

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| APRESENTAÇÃO | 07 |
| 1 – DESENVOLVIMENTO URBANO E DRENAGEM | 10 |
| 1.1 – Processo de Urbanização e Consequências sobre o Sistema de Drenagem | 11 |
| 1.2 – Histórico da Concepção da Drenagem Urbana | 16 |
| 2 – PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA | 19 |
| 2.1 – Fundamentos | 20 |
| 2.2 – Estrutura do Plano Diretor | 21 |
| 3 – ASPECTOS ESTRUTURAIS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE | 26 |
| 3.1 – Aspectos Gerais | 27 |
| 3.2 – Relevo e Geologia | 27 |
| 3.3 – Clima | 30 |
| 3.4 – Drenagem Urbana | 30 |
| 4 – ASPECTOS INSTITUCIONAIS | 39 |
| 4.1 – Legislação Relacionada com Drenagem | 40 |
| 4.2 – Gestão da Drenagem Urbana | 50 |
| 5 – URBANISMO | 58 |
| 5.1 – Demografia | 59 |
| 5.2 – Ocupação e Uso do Solo | 68 |
| 5.3 – Planejamento Urbano | 79 |
| 6 – ASPECTOS HIDROLÓGICOS | 102 |
| 6.1 – Disponibilidade de Dados | 103 |
| 6.2 – Estudos Hidrológicos | 109 |
| 6.3 – Comportamento do Escoamento | 113 |
| 7 – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS | 115 |
| 7.1 – Geologia, Solos e Hidrogeologia | 116 |
| 7.2 – Estágios da Produção de Material Sólido no Desenvolvimento Urbano | 118 |
| 7.3 – Produção de Sedimentos | 118 |

| | |
|---|-----|
| 8 – RESÍDUOS SÓLIDOS | 124 |
| 8.1 – Produção de Lixo | 125 |
| 8.2 – Coleta de Resíduos Sólidos em Belo Horizonte, Contagem e Sabará | 125 |
| 8.3 – Avaliação | 135 |
| 8.4 – Conclusões | 139 |
| 8.5 – Recomendações | 142 |
| 9 – POLUIÇÃO DOS MEIOS RECEPTORES | 143 |
| 9.1 – Legislação Municipal | 144 |
| 9.2 – Fontes de Poluição | 146 |
| 9.3 – Sistema de Esgotos Sanitários e sua Interferência com a Drenagem Urbana | 153 |
| 9.4 – Plano de Esgotos Sanitários das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça | 155 |
| 9.5 – Sistema de Informações Cadastrais da COPASA MG | 164 |
| 9.6 – Sistemas Estáticos e Condominais | 167 |
| 9.7 – Programa Caça-Esgoto | 169 |
| 9.8 – Tarifas e Concessão | 171 |
| 9.9 – Conclusões e Recomendações | 172 |
| 10 – SAÚDE COLETIVA | 176 |
| 10.1 – Aspectos Legais | 177 |
| 10.2 – Aspectos de Gestão | 179 |
| 10.3 – Avaliação | 180 |
| 10.4 – Conclusão | 181 |
| 10.5 – Recomendações | 188 |
| 11 – BIBLIOGRAFIA | 189 |

PRIMEIRA ETAPA DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DE BELO HORIZONTE

Volume I – Análise Integrada do Sistema de Drenagem

Este exemplar é parte integrante de um conjunto de volumes que apresentam o produto da Primeira Etapa do Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte - PDDBH.

No total foram desenvolvidos sete volumes distribuídos da seguinte maneira:

- **Volume I – Análise Integrada do Sistema de Drenagem de Belo Horizonte**
Volume I – Anexos
- **Volume II – Caracterização das Bacias Elementares**
Volume II – Anexos
- **Volume III – Cadastro de Macrodrenagem**
- **Volume IV – Caracterização Estrutural da Rede de Macrodrenagem**
Tomo I – Caracterização Estrutural e Plano de Ação
Tomo II – Diagnóstico Estrutural - Bacia do Ribeirão Arrudas
Tomo III – Diagnóstico Estrutural - Bacia do Ribeirão da Onça
- **Volume V – Cadastro de Microdrenagem**
- **Volume VI – Sistema de Informações Geográficas da SUDECAP**
- **Volume VII – Plano da Qualidade**

ÍNDICE DE FIGURAS

| Nº DA FIGURA | DESCRIÇÃO | PÁGINA |
|---------------------|--|---------------|
| 01 | Evolução da Urbanização no Brasil e no Mundo – 1950 a 2000 | 11 |
| 02 | Taxas Anuais de Crescimento da População Total e Urbana – Brasil – 1940 a 1996 | 12 |
| 03 | Características das Alterações de uma área Rural para Urbana | 14 |
| 04 | Evolução dos Sedimentos numa Bacia Urbana | 15 |
| 05 | Estágio do Desenvolvimento da Drenagem | 17 |
| 06 | Informações e o Plano Diretor de Drenagem Urbana | 24 |
| 07 | Estrutura do Plano Diretor de Drenagem Urbana | 25 |
| 08 | Localização da Região do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte | 28 |
| 09 | Evolução da População do Município de Belo Horizonte | 29 |
| 10 | Mapa Geológico do Município de Belo Horizonte | 31 |
| 11 | Macro drenagem e Bacias Elementares do Ribeirão Arrudas | 33 |
| 12 | Macro drenagem e Bacias Elementares dos Ribeirões da Onça, Isidoro e Afluentes do Rio das Velhas | 34 |
| 13 | Concepção Original do Sistema de Drenagem de Belo Horizonte por Saturnino de Brito | 35 |
| 14 | Situação da Macro drenagem em Belo Horizonte e Contagem | 37 |
| 15 | Evolução Urbana e Ocorrência de Inundações | 38 |
| 16 | Interação entre os Sistemas Institucionais | 41 |
| 17 | Enquadramento das Coletas de Água de Belo Horizonte | 45 |
| 18 | Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do Município de Belo Horizonte | 48 |
| 19 | Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do Município de Contagem | 51 |
| 20 | Unidades de Planejamento do Município de Belo Horizonte | 62 |
| 21 | Unidades de Planejamento do Município de Contagem | 63 |
| 22 | Densidade Demográfica de Belo Horizonte | 64 |
| 23 | Densidade Demográfica de Contagem | 65 |
| 24 | Administrações Regionais do Município de Belo Horizonte | 71 |
| 25 | Tendências Recentes de Ocupação do Município de Belo Horizonte | 73 |
| 26 | Vilas/Favelas e Conjuntos Habitacionais de Belo Horizonte | 76 |
| 27 | Situação da Implantação do PROSAM | 87 |
| 28 | Áreas de Atuação do PROPAM | 89 |
| 29 | Municípios Integrantes da Área Metropolitana de Belo Horizonte – AMBEL | 91 |
| 30 | Situação do Plano Global | 93 |
| 31 | Macro drenagem do Município de Belo Horizonte – PROMEVIDA | 97 |
| 32 | Estações de Integração Previstas para o Município de Belo Horizonte | 98 |
| 33 | Localização dos Postos Hidrometeorológicos | 104 |
| 34 | Vazão Máxima Diária e Vazão Máxima Instantânea | 108 |
| 35 | Mapa de Isoietas de Precipitações Médias Anuais para a Região do Plano Diretor | 114 |
| 36 | Concentração de Sedimentos Suspensos em Função da Vazão Específica na Bacia do Ribeirão da Onça – Belo Horizonte | 120 |
| 37 | Principais Pontos de Erosão em Belo Horizonte | 122 |
| 38 | Organização do Serviço de Coleta Domiciliar | 127 |
| 39 | Pontos Críticos de Deposição de Resíduos Sólidos em Logradouros | 128 |

| Nº DA FIGURA | DESCRIÇÃO | PÁGINA |
|---------------------|---|---------------|
| 40 | Organização dos Serviços de Varrição | 131 |
| 41 | Pontos Críticos de Deposição Clandestina de Entulho - 1993 | 133 |
| 42 | Pontos Críticos de Deposição Clandestina de Entulho – 1999 | 134 |
| 43 | Quantidade de Resíduos Sólidos Retirada dos Córregos | 136 |
| 44 | Unidades de Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares | 140 |
| 45 | Localização das Indústrias Definidas como “Classe A” – Plano de Ação Imediata | 149 |
| 46 | Cobertura da Rede de Esgoto Sanitário em Belo Horizonte | 150 |
| 47 | Interceptores Existentes em Belo Horizonte e Contagem – Bacia do Ribeirão Arrudas | 158 |
| 48 | Interceptores Existentes em Belo Horizonte e Contagem – Bacia do Ribeirão da Onça e Isidoro | 159 |
| 49 | Área de Abrangência dos Centros de Saúde em Belo Horizonte | 182 |
| 50 | Distribuição dos Óbitos Pós-Neonatais (28 dias a 1 ano incompleto) de Residentes em Belo Horizonte | 184 |
| 51 | Distribuição dos Óbitos Pós-Neonatais (28 dias a 1 ano incompleto) por Diarréia Infeciosa de Residentes em Belo Horizonte | 185 |
| 52 | Distribuição de Casos Notificados de Hepatite Viral “A”, de Residentes em Belo Horizonte - 1997 | 186 |

ÍNDICE DE TABELAS

| Nº DA TABELA | DESCRIÇÃO | PÁGINA |
|---------------------|--|---------------|
| 01 | Normais Climáticas de Belo Horizonte | 30 |
| 02 | População dos Municípios com Área nas Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça, por Situação de Domicílio 1980/1991 e 1991/1996 | 60 |
| 03 | Taxa anual de Crescimento da População dos Municípios e Distritos com Área nas Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça, por Situação de Domicílio 1980/1991 e 1991/1996 (% ao ano) | 60 |
| 04 | Densidade Demográfica dos Municípios com Área nas Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça, por unidades de Planejamento Disponíveis 1991 e 1996 (hab/ha) | 66 |
| 05 | Projeções da População Total para os Municípios com Área nas Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça, Segundo a Fonte da Estimativa e Anos Disponíveis | 67 |
| 06 | Total de Empreendimentos Licenciados por Regional | 74 |
| 07 | Postos Climatológicos e Pluviográficos em Belo Horizonte | 105 |
| 08 | Características dos Postos Fluviométricos | 107 |
| 09 | Precipitação Máxima de 1 Hora com Tempo de Retorno de 10 Anos (Pfaster 1959) | 112 |
| 10 | Estimativa de Sedimentos Depositados na Drenagem Urbana para Algumas Cidades Brasileiras | 119 |
| 11 | Bacias Elementares Críticas Conforme Processos Erosivos | 123 |
| 12 | Cobertura por Serviços de Coleta em Vilas e Favelas – Assessoria de Vilas e Favelas da SLU/Março de 2000 | 129 |
| 13 | Volume de Lixo Retirado na Limpeza de Córregos, Belo Horizonte 1999 | 137 |
| 14 | Empreendimentos do Grupo A – Belo Horizonte | 148 |

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|-----------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão Nº: 0 | Data Revisão: 0 | Aprovado por: Coordenador Geral PDDBH / Magna | Pág: 5 |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|-----------|

| Nº DA TABELA | DESCRIÇÃO | PÁGINA |
|---------------------|---|---------------|
| 15 | Empreendimentos do Grupo A – Contagem | 151 |
| 16 | Dados Atualizados às Estações de Tratamento de Esgoto | 155 |
| 17 | Bacia do Ribeirão da Onça (exceto sub-bacia do Ribeirão do Isidoro) – Interceptores a Implantar | 160 |
| 18 | Sub-bacia do Ribeirão do Isidoro – Interceptores a Implantar | 161 |
| 19 | Bacia do Ribeirão Arrudas – Interceptores a Implantar | 164 |
| 20 | Órgãos que compõem o Sistema de Saúde Coletiva | 180 |

ÍNDICE DE QUADROS

| Nº DO QUADRO | DESCRIÇÃO | PÁGINA |
|---------------------|---|---------------|
| 01 | Impacto do Desenvolvimento Urbano sobre o Ciclo Hidrológico | 13 |
| 02 | Aumento de Sedimentos e Material Sólido | 15 |
| 03 | Qualidade da Água Pluvial | 16 |
| 04 | Características dos Principais Ribeirões de Belo Horizonte | 32 |
| 05 | Experiência de Outros Países | 42 |
| 06 | Proposta de Regulamentação | 42 |
| 07 | Enquadramento dos Corpos D'Água próximos a Belo Horizonte | 44 |
| 08 | Critérios para Lançamento de Efluentes Líquidos Industriais | 46 |
| 09 | Critérios Municipais sugeridos no Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre | 52 |
| 10 | Órgãos e Respectivas Atribuições – Município de Belo Horizonte | 54 |
| 11 | Critérios de Seleção das Projeções | 68 |
| 12 | Vilas | 74 |
| 13 | Levantamentos | 81 |
| 14 | Características dos Pontos Pluviométricos e Pluviográficos | 105 |
| 15 | Características dos Postos Fluviométricos | 106 |
| 16 | Limitações dos Dados de Apenas Duas Leituras Diárias | 108 |
| 17 | Características dos Modelos Utilizados em Áreas Urbanas | 111 |
| 18 | Levantamento de Documentos sobre Geologia, Geotécnica e Sedimentologia | 117 |
| 19 | Produção de Lixo em Áreas Urbanas | 125 |
| 20 | Plano Diretor de Gerenciamento de Resíduos Sólidos | 129 |
| 21 | Resíduos Sólidos na Bacia da Pampulha | 138 |
| 22 | Prioridades do Controle da Poluição Industrial | 146 |
| 23 | Implantação de Componentes do Sistema de Esgoto – PROSAM | 157 |
| 24 | Principais Componentes do Sistema de Esgotos a Implantar nas Sub-bacias do Ribeirão da Onça (Exceto Sub-bacia do Isidoro) | 157 |
| 25 | Situação do Sistema de Esgotos na Bacia do Ribeirão do Isidoro | 161 |
| 26 | Principais Interceptores a Implantar para Complementação do Sistema de Esgotos na Bacia do Ribeirão Arrudas | 163 |
| 27 | Saúde Coletiva e Saneamento em Belo Horizonte | 183 |

APRESENTAÇÃO

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|-----------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão N°: 0 | Data Revisão: 0 | Aprovado por: Coordenador Geral PDDBH / Magna | Pág: 7 |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|-----------|

APRESENTAÇÃO

A Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, através da SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital e do GGPD – Grupo Gerencial do Plano Diretor, está desenvolvendo o Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte.

O Contrato DJ 136/99, firmado por esta Superintendência, consolidou uma parceria com a Magna Engenharia Ltda, que visa o atendimento das necessidades da “Primeira Etapa do Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte”.

- Os principais objetivos desta Primeira Etapa são:
- A elaboração dos Estudos Preliminares, aqui denominados “Análise Integrada do Sistema de Drenagem”;
- A implementação do sistema de informações geográficas SIG-SUDECAP;
- O cadastro das redes de micro-drenagem e macro-drenagem;
- Caracterização das sub-bacias elementares que compõem a rede hidrográfica;
- Diagnóstico estrutural da rede de macrodrenagem, acompanhado das ações necessárias para sua recuperação.

Conforme o Termo de Referência que orientou a contratação dos serviços, a “Análise Integrada do Sistema de Drenagem” tem como propósito a consolidação das informações existentes, contidas em estudos anteriormente desenvolvidos, relacionados com a área de abrangência e com o escopo do Plano Diretor de Drenagem.

Além da obtenção das informações relevantes, pretende-se, a partir de sua análise, gerar um diagnóstico da realidade dos diversos subsistemas que interagem com a drenagem urbana, sempre que possível, baseado nos dados existentes. Uma vez detectada a necessidade de ampliação do grau de conhecimento destas variáveis, para a realização do diagnóstico, foram recomendadas diretrizes que orientam ações, a fim de possibilitar a gestão da drenagem de Belo Horizonte, como um todo.

Partindo-se do princípio de que o subsistema Drenagem Urbana é interdependente dos demais subsistemas urbanos, este volume aborda as interações existentes entre a drenagem e as diversas ocorrências urbanísticas, no contexto das bacias dos ribeirões Arrudas e da Onça.

Portanto, por Análise Integrada do Sistema de Drenagem, entende-se os estudos dos subsistemas que interagem, numa relação de causa e efeito, com a drenagem da cidade.

Cada subsistema demanda um estudo temático, sempre tendo por referência sua interação com a Drenagem Urbana.

Os diversos subsistemas estudados estão indicados a seguir:

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|-----------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão N°: 0 | Data Revisão: 0 | Aprovado por: Coordenador Geral PDDBH / Magna | Pág: 8 |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|-----------|

- **Capítulo 1** – Desenvolvimento Urbano e Drenagem, onde são abordados as influências dos processos de urbanização sobre o sistema de drenagem;
- **Capítulo 2** – Plano Diretor de Drenagem Urbana, onde são apresentados os fundamentos técnicos e estrutura de implantação do Plano Diretor;
- **Capítulo 3** – Aspectos Estruturais do Município de Belo Horizonte, onde são abordados aspectos físicos da área do município, bem como, da concepção original do sistema de Drenagem e seu estado atual;
- **Capítulo 4** – Aspectos Institucionais, onde são apresentadas as questões referentes à gestão do sistema de drenagem e dos elementos que o afetam diretamente, bem como a legislação a ele relacionada;
- **Capítulo 5** – Urbanismo, onde são apresentados os temas: Demografia, Uso do Solo, Planejamento Urbano e Empreendimentos Urbanísticos Atuais e Futuros;
- **Capítulo 6** – Aspectos Hidrológicos, onde são abordados as informações referentes a disponibilidade dos dados e sua consistência, caracterização dos regimes pluviométricos e fluviométricos e dos modelos utilizados para sua simulação;
- **Capítulo 7** – Produção de Sedimentos, onde são abordados os estágios da produção de material sólido no desenvolvimento urbano e suas características, comparando-se os dados existentes em Belo Horizonte com outras capitais brasileiras. Apresenta-se ainda, os locais do município onde a ocorrência de erosão é acentuada.
- **Capítulo 8** – Resíduos Sólidos, onde são abordados os problemas provocados no sistema de drenagem, pela deposição de resíduos sólidos carreados pelas águas pluviais ou lançados diretamente nos canais e fundos de vale;
- **Capítulo 9** – Poluição dos Meios Receptores, onde é apresentada a análise dos elementos que envolvem a poluição dos sistemas hídricos das bacias dos ribeirões Arrudas e da Onça, em Belo Horizonte e Contagem, a partir dos estudos, legislação e planos existentes, da disponibilidade dos dados e da situação dos sistemas que atuam sobre a poluição hídrica.
- **Capítulo 10** – Saúde Coletiva, onde considera-se a utilização da variável saúde, e seus aspectos legais como indicador da situação atual e das alterações na qualidade de vida de áreas objeto de intervenções de saneamento básico, e de outras melhorias implantadas no sistema de drenagem.

Este trabalho não pretende esgotar o tema “Drenagem Urbana em Belo Horizonte”, mas sim embasar definições e encaminhamentos para a segunda etapa do Plano Diretor, com vistas a concretizar decisões, que solucionem os problemas relacionados ao Sistema de Drenagem de Belo Horizonte.

1 – DESENVOLVIMENTO URBANO E DRENAGEM

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão N°: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 10 |

1 – DESENVOLVIMENTO URBANO E DRENAGEM

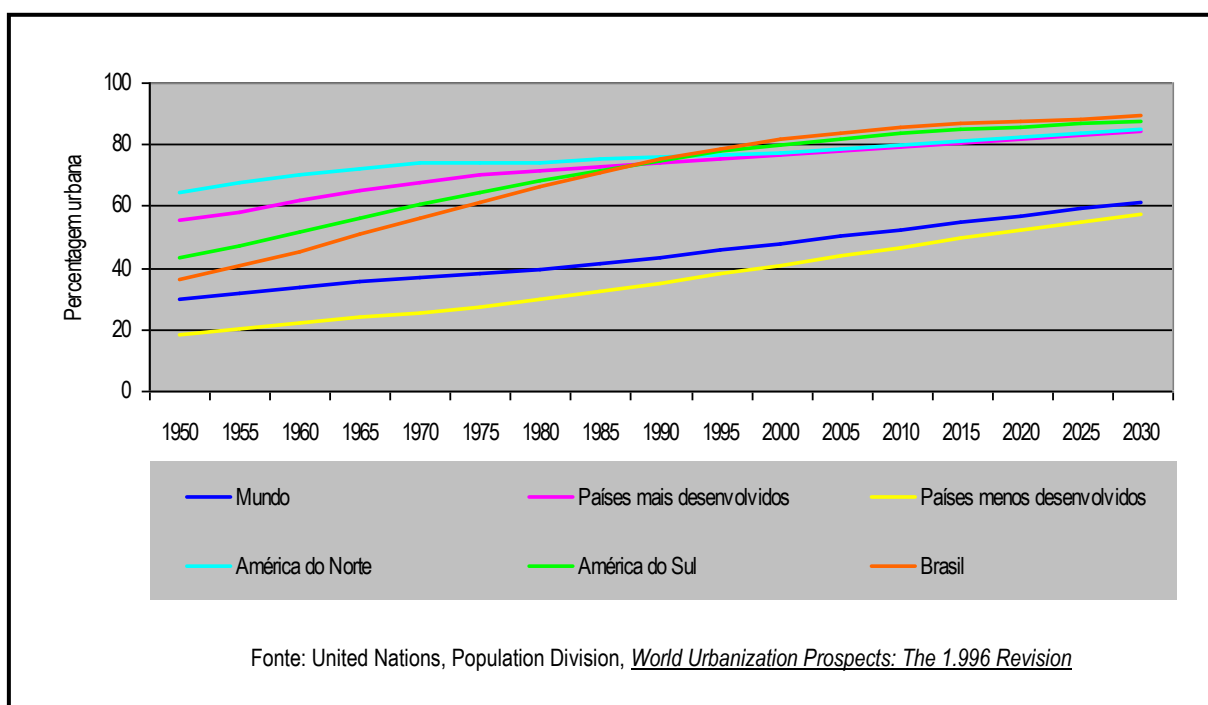
Neste capítulo, apresentam-se considerações sobre o processo de urbanização e suas consequências sobre o sistema de drenagem e um breve histórico da concepção da drenagem urbana.

1.1 – Processo de Urbanização e Consequências sobre o Sistema de Drenagem

O processo de concentração da população em áreas urbanas é um fenômeno iniciado no princípio do século XX, quando a Inglaterra era o único país com mais da metade de sua população vivendo em áreas urbanas. Acelerado na segunda metade do século, o grau de urbanização no mundo atingiu 35,5% em 1965, sendo muito maior nos países mais desenvolvidos (64,6%) que nos menos desenvolvidos (25,1%).

Esta tendência vem sendo mantida nos últimos anos, prevendo-se que mais da metade da população mundial já estará vivendo em cidades antes do ano 2010. Nos países menos desenvolvidos, este limite deverá ser superado cerca de dez anos depois (2020), conforme pode ser verificado na Figura 01 apresentada a seguir.

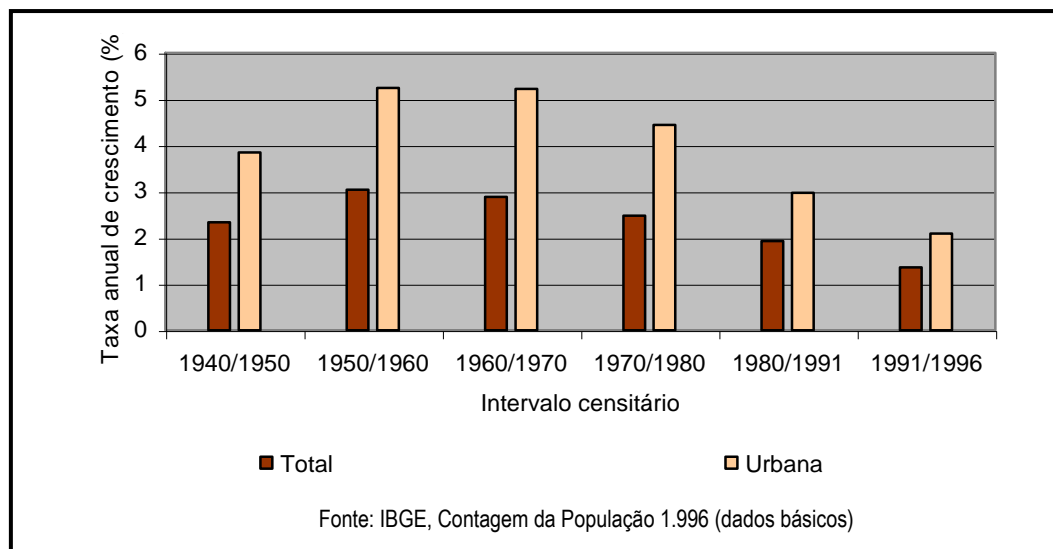
Figura 01 – Evolução da Urbanização no Brasil e no Mundo - Período 1950 a 2000



Analisando-se, ainda, a Figura 01, nota-se que para o Brasil, o grau de urbanização inferior a 40% em 1950, abaixo da média verificada na América Latina, atinge o patamar mais alto da escala após o ano de 1995, superando, inclusive, os valores previstos para os países mais desenvolvidos e para a América do Norte, onde as percentagens nas áreas urbanas mantêm-se acima de 70% desde a década de 1960.

A taxa de crescimento da população urbana brasileira nas últimas décadas é considerada alta, superando os 5% ao ano, entre 1950 e 1970, e atingindo valores próximos a 2% no intervalo 1.991/96 (ver Figura 02). Quando da realização do último levantamento da população brasileira (IBGE, Contagem da População 1996), a população inserida em áreas urbanas representava 78,4% da população total do país correspondendo a 123.082.167 habitantes.

Figura 02 – Taxas Anuais de Crescimento da População Total e Urbana - Brasil - 1940 a 1996



O processo de urbanização acelerado, notável a partir da década de 1950, proporcionou um aumento da população urbana vivendo em áreas desprovidas de infra-estrutura adequada. Este processo tende a continuar, uma vez que as cidades maiores, apesar de apresentarem ritmos cada vez mais lentos de crescimento, sofrem grandes aumentos absolutos de população a cada ano, em função do tamanho do contingente populacional que nelas residem, sem as correspondentes e necessárias melhorias e adequações em sua infra-estrutura básica.

Os efeitos desse processo acelerado de urbanização em grandes aglomerados são sentidos sobre todos os sistemas urbanos, incluindo-se aqueles relacionados aos recursos hídricos: abastecimento de água, tratamento de esgotos e drenagem pluvial.

À medida que as cidades se urbanizam, ocorrem, em geral, os seguintes impactos sobre os recursos hídricos:

- aumento das vazões máximas, em até 7 vezes (Leopold, 1968), devido ao aumento da capacidade de escoamento através de cursos de água retificados e de canais revestidos e à maior impermeabilização das superfícies drenadas (Quadro 01 e Figura 03);
- aumento da produção de sedimentos, devido à remoção da cobertura vegetal, durante as obras de expansão da malha urbana, e ao acúmulo e carreamento de resíduos sólidos (Quadro 02);
- deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, devido à lavagem das ruas, ao carreamento de material sólido, às ligações clandestinas de esgotos sanitário e pluvial e à contaminação de aquíferos (Quadro 03);

obstrução dos escoamentos devido à forma não planejada como a infra-estrutura urbana é implantada, citando-se, por exemplo, pontes e taludes de estradas, aterros e obras de drenagem inadequadas;

obstrução de rios, canais e condutos por deposição de lixos e sedimentos.

Quadro 01 – Impacto do Desenvolvimento Urbano sobre o Ciclo Hidrológico

O desenvolvimento urbano reduz a cobertura vegetal, provocando vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a urbanização e a conseqüente impermeabilização dos solos, são introduzidos condutos para escoamento pluvial, gerando as seguintes alterações no referido ciclo:

redução da infiltração no solo;

o volume que deixa de infiltrar fica na superfície, **aumentando o escoamento superficial**. Além disso, como foram construídos condutos pluviais para o escoamento superficial, tornando-o mais rápido, ocorre **redução do tempo de deslocamento**. Desta forma, as vazões máximas também aumentam, antecipando seus picos no tempo (Figura 04);

com a redução da infiltração, o nível do lençol freático tende a ser rebaixado por falta de alimentação (principalmente quando a área urbana é muito extensa), **reduzindo o escoamento subterrâneo**. As redes de abastecimento e de esgotamento sanitário possuem vazamentos que podem alimentar os aquíferos, tendo efeito inverso do mencionado;

devido à substituição da cobertura natural, ocorre uma **redução da evapotranspiração**, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração das folhagens e do solo.

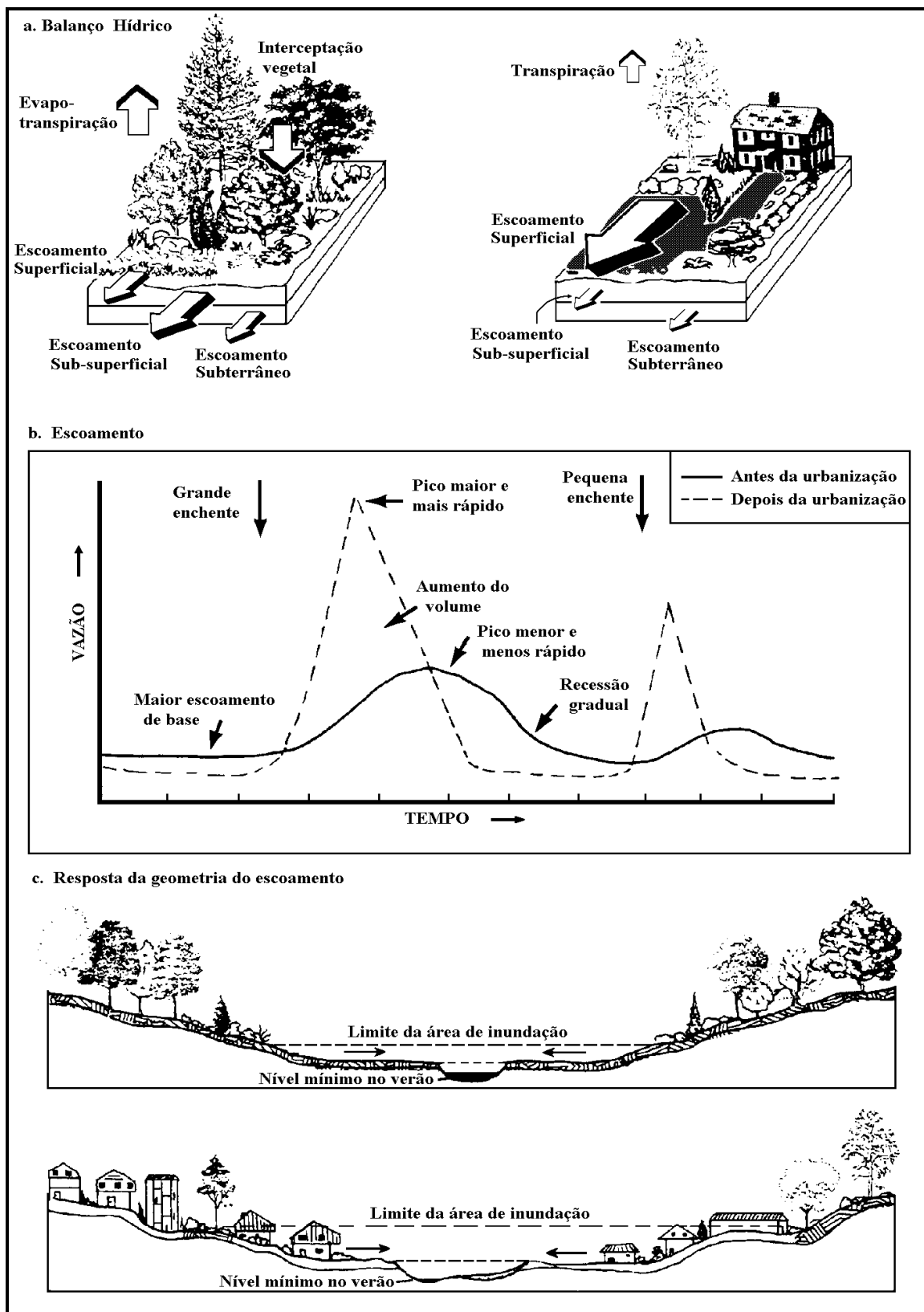
O planejamento urbano, embora envolva fundamentos interdisciplinares, na prática é realizado dentro de um âmbito mais restrito do conhecimento. O planejamento da ocupação do espaço urbano no Brasil, através da elaboração de Planos Diretores, não tem considerado aspectos de drenagem urbana e qualidade da água, implicando em grandes transtornos e custos para a sociedade e para o ambiente. As características do processo de desenvolvimento urbano brasileiro têm levado a um aumento significativo na freqüência das inundações, na produção de sedimentos e na deterioração da qualidade da água.

Por outro lado, o controle de enchentes nas áreas urbanas brasileiras tem sido conduzido de forma equivocada. Na maioria delas os impactos no sistema de drenagem têm origem nos seguintes fatos:

a drenagem urbana tem sido desenvolvida com base no princípio hoje superado de que *a melhor drenagem é a que retira a água excedente o mais rápido possível do seu local de origem*.

a bacia não é considerada como sistema de controle: todos os impactos gerados em cada projeto são transferidos de um ponto a outro dentro da bacia através de condutos e canalizações.

Figura 03 – Características das Alterações de Uma Área Rural para Urbana (Schueler, 1987)



Quadro 02 – Aumento de Sedimentos e Material Sólido

O desenvolvimento urbano produz **aumento de sedimentos** devido às construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias, entre outras causas. Na Figura 04, abaixo, pode-se observar a tendência de produção de sedimentos de uma bacia nos seus diferentes estágios de desenvolvimento.

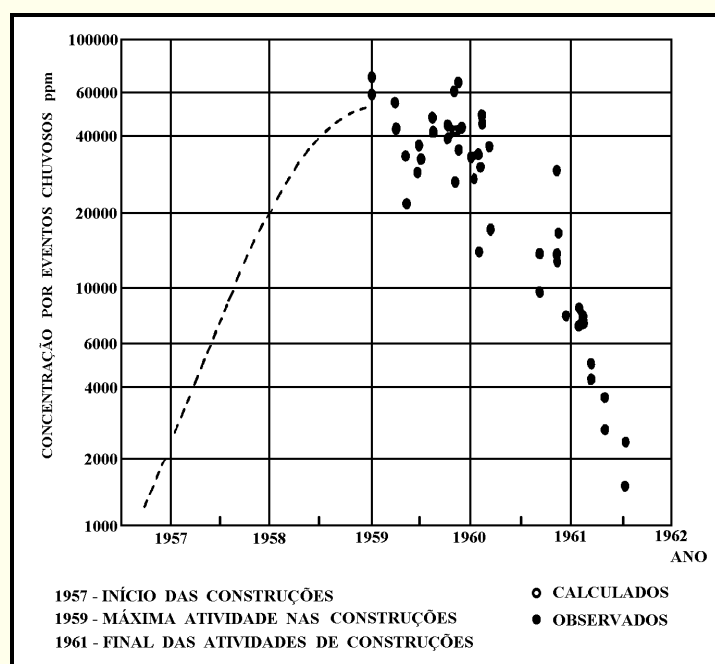
As principais consequências ambientais da produção de sedimentos são as seguintes:

assoreamento das seções da drenagem, com redução da capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos - a Lagoa da Pampulha em Belo Horizonte é um exemplo de um lago urbano que vem sendo assoreado;

transporte de poluentes agregados ao sedimento, contaminando as águas pluviais.

À medida que a bacia é urbanizada, e a densificação consolidada, a produção de sedimentos pode reduzir. Entretanto, um outro problema aparece, que é a produção de lixo. O lixo obstrui ainda mais a drenagem e cria condições ambientais ainda piores. Esse problema somente é minimizado com adequada frequência da coleta, destinação correta dos resíduos e disseminação de procedimentos de educação sanitária e ambiental entre a população.

Figura 04 – Evolução dos Sedimentos Numa Bacia Urbana (Dowoly 1967)



Na microdrenagem os projetos aumentam a vazão e esgotam todo o seu volume para jusante. Na macrodrenagem a tendência é a canalização dos trechos críticos. Este tipo de solução segue a visão particular de um trecho da bacia, sem que as consequências sejam previstas para o restante da mesma ou dentro de diferentes horizontes de ocupação urbana. A canalização dos pontos críticos

acaba apenas transferindo a inundação de um lugar para outro na bacia. Este processo, em geral, ocorre na seguinte sequência :

Estágio 1: a bacia começa a ser urbanizada de forma distribuída, com maior adensamento a jusante, aparecendo, no leito natural, os locais de inundação devido a estrangulamentos naturais ao longo do seu curso (Figura 05a);

Estágio 2: as primeiras canalizações são executadas a jusante, com base na urbanização existente; com isso o hidrograma a jusante aumenta, mas é ainda contido pelas áreas que inundam a montante e porque a bacia não está totalmente adensada. (Figura 05b);

Estágio 3: com o maior adensamento, a pressão pública impõe aos administradores a decisão pela continuidade do processo de canalização para montante. Quando o processo se completa, ou mesmo antes, as inundações retornam a jusante, devido ao aumento da vazão máxima, quando esta não tem mais condições de ser ampliada. As áreas de montante funcionavam como reservatórios de amortecimento. Neste estágio, a canalização simplesmente *transfere a inundação para jusante* (Figura 05c). Já não existem espaços laterais para ampliar os canais a jusante, e as soluções convergem para o aprofundamento do canal, com custos extremamente altos (podendo chegar a US\$ 50 milhões/km, dependendo do subsolo, largura, revestimento, etc.).

Este processo é prejudicial aos interesses públicos e representa um prejuízo extremamente significativo para toda a sociedade ao longo do tempo.

Quadro 03 – Qualidade da Água Pluvial

A qualidade da água do sistema pluvial não é melhor que a do efluente de um tratamento secundário. *A quantidade de material suspenso na drenagem pluvial é superior àquela encontrada no esgoto in natura. Esse volume é mais significativo no início das enchentes.*

Os esgotos podem ser combinados (sanitário e pluvial num mesmo conduto) ou separados (rede pluvial e sanitário separadas). No Brasil, a maioria das redes é do segundo tipo; somente em áreas antigas de algumas cidades existem sistemas combinados. Atualmente, devido à falta de capacidade financeira para ampliação da rede de esgotamento sanitário, algumas prefeituras têm permitido o uso da rede pluvial para transporte de esgoto sanitário, o que pode ser uma solução inadequada à medida que esse esgoto não é tratado, além de inviabilizar algumas soluções de controle quantitativo do efluente pluvial.

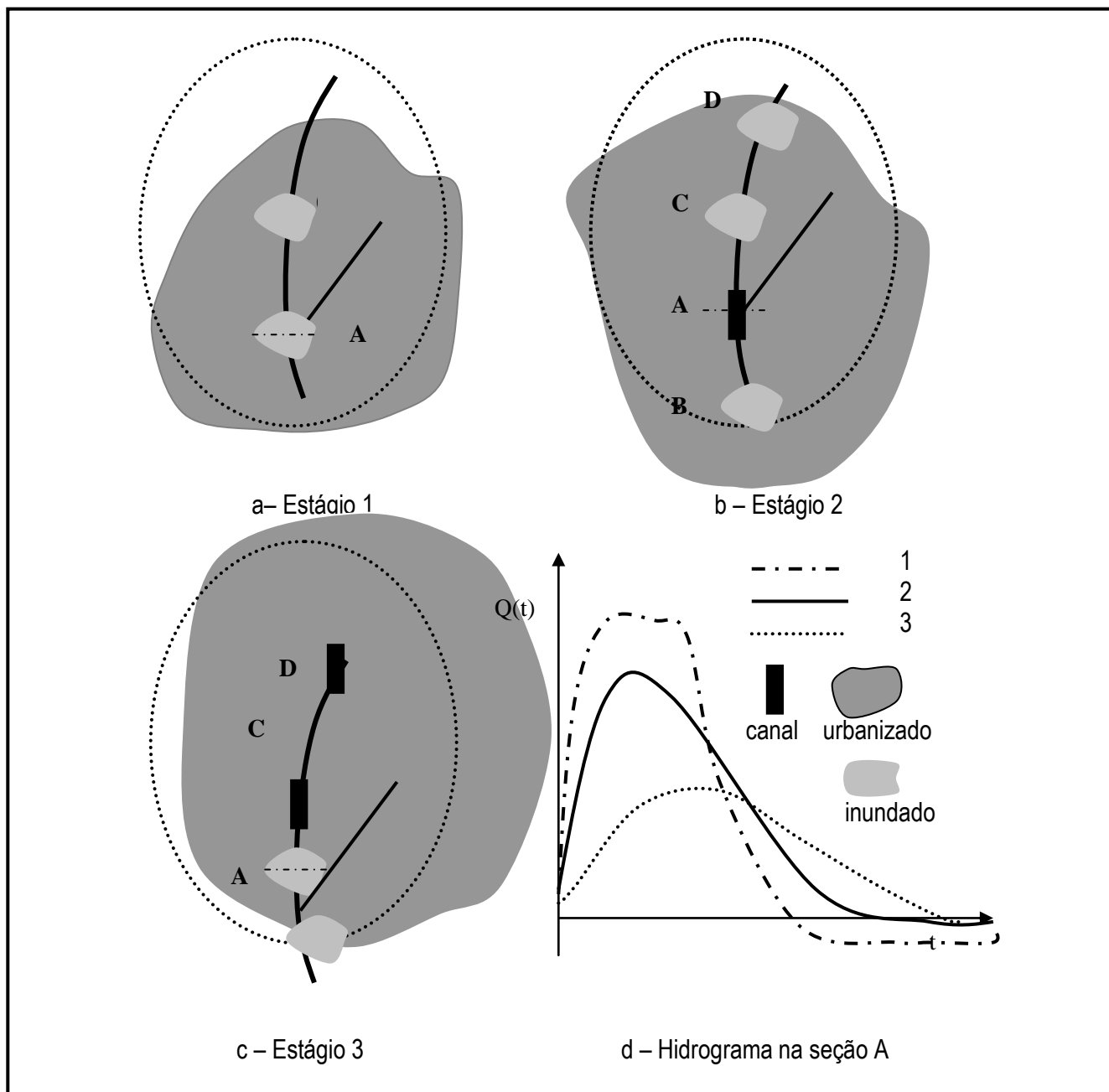
1.2 – Histórico da Concepção da Drenagem Urbana

O higienismo urbano que surgiu na Europa, no século passado, tinha como idéia central o princípio de evacuação das águas o mais rápido possível do ambiente urbano, evitando problemas de saúde pública, que constituíam em grandes desafios, devido às freqüentes epidemias mundiais (Champs, 1999).

Este princípio fazia sentido para a época, quando à falta de serviços de infraestrutura urbana adequada - abastecimento de água, limpeza urbana e esgotamento sanitário – associavam-se às características

das cidades - ruas estreitas e carentes de insolação - criando um ambiente propício à disseminação de doenças transmitidas pela água.

Figura 05 – Estágio do Desenvolvimento da Drenagem (Tucci, 2000 a)



A gradativa melhoria das condições de abastecimento de água, coleta e disposição dos esgotos, ainda que sem tratamento, repercutiu positivamente nas condições de saúde da população, evitando a disseminação de doenças por epidemias.

As intervenções no sistema de drenagem urbana, até os anos 60, tinham como objetivo esgotar o escoamento proveniente das áreas urbanizadas, sempre com uma visão particularizada de cada local. O uso do método Racional caracterizou este período denominado *Racionalista* (Silveira, 1998). Este Método tem como princípio obter a vazão máxima devido à ocupação urbana, sendo esta utilizada para estimar o conduto que tenha condições de transportá-la. O Método Racional, entretanto, é válido para pequenas áreas.

No final dos anos 70, nos países desenvolvidos, foram identificados os problemas relacionados com este tipo de projeto de drenagem, que produzia mais impactos negativos do que positivos e criava sérios conflitos e aumento das perdas por inundação, além de possibilitar novamente a proliferação de doenças transmitidas pela água, como a leptospirose. Nestes países houve uma mudança de rumo com relação aos projetos de drenagem, priorizando-se o controle da drenagem na fonte, que envolvia: recuperação da capacidade de infiltração das áreas urbanas, amortecimento na fonte do aumento do escoamento, planejamento da bacia hidrográfica urbana, evitando-se soluções pontuais e priorizando a preservação das condições naturais do sistema de drenagem.

Este tipo de visão somente nos últimos anos tem chegado à realidade brasileira através de publicações e livros (Tucci e Genz, 1995), documentos aprovados em eventos técnicos (Carta de Recife da ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos) e, principalmente, através de Planos Diretores de Drenagem Urbana de importantes cidades brasileiras como Belo Horizonte, Porto Alegre, Curitiba, São Paulo e Rio de Janeiro, que estão em fase de desenvolvimento. Estas iniciativas partem do pressuposto de que, além da adoção de intervenções estruturais de menor impacto ambiental, é necessário prever medidas não estruturais que incluem, por exemplo, a reserva de áreas urbanas destinadas à implantação de mecanismos de controle de cheias, a regulamentação de parâmetros urbanísticos que favoreçam a infiltração ou a retenção dos escoamentos superficiais no lote bem como a implantação de sistemas de gestão da drenagem urbana integrados aos demais subsistemas de infraestrutura e serviços urbanos.

2 – PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão N°: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 19 |

2 – PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA

No capítulo anterior foram destacados os problemas relacionados com o desenvolvimento urbano das cidades brasileiras, segundo uma concepção de ocupação do espaço e de intervenções no sistema de drenagem que não propiciou o controle da drenagem urbana, gerando, em consequência, significativos prejuízos à sociedade.

Neste capítulo, são apresentados os fundamentos que norteiam o Plano Diretor de Drenagem Urbana em elaboração, bem como a estrutura básica do mesmo. Espera-se que este Plano seja o principal instrumento de uma nova política de gestão do sistema de drenagem urbana voltada para a redução dos impactos negativos da urbanização no escoamento das águas pluviais. Pretende-se que suas proposições estabeleçam não só diretrizes para medidas estruturais mais adequadas ao funcionamento real do sistema e menos danosas ao meio ambiente mas também, e principalmente, para a adoção de medidas não estruturais de caráter corretivo e preventivo a serem incorporadas ao planejamento urbano e à gestão dos diversos subsistemas afetos à drenagem.

