessária da vegetação. Caso esta seja inevitável, a Contratada fará um

levantamento, indicando a localização, dimensões e espécies a serem removidos, os que deverá ser submetido à aprovação previa dos órgãos competentes.

As árvores removidas deverão ser, preferencialmente, transplantadas para locais

próximos às obras, seguindo-se as orientações da Fiscalização.

### **4.2. Limpeza de Área (Faixa de desapropriação)**

A Contratada cabe a limpeza do terreno, demolições das edificações existentes dentro

da faixa de desapropriação.

O produto das demolições será de propriedades da Contratada que deverá providenciar sua remoção da área no menor período do tempo.

### **Canteiro**

Compete à Contratada providenciar, às suas expensas, as áreas, a construção,

operação, manutenção, desmontagem e remoção do canteiro de obras.

Os caminhos de serviço, as travessias de veículos e pedestre, inclusive as passagens provisórias e pontes de serviço ao longo das obras, jazidas botas-foras deverão ser

projetados, construídos, mantidos e reforçados, se necessário, pela Contratada.



Os projetos respectivos devem ser aprovados preliminarmente pela Fiscalização e submetidos pela Contratada à aprovação dos órgãos competentes. Além dos sanitários, que farão parte das diversas instalações do canteiro, serão dimensionadas e projetadas também as instalações sanitárias para atender o pessoal das frentes de serviços.

### **Tapumes / Cercas**

A Contratada limitará a faixa das obras e dos canteiros de serviço, seja com tapumes, seja com cercas, de modo a ter o completo controle de entradas e saídas de veículos e pessoas através de guaritas com cancelas e manter passagens de veículos e pedestres onde necessário. Deverá ser objeto de precauções especiais a segurança de todas as pessoas e bens que circularão nos caminhos de serviços e nas travessias das obras, bem como as instalações existentes nas divisas, provendo-se onde necessários, telas, corrimão e bandejas de proteção. Toda as circulações serão devidamente sinalizadas.

### **Placas**

A contratada deverá colocar as placas previstas pelo CREA e pela PREFEITURA e aquelas necessárias a esclarecer o público sobre as obras. As dimensões, cores, dizeres e quantidades serão informados pela Fiscalização.

### **Serviços Topográficos**

Para locação da obra, acompanhamento da execução do projeto, controle de recalques e fornecimento de dados para mediação, a Contratada deverá contar com a mão de obra e equipamentos compatíveis com o grau de precisão previsto pelo projeto.

### **Redes de Concessionárias**

Com base no cadastro utilizado na fase do projeto, o qual será verificado e completado onde necessário, a Contratada organizará o Plano de Remanejamento das Instalações das concessionárias de serviços públicos que estejam interferindo com a obra.

O remanejamento obedecerá às normas das Concessionárias, e do Plano deverão

constar desenhos e especificações dos trabalhos a executar.

Deverá ser providenciada pela Contratada a aprovação junto aos órgãos competes, de

todos os remanejamentos necessários. O plano de remanejamento quando não contemplado no Projeto Executivo, será elaborado pela Contratada e submetido à aprovação previa da Fiscalização.



Junto a locais conflitantes com a obra, deverão ser prevista redes ou muretas de proteção, as quais deverão também ser projetadas pela Contratada e aprovadas pela empresas envolvidas. Se, no decorrer da execução da obra, a Contratada danificar qualquer rede por imprudência, negligência ou imperícia, a reconstrução fiel dessa rede deverá ser executada no menos período de tempo e às suas expensas.

### **Controle Tecnológico**

A Contratada fará o controle tecnológico do concreto estrutural, do aço, dos aterros, das diversas camadas do pavimento, do concreto asfáltico, procedendo aos ensaios e testes necessários, de acordo com as especificações de projeto e normas pertinentes, independentes do Acompanhamento Técnico da Obra (ATO).

Este controle será feitos na jazidas, pedreiras próprias ou de terceiros, nos fornecedores e nos locais de preparo e/ou aplicação dos materiais.

A Contratada, no prazo de 25 dias corridos da data de assinatura do Contrato, apresentará à Fiscalização os seus procedimentos internos de controle de qualidade para todos os serviços de sua responsabilidade.

### **Modificação de Projetos e Cadastro**

Modificações e complementações aos projetos fornecidos somente serão executadas

com a previa aprovação da Fiscalização e da projetista. Antes do recebimento provisório da obra, sob a forma de cadastro do empreendimento, a Contratada deverá entregar todos os documentos "Como Construído" ; o não atendimento aplicará na não aceitação da obra.

## **5. PROGRAMAÇÃO E CONTROLE**

Dentro das limitações do projeto, impostas pela largura da faixa desapropriada e necessidade de remanejamento de redes de Concessionárias, a Contratada deverá apresentar umas metodologias construtivas, garantindo, principalmente a segurança das edificações, que será analisada pela Fiscalização.

Com relação a prazo e valor, esses métodos executivos deverão atender, de uma

forma geral, ao Cronograma Físico – Financeiro de desenvolvimento das obras.

Semanalmente deverão ser realizadas reuniões entre a Fiscalização e a Contratada,

quando serão verificados os serviços já executados, analisados os serviços em andamento, e programado o saldo a executar.

Para oficialização da comunicação entre as partes, deverão existir os seguintes documentos:



- Atas de Reunião: Documento que resumem os assuntos tratados em reunião devendo ser assinados pelas partes.
- Caderneta de Ocorrências: Documento que registra as pendências, irregularidades, solicitações urgentes e outros, devendo ser de uso comum.
- Diário de Obras: Documentos que registra os fatos do dia, como produção, interrupção dos serviços, ocorrência de chuva, entrada e saída de equipamentos, efetivos, visita e outros, devendo ser redigido pela Contratada e visitado pela Fiscalização.
- Ordem de Serviço: Documento emitido pela Contratada e aprovado pela Fiscalização, onde constam serviços necessários não previsto no projeto ou aqueles cuja execução deverá obrigatoriamente ser precedida da devida aprovação da Fiscalização de Campo. As ordens de Serviço se constituirão em documentos de medição.
- Pedido de Informação de Projeto – PI: Documento emitido pela Contratada, respondido e aprovado pela Fiscalização, que solicita esclarecimento ou modificações de projeto. Os PI's se constituirão em documentos de medição quando aplicável.

- Nota de Modificação de Projeto – NP: Documento emitido pela Fiscalização contendo instruções de modificação de projeto. As NP's se constituirão em documentos de medição quando aplicável.

Os itens de serviço não especificados deverão atender as respectivas Normas Brasileiras atualmente vigentes e os critérios de medições e pagamentos correspondentes serão pagos nas unidades discriminadas nas planilhas.

Movimentação de terra. As operações referentes aos serviços de terraplanagem serão executadas mediante a utilização de equipamentos adequados, complementados com o emprego de serviços auxiliares, manuais ou não. Sempre que necessários deverá ser feita a limpeza de terreno que corresponde a : capina; roçada; remoção de toda a vegetação; entulhos; blocos de pedras ou demolições ao longo da faixa necessária para execução das obras.

Nas escavações para o canal serão respeitados os alinhamentos e as cotas indicadas no projeto, com eventuais modificações autorizadas pela Fiscalização, mediante Ordem de Serviço específico.

Na hipótese de ser necessário modificar a largura de escavação prevista no projeto, como no caso e se encontrar solos moles (orgânicos ou não) na projeção do canal e de suas paredes, será procedida sua remoção, ao longo de toda seção transversal do canal, conforme instruções de Fiscalização, aprovadas mediante Ordem de Serviço específica.

A execução pela Contratada de qualquer excesso de escavaco não prevista no projeto nem determinado pela Fiscalização, não apresentará ônus para a Contratante tanto em escavação como na correção correspondente em reaterro compactado e/ou enchimento na zona abrangida pela escavação ou em área próxima.



Antes de iniciar as escavações, a Contratada fará uma pesquisa no local, para que não sejam danificadas edificações, dutos e tubos, caixas, cabos, postes, etc. que estejam na zona abrangida pela escavação ou em área próxima.

No caso de cruzamento da escavação com tubulações, a Contratada executará o escoramento e sustentação das mesmas.

As escavações deverão ser executadas de forma a ficar garantida a sua permanente segurança devendo, para tanto, serem obedecidas as plantas e os métodos executivos do projeto. A posição e as dimensões dos escoramentos e travamentos serão executadas pela Contratada e aprovada pela Fiscalização mediante Ordem de Serviço específica.

Prevendo o reaproveitamento futuro de algum material escavado, a Contratada deverá tomar precaução para não misturar os materiais inaproveitáveis para reaterro, com os demais. Em comum acordo com a Fiscalização, verificar-se-á se o material poderá ou não ser usado para reaterro. O material reaproveitável e que não puder ser imediatamente utilizado será estocado em local aprovado pela Fiscalização.

Quando a escavação de fundações atingir o lençol d'água, dever-se-á ter o cuidado de manter o terreno permanentemente drenado através de abertura de valas provisórias com 1,50 m de profundidade devidamente drenadas por gravidade ou por bombeamento.

A espessura do material a ser compactado deverá ser compatível com o equipamento a ser utilizado, mas não superior a 30cm "solto" para veículos compactadores pesados (rolo, pneus, etc.) e 15cm "solto" para equipamento manual ou leve mecanizado (soquetes, placas, etc.).

Nos locais onde for possível, o material poderá ser compactado com os equipamentos pesados normais. A distancia entre a faixa compactada por estes equipamentos e a face das estruturas não poderá ser inferior a 1,5m.

Onde não for possível o emprego de equipamentos pesado convencional, a compactação será processada por meio de placas vibratórias, soquetes tipo "sapo" ou "manuais" com características que permitam atingir o grau de compactação especificado.

A compactação das camadas em torno das peças das estruturas deve ser orientada de maneira a não transmitir às mesmas, empuxos indesejáveis, não previstos, que possam afetar a sua estabilidade.

O espalhamento do material poderá ser feito mecanicamente, porém, próxima à face das estruturas, será sempre, por processo manual. O material a ser utilizado deverá atender às especificações, ser isento da presença de turfa, mica em excesso ou substâncias orgânicas e ser previamente aprovado pela Fiscalização.

Todo reaterro que não satisfizer as exigências preconizadas, a critério da Fiscalização, deverá ser removido e refeito às expensas da Contratada.

O material para aterro compactado junto às paredes do canal deverá apresentar CBR > 5% e o grau de compactação a ser atingido no aterro será de 95% da energia relativa ao Proctor Normal. A critério de Fiscalização, o aterro no fundo da vala poderá iniciar-se com uma camada de material granular ou de um "forno de aterro" adensado pelo próprio equipamento espalhador, mediante Ordem de Serviço específica. Nos términos de jornadas diárias de trabalho ou mesmo pela eventual previsão de chuvas iminentes, dever-se-á proceder à selagem das camadas e à adequada conformação superficial para o escoamento das águas, para garantir a qualidade do que já



estiver compactado e para facilitar a retomada dos serviços. Quando a camada apresentar, após a compactação, a formação de placas separadas por retração, dever-se-á proceder a escarificação superficial para, a seguir, por recompactação promover-se a solidarização com a camada subjacente. O material que se destinar o aterro, antes de ser transportado para lançamento, deverá ser verificado quanto às condições de unidade para correção quando necessário. A compactação será basicamente controlada pelo Proctor Normal, a umidade pelo Método Hilf, "speedy" ou frigideira. Com o conhecimento do tipo de solo e maquinário a se utilizar serão estabelecidas, em cada caso, o número de "passadas" do equipamento compactador, para otimizar o andamento dos serviços, caso contrário serão executados aterros experimentais para determinação deste parâmetro. A compactação de solos não coesivos deverá ser feita com emprego de equipamentos vibratórios, mesmo que para isto devam ser feitos escoamentos de segurança. O material proveniente de escavações considerado aproveitável pela Fiscalização deverá ser utilizado para reaterro. Para completar o volume necessário será escavado material de jazidas pesquisadas pela Contratada e aprovadas pela Fiscalização. No caso de necessidade de uso de explosivos, serão obedecidas as normas de segurança vigente, especialmente aquelas do Ministério do Exército, e da boa técnica. A Fiscalização será informada previamente de todas as operações. A superfície final seja de escavação ou aterro compactados, será acabada na conformação (dimensões, inclinações, níveis, etc.), prevista no projeto. Lastros de areia e de concreto magro.

#### a) Lastro de Areia Compactada

Onde indicado em projeto ou pela Fiscalização o lastro executado com areia média a grossa espalhada em camada de no Máximo, 30cm e compactados por saturação, por equipamento adequado, até se atingir 75% da densidade máxima.

#### b) Lastro de Concreto Magro

Consistirá de camadas de concreto, de espessura conforme projeto, com consumo mínimo de 150 kg de cimento por m<sup>3</sup>. Guias, sarjetas e calçamentos.

Os serviços aos quais se refere a presente seção consistem no fornecimento no projeto, com tolerância de 1% para mais ou para menos do valor de cada dimensão, possuir superfícies lisas, não possuir trincas, nem fraturas, nem retoques, nem pintura, produzir som típico de guia não trincada quando percutida com, martelo leve, e não possuir nenhum ponto que se afaste mais de 4 mm de uma régua que sobre ela se apóie, em qualquer direção.

As guias pré-moldadas deverão possuir as formas e dimensões indicada no projeto, com tolerância de 1% para mais ou menos do valor de cada dimensão, possuir superfícies lisas, não possuir trincas, nem fraturas, nem retoques, nem pintura, produzir som típico de guia não trincada quando percutida com, martelo leve, e não possuir nenhum ponto que se afaste mais de 4 mm de uma régua que sobre ela se apóie, em qualquer direção.

O fck do concreto utilizado para a execução das guias devera ser de 18,0 MPa.

O lastro, a ser executado após a regularização do terreno, devera ser concreto tipo 9,0MPa.

Os materiais para concreto e para argamassa deverão satisfazer as exigências contidas nas normas de Seção correspondente a "concreto", sendo que o concreto para a execução das sarjetas deverá ser de 18.0 Mpa, e para os calçamentos de 15,0 MPa.

### **Execução**

Serviços preliminares

A locação das obras será executada pela Empresa Contratada e Verificada pela PREFEITURA.

O terreno, no local em que será executada a obra, será regularizado, de modo a assumir a forma prevista no projeto. A regularização poderá compreender, se necessária, operações de escavação, remoção de pedras e matacões, carga, transporte e descarga, não só dos materiais removidos como também dos materiais importados para aterro ou reaterro, umedecimento, apiloamento a acabamento da superfície final.

### **Operações Construtivas**

Moldagem manual "in loco" das sarjetas, lastro e calçamento.

O concreto será contido lateralmente, por formas assentadas de conformidade com os alinhamentos e perfis do projeto. As formas serão convenientemente travadas, de modo a impedir o seu deslocamento e assegurar bom acabamento.

A mistura dos materiais, componentes de concreto, será executada em betoneira.

Antes do lançamento do concreto, as formas e a base ou o terreno serão umedecidos.

O adensamento do concreto será, de preferência, executado por método manual, o concreto devera ser isento de vazios.

Junto às formas, nas superfícies que serão visíveis após a conclusão da obra, o adensamento deverá ser executado com ferramenta que permita afastar das formas, as pedras de maior diâmetro. Após o adensamento, a superfície obtida será modelada com gabarito e acabada com desempenadeira de madeira, ate que se obtenha uma superfície lisa e uniforme.

### **Pré - moldados**

Os pré-moldados poderão ser fabricados no canteiro da obra ou adquiridos pela Quando as guias forem assentadas sobre base de concreto, o intervalo de tempo entre o lançamento de concreto na base e o assentamento da guia deverá ser menor que uma hora.

Quando constar no projeto, ou for determinada pela PREFEITURA, as guias serão escoradas, nas posições correspondentes às juntas, por blocos (ou bolas) de concreto.

As juntas formadas entre guias consecutivas serão limpas, molhadas até a saturação, e enchidas com argamassa de cimento e areia, traço 1:3. As



extensões visíveis das juntas serão alisadas, com ferramenta adequada, de forma a ser obtido um friso côncavo de 3mm de diâmetro.

Após a conclusão do assentamento, os espaços vazios existentes, em uma faixa contígua à guia, com largura mínima de um metro, serão reaterrados com solo apiloado, até a altura da guia.

### **Proteção das Obras**

Durante todo o intervalo de tempo, necessários ao endurecimento do concreto ou da argamassa de rejuntamento, as obras serão protegidas contra a ação erosiva das águas pluviais. As correções, quando necessárias, serão executadas pela Empresa Contratada, sem ônus para a PREFEITURA.

### **Condições de Recebimento**

#### **Guias**

Nos poços de visita deverão ser utilizados, como dispositivos de inspeção, tampão de ferro fundido, com 600 milímetros de diâmetro, com capacidade de resistir carga de tráfego compatível com trem tipo "TB-45" das Normas Brasileiras (ABNT).

As bocas-de-lobo e/ou poços de visita deverão ser executados em conformidade com as formas, dimensões, cotas e localização indicada no projeto.

As escavações deverão ser as mínimas compatíveis para execução dos serviços.

O concreto, formas e armadura deverão ser executados rigorosamente de acordo com o previsto na Especificação de estruturas de Concreto.

A alvenaria de blocos de concreto será executada utilizando-se argamassa de cimento e areia (1:3). Após sua conclusão, deverá ser revestida interna e externamente, utilizando-se argamassa de cimento e areia no mesmo traço.

As argamassas que não forem utilizadas até 45 minutos após o seu preparo, deverão ser rejeitadas, não sendo permitido o seu reaproveitamento, mesmo que a elas seja adicionado mais cimento.

As tampas de concreto armado deverão ser pré-moldadas em formas de aço ou de madeira revestida com chapa, e adensadas em mesa vibratória.

#### **Formas**

A Contratada deverá executar e manter as formas obedecendo rigorosamente às instruções do projeto.

As formas deverão ter resistência suficiente para suportar as pressões resultantes do lançamento e da vibração do concreto, devendo ser mantidas rigidamente na posição correta e não sofrerem deformações além dos limites especificados. Deverão ser suficientemente estanques, de modo a impedir a perda de nata do concreto.

Os escoramentos e as formas para o concreto devem ser calculados e executados levando-se em consideração o sistema de trabalho e as cargas atuantes na fase de construção. A Fiscalização poderá exigir cálculo estático



do suporte e travamentos das formas de concreto, inclusive, com indicação das deformações consideradas.

As guias, que não satisfizerem as condições descritas nos itens anteriores, serão recusadas e deverão ser substituídos, desde que o número de peças recusadas seja igual a 10% do número total de peças do lote. Em caso contrário, todas as peças do lote poderão ser recusadas.

## **Concreto**

Será utilizado concreto tipo 18,0 MPa nas sarjetas e 15,0 MPa nos calçamentos, tanto no caso de moldagens manuais "in loco" quanto no caso de fabricação de pré-moldados no canteiro de obra. O controle e o recebimento do concreto serão realizados da forma prevista na seção correspondente a concreto.

## **Bocas de Lobo e Poços de visita**

Os serviços aos quais se refere a presente especificação consistem em todos os serviços, materiais, mão de obra e equipamentos necessários à execução de bocas de lobo e/ou poços de visita, incluindo a escavação, compactação, escoramento e reaterro das cavas, esgotamento de água, e construção da boca de lobo ou poço de visita de acordo com o projeto específico.

O concreto utilizado na execução destes dispositivos deverá atender a especificação de estrutura em Concreto Armado.

## **Alvenaria de blocos**

Os blocos de concreto a serem empregados nas paredes de alvenaria deverão ser de boa qualidade e aprovados previamente pela Fiscalização.

O cimento e areia a serem empregados nas argamassas, deverão satisfazer as exigências para uso destes materiais em concretos estruturais.

O escoramento das cavas deverá ser executado com os mesmos materiais e procedimentos apresentados nas Especificações para Escoramentos de Valas.

O material de reaterro deverá seguir o apresentado na especificação de Escavação, Compactação de Fundo de Valas. As formas e o cimbramento poderão ser de madeira, aço ou outro material aprovado pela Fiscalização, conforme o grau de acabamento previsto para o concreto em cada local. De qualquer modo, porém, a qualidade da forma é de responsabilidade da Contratada. No momento da concretagem, as superfícies das formas deverão estar livres de incrustações de nata ou outros materiais estranhos (pontas de aço, pregos, papel, óleo, etc.). aconselha-se, sempre que possível, a utilização de formas padronizadas e de alto reaproveitamento. No caso de serem utilizadas formas metálicas, as mesmas deverão estar desempenadas e sua utilização ficará na dependência da apresentação, por parte da Contratada, do cálculo estático que comprove ter resistência e rigidez suficiente para suportar pressões resultantes de lançamentos, vibração e peso próprio do concreto. Todos os materiais necessários às formas, seus travamentos, seu sistema de fixação e desmoldagem, filetes de canto triangulares, etc., deverão ser de boa qualidade. Na execução de formas das caixas de drenagem e embutidos no concreto, deverá ser tomado cuidado especial da fixação das mesmas, de modo a evitar deslocamento durante a concretagem, não considerando os efeitos de flutuação dessas formas



quando do lançamento do concreto. As formas para concreto aparente deverão dar ao mesmo textura lisa, sem ondulações de superfície ou arestas e sem ressaltos nos locais de juntas. Quando não fixado no projeto, o material da forma é de escolha da Contratada que o submeterá à aprovação da Fiscalização. Antes da confecção dos painéis das formas, a serem aplicados nos casos de peças em concreto aparente, os detalhamentos das juntas deverá ser submetido à Fiscalização para aprovação. Particular atenção deverá ser dada ao posicionamento dos painéis e ao encontro dos mesmos, evitando-se ressaltos, a fim de não prejudicar o aspecto do concreto aparente. As formas para as superfícies curvas deverão ser construídas de maneira a ficarem com as curvaturas exigidas, cujas dimensões são dadas pelo projeto. Onde for necessário, para atender às exigências, a forma da madeira deverá ser construída em réguas laminadas, cortadas de modo a serem superfícies de formas estanques e lisas. As formas serão retiradas de acordo com o disposto pela NB-1 da ABNT, que estabelece os prazos mínimos de acordo com as peças ou em prazos maiores ou menores, determinados eventualmente pela Fiscalização. Não se admitirá na desforma o uso de ferramentas metálicas como pés-de-cabra, alavanca. Talhadeiras, etc., entre o concreto endurecido e a forma. Caso haja necessidade do afrouxamento das formas, deve-se usar cunhas de madeira-dura. Choques ou impactos violentos deverão ser evitados, devendo para o caso, ser estudado outro método para a desforma. A reutilização da forma, depois da limpa e reparada será liberada ou não, pela Fiscalização, após inspeção da mesma. Após a desforma, todas as imperfeições na superfície de concreto deverão ser corrigidas; todos os pregos deverão ser removidos; quaisquer asperezas e todas arestas nas superfícies moldadas, causadas pelo encontro imperfeito dos painéis das formas deverão ser tratadas, todos os furos dos tirantes preenchidos, etc.

## **Armação**

As exigências fixadas pela EB-3 e NB-1 são consideradas parte integrante desta Especificação. Os casos omissos deverão ser submetidos à Fiscalização. O aço poderá chegar ao canteiro já cortado e dobrado, conforme o projeto, salvo indicação em contrário da Fiscalização.]

As emendas das barras deverão ser executadas de acordo com o especificado pela NB-1. Qualquer outro tipo de emenda só poderá ser utilizado mediante a aprovação prévia da Fiscalização. No caso de por solda a Contratada se obriga a apresentar, através de laboratório idôneo, o laudo do tipo de solda a ser empregado.

Na execução das armaduras, de acordo com o projeto, obriga-se a Contratada a colocar e fornecer (quando for o caso) todas as peças de montagem (caranguejos, espaçadores, etc.), fornecer arame de amarração, necessário à rigidez na ferragem, devendo esses serviços e materiais estar previsto no preço da armadura estrutural.

Após o termino dos serviços de armação deverá a Contratada, até a fase de lançamento de concreto, evitar ao Maximo o transito de pessoas através das ferragens colocadas, exceção feita aos elementos de colocação de formas e de limpeza de arame, pedaços de madeira, lavagem da superfície a ser concretada, etc.



Nestes casos a Contratada executará uma passarela de tábuas que oriente a passagem e distribua o peso sobre o fundo das formas e não sobre a ferragem diretamente.

No prosseguimento dos serviços de armação decorrente das etapas construtivas da obra, obriga-se a Contratada a limpar a ferragem de espera, com escova de aço, retirando excesso de concretagem, ferrugem ou nata de cimento. Em casos em que a exposição das armaduras às intempéries for longa e previsível, as mesmas deverão ser devidamente protegidas.

A Contratada deverá fornecer todo o aço destinado às armaduras, inclusive todos os suportes, cavaletes de montagem, arame para amarração, etc., bem como deverá estocar, cortar, transportar e colocar as armaduras. Todo o equipamento e pessoal necessário para os serviços deverão ser fornecidos pela Contratada.

A contratada, a cada recebimento de aço, deverá fornecer à Fiscalização o certificado de ensaio do fabricante. A Fiscalização poderá solicitar a Contratada a retirada de amostras para ensaios. A contratada não poderá utilizar o aço antes da liberação por parte da Fiscalização.

O aço que não atender à prescrição da EB-3 será rejeitado e de imediato, retirado da obra pela Contratada.

Todo aço deverá ser estocado em áreas adequadas, previamente aprovado pela Fiscalização. Os depósitos deverão ser feitos sobre estrados de madeira ou similar, e de modo a permitir a arrumação das diversas partidas, segundo a categoria, classe e bitola, e segundo estiverem ou não liberadas.

## **Concreto estrutural**

O concreto será composto de cimento Portland de alto forno, água, agregados inertes e, se necessários, aditivos apropriados. O uso dos aditivos e ou outros tipos de cimento somente será permitido após aprovação da Fiscalização.

A composição da mistura será determinada pela Contratada obedecendo às Normas Brasileiras e submetidas à aprovação da Fiscalização, através de ensaio para dosagem racional e estará baseada na pesquisa dos agregados mais adequados e respectiva granulometria. Por se tratar de obras hidráulicas, a relação água/cimento deverá ser menor ou igual a 0,50 obedecendo a trabalhável, segundo as necessidades de utilização, e resultar num produto que após uma cura apropriada e em adequado período de endurecimento, tenha resistência, impermeabilidade e durabilidade de acordo com as exigências do projeto.

## **Controle**

O controle de resistência do concreto à compressão é obrigatório e deve ser feitos conforme os Métodos Brasileiros MB-2 e MB-3.

Os corpos de prova serão retirados e preparados pela Contratada. A Fiscalização aprovará o local onde serão retirados os corpos de prova.

Para melhor caracterização, os corpos de prova serão preferencialmente retirados no local de lançamento de concreto, de modo que as amostras retratem da forma mais exata possível as condições e características do concreto da peça.



A retirada dos corpos deverá obedecer ao prescrito na Norma Brasileira – adotando-se em princípio, o índice de amostragem normal para cada idade julgada de interesse.

Devem ser obedecidas as seguintes condições:

O cimento deve ser medido em peso e somente em caso de absoluta emergência, a critério da Fiscalização, poderá ser feito por contagem de sacos, tomadas as devidas precauções para garantir a exatidão do peso declarado de cada saco, tomadas as devidas precauções para garantir a exatidão do peso declarado em cada saco, erro máximo tolerável: 2% do peso. Os agregados miúdos e graúdos devem ser medidos separadamente, em peso, devendo-se sempre levar em conta a influencia da umidade, que será verificada no canteiro, erro máximo tolerável na pesagem: 2%.

Os ensaios necessários à dosagem, à obtenção dos corpos de prova, bem como os necessários na pesquisa de agregados, correm por conta da Contratada. O traço ótimo será apresentado à Fiscalização pelo menos uma semana antes da concretagem.

A Contratada deverá fornecer todos os equipamentos necessários à preparação do concreto, com capacidade suficiente para o ritmo necessário das obras, previsto no cronograma de trabalhos.

O equipamento devera receber a manutenção necessária para garantir o perfeito controle das quantidades de cada componente da mistura, ao longo de toda obra.

O equipamento deverá ter precisão para pesagem de cada uma das classes dos agregados, do cimento e da água com erros inferiores a 2% e deverá, ainda, permitir ajustamentos de variações de umidade dos agregados.

Todas as instalações de pesagem deverão ser visíveis ao operador. As balanças deverão ser aferidas periodicamente pelo Instituto de pesos e medidas. A freqüência das aferições será indicada pela Fiscalização sendo, em princípio, uma vez por mês.

Os silios de dosagem serão construídos de modo a não reter nenhum resíduo durante o esvaziamento.

O equipamento da mistura poderá ser constituído de betoneiras fixas ou montado sobre caminhões. Caso o concreto seja fornecido por terceiros, por conveniência da Contratada, esta será responsável pelo cumprimento destas especificações. A Fiscalização poderá exigir o controle de caminhões betoneiras na obra através de medida de "slump" admitindo-se uma variação de mais ou menos dois centímetros (2cm) em relação ao traço de Projeto. É expressamente proibido alterar a água do traço fornecido pela Central.

Os meios de transporte e lançamento deverão ser tais que fique assegurado o mínimo tempo no percurso e lançamento, evitando-se segregação apreciável dos agregados ou variações na trabalhabilidade da mistura ou ainda o inicio de pega. Quando levado por calhas para dentro das formas, a inclinação das mesmas deverá ser estabelecida experimentalmente. As extremidades inferiores das calhas serão dotadas de anteparo, para evitar segregação. Para esses casos especiais, a inclinação das calhas será determinada em comum acordo com a Fiscalização. Toda e qualquer concretagem deverá ser liberada por Engenheiro da Contratada, antes do seu inicio, mediante boletim de liberação, rubricado em todos os itens que o constituem pelos respectivos encarregados. A Fiscalização optará por aprovar ou não o boletim, previamente, mas deverá sempre receber uma via da

liberação para seu controle. Toda a superfície do concreto deve ser mantida limpa. Irregularidades devem ser removidas.

Os concretos estruturais confirmados em formas devem ser lançados em camadas sucessivas não superiores a 30-40 cm.

É importante que se tenha especial atenção para que o concreto seja adensado nos ângulos mais difíceis e nos pontos de encontro das formas.

Deve-se evitar paralisação da concretagem nos pontos de maior solicitação da estrutura, obrigando-se a Contratada a manter um sistema de comunicação permanente entre a obra e a Central de Concreto, ou um veículo à disposição.

No caso de lançamento de concreto em superfícies inclinadas, este deverá ser inicialmente lançado na parte mais baixa e progressivamente, sempre de baixo para cima.

Deve-se tanto quanto possível prever lonas para proteção da superfície recém-acabada contra chuvas. No caso de formas de madeira não impermeável, elas deverão ser mantidas úmidas pelo menos 24 horas antes do início do lançamento do concreto.

No caso de eventual ocorrência de " junta-fria" , esta deve ser imediatamente tratada e a concretagem retomada o mais rapidamente possível.

O concreto deverá ser vibrado até que se obtenha as máximas densidades possíveis, evitando-se a criação de vazios e bolhas de ar na sua massa.

A superfície do concreto será protegida adequadamente contra a ação nociva do sol e da chuva, de águas em movimento e agentes mecânicos, e conservada úmida desde o lançamento até pelo menos 7 dias após o lançamento do concreto, de acordo com a NB-1.

Para o caso de superfícies verticais, deverão ser usados sacos de aniagem, molhados ou películas químicas tipo "curing" ou similar. A água usada para a cura deverá ser limpa e mantida até o final da cura.

Quando é lançado concreto fresco sobre concreto endurecido, devem ser tomadas as precauções necessárias para garantir a suficiente ligação entre as duas camadas.

A superfície de concreto endurecido deve apresenta-se com abastecimento rústico, com partículas de agregados expostas. Qualquer camada de nata de cimento ou argamassa deverá ser removidas da superfície. Quando se lançar concreto fresco sobre concreto velho é necessário manter este último saturado de água pelo menos por 24 horas antes da concretagem. Antes da concretagem sobre o cimento endurecido, deve ser aplicada uma camada de argamassa, da mesma dosagem da do concreto, sobre a superfície dura, para se evitar a formação de "ninhos" de pedra e assegurar uma junta bem vedada.

As juntas de dilatação devem ser rigorosamente executadas conforme projeto, devendo sua posição ser perfeitamente assegurada durante as operações de lançamento de concreto. Estas juntas deverão ser sempre desformadas. Sempre que possível, os reparos devem ser iniciados logo após a retirada das formas. O trabalho de reparação em serviço novo desenvolve melhor liga e tem melhor " chance" de ser mais durável e permanente.

A superfície deve ser estruturalmente sã, com acabamento rústico, isenta de poeira, nata de cimento, manchas de óleo e graxa. A superfície deve ser, durante varias horas, continuamente molhada, de preferência durante a

noite (excetuam-se os casos em que sejam aplicados adesivos a base de epóxi).

## **Materiais para Concreto – Especificações**

### **Agregados:**

Os agregados miúdos e graúdos devem satisfazer à Especificação EB-4. Os agregados necessários à preparação do concreto devem ser estocados separadamente, de acordo com sua granulometria.

Poderão se exigidos pela Fiscalização ensaios de confirmação, tais como:

MB-6: Amostragem de Agregados

MB-7: Determinação da Composição Granulométrica dos Agregados

MB-8: Determinação do teor de Argila em Torrões dos Agregados

MB-9: Determinação do teor de Materiais Pulverulentos dos Agregados

MB-10: Avaliação das Impurezas das Areias para Concreto

### **Cimento:**

Por se tratar de obras hidráulicas, deverá ser usado cimento Portland de alto forno respeitando-se as normas pertinentes. Visto que o certificado de uma partida de cimento, como especificado na EB-208, só informa ao comprador a respeito das qualidades medias daquela partida, sem garantir a qualidade de toda produção, serão exigidos ensaios de recebimento do cimento segundo a norma MB-1, que deverão ser executados pela Contratada. A fim de preservar as qualidades do cimento, o mesmo deve ser armazenado em locais protegidos da ação de intempéries, da umidade e de outros agentes nocivos.

O armazenamento poderá ser utilizado normalmente até a idade máxima de 30 dias.

Além dessa idade o cimento só poderá ser usado a critério da Fiscalização. Quer o cimento esteja armazenado em silos adequados ou em sacaria, poderá a Fiscalização a qualquer tempo exigir da Contratada a retirada de amostras e a realização de ensaios que permitam concluir pelo uso ou não do material.

### **Água**

A água destinada ao amassamento do concreto deve ser isenta de teores prejudiciais e substâncias estranhas. Uma porcentagem muito alta de ácidos ou sal, e grande quantidade de impurezas químicas (por exemplo, fenóis) ou orgânicas (açúcar, mesmo em pequenas quantidades) são perniciosas e comprometem a qualidade do concreto.

Presumem-se satisfatórias as águas potáveis.

Para casos duvidosos, ensaiar como prescrito na MB-1

### **Aditivos**

O uso de aditivos para o concreto será permitido em casos especiais dependendo da aprovação previa da fiscalização.



## **Generalidades**

Obriga-se a Contratada a manter nos serviços de concretagem, além de equipe especializada no serviço de lançamento, um encarregado e, se a Fiscalização assim o exigir, também um engenheiro. Essa equipe será responsável também pela conclusão dos serviços executados, retirada de amostras, alisamentos da superfície e aplicação da cura.

Os cobrimentos de armadura serão aqueles indicados no projeto ou, em caso de omissão, o valor mínimo de 2,5 cm. Esses cobrimentos devem ser assegurados antes e durante a concretagem por meio de espaçadores adequados. Em princípio, as barras de distribuição devem ser colocadas no lado interno da armação principal. O espaçamento deverá ser controlado pela Contratada, de modo a atender aos cobrimentos especificados, durante os serviços de concretagem. As armações que sobressaírem as superfícies de concreto deverão ser fixados em sua exposição através de meios adequados. O dobramento das barras, eventualmente necessários aos trabalhos de impermeabilização e outros, deverão ser feitos apenas com uma dobra. A lavagem dos caminhões betoneiras, após a concretagem, só será permitida em locais apropriados, previamente aprovados pela Fiscalização, não podendo nunca ser em vias públicas. Correrá por conta da Contratada quaisquer desobstruções de galerias, valas, etc., provenientes da não observância do exposto acima. Durante a concretagem a Contratada manterá vigilância do comportamento das formas, escoramentos, etc., no sentido de, com segurança, sanar quaisquer imperfeições constatadas nos serviços executados e que eventualmente possam ocorrer. Lastro de Brita e pó de pedra a. Lastro simples de pedra britada nº 4 e 5, compactado até a boa arrumação das pedras, com a largura da galeria prevista mais de 40 cm.

b. Lastro com pedra britada nº 4 e 5, sobre o qual será executada uma camada de 6 cm de concreto de 150 quilos de cimento por metro cúbico e com largura da galeria prevista, mais 40 cm. O lastro deve ser apiloado até boa arrumação das pedras e preenchidos os vazios com pó de pedra ou areia fina. Plantio de grama em placas, arborização e ajardinamento.