2.1 – Fundamentos

Apresentam-se, a seguir, os fundamentos que norteiam a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Belo Horizonte:

Interdependência setorial - A drenagem é considerada integrante da infra-estrutura urbana e deve ser planejada em conjunto com outros sistemas, tais como o esgotamento sanitário, a disposição de material sólido e a rede viária;

Não ampliação da cheia natural – A cheia natural não deve ser ampliada devido aos efeitos de ocupação da bacia, como por exemplo, em consequência de loteamentos que promovem a impermeabilização dos terrenos; de aterros nos fundos de vale implantados em áreas onde localizam-se obras de macrodrenagem; de transposição de talvegues (pontes); e da utilização das baixadas como vias preferenciais do sistema de circulação de veículos;

Não transferência de impactos entre bacias – Um plano de controle da drenagem urbana deve contemplar, como unidade de análise para implantação dos projetos e das obras, as bacias hidrográficas sobre as quais a urbanização se desenvolve. A adoção de estruturas de drenagem, em uma parcela de montante da bacia não deverá implicar em transferência de prejuízos para trechos fluviais de jusante, como resultado da aceleração do escoamento nos canais e da sincronização dos picos das cheias;

Conhecimento do funcionamento real do sistema – Somente a partir do conhecimento real do funcionamento do sistema, podem ser propostas soluções específicas e adequadas a cada caso. Neste sentido, a elaboração do cadastro da macro e da micro drenagens torna-se fundamental, assim como a obtenção de dados hidrométricos (medições simultâneas de chuva e vazão) para calibração de modelos hidrológicos e hidráulicos;

Compatibilidade do planejamento das expansões e dos adensamentos urbanos com as diretrizes de drenagem – O planejamento da ocupação das áreas de expansão urbana e o adensamento daquelas já loteadas deverão ser realizados em consonância com as diretrizes

do plano de drenagem, considerando-se as dificuldades de solução dos problemas relativos ao esgotamento das águas pluviais quando não se dispõe, por exemplo, de áreas para amortecimento de cheias, ou quando a bacia encontra-se totalmente impermeabilizada. Também não deverão ser alteradas as taxas de uso e ocupação do solo, promovendo-se o maior adensamento quando o sistema de drenagem já se encontrar implantado e adequado às condições presentes;

Adoção de medidas estruturais e não-estruturais visando o controle da drenagem urbana – As medidas estruturais envolvem grande quantidade de recursos e solucionam somente problemas específicos e localizados, sendo, no entanto, muitas vezes imprescindível a sua adoção. A política de controle de enchentes, certamente, poderá chegar a soluções estruturais para alguns locais, mas dentro da visão de conjunto de toda a bacia, onde as mesmas estão racionalmente integradas com outras medidas preventivas (não-estruturais) e compatibilizadas com o desenvolvimento urbano;

Valorização das águas naturais – De acordo com a nova tendência de planejamento urbano compatibilizando aspectos urbanísticos e de drenagem, sempre que possível, os canais naturais deverão ser preservados e integrados à paisagem urbana;

Estabelecimento do processo de gestão – O controle permanente de enchentes não se viabiliza apenas pela definição de normas, regulamentos e pela implantação de obras de proteção. A instituição de um processo de gestão visando o acompanhamento da expansão urbana, que muitas vezes ocorre à revelia da legislação, bem como o monitoramento da situação da drenagem são fundamentais para se garantir o bom funcionamento do sistema;

Participação Comunitária – O envolvimento da comunidade na elaboração e na implementação de planos e projetos é imprescindível para garantir a obediência às medidas de controle estabelecidas e, principalmente, a parceria nas ações de fiscalização.

Formação técnica profissional - A sensibilização de engenheiros, arquitetos, agrônomos, geólogos e administradores públicos, entre outros profissionais, para a relevância das soluções de drenagem urbana, é essencial para que as decisões públicas garantam a sustentabilidade dos projetos;

Atribuição de ônus financeiro aos responsáveis pela ampliação dos escoamentos na cidade – O custo da implantação das medidas estruturais e da operação e manutenção da drenagem urbana deve ser transferido aos proprietários dos lotes, proporcionalmente à sua área impermeável, que é a geradora do volume adicional a ser escoado com relação às condições naturais.

2.2 – Estrutura do Plano Diretor

O Plano Diretor de Drenagem foi concebido em duas etapas. A primeira, em fase de desenvolvimento, refere-se ao conhecimento real do sistema de drenagem, e a segunda, objeto de licitação futura, será dedicada às propostas de intervenção, controle e gestão do sistema de drenagem.

Os estudos correspondentes à presente primeira etapa são compostos pelos seguintes itens:

Estudos Preliminares: incluindo a síntese dos estudos precedentes sobre temas relacionados com a drenagem urbana e o levantamento de dados existentes de interesse para o diagnóstico da situação atual da drenagem na área de estudo;

Levantamento Cadastral das Redes de Macro e Microdrenagem, com identificação de todos os cursos de água e elementos de infraestrutura de drenagem superficial e subterrânea;

Implantação do Sistema de Informações Geográficas, contendo a definição da rede de drenagem e demais informações a serem utilizadas pelos modelos matemáticos de simulação hidrológica e hidráulica;

Caracterização das Bacias Elementares, contemplando a delimitação e a codificação das bacias elementares, o cálculo dos respectivos coeficientes de impermeabilização e a caracterização da rede de macrodrenagem;

Caracterização Estrutural da Rede de Macrodrenagem, contendo o diagnóstico das deficiências e demais problemas identificados, assim como a proposta de ações para o controle estrutural do sistema de macrodrenagem.

A fase de Estudos Preliminares contemplou, além das informações setoriais que deram origem aos diagnósticos temáticos apresentados nos capítulos seguintes, a análise dos planos de desenvolvimento urbano e outros planos setoriais que revelam interface importante com o sistema de drenagem. Da mesma forma, foram analisados os aspectos legais e aqueles referentes à gestão do sistema de drenagem e dos demais subsistemas urbanos a ele relacionados. Esse conjunto de informações, associado aos dados levantados pelo cadastro da rede pluvial, às informações hidrológicas e às características naturais e antrópicas das bacias, possibilitará a fundamentação das proposições que irão compor a segunda etapa do Plano Diretor de Drenagem, conforme ilustrado na Figura 06.

A concepção das propostas que deverão compor o Plano Diretor baseia-se nos princípios de controle da drenagem urbana apresentados neste capítulo, na definição de cenários de desenvolvimento urbano associados aos respectivos riscos de inundações, na compatibilização entre os diversos planos e diretrizes setoriais em vigor, na definição de padrões para as variáveis de controle a serem adotadas e na viabilidade econômica das medidas.

De acordo com as discussões relativas à elaboração do Termo de Referência para a contratação da Segunda Etapa do Plano Diretor, prevê-se que as seguintes atividades sejam desenvolvidas:

De acordo com as discussões relativas à elaboração do Termo de Referência para a contratação da Segunda Etapa do Plano Diretor, prevê-se que as seguintes atividades sejam desenvolvidas:

atualização dos dados da Primeira Etapa do Plano Diretor, abrangendo a análise integrada dos temas estudados e incluindo informações atualizadas dos cadastros da macro e da micro drenagens;

realização de campanha de medições hidrológicas, com a instalação de 50 estações pluviométricas, fluviométricas e polutométricas em locais previamente definidos nas bacias elementares e montagem do Banco de Dados Hidrológicos incorporado ao Sistema de Informações Geográficas (SIG) do Plano Diretor;

inserção do módulo hidrológico no SIG e desenvolvimento da modelagem com utilização dos dados do cadastro, da caracterização de bacias elementares e da campanha de medições;

proposição de Plano de Ação contendo ações corretivas das ocorrências urbanas que interferem com a drenagem; levantamento de áreas para estocagem de águas pluviais; e diretrizes para tratamento de fundos de vale;

proposta de gestão do sistema de drenagem de forma integrada aos demais sub-sistemas intervenientes, prevendo-se ações de caráter administrativo, financeiro, tecnológico e institucional.

As medidas a serem propostas deverão incluir os seguintes componentes:

uso de parâmetros legais específicos para controle da drenagem urbana, tanto para novos loteamentos quanto para áreas de adensamento urbano e outras intervenções no sistema de drenagem;

ações de controle da drenagem urbana por bacia elementar, contemplando avaliação da capacidade de drenagem existente, identificação de locais críticos sujeitos a inundações, e estudo de alternativas para o controle de cheias;

avaliação econômica e ambiental das alternativas de intervenção, contemplando inclusive mecanismos de financiamento das obras e a operação do sistema de drenagem;

zoneamento das áreas inundáveis com definição de zonas de alto e baixo risco, acompanhadas dos respectivos critérios de uso, ocupação e tratamento dessas áreas.

Apresenta-se a seguir, na Figura 07, um fluxograma esquemático que ilustra as principais etapas e produtos que integram o Plano Diretor de Drenagem de Belo Horizonte.

Figura 06 – Informações e o Plano Diretor de Drenagem Urbana

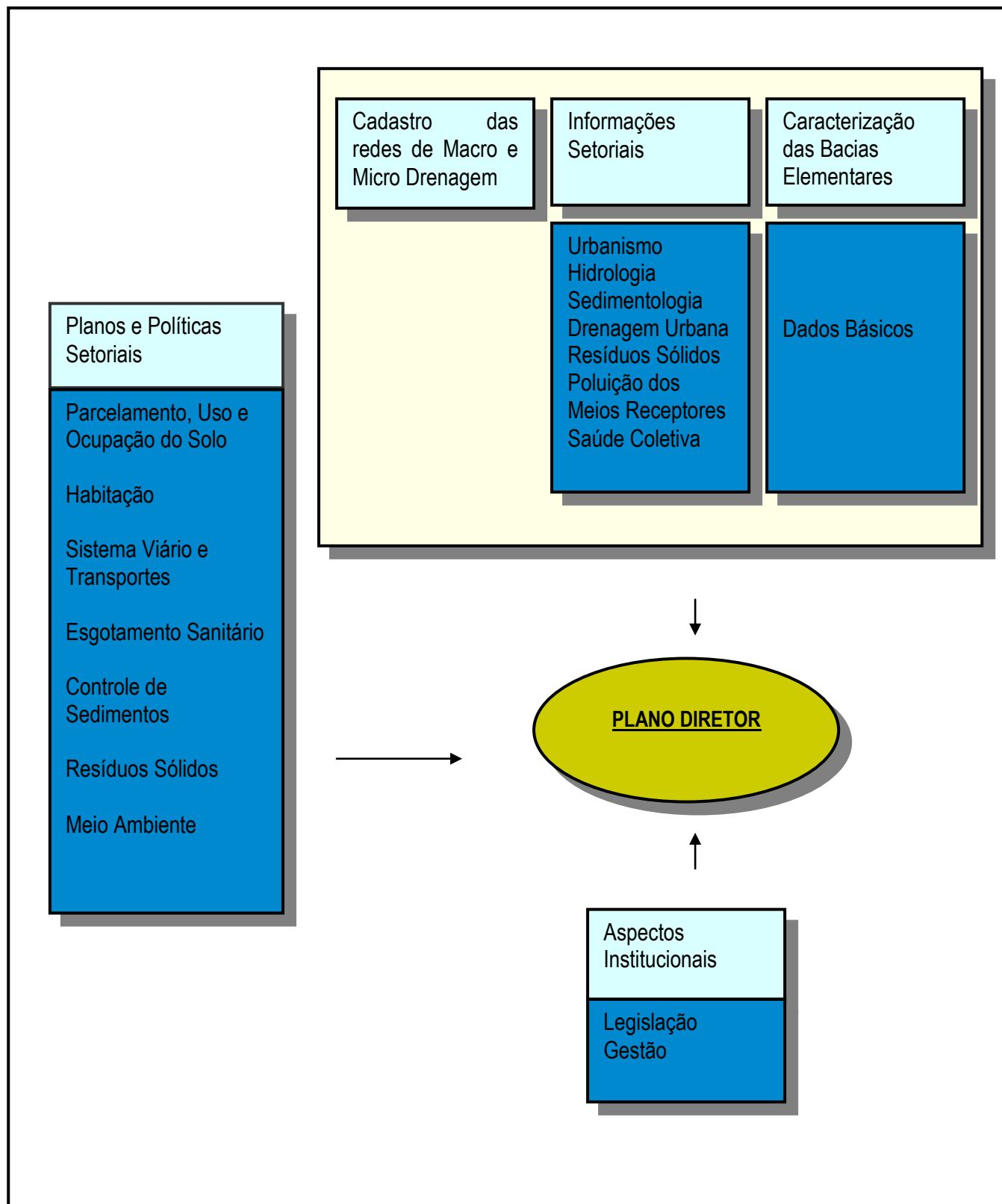
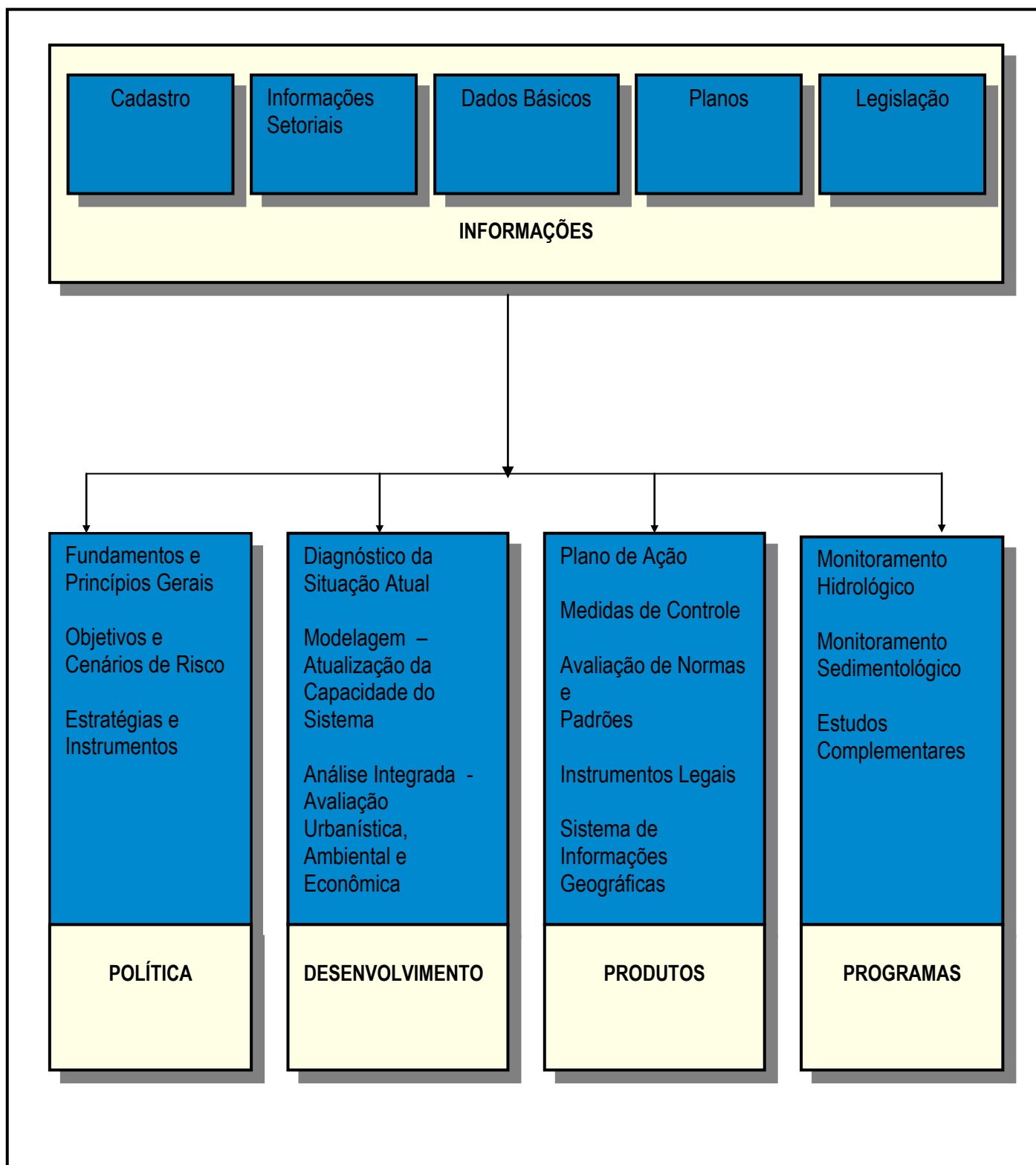


Figura 07 – Estrutura do Plano Diretor de Drenagem Urbana



3 – ASPECTOS ESTRUTURAIS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão N°: 0 | Data Revisão: 0 | Aprovado por: Coordenador Geral PDDBH / Magna | Pág: 26 |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|------------|

3 – ASPECTOS ESTRUTURAIS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE

3.1 – Aspectos Gerais

De acordo com os resultados da última contagem populacional de 1996, a Região Metropolitana de Belo Horizonte compõe-se de 24 municípios, totalizando 3.803.249 habitantes. A cidade apresentou um crescimento moderado no período 1991/1996, com taxa de expansão média de 2,09% ao ano, superior, contudo, àquela de grande número de outras regiões metropolitanas do país. Em 1991 apresentava uma densidade demográfica média de 590 hab/km², passando para 650 hab/km² em 1996. O município de Belo Horizonte, núcleo dessa região, ocupava uma área de 335 km², com 2.091.448 habitantes em 1.996, resultando em uma densidade demográfica considerada alta, equivalente a 6.234 hab/km². Ressalta-se, ainda, que esses dados populacionais deverão ser atualizados durante a elaboração dos trabalhos referentes à Segunda Etapa, utilizando-se as informações do Censo 2000.

A região ocupada pelo município de Belo Horizonte encontra-se quase totalmente urbanizada, restando apenas 6% de área não parcelada (incluindo áreas de preservação permanente), e 5% de áreas parceladas não edificadas. Na Figura 08 é apresentada a localização da cidade de Belo Horizonte na RMBH e desta no Estado de Minas Gerais.

O desenvolvimento urbano da Região Metropolitana de Belo Horizonte está direcionado para as áreas situadas ao norte e a oeste, onde estão presentes as cabeceiras dos rios Arrudas e Onça, principais cursos de água inseridos no município. Entre 1991 e 1996, como já havia acontecido no intervalo 1980/1991, continuaram apresentando um ritmo mais acentuado de crescimento os municípios de Betim, Esmeraldas, Ibirité, Juatuba, Mário Campos e Sarzedo, situados a Oeste, e Vespasiano, São José da Lapa, Ribeirão das Neves e Confins, ao Norte.

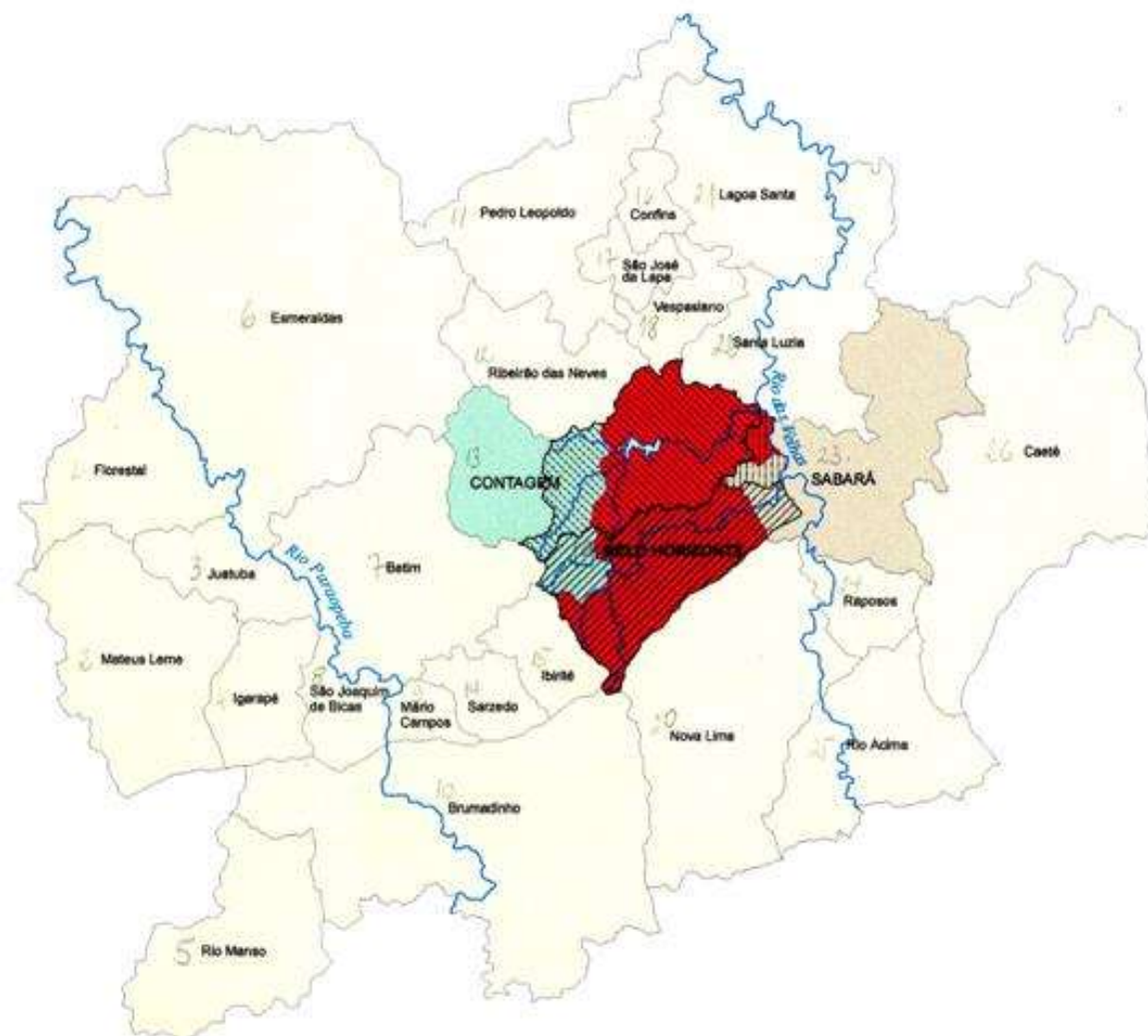
Na Figura 09, é apresentada a evolução da população de Belo Horizonte no período 1950 a 1996, segundo os dados disponíveis divulgados pelo IBGE. Acrescenta-se, como ilustração, uma projeção realizada pela COBRAPE para o Estudo de Implantação da Agência da Bacia do Rio das Velhas - Plano Diretor de Recursos Hídricos. Observa-se o acentuado ritmo de crescimento até a década de 1980, estabilizando-se na década de 1990 e apresentando uma ligeira acentuação do crescimento segundo a projeção apresentada.

3.2 – Relevo e Geologia

A fisiografia de Belo Horizonte apresenta-se bastante diversificada e estreitamente vinculada às propriedades geológicas de seu substrato. Essencialmente distinguem-se três domínios geológicos e geomorfológicos fundamentais: o “Domínio do Complexo de Belo Horizonte”, instalado entre o compartimento de relevo acidentado do Quadrilátero Ferrífero, e o relevo suave da bacia sedimentar do Grupo Bambuí; o “Domínio das Seqüências Metassedimentares”, ao sul do município e, finalmente, as coberturas cenozóicas descontínuas, que poderiam ser agrupadas no “Domínio das Formações Superficiais”.

O Domínio do Complexo de Belo Horizonte, integrante da unidade geomorfológica denominada “Depressão de Belo Horizonte”, representa cerca de 70% do território municipal, sendo que sua área de maior expressão situa-se ao norte da calha do rio Arrudas.

FIGURA 08
LOCALIZAÇÃO DA REGIÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DE BELO HORIZONTE



ESTADO DE MINAS GERAIS

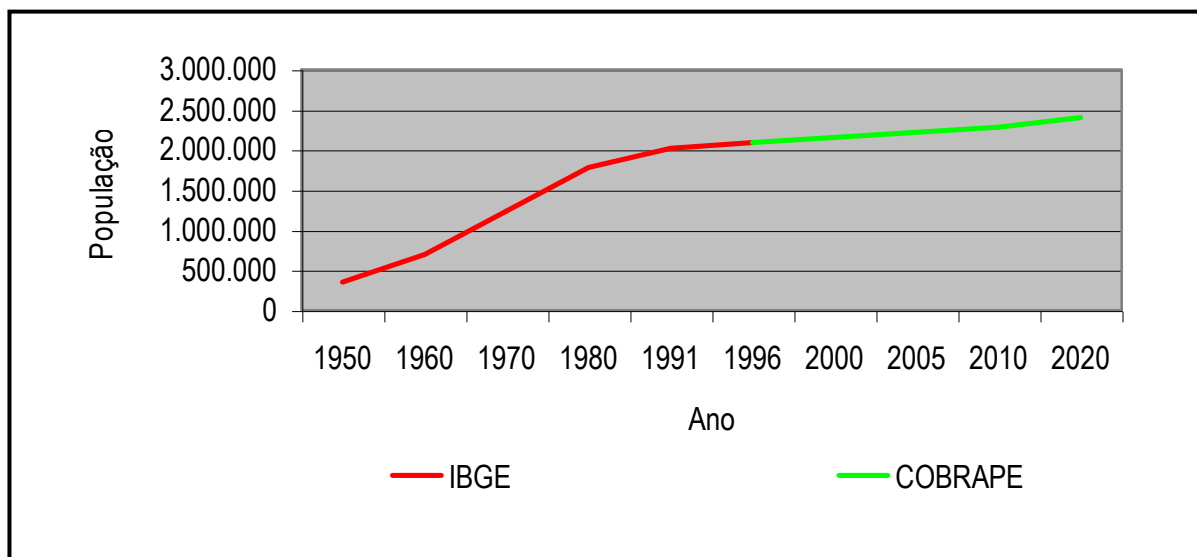
LEGENDA

- Município de Contagem
- Município de Sabará
- Outros municípios da AMBEL
- Bacia do ribeirão da Onça
- Bacia do ribeirão Arrudas
- Bacias que afluem direto ao rio das Velhas
- Município de Belo Horizonte



REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE
Fonte: Mapa Municipal de Contagem, 1998.

Figura 09 – Evolução da População do Município de Belo Horizonte



Neste domínio predominam as rochas gnáissico-migmatíticas em diferentes estágios de alteração, compreendendo desde solos silto-argiloso, nas áreas de relevo muito suave, até solos essencialmente arenosos e de alta erodibilidade, nas áreas de relevo acidentado. No relevo predominam as colinas de topos planos a arqueados, com encostas côncavo-convexas e altitudes entre 800-900m, formadas pela dissecação fluvial nas áreas gnáissicas. As cotas mínimas situam-se na faixa dos 680m, próximas à foz do ribeirão da Onça, e as máximas em torno dos 1000m. O sistema de drenagem percorre amplos vales de fundo chato resultantes da acumulação de sedimentos aluviais. Em muitos locais, os cursos de água adquirem padrões ortogonais, manifestando o condicionamento da drenagem à estrutura do substrato.

O Domínio das Seqüências Metassedimentares tem sua área de ocorrência ao sul da calha do ribeirão Arrudas e estende-se até os patamares mais elevados da Serra do Curral, constituindo cerca de 30% do território de Belo Horizonte. As características principais desse domínio são a diversidade litoestrutural e morfológica e o relevo acidentado, que encontra expressão máxima na Serra do Curral, limite meridional do município. São comuns os espigões grosseiramente orientados para noroeste e sucessões de cristais e patamares com direção NE-SW, truncados por vertentes ravinadas e por vales encaixados com perfil em “V”. Os vales em “V” alargam-se e suavizam-se para jusante. Os talvegues da drenagem principal orientam-se para norte-noroeste, enquanto parte da drenagem secundária se encaixa segundo a direção NE-SW.

O domínio em questão engloba uma sucessão de camadas de rochas metassedimentares representadas por itabiritos, dolomitos, quartzitos, filitos e xistos diversos, de direção geral NE-SW e mergulho para sudeste, integrando o compartimento geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero. As altitudes superam os 1100m, podendo chegar a 1500m, como no Pico do Rola Moça, limite sudoeste do município. As formações superficiais são bastante diversificadas, observando-se abundantes afloramentos rochosos dolomíticos, como na Serra do Curral, filíticos e quartzíticos. Observa-se ainda a ocorrência de espessos mantos de intemperismo, gerados a partir de xistos e principalmente de filitos, freqüentemente susceptíveis à erosão. São comuns os depósitos de vertentes com grande quantidade de blocos de quartzito.

Os depósitos cenozóicos do território de Belo Horizonte constituem o Domínio das Formações Superficiais, com área de distribuição restrita, diferenciados dos anteriores por seu enquadramento geológico. Ao norte do ribeirão Arrudas, os sedimentos estão representados por areias, cascalhos e argilas, depositadas por processos fluviais nos canais e nas planícies aluviais dos cursos de água, observando-se ainda depósitos silto-argilosos de natureza coluvial acumulando-se na parte baixa das encostas. Ao sul do ribeirão Arrudas ocorrem, em caráter localizado, formações compostas fundamentalmente de canga, depósitos colúvio-aluviais laterizados e depósitos de vertentes, incluindo colúvio, *talus* e acumulações por fluxos torrenciais (Figura 10).

3.3 – Clima

O clima predominante na área é o tropical de altitude, apresentando um regime pluvial com média anual de cerca de 1.500 mm. O período chuvoso, que ocorre nos meses de outubro a março, concentra quase 90% do total anual, sendo que o mês de dezembro apresenta uma média mensal de precipitação de 315 mm.

O regime térmico da área apresenta oscilações suaves, com a temperatura média mensal variando de 18,1 °C, em julho, a 23,6 °C, em fevereiro. A variação da umidade relativa do ar durante o ano apresenta-se coerente com o regime pluvial, apresentando valores da ordem de 75% no período chuvoso e 60% no período seco.

A variação anual do número de horas de insolação vai de 4,8 a 8,8 horas, observando-se os valores maiores no período seco do ano. Por outro lado, a radiação solar diária incidente varia de 180 a 260 Watt/m², sendo que os maiores valores ocorrem no verão, notadamente em janeiro e fevereiro.

A evapotranspiração potencial diária média mensal varia de 2,7 a 5,1 mm, considerando-se albedo de 10%, correspondente a um solo escuro. De forma similar ao observado para a radiação, os maiores valores são observados no verão.

Na Tabela 01 são apresentadas algumas características climáticas em Belo Horizonte, obtidas a partir das informações disponíveis relativas às estações do Horto (1961-1978), Lourdes (1936-1969) e dados fornecidos pela CEMIG (1961-1990), segundo Pinheiro (1993).

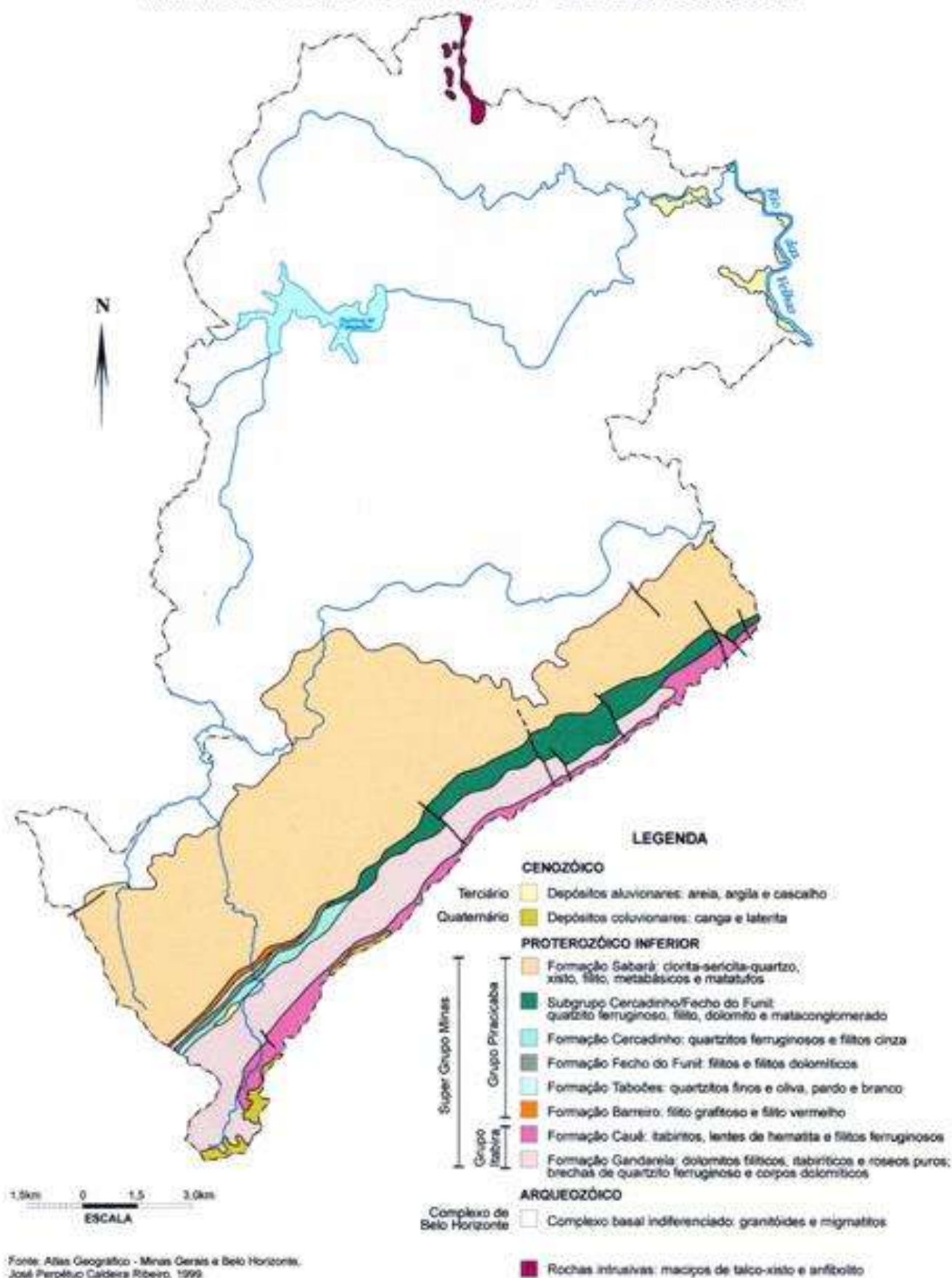
Tabela 01 – Normais Climáticas de Belo Horizonte

| VARIÁVEIS | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T (°C) | 22,8 | 23,2 | 23,0 | 21,1 | 19,8 | 19,5 | 18,1 | 19,0 | 21,0 | 21,9 | 22,2 | 22,2 |
| U. Rel. (%) | 79,0 | 75,1 | 74,7 | 73,9 | 72,5 | 71,4 | 68,7 | 64,5 | 65,1 | 69,8 | 74,1 | 78,0 |
| Prec. (mm) | 296 | 188 | 164 | 61 | 28 | 14 | 16 | 14 | 41 | 123 | 228 | 319 |
| Dias de Chuva | 17,4 | 15,3 | 10,9 | 6,9 | 3,7 | 2,3 | 2,7 | 1,8 | 4,6 | 12,2 | 16,7 | 17,3 |

3.4 – Drenagem urbana

A seguir são apresentados aspectos relacionados com a drenagem local, além do histórico sobre a evolução dos problemas de inundação na cidade de Belo Horizonte.

FIGURA 10
MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE



Fonte: Atlas Geográfico - Minas Gerais e Belo Horizonte,
 José Perpétuo Caldeira Ribeiro, 1999.

3.4.1 – Sistema de Drenagem

A macrodrenagem do município de Belo Horizonte é realizada principalmente através dos ribeirões Onça e Arrudas. Embora a maior parte das bacias desses ribeirões encontre-se inserida em Belo Horizonte, suas cabeceiras situam-se em Contagem, município da Região Metropolitana.

Nas Figuras 11 e 12, são apresentados os principais ribeirões que formam a macrodrenagem e suas respectivas bacias, divididas em sub-bacias ou bacias elementares, permitindo uma visualização mais global da drenagem. No Quadro 04, são destacados alguns aspectos das bacias desses ribeirões.

Quadro 04 – Características dos Principais Ribeirões de Belo Horizonte

A bacia do ribeirão da Onça, com área total de 214,3 km², pode ser dividida em duas áreas bem distintas devido à existência da Lagoa da Pampulha. Esta lagoa amortece as enchentes urbanas e retém os sedimentos da parte a montante da bacia. O trecho a jusante é pouco influenciado pela drenagem do trecho a montante. Esta bacia possui 28 afluentes diretos.

A bacia do ribeirão da Onça apresenta urbanização recente e o leito dos córregos ainda não apresenta grande extensão de canalização.

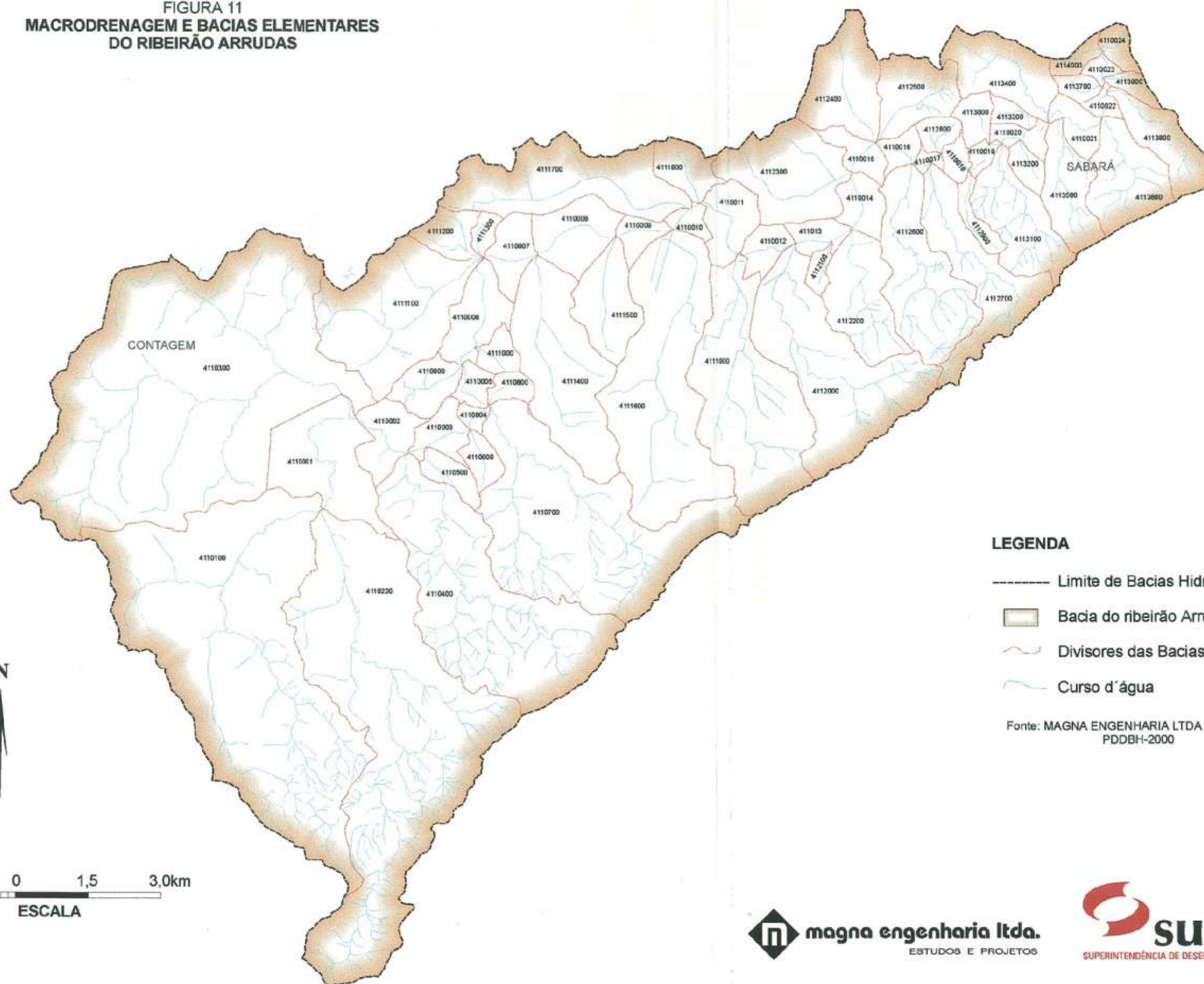
A bacia do ribeirão Arrudas possui área de 203,6 km². Este ribeirão é formado pelos córregos Jatobá e Barreiro. Da confluência destes córregos até a sua foz tem-se extensão de 47km e declividade de 7m/km. Tanto a bacia do ribeirão da Onça como a do Arrudas apresentam grande declividade devido à topografia do município e, como consequência, os escoamentos possuem velocidades muito altas.

3.4.2 – Desenvolvimento Urbano e Drenagem

A tendência dos espaços cientificamente tratados, utilizando-se as conquistas da técnica no final do século XIX, inspirou o planejamento de Belo Horizonte, concebida para ser uma cidade moderna, higiênica e saudável. Em 1895, a planta geral, elaborada pela Comissão Construtora para Belo Horizonte, coordenada pelo engenheiro Aarão Reis, foi aprovada, observando-se a concepção geométrica do espaço urbano, com ruas em traçado retilíneo e quarteirões quadrados cortados por largas avenidas arborizadas.

Posteriormente, Saturnino de Brito – engenheiro da Comissão Construtora da nova capital e encarregado da implantação dos serviços de saneamento – desenhou um traçado alternativo que privilegiava o aspecto sanitário e previa que as avenidas seriam construídas de acordo com o sistema natural de escoamento das bacias urbanas. No entanto, sua proposta não foi aceita, prevalecendo o desenho ortogonal do arruamento, independentemente da drenagem. Como consequência deste processo, parte das estruturas de drenagem da área central encontra-se no subsolo, com difícil acesso para ampliação, manutenção e gerenciamento (Figura 13)

FIGURA 11
MACRODRENAGEM E BACIAS ELEMENTARES
DO RIBEIRÃO ARRUDAS



LEGENDA

- Limite de Bacias Hidrográficas
- Bacia do ribeirão Arrudas
- Divisores das Bacias Elementares
- Curso d'água

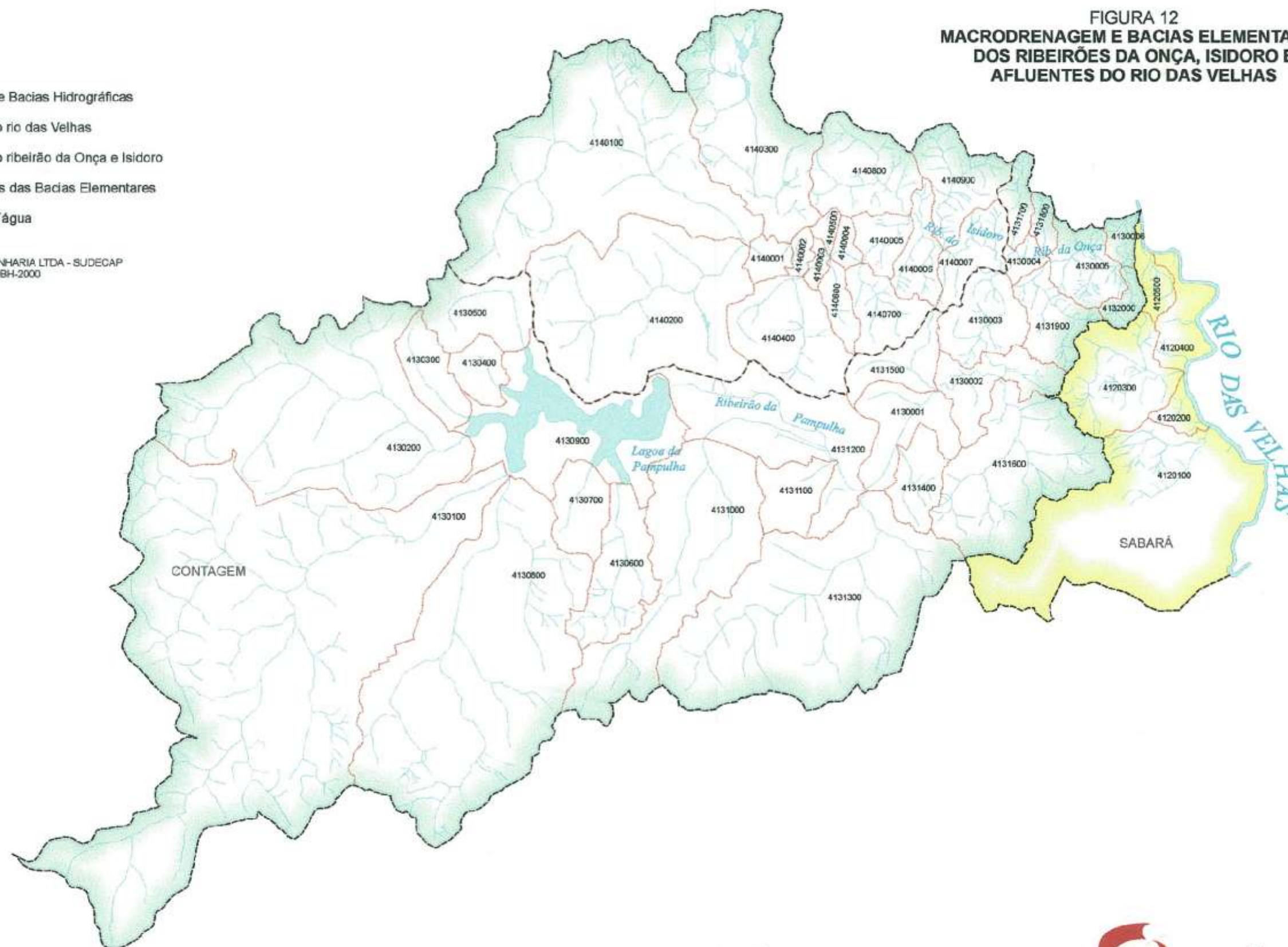
Fonte: MAGNA ENGENHARIA LTDA - SUDECAP
PDBH-2000

FIGURA 12
MACRODRENAGEM E BACIAS ELEMENTARES
DOS RIBEIRÕES DA ONÇA, ISIDORO E
AFLUENTES DO RIO DAS VELHAS

LEGENDA

- Limite de Bacias Hidrográficas
- Bacia do rio das Velhas
- Bacia do ribeirão da Onça e Isidoro
- Divisores das Bacias Elementares
- Curso d'água

Fonte: MAGNA ENGENHARIA LTDA - SUDECAP
PDBH-2000



1,5km 0 1,5 3,0km
ESCALA

 **magna engenharia ltda.**
ESTUDOS E PROJETOS

 **sudecap**
SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA CAPITAL

FIGURA 13
**CONCEPÇÃO ORIGINAL DO SISTEMA DE DRENAGEM DE BELO HORIZONTE
 POR SATURNINO DE BRITO**



TRAÇADO GEOMÉTRICO



TRAÇADO SANITÁRIO

0,5km 0 0,5 1,0km
 ESCALA
 Fonte: COPASA

A concepção adotada para o controle da drenagem urbana, baseada na rápida evacuação das águas através de estruturas cada vez maiores, aumentando-se os escoamentos propagados para jusante das bacias, levou à situação atual, em que 170 km do total de 275 Km da rede hidrográfica natural constituída por cursos de água perenes já se encontram canalizados (Figura 14).