### **a) Preparação para plantio da forração:**

Preliminarmente, eliminar todos os detritos.

Retirar todo o mato existente inclusive as raízes.

Procedimento a ser tomado dependendo das condições do terreno:

Solo de boa qualidade: escarificar o terreno numa profundidade de 0,15 m, regularizando-o Solo de qualidade ruim: colocar sobre o terreno uma camada de terra de boa qualidade na espessura de 0,10m. Solo resultante de aterro contendo restos de material de construção: colocar sobre o terreno uma camada de terra de boa qualidade na espessura de 0,20 m.

No caso de forração ser grama, esta deverá ser plantada em placas justapostas, cuidando para não apresentarem ervas daninhas. Após o plantio, fazer uma cobertura com terra de boa qualidade na espessura de 0,02m.



### **Correção do solo:**

- Incorporar ao solo 50 g/m<sup>2</sup> de Calcário Dolomítico deixando reagir por 15 dias no mínimo, antes de iniciar a adubação.
- Adubação orgânica e química:
- 30 litros / m<sup>2</sup> de composto orgânico curtido e peneirado. (\*)
- 100 g / m<sup>2</sup> de adubo mineral granulado NPK na fórmula 10-20-10.

### **b. Preparação para plantio de arbustos:**

Os arbustos deverão ser plantados em covas de 0,40 x 0,40 x 0,40m. Se o terreno for de solo ruim ou solo resultante de aterro contendo restos de material de construção, essas covas deverão ser preenchidas com terra de boa qualidade.

### **Correção do solo:**

Incorporar ao solo 32 g/cova de Calcário Dolomítico, deixando reagir por 15 dias no mínimo antes de iniciar a adubação.

(\*) Item não válido para grama.

**Obs.:** No caso dos arbustos serem azaléias, não fazer correção do solo, pois dão preferência a solo ácido.

### **Adubação orgânica e química:**

- 20 l/cova de composto orgânico curtido e peneirado.
- 64 g/cova de adubo mineral granulado NPK na fórmula 10-20-10.

### **c. Preparação para plantio de árvores:**

- Para a plantação de árvores, deverão ser abertas covas de 1,00 x 1,00 x 1,00 m.
- Se o terreno for de solo ruim ou solo resultante de aterro contendo restos de material de construção, essas covas deverão ser preenchidas com terra de boa qualidade.

### **Correção do solo:**

Incorporar ao solo, 500 g/cova de Calcário Dolomítico deixando reagir por 15 dias no mínimo antes de iniciar a adubação.

### **Adubação orgânica e química:**

- 300 l/cova de composto orgânico curtido e peneirado
- 1 kg / cova de adubo mineral granulado NPK na fórmula 10-20-10

### **Plantio propriamente dito:**

Durante o plantio observar que o colo do vegetal fique no nível da superfície do terreno.



Depois da colocação da muda no centro da cova, completar o vão formado, com a mistura de terra especificada nos itens anteriores, compactado ao redor do torrão da planta, para evitar tombamento.

Logo após o plantio, proceder à irrigação.

“Coroar” as mudas das árvores plantadas.

### **Tutores:**

Todas as mudas de árvores deverão ser amparadas por meio de tutores que serão colocados desde o fundo da cova, com cuidado para não perfurar o torrão ou injuriar as raízes. Os caibros serão de madeira (pinho ou eucalipto) tratada com carbolineum, dimensões: 2,50 x 0,04 x 0,04m (\*). Os tutores deverão ser presos ao fuste por meio de corda de sisal, rafia ou arame envolvido em mangueira plástica, formando “8”. Colocar dois amarriços; se a muda da árvore tiver mais de 3 (três) metros, três amarriços.

No caso da área ser uma praça, esta deverá ser cercada com cerca de arame liso, altura de 1,50m, mourões de eucalipto de 2,00 m de altura, na distância de 2,50m um do outro. Essa proteção deverá ser conservada no mínimo por três meses.

**Obs.:** Nas mudas de palmeiras utilizar 3 tutores de bambu.

### **Protetores para árvores:**

Deverão ser colocados protetores para árvores, tipo “Parque” conforme detalhe, nas árvores situadas nos passeios, “playground” ou isoladas. Estes protetores serão executados com sarrafos de pinho ou eucalipto de 0,04 x 0,04m e ripas de 0,015 x 0,04m.

Os protetores deverão receber pintura a óleo, cor verde, com duas demãos.

A parte enterrada deverá ser tratada com carbolineum.

(\*) ou bambu 2,50 x 0,04m de diâmetro.

### **Porte e qualidade das mudas:**

Todas as mudas de árvore, constantes do projeto deverão conter de 2,00 a 3,00m de

altura e arbustos de 0,50m de altura no mínimo, quando não especificadas na planilha de orçamento. Todas as mudas de árvore, arbustos e forração deverão estar: em perfeita formação, enraizada, porte adequado e perfeita sanidade.

### **Adubação e correção do solo:**

A contratada deverá comunicar a Fiscalização o início da adubação ou da correção do solo. Devera ter em estoque, na obra, a quantidade total dos produtos necessários a adubação ou correção do solo, para exame da Fiscalização. A Contratada deverá ter uma medida-padrão para o emprego do adubo ou do corretivo, aprovada pela Fiscalização.



## **Consolidação:**

Período com a duração de 90 dias, iniciado após a execução da obra, no qual afirma empreiteira manterá constantes tratos culturais de replantio, podas, capinas, despraguejamentos, adubações, irrigações, tratamentos fito-sanitários, escarificações do solo e demais atividades necessárias ao bom êxito do plantio.

## **Enrocamento de pedra em taludes**

A presente especificação tem por objetivo estabelecer as condições técnicas mínimas a serem atendidas no lançamento do revestimento dos taludes e proteção dos aterros, em contato com a água.

O enrocamento deverá ser constituído por pedras previamente aprovadas pela PREFEITURA e satisfazer à faixa granulométrica indicada em projeto.

## **Execução de gabião**

O revestimento dos gabiões obedecerá as seguintes especificações básicas:

**Malha:** Rede hexagonal de 80 mm x 100 mm de dupla torção, com fios entrelaçados

por 3 vezes e diâmetro 2,7 mm.

**Fio:** Deverá ser de arame de aço de baixo teor de carbono, revestida em PVC, com diâmetro de 2,4 mm, no mínimo.

As bordas serão enroladas mecanicamente e os fios das bordas terão diâmetros superior ao da malha ,cerca de 3,4 mm.

Os arames de amarração serão de diâmetro 2,2 mm com as mesmas características de proteção dos fios das malhas.

**Enchimento dos gabiões** – os gabiões serão cheios com material rochoso, são com índice de desgaste à abrasão segundo o ensaio "Los Angeles" – 40%.

Quanto a granulometria recomenda-se que:

- 30% tenha diâmetro acima de 4" ;
- 70% diâmetro médio de 6" ,

As caixas poderão ser cheias no lugar definitivo ou em áreas próximas da obra e posteriormente transportadas para o local definitivo através de um equipamento com guindaste ou uma pá carregadeira.

A amarração dos gabiões entre si será pelas quinas, sendo feita por costura, por lançada simples ou dupla, alternadamente, segundo a ordem das malhas. Toda a estrutura em gabião devera ser perfeitamente solidarizada.

## **Manta Geotêxtil**

O Material filtrante será constituído por uma manta geotextil não tecida filtrante.

Caberá à fiscalização estabelecer as condições ou aprovações do material filtrante (manta filtrante).



## **Drenagem**

### **a) Dreno de pé:**

O dreno será constituído por materiais granulares envolvidos por uma manta filtrante.

A largura será de 0,60 m com paredes verticais, sempre que o material permitir, e a profundidade de 0,35m.

Imediatamente após a abertura de um trecho da vala, deverá ser estendida a manta geotextil não tecida filtrante tipo Bidim ou similar, e iniciado o processo de enchimento da vala por camada de material drenante, de granulometria indicada no projeto.

Inicia-se depois a colocação da linha de tubos perfurados e em seguida o material compactado por camadas de 0,20 m de espessura com placas vibratórias até o enchimento total da vala. Após o termino da compactação, deverá ser fechada a manta filtrante, com sobreposição de pelo menos 0,30 m.

### **b) Bombas Superficiais**

A contratada deverá dispor de equipamentos suficiente para que o sistema de esgotamento permita a realização dos trabalhos a seco. As instalações de bombeamento deverão ser dimensionadas com suficiente margem de segurança e deverão ser previsto equipamentos de reserva, incluindo grupo moto bombas diesel, para eventuais interrupções de energia elétrica. A instalação da rede elétrica alimentadora, pontos de força, consumo de energia ou combustível, manutenção, operação e guarda dos equipamentos serão de responsabilidade da Contratada. A contratada deverá prever e evitar irregularidades das operações de esgotamento, controlando e inspecionando o equipamento continuamente. Eventuais anomalias deverão ser eliminadas imediatamente.

Nos casos em que a escavação for executada em argilas plásticas impermeáveis consistentes, poderá ser usado o sistema de bombeamento direto, desde que o nível estático d'água não exceda em mais de 1,00 m o fundo da escavação.

Serão feitos drenos laterais, na cota de fundo da escavação junto ao escoramento, fora da área de interferência da obra, para que a água seja coletada pelas bombas em ponto adequados. Os crivos das bombas deverão ser colocados em pequenos poços internos a esses drenos e recobertos de brita a fim de se evitar a erosão.

### **c) Rebaixamento de Lençol Freático**

Os locais da implantação do sistema de rebaixamento do lençol freático deverão atender às indicações dos desenhos de projeto e instruções da Fiscalização.

Todas as escavações deverão ser mantidas secas através de sistema adequado de rebaixamento de lençol freático.

No caso de aplicação de rebaixamento de lenço freático por sistemas de ponteiros a vácuo, a escavação abaixo do nível original do lençol só poderá ser executada após a comprovação do perfeito funcionamento e recebimento



do sistema através de indicadores de nível. Se o nível estático d'água situar-se a uma cota superior em mais de 1,00 m ao fundo da escavação, será feito o rebaixamento parcial do nível d'água até cerca de 1,00 m acima do fundo da escavação, mantendo-o seco com o auxílio também de bombeamento direto. Nos casos em que a escavação for executada em solos arenosos ou siltosos, ou onde tais solos constituam a cota de fundo, somente será permitido o uso de rebaixamento do nível d'água através de ponteiras ou poços filtrantes, com eventual uso de vácuo.

A adoção do sistema de rebaixamento do lençol freático, com instalação montada dentro da escavação, somente será permitida se este não interferir nos trabalhos de execução das obras, nem prejudicar os serviços de reaterro. Este sistema de rebaixamento deve ser executado de maneira a poder funcionar com total eficiência até a execução das obras e reaterro acima da cota prevista. As instalações de bombeamento para o rebaixamento do lençol, uma vez instaladas, funcionarão sem interrupção (24 horas por dia) até o término do serviço. Não será permitida a interrupção do funcionamento dos sistemas sob a alegação de nenhum motivo, nem nos períodos noturno ou de feriados, mesmo que nos respectivos intervalos de tempo nenhum outro serviço seja executado na obra.

Nos locais onde as obras estiver sendo mantida seca através do bombeamento ou rebaixamento do lençol freático, a operação de bombeamento cessarão gradativamente, de maneira que o nível piezométrico seja sempre mantido, pelo menos, meio metro da cota superior atingida pelo aterro. A instalação da rede elétrica alimentadora, pontos de força, consumo de energia ou combustível e a manutenção, operação e a guarda dos equipamentos serão de responsabilidade da Contratada.

### **Rachão**

Esta especificação refere-se à execução de sub-base constituída de pedra "rachão" obtida diretamente da britagem, tendo os seus vazios preenchidos por agregados miúdos tipo pedrisco e pó de pedra. A sub-base será executada, resumidamente, nas seguintes etapas:

- a. Espalhamento e rolagem de uma camada de bloqueio, com 3 a 5 cm de espessura, constituído de agregado miúdo, diretamente sobre o sub-leito compactado;
- b. Espalhamento e rolagem inicial do agregado graúdo sobre a camada de bloqueio;
- c. Preenchimento dos vazios do agregado graúdo através do espalhamento e rolagem de uma camada de enchimento, constituída de agregado miúdo, sobre o mesmo;
- d. Compactação final da camada.

### **Agregado Graúdo:**

O Agregado Graúdo deverá ser constituído por pedra britada tipo rachão, produto total de britagem primária, devendo ser constituído de fragmentos duros, limpos e duráveis, livres de excesso de partículas lameladas ou alongadas, macias ou de fácil desintegração, ou de outras substâncias prejudiciais. Quando submetidos a ciclos de ensaios de durabilidades



(soundness test), deve apresentar uma perda máxima de 20%, contendo sulfato de sódio e 30% com sulfato de magnésio. A porcentagem de desgaste no ensaio Los Angeles devera ser inferior a 65%.

O diâmetro Máximo do agregado graúdo deverá ser de 4" . No entanto, devido ao processo de obtenção da pedra rachão, admitir-se-á um percentual de 10% de agregado com granulometria entre 4" e 6" .

**Agregado miúdo:** As camadas de bloqueio e de enchimento deverão ser constituídas por produto de britagem com 50% do material com granulometria inferior a 3/8" , de forma a permitir o travamento da camada de pedra rachão e evitar a subpenetração do material do subleito.

### **Execução:**

Compreendem as operações de execução da camada de bloqueio, agregado graúdo e miúdo e material de enchimento realizadas na pista devidamente preparada na largura desejada e nas quantidades que permitem, após compressão atingir a espessura projetada. Deverá ser executada antes do espalhamento do agregado graúdo que cubra toda a largura da plataforma, compreendendo pista e acostamento, tendo espessura de 3 a 5 cm. Esta camada é muito importante em locais de subleito expansivo, devendo ser rolada com rolo liso vibratório para acomodação após o espalhamento uniforme com equipamento de lâmina. Agregado Graúdo: O agregado graúdo, com diâmetro Máximo de 4" , será espalhado em uma camada de espessura constante, uniformemente solta e disposta de modo que seja obtida a espessura comprimida especificada, atendendo aos alinhamentos e perfis de projetados. Este espalhamento deverá ser feito com trator de lâmina pesado, executando-se após, a primeira operação de compreensão com equipamento pesado observando-se a não degradação do agregado graúdo, até que consiga um bom entrosamento do agregado graúdo e a conformação transversal necessária. A sub-base de pedra rachão deverá ser executada em camadas (pedra rachão + enchimento) de no Máximo 20 cm de espessura acabada cada uma.

### **Material de enchimento e Acabamento**

O material de enchimento deverá ser espalhado com motoniveladora sobre a camada de agregado graúdo, a seco, de modo a preencher os vazios de agregado já parcialmente comprimido. A seguir continua-se com a compressão com rolo liso vibratório para reforçar a penetração do material de enchimento nos vazios do agregado graúdo. A camada de fechamento penetrará totalmente na camada de pedra rachão, regularizando-a. Será dada como terminada a compressão quando desaparecerem as ondulações na frente do rolo e a sub-base se apresente complementemente firme. Concluídas estas operações, a sub-base deverá ser aberta ao tráfego de obra com a finalidade de revelar pontos fracos que deverão ser corrigidos antes da execução da base, com a adição de material de enchimento.



## **Bica Corrida**

Esta especificação se aplica à execução da sub-base dos pavimentos com produto total de britagem (bica corrida). Será empregado o produto total da britagem de rocha sã, livre de impurezas, de boa cubicidade, sem grãos alterados. Serão empregados, além dos equipamentos de exploração de pedreiras e britagem, motoniveladoras, pás-carregadeiras, carros-tanque distribuidores de água, rolos compactadores tipo vibratório liso, tandem ou pneumático tipo pesado. Compreende as operações de espalhamento, mistura, umedecimento ou secagem, compactação e acabamento dos materiais importados, realizadas na pista, devidamente preparada na largura desejada, nas quantidades que permitam, após compactação, atingir a espessura projetada. Quando houver necessidade de executar camadas de sub-base com espessura final superior a 20 cm. A espessura mínima de qualquer camada de sub-base será de 10 cm, após a compactação.

Todas as camadas serão controladas geometricamente de modo a manter constante a

espessura compactada. Serão tolerados, nas espessuras individuais, desvios, para mais ou para menos, de até 1,5 cm. Na última camada de bica corrida, as seções transversais serão medidas e niveladas nos pontos de controle geométrico estabelecidos pela Fiscalização.

### **Tolerar-se-á:**

- a) variação de até 10 cm para mais na largura;
- b) cotas da superfície acabada compreendida no intervalo (cota de projeto - 2 cm) a (cota de projeto + 1 cm). A superfície acabada deve se afastar de 1,5 cm da face inferior de uma régua de 3 m, colocada em um ponto qualquer, seguindo uma direção qualquer.

## **Passeio de Concreto**

### **a. Objetivo**

Esta especificação fixa as condições mínimas que devem ser observadas na execução de passeio de concreto.

### **b. Condições Gerais**

O concreto deve ser dosado no traço mais apropriado à trabalhabilidade e à resistência requerida, ou conforma indicado no projeto.

### **c. Condições Específicas**

#### **Preparo da base**

O solo que constituirá a base da calçada deverá ser devidamente compactado.

Eventualmente poderá ser exigida base de pedra britada n.º 1 que deverá ser aplicada conforme instruções da Fiscalização.



## **Materiais**

O concreto de cimento Portland para execução de passeios deverá ter fck > 150 kgf/cm<sup>2</sup>.

Preparada a base, devem ser colocadas formas de ripas de madeira, formando quadrados ou retângulos, com panos máximos de 1,50 x 1,50m. As ripas devem ser apoiadas diretamente sobre a base e fixadas por ponteiro cravados na base. O bordo superior de ripa deve ficar na cota de projeto; para isto, eventualmente, poderão elas ser calçadas ou a base ser ligeiramente escavada, formando um rebaixo.

Antes da colocação das formas, deve-se verificar se todas as canalizações e outros dispositivos que devam passar por sob o passeio foram definitivamente instalados.

A fixação das formas deve ser suficientemente rígida, de modo que sua posição não seja alterada pela pressão do concreto ou por choques eventuais.

Os equipamentos a serem usados serão os convencionais para este tipo de trabalho, tais como betoneiras, vibradores, ferramentas manuais, equipamentos de transporte, etc.

Antes da concretagem, o leito da base deve ser limpo e umedecido para não absorver a água de mistura do concreto.

O concreto deve ser esparramado sobre a base e desempenado com régua apoiada nas formas. Terminada a concretagem a superfície deverá ser acabada com desempenadeira e obturada todas as cavidades formadas por bolhas de ar ou devido à incrustação de materiais estranhos. A superfície dos panos concretados deve ser protegida com material saturado de água, mantido molhado durante o período de cura.

O passeio somente será liberado decorridos 7 dias de cura. Somente serão recebidos os serviços executados desta especificação. Quando os resultados não cumprirem as condições desta especificação, a Fiscalização poderá exigir a reexecução dos serviços inadequados. A reexecução dos serviços correrá às expensas da Contratada. Cabe à Contratada conservar os passeios em condições de recebimento pela Fiscalização.

## **d. Manejo Ambiental**

Os cuidados a serem observados visando a preservação do meio ambiente, nos serviços de execução de passeios devem estar em conformidade às recomendações das especificações DNER-ES 279 e DNER-ES 281. Deverá sempre haver cuidados especiais, de modo a minimizar os danos inevitáveis da área lindeira durante a execução desta camada.

## **e. Inspeção**

### *Controle de qualidade de execução*

Nivelamento da cota de terraplanagem dos passeios nas duas bordas de 5 m em 5 m.

Nivelamento das bordas dos passeios de 5 m em 5 m.

Medida da largura dos passeios de 5 m em 5 m.



A tolerância para largura do passeio acabado é de + 5 cm.

## Remanejamento de Interferências

### a. Redes de esgoto

Esta especificação visa a execução do remanejamento de redes de esgoto.

**Materiais:** Os materiais necessários para a execução da obra são os seguintes:

- estacas de eucaliptos diâmetro 0,30 m de comprimento estimado em 6,0 m;
- agregado graúdo para concreto;
- agregação miúdo para concreto;
- cimento;
- água;
- aço CA-50;
- formas comuns de madeira;
- tubos de concreto ponta e bolsa;
- anéis de borracha.

As redes de esgoto deverão ser executadas em tubos de concreto ponta e bolsa com anel de borracha de acordo com as especificações da Concessionária local. Os tubos deverão ser assentados sobre berço de areia ou concreto, conforme especificado no projeto.

**Geométrico:** A declividade longitudinal, bem como a locação dos tubos deverá ser determinada através de acompanhamento topográfico, obedecendo rigorosamente ao projeto e devidamente acompanhada pela Fiscalização da Concessionária.

Demais atividades, tais como, execução de berço de concreto, cravação de estaca de madeira, reaterro, etc, deverão obedecer às especificações correspondentes.

### Tela

**Descrição:** inclui todos os serviços e materiais necessários para o funcionamento, estocagem, corte e montagem de telas tipo "Telcon" ou similar, nas estruturas de concreto armado e/ou projetado, bem como os serviços e materiais para emendas das telas, de acordo com o projeto e as especificações Técnicas.

### Tubos de PVC

**Descrição:** Incluem o assentamento, escavações, reaterro e serviço em geral.

Pavimentação. Os serviços de execução de concreto asfáltico consistirão no fornecimento e mistura de agregado e asfalto, e no espalhamento e compactação da mistura na área a pavimentar, de acordo com as indicações do projeto, especificações e determinações da PREFEITURA.

Os materiais asfálticos a serem empregados serão cimentos asfálticos derivados do petróleo, devendo satisfazer as especificações da EB-78 da ABNT (Norma NP-12).



Quando necessários, para se obter adesividade satisfatória deverão ser utilizados aditivos, que deverão ser empregados conforme as especificações dos fabricantes e seu uso ter sido aprovado pela PREFEITURA.

O agregado graúdo, conforme preceitua o item 5 da EB-72, será pedra britada, a qual deve se constituir de fragmentos sãos, duráveis, livres de torrões de argila e substâncias nocivas. O valor Máximo tolerado, no ensaio de desgaste Los Angeles, é de 40% (Método DNER – DPT – M 35 – 64).

O agregado miúdo pode ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos. Suas partículas individuais deverão ser resistentes e apresentar moderadas angulosidades. Deve estar isento de torrões de argila e de substâncias nocivas, e apresentar um equivalente de areia igual ou superior a 55%.

O material de enchimento (filler) deve ser constituído por materiais minerais finamente divididos, inertes em relação aos demais componentes da mistura, não plásticos, tais como cimento Portland, cal extinta, pó-de-pedra, etc., e que atendam a granulometria recomendada pela ASSHO. A mistura de agregados minerais é constituída normalmente por três parcelas: pedra britada, areia e quando necessário “filler” .

A composição da mistura asfáltica será determinada pelo Método Marshal.

A mistura será executada em usina do tipo descontínuo ou gravimétrica, ou do tipo contínuo ou volumétrico. Os agregados, “filler” , e betume, serão dosados em peso ou volume, de acordo com o tipo de usina de asfalto a ser utilizada. Nenhum material, individualmente ou já sob forma de mistura, poderá ser utilizado sem antes ter sido aprovada pela PREFEITURA. Uma vez aprovados, é da responsabilidade da Contratada garantir a qualidade e uniformidade dos materiais. Todos os equipamentos utilizados na execução da obra deverão ser aprovados pela PREFEITURA antes do início dos serviços, e deverão ser mantidos sempre em eficientes condições de operação. As misturas asfáltica deverão ser distribuídas na pista somente quando a base preparada para recebê-la estiver seca e o tempo não se apresentar chuvoso. A mistura deverá ser transportada para o local de aplicação com um mínimo de perdas calóricas. Se a temperatura de qualquer mistura que sair da usina cair mais de 10°C entre o momento de sua partida e o de sua aplicação na pista a Contratada deverá cobrir as cargas com lonas ou adotar dispositivos que permitam diminuir a perda de calor. Imediatamente antes do espalhamento da mistura betuminosa, a superfície existente deverá ser limpa de todo o material solto prejudicial, procedendo-se a varrição com vassouras mecânicas ou rotativas.

Achando-se a mistura asfáltica em condições de utilização, deverá ser espalhada sobre a largura da pista afetada pelas obras. A mistura será lançada sobre uma base aprovada somente quando as condições de tempo forem adequadas.

A acabadora será acionada à velocidade recomendada por seu fabricante. Depois de compactada a largura da primeira faixa, passar-se-á à segunda, executando-se o espalhamento, compactação e acabamento da mesma forma como especificado para a primeira.

Quando houver necessidade de espalhamento da mistura em duas camadas, o procedimento acima indicado para faixas duplas aplicar-se-á a cada uma das duas camadas executadas separadamente. Logo após o espalhamento e o “emparelhamento” da mistura, a superfície deverá ser vistoriada,

corrigindo-se todas as irregularidades aparentes e em seguida compactação intensa e uniforme, por meio de rolagem.

Quando a espessura total compactada da camada de concreto asfáltico for de 5 cm ou

menos, as operações de espalhamento e compactação poderão ser feitas numa única etapa. O espalhamento da mistura deveser feito de modo a evitar segregação e formação de núcleos de material graúdo ou fino. O trabalho de compactação poderá ser executado quando a mistura estiver nas condições requeridas e não produzir deslocamentos excessivos, trincas ou ondulações na mistura espalhada.

A rolagem inicial será efetuada com uma cobertura completa, dependendo do tipo e da

temperatura da mistura, com um dos rolos especificados deslocando-se logo atrás da

acabadora, e de peso tal que possa produzir afundamento ou deslocamento da mistura. O rolo compressor, liso se deslocará com seu cilindro motor rodando o mais próximo possível da acabadora, salvo determinação diversa da PREFEITURA.

Logo após a rolagem inicial, a mistura será integralmente compactada mediante o uso de rolo pneumático autopropulsado. A parte final da compactação será executada com rolo tandem, de dois ou três eixos, de peso especificado. A compactação deverá ter início pelas bordas, progredindo em direção ao centro. Cada passada do rolo deverá ser recoberta, na sucessiva, pelo menos da largura rolada precedentemente, ate compactar toda a superfície. As faixas de rolagem alternadas do rolo terminarão em pontos de parada afastados 1 metro, no mínimo, dos pontos de parada anteriores. Outro métodos de compactação (diferentes dos acima indicados) poderão ser determinados pela PREFEITURA, quando este assim julgar conveniente. Durante a rolagem, o rolo deverá ser mantido em operação ate não imprimir mais marcas na massa compactada, e atingir a densidade especificada. Junto a bueiros, muros de arrimo e outros locais inacessíveis ao rolo compressor, a mistura deverá ser compactada com soquetes manuais aquecidos, ou com mecânicos de compressão. A densidade da mistura compactada não deverá ser inferior a 95 % da densidade obtida em laboratório, com corpos de prova composta com materiais misturados nas proporções determinadas pela PREFEITURA.

### **Imprimação Ligante Betuminosa**

Este serviço constituirá no fornecimento e aplicação do material betuminoso de baixa viscosidade entre as camadas finais do pavimento flexível. A finalidade é dar condições de aderência entre a base e a camada de rolamento, de concreto betuminoso.

Os materiais betuminosos a utilizar devem ser, de preferência, de baixa viscosidade para permitir um recobrimento delgado, de modo que o resíduo produza uma superfície seca e ligante.

O material betuminoso poderá ser um dos seguintes:

- asfaltos diluídos de cura CR – 70, CR 250, CR – 800;
- emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida RR-2C.

Devem ser observadas as especificações do IBP para o asfaltos diluídos tipo CR e as normas CNP-14 para as emulsões asfáltica catiônicas.



Amostras do material a utilizar devem ser previamente examinadas em laboratório para verificar se obedecem a esta Especificação. Nenhum material poderá ser usado sem a previa aprovação da Fiscalização.

A escolha do material betuminoso deve ser feita em função da sua capacidade de penetração e da textura do material de base. A faixa de viscosidade correta será determinada pela Fiscalização. A taxa de aplicação deve ser indicada no projeto executivo estabelecida pela Fiscalização, devendo ser determinada experimentalmente no canteiro de obras. A pintura ligante deve ser executada somente sobre superfícies limpas e quando a temperatura ambiente à sombra for de pelo menos 13°C em ascensão ou de 15°C quando em declínio, sem neblina ou chuva iminente. Imediatamente antes da aplicação da pintura ligante sobre a superfície da base asfáltica já preparada, todos os materiais soltos ou nocivos e o pó devem ser removidos por meio de varredura com emprego de vassoura mecânica completada por operação manual. Cuidado particular deve ser tomado para limpar inteiramente as bordas externas da faixa a pintar, especialmente as que forem adjacentes a depósitos de agregados minerais que possam ter sido colocados na plataforma, os quais devem ser removidos manualmente antes da varredura.

Depois de preparada a superfície, aplica-se o material ligante na temperatura fixada pelo seu tipo, quantidade certa, e de modo uniforme. A taxa de aplicação deve situar-se em torno de 0,5 litro por metro quadrado. O material betuminoso deve ser distribuído sob pressão uniforme. A quebra admissível da taxa pré-estabelecida será de 0,1 litro por metro quadrado. Para evitar a superposição ou excesso de material nos pontos iniciais e finais da pintura, devem ser colocadas faixas de papel tipo "Kraft" transversalmente na pista, de modo que o material betuminoso comece e cesse de sair da barra de distribuição sobre essas faixas. O papel será, depois, removido.

Um regador ou um distribuidor manual equipado com bico de pulverização deverá ser

usado para aplicar o material ligante nas áreas inacessíveis ao distribuidor e para retocar todos os lugares omitidos pelo distribuidor. A contratada deve corrigir imediatamente qualquer falha de aplicações constatada. Após a aplicação do material ligante, deverão ser observados os seguintes cuidados para com a película acabada antes da aplicação da camada betuminosa subjacentes:

- o asfalto diluído deve permanecer em cura até completa evaporação do solvente, o que ocorre normalmente de 8 a 24 horas depois da aplicação;
- a ruptura da emulsão asfáltica catiônica deve ocorrer dentro de 5 a 10 minutos após a aplicação e a secagem da superfície deve ser completa.

### **Macadame Betuminoso**

Os serviços consistem no fornecimento, carga, transporte e descarga dos materiais,

mão de obra e equipamentos adequados, necessários à execução e ao controle de qualidade de camadas de macadame betuminoso, em conformidade com a norma apresentada a seguir e detalhes executivos contínuos no projeto. Consiste em duas aplicações alternadas de ligante



betuminoso, uma distribuição de agregado graúdo e duas distribuições de agregado miúdo em quantidades especificadas, devidamente espalhados, nivelados e compactados.

### **Condição Física da Camada de Apoio do Macadame Betuminoso**

Caso a execução do macadame asfáltico não se efetue logo após a execução da camada de apoio subjacente e de modo especial, quando a mesma esteve exposta a chuvas, devem ser realizadas nesta camada de apoio as seguintes determinações:

- Determinação da presença de água livre na camada mediante a abertura de um furo

(D=15cm) em toda sua espessura. A ocorrência de água livre drenada da camada para pfuro caracteriza uma saturação da parte superficial (4 cm) da camada inferior ao macadame hidráulico.

- Verificação, através da observação no fundo do furo, da possível saturação da parte

superficial (4 cm) da camada inferior ao macadame hidráulico.

Caso ocorra uma das situações indicadas acima a macadame betuminoso não poderá ser executado, devendo ser aguardada a secagem da camada de macadame hidráulico de modo que as citadas situações não mais se verifiquem. Tão logo isto se dê, poderá ser autorizada a construção do macadame betuminoso.

### **Macadame Hidráulico**

Estes serviços consistirão no fornecimento, distribuição e compressão de uma ou mais camadas agregadas minerais graúdo e de material de enchimento aglutinado pela adição de água, de acordo os alinhamentos, cotas e seções transversais indicadas no projeto.

A camada subjacente, sobre a qual será executada a base de macadame hidráulico, deverá estar perfeitamente regularizada, consolidada e aprovada pela Fiscalização.

A base de macadame hidráulico será construída com produto total de britagem, de modo que venha apresentar estabilidade e durabilidade conveniente, satisfazendo aos requisitos de granulometria e qualidade estabelecida nesta Especificação.

Não é permitido o transporte de brita e material de enchimento quando as condições de tempo forem tais que as operações de transporte e distribuição ocasionem danos aos serviços já executados.

Também é vedado constituir base de macadame hidráulico sobre a superfície encharcada do sub-leito. A camada subjacente, sobre cuja superfície será executada a camada de macadame hidráulico deverá estar moldada com acabamento cuidadoso, de modo a não apresentar desigualdades ou depressão e estar suficientemente drenada.

A camada subjacente, após a relocação, deverá estar e acordo com a seção transversal tipo e com as cotas de projeto, dentro das tolerâncias permitidas nas especificações destes serviços. A espessura final compactada de camada de macadame hidráulico será no mínimo de 7 cm. Quando a espessura a executar for superior a 14 cm, a distribuição deverá ser feita em duas etapas sucessivas. Neste caso, a primeira camada deverá ter a largura aumentada de 20 cm. Quando o material da sub-base tiver de 30% em peso passando



na peneira nº 200 deverá se executada, antes do primeiro espalhamento do agregado graúdo, uma camada de bloqueio em toda largura da plataforma com uma espessura de 3 a 5 cm após a compactação. Esta camada, que também terá a função de camada drenante, será definida pela Fiscalização. O agregado graúdo será espalhado em uma camada de espessura uniforme, uniformemente solto a disposição de modo a que seja obtida a espessura comprimida Especificada, atendendo aos alinhamentos e perfis projetados. O espalhamento deverá ser feito de modo que não haja segregação das partículas de agregado, por meios mecânicos. Não será permitida a descarga do agregado em pilhas ou cordões, devendo o espalhamento ser feito diretamente dos caminhões basculantes em espessura a mais uniforme possível, seguido de acerto definitivo com a lâmina da motoniveladora. Depois do espalhamento e acerto do agregado graúdo, será feita a verificação do greide longitudinal e seção transversal, com cordéis, gabarito etc., sendo, então, corrigidos os pontos com excesso ou deficiência de material.

Nesta operação deverá ser usada brita com a mesma granulometria da usada na camada em execução, sendo vedado o uso da brita miúda para tal fim.

Os fragmentos alongados, lamelares, ou de tamanhos excessivos, visíveis na superfície de agregado espalhado, deverão ser removidos. A compressão inicial deverá ser feita com um rolo de 3 rodas, pesando 10 e 12 toneladas, ou rolo vibratório, aprovado pela Fiscalização. Em qualquer faixa, esta passagem deve ser feita em marcha à ré e à velocidade reduzida (1,8 a 2,4 Km/h), devendo também as manobras do rolo ser realizadas fora da base em compressão. Nos trechos em tangente, a compressão deve partir, sempre, dos bordos para o eixo e, nas curvas, do bordo interno para o bordo externo. Em cada deslocamento do rolo compressor, a faixa anteriormente comprimida deve ser recoberta de, pelo menos, metade da largura da roda traseira do rolo. Após obter-se a cobertura completa da área em compressão ser feita uma nova verificação do greide longitudinal e seção transversal, efetuando-se as correções necessárias.

A operação de compressão deverá prosseguir até que se consiga um bom entrosamento do agregado graúdo, sem formar ondas diante do rolo. O material de enchimento de vera ser, a seguir, espalhados por meios manuais ou mecânicos, em quantidade suficiente para encher os vazios do agregado já parcialmente comprimido. O material do enchimento deverá ser descarregado em pilhas sobre o agregado graúdo, mais espalhadas em camadas finas, seja por meio de espalhadores mecânicos, diretamente dos caminhões, ou por meios manuais. A aplicação do material de enchimento deverá ser feita em 3 ou mais camadas sucessivas, durante o que se deve continuar a compressão e força a sua penetração nos vazios do agregado graúdo por meio de vassouras manuais ou mecânicas.

Quando não for possível a penetração do material de enchimento a seco dado início à irrigação da base, ao mesmo tempo em que se espalha mais material de enchimento e se prossegue com as operações de compressão.