Devido à predominante alteração do sistema de drenagem, por canalizações e retificações dos cursos de água naturais e ao lançamento de efluentes não tratados, são notórios os estrangulamentos do fluxo, em canais e galerias, causando transbordamentos e alagamentos das vias da cidade. O aumento das vazões, transferidas de montante para jusante nas bacias, também contribui para a ocorrência de inundações.

Há ainda que se ressaltar que o crescimento da cidade de Belo Horizonte ocorreu de forma acelerada e, em muitas áreas da cidade, sem controle por parte do poder público. Na ausência de um planejamento coordenado para o tratamento dos cursos de água e de restrições à ocupação de áreas de risco, a malha urbana desenvolveu-se em áreas sujeitas a inundações, nos vales estreitos dos cursos de água, bem como ocupou áreas instáveis nas encostas.

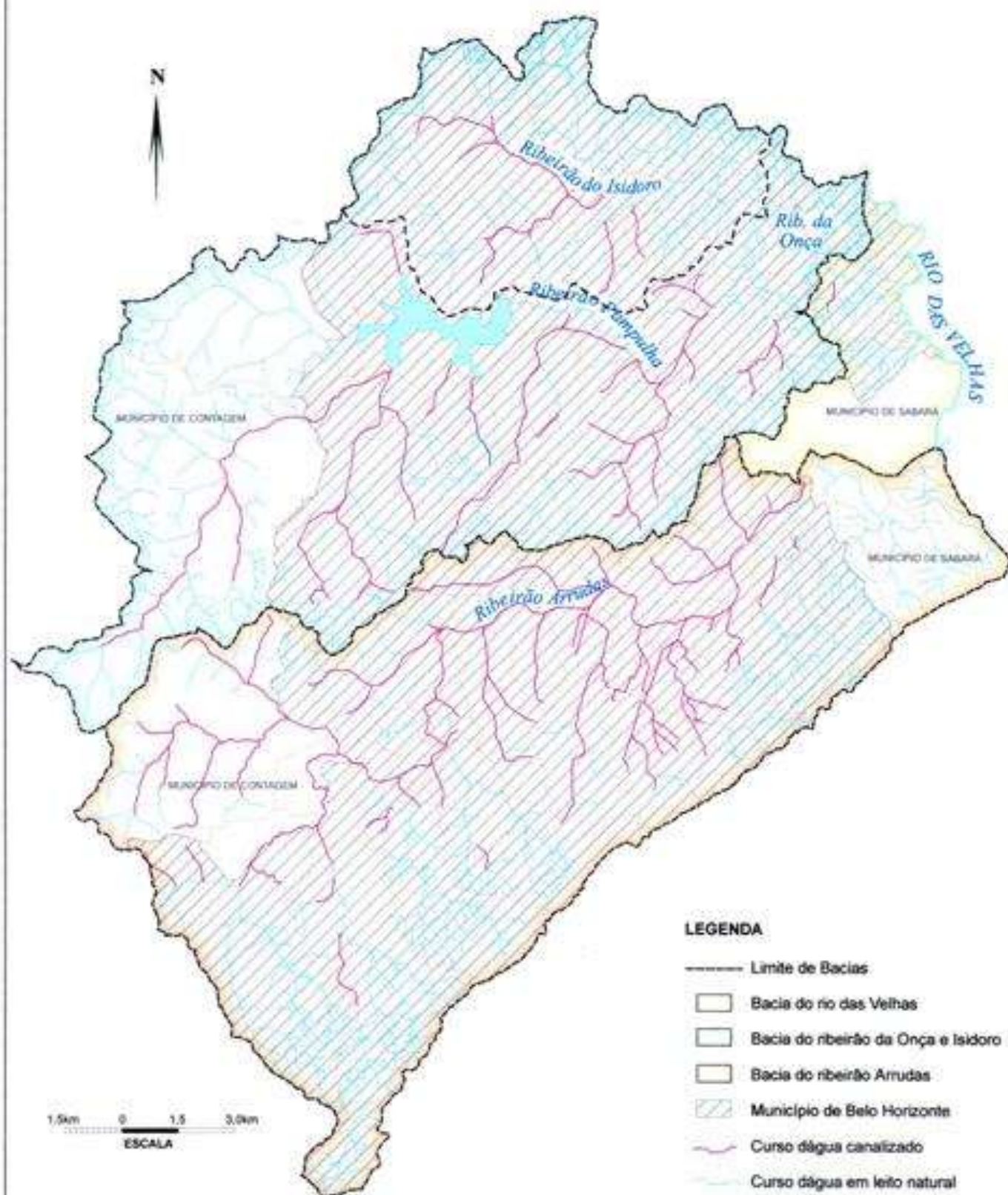
Com relação aos instrumentos de planejamento de drenagem urbana desenvolvidos para Belo Horizonte em fins da década de 70 (o Plano Diretor de Drenagem desenvolvido pela Superintendência de Planejamento da RMBH da Fundação João Pinheiro e o PLANURBS – Plano de Urbanização e Saneamento Básico desenvolvido pela SUDECAP), estes não podem ser propriamente considerados planos diretores de drenagem, uma vez que o primeiro teve um caráter generalista e meramente indicativo para a Região Metropolitana e o segundo representou um plano de obras de macrodrenagem para Belo Horizonte.

Pode-se, portanto, concluir que as ações relacionadas com a drenagem em Belo Horizonte foram sobretudo executadas com vistas a solucionar problemas de enchentes localizadas ou a viabilizar outras metas de intervenção como, por exemplo, a implantação de avenidas sanitárias. Também prevalecia, nesta época, a convicção de que os interceptores de esgotos somente poderiam ser instalados caso também fosse implantada a avenida sanitária. Nesta mesma época foi elaborado, pela COPASA, o Plano Metropolitano de Esgotos Sanitários, com indicações de prioridades de implantação de interceptores e emissários de esgotos.

A conjuntura dada por esses pressupostos de planificação do sistema de drenagem e pelo processo de crescimento urbano descontrolado resultou em problemas freqüentes e graves de inundação urbana, configurando crises de funcionamento do sistema de drenagem. De fato, inundações ocorridas nas avenidas sanitárias dos córregos do Acaba Mundo, do Leitão, Vilarinho, Ressaca e outras, além das enchentes localizadas recorrentes em diversos pontos da cidade, colocam em evidência a vulnerabilidade do atual sistema.

A estes problemas de funcionamento dos sistemas clássicos, somam-se, ainda, o alto custo dessas estruturas, contrastando com a reduzida capacidade de investimentos do Poder Público, e a agressão ambiental representada pelo confinamento dos cursos de água. Tais aspectos impõem a busca de soluções alternativas a esse modelo tradicional, incorporando novas técnicas e soluções para o controle das enchentes, a exemplo dos recursos compensatórios de infiltração e estocagem de águas pluviais.

FIGURA 14
SITUAÇÃO DA MACRODRENAGEM EM BELO HORIZONTE E CONTAGEM



LEGENDA

- Limite de Bacias
- Bacia do rio das Velhas
- Bacia do ribeirão da Onça e Isidoro
- Bacia do ribeirão Arrudas
- ▨ Município de Belo Horizonte
- Curso d'água canalizado
- - - Curso d'água em leito natural
- Limite das Bacias Elementares

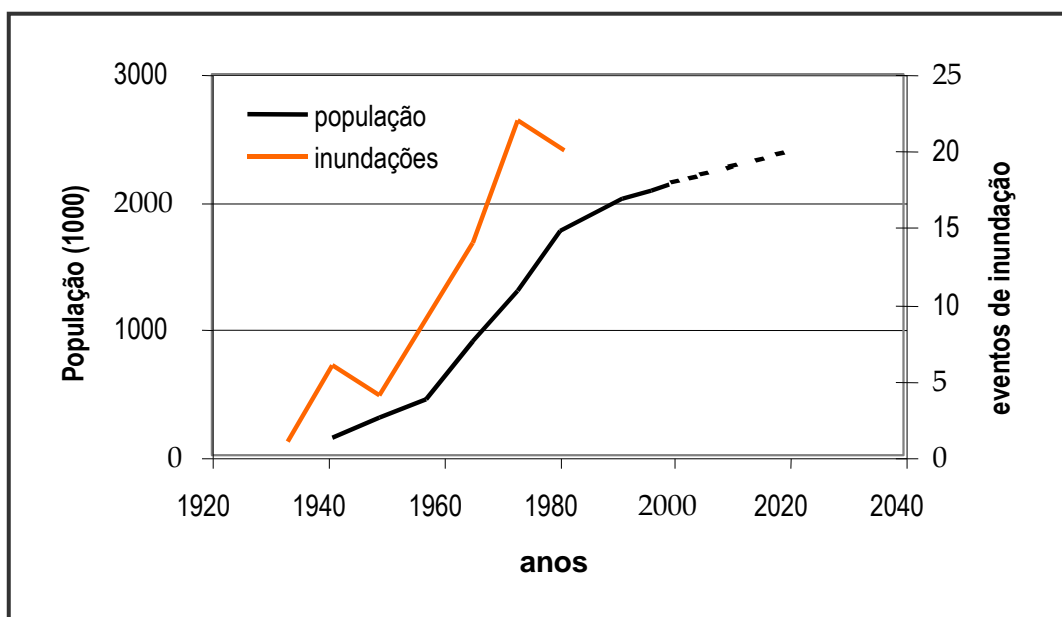
Fonte: MAGNA ENGENHARIA LTDA - SUDECAP
PODBH-2000

Outros problemas graves decorrentes da ocupação urbana têm sido igualmente observados. Relacionam-se com a intensificação dos processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos, bem como a poluição das águas de drenagem pluvial. Com efeito, a deposição de sedimentos tem sido responsável pelo assoreamento de canais fechados de drenagem, lagos artificiais e cursos de água. A remoção dos depósitos

por dragagem nos pontos críticos tem se revelado uma operação onerosa e ineficaz. Por outro lado, a proteção contra a abrasão, causada pelo transporte de sedimentos, responde por aumento nos custos operacionais de obras hidráulicas.

A poluição das águas de drenagem pluvial em meio urbano tem sido responsável pela deterioração da qualidade de água dos meios receptores, ou seja, dos cursos de água naturais e dos lagos artificiais. Esta poluição tem origem nos diferentes depósitos de poluentes em meio urbano, ligações clandestinas de esgoto doméstico na rede de drenagem, lançamentos clandestinos de resíduos sólidos, entre outros. A redução das fontes e dos impactos da poluição pluvial exige planejamento e ações coordenadas de diferentes serviços técnicos municipais.

Figura 15 – Evolução Urbana e Ocorrência de Inundações (adaptado de Pinheiro, 1993)



4 – ASPECTOS INSTITUCIONAIS

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão N°: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 5 |

4 – ASPECTOS INSTITUCIONAIS

Os aspectos institucionais aqui tratados envolvem os seguintes componentes, que estão fortemente interrelacionados e são a base do desenvolvimento do Plano de Drenagem Urbana:

legislação relacionada com a drenagem urbana; e

gestão do sistema de drenagem urbana e dos elementos que o afetam de forma direta.

A legislação é o instrumento de controle do desenvolvimento urbano e dos aspectos de drenagem a ele associados possibilitando a ordenação das ações futuras na cidade, com o objetivo de controlar, na fonte, os potenciais impactos da urbanização sobre o sistema de drenagem.

A gestão ou administração atua sobre o controle previsto na legislação e no desenvolvimento das atividades previstas no Plano. A Figura 16 apresenta a interação entre os componentes institucionais da União, Estados e Municípios no controle dos impactos internos do desenvolvimento da cidade e dos impactos transferido para os corpos hídricos a jusante da bacia considerada.

4.1 – Legislação Relacionada com Drenagem

Neste item destaca-se, inicialmente, a relação entre espaço geográfico e institucional e as questões de drenagem. A seguir são analisadas as legislações estadual e federal, assim como as municipais, relacionadas com os aspectos qualitativos e quantitativos da drenagem urbana.

4.1.1 – Espaço Geográfico e Institucional

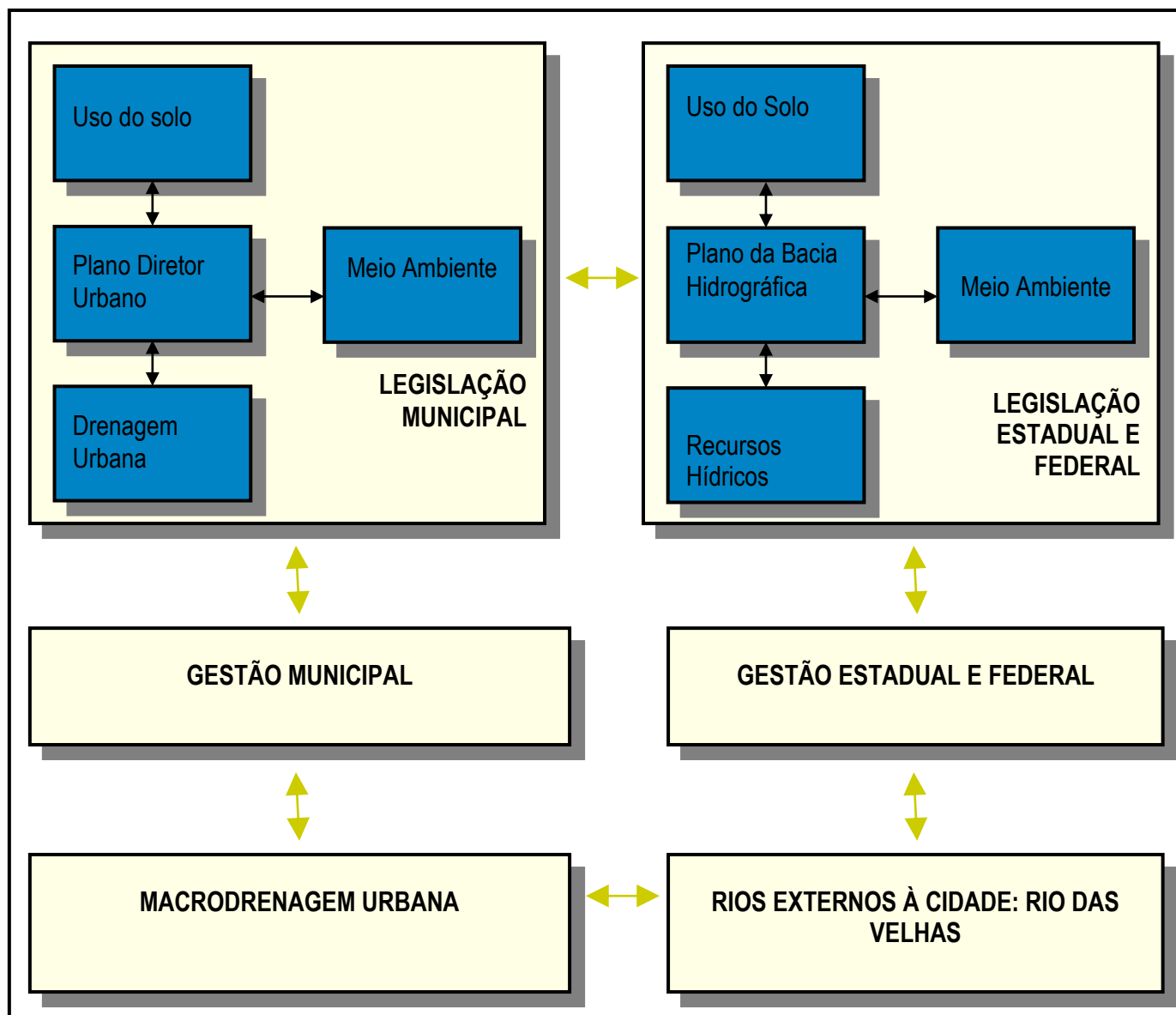
Os impactos da drenagem urbana podem ser analisados dentro de dois contextos espaciais diferentes, levando-se em consideração não somente as características desses impactos (principalmente no que tange às suas fontes geradoras e às suas áreas de abrangência) como também, e conforme indicado na Figura 16, os componentes institucionais que poderão atuar no tocante à sua mitigação e/ou controle:

impactos que extrapolam o município, majorando as enchentes, ampliando sua área de abrangência e contaminando a rede de rios para jusante e, portanto, denominados de *impactos da enchente e poluição difusiva nos rios* que envolvem as cidades. Este tipo de impacto resulta de ações dentro da cidade que são transferidas para o restante da bacia. Para o seu controle podem ser estabelecidos padrões a serem atingidos, os quais são, geralmente, regulados por legislação ambiental e de recursos hídricos federal ou estadual;

impactos internos ao município: o controle neste caso é estabelecido através de medidas desenvolvidas no âmbito do município, através de legislação municipal e ações estruturais específicas.

No primeiro, o controle é realizado em nível de comitês de bacia, que estabelecem padrões a serem obtidos e recomendam o uso dos elementos básicos dos Planos de Drenagem elaborados para as bacias em questão. O segundo envolve a definição da legislação municipal quanto à ocupação da planície de inundação e aos fatores que conduzem à impermeabilização do solo. (Figura 16).

Figura 16 – Interação entre os Sistemas Institucionais



4.1.2 – Legislação Federal e Estadual

As legislações relacionadas à questão da drenagem urbana, abordadas neste item, dizem respeito aos recursos hídricos, uso do solo e licenciamento ambiental.

Quanto aos Recursos Hídricos - A Constituição Federal define o domínio dos rios e a legislação de recursos hídricos em nível federal, estabelecendo os princípios básicos da gestão através de bacias hidrográficas. As bacias que correspondem ao território do município de Belo Horizonte fazem parte da bacia do rio das Velhas, afluente do rio São Francisco. Ainda que o rio São Francisco seja um rio de domínio federal, há que se observar que o rio das Velhas encontra-se totalmente inserido no território de Minas Gerais, devendo, portanto, ser gerenciado pelo sistema estadual.

A legislação estadual de recursos hídricos estabelece critérios para a outorga do uso da água, mas não normaliza a outorga relativa ao lançamento de efluentes de drenagem. (Anexo A). Como demonstrado pela experiência de outros países (Quadro 05), a tendência é de que este controle seja estabelecido no nível federal. Neste contexto, o escoamento pluvial resultante das ocupações urbanas deve ser objeto de controle a ser previsto em planos e legislação específicos. No caso brasileiro, como estes procedimentos ainda não estão sendo exigidos pela Federação ou pelos Estados, não existe, no momento, uma pressão direta, por exemplo através da mecanismos de cobrança, para a redução de impactos resultantes da urbanização (Quadro 06). No entanto, considerando-se propostas de regulamentação de recursos hídricos em áreas urbanas já em desenvolvimento em outros estados da federação (Quadro 06), pode-se antever, em termos de um cenário tendencial, que o Comitê da Bacia do Rio das Velhas e o Estado, nas áreas de seu domínio, venham a estabelecer padrões de quantidade e qualidade da água que deverão ser obedecidos pelos municípios.

Quadro 05 – Experiência de Outros Países

A experiência americana na gestão e no controle da drenagem urbana tem se expressado através de um programa nacional desenvolvido pela EPA - Environmental Protection Agency, que obriga todas as cidades com mais de 100 mil habitantes a estabelecer um programa de BMP - Best Management Practices na drenagem urbana. Recentemente, teve início a segunda fase do programa da EPA, visando atingir cidades com população inferior à mencionada.

As BMPs envolvem o controle, por parte dos municípios, da drenagem em seus aspectos qualitativos e quantitativos, através de medidas estruturais e não-estruturais. O município deve demonstrar que está avançando no sentido de atingir os objetivos preconizados através de um Plano de Drenagem Urbana. Este processo contribui para reduzir a poluição difusa dos rios da vizinhança das cidades. A penalidade potencial que pode ser imposta é a ação judicial da EPA contra o município.

A experiência francesa envolve o conceito que se pretende incorporar a este Plano, ou seja, utilizar o comitê de bacia como fórum básico de decisão no que se refere às metas a serem atingidas pelos municípios. O processo francês iniciou-se na década de 60 e, certamente, tem muito a avançar. No entanto, observa-se, em várias bacias, que a decisão pela melhoria dos dispositivos de controle nos municípios é ativada pelo Comitê da Bacia.

Quadro 06 – Proposta de Regulamentação

Recentemente (Tucci, 2000) foi proposto, no âmbito da regulamentação da legislação de Recursos Hídricos do Paraná, que a outorga de lançamentos de efluentes de áreas urbanas que produzem alterações na qualidade e quantidade das águas obedeça normas e critérios definidos pelo órgão estadual. Para atender a estas normas deve ser exigido dos municípios um plano integrado de esgotamento sanitário, resíduo sólido e drenagem urbana. Este tipo de regulamentação busca criar as condições de controle [dos impactos que extrapolam a cidade](#).

Quanto ao Uso do Solo - A Constituição Federal, em seus Artigos 30 e 182, atribui ao Município a competência para legislar sobre o uso do solo municipal. Contudo, os Estados e a União podem estabelecer normas gerais para o disciplinamento do solo e também visando a proteção do meio ambiente, o combate à poluição, a saúde pública e a promoção das melhorias de saneamento. Desta forma, observa-se que, no caso da drenagem urbana, que envolve todos esses temas, especialmente meio ambiente e controle da poluição, a matéria é de competência concorrente entre Município, Estado e Federação.

Embora a tendência atual seja de fortalecimento dos municípios e de suas políticas próprias, a situação ideal para tratamento das questões de drenagem, entre outras que extrapolam os limites municipais, especialmente no caso de conurbações, é que estas sejam abordadas de forma global e tenham um tratamento unificado. Para tanto é necessária a participação de instância supra-municipal, ou seja, dos Estados ou mesmo da União, se for o caso.

Quanto ao Licenciamento Ambiental - Tendo em vista que a drenagem urbana está diretamente relacionada às questões do parcelamento, ocupação e uso do solo, o licenciamento ambiental dessas atividades influencia diretamente o sistema e, portanto, deve considerar a legislação pertinente e as diretrizes expressas no Plano de Drenagem Urbana. A legislação relativa ao licenciamento ambiental das atividades urbanas está relacionada no Anexo A deste relatório. Especificamente quanto ao licenciamento de canais de drenagem, devem ser observados os limites para construção e operação dos mesmos, definidos pela Lei 6938/81, assim como a resolução CONAMA nº 237/97. A necessidade de licenciamento ambiental de obras hidráulicas para drenagem é definida pela resolução CONAMA 1/86 Art 2º, VII.

Gerenciamento de Bacias Urbanas Compartilhadas- O município de Belo Horizonte apresenta área conurbada com os municípios de Contagem e Sabará, nas bacias dos ribeirões Arrudas e Onça. Este fato justifica a necessidade de parâmetros de uso e ocupação do solo coerentes com a política de controle da drenagem no território das bacias, independentemente dos limites de jurisdição municipal.

O controle institucional da drenagem, envolvendo mais de um município, pode ser realizado segundo as seguintes opções: (a) através de legislação municipal específica para cada município, porém compatibilizada entre os municípios participantes, segundo critérios comuns para toda a bacia hidrográfica; (b) através de legislação estadual que estabeleça os padrões a serem mantidos nos municípios de tal forma a não serem transferidos os impactos; e (c) através do uso dos dois procedimentos anteriores.

Este modelo de gestão integrada de bacias compartilhadas é preconizado pela Lei Federal 9433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e prevê, em seu Artigo 5º, a criação de Agências de Águas e Comitês de Bacias que representam respectivamente as instâncias técnicas e deliberativas do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos de uma dada bacia. A mesma Lei define, como instrumentos da política de gestão de bacias, os Planos de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos d'água em classes (Quadro 07), segundo usos preponderantes, a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso de tais recursos, a compensação dos municípios e a formação do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. Às Agências de Águas compete, entre outras funções, propor aos respectivos Comitês de Bacia o enquadramento dos corpos d'água para posterior encaminhamento ao Conselho Nacional ou ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos, de acordo com o domínio da bacia em questão.

Em Minas Gerais, a política estadual de recursos hídricos foi, após a publicação da Lei Federal, atualizada pela Lei 13199/99, cuja grande inovação refere-se à decisão de não atrelar a cobrança pelo uso da água somente aos usos sujeitos à outorga. Desta forma, maior relevância foi atribuída por esta Legislação aos problemas ocasionados pela poluição difusa e pelo uso e ocupação inadequados do solo nas bacias, o que inclui os impactos negativos nos sistemas de drenagem urbana.

A legislação ambiental estabelece normas e padrões de qualidade da água para definição dos rios em classes, mas não define restrições com relação aos efluentes urbanos domésticos lançados nos rios. Nesse sentido, há que se observar que a COPASA propôs uma norma técnica que estabelece critérios para o lançamento de efluentes líquidos da indústria na rede pública coletora de esgotos (Quadro 08).

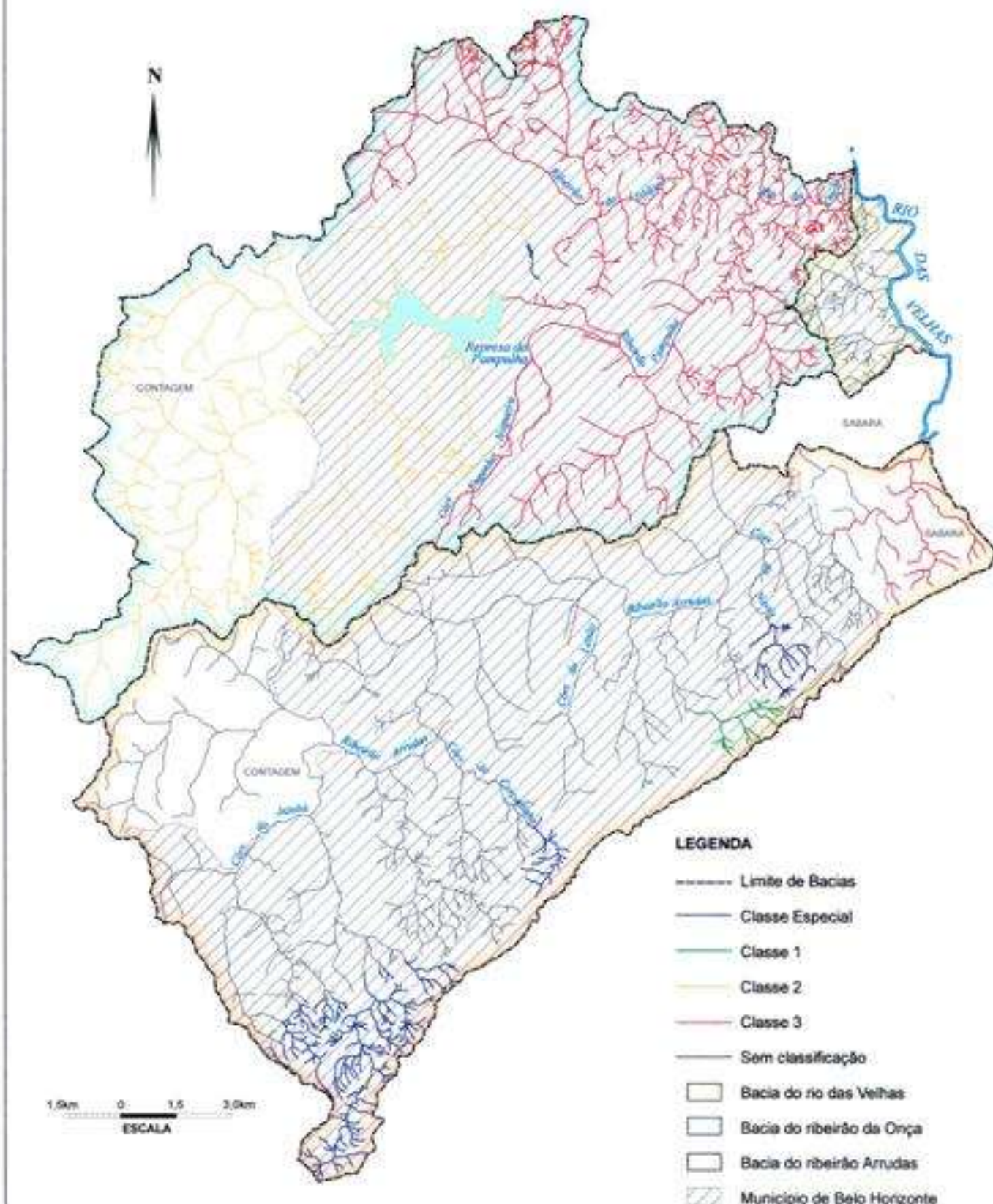
No que concerne às bacias dos ribeirões Arrudas e Onça, ainda que considerados os avanços obtidos com a formação da Agência e do Comitê Rio das Velhas, a perspectiva de desenvolvimento de ações conjuntas no nível dos municípios, correspondente à primeira opção, é mais viável a curto e médio prazos, considerando que a consolidação das demais instâncias e mecanismos de gestão ainda carecem de regulamentação.

Quadro 07 – Enquadramento dos Corpos D'Água próximos a Belo Horizonte

Em 27 de junho de 1997 as águas do rio das Velhas e de seus afluentes foram enquadradas pela Deliberação Normativa COPAM 20/97, abrangendo as sub-bacias dos ribeirões Arrudas e da Onça, situadas na área de interesse do PDDBH. Abaixo são discriminadas as classes dos trechos enquadrados, que são ilustrados através da Figura 17. Destaca-se que os tributários não enquadrados recebem o mesmo enquadramento correspondente ao do trecho onde o mesmo deságua, conforme Art. 2º da deliberação.

| Trecho | Descrição | Classe |
|------------------------------------|--|-----------------|
| SUB-BACIA: RIBEIRÃO ARRUDAS | | |
| Trecho 49 | Córrego Independência e Córrego Mineirão, das nascentes até o limite jusante do Parque Estadual Serra do Rola Moça | Classe Especial |
| Trecho 50 | Córrego Barreiro, das nascentes até o limite jusante da Área de Proteção Especial - APE Barreiro | Classe Especial |
| Trecho 51 | Córrego Cercadinho, das nascentes até o limite jusante da Área de Proteção Especial - APE Cercadinho, captação d'água para o município de Belo Horizonte | Classe Especial |
| Trecho 52 | Córrego Acaba Mundo, das nascentes até o início da canalização em área urbanizada | Classe 1 |
| Trecho 53 | Córrego da Serra, das nascentes até o limite jusante do Parque Municipal das Mangabeiras (inclui-se o córrego Mangabeiras) | Classe 1 |
| Trecho 54 | Córrego da Baleia, das nascentes até o início da canalização em área urbanizada | Classe Especial |
| Trecho 55 | Ribeirão do Arrudas, a jusante do trecho canalizado, até a confluência com o Rio das Velhas | Classe 3 |
| SUB-BACIA: RIBEIRÃO DA ONÇA | | |
| Trecho 56 | Represa da Pampulha e tributários, das nascentes dos cursos d'água contribuintes para a represa até o seu barramento | Classe 2 |
| Trecho 57 | Ribeirão da Pampulha/Ribeirão da Onça do barramento da Represa da Pampulha até a confluência com o Rio das Velhas, com exceção do trecho canalizado | Classe 3 |
| Trecho 58 | Córrego do Nado, das nascentes até a confluência com o Ribeirão do Isidoro | Classe 2 |
| Trecho 59 | Lagoa do Nado e tributário até o limite jusante do barramento da lagoa | Classe Especial |

FIGURA 17
ENQUADRAMENTO DAS COLEÇÕES DE ÁGUA DE BELO HORIZONTE



Quadro 08 – Critérios para Lançamento de Efluentes Líquidos Industriais

A Norma Técnica nº T.187/0 de 05/08/98 emitida pela COPASA MG, estabelece condições e critérios para o lançamento de efluentes líquidos da indústria na rede pública coletora de esgotos, elaborada como um resultado dos estudos desenvolvidos no âmbito do PROSAM. Nesse contexto também é destacada a norma NBR 9800 da ABNT, que estabelece critérios para o lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgotos sanitários. A análise dos padrões exigidos pela NBR-9800 e pela T.187/0 da COPASA MG indica que os limites são semelhantes, exceto para algumas substâncias tóxicas e quase todos os metais pesados, sendo que os padrões da COPASA MG são menos rigorosos que os limites fixados pela NBR. A comparação dos padrões brasileiros com os de outros países resulta na constatação de variações substanciais para o limite de certos poluentes devido, principalmente, à diferença de abordagens para o controle de efluentes (utilização de padrões únicos ou diferenciados). Nas indústrias visitadas pelo PROSAM, foi constatado que inúmeros parâmetros não atendiam à legislação, ocorrendo uma grande variação de graus destes valores de efluentes fora dos padrões.

4.1.3 – Legislação Municipal

No caso da legislação municipal, as regulamentações que dizem respeito à drenagem restringem-se àquelas inseridas na legislação urbanística - Código de Obras, Planos Diretores e Leis de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo -, e na legislação ambiental.

De acordo com o Código de Obras do Município de Belo Horizonte, aprovado em 1940, e suas regulamentações, as edificações urbanas deveriam incorporar o conceito de independência dos sistemas pluvial e de esgotamento sanitário.¹

Entre os municípios cujo território compõem as bacias dos ribeirões Arrudas e da Onça – Belo Horizonte, Contagem, e Sabará – apenas os dois primeiros possuem planos diretores, leis de parcelamento, ocupação e uso do solo e lei ambiental aprovados.

Em Belo Horizonte, o Plano Diretor e a Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo, aprovados em 1996, constituem os instrumentos básicos de gestão urbana, e têm como principais objetivos:

Plano Diretor: definir a política de desenvolvimento urbano, sob o aspecto físico, social, econômico e administrativo;

Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo: estabelecer as normas e as condições para execução de parcelamentos do solo, para as obras de edificações, no que se refere aos parâmetros urbanísticos, e para localização de usos e funcionamento das atividades.

No que diz respeito à drenagem, o Plano Diretor dá orientações no sentido de se “implementar alternativas de canalização, de forma a proteger os fundos de vale, evitando o aumento de áreas impermeabilizadas e favorecendo a conservação de recursos ambientais” (Art.27).

¹ O Regulamento dos Serviços Domiciliários de Águas e Esgotos de Belo Horizonte foi definido pelo Decreto-Lei N.83, de 21 de dezembro de 1940.

O Plano define ainda, no Artigo 27, a criação de cadastro e desenvolvimento do plano de manutenção do sistema de drenagem superficial, a implantação de sistemas de drenagem para atendimento das áreas carentes utilizando práticas que impliquem menor intervenção no meio ambiente natural, a implantação de sistema de esgotamento pluvial com dimensões compatíveis com as áreas de contribuição e, quando tecnicamente necessário, estações de bombeamento e, por fim, a implementação de política de microdrenagem.

A Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo - representada na Figura 18 - estabelece que todo o território do município constitui área urbana. De acordo com esta Lei, não é permitido o parcelamento do solo em terrenos alagadiços ou sujeitos a inundações, antes de serem tomadas providências que assegurem o escoamento das águas, contíguos a mananciais, cursos d'água, represas e demais recursos hídricos, sem a prévia manifestação dos órgãos competentes e onde a poluição impeça a existência de condições sanitárias suportáveis, até a correção do problema.

O Plano Diretor e a Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo demonstram preocupações com o sistema de drenagem urbana, definindo diretrizes específicas para o tema e instituindo alguns mecanismos novos em relação às legislações anteriores.

Entretanto, esta legislação apresenta alguns conflitos quanto às diretrizes de tratamento para os fundos de vale, uma vez que a implantação de sistema viário na grande maioria dessas regiões, prevista na própria lei, vem de encontro à sua proteção, nos termos preconizados no Artigo 27 do Plano Diretor supracitado.

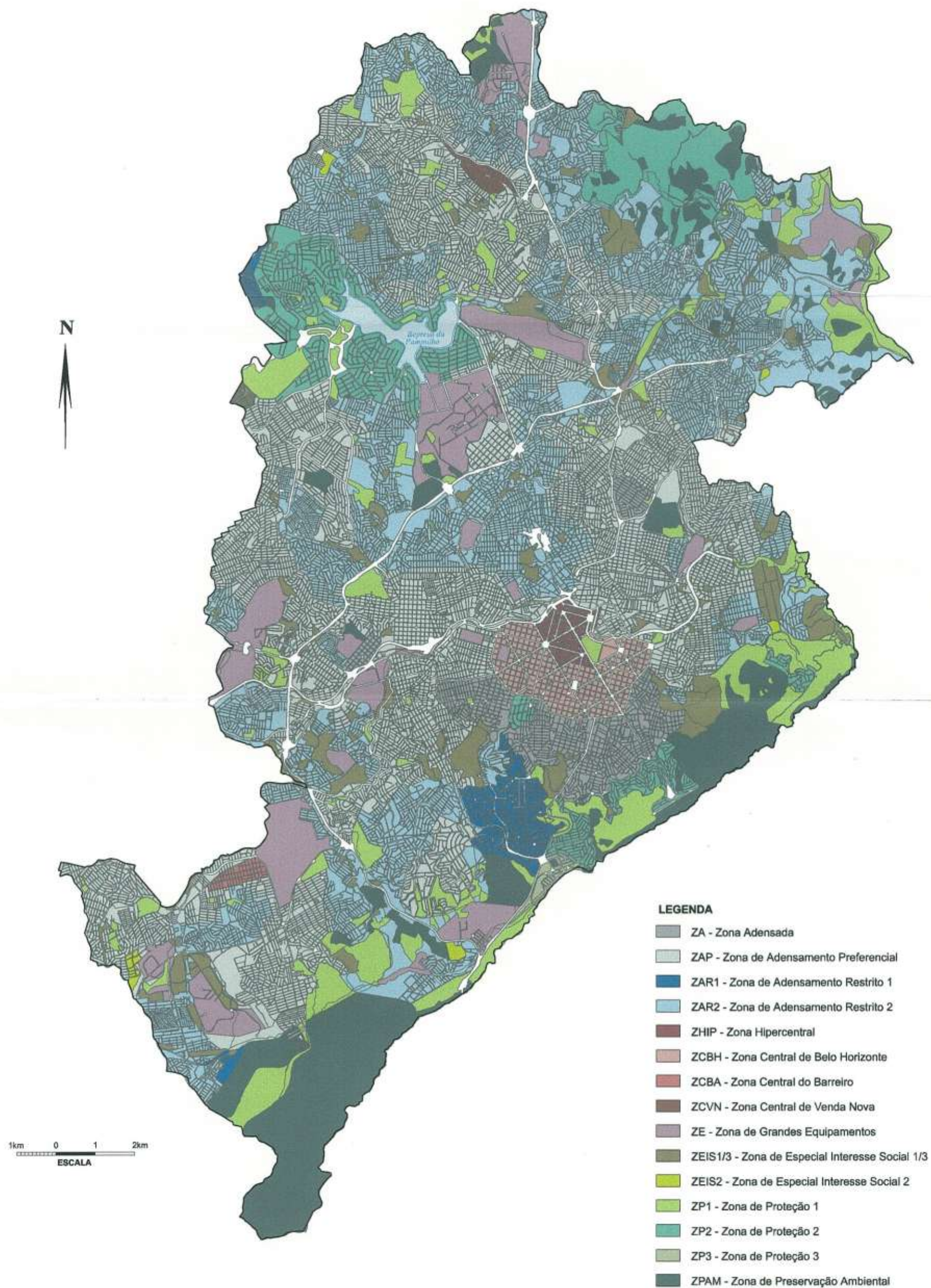
O fórum para a solução desses conflitos atualmente tem sido a Comissão de Diretrizes para Parcelamentos onde têm assento os diversos órgãos da administração municipal (Item 4.2 – Gestão) – e o COMAM, Conselho Municipal de Meio Ambiente, caso a área venha a receber um empreendimento de impacto. Contudo, na falta de um Plano Diretor de Drenagem, as análises são pontuais e não contemplam todas as possibilidades de ocupação da bacia em que se insere o empreendimento.

Do ponto de vista da permeabilidade, deve-se dizer que, apesar de a legislação atual revelar uma preocupação relativa aos impactos das áreas impermeáveis no sistema de drenagem, as exigências legais – cerca de 20% na maioria do território - não são capazes de restringir a ampliação da vazão gerada pelas superfícies impermeáveis.

A exigência de caixas de retenção restringe-se aos percentuais de área para os quais é exigida a permeabilidade, o que significa um aumento da vazão muito grande, quando impermeabilizados os restantes 80% dos terrenos. Além disso, a possibilidade legal de não cumprimento dessa exigência mínima, mediante parecer técnico, tem conduzido à utilização freqüente de índices maiores de impermeabilização do solo.

Ressalta-se ainda que os índices propostos estão condicionados ao zoneamento que, por sua vez, pouco ou nada tem a ver com bacias hidrográficas. Observa-se que, para a definição do zoneamento, os possíveis impactos sobre o sistema de drenagem não foram contemplados entre os critérios que conduziram à proposta apresentada. Neste sentido, a definição da ADE da Bacia da Pampulha constitui uma exceção, destacando-se como uma preocupação especial e única com os aspectos hidrográficos, se não do zoneamento, pelo menos do sobre-zoneamento, conforme se caracterizam as ADE's.

FIGURA 18
ZONEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE



Os índices de permeabilidade exigidos pela Lei devem, além disso, ser considerados com cautela em uma análise de impactos ou como parâmetros para a elaboração de cálculos hidrológicos e para a gestão do sistema de drenagem, já que trata-se de matéria de difícil monitorização por parte do poder público, sabendo-se, a priori, serem muitas as distorções e burlas à Lei nesta questão.

Quanto às densidades populacionais previstas pela Lei, que em última instância podem também impactar o sistema de drenagem, deve-se dizer que as quotas de terreno propostas resultaram inócuas para a função pretendida, já que foram reduzidas a índices inatingíveis. Assim, pode-se desconsiderar a existência de um mecanismo específico para regular densidades no território urbano, ficando esta função, como na legislação anterior, sendo indiretamente e com grande flexibilidade condicionada pelos coeficientes de aproveitamento.

Nesse sentido, deve-se observar que os novos parâmetros introduzidos pela Lei de Parcelamento Uso e Ocupação em vigor destinados ao controle da crescente impermeabilização do solo (taxa de permeabilização mínima por lote) e de densidade populacional (quota de terreno por unidade habitacional) significam o reconhecimento das principais variáveis que impactam o sistema de drenagem em decorrência do processo de urbanização. Basta lembrar que muitos dos modelos de assentamento preconizados pelas leis de uso do solo anteriores (1974, 1976 e 1985) permitiam a ocupação da totalidade do terreno, correspondendo a 100% de impermeabilização do solo. Além disso, os parâmetros destinados a limitar o potencial construtivo do lote como o gabarito de altura ou o coeficiente de aproveitamento, nunca foram capazes de exercer controle efetivo sobre as densidades de ocupação, pois não foram desenhados para este fim.

Entretanto, pode-se afirmar também que, embora a legislação urbanística em vigor no município de Belo Horizonte demonstre um avanço conceitual relativo às legislações anteriores, na prática os resultados alcançados são ainda modestos no que se refere à adequação ao meio ambiente e ao sistema de drenagem em especial, seja pela própria concretização das propostas da Lei, que não contemplaram diretrizes específicas de drenagem entre os critérios para definição de zoneamento, adensamento, ou mesmo permeabilidade do solo, ou que foram desvirtuadas no momento da aprovação do projeto de Lei, seja pelas contradições expressas no próprio texto, ou, ainda, pelo grau de irregularidade praticado, somado às dificuldades de acompanhamento e monitoramento do processo de ocupação e renovação do espaço urbano.

No município de Contagem, duas questões, afetas à relação entre ocupação e uso do solo e sistema de drenagem urbana, diferem de Belo Horizonte. Primeiro, o fato de o município contar ainda com uma grande área rural e uma urbanização menos intensa, dispondo de uma área de expansão urbana significativa. Segundo, o fato de a taxa de permeabilidade ser vinculada às bacias hidrográficas, embora, de maneira geral, a possibilidade de impermeabilização do solo seja também relevante - mais ainda na bacia do ribeirão Arrudas - e, como em Belo Horizonte, permitir-se também a liberação da exigência de permeabilidade ou caixa de captação mediante parecer técnico (Figura 19).

Não obstante as críticas feitas à legislação, cabe lembrar que, em realidade, aquela de cunho urbanístico deverá antes se sujeitar às diretrizes necessárias ao bom funcionamento do sistema de drenagem, que poderá lhe imputar algumas modificações e ajustes, do que condicionar as propostas do Plano.

No caso da legislação ambiental, assim como ocorre com a urbanística, apenas os municípios de Belo Horizonte e Contagem possuem leis municipais aprovadas. Trata-se respectivamente, da Lei Ambiental

do Município de Belo Horizonte – Lei nº 4253/85 e respectivo Decreto de Regulamentação - nº 5893/88 e da Lei Ambiental do Município de Contagem - Lei nº 2.824/98.

Especificamente quanto ao licenciamento ambiental, a Lei Nº 7.277/97, editada pelo Município de Belo Horizonte, institui a Licença Ambiental para a construção, ampliação, instalação e funcionamento de empreendimentos de impacto vinculados à obtenção prévia de Licença Ambiental, a ser outorgada pelo COMAM, e define os parâmetros de enquadramento dos empreendimentos de impacto e os procedimentos necessários à aprovação dos mesmos, instituindo as Licenças Prévia, de Implantação e de Operação ou Ocupação.

Em Contagem, só recentemente a Prefeitura Municipal assumiu a responsabilidade sobre o Licenciamento Ambiental relativo às atividades sujeitas a licenciamento estadual. Vale mencionar que a política de meio ambiente do Município de Contagem manifesta preocupação expressa não só com a proteção dos recursos hídricos, mas com o tratamento comum a ser dado para as questões de drenagem. De fato, entre as diretrizes de proteção dos recursos naturais está a *“promoção da melhoria da qualidade dos cursos d’água das bacias hidrográficas, tendo em vista seus usos a jusante do território municipal e a articulação com os municípios vizinhos, em cujos territórios se localize parte das bacias hidrográficas dos cursos d’água que atravessam o território municipal, bem como as entidades estaduais afins, visando uma atuação coordenada de melhoria da qualidade das águas desses mananciais”*.

Em Sabará, aplicam-se as normas e os termos do Licenciamento Ambiental Estadual para os empreendimentos de impacto, em consonância com as resoluções do Conselho Nacional de Ambiente - CONAMA. Ressalta-se ainda que a Resolução CONAMA 05/88 de 15 de junho de 1989 estabelece o licenciamento ambiental de obras de saneamento básico.