A irrigação e aplicação do material de enchimento deverão prosseguir até que se forme na frente do rolo uma pasta de material de enchimento e água. Será dada como terminada a compressão quando desaparecer as ondulações na frente do rolo e a base se apresentar completamente firme. Quando a construção da base de macadame hidráulico for feita em duas etapas, a primeira camada deverá estar completamente seca antes de iniciar-se a



execução da segunda. Ambas as camadas deverão ser construídas obedecendo ao procedimento descrito acima. No caso de construção em meia pista, será obrigatório o uso de fôrmas ao longo do eixo. As formas poderão ser metálicas ou de madeira, tendo estas últimas uma espessura mínima de 5 cm. No caso da construção em duas etapas, a linha de junção das duas meias-pista inferiores não deverá coincidir com a das duas meias pistas superiores. Terminada a construção da base de macadame hidráulicos deve-se deixá-la secar, durante um período de 7 a 15 dias, antes da execução do revestimento.

### **Construção de Camada de Isolamento**

A camada de isolamento deverá ser construída sobre a superfície da base, conforme indicado no projeto. Esta camada deverá ter 3 a 5 cm de espessura após a compactação, será definida pela Fiscalização.

### **Reforço do subleito**

Reforço do subleito é a camada do pavimento que tem o objetivo de dotar a estrutura de uma fundação com qualidades e suporte superiores ao do solo encontrado no local quando este não atender às exigências do projeto. O reforço do subleito conforme a plataforma transversal e longitudinal e será executado de acordo com as dimensões do projeto, sobre o subleito regularizado.

Os materiais a serem empregados no reforço deverão possuir características superiores aos do subleito e serem provenientes de jazidas ou depósitos, ou mesmo de cortes dentro da faixa da própria obra desde que atendam às características mínimas exigidas pelo projeto. Os materiais do reforço deverão ter um índice de suporte Califórnia (ISC/CBR) mínimo especificado pelo projeto. A expansão máxima deverá ser de 1,0%. Os solos utilizados deverão estar isentos de vegetais ou materiais orgânicos.

### **Execução**

Sobre a plataforma de terraplenagem devidamente regularizada distribui-se o material que constituirá a camada de reforço. Após o depósito e espalhamento com equipamento adequado deverão ser efetuadas as correções de umidade. A água deve ser adicionada parceladamente, seguindo-se a cada fração de água acrescentada rigorosa homogeneização. Após a última incorporação de fração que totaliza a quantidade de água requerida, a homogeneização deve prosseguir até obter-se total uniformidade e teor de umidade especificados. Se o material a ser empregado apresentar excesso de umidade deve-se proceder à aeração até que o teor de água apresente-se uniforme e de acordo com o especificado. A compactação deverá ser executada em camada de no mínimo 10 cm e no máximo 20 cm acabadas. Serão permitidos retoques superficiais desde que executados em corte. Nos locais em que sejam necessárias em aterro, será feita a escarificação dos 10 cm superiores da última camada executada, adicionando o material necessário para a complementação e repetidas as operações de compactação.



# **ESTUDO DE MACRO-DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE SAGRES**

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS MICRODRENAGEM**

As medidas a serem tomadas no Município de SAGRES, tanto estruturais como não estruturais terão como base as diretrizes da Lei Estadual nº 7.663/91, sem ferir as demais Leis e Resoluções que tratam da Saúde e do Meio Ambiente.

As propostas deverão subsidiar ou estar contidos dentro Plano Diretor do Município.

As áreas de preservação permanente e áreas de nascentes deverão seguir as diretrizes das Leis: Federal, Estadual e Municipal.

Articular o plano de drenagem com os demais conjuntos de melhoramentos públicos (redes de água e esgoto; redes elétrica e telefônica; rede viária e de transporte público áreas de recreação e lazer, entre outros), de forma que seja planejada de forma integrada.

As áreas de montante deverão ser protegidas de forma que o assoreamento não alcance os fundos de vale, isto é, proteger o solo rural através práticas de micro bacias orientadas pela Secretaria de Estado da Agricultura, e no perímetro urbano não permitir as construções / edificações nas áreas consideradas de APP.

### Sistema Existente

A drenagem do Município não é compatível com sua área de contribuição. Tendo apenas duas bacias existentes, as quais não são compatíveis com suas áreas. Devido a tal fato, há muitos pontos de erosão na cidade, necessitando de uma drenagem de acordo com sua área e vazão.

### Sistema Proposto

Propõe-se que o município seja dividido em 4 Bacias, as quais devem suprir a necessidade do mesmo, de acordo com a cota de greide das ruas e aproveitando, quando possível, a drenagem já existente no município, além do projeto de contenção de erosões e bacia de retenção para que as mesmas não sejam agravadas. Serão Substituídos também os dissipadores já existentes, pois os mesmos não encontram-se em condições de suprir as necessidades do município.

SAGRES, 09 de Maio de 2011.

---

Eng. Álvaro Campoy  
CREA-SP 0601643520



## BIBLIOGRAFIA

AZEVEDO NETTO, J.M & ALVAREZ, G.A. **Manual de hidráulica**. 6ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 1973.

Baptista, Marcio: Nascimento, Nilo; Barraud, Sylvie. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**, Porto Alegre: ABRH, 2005.

DAEE / CETESB. **Drenagem urbana: Manual de projeto**. 2ª ed., São Paulo: DAEE / CETESB, 1980.

DAEE. **Manual de Cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE, 1994.

DAVID, DA SILVA, D, PRUSKI, F.F. **Gestão de Recursos Hídricos, Aspectos legais, econômicos**

**e sociais**. Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa, MG: Universidade Federal de

Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2000.

DOP – Manual Técnico – caderno de encargos – Governo do Estado de São Paulo.

IPT. **Estudo de Macro drenagem de Valentim gentil** – SN Engenharia e Consultoria, 2007.

IPT. **Relatório de Situação dos Recursos hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios**

**Turvo/Grande**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2000.

LENCASTRE, A. **Manual de hidráulica Geral**. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 1972.

PORTO, R. Melo. **Hidráulica básica**. São Carlos: EESC / USP, 1998.

RIGUETTO, A. Marozzi. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos: EESC/ USP, 1998.

São Paulo. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras. Departamento de Água e Energia

Elétrica. **Síntese do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. São

Paulo: Departamento de Água e Energia Elétrica, 1999.

TPCO 10: Tabelas de Composições de preços para orçamentos. 10ª ed. São Paulo: Pini, 1996.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia, ciência e aplicação**. São Paulo: ABRH / EDUSP, 1993.

TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH / UFRGRS,

1995.



## CRONOGRAMA – MACRO E MICRODRENAGEM URBANA – MUNICÍPIO DE SAGRES.

### SISTEMA DE DRENAGEM URBANA MUNICÍPIO DE SAGRES

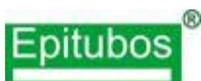
BACIA 1	CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO
RUA AFONSO PENA	JANEIRO DE 2018 Prefeitura
RUA PROF REINALDO ARAUJO	EM EXECUÇÃO (FEVEREIRO 2019) Fehidro
ARMINDA TRINDADE RIBAS X NILO PEÇANHA	CONTEMPLADO FEHIDRO
EURICO GASPAR DUTRA	2020 – Tubulações compradas Prefeitura
RODRIGUES ALVES	2021

# ESTUDO DE MACRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE SAGRES - SP



1º Relatório

Maio/2010



## ÍNDICE

<b>1.- APRESENTAÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>2.- INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>3.- CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SAGRES</b>	<b>5</b>
3.1.- Caracterização Física	16
3.2.- Saneamento e Resíduos Sólidos	18
3.3.- Acervo e base de dados do município	18
3.4.- Hidrologia Regional	19
<b>4.- DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO</b>	<b>20</b>
<b>5.- CONSEQÜÊNCIAS DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM DAS BACIAS RURAIS DE SAGRES</b>	<b>21</b>
<b>6.- O ESTUDO DA MACRO-DRENAGEM DE SAGRES</b>	<b>24</b>
<b>7.- HIDROLOGIA URBANA DE SAGRES</b>	<b>26</b>
7.1. Classificação das Bacias Urbanas de Sagres	26
7.2. Período de Retorno	26
7.3. Tempo de Concentração	28
<b>8.- ELEMENTOS DE MICRO-DRENAGEM URBANA DE SAGRES</b>	<b>31</b>
8.1.- Distribuição Espacial dos Componentes:	32
<b>9.- DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS COMPONENTES</b>	<b>33</b>
9.1.- Ruas e Sarjetas:	33
9.2.- Bocas-de-Lobo:	34
9.3.- Galerias:	35
9.4.- Poços de Visita:	36
9.5.- Redução da Capacidade de Escoamento:	36
<b>10.- RELATÓRIO FOTOGRÁFICO</b>	<b>38</b>
<b>11.- RELATÓRIO TOPOGRÁFICO</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>44</b>



## 1.- APRESENTAÇÃO

---

Este 1º. Relatório Técnico de Andamento das Atividades do Estudo de Macro Drenagem do Município de Sagres tem como objeto de pesquisa a área urbana desta importante cidade do interior do Estado de São Paulo. A região desempenha relevante função hidrológica, ambiental e agrícola na Bacia Hidrográfica do rio do Peixe.

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 Sagres.

O diagnóstico e os conceitos ora aqui apresentados tem 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 quais 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 Sagres, as torrentes originadas pela precipitação direta sobre as vias públicas desembocam nos bueiros situados



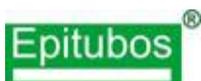
nas sarjetas. Estas torrentes (somadas à água da rede pública proveniente dos coletores localizados nos pátios e das calhas situadas nos topos das edificações) são escoadas pelas tubulações que alimentam os condutos secundários, a partir do qual atingem o fundo do vale, ( Rua Dr. Getúlio Vargas e Término da Rua Afonso Pena) onde o escoamento é topograficamente bem definido. O escoamento no fundo do vale é o que determina o chamado *Sistema de Macro-Drenagem*, que será o objeto do nosso estudo. O sistema responsável pela captação da água pluvial e sua condução até o sistema de macro-drenagem é denominado *Sistema de Micro-drenagem*.

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 Sagres poderão ser resolvidos, destacam-se a existência de:

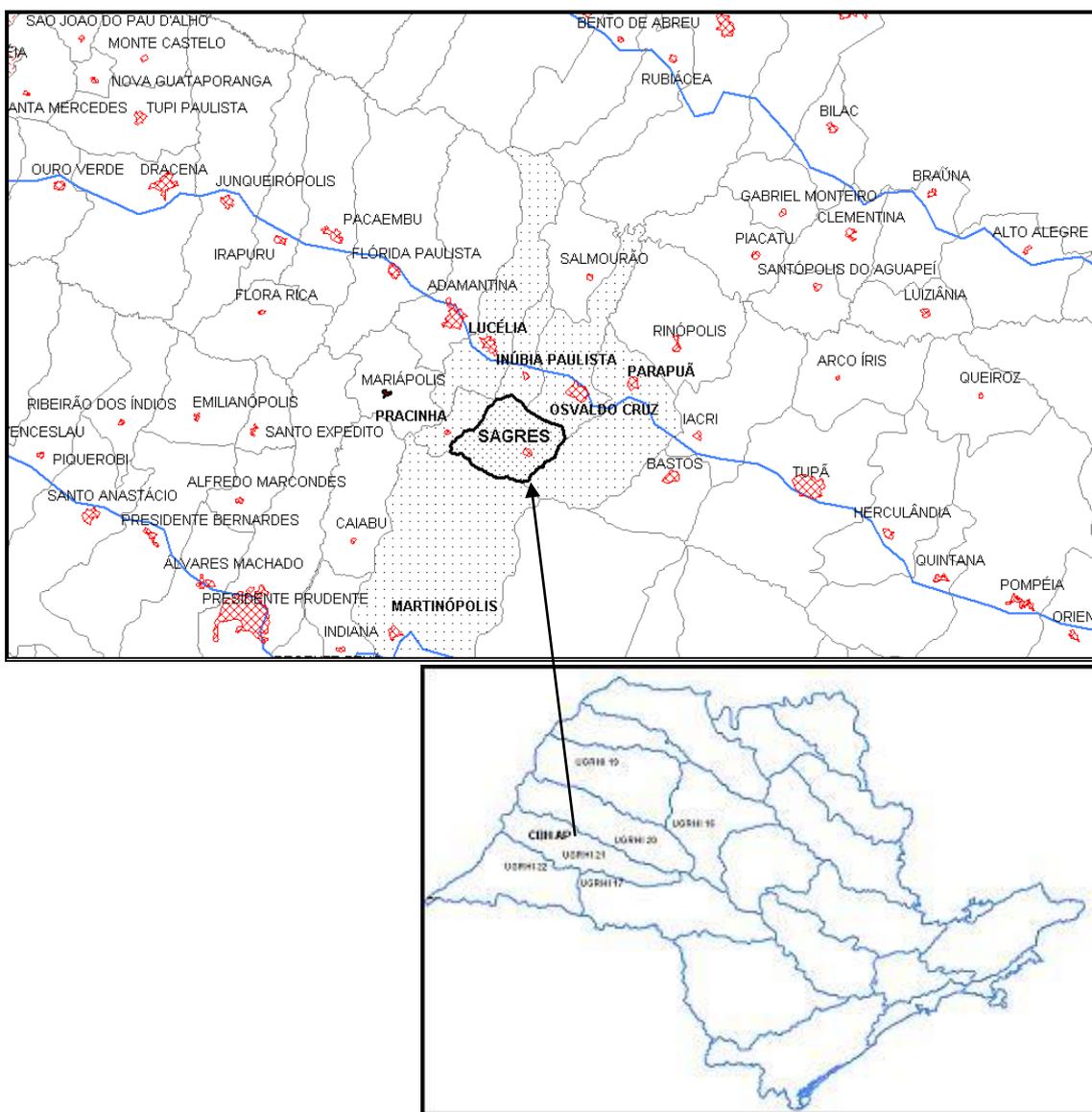
- 1)- meios legais e institucionais para que se possa elaborar uma política factível de drenagem urbana;
- 2)- uma política de ocupação das várzeas de inundação, que não entre em conflito com esta política de drenagem urbana;
- 3)- recursos financeiros e meios técnicos que possam tornar viável a aplicação desta política;
- 4)- entidades capazes de desenvolver as atividades de comunicação social e promover a participação coletiva;
- 5)- 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 prazos. Por fim, mas não menos importante, a opinião pública deve ser esclarecida através da organização de campanhas educativas.



### 3.- CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SAGRES

De acordo com o Termo de Referência apresentado pela Prefeitura, o município de SAGRES tem sua sede localizada na Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe (UGRHI 21), o que faz pertencer ao Comitê das Bacias do Aguapeí / Peixe – CBH AP. A figura abaixo ilustra a localização de SAGRES nas Bacias Hidrográficas.



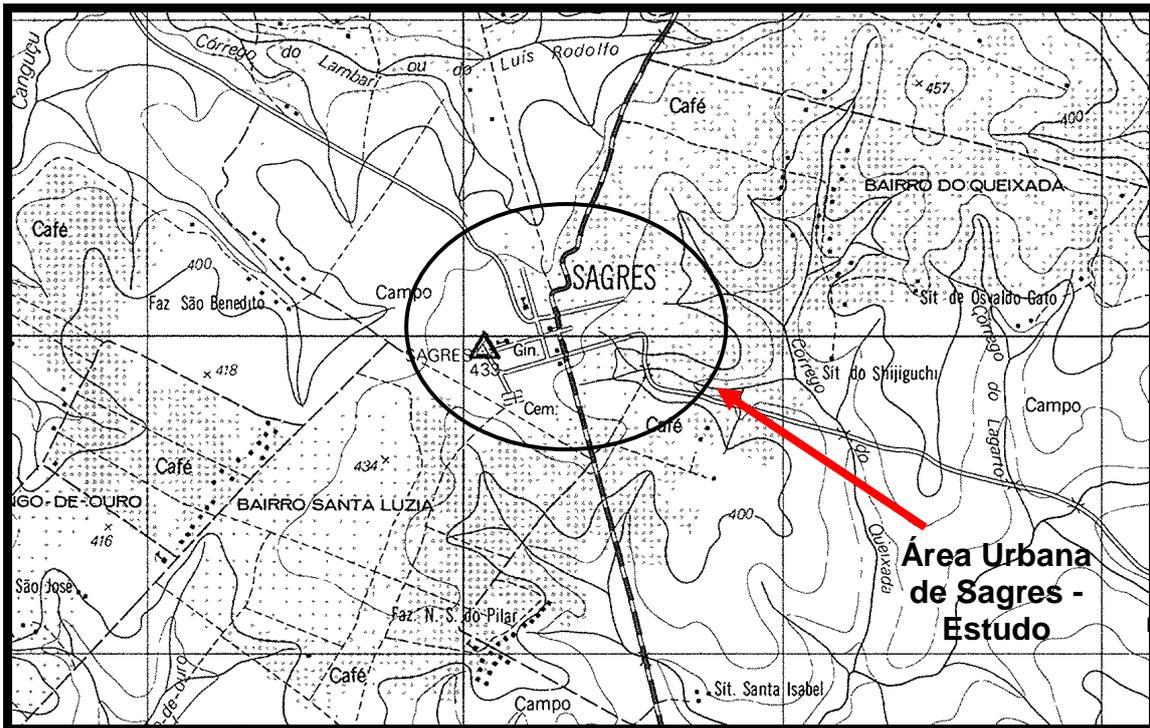


Figura – Carta do IBGE (esc. 1:50.000)

SAGRES pertence a Região de Governo de Adamantina e Administrativa de Presidente Prudente, O Município de Sagres faz divisa com os seguintes municípios

100% do território municipal do município de SAGRES, ta localizada na bacia do Rio do Peixe.

Quanto ao perfil sócio-econômico, Sagres apresenta os seguintes dados:

População Seade (2010): 2.276 hab.