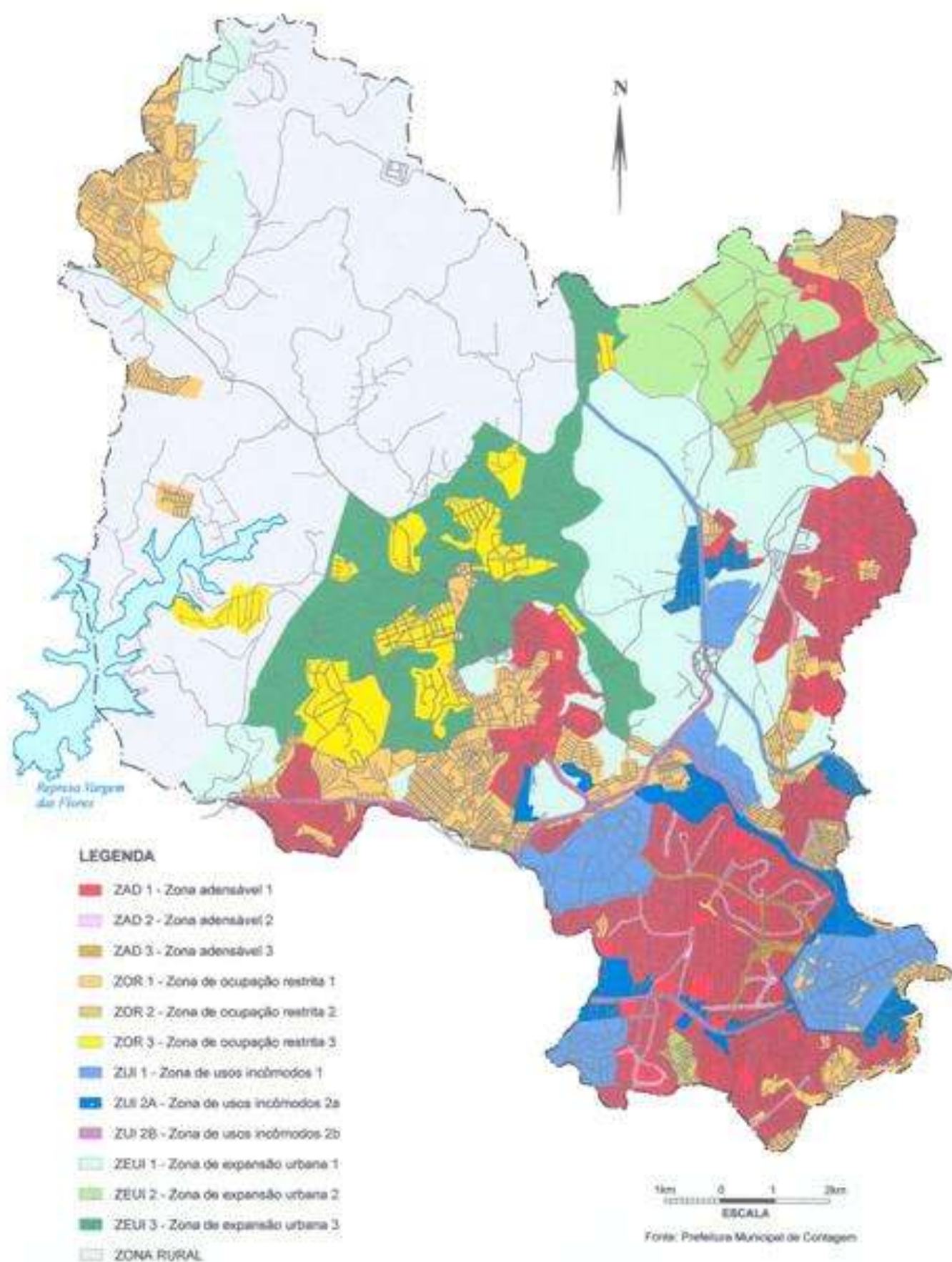
Por fim, há que se observar que a legislação urbanística relacionada com a drenagem deve incluir, normalmente, a regulamentação de alguns elementos básicos, conforme identificado no Quadro 09 ilustrativo de situação recente experimentada pela cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

4.2 – Gestão da Drenagem Urbana

Neste item é apresentada a estrutura institucional de gestão do sistema de drenagem nos municípios de Belo Horizonte, Contagem e Sabará, além do órgão estadual de saneamento. Os principais problemas de compatibilização das ações dos diversos órgãos que atuam ou interferem no setor, e as expectativas com relação ao escopo e abrangência do Plano Diretor de Drenagem, são também destacados no final deste item.

Os levantamentos realizados nos municípios de Belo Horizonte, Contagem e Sabará indicaram a inexistência de órgãos que respondessem de forma centralizada e integrada pela gestão dos diversos aspectos relacionados com a drenagem urbana. Cada um dos órgãos identificado se responsabiliza por aspectos específicos, estabelecendo integrações parciais quando surge a necessidade de compatibilização das ações de planejamento, projetos, obras e manutenção. Só eventualmente, através de programas específicos, contemplam a bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

FIGURA 19
ZONEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE CONTAGEM



Quadro 09 – Critérios Municipais sugeridos no Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre

A proposta do Plano Diretor de Drenagem Urbana (IPH, 2000) baseia-se na definição de parâmetros para a regulamentação dos seguintes aspectos:

- a **vazão máxima de saída a ser mantida** em todos os empreendimentos urbanos, sejam novos parcelamentos ou edificações;
- o **volume de retenção** necessário à manutenção da vazão máxima citada no item anterior;
- a **manutenção de áreas permeáveis** e a reserva de espaço para uso de **pavimentos permeáveis** e outras medidas de controle na fonte da drenagem urbana pelos empreendedores;
- a **reserva de faixas de proteção de linhas de drenagem** e de áreas destinadas à implantação de **reservatórios de retenção** como condicionantes para novos parcelamentos.

4.2.1 – Belo Horizonte

A Lei nº 6.352 de 15 de Julho de 1993, que dispõe sobre a estrutura organizacional da administração direta da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte e de outros diplomas legais relacionados com instituições da administração indireta, permitiu que fossem identificadas as competências dos órgãos que atuam direta ou indiretamente no sistema de drenagem do município.

No Quadro 10 é apresentado um resumo das atribuições dos diferentes órgãos do município, enquanto que no Anexo B é apresentado um detalhamento maior desta análise.

4.2.2 – Contagem

Em Contagem, os órgãos diretamente afetos à drenagem urbana são as Secretarias Municipais de Desenvolvimento Urbano e de Meio Ambiente e a CONTERRA, autarquia municipal responsável pela execução de projetos, obras e manutenção da infra-estrutura de serviços urbanos. Os dois primeiros são responsáveis respectivamente pela aplicação da legislação urbanística e ambiental do município, através da aprovação de projetos de edificações e parcelamentos e do licenciamento ambiental de empreendimentos de impacto. A CONTERRA, a exemplo do que faz a SUDECAP em Belo Horizonte, contrata e fiscaliza projetos e obras, os quais são desenvolvidos, segundo informações obtidas no órgão, de acordo com critérios referenciados nos métodos e padrões utilizados pela SUDECAP. Além destes, destaca-se também a Superintendência de Limpeza Urbana vinculada à CONTERRA e a Secretaria Municipal de Assistência Social, que identifica e encaminha demandas de obras de infraestrutura em favelas e loteamentos precários.

4.2.3 – Sabará

Em Sabará, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente é responsável pelas ações de saneamento, incluindo a definição de diretrizes para projetos e obras de drenagem, bem como para o planejamento e operação da coleta e destinação final do lixo. A Prefeitura não conta com estrutura própria para o desenvolvimento de projetos e execução de obras, sendo estes serviços, em geral, terceirizados. Segundo informações de técnicos da Prefeitura, os métodos e padrões utilizados são aqueles adotados pela SUDECAP para Belo Horizonte, mesmo porque são aqueles tradicionalmente adotados pelas empresas que desenvolvem os projetos e que atuam principalmente na Capital. A manutenção do sistema de drenagem, bem como a execução de obras emergenciais, é feita pela Secretaria de Obras.

4.2.4 – Companhia Estadual de Saneamento - COPASA-MG

A COPASA-MG é a empresa estadual que detém a concessão dos serviços de água e esgoto em Belo Horizonte, Contagem e Sabará. Através da Superintendência de Estudos e Projetos, são definidas diretrizes para o desenvolvimento de planos e projetos, seja de expansão ou adequação das respectivas redes em função de obras públicas, como é o caso das intervenções de macrodrenagem, ou privadas, como novos loteamentos ou empreendimentos de impacto.

O contrato de concessão da COPASA-MG com o município de Belo Horizonte expira no ano 2000, fato que tem suscitado uma série de discussões e debates no âmbito da administração municipal, que, por sua vez, culminaram em um Projeto de Lei, encaminhado para apreciação na Câmara Municipal. O projeto institui a Política Municipal de Saneamento e cria a Superintendência de Águas e Esgotos como uma autarquia municipal responsável pela gestão, regulação, fiscalização dos serviços e concessões de abastecimento de água, esgotamento sanitário e tratamento de esgotos.

Especificamente quanto à drenagem urbana, o Projeto de Lei, além de reforçar a necessidade do Plano Diretor de Drenagem concebido a partir de uma abordagem integrada das diversas questões que lhe são afetas, estabelece várias diretrizes, entre as quais: a priorização do equacionamento dos problemas de ausência e inadequação do sistema de drenagem urbana em situações que envolvam risco de vida e perdas materiais; o privilégio às alternativas de tratamento de fundos de vale, que contemplem mínima intervenção no meio ambiente natural, assegurando, ao mesmo tempo, as áreas de preservação permanente; as soluções das questões de risco geológico e de inundações, acessibilidade, esgotamento sanitário e limpeza urbana; a eliminação dos lançamentos clandestinos de efluentes líquidos e resíduos sólidos nos sistemas de drenagem; a busca de soluções que viabilizem a reabertura de canais fechados, a partir da concepção e execução de intervenções para adequação e/ou recuperação de tais canais, assegurando a integração à paisagem, a mitigação dos impactos ambientais e a melhoria das condições de manutenção.

Este Projeto de Lei define o Sistema Municipal de Saneamento e institui o Plano Municipal de Saneamento, o qual deverá ser quadrienal, com previsão de revisão a cada dois anos, e aprovado pelo COMAM e pela Câmara Municipal dos Vereadores. Também institui a Conferência Municipal de Saneamento, o Fundo Municipal de Saneamento e estende ao COMAM atribuições relativas ao saneamento, conferindo-lhe, inclusive, nova denominação, ou seja, Conselho Municipal de Meio Ambiente e Saneamento.

Quadro 10 – Órgãos e Respectivas Atribuições - Município de Belo Horizonte

| Órgão | Características da Atribuição |
|--|---|
| Administrações Regionais | <ul style="list-style-type: none"> - Promover a articulação da Administração Regional com órgãos e entidades da administração pública e da iniciativa privada - Manter e executar obras de pequeno porte |
| Secretaria Municipal de Planejamento - SMPL | <ul style="list-style-type: none"> - Planejar e coordenar, conjuntamente com as Administrações Regionais, a política de desenvolvimento do Município, estabelecendo planos, programas e projetos nas áreas urbanísticas, econômico-social, orçamentária e de financiamentos |
| Secretaria Municipal de Atividades Urbanas – SMAU | <ul style="list-style-type: none"> - Coordenar a análise e acompanhar a execução de projetos de edificações e de emissão de certificados de baixa e habite-se, além de coordenar a análise e acompanhar a execução de projetos de parcelamento do solo e de infra-estrutura - Estabelecer diretrizes para a implantação de obras de drenagem por particulares e - fiscalizá-las - Verificar o cumprimento da taxa de permeabilidade no lote ou da respectiva caixa de captação, exigidos por Lei, quando da aprovação de projetos arquitetônicos - Emitir alvarás para obras de infra-estrutura implantadas por concessionárias de serviços públicos em logradouros |
| Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMMA | <ul style="list-style-type: none"> - Coordenar a execução de projetos, programas e atividades que visem promover a preservação, a conservação e o controle do meio ambiente no Município, obedecidas as diretrizes da política municipal do meio-ambiente formuladas pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMAM |
| Superintendência de Desenvolvimento da Capital – SUDECAP | <ul style="list-style-type: none"> - Planejar, executar e fazer a manutenção de obras públicas - Programar as intervenções de drenagem urbana definidas como prioritárias pelas diversas instâncias decisórias do sistema de planejamento municipal - Coordenar e supervisionar os estudos topográficos, urbanísticos, hidráulicos, hidrológicos, sanitários e de tráfego, que possam interessar aos projetos de obras - Elaborar e implementar projetos de canalização de córregos, contenção de encostas e maciços e para a implantação de vias em geral - Acompanhar e analisar os projetos viários e de saneamento elaborados por terceiros - Fazer os estudos e cálculos hidrológicos e hidráulicos para as diversas bacias do Município de Belo Horizonte, bem como examinar os cálculos hidrológicos e hidráulicos de projetos realizados por terceiros para a SUDECAP - Orientar e fornecer diretrizes para drenagem e fundos de vale nos projetos de parcelamento do solo - Fazer o estudo e o cálculo das vazões bem como da proteção de áreas sujeitas a inundação |
| Superintendência de Limpeza Urbana - SLU | <ul style="list-style-type: none"> - Planejar, desenvolver, executar e explorar com exclusividade e diretamente os serviços de limpeza urbana |
| Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte – URBEL | <ul style="list-style-type: none"> - Planejar e implementar a Política Habitacional do Município |

4.2.5 – Análise dos Aspectos de Gestão de Drenagem

Com base nas informações relativas às atribuições e competências dos diversos órgãos que, direta ou indiretamente interferem na gestão do sistema de drenagem, algumas conclusões podem ser extraídas, a saber:

- a gestão da drenagem urbana em Belo Horizonte é fragmentada, tanto setorialmente, através das ações de planejamento, projetos, obras e manutenção sob a responsabilidade dos diversos órgãos municipais, quanto entre os municípios participantes das bacias que compõem o sistema;
- a ausência de mecanismos ou instâncias de coordenação de ações setoriais é agravada pela falta de articulação institucional, a qual só ocorre eventualmente através de programas específicos, como é o caso do PROSAM e do PROPAM, ou no contexto do licenciamento ambiental de empreendimentos de impacto, através da elaboração dos Estudos de Impacto Ambiental e dos Planos de Controle Ambiental;
- a definição legal de competências dos órgãos que interferem na drenagem urbana restringe-se a apenas alguns aspectos do funcionamento do sistema, gerando, ao mesmo tempo, omissões com relação a alguns serviços, superposições de funções e dúvidas quanto às responsabilidades por ações cuja natureza implica na necessidade de interação entre diversos órgãos;
- a não utilização da bacia hidrográfica como unidade de planejamento é fator adicional de desarticulação das ações, fato agravado pelas diferentes unidades de jurisdição dos diversos serviços prestados e pela falta de articulação entre os três municípios participantes das bacias que compõem o sistema de drenagem;
- a grande defasagem existente entre os níveis de capacitação técnica e estruturação institucional das três prefeituras envolvidas, assim como as diferentes prioridades estabelecidas em cada uma delas, dificulta o estabelecimento de políticas e rotinas comuns de atuação para o território das bacias.

Os principais problemas detectados nas entrevistas realizadas apresentam natureza comum no que se refere à gestão institucional, tendo origem no crescimento desordenado da malha urbana, estrutura deficitária dos órgãos de planejamento e execução, e na necessidade de compatibilização das ações dos diversos agentes que interferem no planejamento, execução e manutenção do sistema de drenagem e outros serviços a ele relacionados. Esta constatação justifica o tratamento conjunto dado às respostas, cuja síntese é apresentada a seguir.

A morfologia dos parcelamentos que deram origem à malha urbana de Belo Horizonte, seja originária de ações planejadas ou espontâneas, na maior parte dos casos ignora as características do sítio natural no que se refere à incorporação das linhas de drenagem como condicionantes básicos do desenho dos loteamentos. O resultado é que um dos maiores problemas enfrentados hoje pela municipalidade é a existência de redes de drenagem no interior de quarteirões, em muitos casos sob áreas edificadas, dificultando a ação do poder público. Também áreas que deveriam ter sido destinadas a faixas de proteção dos córregos encontram-se ocupadas ou parceladas, gerando custos adicionais de desapropriação para a implantação da infra-estrutura adequada de drenagem.

O crescimento e o adensamento informal da malha urbana, fora do controle dos processos de aprovação de loteamentos e edificações, deu origem a uma série de loteamentos irregulares e favelas que, por ocuparem áreas impróprias para assentamentos, como planícies de inundação e áreas de risco geológico, constituem atualmente, locais de maior concentração dos problemas de drenagem. A ausência de infraestrutura de saneamento básico e as dificuldades de acesso agravam a situação da drenagem pela poluição dos meios receptores por esgotos e lixo. Esta situação é ainda mais grave em áreas periféricas do município, incluindo as áreas conurbadas das bacias de Contagem e Sabará.

A ausência de cadastro das redes é apontada por todos os setores como um problema básico. Contribuem para o agravamento desta situação a execução de obras de drenagem por diferentes órgãos, a execução de obras sem projetos, principalmente pelos setores responsáveis pela manutenção do sistema, e a não realização de “as built”, mesmo no contexto da SUDECAP, órgão mais bem estruturado para o controle destas informações.

Foram ainda identificados os seguintes problemas:

- a ausência de um instrumento de planejamento, que oriente de forma global as intervenções no sistema de drenagem, tendo as bacias como unidades de análise e definição de critérios para a tomada de decisões, principalmente no que se refere à concepção para tratamento dos fundos de vale ainda não canalizados;
- a ausência de instâncias de planejamento e deliberação política, que promovam ações conjuntas envolvendo os três municípios com participação territorial nas bacias dos ribeirões Arrudas e da Onça;
- a ausência de gestão integrada do sistema municipal de drenagem, principalmente no que se refere às interferências com as redes de água e esgotos sob a responsabilidade da COPASA MG;
- a existência de lançamentos clandestinos de esgotos em redes de drenagem e de águas pluviais em redes coletoras de esgotos, sem que se tenha um cadastro dessas ocorrências nem uma definição clara quanto às responsabilidades institucionais para sua correção;
- a execução parcial de obras de drenagem, seja por falta de recurso ou falta de definições quanto à totalidade da intervenção necessária, fato agravado com aprovação de obras definidas pelo Orçamento Participativo, que, em geral, atendem a demandas pontuais;
- a insuficiência da estrutura técnica e administrativa para fazer frente às demandas de obras emergenciais, principalmente no âmbito das Administrações Regionais e das Divisões de Manutenção, e dos setores responsáveis pela elaboração de projetos para o atendimento com a agilidade necessária aos setores de manutenção;
- a resistência histórica de administrações passadas com relação ao reconhecimento dos assentamentos informais (vilas, favelas e loteamentos irregulares) como parte integrante da cidade para fins de ampliação da infra-estrutura e serviços urbanos, com graves consequências para os problemas de drenagem;
- a insuficiência ou pouca disponibilidade de dados climatológicos e hidrológicos que possibilitem a calibração dos modelos utilizados a partir de informações regionalizadas;

a existência de diversas unidades territoriais de coleta de dados, análise e intervenção que não consideram a delimitação das bacias hidrográficas como parâmetros para o ajuste de seus próprios limites, levando, entre outros problemas, à concepção parcial de obras de drenagem por problemas de jurisdição.

No que concerne às expectativas dos órgãos pesquisados com relação aos objetivos do Plano Diretor de Drenagem, observa-se que, de uma maneira geral, a mobilização dos diversos setores afetos ao sistema de drenagem no município de Belo Horizonte, mesmo internamente à administração municipal, ainda é incipiente, o que justifica a pequena contribuição dos mesmos no sentido da reflexão conjunta sobre o tema. Entretanto, no que tange ao escopo dos trabalhos a serem realizados, são recorrentes, na maioria das entrevistas, as seguintes questões:

- a necessidade de incorporação dos municípios de Contagem e Sabará nas ações do Plano Diretor, com o risco de comprometimento de suas ações, principalmente no que diz respeito à metodologia de cadastro das redes de macro e micro drenagens que, obviamente não apresentam solução de continuidade segundo limites administrativos;
- a importância do cadastro como instrumento básico para diagnóstico detalhado da situação da drenagem, para o planejamento das ações e identificação de interferências com as demais infraestruturas urbanas;
- a possibilidade de se introduzir o conceito de bacia como uma unidade fundamental para o planejamento urbano, a qual deverá ser utilizada também como referência para a compatibilização das diversas unidades de análise, planejamento e operação utilizadas pelos diversos órgãos;
- a necessidade de se oficializar uma instância para a gestão integrada do sistema de drenagem com participação de todos os órgãos intervenientes, inclusive dos municípios de Sabará e Contagem;
- a oportunidade de se conhecer o funcionamento real do sistema de drenagem, com vistas à definição de metodologias de cálculo hidrológico mais adaptadas à realidade local;
- a possibilidade do Plano subsidiar modificações na legislação urbanística, visando a melhoria do desempenho do sistema de drenagem (aumento das taxas de permeabilidade em bacias mais críticas, exigência de mecanismos de retenção, de infiltração forçada para recarga de aquíferos, faixas de proteção de talvegues adaptadas às necessidades de cada córrego, etc.), bem como a valorização das águas naturais visando sua integração na paisagem urbana;
- a necessidade de se compatibilizar diretrizes setoriais de Planejamento Urbano, considerando-se a diretriz básica de não canalização de fundos de vale ainda não tratados, principalmente no que se refere à viabilidade das intervenções que incluem grandes volumes de desapropriações e reassentamentos, bem como em relação às diretrizes do Plano Municipal de Classificação Viária;
- a necessidade de se compatibilizar padrões construtivos e soluções de drenagem utilizados na cidade formal e possíveis na urbanização de vilas e favelas; e
- a necessidade de se contemplar formas integradas de fiscalização de obras e manutenção do sistema de drenagem.

5 – URBANISMO

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão N°: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 10 |

5 – URBANISMO

Apresentam-se, neste item, os seguintes temas: Demografia, Uso do Solo, Planejamento Urbano, e Empreendimentos Urbanísticos Atuais e Futuros.

5.1 – Demografia

Este tema foi desenvolvido a partir da consideração de que existe uma correlação direta entre densidade demográfica, que caracteriza a distribuição da população no espaço, e a impermeabilização do solo urbano, que implica no aumento dos escoamentos superficiais e maiores impactos no sistema de drenagem. Desta forma foram identificadas as fontes e os dados disponíveis para a inclusão desta variável como indicador do nível de comprometimento das bacias hidrográficas, em estudo, pelo processo de urbanização.

Outra variável demográfica de interesse para o Plano Diretor de Drenagem refere-se às tendências de evolução das densidades no tempo em função da própria dinâmica urbana e de outras condicionantes específicas, dentre as quais destacam-se o papel da legislação de uso e ocupação do solo, as características dos assentamentos informais e as transformações induzidas por planos e projetos urbanísticos de impacto significativo na estrutura da cidade e, conseqüentemente, nos vetores de crescimento e padrões de adensamento populacional.

Desta forma, os aspectos demográficos abordados neste documento referem-se especificamente a estas duas variáveis: densidades demográficas e tendências de adensamento, no município de Belo Horizonte e nas porções dos municípios de Contagem e Sabará pertencentes às bacias dos ribeirões Arrudas e da Onça, objeto do presente estudo.

A metodologia de seleção e análise de dados demográficos das cidades citadas é apresentada no Anexo C.

5.1.1 – População e a Macrodrenagem

Em Belo Horizonte, a maioria da população dos distritos sede e Barreiro encontra-se em área pertencente à bacia do ribeirão Arrudas, enquanto o distrito de Venda Nova situa-se integralmente na bacia do ribeirão da Onça.

Em Contagem, o distrito Parque Industrial, mais ao sul, encontra-se subdividido entre três bacias, com uma parte significativa nas bacias do Arrudas e Onça enquanto o distrito sede possui parte de sua área na bacia do ribeirão da Onça. A área de Sabará, incluída na bacia do Arrudas pertence ao distrito de Carvalho de Brito. A Tabela 02 mostra que a população da área considerada nas duas bacias representa parcela significativa da população total destes dois municípios.

A Tabela 02, apresentada a seguir, mostra a evolução da população dos três municípios com área nas bacias dos ribeirões Arrudas (Belo Horizonte, Contagem e Sabará) e Onça (Belo Horizonte e Contagem) em 1.980, 1.991 e 1.996, segundo a agregação por distritos divulgada pelo IBGE.

Tabela 02 - População dos Municípios com Área nas Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça, por Situação de Domicílio - 1980, 1991 e 1996

| MUNICÍPIO/ DISTRITO | 1980 | | | 1991 | | | 1996 | | |
|------------------------|-----------|-------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|--------|-----------|
| | URBANA | RURAL | TOTAL | URBANA | RURAL | TOTAL | URBANA | RURAL | TOTAL |
| Belo Horizonte | 1.775.082 | 5.773 | 1.780.855 | 2.013.257 | 6.904 | 2.020.161 | 2.080.145 | 11.303 | 2.091.448 |
| Belo Horizonte | 1.441.567 | 1.049 | 1.442.616 | 1.531.186 | 0 | 1.531.186 | 1.315.642 | 0 | 1.315.642 |
| Barreiro | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 237.046 | 0 | 237.046 |
| Venda Nova | 333.515 | 4.724 | 338.239 | 482.071 | 6.904 | 488.975 | 527.457 | 11.303 | 538.760 |
| Contagem | 278.081 | 2.396 | 280.477 | 419.975 | 29.613 | 449.588 | 454.020 | 38.330 | 492.350 |
| Contagem | 111.545 | 2.396 | 113.941 | 195.927 | 29.613 | 225.540 | 234.939 | 38.330 | 273.269 |
| Parque Industrial | 166.536 | 0 | 166.536 | 224.048 | 0 | 224.048 | 219.081 | 0 | 219.081 |
| Sabará | 58.145 | 6.059 | 64.204 | 74.757 | 14.983 | 89.740 | 80.751 | 19.788 | 100.539 |
| Sabará | 22.879 | 2.960 | 25.839 | 27.720 | 4.290 | 32.010 | 30.277 | 4.642 | 34.919 |
| Carvalho de Brito | 34.197 | 1.981 | 36.178 | 45.624 | 7.823 | 53.447 | 48.872 | 12.509 | 61.381 |
| Mestre Caetano | 44 | 684 | 728 | 7 | 876 | 883 | 7 | 906 | 913 |
| Ravena | 1.025 | 434 | 1.459 | 1.406 | 1.994 | 3.400 | 1.595 | 1.731 | 3.326 |

Fonte: IBGE, Censos Demográficos, Minas Gerais, 1.980, 1.991, 1.996

Além de significativa, em termos numéricos, a população de algumas das áreas com participação nas duas bacias, tem apresentado taxas de crescimento demográfico bastante expressivas, principalmente aquelas situadas no vetor norte e oeste de crescimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Os resultados para o período 1980/1996 são mostrados na Tabela 03.

Tabela 03 – Taxa Anual de Crescimento da População dos Municípios e Distritos com Área nas Bacias do Arrudas e Onça por Situação de Domicílio 1980/1991 e 1991/1996 (% ao ano)

| MUNICÍPIO/ DISTRITO | 1980/1991 | | | 1991/1996 | | |
|------------------------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | URBANA | RURAL | TOTAL | URBANA | RURAL | TOTAL |
| Belo Horizonte | 1,2 | 1,6 | 1,2 | 0,7 | 10,4 | 0,7 |
| Belo Horizonte | 0,5 | - | 0,5 | 0,3 | - | 0,3 |
| Venda Nova | 3,4 | 3,5 | 3,4 | 1,8 | 10,4 | 2,0 |
| Contagem | 3,8 | 25,7 | 4,4 | 1,6 | 5,3 | 1,8 |
| Contagem | 5,3 | 25,7 | 6,4 | 3,7 | 5,3 | 3,9 |
| Parque Industrial | 2,7 | - | 2,7 | -0,4 | - | -0,4 |
| Sabará | 2,3 | 8,6 | 3,1 | 1,6 | 5,7 | 2,3 |
| Sabará | 1,8 | 3,4 | 2,0 | 1,8 | 1,6 | 1,8 |
| Carvalho de Brito | 2,7 | 13,3 | 3,6 | 1,4 | 9,8 | 2,8 |
| Mestre Caetano | -15,4 | 2,3 | 1,8 | 0,0 | 0,7 | 0,7 |
| Ravena | 2,9 | 14,9 | 8,0 | 2,6 | -2,8 | -0,4 |

Fonte: IBGE, Censos Demográficos, Minas Gerais, 1980, 1991, 1996 (dados básicos)

5.1.2 – População e Densidade

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão N°: 0 | Data Revisão: 0 | Aprovado por: Coordenador Geral PDDBH / Magna | Pág: 12 |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|------------|

A população total por unidade de área é utilizada para o cálculo da densidade demográfica, variável adotada para o controle do crescimento populacional e adensamento de áreas. Em geral a densidade é calculada considerando-se a área bruta, sem retirar-se aquelas ocupadas por parques ou outras áreas de preservação, praças ou outros usos de grande porte não residenciais. É possível também retirar-se do total as áreas não ocupadas por usos residenciais, metodologia adotada para Contagem no estudo realizado pela Universidade Federal de Juiz de Fora, tendo como resultado um aumento, na densidade média do município, de 25 para 76 habitantes por hectare. Isto significa, em termos médios, um aumento de 12% para 37% da área impermeável, utilizando a equação apresentada por Tucci (1998).

As densidades brutas para as Administrações Regionais de Belo Horizonte, as Unidades de Análise de Contagem e o município de Sabará, para o qual não se dispõe de áreas desagregadas inclusive em nível de distrito, são apresentadas na Tabela 04.

Para Belo Horizonte, foram consideradas para agregação, as Unidades de Planejamento (Figura 20), dados populacionais de 1991 e área bruta ocupada, enquanto para Contagem tem-se dados de população de 1996 e as áreas de uso residencial, por unidade de análise (Figura 21).

Nas Figuras 22 e 23 são apresentadas as distribuições das densidades demográficas de Belo Horizonte e de Contagem.

Analisando-se os resultados para Belo Horizonte, verifica-se a baixa densidade demográfica de áreas com concentração de uso comercial, como as Unidades de Planejamento Centro, Barro Preto, Francisco Sales e PUC. No Quadro 11, estão apresentados os critérios das projeções e a seleção dos dados e na Tabela 04, as projeções realizadas.

Os dados censitários mostraram que os contingentes migratórios, que se dirigiram para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, foram menos expressivos do que se esperava, sendo a queda da fecundidade também mais significativa, resultados que ocorrem freqüentemente (neste ou em sentido oposto) sempre que se comparam projeções de população para áreas com dinâmicas demográficas similares à da região em estudo.

5.1.3 – Estudos Complementares

Para a adequação dos dados disponíveis aos estudos do Plano Diretor de Drenagem é necessário o desenvolvimento das atividades apresentadas a seguir, lembrando-se que o tema Demografia está estreitamente relacionado ao uso e ocupação do solo urbano, desenvolvido no próximo tópico. Portanto, as recomendações aqui sugeridas devem ser relacionadas às demais que estão listadas ao final do item 5.2.4.

Levantamento e atualização cartográfica dos limites dos setores censitários que pertencem às áreas localizadas nas bacias dos ribeirões Arrudas e da Onça, nos três municípios, adotando-se a estrutura de 1991 para permitir a comparação das informações entre os anos de 1991 e 1996. Os órgãos a serem contactados são o IBGE (escritórios regionais), a PRODABEL e a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico e Social de Contagem - Superintendência de Planejamento e Gestão da Informação.

FIGURA 20
UNIDADES DE PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE



Fonte: PRODABEL

FIGURA 21
UNIDADES DE PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE CONTAGEM



Fonte: Prefeitura Municipal de Contagem

FIGURA 22
DENSIDADE DEMOGRÁFICA DE BELO HORIZONTE

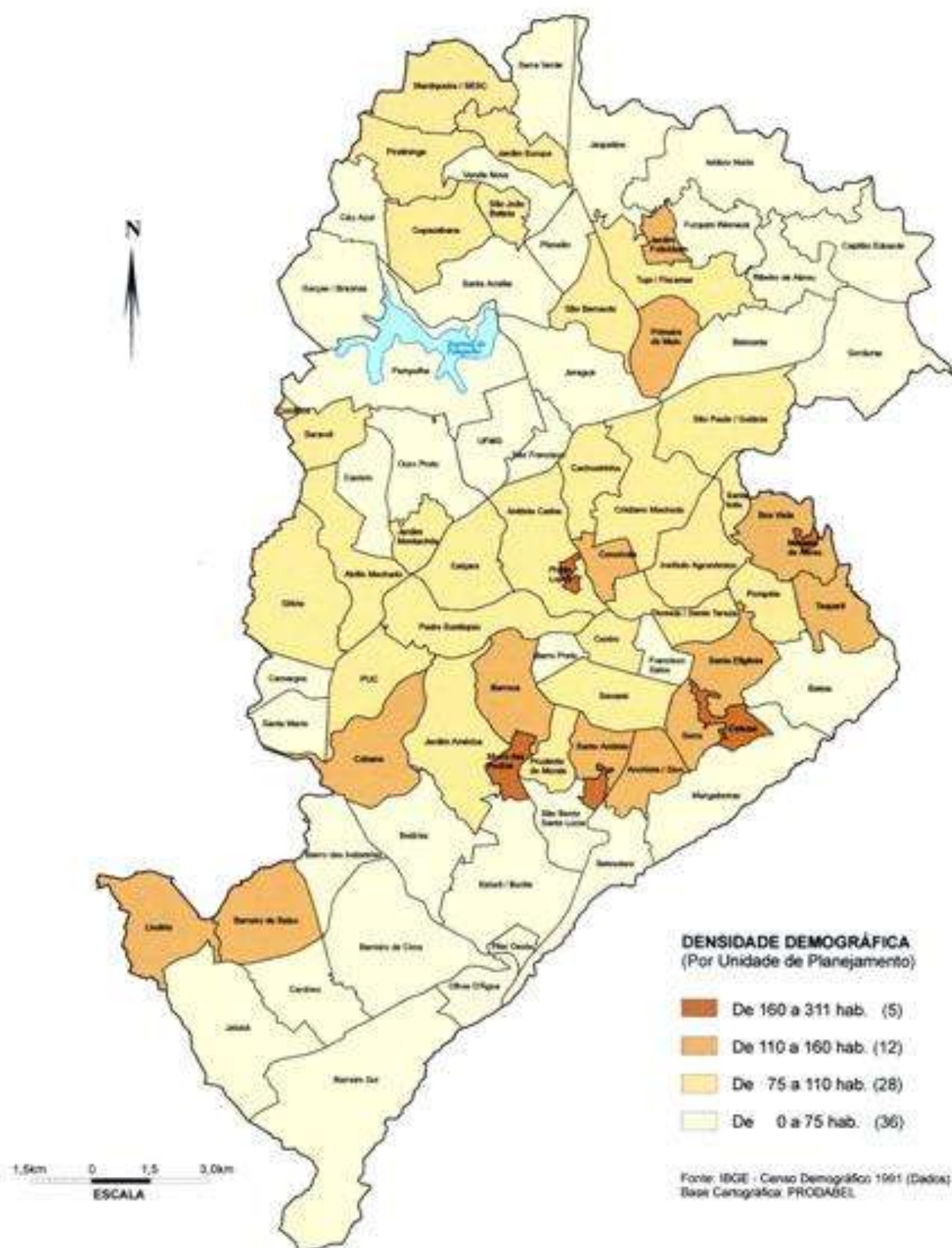


FIGURA 23
DENSIDADE DEMOGRÁFICA DE CONTAGEM



1.5km 0 1.5 3.0km
Escala

DENSIDADE DEMOGRÁFICA
(Por Unidade de Análise)

- De 110 a 160 hab. (4)
De 75 a 110 hab. (5)
De 0 a 75 hab. (19)

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 1996 (Dados)
Base Cartográfica: Prefeitura Municipal de Contagem

Tabela 04 – Densidade Demográfica dos Municípios com Área nas Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça, por Unidades de Planejamento Disponíveis 1991 e 1996 (hab/ha)

| MUNICÍPIO / ADMINISTRAÇÕES REGIONAIS E UNIDADES DE ANÁLISE | ÁREA (ha) | 1991 | | 1996 | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | POPULAÇÃO | DENSIDADE | POPULAÇÃO | DENSIDADE |
| Belo Horizonte (Regionais) | 33.023 | 2.020.161 | 61 | 2.091.448 | 63 |
| Barreiro | 5.422 | 221.071 | 41 | 237.046 | 44 |
| Centro-Sul | 3.255 | 250.159 | 77 | 256.661 | 79 |
| Leste | 2.764 | 251.355 | 91 | 243.302 | 88 |
| Nordeste | 4.020 | 249.693 | 62 | 251.126 | 62 |
| Noroeste | 3.807 | 339.229 | 89 | 336.230 | 88 |
| Norte | 3.430 | 154.028 | 45 | 175.604 | 51 |
| Oeste | 3.203 | 249.350 | 78 | 252.345 | 79 |
| Pampulha | 4.321 | 106.483 | 25 | 120.865 | 28 |
| Venda Nova | 2.850 | 198.793 | 70 | 218.192 | 77 |
| Contagem (Unidades de Análise) | 19.438 | 449.588 | 23 | 492.350 | 25 |
| Sede | 1436 | 34.767 | 24 | 47.604 | 33 |
| Bernardo Monteiro | 141 | 13.975 | 99 | 14.607 | 104 |
| Cinco | 265 | 0 | 0 | 78 | 0 |
| Nova Contagem | 327 | 27.846 | 85 | 36.066 | 110 |
| Petrolândia | 614 | 16.866 | 27 | 20.402 | 33 |
| Vargem das Flores | 8.898 | 1.079 | 0 | 2.105 | 0 |
| Bom Jesus | 253 | 0 | 0 | 65 | 0 |
| Nacional | 315 | 14.339 | 45 | 25.450 | 81 |
| Estrela Dalva | 208 | 11.412 | 55 | 15.725 | 75 |
| Boa Vista | 422 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Confisco | 394 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tapera | 676 | 50 | 0 | 49 | 0 |
| São Joaquim | 310 | 21.322 | 69 | 23.716 | 77 |
| CEASA | 315 | 8.139 | 26 | 8.603 | 27 |
| Laguna | 292 | 25.428 | 87 | 28.120 | 96 |
| Água Branca | 287 | 23.738 | 83 | 22.548 | 79 |
| Perobas | 1239 | 16.351 | 13 | 17.537 | 14 |
| Eldorado | 620 | 72.918 | 118 | 69.083 | 112 |
| Riacho | 479 | 44.461 | 93 | 43.119 | 90 |
| Inconfidentes | 197 | 16.422 | 83 | 15.174 | 77 |
| Cidade Industrial | 394 | 8.859 | 22 | 7.681 | 19 |
| Colorado | 287 | 8.156 | 28 | 9.967 | 35 |
| Amazonas | 68 | 6.911 | 102 | 6.284 | 93 |
| FLAM | 225 | 7.239 | 32 | 7.701 | 34 |
| Industrial | 315 | 41.997 | 133 | 41.759 | 132 |
| Jardim Industrial | 180 | 17.082 | 95 | 16.151 | 90 |
| Jardim Riacho | 270 | 10.232 | 38 | 12.758 | 47 |
| Sabará | 30.254 | 89.740 | 3 | 100.539 | 3 |

Fonte: Áreas: Belo Horizonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, Secretaria Municipal de Administração - Contagem: Universidade Federal de Juiz de Fora, Novak, H. e outros, O Crescimento e a Estruturação do Espaço Urbano na Cidade de Contagem, MG. População: IBGE, Censos Demográficos, Minas Gerais, 1991 e 1996.

Tabela 05 – Projeções da População Total para os Municípios com Área nas Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça, Segundo a Fonte da Estimativa e Anos Disponíveis

| FONTE DAPROJEÇÃO ANO | BELO HORIZONTE | CONTAGEM | SABARÁ | REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|---------------|---|
| INECO (1) | | | | |
| 1999 | 2.136.000 | 515.100 | 107.000 | 4.059.600 |
| 2009 | 2.324.300 | 585.900 | 128.600 | 5.173.600 |
| 2019 - Cenário A | 2.522.800 | 641.700 | 146.600 | 6.489.800 |
| 2019 - Cenário B | 2.483.200 | 631.100 | 143.100 | 6.208.400 |
| Fundação João Pinheiro (2) | | | | |
| 1999 | 2.117.837 | 514.598 | 106.955 | 4.040.510 |
| 2000 | 2.125.022 | 522.231 | 109.902 | 4.121.818 |
| 2001 | 2.131.424 | 529.776 | 111.229 | 4.205.700 |
| CEDEPLAR (3) | | | | |
| 2000 | 2.314.900 | ... | ... | 4.515.200 |
| 2006 | 2.461.000 | ... | ... | 5.154.400 |
| COBRAPE (4) | | | | |
| 1999 | 2.135.914 | 513.151 | 107.708 | 3.482.514 |
| 2000 | 2.150.983 | 520.676 | 110.201 | 3.534.220 |
| 2003 | 2.189.227 | 543.736 | 115.423 | 3.675.170 |
| 2005 | 2.215.432 | 559.685 | 119.041 | 3.775.129 |
| 2010 | 2.283.544 | 601.666 | 128.592 | 4.048.439 |
| 2018 | 2.375.890 | 679.116 | 145.931 | 4.456.842 |
| 2020 | 2.400.384 | 700.101 | 150.620 | 4.570.000 |

Fonte: (1) INECO, Plano Diretor de Transporte de Passageiros sobre Trilhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Volume 1, 1999

(2) Fundação João Pinheiro, Perfil Demográfico do Estado de Minas Gerais, Volume 2, 1994

(3) Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais, Estimativas da População em Idade Escolar do Estado de Minas Gerais, Superintendências Regionais de Educação e Respetivos Municípios, Período 1991-2006, Documento n.º 2.

(4) COBRAPE, Estudo de Implantação da Agência de Bacia do Rio das Velhas - Plano Diretor de Recursos Hídricos, Anexo III - Estudos de Projeção Populacional, 1999.

Levantamento e atualização cartográfica dos limites dos setores censitários que pertencem às áreas localizadas nas bacias dos ribeirões Arrudas e da Onça, nos três municípios, adotando-se a estrutura de 1991 para permitir a comparação das informações entre os anos de 1991 e 1996. Os órgãos a serem contactados são o IBGE (escritórios regionais), a PRODABEL e a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico e Social de Contagem - Superintendência de Planejamento e Gestão da Informação.

Digitalização da subdivisão de setores para permitir o cálculo da população total e das densidades demográficas brutas e líquidas (descontando-se áreas verdes, grandes usos não residenciais e outras categorias indicadas pelos estudos de uso do solo) para as bacias e sub-bacias em estudo. Para se identificar a população por bacia ou sub-bacia hidrográfica seria necessário, certamente, a subdivisão de algumas das unidades existentes, que possuiriam áreas em duas ou mais bacias de interesse. O setor censitário, apesar de adotar critérios físicos para sua definição, conforme as entrevistas realizadas, pode também possuir áreas em mais de uma sub-bacia.

Análise das projeções disponíveis de população, discussão junto aos órgãos responsáveis por projeções demográficas e secretarias de planejamento das três prefeituras municipais, para definição dos valores a serem adotados no Plano Diretor de Drenagem. Deverão participar, das discussões, outros técnicos responsáveis pelo estudo do uso do solo.

Quadro 11 – Critérios de Seleção das Projeções

Quanto às projeções demográficas, todas as informações disponíveis referem-se ao total do município, com exceção da desenvolvida para o Plano Diretor de Transporte de Passageiros sobre Trilhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte, que considera as áreas das administrações regionais.

Algumas projeções identificadas, por serem mais antigas e apresentarem desvios significativos em relação aos dados censitários coletados posteriormente, foram descartadas, sendo um exemplo a projeção realizada pelo CEDEPLAR/CEMIG para o período 1985-2005 que previa para Belo Horizonte, em 1990, uma população de 2.391.952 (em 1991 foram recenseadas 2.020.161), 515.961 para Contagem (recenseadas 449.588 em 1991) e 97.089 para Sabará (89.740 no Censo de 1991).

Os métodos em geral adotados nas projeções de população são aqueles que consideram os componentes do crescimento populacional - natalidade, mortalidade e migrações - estabelecendo-se tendências para o comportamento futuro destas variáveis (inclusive com ajustes de curvas aos dados observados no passado), ou ajustes de curvas à população observada, sendo a curva mais freqüentemente adotada, por seu poder de ajuste a dados demográficos, a denominada "logística". A projeção do CEDEPLAR foi realizada antes da divulgação dos resultados da Contagem de População de 1996, podendo-se observar que seus resultados são superiores aos de outras projeções, que já adotaram as tendências de taxas mais moderadas de crescimento populacional para a Região Metropolitana de Belo Horizonte e os três municípios considerados.

As projeções da INECO, conforme mencionado, contêm a distribuição da população total no município de Belo Horizonte segundo as nove regionais. A COBRAPE, por outro lado, projeta a população por situação de domicílio, urbano ou rural, e por distrito. Para qualquer destas projeções, entretanto, não se dispõe de análises que mostrem as possibilidades das unidades em absorver o crescimento previsto, nem as conseqüências em termos de qualidade de vida na região.

5.2 – Ocupação e Uso do Solo

Os impactos da ocupação e do uso do solo no sistema de drenagem urbana são hoje indubitavelmente reconhecidos. Corroboram esta afirmativa as exigências legais que surgiram a partir do final da década de 70, como as faixas de proteção ao longo de nascentes e corpos d'água, presentes na legislação federal, e, mais recentemente, as taxas de permeabilidade e os estudos de impacto que passaram a ser exigidos nas Leis de Ocupação e Uso do Solo dos municípios de Belo Horizonte e Contagem. Outros exemplos são as preocupações especiais com a bacia da Pampulha e de Vargem das Flores, respectivamente nesses municípios, além das diretrizes gerais definidas especificamente para a

questão da drenagem no Plano Diretor de Belo Horizonte, que desencadearam a própria elaboração do Plano Diretor de Drenagem.

Lembram-se ainda as intervenções da SUDECAP a partir da década de 80, que passaram a utilizar metodologias incorporando fatores característicos da urbanização, como, por exemplo, os índices de permeabilidade definidos pela Lei, adotados como parâmetros para cálculos hidrológicos.

O Anexo D apresenta um detalhamento das principais informações relativas ao uso e ocupação do solo nos municípios com limites territoriais nas bacias em estudo.

Não obstante o reconhecimento da relação direta entre uso e ocupação do solo e sistema de drenagem, pode-se afirmar que as iniciativas do poder público, tanto no que diz respeito aos mecanismos de controle, quanto nas ações de intervenção, são ainda muito tímidas. Além disso, deve-se ressaltar que a preocupação é muito nova considerando-se o estágio atual de urbanização, principalmente de Belo Horizonte, que foi projetada sem incorporar a hidrografia em seu ambiente.

5.2.1 – Belo Horizonte

Verifica-se que atualmente o município de Belo Horizonte apresenta toda a extensão de seu território definido como área urbana. O padrão de uso e ocupação, como mostrado de forma resumida a seguir, é bastante diferenciado nas suas diversas regiões administrativas, cujos limites estão apresentados na Figura 24.

A Região de Venda Nova apresenta, mais ao norte e oeste, uma concentração de loteamentos irregulares, predominando tipologia unifamiliar destinada à população de baixa renda, com alto percentual de impermeabilização dos terrenos. Ao sul da rua Padre Pedro Pinto, observa-se uma verticalização incipiente e número significativo de lotes vagos. Estas duas áreas vêm passando por franco processo de ocupação, comprovado pelas altas taxas de crescimento registradas na Região de Venda Nova, na última década. No extremo nordeste e também ao norte da região destacam-se áreas de baixa densidade ocupadas pela Colônia de Férias do SESC e pelo Parque e Hipódromo Serra Verde.

A Região Norte apresenta características bastante distintas: a área correspondente aos bairros situados a noroeste apresentam baixa densidade, apesar de terem sido alvo de assentamentos de população de baixa renda por iniciativa do poder público, o que, normalmente, induz a novas ocupações. A parte a oeste apresentou, na última década, um grande número de projetos residenciais aprovados com até dois pavimentos, predominando a tipologia multifamiliar horizontal. A porção central é constituída de loteamentos mais antigos, que foram favorecidos pela abertura de grandes avenidas responsáveis pelo adensamento populacional nestes bairros antes com características unifamiliares. Finalizando, tem-se a nordeste, área de baixíssima densidade, representada pela bacia do ribeirão do Isidoro, e ao sul, uma grande concentração de assentamentos informais, que se adensaram apesar da escassez de áreas vagas.

Na Região Nordeste o aumento do número de domicílios na última década ocorreu especialmente em sua porção sudeste, representada pelos bairros Ipiranga, Palmares, Cidade Nova, União e adjacentes, que tiveram um número expressivo de projetos aprovados e destinados ao uso multifamiliar vertical, principalmente no entorno imediato do Minas Shopping. Os bairros situados ao norte do Anel

Rodoviário, tais como São Gabriel e Ribeiro de Abreu entre outros, constituem vetor de expansão de população de baixa renda apresentando inúmeros assentamentos precários. A sudoeste verifica-se região de ocupação mais antiga: Lagoinha, Concórdia e Renascença, com baixa altimetria e pequeno crescimento. A parte mais central apresenta assentamentos tipicamente de áreas periféricas do município e pequeno crescimento do número de domicílios. O extremo nordeste, correspondendo à área destinada ao aterro sanitário da SLU- Capitão Eduardo, tem baixa densidade, apesar das invasões e loteamentos precários presentes em seu entorno.

A Região da Pampulha, assim como as anteriores, apresenta áreas com diferentes ritmos de crescimento que resultam em padrões bastante diferenciados de ocupação. A área situada na bacia de contribuição direta da lagoa apresentou crescimento muito pequeno na última década, (bairros Braúnas, Trevo, Xangrilá, entre outros). Trata-se de tipologias unifamiliares, em sua maioria, e de remanescentes de chácaras. Também tiveram pequeno crescimento as áreas a sul desta região, como é o caso do bairro Castelo, onde observa-se expressivo estoque de lotes à espera do prolongamento da avenida Pedro II. Já as áreas a nordeste, leste e oeste da região, cresceram significativamente nesta década. As duas primeiras, embora ainda com padrão predominantemente unifamiliar, tiveram um grande acréscimo de domicílios. A porção oeste, representada pelos bairros Sarandi, Confisco e parte do Serrano, apresentou o maior crescimento populacional da Região da Pampulha. Merece ainda ser citada a presença de três grandes equipamentos nesta região: Zoológico, Campus da UFMG e Aeroporto da Pampulha.

A análise da **Região Leste** mostrou a existência de áreas no extremo leste da Região (favelas Alto Vera Cruz e Taquaril) com alta densidade populacional, que encontram-se precariamente instaladas. Também a leste encontra-se a área conhecida como Baleia, praticamente desocupada e situada dentro da Serra do Curral, mais precisamente em seu perímetro de tombamento. As áreas situadas a norte e nordeste da Avenida do Contorno, representadas por bairros tradicionais como Floresta, Santa Efigênia e Santa Tereza, apresentam ocupação que ainda se mantêm predominantemente horizontal, apesar da permissividade do zoneamento da lei e de um incipiente processo de verticalização.

Merece ser citado que o bairro Santa Tereza integra a Área de Diretrizes Especiais e que, portanto, não deverá sofrer mudanças significativas no que diz respeito ao seu adensamento. Verificam-se ainda áreas ao centro e a nordeste que apesar do potencial de adensamento que apresentam, devido à implantação da Avenida dos Andradas, ainda não sofreram grande impacto em seu padrão de ocupação. Finalmente, os bairros Serra, ao sul e Sagrada Família, a noroeste, vêm passando por intenso processo de verticalização e, conseqüentemente, de adensamento populacional.

A Região Noroeste apresenta também muitos contrastes: os bairros situados a leste não registram grande crescimento de domicílios, embora ali estejam assentadas favelas muito populosas, como é o caso da Pedreira Prado Lopes e Senhor dos Passos; a área central, a mais dinâmica da Região e onde há maior valorização da terra, está passando por um processo de verticalização, embora possua baixo estoque de lotes vagos; as áreas a noroeste e oeste crescem com o processo de periferização, que não é recente, sendo ocupadas por população de baixa renda (bairros Glória, Coqueiros e Pindorama, entre outros); a área dos Camargos, ao sul, encontra-se desocupada. Deve-se registrar a presença de grandes equipamentos ali instalados, quais sejam: aterro sanitário da SLU, Campus da PUC e Aeroporto do Carlos Prates.

FIGURA 24
ADMINISTRAÇÕES REGIONAIS DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE



A Região Oeste é fortemente marcada pela presença de favelas, destacando-se a presença do Aglomerado Morro das Pedras e da Cabana do Pai Tomaz. Sua área mais a leste tem alta densidade habitacional e pequeno estoque de lotes vagos; ao sul, onde situam-se os bairros Buritis, Mansões e Estoril, verifica-se intensa verticalização; a área constitui-se em frente de expansão da Região Centro-Sul, configurando-se como a última reserva de lotes da região. A área mais central também vem se adensando, especialmente os bairros Palmeiras e Betânia, em fase de dinamização. Ao norte estão bairros mais consolidados como o Prado e o Calafate, que apresentam pequeno crescimento, e a sudeste tem-se área pertencente à COPASA-MG, definida como área de proteção de mananciais.

A Região do Barreiro difere das demais por sua característica predominantemente industrial. Nos últimos anos foi foco preferencial para implantação de conjuntos habitacionais destinados à população de baixa renda, registrando-se, no Censo de 1991, um grande crescimento do número de domicílios, que se localizaram nas áreas a noroeste, oeste e sudoeste. Já em sua porção mais central, bairros Flávio Marques Lisboa, Pongelupe e Santa Cruz, verificam-se áreas residenciais, que tiveram grande crescimento na década de 80 e que hoje encontram-se mais consolidados principalmente por conjuntos habitacionais do tipo COHAB. A Região possui, ao sul-sudeste, uma grande área vazia e glebas indivisas, classificadas como áreas de proteção de mananciais e de preservação, que representam quase metade da região.

Finalmente, **a Região Centro-Sul** abriga o Centro Histórico de Belo Horizonte, apresentando as mais altas taxas de densidade demográfica e habitacional do município, devido à sua intensa verticalização, exceção feita para algumas áreas tais como Cidade Jardim, São Bento e Mangabeiras, onde a ocupação é do tipo unifamiliar e muito consolidada. Deve-se mencionar que o bairro Belvedere passa, atualmente, por um processo de verticalização e de aumento de densidade populacional, transformando por completo o perfil daquela porção. Verifica-se também, na Região, a presença do Parque das Mangabeiras, localizado a sudeste, e dos aglomerados das vilas Santa Lúcia e Serra. (Figura 25).

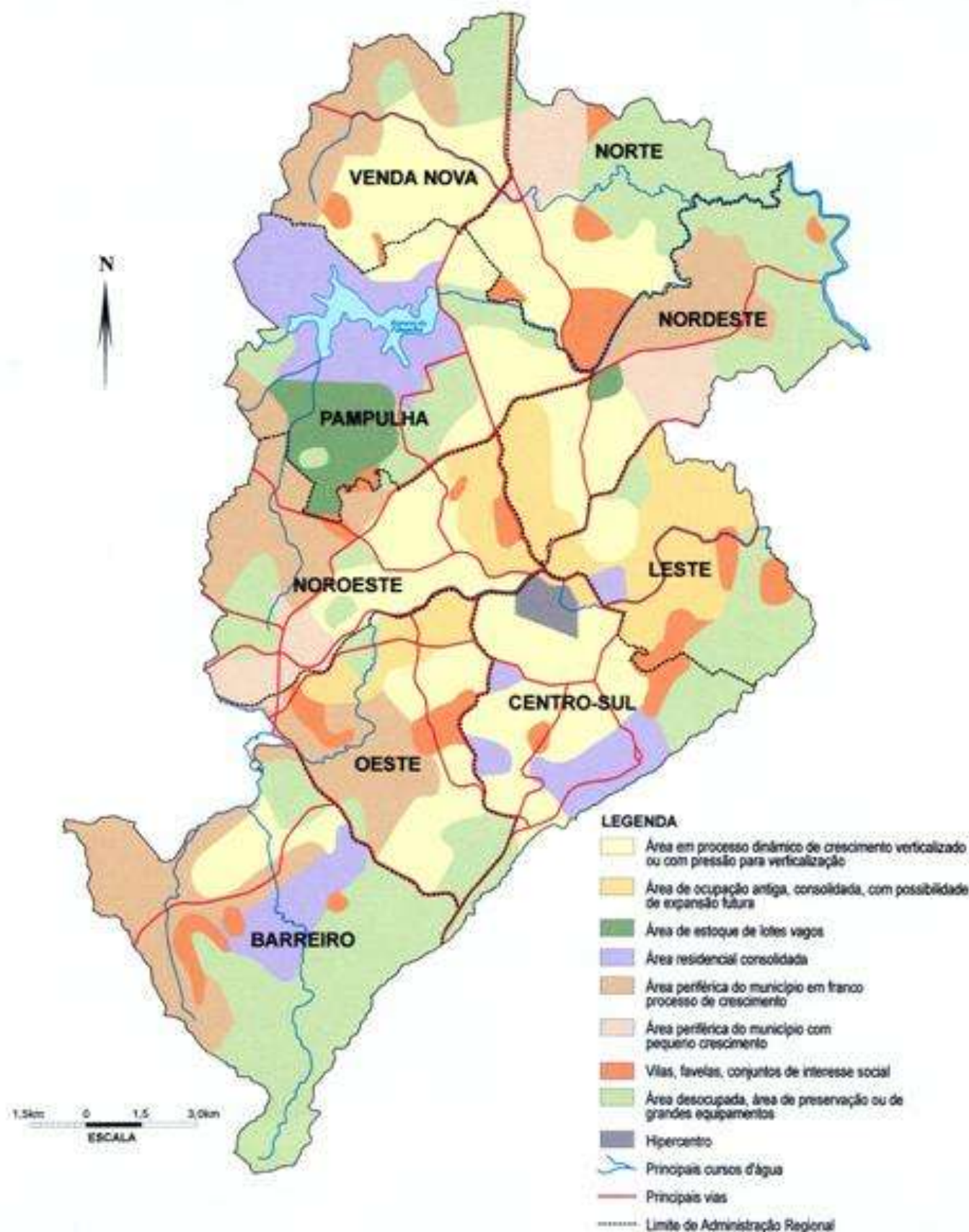
Ainda quanto às características de ocupação do solo em Belo Horizonte, vale mencionar alguns dados sobre as áreas de vilas (Quadro 12), com grande adensamento populacional.

5.2.2 – Empreendimentos de Impacto em Belo Horizonte

No período de 1998 até maio de 2000, segundo informações do Departamento de Controle Ambiental – DCAMA da Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMMA, foram licenciados pelo COMAM - Conselho Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte - oitenta e quatro empreendimentos de impacto. A maior parte localiza-se na Região Centro Sul (28,6%), seguida das Regiões Norte (15,5%) e Oeste (11,9%), conforme se ilustra na Tabela 06.

Embora o COMAM tenha sido instituído em 1985, a lei que institui a Licença Ambiental no município – Lei 7.277 - é de janeiro de 1997, quando então a implantação e funcionamento das atividades e empreendimentos de impacto ficaram condicionados à obtenção de licença ambiental. Entretanto, não há registro sobre os empreendimentos licenciados naquele ano, mas apenas a partir de 1998. Além disso, observa-se ausência de sistematização das informações relativas aos processos de licenciamento abertos desde então, fato que dificulta uma análise mais expedita do conjunto de empreendimentos de impacto, sendo necessário para tanto a consulta individualizada de cada processo.

FIGURA 25
TENDÊNCIAS RECENTES DE OCUPAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE



Quadro 12 - Vilas

Este tipo de assentamento apresenta **grande impermeabilização** do solo em função das altas taxas de densidade que variam, em geral, de patamares da ordem de 400, 600 até 1000 habitantes por hectare. Estes valores significam uma grande concentração de edificações em pequenas áreas e, conseqüentemente, **grandes impactos no sistema de drenagem**, especialmente quando se trata de aglomerados de vilas, como os casos do Morro das Pedras, da Serra e Santa Lúcia.

Belo Horizonte, em 1998, segundo dados da URBEL, apresentava 158 vilas e 32 conjuntos populares, com um total estimado de 90.236 domicílios, representando 16,3% do total de domicílios do município.

Verifica-se que as vilas e conjuntos de interesse social não se encontram distribuídos igualmente entre as regiões administrativas da cidade, efeito do processo histórico de ocupação do espaço e da disponibilidade de terrenos e de escolhas técnicas e políticas no caso dos conjuntos. Dentre as regiões, a Oeste é a que concentra o maior percentual de domicílios em vilas (25,9%), enquanto que a Região da Pampulha o menor (5,1%). A Centro-Sul tem 16,9%, a Leste 15,6%. As demais ficam abaixo da média do município, que é de 13,6% (Figura 26).

Tabela 06 – Total de Empreendimentos Licenciados por Regional

| REGIONAL | NÚMERO DE EMPREENDIMENTOS LICENCIADOS PELO COMAM | |
|--------------|--|--------------|
| | TOTAL | % |
| Venda Nova | 6 | 7,1 |
| Norte | 13 | 15,5 |
| Nordeste | 3 | 3,6 |
| Pampulha | 9 | 10,7 |
| Noroeste | 7 | 8,3 |
| Leste | 3 | 3,6 |
| Centro-Sul | 24 | 28,6 |
| Oeste | 10 | 11,9 |
| Barreiro | 7 | 8,3 |
| Sem endereço | 2 | 2,4 |
| Total | 84 | 100,0 |

Entre o total dos empreendimentos informados como licenciados pelo COMAM neste período, treze revelam-se especiais do ponto de vista da drenagem urbana. Alguns referem-se especificamente a obras de drenagem – Controle das Inundações no Córrego Engenho Nogueira, Projeto Pedro II e Canalização dos Córregos Engenho Nogueira e Jaraguá. Outros dizem respeito a esgotamento sanitário - Sistema de Esgotamento Sanitário na sub-bacia 17P na Pampulha, Interceptores de Esgoto Sanitário nas Avenidas Vilarinho, Liège e Jacareí, na Vila Cemig e na Nova Paraíso e Central de

Tratamentos de Resíduos Sólidos Capitão Eduardo. E, por fim, citam-se cinco parcelamentos, quatro deles envolvendo áreas de nascente ou cortadas por cursos d'água. Nesses quatro é indicada a manutenção do leito natural do córrego, com reserva de áreas *non aedificandi* de trinta metros ao longo dos mesmos. Quanto ao quinto parcelamento, situado na serra do Curral, não foi possível obter informações. No Anexo E, encontra-se a lista fornecida pela Secretaria Executiva do COMAM dos empreendimentos licenciados na data citada.

Entre o total dos empreendimentos informados como licenciados pelo COMAM neste período, treze revelam-se especiais do ponto de vista da drenagem urbana. Alguns referem-se especificamente a obras de drenagem – Controle das Inundações no Córrego Engenho Nogueira, Projeto Pedro II e Canalização dos Córregos Engenho Nogueira e Jaraguá. Outros dizem respeito a esgotamento sanitário - Sistema de Esgotamento Sanitário na sub-bacia 17P na Pampulha, Interceptores de Esgoto Sanitário nas Avenidas Vilarinho, Liége e Jacareí, na Vila Cemig e na Nova Paraíso e Central de Tratamentos de Resíduos Sólidos Capitão Eduardo. E, por fim, citam-se cinco parcelamentos, quatro deles envolvendo áreas de nascente ou cortadas por cursos d'água. Nesses quatro é indicada a manutenção do leito natural do córrego, com reserva de áreas *non aedificandi* de trinta metros ao longo dos mesmos. Quanto ao quinto parcelamento, situado na serra do Curral, não foi possível obter informações. No Anexo E, encontra-se a lista fornecida pela Secretaria Executiva do COMAM dos empreendimentos licenciados na data citada.

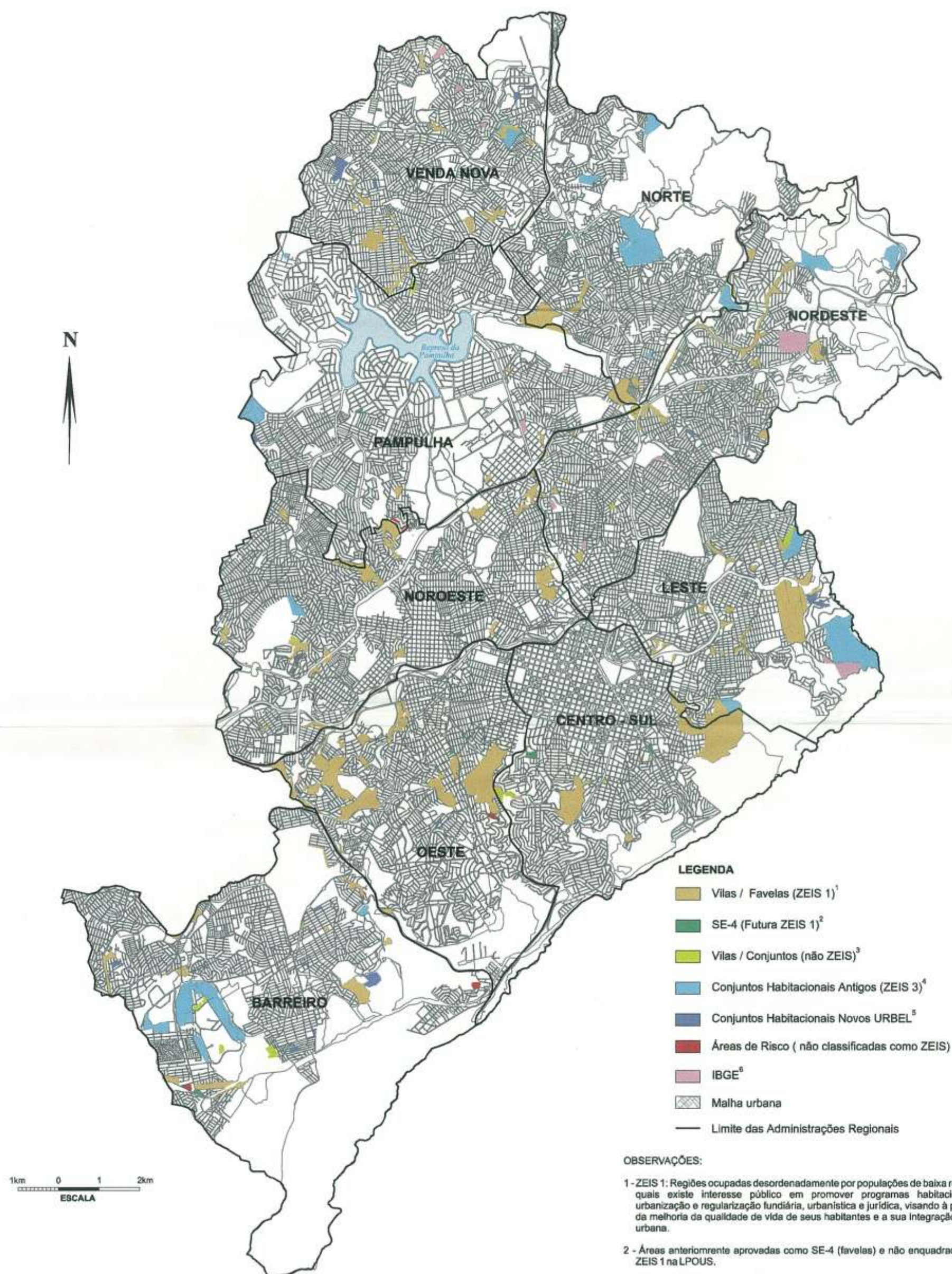
Deve-se lembrar que o licenciamento de atividades pode se dar em rito sumário, ou seja, sem a apreciação do COMAM. Assim, além dos empreendimentos listados no Anexo E, existem alguns que obtiveram licenciamento sumário, ou mesmo foram dispensados de licenciamento, que também apresentam interface com os estudos de drenagem. Entre esses destacam-se as obras de canalização, tratamento de fundo de vale e pavimentação da avenida Jequitinhonha, no bairro Jonas Veiga/Vera Cruz e da avenida Dr. Michaeli, no bairro Paraíso, ambas na Administração Regional Leste, as obras de canalização de um trecho do córrego Avaí (entre estacas 20 e 32) com implantação da avenida de mesmo nome, na Vila Califórnia – Administração Regional Noroeste e as obras de canalização do córrego Lareira, na Vila São João Batista – Administração Regional Venda Nova.

Além destes, há empreendimentos cujo licenciamento se enquadra na categoria de licenciamento corretivo, seja porque funcionam clandestinamente sem ter sido licenciados, seja porque entraram em funcionamento em época anterior à exigência de licenciamento ambiental. Sobre estes casos não foi possível obter informações sistematizadas que permitissem qualquer tipo de análise.

Além destes, há empreendimentos cujo licenciamento se enquadra na categoria de licenciamento corretivo, seja porque funcionam clandestinamente sem ter sido licenciados, seja porque entraram em funcionamento em época anterior à exigência de licenciamento ambiental. Sobre estes casos não foi possível obter informações sistematizadas que permitissem qualquer tipo de análise.

Entretanto, observa-se que de fato todos os empreendimentos novos, objetos de licenciamento ambiental prévio, são impactantes do ponto de vista da drenagem, visto que implantam-se normalmente em áreas ainda desocupadas, ou seja, 100% permeáveis, e passam a impermeabilizar percentuais elevados do solo. Quanto aos empreendimentos especificamente relacionados com a drenagem, os Estudos que fundamentaram os respectivos licenciamentos ambientais, de modo geral, analisam os impactos de forma pontual, balizando-os com os demais impactos, especialmente aqueles do meio sócio-econômico, não fazendo, portanto, avaliações consistentes relativas às respectivas bacias em que se situam.

FIGURA 26
VILAS / FAVELAS E CONJUNTOS HABITACIONAIS DE BELO HORIZONTE



1km 0 1 2km
ESCALA

5.2.3 – Contagem

Quanto ao município de Contagem, as informações sobre a ocupação de seu território, extraídas do documento Estudos Básicos para o Plano Diretor de Contagem, permitiram as seguintes considerações.

A área do município que se encontra na bacia do Arrudas é totalmente parcelada, observando-se forte presença do uso industrial. Ali estão localizados a Cidade Industrial, o Distrito Industrial Riacho das Pedras, uma pequena parte do CINCO - Centro Industrial de Contagem, além de grandes plantas industriais implantadas ao longo da BR-381 e da via Expressa.

O uso residencial instalado nesta região é predominantemente unifamiliar, a não ser na área do Eldorado e corredores principais de transporte, onde se verifica também o multifamiliar vertical. Observam-se, na área, conflitos de uso com pressão do uso industrial sobre áreas residenciais e o aparecimento de favelas em fundos de vale e nas proximidades da ferrovia.

A porção relativa à bacia da Pampulha ainda contém grandes glebas desocupadas integrantes do perímetro urbano estabelecido para o município e que foram classificadas, na lei de uso do solo, como áreas de expansão urbana. Estas áreas apresentam hoje características rurais: são chácaras, sítios e remanescentes de fazendas. Portanto, a região como um todo apresenta baixa densidade apesar de ocorrerem bairros adensados, como é o caso do Laguna, parte do Ressaca, além do Nacional, que, na última década, apresentou uma altíssima taxa de crescimento populacional, com um grande número de pessoas residindo em favelas através da invasão de loteamentos antigos, principalmente na área do Estrela Dalva e São Mateus. Também nesta bacia o uso industrial é significativo, pois ela engloba o CINCO – Centro Industrial de Contagem e a maior parte do Cincão. Deve-se mencionar ainda que o CEASA está instalado nesta bacia.

Com relação à avaliação de empreendimentos classificados como causadores de impacto ambiental são dois os instrumentos utilizados. O primeiro, intitulado Relatório de Impacto Urbano - RIU, implantado pelo Plano Diretor Municipal, refere-se a empreendimentos cuja natureza dos impactos provocados está relacionada principalmente com a infra-estrutura urbana, tais como redes de abastecimento ou tráfego de veículos. O segundo abrange os Estudos de Impacto no Meio Ambiente (EIA-RIMA, RCA-PCA) para empreendimentos tradicionalmente licenciados pelo Estado (FEAM) e que atualmente estão sob a responsabilidade do Conselho Municipal de Meio Ambiente de Contagem.

Segundo informações das Secretarias Municipais de Desenvolvimento Urbano e de Meio Ambiente de Contagem, são 65 os empreendimentos de impacto licenciados ou em processo de licenciamento no município, sendo 31 deles avaliados através de Relatórios de Impacto Urbano e 34 através de Estudos de Impacto Ambiental. Destes, 47, ou seja 72% do total, estão localizados nas bacias dos ribeirões Arrudas e Pampulha.

Entre os primeiros, 58% referem-se a projetos de conjuntos habitacionais, ou seja empreendimentos residenciais de alta densidade, e os demais a empreendimentos comerciais de grande porte como supermercados, *shoppings*, empresas transportadoras e atacadistas, todos correspondendo a grandes extensões de áreas construídas e pavimentadas, implicando impactos significativos nos escoamentos superficiais.

Já no segundo grupo destacam-se os empreendimentos industriais, sendo os estudos voltados principalmente para os impactos potencialmente provocados pela emissão de poluentes. Entretanto, além dos projetos de novos loteamentos enquadrados nessa categoria, e que obviamente implicam impactos significativos na rede de drenagem, por exemplo pelo aumento de sedimentos carreados pelas obras de terraplanagem, muitos dos empreendimentos industriais também correspondem à implantação de grandes áreas de cobertura e/ou pavimentação, implicando aumento significativo dos índices de impermeabilização das respectivas bacias.

A exemplo do que foi observado para Belo Horizonte, também os estudos realizados para o licenciamento de empreendimentos de impacto em Contagem não contextualizam os efeitos provocados nas respectivas bacias, limitando-se a tratá-los de maneira genérica, restrita ao lote ou terreno em que se localizam.

5.2.4 – Sabará

O município de Sabará, no trecho pertencente à bacia do Arrudas, apresenta baixa densidade de ocupação com predominância de sítios e chácaras no bairro Caetano Furquim, que dá continuidade à área conhecida como Granja de Freitas situada no município de Belo Horizonte. Exceção a este padrão ocorre na área mais ao norte da bacia onde estão parte dos bairros Nações Unidas, General Carneiro e Nova Vista que são bastante adensados embora com tipologias de ocupação unifamiliar. Trata-se de bairros periféricos e descontínuos em relação à sede de Sabará, mas conurbados com a malha urbanizada de Belo Horizonte, estando geralmente ocupados por população de baixa renda. Merece ainda ser citada a região conhecida como Marzagânia, onde se implantou uma fábrica de tecidos.

5.2.5 – Avaliação

Quanto ao uso e ocupação do solo, a descrição apresentada no item anterior revela que o território municipal de Belo Horizonte está parcelado em sua quase totalidade e que a urbanização implantada pouco ou nada tem a ver com a drenagem natural do sítio. Como consequência desse processo, os cursos d'água encontram-se, em sua maior parte, canalizados e transformados em canais de esgoto, o que resulta em problemas de diversas ordens: técnicos - pela dificuldade de controle das cheias, urbanístico-ambientais- pela dicotomia criada entre meio-ambiente e espaço urbanizado e de saúde coletiva- pela falta de preservação da qualidade das águas.

Os municípios de Contagem e Sabará apesar de ainda disporem de áreas desocupadas e menor densidade de ocupação nas bacias em estudo, apresentam, da mesma forma que o município de Belo Horizonte, problemas relativos aos impactos nos cursos d'água.

Quanto aos estudos que subsidiaram a elaboração do Plano Diretor dos municípios de Belo Horizonte e de Contagem, e que propiciaram um profundo conhecimento da realidade, embora não tenham sido desenvolvidos com a perspectiva de análise do impacto da ocupação no sistema de drenagem, poderiam fornecer subsídios interessantes para que esta avaliação fosse feita.

Ressalta-se que para uma avaliação pormenorizada dos impactos da ocupação urbana sobre o sistema de drenagem, somente um estudo abrangente, que contemple as características atuais dos

assentamentos (tipologias e modelos de assentamento praticados), a disponibilidade de áreas (lotes e glebas), as tendências de renovação ou manutenção da situação vigente, associado a uma análise da legislação de parcelamento, ocupação e uso do solo em vigor, possibilitará uma maior aproximação dos reais coeficientes de escoamento e dos possíveis impactos da ocupação urbana em uma determinada bacia.

A desatualização dos dados dos estudos disponíveis, cujas fontes em grande parte datam do início da década de 90 ou mesmo da década de 80, entretanto, é um fator negativo que pode comprometer bastante os resultados. O mesmo é válido para os dados produzidos ou levantados para a definição do IQVU em Belo Horizonte, os quais carecem de atualização.

Soma-se ao problema da desatualização dos dados e levantamentos existentes, o fato deles estarem consolidados por unidades espaciais não coincidentes com a divisão de bacias hidrográficas.

Diante das questões apresentadas, e visando a continuidade do Plano Diretor de Drenagem, que prevê como próxima etapa de trabalho a caracterização das bacias elementares, recomenda-se, como passo inicial, que seja feita a sobreposição do zoneamento com o mapa de divisão das bacias. Com isto, pretende-se aprofundar os estudos de ocupação e uso do solo, nos quais a legislação é um dos componentes que determinam tanto o cenário atual quanto futuro.

Considerando-se a importância dos impactos da ocupação e uso do solo no sistema de drenagem urbana, a falta de levantamentos, estudos e avaliações de dados de ocupação e uso do solo agrupados segundo critérios hidrográficos, a desatualização dos dados existentes e, ainda, a necessidade de se utilizarem informações produzidas pelo IBGE, apresentam-se as recomendações descritas abaixo, além das relacionadas no tópico 5.1.3, para o prosseguimento dos trabalhos de Caracterização das Bacias Elementares:

análise das tendências de uso do solo na bacia, com a formulação de cenários tendenciais (planejado ou espontâneo), com base nos parâmetros legais definidos pelas respectivas leis municipais de parcelamento ocupação e uso do solo, no crescimento populacional verificado no período 1991/1996 e nas projeções demográficas, na disponibilidade para ocupação e adensamento, nas tendências de verticalização e substituição de uso e em outras variáveis que se mostrarem pertinentes;

distribuição da população projetada por bacia elementar definida no plano diretor de drenagem para os cenários tendenciais estabelecidos.

aprofundamento da análise relativa aos empreendimentos de impacto licenciados ou em processo de licenciamento nas bacias estudadas, a partir da sistematização das informações pelos órgãos ambientais e do geo-referenciamento dos dados disponíveis.

5.3 – Planejamento Urbano

Neste item, está apresentado um histórico sucinto do planejamento urbano nos municípios em estudo, bem como os planos de desenvolvimento que apresentam correlação com o sistema de drenagem urbana, e que vêm norteando, juntamente com a legislação urbanística apresentada, as políticas urbanas de Belo Horizonte, Contagem e Sabará. No Quadro 13, é descrita a metodologia de levantamento dos dados que permitiram a análise dos planos referidos.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 3 |

5.3.1 – Histórico do Planejamento Urbano

A cidade de Belo Horizonte, planejada para ser a capital de Minas Gerais, nasceu sob a égide do higienismo, que surgiu na Europa no final do século XIX, motivado pelo combate às grandes epidemias, e que chegou ao Brasil atrelado ao movimento republicano, vitorioso em 1889.

Sintonizada com o ideário positivista, que se identificava com progresso e racionalidade, e imbuída de espírito renovador e modernizante, que lhe foi politicamente atribuído, a nova capital foi concebida com a intenção de ordenamento geométrico, ignorando o antigo arraial e sua hidrografia. Ressalta-se que mesmo antes da inauguração da cidade, em 1897, córregos como o do Acaba Mundo e parte do Ribeirão do Arrudas foram canalizados.²

A história do surgimento e da implantação da cidade de Belo Horizonte vem assim marcar definitivamente seu espaço e influenciar todo o seu processo de ocupação. À princípio, o zoneamento dividindo o espaço municipal em zonas urbana, suburbana e rural e a definição de espaços específicos para diversos usos urbanos orientavam o desenvolvimento da cidade. Entretanto, já na década de 20, Belo Horizonte cresceu em todas as direções e os equipamentos urbanos foram instalados fora do limite inicialmente previsto da avenida do Contorno.

Em 1922, adotando-se a Legislação do município de São Paulo, foram definidos critérios para a verticalização das edificações vinculados à largura das vias. Os parâmetros mostraram-se totalmente inadequados à realidade de Belo Horizonte, resultando inócuos para os objetivos propostos. Um Plano Rodoviário, de 1924, que visava a integração com municípios vizinhos, estimulou a expansão radial da mancha urbana.

A história do surgimento e da implantação da cidade de Belo Horizonte vem assim marcar definitivamente seu espaço e influenciar todo o seu processo de ocupação. À princípio, o zoneamento dividindo o espaço municipal em zonas urbana, suburbana e rural e a definição de espaços específicos para diversos usos urbanos orientavam o desenvolvimento da cidade. Entretanto, já na década de 20, Belo Horizonte cresceu em todas as direções e os equipamentos urbanos foram instalados fora do limite inicialmente previsto da avenida do Contorno.

Em 1922, adotando-se a Legislação do município de São Paulo, foram definidos critérios para a verticalização das edificações vinculados à largura das vias. Os parâmetros mostraram-se totalmente inadequados à realidade de Belo Horizonte, resultando inócuos para os objetivos propostos. Um Plano Rodoviário, de 1924, que visava a integração com municípios vizinhos, estimulou a expansão radial da mancha urbana.

Em 1933, verificou-se a primeira iniciativa concreta do poder público, após a implantação de Belo Horizonte, no sentido de controlar o crescimento da cidade. Este Plano redefiniu o zoneamento e instituiu mecanismos de adensamento para a área central. Dois anos após, foi editada legislação específica para novos loteamentos, que, a despeito das novas exigências, seguiram sendo implantados na periferia à revelia da Lei.

A consolidação da área central como centro polarizador de comércio e serviços, reforçado pela Lei, e a implantação de equipamentos com forte poder de atração, como a cidade industrial e o complexo da

² José Roberto Borges Champs - "Planejar a Drenagem Urbana : Menos Inundações e Mais Qualidade de Vida"

Pampulha, na década de 40, aliados à implantação das vias de acesso aos mesmos, reforçaram o modelo de expansão radio-concêntrico de Belo Horizonte.

Quadro 13 – Levantamentos

O levantamento foi realizado junto aos órgãos da estrutura municipal das prefeituras de Belo Horizonte, Contagem e Sabará obtendo-se informações sobre o planejamento urbano destes municípios.

Foram identificados os planos de desenvolvimento já implantados ou em processo de implantação ou mesmo aqueles que, embora interrompidos na fase de projeto, podem contribuir para a elaboração do Plano Diretor de Drenagem. Além disto, as legislações urbanísticas municipais foram uma segunda fonte de consulta já que elas traduzem as políticas urbanas implementadas nestes municípios ao longo de sua história. Deve-se ainda mencionar entrevistas realizadas com alguns informantes chave, citados no item 3.3 - Gestão, que também contribuíram para o entendimento deste tema.

Ressalta-se que foi verificado um número razoável de publicações nos municípios de Belo Horizonte e Contagem, o que não ocorreu em Sabará, pois há poucos dados e estudos recentes relativos a este tema, uma vez que a Prefeitura conta, como visto anteriormente, com poucos recursos humanos e financeiros, além do Plano Diretor estar ainda em fase de desenvolvimento.

Informações relativas ao planejamento metropolitano ou mesmo sobre a ocupação das bacias do Arrudas e Onça foram obtidas junto ao acervo pertencente ao PLAMBEL. Foram de grande valia os relatórios sobre o histórico do planejamento e seus conceitos na década de 70 e 80, quando esta Superintendência representava a estrutura mais importante de planejamento dos municípios em estudo e produziu um grande volume de dados.

Além da busca de informações nos órgãos, fez-se uma revisão bibliográfica sobre o tema, destacando-se aqueles cuja abordagem é mais voltada a questões de drenagem. É o caso do trabalho realizado por Maria Helena Domingues Ramos, denominado Drenagem Urbana: Aspectos Urbanísticos, Legais e Metodológicos em Belo Horizonte - que estabelece vinculação entre o modelo de urbanização vigente em diferentes momentos da evolução urbana de Belo Horizonte, intervenções de drenagem e os problemas de inundação-, dos textos de José Roberto Borges Champs - *Planejar a Drenagem Urbana : Menos Inundações e Mais Qualidade de Vida*- e de Rodrigo Ferreira Andrade e Beatriz de Almeida Magalhães – *A Formação da Cidade*.

No processo de ocupação, que privilegiava corredores de transporte e que tinha na topografia acidentada do sítio um forte condicionante, ficaram vazias as áreas menos propícias à urbanização, muitas dessas correspondendo a fundos de vale, que se tornaram objeto de invasões e ocupações irregulares.

Ao lado desse modelo de ocupação radial, que se estruturava a partir de longos eixos de penetração, iniciou-se, do ponto de vista da drenagem, um período dito racionalista, por contemplar a elaboração de

“cálculos hidrológicos baseados na formulação do Método Racional desenvolvido nos EUA (Kuichling, 1889) para dimensionamento de obras hidráulicas destinadas ao escoamento de águas pluviais”.

A concepção prevalecente neste período era da “evacuação rápida das águas de chuva, levando à construção de canais urbanos revestidos e retificados com seções gradativamente maiores e mais caros para os cofres públicos”.³

Apesar de representarem investimentos econômicos altos,⁴ a construção desses canais, quase sempre abertos em um primeiro momento, vinha ao encontro da necessidade, cada vez mais premente, de solução para os problemas de tráfego, agravados pelo crescente adensamento das áreas pericentrais e a saturação dos corredores implantados à meia encosta. As avenidas sanitárias passaram a ser, então, não apenas uma “solução” para a drenagem urbana, mas, principalmente, para o sistema de circulação e tráfego da cidade. Já na década de 40, foram canalizados os leitos dos córregos que deram lugar às avenidas Silviano Brandão e Pedro II.

O crescimento populacional do município já bastante significativo nas primeiras décadas, acelerou-se nos anos 50 e início dos 60, quando alterações significativas na situação sócio-política do país produziram reflexos em todos os setores da vida nacional. Naquele período, verificou-se como consequência do aumento populacional, além da expansão do tecido urbanizado, uma mudança do padrão de ocupação residencial, com a adoção de modelos verticalizados. Um decreto de 1956 ampliando a zona urbana possibilitou aos bairros pericentrais utilizar parâmetros de verticalização antes restritos às áreas centrais.

Os modelos utilizados caracterizaram-se por aproveitamento total dos lotes, cuja restrição limitava-se apenas aos parâmetros de afastamento definidos pelo Código de Obras, em vigor desde 1940. Inexistindo afastamentos frontais e sendo os laterais destinados a estacionamento de veículos, os lotes tornaram-se totalmente impermeabilizados. Na área central, cuja verticalização já era uma realidade desde a década de 30, a taxa de ocupação de modelos destinados a usos não residenciais podiam atingir até 100%.

A partir de 1964, no bojo da política de centralização instituída pelo regime militar, foi institucionalizada a Região Metropolitana de Belo Horizonte e criado o PLAMBEL, órgão encarregado do planejamento integrado dos 14 municípios integrantes da RMBH.

Dentre as contribuições do PLAMBEL⁵ que se destacaram como fator de modificação da cidade, pode-se citar a criação de um órgão específico para administrar o tráfego e o transporte metropolitano - METROBEL e a Lei de Ocupação e Uso do Solo de Belo Horizonte, aprovada em 1976.

Esta Lei, que tinha como objetivo exercer controle sobre a ocupação e o uso do solo na cidade, surgiu quando prevaleciam os conceitos racionalistas para a solução dos problemas de drenagem urbana. A tônica do primeiro Plano Metropolitano de Drenagem Urbana, desenvolvido em 1975, pela Superintendência de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Fundação João Pinheiro, a qual originou o PLAMBEL, era os estudos hidrológicos e o pré-dimensionamento dos canais a serem construídos ou retificados ao longo dos cursos d'água da bacia do Arrudas e Onça. O Plano propunha canais para todas as áreas urbanizadas ou com propostas de urbanização. Especificamente para a capital, o Plano de Urbanização e Saneamento Básico de Belo Horizonte – PLANURBS, elaborado no

³ José Roberto Borges Champs - “Planejar a Drenagem Urbana : Menos Inundações e Mais Qualidade de Vida”;

⁴ idem ao anterior;

⁵ Segundo Andrade e Magalhães em Arquitetura da Modernidade, Belo Horizonte, UFMG, 1998.

início da década de 70 pela SUDECAP, tornou-se, a partir de então, a referência para projetos e obras implantadas na cidade.

Neste contexto, a Lei de Ocupação e Uso do Solo de 1976 veio, na realidade, consolidar as tendências expressas no processo de ocupação, reforçando os eixos de transporte como locais privilegiados para a ocupação e o uso diversificado, independente das características do relevo, da hidrografia ou de qualquer outro critério ambiental. Sem um instrumento de controle de densidade adequado e fundamentada no conceito de otimizar os investimentos em infra-estrutura, a Lei induziu o adensamento das áreas mais centrais sem se preocupar com a impermeabilização crescente do solo, na crença de que caberia às obras hidráulicas resolver todos os problemas de escoamento das águas de chuva.

Verifica-se que esta situação perdurou durante toda a década de 80, já que a revisão da Lei de Ocupação e Uso do Solo, efetuada em 1985, não incluiu qualquer critério ambiental no estabelecimento de suas diretrizes, o que permitiu o adensamento de áreas impróprias, até mesmo áreas de risco, além de promover, em algumas zonas, taxas de ocupação de 100%, impermeabilizando todo o lote.

Vale dizer que novos estudos desenvolvidos pelo PLAMBEL⁶, em 1983 e 1984, portanto anteriores à revisão da Lei, passaram a indicar a inter-relação dos problemas de drenagem com outros aspectos - entre os quais o parcelamento, a ocupação e uso do solo, a estruturação urbana, o sistema viário, o saneamento e o meio ambiente -, e a defender a necessidade de se considerar as bacias hidrográficas no processo de planejamento e de se adotar medidas não-estruturais, relacionadas à adequação da legislação urbanística existente, além da criação de novos dispositivos legais, como o controle da permeabilidade do solo.

Somente na década de 90, quando a hidrologia urbana ganhou, no Brasil, status de uma disciplina científica, mais sintonizada com a preservação do meio ambiente, é que foram introduzidos no Plano Diretor do município novos parâmetros de ocupação, levando em conta, mesmo que ainda de forma tímida, as questões ambientais no planejamento da cidade, como já comentado no item anterior.

Quanto ao município de Contagem, merece dizer que seu processo de desenvolvimento ocorreu de modo semelhante ao descrito acima, ou seja, o crescimento do núcleo foi orientado pelas mesmas políticas de canalização de córregos para a implantação de avenidas sanitárias, de adensamento de áreas com total impermeabilização de lotes, de ocupação de fundos de vale, pois esta era a tendência do planejamento das décadas de 70 e 80. O menor crescimento deste município, contudo, permitiu que um número maior de córregos permanecesse em estado natural.

Do mesmo modo, somente no início dos anos 90, com a elaboração do Plano Diretor e da nova Lei de Ocupação e Uso do Solo do município, é que foram introduzidos novos conceitos, zoneamento e parâmetros mais sintonizados com as preocupações ambientais. Neste sentido, merecem destaque o estabelecimento de taxas de permeabilidade por bacia hidrográfica, e os dispositivos voltados para a preservação da bacia de Vargem das Flores, caracterizada como Área de Proteção Ambiental, e para a bacia da Pampulha, para a qual buscaram-se critérios mais racionais de ocupação.

A evolução da ocupação urbana do município de Sabará, no trecho correspondente à bacia do Arrudas, está ligada à expansão da periferia de Belo Horizonte, engrossando o universo de áreas que

⁶ Drenagem Urbana e Controle de Cheias na RMBH, 1983 e Política Metropolitana de Drenagem Urbana, 1984

se desenvolveram sem critérios urbanísticos pré estabelecidos, ou à revelia das leis municipais, situação favorecida pelo distanciamento destes bairros da sede municipal.

5.3.2 – Políticas Urbanas: Planos de Desenvolvimento Urbano

Apresentam-se a seguir os planos e projetos de desenvolvimento urbano com impactos significativos na estrutura urbana do município e, em particular, no sistema de drenagem, os quais traduzem, juntamente com a legislação urbanística, as políticas urbanas dos municípios em estudo.

PROSAM – Programa de Saneamento Ambiental das Bacias do Arrudas e Onça da Região Metropolitana de Belo Horizonte

O Programa de Saneamento das Bacias do Arrudas e Onça - PROSAM foi criado em 1993, através de um convênio entre o Governo do Estado de Minas Gerais, e o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) com custo total estimado em 315 milhões de reais e previsão de um prazo de cinco anos para sua implementação.