Descrição	Ano	Município	Reg. Gov.	Estado
<a href="#">Área (Em km2)</a>	2010	148,93	2.934,86	248.209,43
<a href="#">População</a>	2010	2.276	137.947	42.136.277
<a href="#">Densidade Demográfica (Habitantes/km2)</a>	2010	15,28	47	169,76
<a href="#">Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População - 2000/2010 (Em % a.a.)</a>	2010	-0,7	0,58	1,32
<a href="#">Grau de Urbanização (Em %)</a>	2009	77,4	85,56	93,76
<a href="#">Índice de Envelhecimento (Em %)</a>	2010	77,92	88,13	48,56
<a href="#">População com Menos de 15 Anos (Em %)</a>	2010	19,9	17,81	22,86
<a href="#">População com 60 Anos e Mais (Em %)</a>	2010	15,51	15,7	11,1
<a href="#">Razão de Sexos</a>	2010	101,59	103,78	95,61

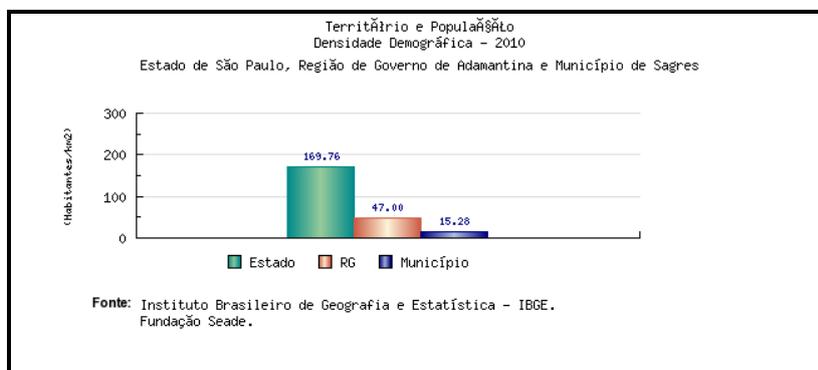
<b>Estatísticas Vitais e Saúde</b>	<b>Ano</b>	<b>Município</b>	<b>Reg. Gov.</b>	<b>Estado</b>
<a href="#">Taxa de Natalidade (Por mil habitantes)</a>	2008	12,61	10,52	14,63
<a href="#">Taxa de Fecundidade Geral (Por mil mulheres entre 15 e 49 anos)</a>	2008	49,49	40,49	51,76
<a href="#">Taxa de Mortalidade Infantil (Por mil nascidos vivos)</a>	2008	-	18,03	12,56
<a href="#">Taxa de Mortalidade na Infância (Por mil nascidos vivos)</a>	2008	-	20,11	14,56
<a href="#">Taxa de Mortalidade da População entre 15 e 34 Anos (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)</a>	2008	-	112,61	120,75
<a href="#">Taxa de Mortalidade da População de 60 Anos e Mais (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)</a>	2008	1.501,50	3.595,46	3.656,94
<a href="#">Mães Adolescentes (com menos de 18 anos) (Em %)</a>	2008	10,34	9,02	7,13
<a href="#">Mães que Tiveram Sete e Mais Consultas de Pré-natal (Em %)</a>	2008	86,21	81,04	76,89
<a href="#">Partos Cesáreos (Em %)</a>	2008	75,86	78	56,69
<a href="#">Nascimentos de Baixo Peso (menos de 2,5kg) (Em %)</a>	2008	6,9	7,14	9,03
<a href="#">Gestações Pré-termo (Em %)</a>	2008	3,45	6,69	8,27

<b>Habitação e Infraestrutura Urbana</b>	<b>Ano</b>	<b>Município</b>	<b>Reg. Gov.</b>	<b>Estado</b>
<a href="#">Domicílios com Espaço Suficiente (Em %)</a>	2000	92,84	93,76	83,16
<a href="#">Domicílios com Infraestrutura Interna Urbana Adequada (Em %)</a>	2000	92,84	94,02	89,29
<a href="#">Coleta de Lixo - Nível de Atendimento (Em %)</a>	2000	98,43	98,65	98,9
<a href="#">Abastecimento de Água - Nível de Atendimento (Em %)</a>	2000	97,76	99,46	97,38
<a href="#">Esgoto Sanitário - Nível de Atendimento (Em %)</a>	2000	92,17	<u>87,91</u>	

### **Definições:**

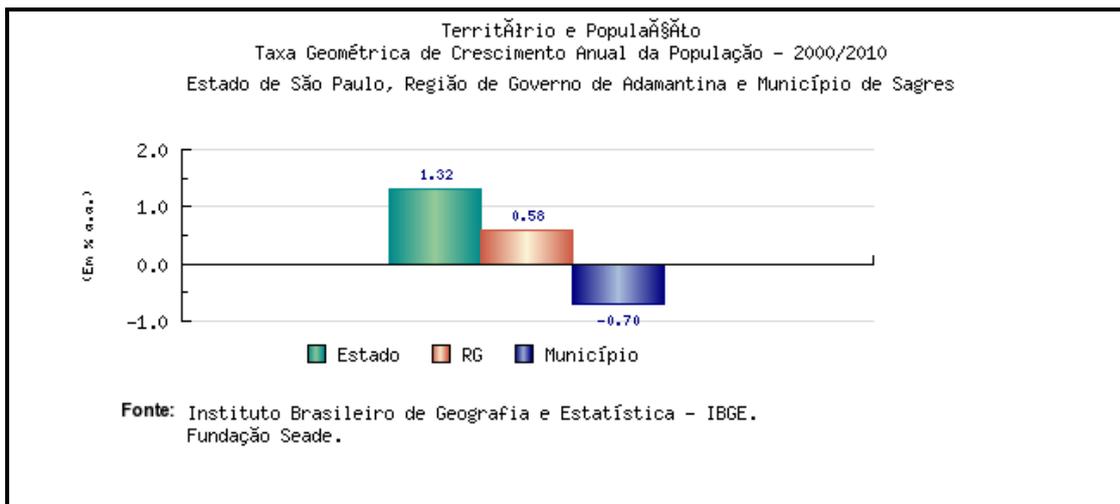
#### *Densidade Demográfica:*

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.



#### *Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População - 2000/2008:*

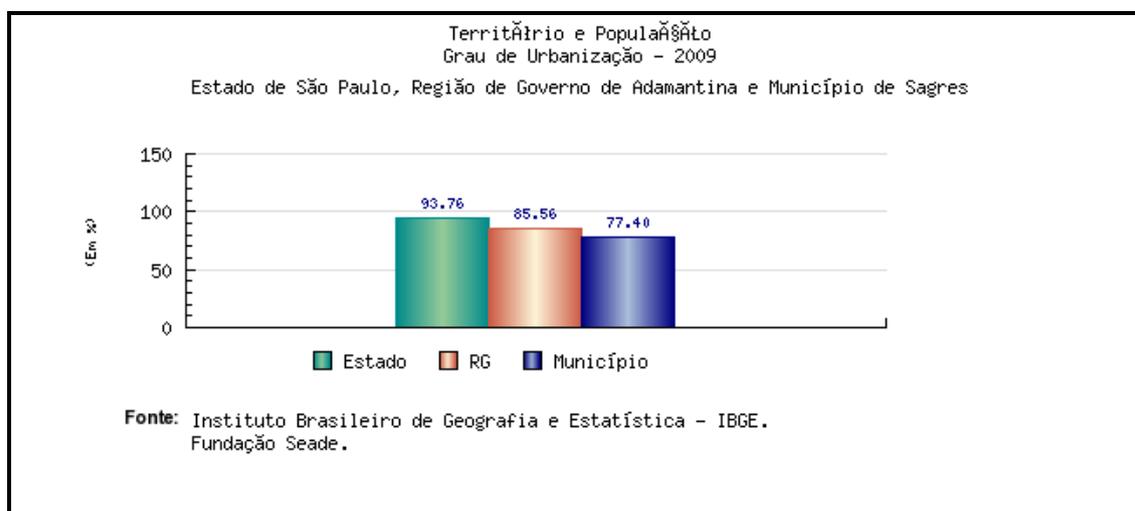
Expressa em termos percentuais o crescimento médio da população em um determinado período de tempo. Geralmente, considera-se que a população experimenta um crescimento exponencial também denominado como geométrico.



### Grau de Urbanização:

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

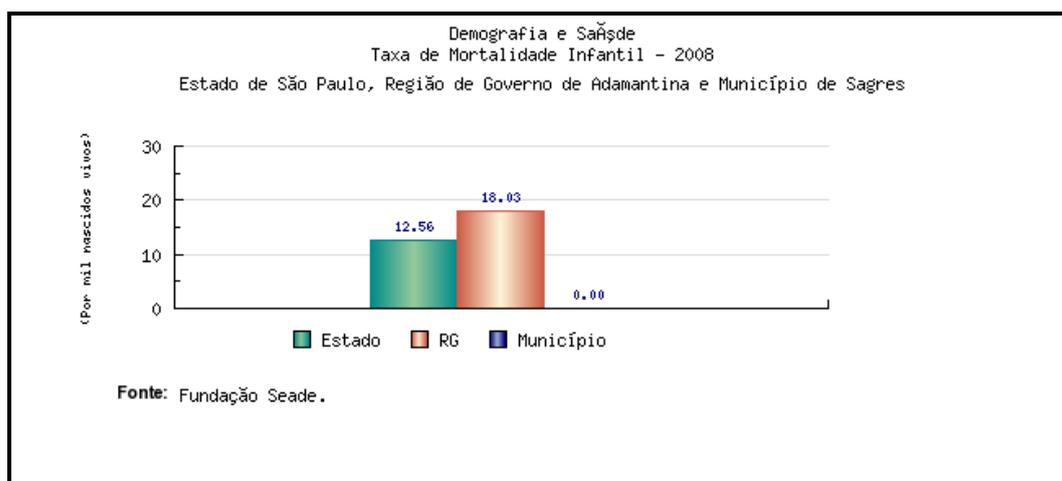
$$\frac{\text{Grau de Urbanização} = \text{População Urbana}}{\text{População Total}} \times 100$$



### 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:

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



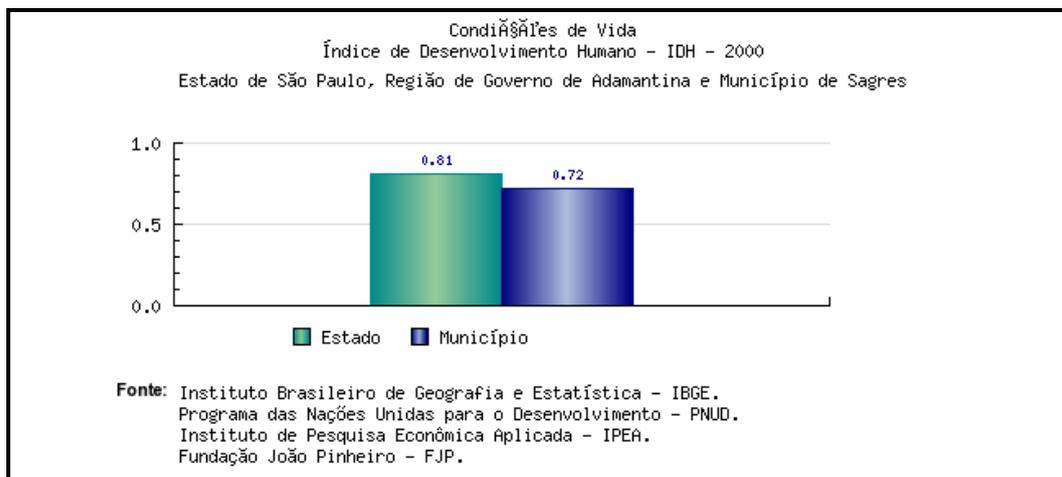
### Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM:

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:

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

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.



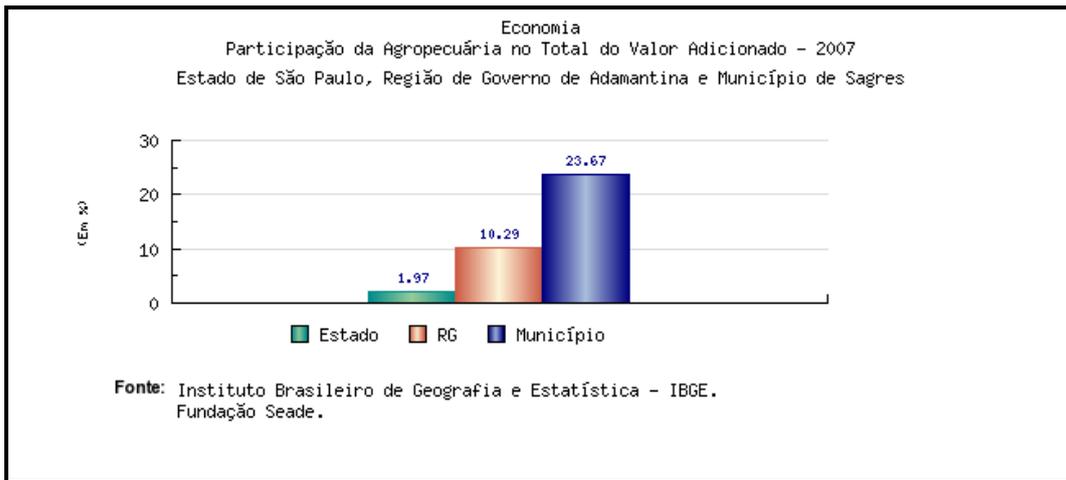
Outros indicadores também ilustram a representatividade da economia do município de Sagres. Dentre eles, podemos destacar:

- Participação nas Exportações 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 no PIB do Estado

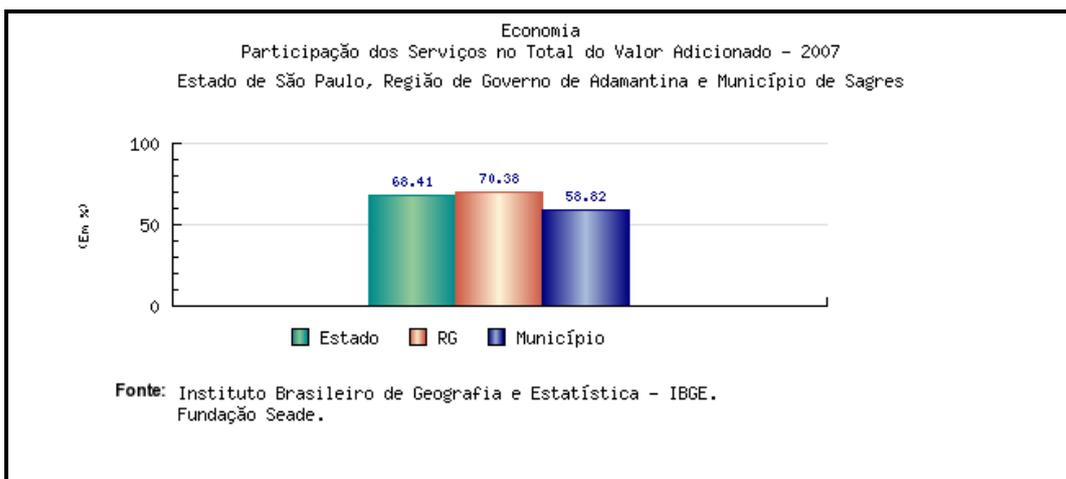
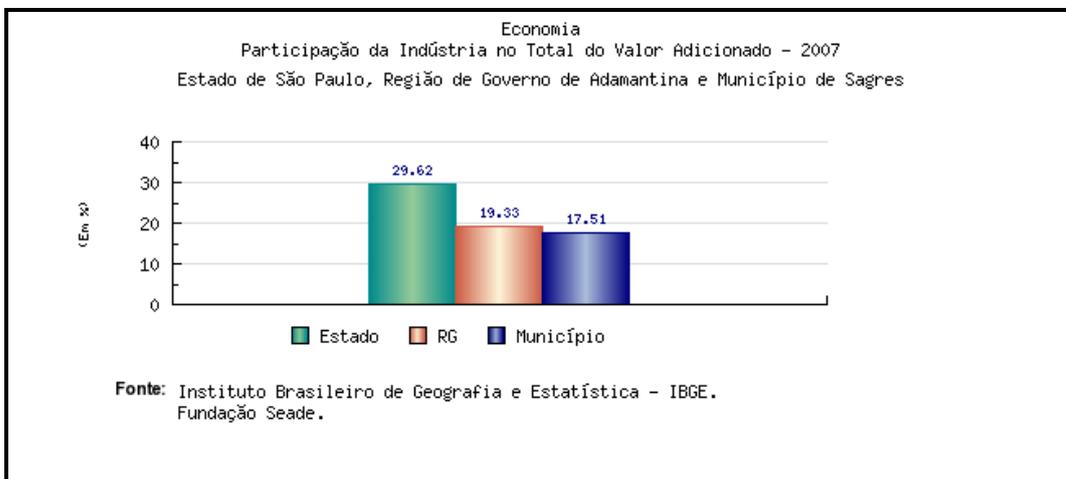
A participação municipal nas exportações corresponde o quanto essa região exporta em relação ao valor total exportado pelo Estado de SP.



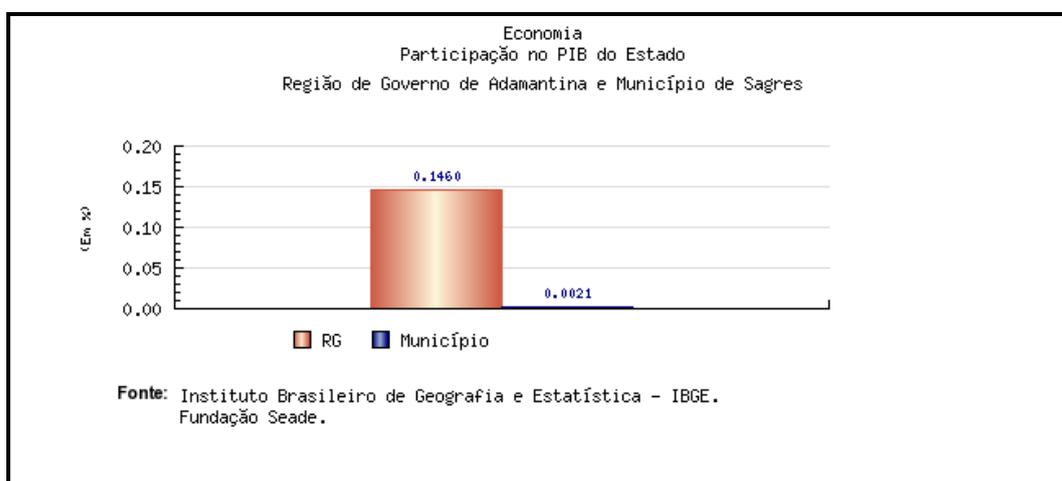
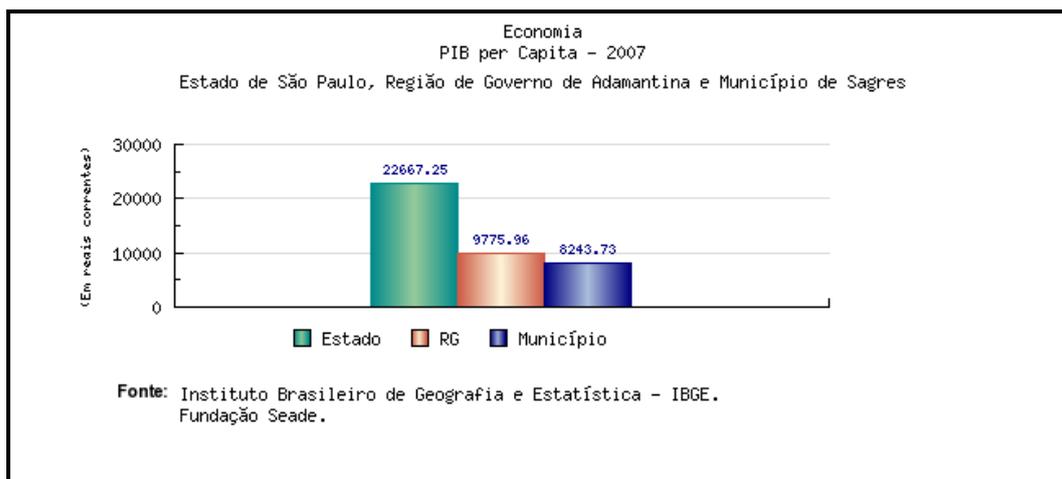
O valor adicionado do setor agropecuário é o valor que a atividade Agropecuária agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo.



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



Com relação ao PIB de Sagres, 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.



### - Política Urbana

A população do município de Sagres não teve um aumento considerado, poré, de acordo com as políticas publicas junto a secretaria da Habitação implanta-se Loteamentos Urbanos na área do município, com a demanda de infra-estrutura urbana, e a impermeabilização do solo, percebe-se impactos diretos nos fundos de vales.

Em relação aos dispositivos legais para a gestão urbana, Sagres não dispõe de Plano Diretor

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 Estatuto trouxe a obrigatoriedade dos municípios elaborarem seus Planos Diretores.

Outro instrumento importante para o planejamento das cidades, que vem sendo implantado dentro do CBH-AP, 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, praticas agrícolas equivocadas, bem como da falta de projetos técnicos por parte da maioria das prefeituras.

- *Uso do Solo Rural*

- Principais culturas identificadas no território do Município de Sagres

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 Sagres, as mais importantes modalidades de uso e ocupação do solo rural e as principais culturas existentes na região são apresentadas nos Quadros seguintes.

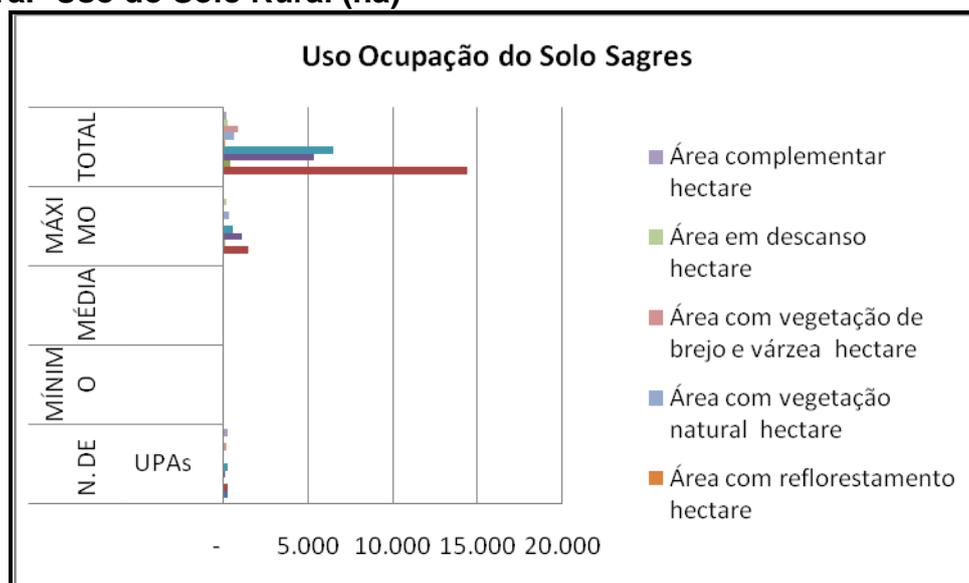
#### Quadro.- Uso do Solo Rural (ha)

Município	Cultura Perene	Cultura Temporária	Reflorestamento	Pastagem	Vegetação Brejo e Várzea	Vegetação Natural
Sagres	455,6	5.325,60	85,6	6.514,10	874,70	668,30

Fonte: CATI – Projeto LUPA

Considerando uma área Total de 14.493,10 há,e analisando os dados apresentados no quadro acima, verifica-se que o uso e ocupação do solo rural no município de Sagres é na maioria pastagens com (44,94%) e Culturas temporárias com (36,74%). As culturas perenes Brejo e varzea se equiparam,com (3,14 %) e (6,03%) respectivamente Quanto à vegetação natural, (4,61%) . Já ao reflorestamento, no município ocorre muito pouco apenas (0,60%), fato este que pode implicar numa política para este seguimento de recuperação ambiental.

#### Figura.- Uso do Solo Rural (ha)



### Culturas Perenes (Permanentes):

Entende-se por culturas (lavouras) perenes 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 Sagres a área que corresponde a este tipo de cultura é bem pequena, como pudemos observar no quadro acima. Porém, para efeito de exemplo, em geral essas culturas são: os pomares (laranja, limão, tangerina), a amora, o café, 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.

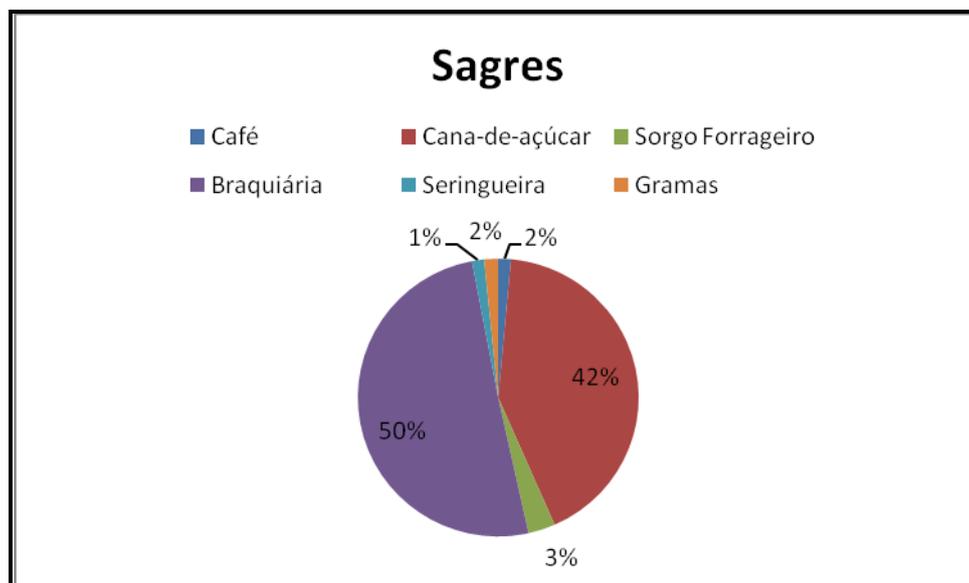
Como exemplos de lavouras temporárias podemos citar as mais cultivadas no município de Sagres como a cana-de-açúcar, o milho, o algodão, dentre outras.

### **Quadro.- Principais Cultivos (ha)**

Município	Café	Cana-de-açúcar	Sorgo Forrageiro	Braquiária	Seringueira	Gramas
Sagres	172,30	4.931,50	367,70	5.935,90	164,50	190,60

Fonte: CATI – Projeto LUPA

### **Figura.- Principais culturas (ha)**



- Principais atividades de exploração animal no Município de Sagres

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 Sagres se dá como ilustrado no Quadro seguinte:

#### Quadro.- Exploração Animal no município de Sagres

ATIVIDADE		QUANTIDADE
Ovinocultura		250,0 cabeças
Bovinicultura	corde	2.679,0 cabeças
	mista	5.568,0 cabeças
	leite	554,00 cabeças
Suinocultura		73 cabeças

Fonte: CATI – Projeto LUPA

Analisando o quadro verificamos a forte aplicação da Bovicultura, seguida pela Ovinocultura, no município de Sagres

#### 3.1.- Caracterização Física

O perímetro urbano e todo o território do município de SAGRES está localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Peixe. A Usina Hidroelétrica de Quatiara, lança suas águas pós represamento no Rio do Peixe no município de sagres, onde sofre impactos relevantes quando ao assoreamento devido às descargas de fundo da mesma. Os córregos que tem sua nascentes próximo a malha urbana do município de sagres, são Córrego do Queixada, Córrego do Lambari.

A Formação Santo Anastácio aflora na área objeto dos estudos, em áreas que acompanham as cotas mais baixas dos vales dos rios Aguapeí e Peixe, próximos ao rio Paraná. Em subsuperfície, litologias atribuíveis à Formação Santo Anastácio estendem-se para leste, até a região de SAGRES na bacia do rio do Peixe e Salmorão no rio Aguapeí. Esta distribuição indica que o embaciamento em que se acumulou esta formação transgrediu sobre o embaciamento Caiuá, embora em continuidade tectônica e sedimentar. Encontra-se o Arenito Santo Anastácio jazendo ora sobre o Caiuá, ora recobrimo diretamente o embasamento basáltico.

O relevo regional é composto por colinas amplas, apresentando declividades predominantes inferiores a 15% e amplitudes locais de até 100 m, predominam no relevo regional. A carta de declividades (clinométrica) elaborada para a área de estudo apresentou classes de 0 a 3% e de 3 a 6% como as predominantes.

Pedologicamente, predominam solos do tipo latossolo vermelho-amarelo fase arenosa. Próximo as linhas de drenagem ocorrem solos hidromórficos e depósitos aluvionares. Geotecnicamente, os perfis de alteração são caracterizados por um horizonte de 6 a 8 m de solo superficial arenoso, homogêneo e de cor vermelha-castanho.



De acordo com os dados do Relatório Zero, tanto do Aguapeí/Peixe, como do Médio Paranapanema, o município de SAGRES se encontra nas áreas de **CRITICIDADE MUITO ALTA E ALTA** quanto aos processos erosivos.

Segundo os Relatórios Zeros destes Comitês, os trabalhos que permitiram a identificação das ocorrências de ravinas, boçorocas e corpos de assoreamento existentes região, foram realizados a partir de interpretação de fotografias aéreas, em escala 1:25.000, permitindo localizá-las em cartas topográficas, escala 1:50.000, e posterior lançamento nos mapas de Potencial Natural de Erosão e de Sub-Bacias Críticas. Esses mapas apresentam a distribuição das feições erosivas lineares (ravinas e boçorocas) levantadas através de fotografias aéreas e dados de cadastros de campo de erosões urbanas executados pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Os corpos de assoreamento foram identificados, praticamente, em todos os fundos de vale com processos erosivos instalados nas áreas a montante das drenagens, ocorrendo de forma generalizada em todas as sub-bacias de alta e muito alta criticidade.

Têm suas causas associadas principalmente ao processo desorganizado de urbanização. Quase todas as boçorocas estão ligadas ao lançamento de águas de chuva e esgoto, diretamente ou através do arruamento, em pequenos vales ou nos córregos. A erosão provocada pela grande quantidade de águas assim lançadas, já é suficiente para deixar o problema bastante grave. Quando surge a água subterrânea no fundo e nas paredes da boçoroca, sua ação erosiva torna-se ainda mais complexa e acelerada, evoluindo em direção aos bairros mais altos e, por vezes, com abatimentos bruscos do terreno em áreas descalçadas por erosão interna (*piping*).

Quando as águas são conduzidas por sistemas de captação apropriados, normalmente o problema tem origem no ponto de lançamento das águas, sendo comum o subdimensionamento das obras terminais de dissipação e falta de manutenção e conservação .

O problema agrava-se em função da necessidade de lançamento das águas pluviais e servidas em drenagens próximas às zonas urbanas, que não comportam um grande incremento de vazão, sofrendo rápido entalhamento e alargamento do leito. Os incrementos brutais das vazões, por ocasião das chuvas, aliando-se às variações do nível freático, conferem ao processo erosivo remontante uma dinâmica acelerada. Tais fenômenos, que se desenvolvem em área urbanizada, colocam em risco a segurança e os recursos econômicos da população local. Em anexo são apresentadas fotos de algumas erosões que assolam a área urbana da cidade.

### 3.2.- Saneamento e Resíduos sólidos

a SABESP opera o sistema de água e esgoto do município. Segundo o último Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2007, elaborado pela CETESB, o município de SAGRES apresenta os seguintes números quanto ao esgotamento sanitário:

Atendimento (%)		Carga Poluidora KgDBO/ano	Corpo Receptor
Coleta	Tratam.	Potencial	
100	100	31.390,0	Córrego do Queixada

A eficiência do tratamento é de 82%.

Já o nível de atendimento ao abastecimento de água tratada para a população urbana do município gira em torno de 100%.

Quanto aos resíduos sólidos, de acordo com a CETESB (2007), a situação se encontrava ADEQUADA, com o município gerando algo em torno de 0,09077 ton/ano: de lixo.

### 3.3.- Acervo e base de dados do município

O município de SAGRES não conta com nenhum estudo específico sobre drenagem urbana.

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 o 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.

### 3.4.- Hidrologia Regional

Quanto aos cursos d'água que permeiam o município de Sagres, podemos destacar os Córrego do Queixada, Ribeirão do Canguçu, Córrego do Lambari e o Rio do Peixe

Quanto aos postos pluviométricos, pluviográficos e fluviométricos, de acordo com o banco de dados do DAEE, no município de SAGRES não existem postos pluviométrico podendo ser usados o de Oswaldo Cruz como índice de chuvas

### Disponibilidade Hídrica

De acordo com os Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, bem como no Plano da Bacia Hidrográfica dos Rios Aguapeí e Peixe (CBH-AP), o município de Sagres encontra-se inserido nas Sub-bacia do Baixo Peixe, apresentado um confortável quadro em relação à quantidade de água nesses cursos d'água, conforme podemos observar no quadro seguinte.

### Disponibilidade Hídrica

Formadores do Rio do Peixe													
Curso D' Água	Área	Q <sub>7/10</sub>	Q <sub>méd</sub>	Q <sub>7/10</sub>	Q <sub>méd</sub>	Soma acumulada		Quant.		Soma acumulada		Vazão disp. Q <sub>7-10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Vazão disp. Q <sub>médio</sub> (m <sup>3</sup> /s)
						Q <sub>7-10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>méd</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Captada	Lançada	Captação	Lançam.		
Correspondente	(Km <sup>2</sup> )	(l/s)	(l/s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>7-10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>méd</sub> (m <sup>3</sup> /s)						
Rib.Negrinha	135,71	357,87	998,57	0,35787	0,99857	12,64	35,17	0,0790	0,0500	0,8605	0,4058	13,10	35,6217

Fonte: Relatório Zero

**Clima:** A região do extremo sudoeste do Estado de São Paulo, na qual se localiza a bacia do Rio do Peixe e Aguapeí, caracteriza-se, segundo NIMER (1977), por clima tropical quente e úmido (com chuvas de verão), e com 1 a 2 meses de estação seca (inverno). A precipitação média anual é de 1.250mm, e a temperatura média anual superior a 18°C. O mês mais chuvoso é janeiro, com precipitação média de 200mm, e o mais seco é julho, com precipitação média de 25 mm.

#### 4.- DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Para efeito dos Estudos da Macrodrenagem do Município de Sagres, primeiramente diagnosticou-se, com base na Cartografia elaborada pelo município em escala 1:100.000, todas as principais bacias hidrográficas que integram o território de Sagres, conforme ilustrado no mapa em anexo.

Ao todo foram definidas Sub-bacias de drenagem, sendo que na área urbana praticamente não há córregos que cruzam o município porém caracterizam-se por áreas nascentes

- **Bacia 1 – Bacia do Córrego do Queixada ( Córrego da Negrinha )**
- **Bacia 2 – Bacia do Córrego do Lambari ou do Luis Rodolfo**
- **Bacia 3 - Bacia do Córrego Pingo de Ouro**

## 5.- CONSEQÜÊNCIAS DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM DAS BACIAS RURAIS DE SAGRES

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, no caso da parte sul do município o Córrego do Queixada, 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.

Já em relação aos Rios do Peixe e Aguapeí (parte baixa), por não sofrerem influência direta da urbanização, os mesmos estão vulneráveis às práticas agrícolas aplicadas pelos usuários do solo do município, que a cada vez mais, este solo está sendo usado para o plantio de cana de açúcar. Estas práticas agrícolas associadas à drenagem incorreta da área trazem para os cursos d'água a tão falada Poluição Difusa.

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.

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 Sagres, possuem relevância bastante significativa. Devido a suas características particulares, os impactos não-hidrológicos mais importantes no que concerne à drenagem urbana em Sagres são provenientes da ocupação do solo e do comportamento social de sua população.

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.

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 possa 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.

A drenagem secundária é, então, sobrecarregada pelo aumento da vazão, fazendo com que ocorram impactos maiores na macro-drenagem, principalmente Córrego do Queixada.

As nascentes do Córrego do Queixada, propriamente na parte sul do município de sagres, sofre com o carreamento de solo de dois trechos de galerias pluviais mal dimensionados, ocorrendo o início de processo erosivo que pode-se notar nos projetos em anexo ao relatório.

Nota-se que os impactos de características não-hidrológicas nas drenagem urbanas e rural 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, cabe 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 devem ser adotados antes que o espaço seja ocupado. Já para a questão rural, para se obter um resultado satisfatório, com solo proporcionando produção, manancial sendo abastecido com água de qualidade e com ganhos ambientais expressivos, temos que ter sempre em mente o desenvolvimento de trabalhos, tais como:

#### Práticas Edáficas:

- Manutenção da cobertura vegetal;
- Evitar e controlar as práticas de queimadas;
- Evitar o desmatamento das áreas impróprias para a exploração agrossilvopastoril;
- Adequar as propriedades rurais quanto ao uso e ocupação do solo;
- Realizar corretamente divisão de pastagens, não deixando ocorrer o excessivo pisoteamento dos solos pelos animais;
- Dividir o tamanho das pastagens, dimensionando bebedouros e cochos à exploração pecuária, evitando formação de trilhos provocados pelo caminhar do rebanho.

#### Práticas Mecânicas:

- Subsolação em áreas compactadas;
- Plantio em nível e direto das culturas;
- Cultivo mínimo das explorações;
- Terraceamento das áreas em risco e sujeitas ao escoamento superficial das águas das chuvas;
- Adequar a localização, construção e manutenção de barragens, estradas, carreadores, caminhos e canais de irrigação aos princípios de conservação do solo e da água;
- Efetuar proteção das cabeceiras das nascentes com as práticas mecânicas, vegetativas e edáficas de conservação do solo e da água.