O programa envolveu diversas instituições do Estado – tais como o Departamento Estadual de Obras Públicas - DEOP, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA, a Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM e a Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação - SEPLAN – além das prefeituras de Belo Horizonte e Contagem, em conjunto com o Banco Mundial. Os objetivos gerais do PROSAM foram os seguintes:

Recuperação das condições ambientais da região, propiciando melhor qualidade de vida para sua população;

Recuperação e preservação do sistema Vargem das Flores, um dos principais mananciais abastecedores da Região Metropolitana;

Melhoria das características hídricas dos cursos d'água da região, para garantir seu uso futuro nas atividades industriais, agrícolas e domésticas;

Controle dos esgotos industriais gerados nas sub-bacias;

Controle das inundações nas áreas ribeirinhas;

Ampliação das coletas e destinação adequada dos resíduos sólidos;

Estudo e ampliação das alternativas para direcionamento racional da expansão urbana e industrial;

Implantação de mecanismos institucionais suficientes para garantir a qualidade de vida da bacia do Rio das Velhas.

Para atendimento aos objetivos do programa foram criados seis sub-programas visando contemplar especificamente as seguintes ações:

Sistema de Drenagem – complementação da canalização e urbanização dos ribeirões Arrudas e Onça e seus afluentes, visando sobretudo o controle de inundações, implantação de avenidas sanitárias e reassentamento das populações ribeirinhas.

Sistema de esgotos sanitários e industriais - implantação de redes coletoras de esgotos (bairros Santana, Ouro Preto, Jardim Alvorada, São José, Bandeirantes, Paquetá, Itamarati, Acaiaca, Belmonte, Monte Azul, Paulo VI, Ribeiro de Abreu e Alvorada no município de Belo Horizonte, e bairros Sarandi, Eldorado, Jardim Bandeirantes, Morada Nova, Progresso Industrial, Kennedy, Colorado, Milanês, Laguna, Novo Progresso, Guanabara e Confisco, no município de Contagem), complementação dos interceptores de esgotos dos ribeirões Arrudas e Onça, dos córregos Sarandi, João Gomes e Água Branca. Implantação do Sistema de Reversão dos Esgotos da bacia de Vargem das Flores para a bacia do ribeirão Arrudas;

Resíduos sólidos – melhoria do sistema de resíduos sólidos de Belo Horizonte e Contagem e implantação do Aterro Sanitário de Perobas, em Contagem;

Recuperação ambiental/urbana – tratamento urbanístico do vale do Arrudas, ampliando o índice de áreas verdes e criando novas áreas de lazer para a população. Implantação do Parque Ecológico da Pampulha, aproveitando as ilhas formadas pelo assoreamento verificado nas proximidades da desembocadura dos córregos Sarandi e Ressaca⁷, e do Programa de Proteção Ambiental da represa de Vargem das Flores, visando a manutenção da qualidade de suas águas, hoje utilizadas para o abastecimento público e lazer.

Gestão ambiental – estudo de proteção do rio das Velhas, compreendendo o cadastramento das fontes de poluição e a elaboração de programa de monitoramento da qualidade das águas da bacia. Programa de Educação Ambiental, visando a preservação do meio ambiente. Estudo sobre controle da poluição industrial, através do cadastramento e da caracterização das indústrias e do estabelecimento, em nível estratégico, de um programa de controle industrial. Desenvolvimento institucional da FEAM e Estudo de Implantação da Agência de Bacia do Rio das Velhas.

Gerenciamento e supervisão do programa – implantação de uma unidade para a supervisão do programa, coordenando e controlando, em nível físico e financeiro, a execução dos demais componentes e assessorando a UGP (Unidade de Gerenciamento do Programa).

Cabe destacar que as estações de Tratamento de Esgotos Arrudas e Onça, que inicialmente faziam parte do escopo do PROSAM, foram desvinculadas do Programa. A ETE Arrudas está sendo executada com recursos próprios da COPASA e para a ETE Onça não existe data ou recursos previstos para sua implantação.

Segundo Relatório Gerencial de junho de 1999, o programa se encerraria em setembro daquele ano, o que foi confirmado em entrevista com técnico representante da UGP- Unidade de Gerenciamento do Programa. Todos os relatórios de monitoramento do PROSAM encontram-se disponíveis em meio magnético e também em cópias impressas na SEPLAN-MG (Figura 27).

Especificamente, do ponto de vista urbanístico, as ações do PROSAM foram muito positivas, já que além de melhorar a acessibilidade a algumas regiões do município de Belo Horizonte e Contagem, através da complementação de vias arteriais principais, elas eliminaram população assentada em situação precária (2896 famílias), transferindo-as para moradias mais dignas.

⁷ Ação não implementada

Ressalta-se que estas intervenções viárias e de tratamento de fundos de vale viabilizaram novos vetores para a instalação de atividades comerciais de serviços e industriais, ou mesmo residenciais, tanto em Belo Horizonte, quanto em Contagem.

No contexto da drenagem, o programa ainda priorizou soluções baseadas na canalização que apenas transferem as inundações de um local para outro na cidade sem controlar seus impactos. Estas funções produzem dois impactos, um financeiro a medida em que o investimento não atinge os objetivos e implica no endividamento público e de outro transfere para outra parte da população o impacto gerado a montante estando sujeito a ações judiciais de responsabilidade.

Além disso, como mostrado no detalhamento das atividades desenvolvidas (Anexo F), através do Programa implantaram-se parques e outros equipamentos de uso coletivo, tais como, praças e quadras de esporte, e ainda o Jardim Botânico de Belo Horizonte.

No Anexo F são apresentados os detalhes das atividades desenvolvidas.

PROPAM - Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha

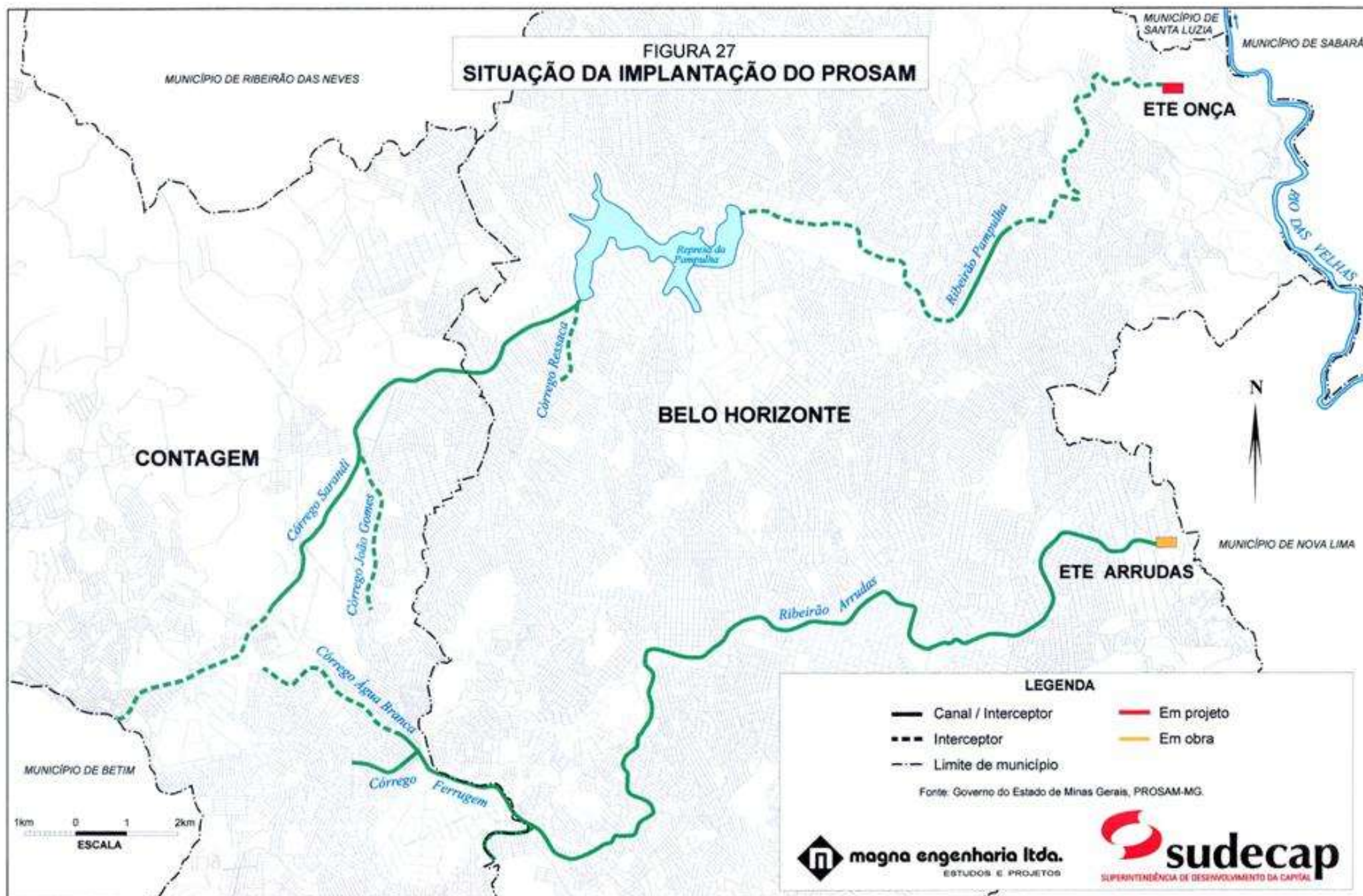
O Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha teve início em 1994, nesta época com outra denominação e sem a inclusão do município de Contagem. A partir de 1997, já com o nome de PROPAM, este Programa incorporou o estudo de toda a área da bacia da Pampulha sem considerar limites municipais.

O objetivo do PROPAM é promover a recuperação e o desenvolvimento ambiental dessa bacia através da implementação de ações visando a preservação de suas nascentes, a despoluição das águas, a melhoria de condições sanitárias e o tratamento das áreas degradadas e sob ameaça de erosões e inundações.

A bacia da Pampulha possui área aproximada de 97 km², que se estende pelos municípios de Belo Horizonte e Contagem, abrangendo vastas extensões urbanizadas, com uma população de aproximadamente 350.000 habitantes, segundo Contagem Populacional de 1996 do IBGE. Estão inseridas, também, na bacia, várias indústrias, especialmente na parte correspondente ao território de Contagem (Figura 28).

Para se atingir os objetivos propostos foram desenvolvidos estudos sobre as condições ambientais da bacia, abordando o meio natural, o processo de ocupação, o histórico da degradação ambiental e a previsão da ocupação urbana segundo as respectivas Leis de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo. Tais estudos subsidiaram o Planejamento Ambiental da Bacia que consolidou as proposições em três planos a saber: o **Plano de Gestão**, que inclui proposta de Entidade Gestora, Monitoramento e Controle Ambiental e Fortalecimento Institucional dos Órgãos Ambientais Municipais; o **Plano de Intervenções** que inclui as propostas para o Saneamento Ambiental, entre elas recuperação de nascentes, recuperação de áreas degradadas e controle de erosão, urbanização de vilas e favelas, manejo e tratamento de resíduos sólidos, tratamento de fundo de vales, propostas de recuperação da lagoa e de educação ambiental; e, finalmente, o **Plano de Investimentos** que trabalha com a estimativa de um valor total de R\$ 222 milhões.

FIGURA 27
SITUAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO PROSAM



Para se atingir os objetivos propostos foram desenvolvidos estudos sobre as condições ambientais da bacia, abordando o meio natural, o processo de ocupação, o histórico da degradação ambiental e a previsão da ocupação urbana segundo as respectivas Leis de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo. Tais estudos subsidiaram o Planejamento Ambiental da Bacia que consolidou as proposições em três planos a saber: o **Plano de Gestão**, que inclui proposta de Entidade Gestora, Monitoramento e Controle Ambiental e Fortalecimento Institucional dos Órgãos Ambientais Municipais; o **Plano de Intervenções** que inclui as propostas para o Saneamento Ambiental, entre elas recuperação de nascentes, recuperação de áreas degradadas e controle de erosão, urbanização de vilas e favelas, manejo e tratamento de resíduos sólidos, tratamento de fundo de vales, propostas de recuperação da lagoa e de educação ambiental; e, finalmente, o **Plano de Investimentos** que trabalha com a estimativa de um valor total de R\$ 222 milhões.

As administrações dos municípios envolvidos, Belo Horizonte e Contagem, firmaram um Termo de Cooperação, cujo principal objetivo é a formação de um Consórcio Intermunicipal para o gerenciamento ambiental da bacia.

Um balanço sobre as ações realizadas por este programa pode ser obtido no Anexo F.

Plano Diretor Metropolitano

A Secretaria Estadual de Planejamento – SEPLAN-MG, através de sua Assessoria de Assuntos Urbanos e Metropolitanos, está conduzindo a elaboração do Plano Diretor Metropolitano de Belo Horizonte. Embora no início da década o extinto PLAMBEL tenha dado início à elaboração de estudos e diagnósticos que foram compilados no documento “Plano Diretor Metropolitano - Síntese dos Diagnósticos Setoriais – RMBH”, publicado em 1993, o trabalho ainda permanece em estágio inicial.

Somente em 1997 a proposta de elaboração do Plano Diretor Metropolitano foi retomada, resultando na organização de um seminário, que aconteceu em 1998, onde foram discutidos os temas afetos a organização territorial e ao desenvolvimento econômico na RMBH. O seminário contou com a contribuição de órgãos da estrutura estadual e das prefeituras municipais de Belo Horizonte, Contagem e Betim, que apresentaram trabalhos e estudos específicos, buscando discutir o viés metropolitano dos mesmos.

Os trabalhos e estudos apresentados foram:

Plano Diretor de Belo Horizonte e a RMBH;

Plano Diretor de Betim e a RMBH;

Plano Diretor de Contagem e a RMBH;

Tendências Demográficas e da Organização Territorial/Perspectivas;

Principais Conclusões da Pesquisa Origem e Destino de 1992;

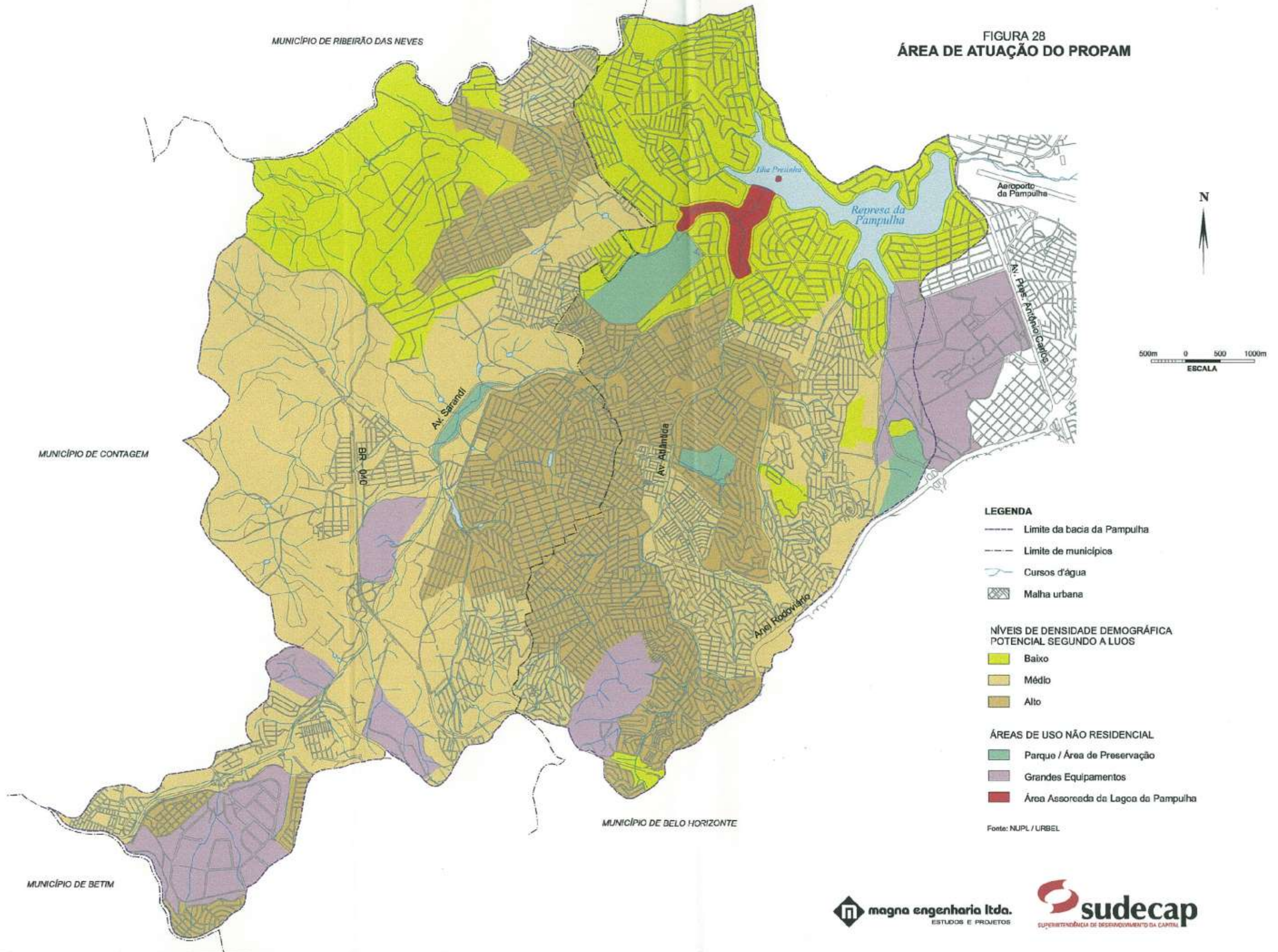
A RMBH no Contexto do Desenvolvimento Econômico Estadual;

Indicadores da Economia Metropolitana

;

MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO DAS NEVES

FIGURA 28
ÁREA DE ATUAÇÃO DO PROPAM



Desenvolvimento Econômico da RMBH;

Informe sobre o Plano Diretor de Nova Lima;

- Estudos do Meio Ambiente;

Estudos do Sistema Viário Metropolitano.

Uma compilação das apresentações feitas durante este seminário é a única publicação mais recente, disponível sobre o Plano Diretor Metropolitano. A partir de então, o trabalho restringiu-se ao esforço de articulação que a Assessoria de Assuntos Urbanos e Metropolitanos da SEPLAN-MG vem empreendendo junto aos diversos atores em torno de temas comuns a grupos de municípios da RMBH (por exemplo APA Sul e expansão na área do Carste) e às atividades de estudo e pesquisa sobre a realidade metropolitana desenvolvidos pelo Centro de Estudos Municipais e Metropolitanos e Escola de Governo da Fundação João Pinheiro.

Embora a Assembléia Metropolitana de Belo Horizonte – AMBEL tenha sido criada em 1993, sob determinação e amparo legal da Constituição Estadual, com atribuição de “elaborar e aprovar o plano diretor metropolitano e fiscalizar e controlar sua implantação”, os problemas que vem enfrentando, como a ausência de um fundo compartilhado de recursos, têm dificultado sua ação (Figura 29).

Plano Estratégico de Diretrizes de Intervenção em Áreas de Especial Interesse Social

Este Plano, recomendado pelo Plano Diretor do Município em seu artigo 31, tem por objetivo o conhecimento do universo das 158 vilas e dos 32 conjuntos de interesse social, no que diz respeito às características sócio econômicas da população residente, declividade do sítio, erosões, deposição de lixo e áreas de risco, visando nortear as políticas públicas relativas a habitação, e priorizar os investimentos nesta área.

A metodologia utilizada comparou os dados censitários do IBGE com dados obtidos de pesquisas amostrais realizadas em todas as áreas de atribuição da URBEL. Foram aplicados no total das vilas 3820 questionários, procurando identificar sexo, idade, escolaridade, ocupação e rendimentos, composição familiar, área, uso, tipo de atividade não residencial e tipo de construção, equipamentos comunitários, organização social, condição de ocupação, acesso a serviços de infra-estrutura, entre outros. Todos estes dados foram posteriormente agregados por regional.

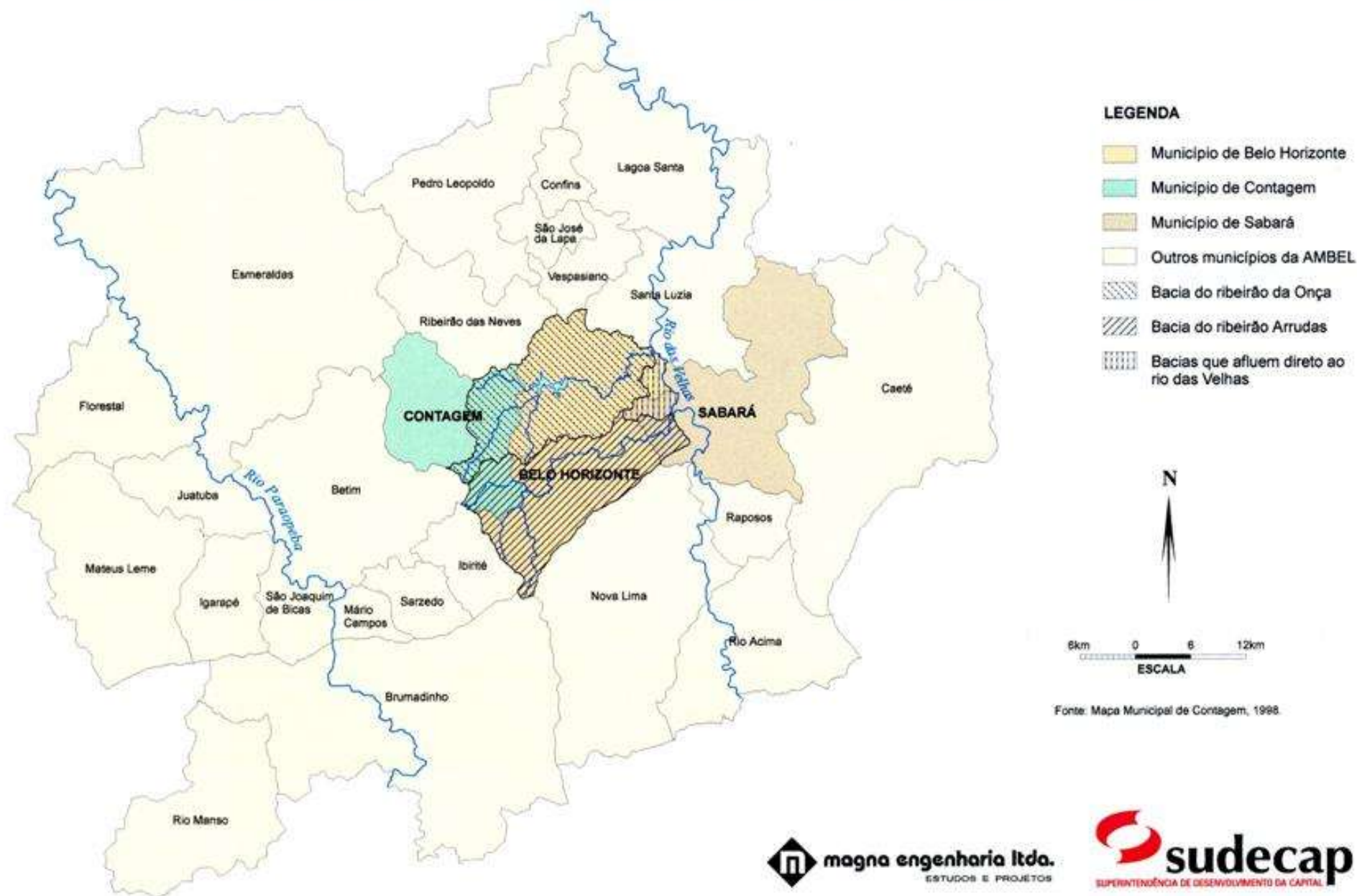
Além dos tópicos acima, o Plano tem como subproduto a Carta de Declividade e Risco das ZEIS 1 e 3, que apresenta um estudo da declividade realizado através do software *Bentley - Geoterrain*, em escala 1:3000, de cada uma das vilas, nos seguintes intervalos: 1 a 10%; >10 a 20%; >20 a 30%; >30 a 47% e > 47%. Este estudo identificou também as áreas de risco classificadas em 4 níveis distintos: nível 1 - sem indícios de risco, nível 2 - fase inicial do risco, nível 3 - destruição a curto prazo e nível 4 - destruição imediata e localização dos escorregamentos de solo, saprólito e ou rocha, áreas de aterro, áreas de concentração de lixo e entulho, de queda e ou rolamento de blocos, de erosão linear, de solapamento e inundação. Estes dados encontram-se agregados por vila.

Através de uma matriz de priorização pode-se estabelecer as áreas críticas no universo das vilas e conjuntos de interesse social do município, que demandam atenção de imediato.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão N°: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 1 |

FIGURA 29
MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA ÁREA METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE - AMBEL



Os dados mais relevantes para o Plano Diretor de Drenagem são os demográficos, pois foram feitas pesquisas amostrais nas vilas que permitiram fazer projeções de população em cada uma delas. Além destes tem-se os dados da área física que permitem identificar as áreas de concentração de escoamento de solo e de erosão linear, grandes contribuintes para o aumento dos sedimentos nos fundos de vale.

Planos Globais Específicos para Vilas, Favelas e Conjuntos de Interesse Social

Os Planos Globais Específicos são instrumentos de planejamento previstos pela Política Municipal de Habitação e desenvolvidos pela URBEL para as áreas de vilas e conjuntos de interesse social do município. Estes Planos têm por objetivo conhecer detalhadamente a situação atual das áreas em estudo, de forma a subsidiar as propostas de intervenção do ponto de vista urbanístico, ambiental, social e jurídico, permitindo a integração destas áreas marginais à cidade formal, além de orientar a priorização de obras e obtenção de recursos junto ao Orçamento Participativo.

Para o conhecimento destas áreas é feita uma revisão bibliográfica dos estudos existentes sobre as vilas e são gerados dados primários através de pesquisas sócio-econômicas que permitem a caracterização da população residente e sua condição de ocupação, além de levantamentos sobre a situação da infra-estrutura e do sítio onde se assenta a vila. Também são feitas contagens do número de domicílios, permitindo a utilização de densidades locais.

Conhecido o cenário atual das vilas parte-se para a proposição de intervenções. As propostas urbanísticas visam abertura de sistema viário veicular e de pedestres, desadensamento de áreas consideradas insalubres, implantação de redes de esgoto e de abastecimento de água, tratamento dos fundos de vale com retirada de resíduos sólidos e indicação de canalização, quando justificável, além da eliminação das áreas de risco existentes em todo o perímetro em estudo.

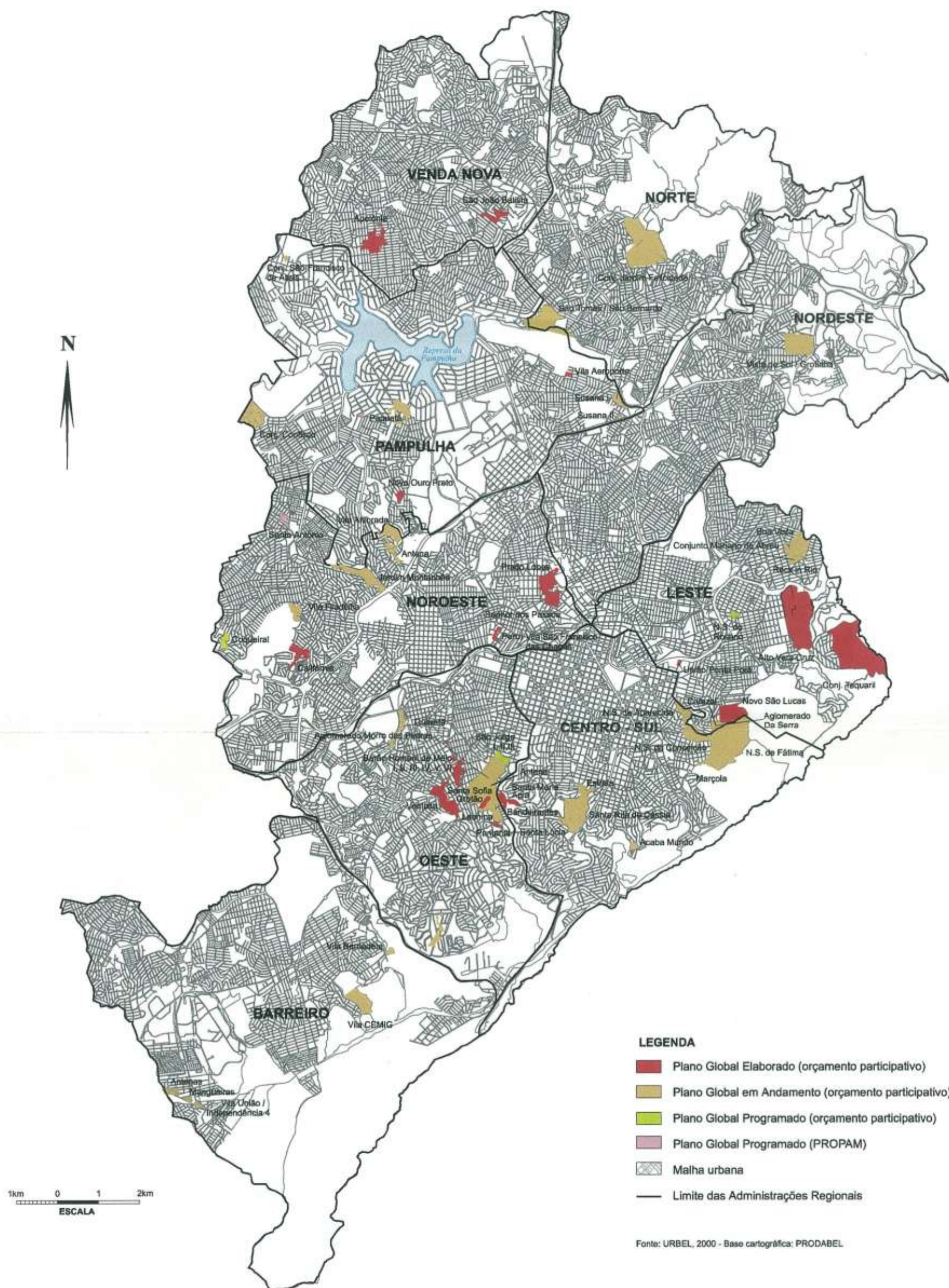
As ações jurídicas têm por objetivo regularizar a situação fundiária, promovendo a aprovação do parcelamento junto a SMAU e a titulação das famílias. Já os estudos sócio - organizativos visam incentivar o associativismo da população residente com a criação de grupos de referência, compostos por pessoas residentes em diferentes locais das vilas, em cada uma das áreas estudadas.

As vilas cujos Planos Globais Específicos encontram-se já concluídos e em processo de contratação, no presente momento, são mostradas na Figura 30 e relacionadas no Anexo F.

A importância destes planos para o Plano Diretor de Drenagem está no fato de que, em sua maioria, as vilas ocupam fundos de vales e ravinas, em situações de obstrução das calhas de drenagem natural. Os planos, portanto, não só propõem remoção de população destas áreas, quando estas são consideradas de alto risco, como definem soluções de tratamento para as mesmas que, podem impactar em maior ou menor grau o sistema de drenagem.

Na vila Califórnia, para citar um exemplo, previu-se a canalização do córrego Avaí, integrante da bacia da Pampulha, com implantação de via arterial sobre a galeria projetada. Os projetos executivos de parte desta galeria e avenida já foram desenvolvidos, encontrando-se em fase de implantação pela URBEL.

FIGURA 30
SITUAÇÃO DO PLANO GLOBAL



Ressalta-se que os Planos Globais Específicos não desenvolvem os projetos executivos das intervenções previstas, mas propõem as soluções a serem posteriormente desenvolvidas. Além disso, a definição da melhor opção a ser adotada para a Vila passa não só pelo crivo técnico dos especialistas, mas também por aprovação em reunião com toda a população residente nestes locais. Assim sendo é de fundamental importância que estas soluções sejam consideradas quando do estudo das bacias elementares.

Orçamento Participativo: OP Regional, OP Habitação e OP Cidade

O Orçamento Participativo foi implantado em Belo Horizonte em 1993 com os seguintes objetivos: democratização da gestão do Executivo Municipal; transparência na aplicação dos recursos públicos; participação popular na definição dos investimentos, conferindo-lhe caráter decisório no que se refere à eleição e priorização de obras de infra-estrutura e equipamentos urbanos. Sua versão inicial, atualmente intitulada OP Regional, *“além de valorizar a expressão de diversos movimentos sociais de interesse – mantidos à margem dos benefícios sociais e urbanos e, anteriormente, limitados a expressão de suas demandas via abaixo-assinados, audiências com autoridades públicas e manifestações populares diversas...”* significou a inauguração de *“um instrumento de controle social, promovendo assim a participação popular nos negócios da municipalidade”*.⁸

O processo implantado vem evoluindo desde então com aumento da participação popular e incorporações de sugestões e necessidades observadas durante estes anos, visando corrigir erros e aperfeiçoar seu funcionamento, principalmente, quanto aos critérios de escolha das obras.

O grave problema habitacional de Belo Horizonte e a crescente demanda dos grupos organizados que pleiteavam recursos para a implantação de lotes urbanizados nas discussões do Orçamento Participativo levaram à necessidade de se criar um fórum exclusivo para atender a demanda por novas unidades no município. Assim, o Orçamento Participativo Habitação foi implementado em 1996 sob a coordenação da Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte - URBEL. Neste processo as associações e os núcleos de Sem-Casa deliberam sobre a produção de novos assentamentos.

Apesar dos significativos avanços decorrentes da prática participativa em sete anos de exercício do OP, as obras priorizadas nos fóruns de discussões do Orçamento Participativo Regional, em geral, têm caráter pontual e envolvem soluções para problemas mais imediatos das comunidades, sendo sua grande maioria relativa a saneamento (água, esgoto, drenagem e lixo) e infra-estrutura (contenções geotécnicas, implantação de sistema viário, pavimentação e construção de equipamentos de uso coletivo: creches, postos de saúde, escolas, praças, etc). Neste sentido, no que tange à drenagem urbana, resultam muitas vezes obras parciais que não contemplam a solução global necessária, excluindo-se também obras de maior porte que, em geral, correspondem a projetos integrados envolvendo diversas obras setoriais que apresentam caráter estruturante, com benefícios que extrapolam o âmbito da comunidade.

O Orçamento Participativo Cidade, sob a coordenação da Secretaria Municipal de Planejamento, tem por objetivo a ampliação da participação popular na definição do Orçamento Municipal, a partir da discussão de programas e obras de maior abrangência, cujos efeitos extrapolam o nível local,

⁸ Silberschneider, Wieland. Orçamento Participativo: Redefinindo o Planejamento de Ação Governamental com Participação Popular. Belo Horizonte, 1998.

contemplado pelo OP Regional. Sua primeira edição aconteceu em Agosto e Setembro de 1999 com discussões nas seguintes áreas: saúde, educação, desenvolvimento social, cultura, esporte, turismo e eventos, assuntos da comunidade negra, abastecimento, desenvolvimento econômico, ações de planejamento e intervenções urbanas.

Voltando-se a atenção para os objetivos do Plano Diretor de Drenagem, foram levantados nos órgãos responsáveis pela implementação do Orçamento Participativo, URBEL e SUDECAP, as obras que foram priorizadas desde 1993. No total foram aprovados 719 empreendimentos, sendo que 437 já estão concluídos, 71 em execução e 211 em andamento.

Verificou-se que nas vilas, onde as obras estão sobre responsabilidade da URBEL, uma parte significativa das intervenções envolvem soluções de drenagem, sejam elas de pequeno porte, tais como pequenas canaletas de águas pluviais em becos e escadas dissipadoras, ou obras de maior porte, envolvendo a construção de galerias pluviais. A listagem de todas estas obras, suas características e custos estão disponíveis no Grupo Gerencial do Orçamento Participativo da URBEL.

A SUDECAP que detém a responsabilidade de implementação das demais obras votadas no OP conta também com uma coordenação do Orçamento Participativo e dos registros sobre as obras implantadas nestes seis anos. Dentre elas, há um bom número que se referem a tratamento de fundo de vale, envolvendo a implantação de estruturas drenantes, que podem ser consultadas junto ao grupo Gerencial do OP na SUDECAP.

Com relação às ações do município tratadas no Orçamento Participativo Cidade, estas foram discutidas e priorizadas na Conferência Municipal de Prioridades Orçamentária. Desta Conferência resultou a listagem de planos, programas e ações que receberão investimentos do executivo na destinação orçamentária 2000/2001. A relação final está disponível na Secretaria Municipal de Planejamento.

Programa de Melhoria da Qualidade de Vida - PROMEVIDA

O Programa de Melhoria da Qualidade de Vida – PROMEVIDA, desenvolvido em 1995 pela administração municipal de Belo Horizonte, teve por objetivo buscar recursos junto ao BIRD para obras de infra-estrutura urbana em áreas do município ocupadas por famílias de baixa renda, que viviam em situações precárias, seja por habitarem terrenos considerados de risco ou assentamentos caracterizados por críticas condições sanitárias.

O Programa era composto de dois sub-programas, sendo um dedicado ao tratamento de fundos de vales e outro à urbanização de favelas. Em ambos os casos, previu-se ainda, como componente das intervenções propostas, o reassentamento das famílias residentes em áreas de risco geológico e/ou de inundação, bem como daquelas localizadas nas áreas diretamente afetadas pelas obras. Para melhor operacionalização das intervenções, estas foram divididas em 3 componentes, a saber: Saneamento, sob a responsabilidade da SUDECAP com apoio da SLU e da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Urbanização de Vilas e Reassentamento da População, coordenado pela URBEL, e Modernização de Equipamentos, também coordenado pela SUDECAP, mais especificamente pela sua Diretoria de Manutenção.

Apesar de não ter sido implementado (o Promevida foi interrompido na etapa de planejamento) este programa significou alguns avanços, principalmente no que se refere ao componente de tratamento de

fundos de vale, pelo fato de ter suscitado discussões e questionamentos quanto aos critérios utilizados para a priorização de obras de saneamento, bem como quanto à concepção das intervenções de drenagem.

Além das reflexões que contribuíram para a justificativa de se desenvolver um Plano Diretor de Drenagem para o Município, é de especial interesse para o presente trabalho a metodologia utilizada para a priorização de intervenções de saneamento com utilização de indicadores sócio-econômicos por bacia hidrográfica e a avaliação integrada da obra no contexto de outros instrumentos de planejamento municipal em vigor. Para tanto, as bacias dos ribeirões Arrudas e Onça foram sub-divididas em bacias elementares, apresentadas na Figura 31, as quais foram então classificadas segundo critérios de pontuação considerando os seguintes indicadores: área afetada por inundações por quilômetro de córrego; população afetada por inundações por quilômetro de córrego; população residente a 200 metros de cada lado do córrego; população da sub-bacia de contribuição direta do córrego; existência de complementação entre o projeto e outros programas e obras de macro-drenagem, classificação da via correspondente ao projeto de canalização proposto, segundo o Plano Municipal de Classificação Viária. Os 11 córregos contemplados pelo Programa correspondiam também à implantação de vias, interceptores e redes coletoras de esgotos, além de melhorias no sistema de coleta de resíduos sólidos nas áreas correspondentes às respectivas bacias.

Plano de Reestruturação do Transporte Coletivo de Belo Horizonte - BHBUS

Este Plano, conhecido como BHBUS, vem sendo desenvolvido pela BHTRANS desde o início de 1995 visando a reestruturação do transporte coletivo do município, em consonância com as diretrizes do Plano Diretor de Belo Horizonte.

O BHBUS tem entre outras propostas as apresentadas a seguir: implantação de novo esquema de circulação no hipercentro, reduzindo o volume de ônibus e pedestres; priorização do transporte coletivo, com faixas e pistas exclusivas para ônibus; organização dos locais mais solicitados para os embarques de usuários em estações de ônibus, eliminando a característica de terminal aberto existente no hipercentro; e implantação de estações de transferências intermediárias ao longo dos corredores de ônibus e uso de veículos de grande porte (articulado), com acesso de passageiros em ambos os lados, para aumentar a versatilidade de seu uso

Apesar de se tratar de um plano de transportes, sua importância para o Plano Diretor de Drenagem reside no papel estruturante do sistema de transporte que estabelece vetores de expansão e adensamento da malha urbana. Além disso, deve-se considerar que a localização das estações previstas pelo Plano poderá trazer mudanças significativas no uso do solo do entorno onde se instalam, pois elas são potencialmente polarizadoras de população, o que é bastante atraente para determinados usos urbanos, podendo levar a uma renovação da área, com o crescimento de unidades de comércio, serviços e residências multifamiliares verticais, provocando alterações significativas nos cenários existentes no que se refere a densidade de ocupação e vazios urbanos.

Deve-se considerar ainda que as 15 estações que irão compor o sistema, sendo 9 intramodais (ônibus-ônibus) e 6 intermodais (ônibus-trem), por suas características construtivas, ou seja, grande áreas cobertas e plataformas de embarque e desembarque de passageiros, deverão impermeabilizar grandes porções de terreno, aumentando, em alguns trechos, o escoamento superficial nas bacias elementares em que se localizam. Na Figura 32 é mostrada a localização das estações previstas.

FIGURA 31
MACRODRENAGEM DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE - PROMEVIDA

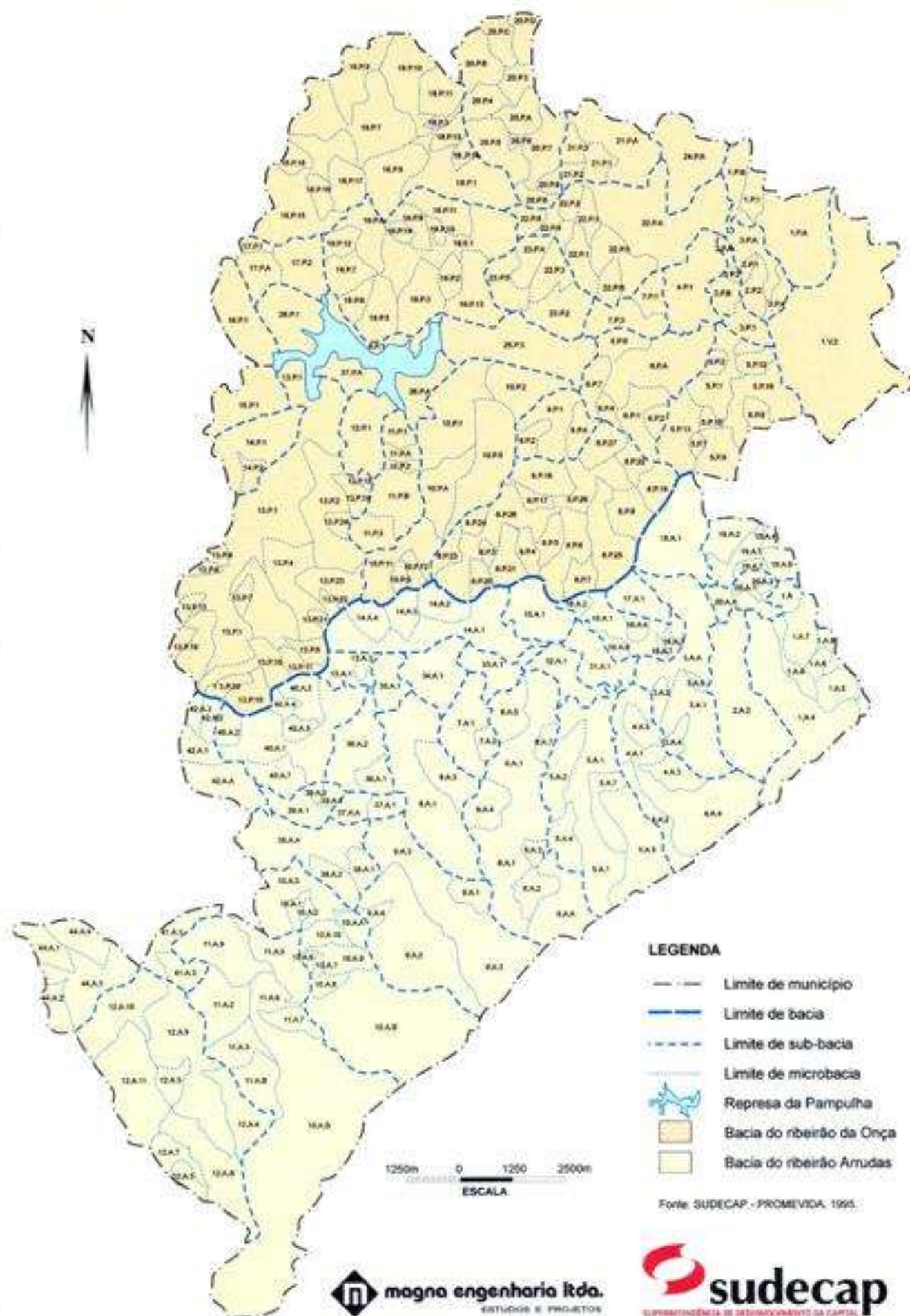
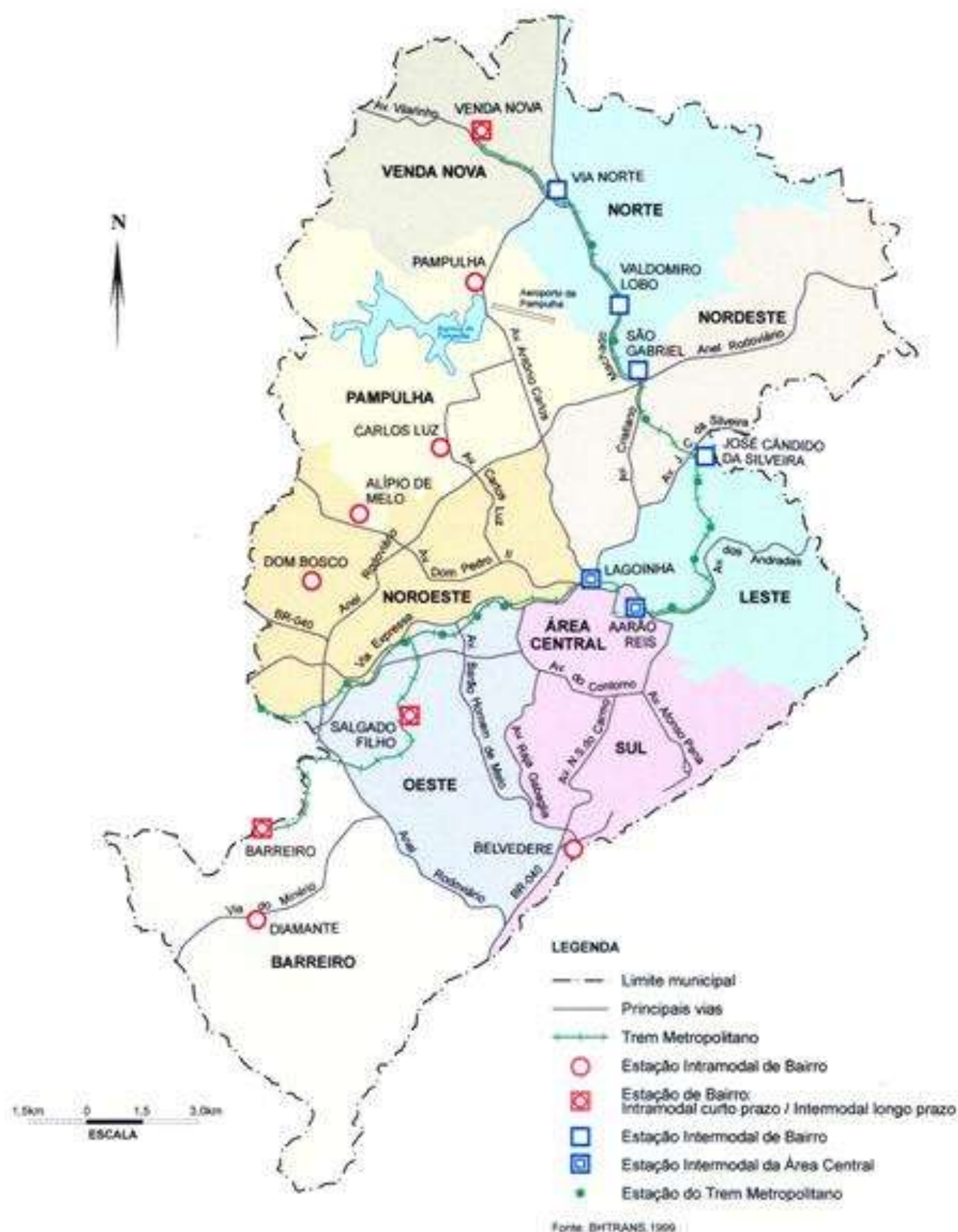


FIGURA 32
ESTAÇÕES DE INTEGRAÇÃO PREVISTAS PARA O MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE



Plano Diretor de Transporte de Passageiros sobre Trilhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte

O Plano Diretor de Transporte de Passageiros sobre Trilhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte foi desenvolvido pela empresa INECO Ingenieria y Economia del Transporte e apresentado à Companhia Brasileira de Trens Urbanos - CBTU em 1999.