Essas medidas, quando exercidas nos estágios iniciais da ocupação, exigem recursos relativamente limitados. A construção de reservatórios e diques, a ampliação das calhas dos rios e outras soluções estruturais de alto custo podem ser evitadas com o planejamento racional da ocupação urbana e rural.

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 MACRO-DRENAGEM DE SAGRES

Uma estratégia essencial para a obtenção de soluções eficientes para o município de Sagres é a presente elaboração do Estudo de Macro-Drenagem. 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.

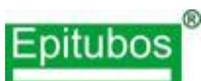
O Estudo de Macro-Drenagem do município de Sagres deverá possibilitar a identificação das áreas a serem preservadas e em se tratando da área urbana, a seleção das que possam ser adquiridas pelo poder público antes que sejam ocupadas, loteadas ou que seus preços se elevem e tornem a aquisição proibitiva. 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 Macro-Drenagem de Sagres deverá ser articulado com as outras atividades urbanas e rurais (abastecimento de água e de esgoto, transporte público, planos viários, instalações elétricas, plantio de culturas, 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 rural, o esclarecimento da comunidade sobre as formas de solução existentes e os motivos da escolha das soluções propostas. 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 Macro-Drenagem de Sagres:

- 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 Sagres;
- 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;

### **Princípios Básicos:**

Dado seu caráter técnico-político, o Estudo de Macro-Drenagem de Sagres contar 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 Sagres, 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 Macro-Drenagem de Sagres, e constituem a base fundamental sobre a qual devem ser orientadas todas as fases do processo.

## 7.- HIDROLOGIA URBANA DE SAGRES

Neste primeiro relatório daremos um enfoque especial à parcela urbana do município, lembrando que o Estudo de Macro-Drenagem de Sagres abrangerá todo a área urbana do município. Mais adiante, em nosso estudo, analisaremos com mais detalhes e propriedades a Zona Rural de Sagres.

### 7.1. Classificação das Bacias Urbanas de Sagres

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 1 hora e/ou área de drenagem não superior a 2,5 km<sup>2</sup> são classificadas como pequenas. Bacias com tempo de concentração superior a 12 horas e/ou área de drenagem maior que 1.000 km<sup>2</sup> 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.

#### Quadro.- Classificação de Bacias

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

### 7.2. Período de Retorno

Para se decidir o grau de proteção conferido à população de Sagres 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 freqüentes) de sarjetas e cruzamentos em áreas residenciais da cidade de Sagres, 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 Sagres; 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.

**Quadro.- Períodos de retorno em função da ocupação da área**

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

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.

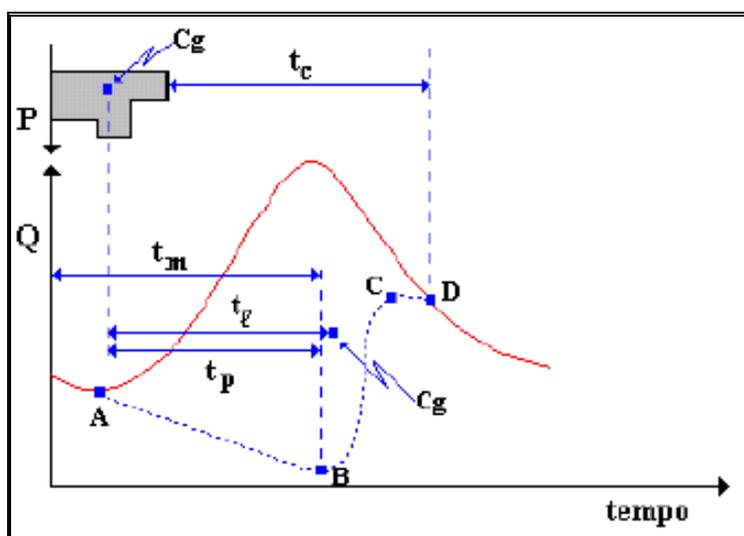
- *Tempo de base* ( $t_b$ ). É o tempo entre o início da precipitação e aquele em que a precipitação ocorrida já escoou através na superfície, ou que a superfície volta às condições anteriores à ocorrência da precipitação.

- *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.- 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 Sagres 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<sup>2</sup> 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 km<sup>2</sup>.

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

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 Sagres.

### Quadro.- Velocidades médias (m/s)

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

- **Fórmula de Dooge.** Foi determinada para bacias rurais com áreas de drenagem variando de 140 a 930 km<sup>2</sup>, 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 km<sup>2</sup>.

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 MICRO-DRENAGEM URBANA DE SAGRES

Os elementos principais da micro-drenagem que certamente deverão compor os sistema da área urbana de Sagres 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 obedeam 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.

#### Quadro.- Espaçamentos entre poços de visita

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

▫ **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:

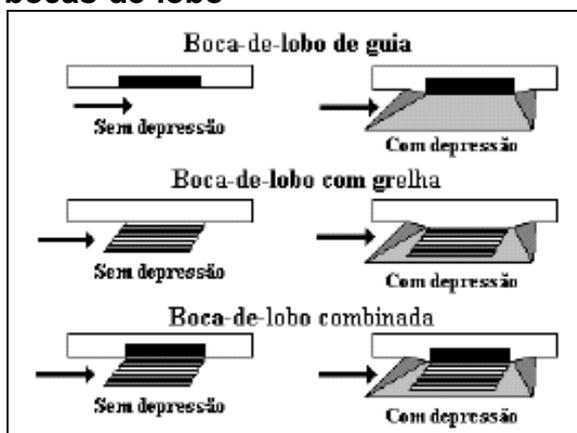
$$V = \frac{\sqrt{S}}{n} R_h^{2/3}$$

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.- 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 m<sup>3</sup>/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:

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

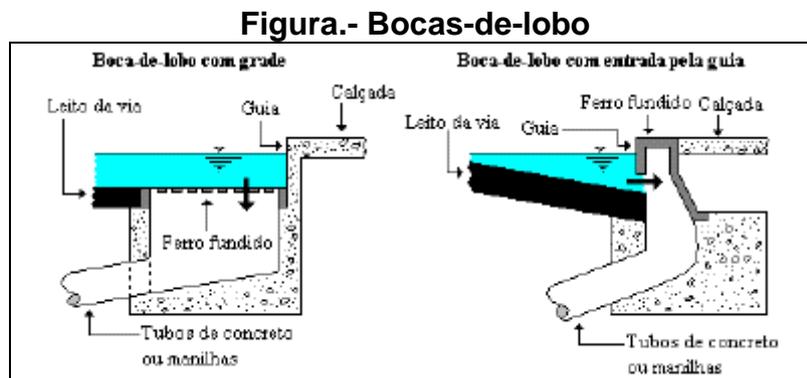
onde P é o perímetro do orifício. Se um dos lados da grelha for adjacente ao meio-fio, o comprimento deste lado não deve ser computado no cálculo do valor de P.

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 m<sup>2</sup>, 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.



### 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.

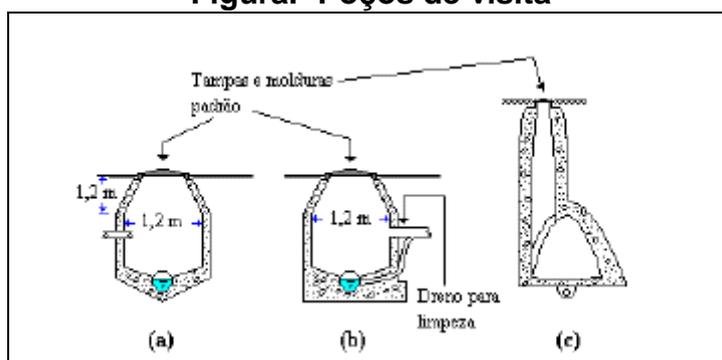
#### 9.4.- Poços de Visita:

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.- 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:

#### Quadro- Fatores de redução do escoamento nas sarjetas

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

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:

#### Quadro.- Fatores de redução da capacidade de engolimento das bocas-de-lobo

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 transversais combinada	0,60
		110% dos valores indicados para a grelha correspondente.

Finalizando esta etapa, além dos mapas citados na definição das bacias de drenagem, é apresentado também um mapa geral com todas as 5 bacias, mapa 01/08, bem como um mapa com as estradas rurais que cortam o município de Sagres (mapa 07/08). É apresentado no mapa 08/08 o pré-cadastramento do sistema de drenagem existente na malha urbana de Sagres.

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 Sagres, enfocando a melhor solução a ser adotada, bem como as respectivas estimativas de custos.

## 10.- RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Aqui são apresentadas algumas fotos que identificam os problemas mais agudos com relação a drenagem do município de SAGRES, tanto na questão das erosões, como também na questão de pontos de alagamentos e dissipação das águas de chuva coletadas. Uma observação a ser feita é que, apesar das fotos não estarem datadas, as mesmas foram tiradas quando da Visita técnica em Campo realizada no mês de Maio de 2010.



Foto 1) – Início da Rua Afonso Pena-Início Erosão



Foto 2) Rua Afonso Pena ( Sem Drenagem



Foto 3) Erosão rua Afonso Pena



Foto 4) Rua Afonso Pena sem drenagem



Foto 5) Erosão nascente Córrego Queixada



Foto 6) Rua Afonso Pena - Prox Cór. Queixada



Foto 7 – Boca de Lobo R. marechal Eurico



Foto 8 – Caminhamento de Gal. Existente

## 11.- RELATÓRIO TOPOGRÁFICO

### **Introdução:**

Este Relatório Técnico contém informações gerais sobre o levantamento e processamento dos dados levantados na malha urbana da cidade, com a finalidade de Elaboração do Estudo de Macro Drenagem.

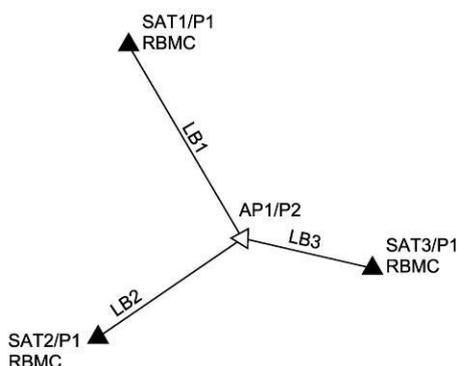
### **Finalidade:**

O presente trabalho tem a finalidade em efetuar a Planta Topográfica da malha urbana, onde demonstra através deste relatório, que utilizando equipamentos de alta tecnologia e como resultado as peças técnicas, que ao final juntadas ao mesmo, colocarão de forma clara a posição do imóvel, através de pontos seguros e precisos, referenciado ao SGB – Sistema Geodésico Brasileiro (Datum – SIRGAS 2000) a partir de vértices geodésicos pertencentes a rede do IBGE, a planta e demais documentos elaborados com suficiente qualidade técnica e provável ausência de erros, servirão para atender os objetivos de uma forma mais confiável e segura.

### **Metodologia:**

Foram transportadas coordenadas implantando-se uma base de apoio imediato, utilizando equipamento receptor GPS L1/L2 utilizando como base de referência no mínimo 3 vértices homologados pelo IBGE através das RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo) ou rede GNSS-SP da UNESP. O transporte foi executado no modo estático, com tempo mínimo de rastreamento de 4 (quatro) horas, já que se tratam de vetores com mais de 100 Km.

Transporte e ajustamento de coordenadas GPS utilizando equipamento L1/L2 –  
Figura e Tabelas:

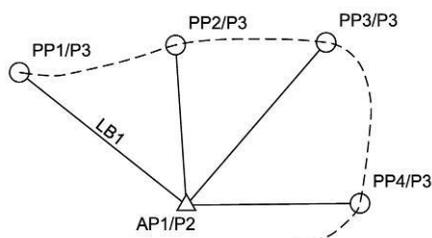


Linha de Base	Tempo mínimo	Tipo de solução esperada
Até 20 Km	30 min	fixa
20 – 50 Km	2,0 h	fixa
>100 km	4,0 h	flutuante

Legenda	Comentários
SAT1/P1 – SAT2/P1	Apoio Básico homologado pelo IBGE (Classe P1 ± 100mm) pertencente a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC
AP1/P2	Apoio Imediato implantado (Classe P2 ± 200mm)
LB1 – LB2 - LB3	Linha de Base

O levantamento dos pontos cadastrados foi realizado com receptor GPS L1, permanecendo um receptor na base implanta para apoio imediato e com outro receptor móvel (ou outros) foram rastreados os vértices do imóvel pelo método Cinemático ou *Stop&Go* com *OTF* (Também chamado de pseudo-estático), que se baseia na ocupação das estações de interesse por um curto intervalo de tempo, utilizando a técnica *OTF* (*On The Fly*) para solução de ambigüidades com o receptor móvel em movimento. Neste método, o tempo de ocupação em cada ponto não é o mais importante, mas sim o período total que o receptor conseguiu manter sintonia com no mínimo 5 satélites sem perder a contagem do ciclo da portadora L1, e sendo a distância entre o receptor móvel e base de até 15km, a precisão de norma será facilmente atingida e na maioria dos casos os pontos terão precisão melhor que 2cm.

Trajetória de Levantamento Perimétrico – Figura e Tabela:



Legenda	Comentários
AP1/P2	Apoio Imediato (Classe P2 ± 200mm)
PP1/P3 a PP4/P3	Pontos levantados no imóvel (Classe P3 ± 500mm)
LB1 a LB6	Linha de Base ≤15km
- - - - -	Trajetória (Tempo ≥15min)

Foi respeitado o tempo de rastreio para o equipamento utilizado, com relação à distância operada tanto no transporte de coordenadas quanto no levantamento dos vértices, bem como o intervalo de gravação das observáveis configurado para 5s, número mínimo de 5 satélites rastreados simultaneamente, horizonte de rastreamento mínimo de 10°, PDOP máximo < 6, etc, ou de forma a se obter a precisão requerida e o tipo de solução “Fixada, L1” para todos os rastreios. Da maneira como foi executado o transporte de coordenadas e o levantamento dos pontos no imóvel, a precisão dos pontos é considerada bem melhor que a precisão requerida para a finalidade.

Quanto a rede de drenagem existente, foram cadastrados pontos onde possível ou obtidos dados em mapas quando existentes ou informações verbais de funcionários da Prefeitura Municipal. O sistema existente não utiliza Poços de Visita por predominância, existindo caixas de passagem sem inspeção, dificultando o cadastro.

### **Período de Execução:**

Os trabalhos de transporte de coordenadas da rede oficial do IBGE e trabalhos de campo tiveram início em 05/03/2010 e finalizados no dia 09/03/2010.

No escritório houve o descarregamento de dados em micro computador para pós-processamento e verificação do trabalho executado e elaboração das peças técnicas.



### Origem (datum):

O Datum de origem é o SIRGAS 2000, com as seguintes características:  
Superfície de referência: Elipsóide do Sistema Geodésico de Referência 1980 (GRS80), Semi-eixo maior (a)= 6.378.137,000 metros e achatamento (f)= 1/298,257222101.

Origem: Centro de massa da Terra.

Sistema de Coordenadas plano retangular UTM (Universal Transversa de Mercator)

### Marcos Geodésico de referência utilizado:

O trabalho teve como referências e origem os vértices pertencentes a rede do IBGE, monitorados pela GEGE - UNESP: nº 96042 SJRP localizado em São José do Rio Preto.SP, nº 96039 OURI localizado em Ourinhos.SP; e Rede da RBMC: nº 93900 PPTTE localizado em Presidente Prudente.SP

Foi implantada uma base de apoio imediato, constituída por um marco de concreto no padrão INCRA localizada localizada no Clube Recreativo Municipal ao lado da piscina, de coordenadas:

Pontos Ajustados									
Nome	Malha Norte (m)	Malha Este (m)	Latitude	Longitude	Alt Elip (m)	Desv Padrão n (m)	Desv Padrão e (m)	Desv Padrão u (m)	Controle
SAGRES	7580290,300	504281,093	21°52'53,34663S	50°57'30,81337W	417,577	0,007	0,007	0,020	Nenhum

### Relação de equipamento, software e trabalho de escritório:

Para o transporte de coordenadas de coordenadas foi utilizado o equipamento NovAtel modelo DL-4 plus, L1/L2 com 12 canais (precisão 0,5cm + 1ppm) utilizando como base as RBMC e rede da UNESP.

Os equipamentos utilizados para levantamento foram rastreadores de satélites geodésico da marca TechGeo modelo GTR-A BT, portadora L1 com 12 canais, precisão diferencial de 1cm + 2ppm no modo cinemático em Stop&Go para levantamento dos pontos no imóvel, que quando utilizado como móvel (rover) foi assistido por coletora de dados sem cabo utilizando-se de tecnologia *Bluetooth*® com software ColetorBT. Como base dos aparelhos L1, foi utilizado o equipamento NovAtel DL-4 plus, L1/L2.

Pós-levantamento por observação de rastreo, como trabalho de escritório, foram executados os seguintes serviços:

- O transporte de coordenadas e ajustamento foi processado no software "Topcon Tools v6.11.01", exportados em datum conveniente.
- No levantamento os pontos foram processados no software "GTR Processor v2.71", exportados em datum conveniente e importados para área gráfica no padrão AutoCad (dwg). Foram unidos os pontos de forma definida e seqüencial, tendo como resultado final a planta topográfica apresentada.
- As curvas de nível foram geradas pelo software "TopoEVN 6.4" e exportado para área gráfica no padrão AutoCad (dwg).

Pela sistemática, metodologia aplicada, precisão requerida (sub-métrica), pequenas extensões da malha urbana e Fator de Escala "K" bem próximo de 1 (um), podemos desconsiderar as pequenas diferenças existente entre o plano topográfico local e o plano UTM (objeto deste georreferenciamento).



**Dificuldades encontradas para execução deste trabalho:**

A Prefeitura disponibilizou mapas quando existentes e informações verbais. Somente não foi executado o cadastramento preciso do sistema de galerias de águas pluviais onde o sistema não é visível, há falta de cadastros, conhecimento do sistema pelos funcionários e inexistência de poços de visita de galeria de águas pluviais (Caixa de passagem oculta).

Presidente Epitácio, 24 de Maio de 2010.

Eng. ALVARO CAMPOY  
CREA: 0601643520

Eng. ANDRE PAVARINI  
CREA: 5061281496



# ANEXOS