O Plano analisa a demanda atual e projetada de transporte coletivo nas várias modalidades disponíveis, propõe uma série de alternativas e seleciona e recomenda, através de um traçado para novas linhas, propostas de localização e dimensionamento das estações, dimensionamento da frota e estimativa de custos.

As linhas recomendadas e o modal operativo proposto são apresentados no Anexo F deste trabalho.

A versão final do Plano Diretor de Transporte de Passageiros sobre Trilhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte já se encontra elaborada. Contudo, não existe um cronograma definido para qualquer ação subsequente. Há a perspectiva de desenvolvimento de estudos básicos para alguns trechos, estando essa possibilidade ainda em discussão junto aos órgãos competentes.

Da mesma forma que o BHBUS, apresentado anteriormente, a importância deste documento para o Plano Diretor de Drenagem reside no fato de que estão previstas intervenções de grande porte no sistema viário da cidade com a implantação de trechos subterrâneos de metrô, o que deverá impactar a rede de drenagem existente. Além disso, a implantação de novas estações estabelece novos vetores de expansão e adensamento da malha urbana, o que deverá influenciar o planejamento do sistema de drenagem nessas áreas.

Plano Diretor Regional de Venda Nova

O Plano Diretor de Belo Horizonte prevê em seu artigo 83 a elaboração de planos diretores regionais como instrumento para sua própria monitorização e cumprimento das diretrizes estabelecidas para as regiões municipais.

Os planos diretores regionais, visando a consolidação do processo de planejamento urbano municipal, têm como principal fundamento a gestão da cidade, realizada a partir da ótica regional, através da descentralização das ações de planejamento e da participação estratégica da população local nas decisões relativas à sua região.

A região de Venda Nova foi a primeira contemplada por um plano regional, recentemente finalizado, do qual participaram vários órgãos da municipalidade. A priorização desta Regional deu-se visando não só a maximização dos investimentos de porte previstos para a região, mas, principalmente, como reforço às iniciativas direcionadas à infra-estrutura de saneamento básico, em especial, às soluções para os graves problemas de inundação ocorridos na avenida Vilarinho.

O Plano compreende basicamente propostas relativas ao desenvolvimento econômico-social, ao ordenamento físico-territorial, à infra-estrutura de serviços e equipamentos urbanos e à gestão urbana regional. Definidos os objetivos estratégicos para a região foram propostos sete cenários que agrupam planos, programas e ações previstas. São eles: Venda Nova do Coração que trata da requalificação da

Área Central de Venda Nova e do reforço aos centros de bairros; Venda Nova Integrada que engloba as propostas relativas às articulações viárias e ao sistema de transportes; Venda Nova Para Todos, que trata dos assentamentos residenciais precários; Venda Nova Limpa, relativo às ações de drenagem e saneamento e Venda Nova Verde, voltado para as áreas verdes.

O cenário que apresenta maior interesse para o Plano Diretor de Drenagem é o Venda Nova Limpa, do qual fazem parte os seguintes programas: Programa de Educação Ambiental, Programa de Monitoramento Hidrológico, Programa de Implantação de áreas de Estocagem de Águas Pluviais e de Recuperação e Proteção de Várzeas de Inundação, Programa de Despoluição dos Cursos D'Água, Programa de Ampliação das Redes de Coleta de Esgotos e Melhoria do Abastecimento de Água, Programa de Implantação de Áreas Oficiais de Bota-Fora, Programa de Ampliação e Melhoria dos Serviços de Limpeza Urbana, Programa de Coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais em Vilas e Demais Áreas de Urbanização Precária.

O Plano apresenta ainda uma priorização das ações previstas, dividida em investimentos estruturantes, complementares, em administração e gestão, em ações normativas, educativas e para negociação.

Dentre os programas e projetos priorizados como investimentos estruturantes estão o Programa de Implantação de Áreas de Estocagem de Águas Pluviais e de Recuperação e Proteção de Várzeas de Inundação e o Programa de Despoluição dos Cursos D'Água, diretamente relacionados às ações a serem empreendidas na região de forma a sanear os problemas de inundações da bacia do Vilarinho.

Além destes programas, há ainda aqueles também definidos como estruturantes, que de forma indireta impactarão positivamente o sistema de drenagem, são eles: Programa de Tratamento de Áreas de Risco, de Tratamento de Loteamentos Precários, de Regularização de Vilas e Conjuntos de Interesse Social.

Avaliação

A principal conclusão é que não se pode abordar o espaço urbano de forma segmentada. A política urbana deve ser única, incorporando todos os aspectos do desenvolvimento e da ocupação do território. Assim as diretrizes de parcelamento, ocupação e uso do solo devem estar sintonizadas com a política de drenagem do município, do mesmo modo que esta deve considerar os diversos aspectos que caracterizam o espaço de intervenção, tanto físicos, quanto sócio- políticos e econômicos.

Este Plano Diretor de Drenagem, em elaboração, constitui um passo importante para o aprimoramento das políticas urbanas, na medida em que se propõe a oferecer uma proposta consciente da necessidade de integração das diversas políticas públicas.

Entretanto, uma vez que sua realização está ocorrendo quando os municípios de Belo Horizonte e Contagem acabaram de elaborar seus Planos Diretores e suas Leis de Ocupação e Uso do Solo, deve-se empreender um esforço especial para que se possa alcançar uma integração efetiva. O campo para isto não será apenas legal, mas também em nível da gestão, o que indica a importância do envolvimento dos diversos órgãos responsáveis pela implementação das políticas públicas na elaboração e discussão do Plano.

Outra recomendação relevante quanto ao planejamento do espaço urbano diz respeito à importância da consolidação de uma política unificada para as questões que extrapolam os interesses municipais, como é o caso da drenagem e de tantas outras no âmbito da região metropolitana. Neste sentido o envolvimento dos municípios de Contagem e Sabará em todas as etapas de desenvolvimento do Plano é fundamental.

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|-----------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão N°: 0 | Data Revisão: 0 | Aprovado por: Coordenador Geral PDDBH / Magna | Pág: 8 |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|--|-----------|

6 – ASPECTOS HIDROLÓGICOS

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão N°: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 9 |

6 – ASPECTOS HIDROLÓGICOS

Os aspectos hidrológicos tratados neste capítulo referem-se, principalmente, à disponibilidade de dados e à caracterização dos regimes pluviométricos e fluviométricos. É apresentado também um resumo sobre os estudos hidrológicos identificados.

6.1 – Disponibilidade de Dados

Neste item analisa-se a disponibilidade de dados pluviométricos e fluviométricos.

6.1.1 – Disponibilidade de Dados Pluviométricos

A rede de informações pluviométricas em funcionamento na cidade de Belo Horizonte e na sua vizinhança pertence a entidades nacionais, estaduais e municipais. Esta rede consiste de 14 pluviômetros, dos quais 12 estão em funcionamento. Existem vários outros postos com pluviômetros, nos quais são realizadas leituras diárias de precipitação (Quadro 14). Ao final deste item será apresentado um resumo das principais informações e características dos postos pluviográficos. A localização dos postos é apresentada na Figura 33. Um relatório de visita realizado em alguns postos pluviométricos e fluviométricos da cidade é apresentado no Anexo G.

Os principais aspectos relativos à rede pluviométrica observados são os seguintes:

Os postos da rede da SUDECAP que operam desde o início de 1999 estão instalados em locais adequados e possuem dados que permitem discretização temporal de até 5 minutos (papel diário);

Os postos mais antigos permitem uma identificação temporal da variabilidade da precipitação em Belo Horizonte quanto aos riscos de ocorrência;

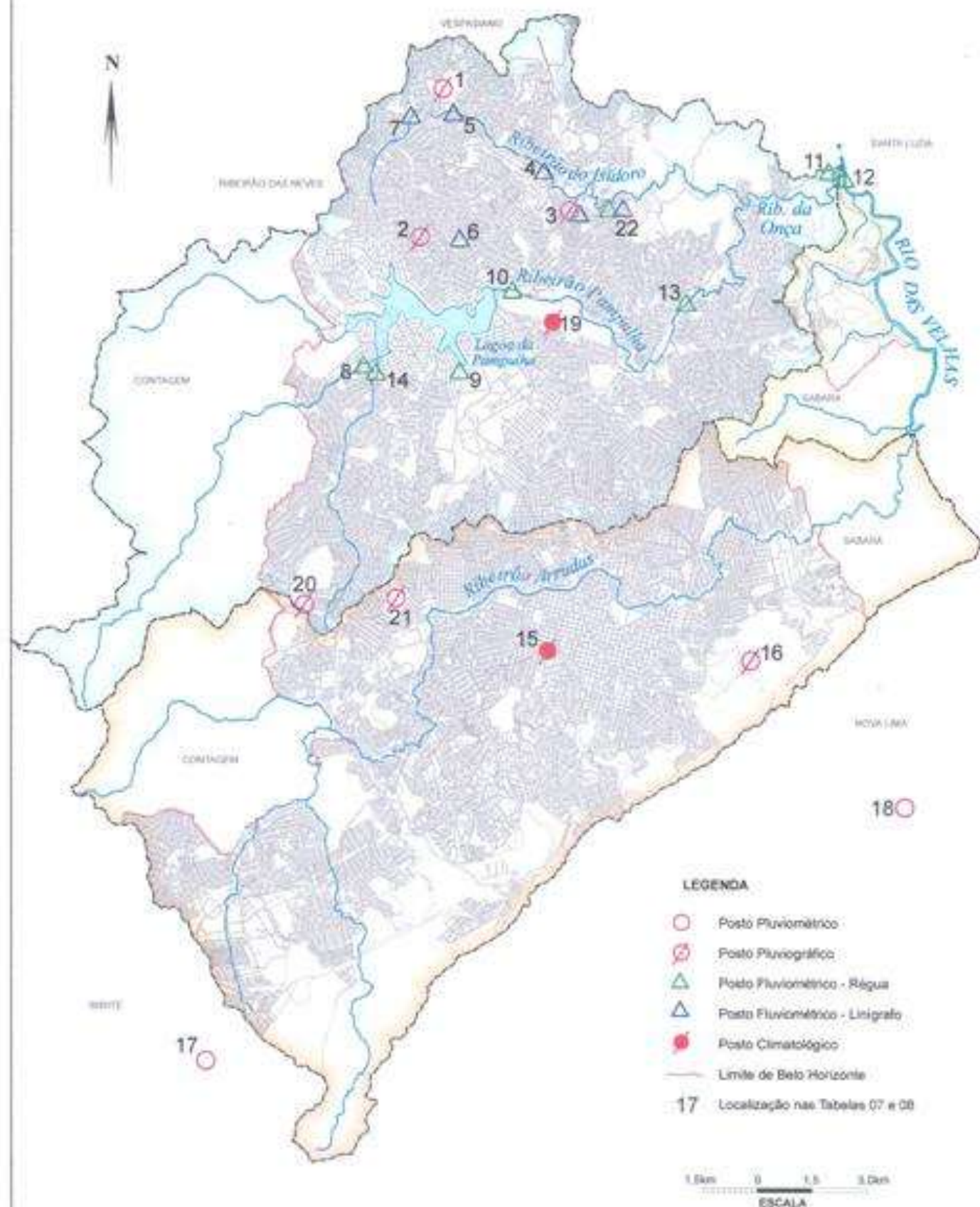
Apesar do número de postos pluviométricos na cidade, existem áreas com cobertura deficiente de precipitação, como na cabeceira do ribeirão Arrudas e no divisor deste com o ribeirão da Onça.

Com o aumento de postos pluviográficos na fase seguinte do projeto, será possível estudar melhor a distribuição temporal e espacial da precipitação. Nos estudos futuros para implementação da rede de monitoramento, recomenda-se:

Rever a distribuição espacial dos postos pluviográficos, visando atender o comportamento das bacias de maior interesse na cidade de Belo Horizonte;

Estudar a ampliação da rede pluviométrica visando ampliar a cobertura espacial da cidade. Neste caso, deve-se procurar aumentar a cobertura na bacia do ribeirão Arrudas e nos divisores onde existe a tendência de ocorrerem precipitações superiores devido a orografia (Mapa de isoietas - Figura 35)

FIGURA 33
LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS HIDROMETEOROLÓGICOS



Quadro 14 – Características dos Postos Pluviométricos e Pluviográficos

Os postos pluviométricos são postos que possuem apenas uma leitura de precipitação por dia, portanto não registram a variação da precipitação dentro do dia. O conhecimento desta variação é essencial para identificar as precipitações que produzem os efeitos mais críticos nas bacias urbanas, que possuem resposta muito rápida.

Os postos pluviográficos são postos que registram a precipitação ao longo do tempo. Estes postos podem possuir registradores do tipo mecânico ou eletrônico. Os registradores mecânicos têm limite de resolução temporal. Os postos com papel diário permitem resolução de até 5 minutos, enquanto que os que possuem papel com troca semanal geralmente permitem resolução de no mínimo 30 minutos. Como o comportamento do escoamento é muito rápido na cidade, é importante que a resolução seja de pelo menos 5 minutos. Os equipamentos eletrônicos não possuem grande restrição com relação à resolução, mas quanto à capacidade de armazenamento de dados. Uma outra limitação dos equipamentos mecânicos são o erro no tempo do relógio do equipamento. Como o tempo é essencial na identificação dos processos na bacia urbana, estes erros podem dificultar a identificação correta da relação precipitação-vazão nas bacias urbanas. O ideal é que os equipamentos sejam eletrônicos, onde o erro é menor. No entanto, dos postos existentes na bacia, apenas um possui registrador eletrônico e foi recentemente instalado.

Na Tabela 07, mostrada a seguir, estão apresentados os postos climatológicos e pluviográficos localizados em Belo Horizonte, com dados disponíveis.

Tabela 07 – Postos Climatológicos e Pluviográficos em Belo Horizonte

| N | CÓDIGO | ESTAÇÃO | MUNICÍPIO | ENTIDADE | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE | INÍCIO | FIM | TIPO |
|----|---------|-------------------------|----------------|----------|------------|------------|----------|---------|---------|------|
| 1 | PVL-06 | SESC | B.Horizonte | SUDECAP | 19° 47'26" | 43° 58'50" | | 1/1999 | (2) | PV |
| 2 | PVL-07 | COPASA | B. Horizonte | SUDECAP | 19° 49'14" | 43° 59'36" | | 1/1999 | | PV |
| 3 | PCD-08 | D. Bosco | B. Horizonte | SUDECAP | 19° 49'12" | 43° 57'15" | | 1/1999 | | PV |
| - | 1943009 | Vespasiano | Vespasiano | ANEEL | 19°41' 14" | 43°55' 15" | 676 | 4/1941 | - | PV |
| - | 1943010 | Caeté | Caeté | ANEEL | 19°54' 02" | 43°40' 03" | 840 | 6/1941 | - | PV |
| 16 | 1943022 | Caixa de Areia | Belo Horizonte | ANEEL | 19°56'42" | 43°54'45" | 950 | 12/1940 | - | PV |
| - | 1943049 | Pte Raul Soares | Lagoa Santa | ANEEL | 19°33'00' | 43°54'00" | 652 | 1/1963 | - | PV |
| 15 | 1943054 | Lourdes | Belo Horizonte | INMET | 19°56'00" | 43°56'00" | 915 | 1/1966 | 11/1969 | PV |
| 15 | 1943054 | Raja Gabaglia (1) | Belo Horizonte | INMET | 19°56'00" | 43°56'00" | 915 | 11/1969 | - | PV |
| - | 1943055 | Horto | Belo Horizonte | INMET | 19°54'00" | 43°55'00" | 850 | 3/1910 | - | PVC |
| - | 1944004 | Ponte Nova do Paraopeba | Betim | ANEEL | 19°56'58" | 44°18'06" | 721 | 3/1941 | - | PV |

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|---|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão N°: 0 | Data Revisão: 0 | Aprovado por: Coordenador Geral PDBH / Magna | Pág: 12 |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|---|------------|

| N | CÓDIGO | ESTAÇÃO | MUNICÍPIO | ENTIDADE | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE | INÍCIO | FIM | TIPO |
|----|---------|----------------|----------------|----------|-----------|-----------|----------|--------|-----|------|
| - | 1944009 | Pedro Leopoldo | Pedro Leopoldo | ANEEL | 19°37'00" | 44°02'00" | 698 | 5/1941 | - | PV |
| 20 | 1944065 | Usina de Gás | Belo Horizonte | CEMIG | 19°54'00" | 44°00'00" | 928 | 1985 | - | PV |
| 18 | 2043002 | Lagoa Grande | Nova Lima | ANEEL | 20°10'00" | 43°58'00" | 1350 | 1923 | - | PV |

(1) O posto da Raja Gabaglia substituiu o de Lourdes, desativado em 1969, adotando o mesmo código; PV – pluviômetro; C climatológico (2) o posto foi desativado em 11/5/1999 e reativado em 24/8/1999; N número utilizado na Figura 6.1 (3) não foram relacionados postos desativados por outras entidades;

Fontes: As informações foram obtidas do boletim de estações pluviométricas da ANEEL e dos relatórios da HDC para a SUDECAP

6.1.2 – Disponibilidade de Dados Fluvimétricos

A rede de informações fluvimétricas em funcionamento compõe-se de 13 postos. Sendo muito recente, possui várias limitações quanto aos dados e quanto a sua operacionalidade. Nenhum posto possui série fluvimétrica na área urbana que permita uma avaliação do escoamento ao longo dos últimos anos (Quadro 15). Na Tabela 08, são apresentadas algumas características dos postos com informações fluvimétricas e na Figura 33 a localização dos mesmos.

Quadro 15 – Características dos Postos Fluvimétricos

Existem postos fluvimétricos com duas leituras diárias, geralmente realizadas às 7h e 17h e postos com registradores automáticos. Os primeiros não observam toda a evolução do hidrograma. Os postos com apenas 2 leituras diárias são úteis para bacias grandes, onde o hidrograma não varia muito dentro do dia e possui tempo de concentração superior a 12 h. Para bacias rápidas, com baixo tempo de concentração, é necessário possuir um linígrafo que registre ao longo do tempo a variação dos níveis.

O linígrafo também pode possuir registrador mecânico e eletrônico, com os mesmos condicionantes do pluviômetro. Também aqui é recomendável que os registradores sejam eletrônicos.

O linígrafo pode possuir diferentes tipos de sensores para medição de nível, sendo que em áreas urbanas, devido às características das seções estreitas e à grande velocidade e excesso de material sólido transportado, os sensores de pressão apresentam-se mais eficientes.

Os primeiros sete postos com coleta de informações fluvimétricas foram instalados pela SUDECAP dentro do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico da Bacia Hidrográfica da Pampulha. Nestes postos, que dispõem de régua linimétrica para medição do nível de água e coleta de amostras de sedimentos, são feitas duas leituras de nível de água diárias (7 h e 17h). No Anexo H é apresentada uma análise destes postos quanto à informação disponível.

Postos com apenas duas leituras em bacias de pequena área de drenagem e baixo tempo de concentração, perdem grande parte das informações referentes as inundações (Quadro 16) sendo utilizados, somente, para registrar vazões mínimas. Por outro lado, os postos apresentaram alguns problemas nas vazões mínimas que devem ser revisados. Esta rede foi implementada para quantificação da produção de sedimentos, sendo assim, os mesmos podem ser úteis para estimar a produção de material sólido, durante a estiagem ou períodos médios, mas dificilmente será possível utilizá-los para estimar os sedimentos durante as inundações, com apenas dois valores diários. Estes postos podem ser utilizados também para avaliar a qualidade da água pluvial, mas recomenda-se que a rede seja revisada, quanto aos aspectos detectados em cada posto, descritos no Anexo H.

Tabela 08 – Características dos Postos Fluviométricos

| Nº | CÓDIGO SUDECAP | ESTAÇÃO | RIO OU RIBEIRÃO | TIPO | LATITUDE | LONGITUDE |
|----|----------------|---------------|-----------------|-----------|-------------|-------------|
| 08 | 01 | Sarandi | Sarandi | Régua | 19° 51' 44" | 44° 0' 19" |
| 14 | 02 | Ressaca | Ressaca | Régua | 19° 52'20" | 43° 59'54" |
| 09 | 03 | Mergulhão | Mergulhão | Régua | 19° 51'57" | 43° 58' 34" |
| 10 | 04 | Aeroporto | Pampulha | Régua | 19° 50'41" | 43° 57'43" |
| 13 | 05 | Rib. de Abreu | do Onça | Régua | 19° 50'48" | 43° 54' 56" |
| 11 | 06 | P C. Eduardo | do Onça | Régua | 19° 49'02" | 43° 52'43" |
| 12 | 07 | P C. Eduardo | das Velhas | Régua | 19° 48'59" | 43° 52'43" |
| 22 | FVL-01 | Cr. Machado | Vilarinho | Rég/Liníg | 19° 49'13" | 43° 56'38" |
| 07 | FVL-02 | Civilização | Vilarinho | Régua | 19° 48'21" | 43° 59'22" |
| 06 | FVL-03 | Sinfonia | do Nado | Régua | 19° 51'57" | 43° 58'34" |
| 04 | FVL-04 | Shop. Norte | Vilarinho | Linígrafo | 19° 48'58" | 43° 57'12" |
| 15 | FVL-05 | Vilarinho | Vilarinho | Linígrafo | 19° 48'08" | 43° 59'04" |
| 03 | PCD-08 | Dom Bosco | do Nado | Linígrafo | 19° 40'12" | 43° 57'15" |

OBS: Régua: suas observações diárias 7 h e 17h; linígrafo: medição contínua; para o período disponível consulta anexo H.

A Rede de Monitoramento Hidrológico das Bacias Hidrográficas dos Córregos Vilarinho e Nado foi implantada, visando aprimorar os estudos de controle de inundações destas bacias. São seis postos fluviométricos distribuídos ao longo dos córregos, dos quais dois são de leitura de nível, em dois horários por dia, e quatro possuem linígrafos. Os postos com apenas duas leituras têm as mesmas limitações citadas no item anterior.

Os postos com linígrafos instalados em canais (três) não possuem medição de vazão, e dois deles apresentaram problemas com relação ao sensor de bóia.

Verificou-se que os postos com sensores de pressão são os mais adequados. O relatório da empresa responsável pela implementação e operação da rede, também detectou que as instalações introduzidas dentro dos condutos, provocaram obstruções ao escoamento, gerando turbulência, além de reter material sólido, criando condições anômalas, que dificultam a estimativa da vazão.

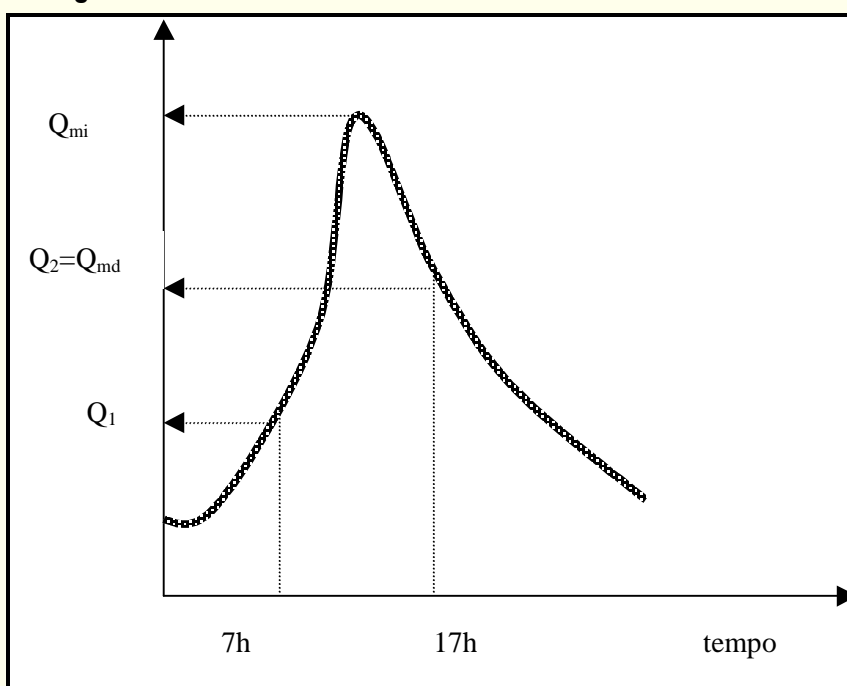
Um dos postos com linígrafo foi instalado em seção aberta. Este posto é promissor quanto ao uso dos seus dados, mas necessita de incremento de medições de vazões para cotas altas.

Os postos necessitam de uma revisão quanto à consistência dos seus dados, bem como de uma localização mais adequada, já que foram observadas anomalias, que podem estar relacionadas com a própria concepção da rede de drenagem. O período disponível de dados apresentou poucos eventos de cheias, mas é possível identificar, preliminarmente, alguns eventos, de dois destes postos, para serem utilizados em conjunto com as informações sobre precipitação, para ajuste de modelos hidrológicos.

Quadro 16 – Limitações dos Dados de Apenas Duas Leituras Diárias

Para bacias com tempo de pico ou de concentração pequeno, a diferença entre o valor instantâneo (Q_{mi}) e o máximo de duas leituras é maior. A influência da velocidade do escoamento na bacia (ou tempo de deslocamento do escoamento) pode ser observada a seguir.

Figura 34 – Vazão Máxima Diária e Vazão Máxima Instantânea



No Anexo H foram identificados os períodos de dados de cada posto com suas falhas, e analisadas as condições básicas das informações disponíveis.

Considerando os postos fluviométricos disponíveis, observa-se o seguinte:

Não existem dados fluviométricos na bacia do ribeirão Arrudas, sendo que todos os postos concentram-se na bacia do ribeirão da Onça;

A maioria dos postos possuem apenas duas leituras diárias, que não atendem ao interesse do Plano Diretor de Drenagem, já que o hidrograma de cheia não é medido apenas com estes valores, devido ao pequeno tempo de concentração das bacias;

Existem poucas medições de vazão para estimativa da curva-chave e definição da série de vazão. Este problema é maior nos postos com linígrafos em canais revestidos;

Os dados de uma das bacias permitem a identificação de alguns eventos, o que permitirá o início de simulações com modelos de Precipitação-Vazão.

Está previsto, em estudos subsequentes, a implementação de uma rede de postos fluviométricos, para monitoramento das enchentes. Neste sentido recomenda-se o seguinte:

Revisão da rede existente, procurando aproveitar os postos que apresentaram bons resultados, aumentando as medições, equipando-os com linígrafos e relocando-os quando necessário;

Complementação da rede existente através da implantação de postos, em bacias representativas do desenvolvimento urbano de Belo Horizonte;

Revisão dos procedimentos e consistência dos dados disponíveis;

Determinação das vazões, e definição da curva-chave de cada posto, através de campanhas de medições;

Estabelecimento de um programa de amostragem de parâmetros de qualidade da água;

Instalação, em todos os postos, de equipamentos automáticos de registros de vazões e níveis, priorizando-se o seguinte: (a) equipamentos eletrônicos, já que os equipamentos mecânicos de registro dos dados apresentam muitos problemas para bacias com grande variação de nível em tempo curto, além da deficiência do relógio; (b) utilização de equipamentos inteligentes para registro dos valores com intervalo de tempo variável, em função da alteração dos níveis ou da ocorrência da precipitação.

6.1.3 – Comentários

Uma rede de monitoramento adequada permitirá a médio e longo prazo reduzir os custos relacionados com a drenagem urbana, na medida em que os projetos sejam dimensionados com parâmetros estimados com base na realidade da cidade de Belo Horizonte e não de dados de literatura de ambientes com características urbanas, geológicas e cobertura diferentes.

Além disso, será possível verificar as ações que se implementarão após o Plano de Drenagem Urbana, tanto quantitativamente como qualitativamente, pelo monitoramento de parâmetros de qualidade da água.

6.2 – Estudos Hidrológicos

Neste item apresentam-se: um histórico dos estudos desenvolvidos para a cidade de Belo Horizonte, os estudos pluviométricos existentes e considerações sobre vazão máxima e hidrogramas de projeto.

6.2.1 – Histórico

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 16 |

Uma revisão histórica dos estudos hidrológicos desenvolvidos para a cidade de Belo Horizonte foi feita, tendo como marco inicial o ano de 1960, e finalizando com artigo apresentado no XIII Simpósio de Recursos Hídricos, realizado em Belo Horizonte em dezembro de 1999. Um resumo dos trabalhos, com as suas principais características, é apresentado no Anexo I, onde para cada estudo foi sintetizado seu conteúdo, destacando os aspectos relacionados com a hidrologia das bacias urbanas de Belo Horizonte.

O primeiro trabalho apresenta a técnica utilizada, à época, na cidade, baseada no método Racional, denominada, segundo seu autor, I-PAI-WU. Os estudos seguintes analisam eventos ocorridos e suas conseqüências, ou desenvolvem estudos de bacias específicas. Verifica-se, no entanto, que, em 1974 e 1975, foi desenvolvido um estudo que resultou na instalação de um posto fluviométrico. O posto foi desativado e os dados não foram identificados. Observa-se que a maioria dos estudos desenvolveram-se a partir de observações das conseqüências das cheias, na tentativa de uso de modelos matemáticos da literatura. Não se verificam estudos que priorizam a coleta de dados para tornar os modelos mais úteis à realidade local.

Pode-se observar também o uso de técnicas mais apropriadas que o método Racional para bacias de maior porte, como a divisão em sub-bacias e a propagação ao longo dos canais do escoamento. No entanto, os estudos, geralmente, não fazem distinção entre o tempo de concentração das bacias rurais e urbanas, o que compromete os resultados, considerando que o tempo de concentração se reduz com a urbanização, aumentando a intensidade.

Nos anos 90, verifica-se que parte importante dos estudos converge para alternativas de detenção. Este é um reflexo de mudança de tendência na visão dos pesquisadores e engenheiros quanto às soluções de controle da drenagem.

6.2.2 – Estudos Pluviométricos

O Estudo IDF de Belo Horizonte remonta ao trabalho de Otto Pfastetter (Chuvas Intensas do Brasil), que determinou esta relação com base em dados da cidade (Pfastetter, 1959). Mais recentemente o estudo de Pinheiro e Naghettini (1998), buscou regionalizar a IDF para a Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Portanto, existem vários estudos realizados sobre as precipitações máximas pontuais na cidade. Este tipo de informação é utilizado em conjunto com o método Racional. Entretanto, para bacias de maior porte (acima de 20 km²) a máxima pontual não ocorre sobre toda a bacia, sendo necessário conhecer como se distribuem espacialmente as tormentas. Essa informação será importante para determinar o hidrograma de projeto em bacias maiores que a citada.

A distribuição espacial pode ser estimada pela altura-duração- probabilidade (Tucci, 1993). Este tipo de método requer um número grande de pluviógrafos cobrindo a área em estudo. Apesar de não existir uma cobertura ideal, a quantidade atual de postos é razoável para desenvolver este tipo de relação.

Para a elaboração de projetos, além da distribuição espacial, é necessário também conhecer melhor a distribuição temporal das precipitações em Belo Horizonte. Existem vários métodos, mas a verificação dos mesmos, utilizando-se dados locais será importante, para os citados hidrogramas de projeto.

6.2.3 – Vazão Máxima e Hidrograma de Projeto

O método do I-PAI-WU tem sido utilizado para dimensionamento, na cidade de Belo Horizonte, em bacias de diferentes tamanhos. Este baseia-se no Método Racional (Quadro 17), relacionando suas bases com o hidrograma triangular. Por outro lado, mantém a maior limitação do Método Racional que parte do princípio de que: *o tempo de duração da precipitação é igual ao tempo de concentração da bacia*. Esta simplificação somente é válida para bacias pequenas, ou de pequeno tempo de concentração, porque dificilmente a duração de uma precipitação de intensidade constante ocorrerá por um período muito longo.

Quadro 17 – Características dos Modelos Utilizados em Áreas Urbanas

A transformação da precipitação em vazão pode ser simulada por diferentes modelos hidrológicos, resumidamente descritos abaixo:

O *método Racional* utiliza a intensidade da precipitação e um coeficiente de escoamento para determinar a vazão máxima, adotando como princípio o tempo de concentração igual ao tempo de duração da precipitação. Este tipo de modelo é recomendável para bacias com área inferior a 2 km² e somente determina a vazão máxima da bacia.

Modelos que estimam o hidrograma de cheia: Existem várias configurações de modelos hidrológicos utilizados para a determinação do hidrograma de cheia. Estes modelos sub-dividem a bacia em sub-bacias de características semelhantes, determinam a vazão de cada sub-bacia por métodos de separação de escoamento e propagam, no devido tempo, o escoamento através do sistema de drenagem.

Geralmente estes modelos possuem dois módulos: *Bacia* que calcula a vazão de entrada no sistema de drenagem; *Rede* que calcula o escoamento através da rede de pluviais.

O modelo SCS utiliza funções nas quais os parâmetros estão relacionados com o tipo e o uso do solo. Este modelo tem sido muito usado em bacias urbanas para determinar o escoamento que chega no sistema de drenagem pluvial (módulo bacia).

O modelo Muskingun-Cunge tem sido utilizado para propagação do escoamento através do sistema de drenagem, quando os efeitos de controle de jusante (remanso) não ocorrem no sistema de drenagem ou são desprezíveis. O modelo hidrodinâmico (nas suas diferentes configurações numéricas) é utilizado na propagação quando existem vários efeitos dinâmicos no fluxo, que resultem em controles de jusante.

Observa-se ainda que, nos últimos anos, vários estudos foram realizados com base em modelos hidrológicos, que parcelam as bacias em sub-bacias com características específicas, e que métodos como o do SCS e a propagação por Muskingun têm sido utilizados na determinação do hidrograma de projeto.

Esta metodologia tem sido utilizada no dimensionamento das detenções que foram projetadas em conjunto com o modelo de Pulz para reservatório. Este modelo deverá ser ampliado, através do uso de outros modelos hidrodinâmicos, que permitem levar em conta os efeitos de remanso e controles de jusante, que ocorrem nas áreas urbanas, principalmente em Belo Horizonte, onde o efeito das grandes velocidades faz com que o escoamento atinja rapidamente as confluências.

6.2.4 – Comportamento Pluviométrico

O regime pluviométrico de Belo Horizonte é típico de um clima subtropical com precipitações intensas no verão e inverno seco. A precipitação média anual na cidade é da ordem de 1500 mm, com gradientes de precipitação crescente com altitude, como pode ser observado na Figura 35.

Em Belo Horizonte, predominam eventos pluviais na direção NW-SE e as formações frontais que se deslocam do Sul do continente e chuvas convectivas de verão, que se formam em pequenas áreas. Devido à topografia local é possível, também, observar alguma influência orográfica junto à Serra do Curral. Na Figura 35 observa-se um crescimento de precipitação de 1500 mm para 1800 mm numa área de altitudes mais elevadas.

As precipitações convectivas, típicas de verão, são geralmente as mais críticas para as pequenas bacias, devido à grande intensidade. Somado ao baixo tempo de concentração das bacias, as vazões ficam excessivamente altas. Este tipo de precipitação apresenta grande variabilidade espacial, o que exige uma melhor cobertura espacial de observação.

Analisando-se a Tabela 09, é possível comparar as precipitações intensas de 1 hora de duração e risco de 10 anos que ocorrem em Belo Horizonte com as que ocorrem em algumas cidades brasileiras. Pode-se observar que o valor de Belo Horizonte é equivalente ao de Curitiba, maior que o de Porto Alegre e menor que o de cidades do trópico úmido como Belém e Manaus.

Tabela 09 – Precipitação máxima de 1 hora com tempo de retorno de 10 anos (Pfastetter, 1959)

| LOCAL | PRECIPITAÇÃO (mm) |
|----------------|-------------------|
| Belo Horizonte | 52,8 |
| Porto Alegre | 46,8 |
| Manaus | 66,0 |
| Belém | 62,4 |
| Curitiba | 52,8 |

Ao longo do tempo foram desenvolvidos vários estudos Intensidade-Duração- Freqüência (IDF) na cidade de Belo Horizonte. O mais antigo foi o apresentado por Pfastetter em 1959.

Este último foi desenvolvido com base em 13 anos de série. Freitas e Souza (1972) desenvolveram outra curva com base em 31 anos de dados para o mesmo posto, ou seja, o de Lourdes (Tabela 07).

A IDF deste posto foi atualizada ao longo do tempo, à medida que a série aumentava de tamanho. Versiani apresentou a IDF para os postos do Horto e Raja Gabaglia, sendo que na realidade, este último posto substituiu o posto de Lourdes (Tabela 07).

Recentemente Pinheiro e Naghettini (1998) apresentaram uma IDF regional para a Região Metropolitana de Belo Horizonte. No estudo foram utilizados 10 postos pluviográficos da RMBH obtendo-se a seguinte expressão:

$$i = \frac{0,76542.P_j^{0,536}.\mu_{T,d}}{d^{0,7059}} \quad (07)$$

Onde i é a intensidade em mm/h; d a duração em horas; P precipitação total anual média, obtida do mapa de isoietas; $\mu_{T,d}$ quartil adimensional obtido de tabela gerada pelos autores.

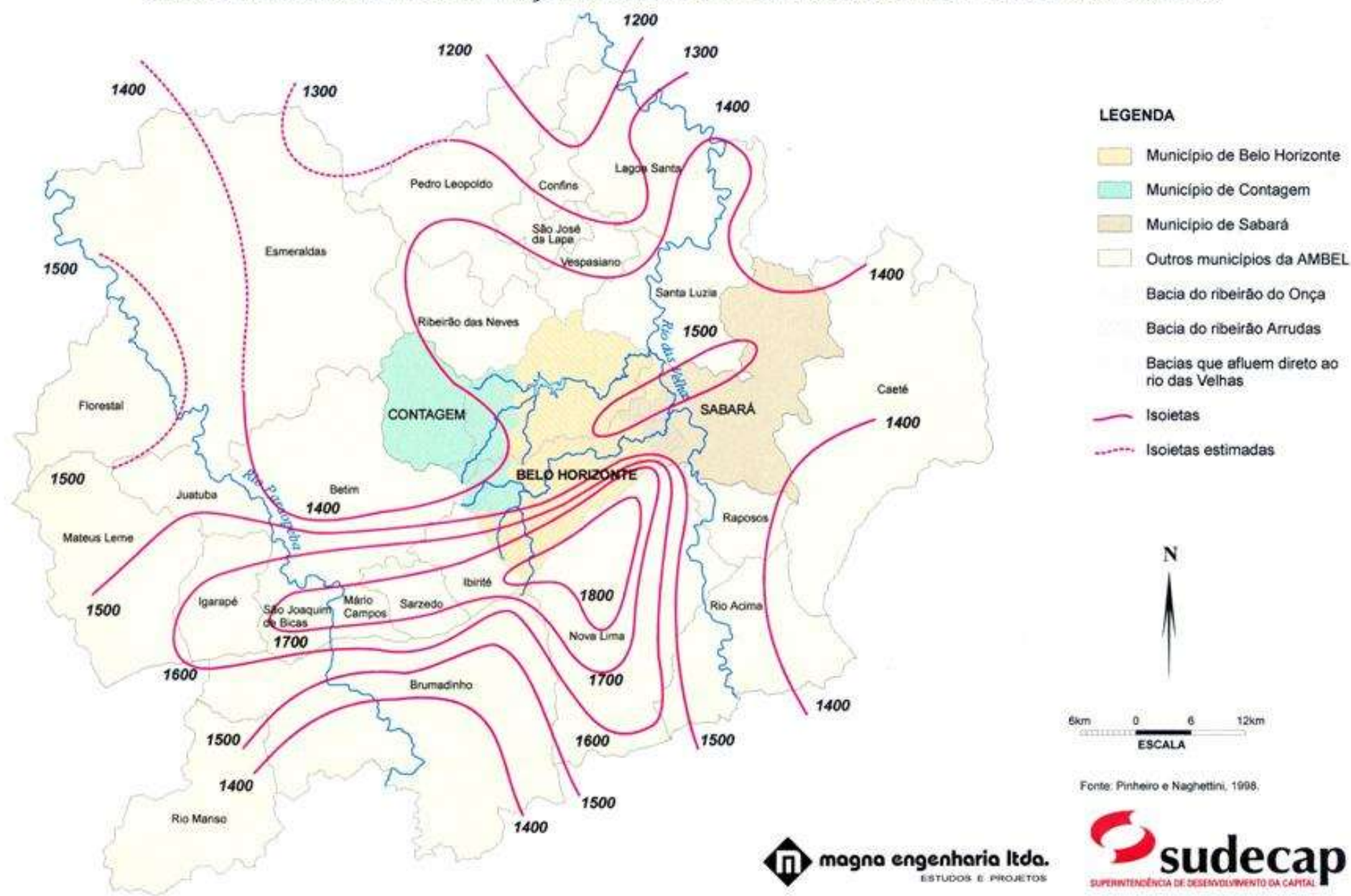
6.3 – Comportamento do Escoamento

Os dois grandes sistemas de macrodrenagem da cidade de Belo Horizonte são o ribeirão da Onça (212 km²) e o ribeirão Arrudas (206,7 km²). Parte da cabeceira destas bacias encontram-se em Contagem (24,2 % do ribeirão da Onça e 13% do Arrudas). O trecho inferior do Arrudas encontra-se no município de Sabará (8% do total). Os dois ribeirões escoam para o rio das Velhas.

As bacias hidrográficas destes ribeirões apresentam alto grau de urbanização sobre um relevo bastante acidentado, o que gera vazões de pico muito altas devido à velocidade do escoamento nas ruas e canais revestidos. Dos 330 km de rede de drenagem, cerca de 210 km estão canalizados, produzindo as velocidades referidas. Este sistema de canalização é predominantemente em galerias enterradas, denominados canais revestidos fechados, verificando-se, apenas, cerca de 27 km em canais abertos.

A distribuição da precipitação, a intensidade da urbanização e canalização e a capacidade existente dos sistemas são os condicionantes básicos, da ocorrência de inundações ao longo da cidade no período chuvoso. O incremento das vazões máximas devido à urbanização, aumentaram a ocorrência das inundações e seus impactos nos últimos anos.

FIGURA 35
MAPA DE ISOIETAS DE PRECIPITAÇÕES MÉDIAS ANUAIS PARA A REGIÃO DO PLANO DIRETOR



7 – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão N°: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 1 |

7 – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS

Alguns dos problemas relacionados com sedimentos e sólidos totais no ambiente urbano são:

ocupação urbana em áreas de risco, como regiões de grande declividade, desprovidas de sistema de drenagem. Em situações como esta, principalmente em épocas chuvosas, o carreamento de material sólido, compromete estruturalmente as áreas urbanizadas, ocasionando acidentes fatais e ainda, aumentando a produção de sedimentos, que se desloca para o sistema de drenagem;

coleta e disposição de lixo inadequadas. Em geral, parte da população residente em bairros de urbanização precária, joga lixo nas ruas e no sistema de drenagem; por outro lado, a limpeza das ruas e sua frequência são insuficientes;

falta de controle sobre a movimentação da terra nos canteiros das obras.

A deposição de material sólido ao longo da rede de drenagem reduz a eficiência do sistema de esgotamento de águas das cidades, gerando frequentemente inundações localizadas em diferentes pontos da área urbana. O custo de coleta de qualquer volume, antes de sua entrada na rede de drenagem, é muito menor do que uma vez depositado ao longo dos condutos de águas pluviais.

Neste capítulo é inicialmente apresentado um resumo dos aspectos de geologia, solos e hidrogeologia. A seguir são destacados os aspectos relacionados com a produção de sedimentos em áreas urbanas. No Quadro 18 são apresentados alguns comentários sobre o levantamento dos dados existentes afetos a este subsistema.

7.1 – Geologia, Solos e Hidrogeologia

As características geológicas, de solo e relevo são elementos que influenciam na produção de sedimentos urbanos.

A geologia do município registra processos muito antigos, que remontam ao Pré-Cambriano, com rochas do Complexo Granito-Gnáissico de Belo Horizonte, do Super Grupo Minas (Grupos Itabira, Piracicaba e Sabará), e, em proporções bastante reduzidas do território, rochas intrusivas de idade desconhecida e formações superficiais cenozóicas, como sedimentos aluvionares e cangas lateríticas.

As formas de relevo, solos e as principais características dos aquíferos estão condicionadas pelos litotipos dos domínios geológicos (Quadro 18).

No Complexo Granito-Gnáissico dominam colinas de topo plano e arqueado e encostas policonvexas ao nível altimétrico de 800-900 m, ocorrendo subordinadamente espigões com encostas de média a alta declividade e nível altimétrico entre 900 e 1100 m. A modelagem das colinas é resultante do intemperismo e dissecação fluvial, enquanto que, para os espigões, estudos recentes creditam responsabilidade à reativação neocenozóica de planos de fraqueza estrutural, para conformação morfológica. Os solos residuais possuem espessura variável, sendo mais espessos nos topos dos espigões dos Bairros Engenho Nogueira e Nova York, passando de média espessura nas colinas à pequena espessura ou ausente nas proximidades de afloramentos (ver Figura 10, já apresentada).

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 2 |

Quadro 18 – Levantamento de Documentos sobre Geologia, Geotécnica e Sedimentologia

Foram identificados vários documentos relativos ao *Subsistema Geologia, Geotecnia e Sedimentologia*, que de alguma forma atua na drenagem urbana.

Os documentos foram selecionados com base nos seguintes critérios: a inserção nas unidades espaciais da área municipal, a cronologia dos estudos, os temas principais de cada documento e a caracterização do conteúdo. As análises realizadas quantificaram e sistematizaram os documentos cadastrados.

Foram identificados 54 documentos, com predominância dos estudos relativos à sedimentologia. Os principais documentos referem-se a diagnósticos pontuais de assoreamentos de lagos urbanos, planos para reabilitação dos reservatórios e projetos executivos, principalmente na região da bacia de contribuição da Lagoa da Pampulha, tendo sido cadastrados ainda, documentos relativos à Barragem de Santa Lúcia e do córrego Acaba Mundo.

Deve-se destacar, entre os documentos disponíveis para a região da Lagoa da Pampulha, os dados gerados a partir de dois monitoramentos de sedimentos, o primeiro realizado em 1985 e o segundo em 1999. Juntamente com o monitoramento de sedimentos, realizado em 1999, estão sendo desenvolvidas análises físico-químicas e, ainda, o monitoramento hidrogeológico da bacia e da região da Lagoa da Pampulha. No anexo K são apresentadas algumas tabelas com dados coletados; Este item é tratado com maior detalhe mais adiante.

Com relação à sedimentologia, os dados disponíveis restringem-se à Região da Pampulha e, mesmo neste caso, apesar dos esforços de monitoramento, a interpretação dos resultados, correlacionando os sedimentos às fontes de sedimento, ainda não foi realizada. No escopo dos estudos desta fase do Plano Diretor de Drenagem, o mapeamento da macrodrenagem inclui a localização dos pontos de sedimentação existentes, e que futuramente terão importância acentuada para a compreensão espacial do fenômeno.

Os solos e mantos de alteração são os principais mananciais de água subterrânea nas áreas do embasamento. Constituem um aquífero poroso, com profundidade média de 20 a 30 metros e vazões normalmente baixas, da ordem de 5 a 10 m³ por hora. Os aquíferos relacionados à reativação de fraturas neocenozóicas são anisotrópicos, heterogêneos, com espessura variável e de baixa produtividade. Não estão disponíveis os dados de transmissividade, coeficiente de armazenamento e de permeabilidade destes aquíferos, no município de Belo Horizonte. A análise estatística dos fotolineamentos revelou que a porção com maior densidade de fraturas localiza-se ao norte do município.

Considerando-se a espessura do manto de decomposição das rochas, a área com melhores condições de reservação de água subterrânea é a da Pampulha.

No complexo metasedimentar dominam a diversidade litoestrutural e morfológica e o relevo acidentado, marcado pela fisiografia da serra do Curral, com altitudes variando de 1100 a 1500 m. As rochas possuem direção geral NE-SW, mergulho para SW, e encontram-se estratigraficamente invertidas. As

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 3 |

coberturas superficiais são, em grande parte, caracterizadas por afloramentos e litossolos. Os aquíferos e aquíferos sobrepostos apresentam características diversas, que proporcionam a ocorrência de aquíferos confinados localmente e com circulação e armazenamento profundo. Os principais aquíferos do Super Grupo Minas, que ocorrem no território de Belo Horizonte, são os do Grupo Piracicaba, representados pelos quartizitos das formações Cercadinho e Taboões. A formação Gandarela, do Grupo Itabira, com seus dolomitos, forma um aquífero com grande potencial hídrico. Poucos poços foram perfurados nestas rochas dentro do município, não sendo disponíveis as informações sobre os parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos.

O mapa de zoneamento geológico apresenta, como resultados, compartimentos que integram o parcelamento do território quanto a fundações, dinâmica das vertentes e estabilidade de taludes, e comportamento dos materiais do substrato. Contudo não foram realizados ensaios de solo para determinação da resistência a esforços.

7.2 – Estágios da Produção de Material Sólido no Desenvolvimento Urbano

No desenvolvimento urbano são observados alguns estágios distintos da produção de material sólido na drenagem, conforme descrição a seguir:

no estágio inicial: quando ocorre modificação da cobertura da bacia com retirada da sua proteção natural, o solo fica desprotegido e a erosão aumenta no período chuvoso, com consequente aumento da produção de sedimentos. Esta situação ocorre, por exemplo, quando um loteamento é implantado, devido à abertura das vias e às construções nos lotes que geram grandes movimentos de terra, e, ainda, na construção de grandes áreas. Nesta fase existe predominância de sedimentos, com pequena produção de lixo;

no estágio intermediário: quando parte da população já está estabelecida, ainda verifica-se importante movimentação de terra devido a novas construções, e à produção de lixo da população instalada soma-se o processo de produção de sedimentos;

no estágio final: quando praticamente todas as superfícies urbanas estão consolidadas, resulta apenas a produção de lixo, com menor parcela de sedimentos de algumas áreas em construção ou sem cobertura consolidada.

7.3 – Produção de Sedimentos

Neste item apresentam-se as características da produção de sedimentos em áreas urbanas e, especificamente, em Belo Horizonte.

7.3.1 – Características da Produção de Sedimentos

A produção de sedimentos em bacias urbanas revela-se uma questão complexa, pela dificuldade de dados sobre o assunto. Neste sentido, para melhor qualificar este tema, é apresentado, um resumo das informações existentes no contexto da realidade brasileira, seguido de uma abordagem das informações existentes para Belo Horizonte.

A produção de sedimentos em algumas cidades brasileiras é apresentada na Tabela 10, incluindo, em Belo Horizonte, a produção na bacia da Pampulha.

Na Figura 04 pode-se observar a evolução da produção de sedimentos numa área urbana, o que caracteriza bem os estágios descritos anteriormente.

Tabela 10 - Estimativa de Sedimentos Depositados na Drenagem Urbana para Algumas Cidades Brasileiras

| CURDO D'ÁGUA E CIDADE | CARACTERÍSTICA DA FONTE | VOLUME (m³/Km².ANO) | REFERÊNCIA |
|--|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Rio Tietê, em São Paulo | Sedimentos dragados | 393 | Nakae e Brighetti (1993) |
| Tributários do Rio Tietê em São Paulo. | Sedimentos de fundo | 1400 | Lloret Ramos et al. (1993) |
| Lagoa da Pampulha, em Belo Horizonte | Sedimentos de 1957 a 1994 | 2436 | Oliveira e Baptista (1997) |
| Arroio Dilúvio, em Porto Alegre | Sedimentos dragados | 750 | DEP (1993) |

Na Figura 36 são apresentadas as curvas de limites superior e inferior para concentração de sedimentos em suspensão, em função da vazão específica. Estas curvas foram obtidas com dados de São Paulo. Na mesma figura foram plotados os mesmos dados calculados para cinco locais, conforme o Programa de Monitoramento Hidrosedimentológico da Região da Pampulha.

Considerando que o núcleo mais central da capital encontra-se num estágio de urbanização consolidado, a produção de sedimentos nesta área é baixa, ou seja, encontra-se no estágio final. Neste caso, os resíduos sólidos gerados pela população constituem a parcela significativa do volume que chega à rede de drenagem.

A produção de sedimentos é significativa nas áreas de expansão da cidade, devido aos seguintes aspectos:

- são áreas com baixa densidade de ocupação urbana;
- apresentam as maiores declividades, porque incluem as cabeceiras dos córregos que afluem aos ribeirões;
- os novos loteamentos e o movimento de terra nas obras, deixam o solo praticamente desprotegido;
- verifica-se forte capacidade abrasiva do material em suspensão na água, devido à presença de compostos de ferro nos sedimentos, o que tem provocado a erosão, por abrasão mesmo nas superfícies de concreto dos canais revestidos, sobretudo na margem direita do ribeirão Arrudas.

O planejamento das ações de controle da produção de sedimentos para a próxima etapa deve prever:

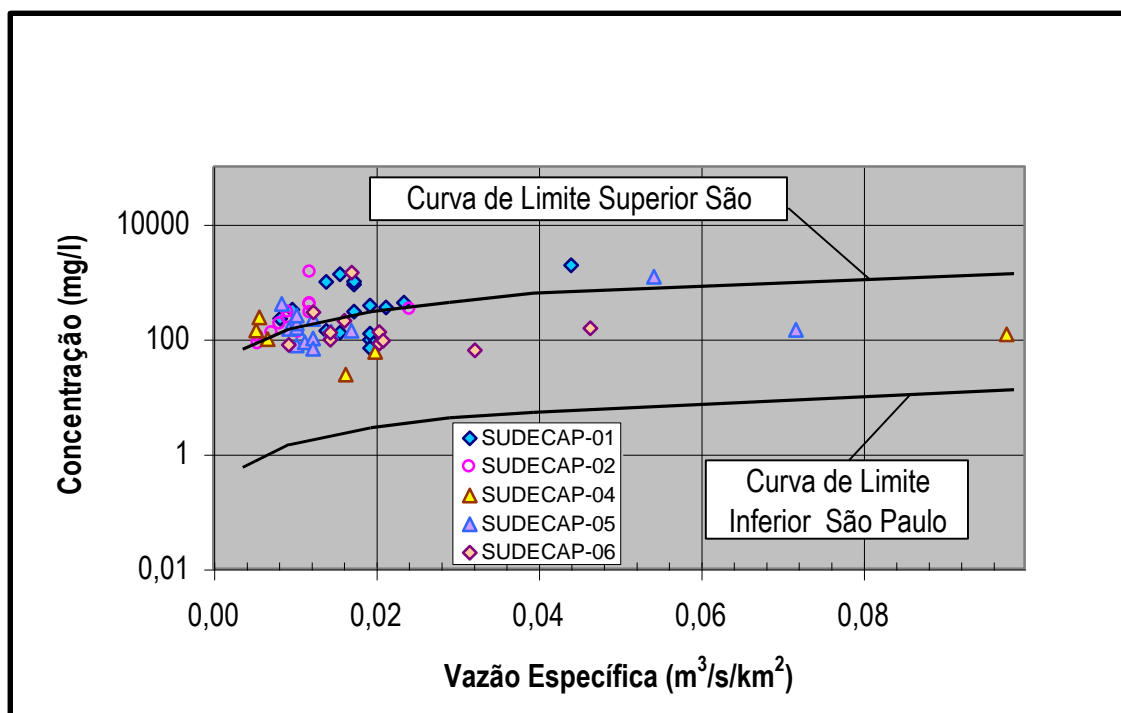
- definição dos pontos críticos e prioritários;

estabelecimento de padrões de controle da erosão para as construções urbanas e obras em geral;

proteção das áreas descobertas;

definição de áreas próprias para retenção de parte dos volumes de sedimentos.

Figura 36 – Concentração de Sedimentos Suspensos em Função da Vazão Específica na Bacia do Ribeirão da Onça - Belo Horizonte



Entre as causas da degradação do sistema de drenagem e do assoreamento de reservatórios, despontam formas de uso e ocupação irregulares do solo urbano. Entre essas formas podem-se citar: os depósitos clandestinos de resíduos sólidos (entulho e lixo), os desmoronamentos ou enchentes em áreas de risco, os loteamentos em desconformidade com as características técnicas.

As áreas degradadas e abandonadas por minerações constituem também uma irregularidade praticada no município. A degradação da drenagem em função de minerações ocorre ainda no caso das dragagens de areia, que são efêmeras e estão em constante deslocamento, dificultando o trabalho dos fiscais.

Sobre o tema da erosão em áreas urbanas, foram realizados muitos diagnósticos relativos a Belo Horizonte, que, entretanto, tornam-se defasados pela ausência de monitoramento.

Ressalta-se que, na maior parte dos casos, foram utilizados métodos indiretos de pesquisa, como técnicas de sensoriamento remoto para localização dos focos erosivos e medidas indiretas para o dimensionamento do aporte de sedimentos. Exceção deve ser feita para os estudos de erosão urbana, da tese de mestrado da Geóloga Cláudia Sanctis Viana, com o apoio da FAPEMIG, concluído em 2000.

Neste estudo intitulado “Caracterização dos Processos Erosivos no Município de Belo Horizonte – Uma Contribuição à Gestão Ambiental e ao Planejamento Urbano”, estão localizados os principais pontos de erosão em Belo Horizonte, conforme pode ser observado na Figura 37. Com base nesta indicação, poderão ser planejadas as medidas de controle e monitoramento da problemática relacionada aos sedimentos e sua implicação com o sistema de drenagem, na implementação da Segunda Etapa do PDDBH. Na Tabela 11, observam-se por exemplo alguns pontos críticos, e sua localização conforme a Bacia Elementar.

O Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Lagoa da Pampulha – PROPAM, em andamento, contempla estudos de monitoramento sistemático, como os Estudos Sedimentológicos e Hidrogeológicos, contratados junto à CPRM, pela SUDECAP.

Complementarmente, foram realizados estudos com levantamento de campo para a localização de processos erosivos.

Os pontos amostrados foram:

Estação SUDECAP-01: Próximo a foz do Córrego Sarandí e reservatório da Lagoa da Pampulha (Bacia Elementar Nº 4130100).

Estação SUDECAP 02: Próximo a foz do Córrego Ressaca e reservatório da Lagoa da Pampulha. (Bacia Elementar Nº 4130800).

Estação SUDECAP 04: A jusante do reservatório da Lagoa da Pampulha, no Ribeirão da Pampulha. (Bacia Elementar Nº 4131200).

Estação SUDECAP 05: Trecho inicial do Ribeirão da Onça a montante do Ribeirão Isidoro. (Bacia Elementar Nº 4130001).

Estação SUDECAP 06: Trecho junto a foz do Ribeirão da Onça próximo ao Rio das Velhas (Bacia Elementar Nº 4130006).

7.3.2 – Características dos Sedimentos em Belo Horizonte

A produção de sedimentos em Belo Horizonte mostrou-se significativa, principalmente na bacia da Pampulha, que, depois da construção da barragem de mesmo nome, apresentou grande assoreamento, perdendo boa parte de seu volume de armazenamento. Pode ser constatado na Figura 36, a localização de pontos acima da curva de limite superior obtida para São Paulo.

Os principais fatores que influenciam a erosão na cidade são:

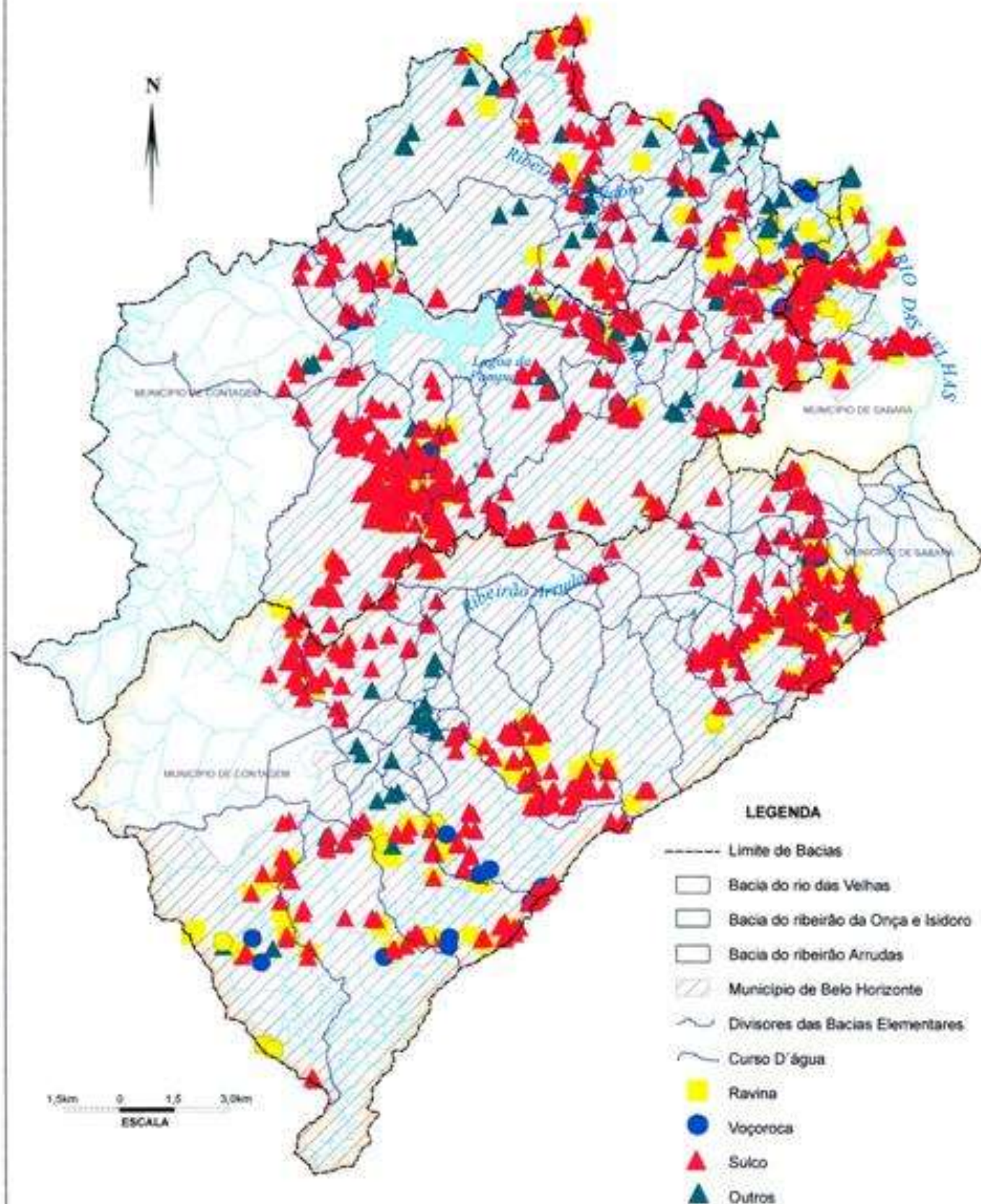
geologia;

relevo;

intensidade da precipitação;

uso do solo urbano.

FIGURA 37
PRINCIPAIS PONTOS DE EROSÃO EM BELO HORIZONTE



Fonte: MAGNA ENGENHARIA LTDA - SUDECAP
PODBH-2000

As características de geologia e relevo favorecem a alta produção de sedimentos, pois a grande declividade das superfícies urbanas, aumenta de forma significativa a vazão líquida e a sólida. A variabilidade da declividade do terreno em diferentes locais da cidade é significativa. Nas áreas de expansão, onde as ruas são de terra e existem manejo do solo para construção de casas, edifícios ou outros empreendimentos, a erosão é significativa, tendo, como consequência, a redução da capacidade do sistema de drenagem, ocasionado pelo assoreamento dos canais. As precipitações intensas, associadas ao tipo de relevo, criam condições de erodibilidade crítica do solo.

TABELA 11 – Bacias Elementares Críticas Conforme Processos Erosivos

| CÓDIGO DA BACIA | NOME DO CÓRREGO/RIBEIRÃO | BACIA HIDROGRÁFICA |
|------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 4130800 | Ressaca | Ribeirão da Onça |
| 4120300 | São José | Afluente do Rio das Velhas |
| 4131200 | Ribeirão Pampulha | Ribeirão da Onça |
| 4131900 | Sem Nome | Ribeirão da Onça |
| 4130002 | Onça | Ribeirão da Onça |
| 4130003 | Onça | Ribeirão da Onça |
| 4130600 | Mergulhão | Ribeirão da Onça |
| 4131000 | Engenho Nogueira | Ribeirão da Onça |
| 4140900 | Macacos | Ribeirão Isidoro |
| 4140300 | Floresta | Ribeirão Isidoro |
| 4140400 | Embira | Ribeirão Isidoro |
| 4131600 | Gorduras | Ribeirão da Onça |
| 4110400 | Olhos D'água (ARB) | Ribeirão Arrudas |
| 4110700 | Cercadinho | Ribeirão Arrudas |
| 4110300 | Água Branca | Ribeirão Arrudas |
| 4111600 | Leitão | Ribeirão Arrudas |
| 4112600 | Navio | Ribeirão Arrudas |
| 4112700 | Taquaril | Ribeirão Arrudas |
| 4112900 | Freitas | Ribeirão Arrudas |
| 4113000 | Cachorro Magro | Ribeirão Arrudas |
| 4113100 | Olaria | Ribeirão Arrudas |
| 4111400 | Piteiras | Ribeirão Arrudas |
| 4112200 | Cardoso | Ribeirão Arrudas |

8 – RESÍDUOS SÓLIDOS

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão N°: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 10 |

8 – RESÍDUOS SÓLIDOS

O estudo deste tema em separado deve-se ao reconhecimento dos graves problemas provocados no sistema de drenagem pela deposição de resíduos sólidos carregados pelas águas pluviais ou lançados diretamente nos canais e fundos de vale. Seu desenvolvimento foi feito a partir de dados secundários obtidos nos respectivos órgãos responsáveis pelos serviços de limpeza urbana, nas Prefeituras de Belo Horizonte, Contagem e Sabará.

8.1 – Produção de Lixo

Quando uma área urbana já encontra-se consolidada, os sólidos produzidos nas respectivas bacias são oriundos principalmente dos resíduos produzidos pelas populações residentes. Neste caso a variação das quantidades e do tipo de resíduos que se dirigem às redes de drenagem dá-se, principalmente, em função, dos seguintes aspectos:

- Abrangência dos tipos de serviços de limpeza urbana;
- Freqüência e cobertura dos serviços de coleta de lixo;
- Freqüência e cobertura dos serviços de limpeza das ruas;
- Forma de disposição do lixo pela população;
- Freqüência da precipitação

No Quadro 19 são apresentados alguns valores de produção de lixo e conseqüente retenção na drenagem.

Quadro 19 – Produção de Lixo em Áreas Urbanas

A produção de lixo no Brasil é da ordem de 0,5 a 0,8 kg/pessoa/dia, mas não existem informações sobre a quantidade de lixo que fica retido na drenagem. Mesmo em nível internacional, informações que podem aferir este tipo de impacto são reduzidas, considerando-se que os valores citados referem-se, normalmente, a quantidades coletadas e não aos volumes que deixam de ser coletados. Em San José, California, o lixo que chega na drenagem foi estimado em 4 lb/pessoa/ano, resultando 1,8 lb/pessoa/ano em condutos e ruas. (Larger et al, 1977). Para o Brasil este volume deve ser maior, considerando que muitas vezes a rede de drenagem é utilizada como depósito de lixo.

8.2 – Coleta de Resíduos Sólidos em Belo Horizonte, Contagem e Sabará

A seguir é apresentado um resumo sobre a coleta de resíduos sólidos em Belo Horizonte e nos municípios que integram as bacias em estudo. Maiores detalhes sobre o assunto, incluindo dados relativos a outros estudos realizados, são apresentados no Anexo J deste relatório.

8.2.1 Lixo

Segundo dados da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte a coleta de lixo no município apresenta uma cobertura de 91% da área urbana, considerando uma população de 2,5 milhões. Os serviços de coleta, planejados segundo 10 Divisões de Limpeza Urbana, são diários e noturnos na divisão Centro e parte da Sul, diurnos e diários no restante da divisão sul e diurnos e alternados nas demais divisões como ilustrado na Figura 38.

Este dado restringe-se, entretanto, aos serviços de coleta do lixo domiciliar que, para ser recolhido, deverá estar devidamente acondicionado e posicionado em local que faz parte do itinerário de coleta, o qual é previamente planejado. Desta forma, não estão incluídos neste percentual os resíduos produzidos e não devidamente acondicionados, tais como objetos volumosos descartados (pneus, móveis e eletrodomésticos velhos, por exemplo), pequenos volumes de entulho, ou mesmo matéria orgânica resultante de capina ou poda realizada por particulares, dentre outros. Além disto, observa-se que há grande coincidência entre áreas de difícil acesso correspondentes a assentamentos precários, e portanto não atendidas por serviços de coleta porta a porta, e os locais críticos sob o ponto de vista da drenagem, como os fundos de vale e áreas de risco geológico. A Figura 39 ilustra a distribuição dos pontos críticos de deposição de lixo em logradouros públicos por Região Administrativa, levantados a partir do conhecimento empírico e vistorias de campo realizadas por técnicos das Divisões de Limpeza Urbana da SLU.

A Tabela 12, apresentada a seguir, contém dados de cobertura dos serviços de coleta estimados para vilas e favelas de todo o município, com base em dados populacionais fornecidos pela URBEL. Apenas as informações relativas às regiões já contempladas com diagnósticos específicos (Leste, Oeste e Venda Nova) foram consolidadas a partir dos dados primários obtidos em campo.

Com relação aos dados de coleta, são relevantes as informações geradas pelos estudos realizados em 1991 e 1995 pela SLU para caracterização da composição dos resíduos sólidos em Belo Horizonte. Ambos geraram parâmetros de produção de lixo por divisão de limpeza urbana, composição gravimétrica e balanço de massa, sendo que o estudo mais recente introduziu também variáveis de sazonalidade. Dentre os dados mais relevantes, os quais têm sido inclusive utilizados como parâmetros de planejamento pela SLU, destacam-se a produção média *per capita*, igual a 600 g/hab/dia, o peso específico médio de 150 kg/m³ e a predominância de 67% de matéria orgânica no lixo domiciliar.

Atualmente são coletadas cerca de 4000 toneladas diárias de resíduos sólidos, dos quais aproximadamente 1500 toneladas referem-se à coleta regular de lixo domiciliar e 370 toneladas de resíduos oriundos de logradouros públicos, dentre os quais se incluem aqueles resultantes dos serviços de varrição. Cerca de 300 toneladas/dia são direcionadas à reciclagem. A maior parte dos resíduos é encaminhada para o único aterro sanitário em funcionamento na cidade, localizado às margens da BR-040, na Região Noroeste do Município, cuja vida útil tem término previsto para o ano 2002. Com a implantação de melhorias tecnológicas neste aterro, as quais incluem a otimização dos espaços destinados às células e, futuramente, a reutilização das mesmas depois de estabilizadas, este prazo poderá ser estendido. O Quadro 20, destaca o Plano Diretor de Resíduos Sólidos, contratado pela SLU em 1995.

Encontra-se em fase de licenciamento ambiental a implantação do segundo aterro sanitário do município a ser localizado na região Nordeste, com vida útil prevista de vinte anos.

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|---|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão Nº: 0 | Data Revisão: 0 | Aprovado por: Coordenador Geral PDBH / Magna | Pág: 12 |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|---|------------|

FIGURA 38
ORGANIZAÇÃO DO SERVIÇO DE COLETA DOMICILIAR

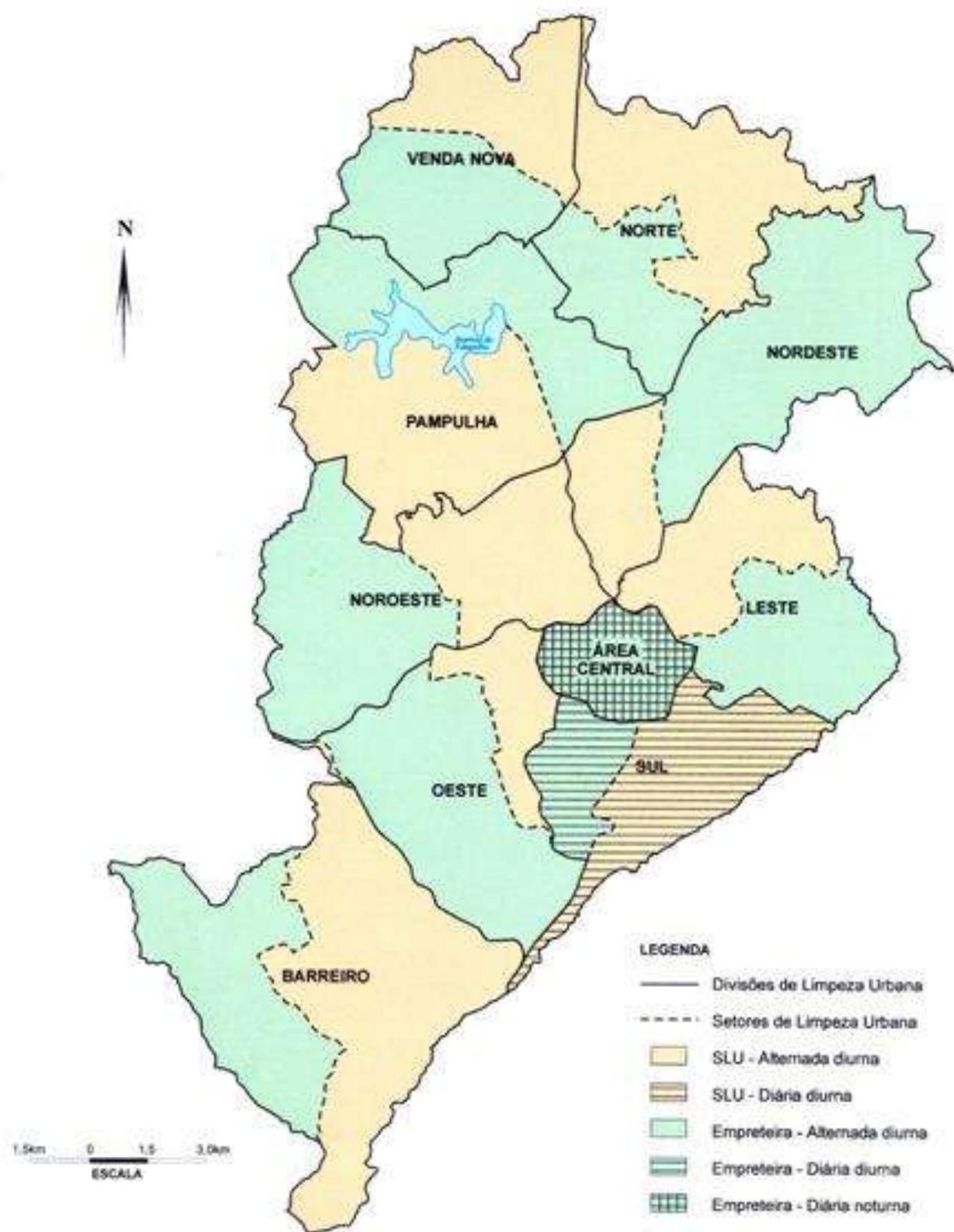
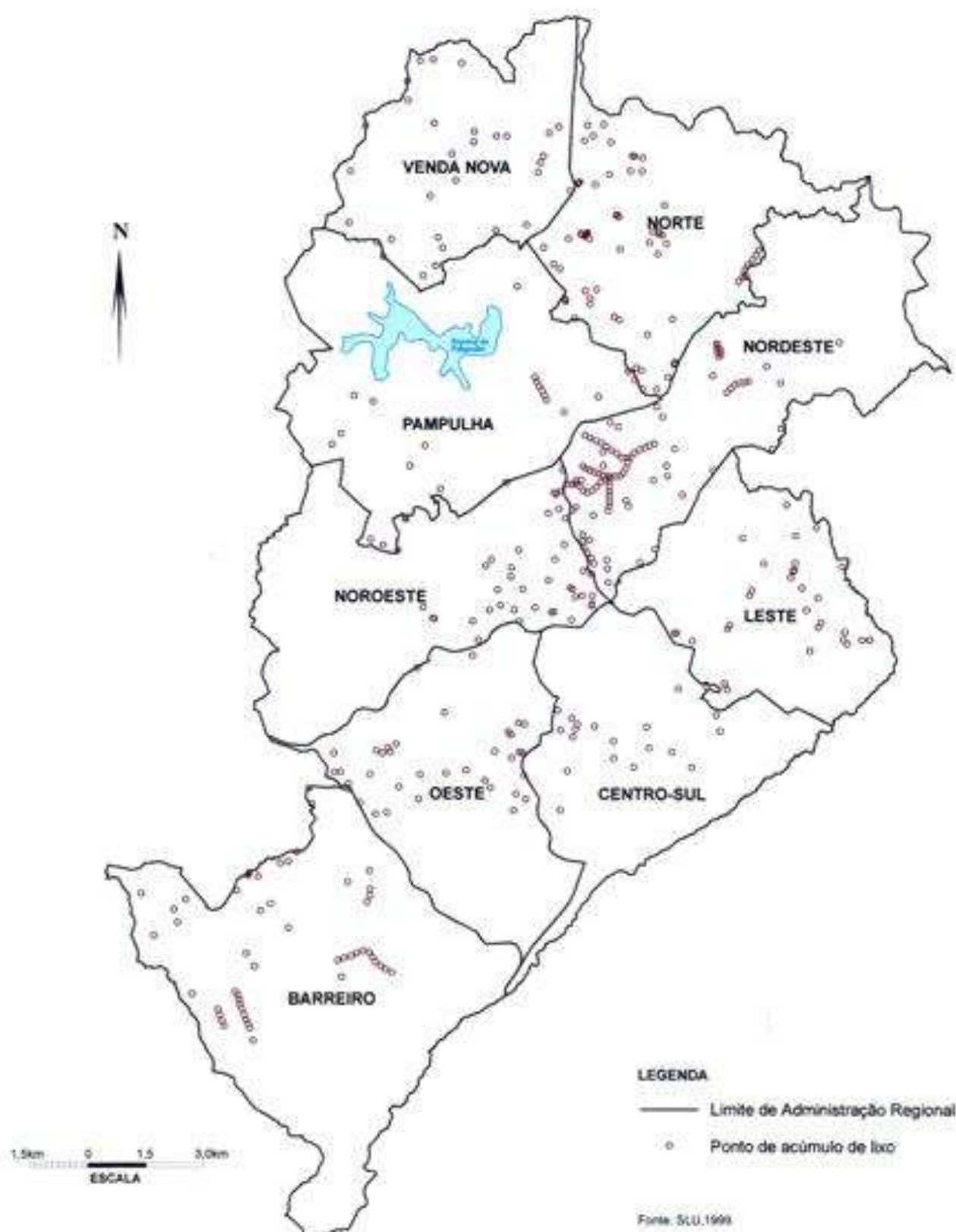


FIGURA 39
PONTOS CRÍTICOS DE DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM LOGRADOUROS



No município de Contagem os serviços de coleta sob a responsabilidade da Superintendência de Limpeza Pública-SLP, também são realizados por distritos regionalizados, tendo como destino final o aterro municipal localizado no bairro Perobas, em funcionamento desde 1997 e com vida útil prevista para até o ano 2020. Tratando-se de um município cuja base econômica é eminentemente industrial, deve se observar que este aterro, que recebe atualmente cerca de 500 toneladas/dia, foi licenciado pelo COPAM, órgão ambiental do Estado, apenas para receber resíduos domiciliares. Ocorre, no entanto, que, com a desativação do aterro do CINCO (antigo lixão de Contagem), as indústrias que o utilizavam como destino final de qualquer tipo de resíduo, ficaram sem alternativa, pelo menos para os resíduos que não se enquadram naquela categoria, não havendo, portanto, controle do que vem ocorrendo com os demais resíduos

Quadro 20 – Plano Diretor de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Belo Horizonte conta com um Plano de Atualização e Reestruturação dos Serviços de Limpeza Urbana, contratado em 1995 pela SLU. Concluído em 1996, este documento, apesar de encontrar o modelo de gerenciamento de resíduos sólidos do município já concebido e um sistema de planejamento dos serviços de limpeza urbana em pleno funcionamento, teve importante papel na consolidação de informações e procedimentos ainda não sistematizados. Suas conclusões e recomendações foram, em 1997, revistas pela SLU, e posteriormente adaptadas às políticas e práticas do Órgão, traduzidas nos programas e serviços implantados e programados. Em 2000, por ocasião do licenciamento ambiental do novo aterro sanitário previsto para a área da antiga Fazenda Capitão Eduardo, localizada na região nordeste do município, foi desenvolvido o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, atualmente em vigor. Estes documentos encontram-se fichados no volume anexo dedicado à síntese dos principais trabalhos pesquisados.

Tabela 12 – Cobertura por Serviços de Coleta em Vilas e Favelas
Assessoria de Vilas e Favelas da SLU / Março de 2000

| DIVISÃO DE LIMPEZA PÚBLICA | POPULAÇÃO (HAB.) | ATENDIMENTO (%) | ATENDIMENTO (HAB.) | SEM ATENDIMENTO (%) | SEM ATENDIMENTO (HAB) |
|----------------------------|------------------|-----------------|--------------------|---------------------|-----------------------|
| Barreiro | 29759 | 59% | 17449 | 41% | 12310 |
| Leste | 52570 | 75% | 39548 | 25% | 13022 |
| Nordeste | 31333 | 73% | 22992 | 27% | 8341 |
| Noroeste | 43784 | 77% | 33732 | 23% | 10052 |
| Norte | 17967 | 92% | 16516 | 8% | 1451 |
| Oeste | 80232 | 69% | 55714 | 31% | 24518 |
| Pampulha | 7046 | 80% | 5606 | 20% | 1440 |
| Sul | 62798 | 78% | 49162 | 22% | 13636 |
| Venda Nova | 31614 | 61% | 19285 | 39% | 12329 |
| Total | 357103 | 73% | 260004 | 27% | 97099 |

Fonte: Assessoria de mobilização Social da SLU; Obs: Não estão incluídos os conjuntos habitacionais.

Segundo dados fornecidos pela SLP, a cobertura por serviços de coleta em Contagem é de cerca de 92% dos domicílios urbanos, sendo estimada uma produção média *per capita* de aproximadamente 580 g/dia.

Segundo dados fornecidos pela SLP, a cobertura por serviços de coleta em Contagem é de cerca de 92% dos domicílios urbanos, sendo estimada uma produção média *per capita* de aproximadamente 580 g/dia. A coleta é alternada e diurna nas regiões predominantemente residenciais (Ressaca, Petrolândia, Nacional, Nova Contagem e parte da Central) e diária e noturna no distrito comercial do Eldorado (Região Central). Não são gerados outros dados relativos às características dos resíduos coletados, mas, segundo o Plano Diretor de Limpeza Pública, desenvolvido em 1997 como componente do PROSAM, o peso específico médio do lixo domiciliar em Contagem é de 253,8 kg/m³.

Da mesma forma que em Belo Horizonte, a cobertura dos serviços de limpeza urbana em Contagem refere-se apenas à coleta domiciliar, e é estimada para o universo correspondente a uma população total de 585 000 habitantes. O nível de atendimento parece superestimado, como também o número de habitantes do município (o IBGE estima a população de 528.000 habitantes para 2000).

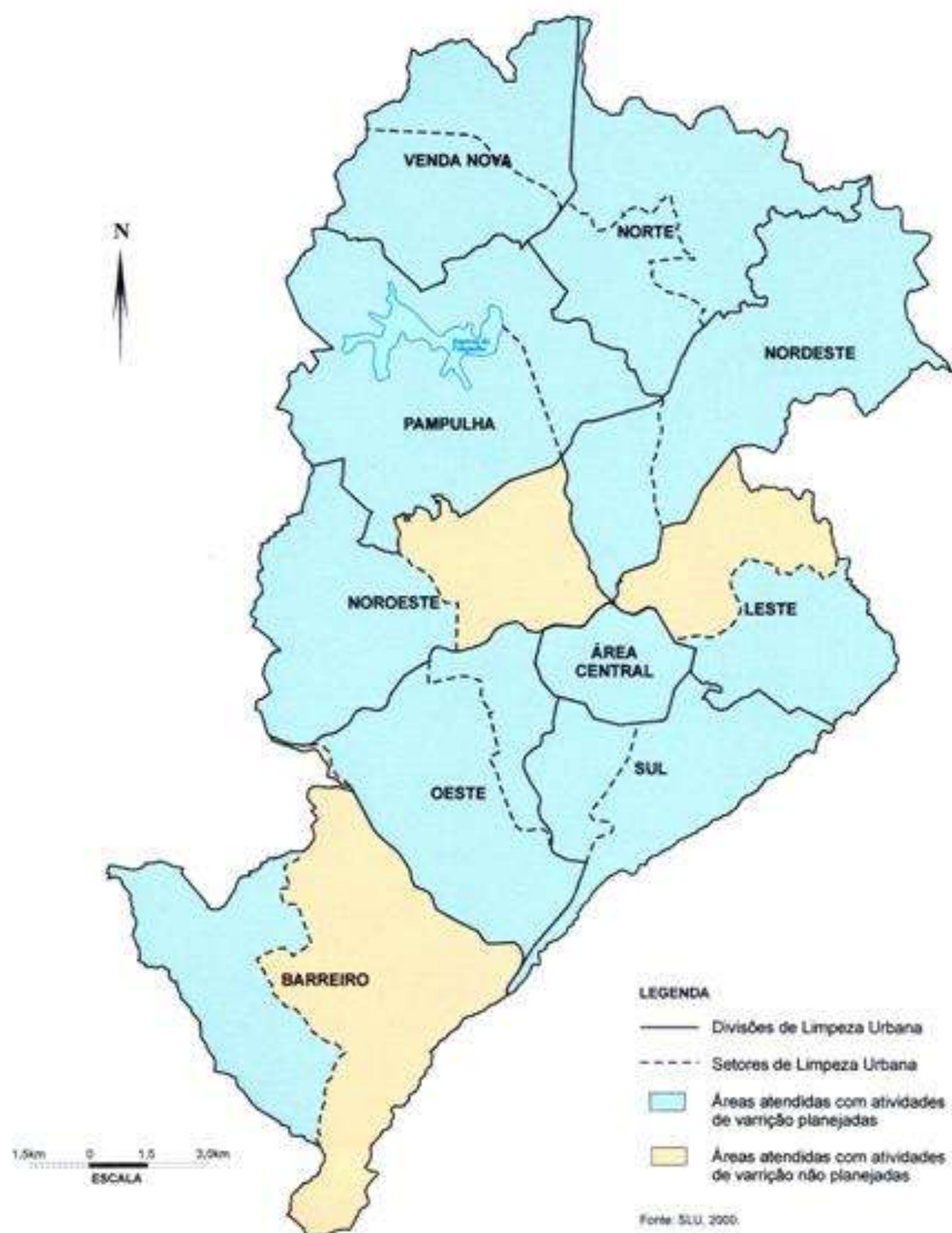
Em Sabará a coleta de lixo está sob a responsabilidade da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Os serviços, executados diretamente pela Prefeitura, são organizados em dez rotas de coleta, abrangendo bairros próximos. A parcela do município pertencente à bacia do ribeirão Arrudas corresponde quase que integralmente à rota General Carneiro, responsável pela produção média de 8.564 kg/dia de resíduos domiciliares, o que representa cerca de 15% da produção total do município, calculada em aproximadamente 60 toneladas/dia. A produção per capita é estimada em aproximadamente 580 g/dia para uma população de 105 800 habitantes segundo a Contagem Populacional de 1996. O destino final dos resíduos era um depósito não controlado, localizado há cerca de oito quilômetros do centro, às margens da estrada que liga os municípios de Pompeu e Caeté, fora, portanto, da área de abrangência do Plano Diretor. O local recebeu recentemente melhorias para ser transformado em aterro controlado.

Também de maneira semelhante ao que se observa na capital, nota-se nestes municípios tendência das áreas não atendidas serem correspondentes a locais de urbanização precária, portanto de difícil acesso, e também críticos no que se refere à drenagem urbana - favelas e loteamentos irregulares localizados, na maioria das vezes, em fundos de vale e encostas íngremes.

8.2.2 – Limpeza urbana

Quanto aos serviços de varrição e capina em Belo Horizonte, observa-se que, diferentemente das atividades de coleta, cujo planejamento gera parâmetros sistemáticos de produção de resíduos, estes são realizados operacionalmente, computando-se apenas as extensões de logradouros varridos, capinados ou limpos para fins de medição dos serviços executados e não do material recolhido. O único dado disponível refere-se à quantidade de sacos de 100 litros recolhidos por mês, por turma e por setor de varrição, nas áreas onde o serviço de varrição é planejado (Figura 40). Os setores de varrição correspondem a rotas transcritas em mapas e disponíveis apenas em meio físico. Segundo dados da SLU, a quantidade de resíduos retirada de logradouros públicos no mês de janeiro de 2000, através dos serviços de varrição, capina e poda, representou 10,6% do total dos resíduos enviados para o aterro (13.572 toneladas para um total de 127.571 toneladas/mês).

FIGURA 40
ORGANIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE VARRIÇÃO



Em geral, não existem serviços de varrição em vilas e favelas, fato justificado pelas precárias condições de urbanização e dificuldades de acesso observadas na maior parte destas áreas.

Em Contagem a SLP é também responsável pela limpeza de bocas de lobo e fundos de vale, capina de taludes e limpeza de canais, desobstrução de travessias com bueiros e demais pontos críticos do sistema de drenagem, o que é feito apenas em caráter emergencial, não sendo mantidos registros dos volumes retirados nestas atividades.

8.2.3 – Resíduos da Construção Civil

No que diz respeito aos resíduos da construção civil, os únicos dados disponíveis em Belo Horizonte referem-se ao estudo contratado pela SLU em 1993 com o objetivo de se diagnosticar a situação das deposições clandestinas de entulho na malha urbana, quantificar a geração desse tipo de resíduo e verificar a viabilidade de alternativas de reciclagem do material, que era antes simplesmente enterrado no aterro sanitário.

Este trabalho subsidiou a implantação do Programa para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil que, entre outras ações, criou uma rede de usinas de reciclagem de entulho (são quatro, duas já implantadas) e outra de locais para recepção de pequenos volumes (doze previstas, quatro implantadas). Foram identificados também os locais de deposição clandestina de resíduos, os quais foram classificados pela quantidade de material encontrado, estimados em 121 toneladas/dia como média para o município.

As informações relativas à localização dos pontos críticos de deposição clandestina de resíduos da construção civil foram mapeadas à época e atualizadas durante o ano de 1999. Foram também medidos e classificados como entulho, poda e lixo os volumes de material encontrados nestes locais. As Figuras 41 e 42 ilustram os resultados desses levantamentos. Apesar de não estar previsto o geoprocessamento dessas informações, há possibilidade de que isto seja feito a partir de listagem contendo o endereço destes locais, caso haja interesse para o Plano Diretor a utilização deste dado por bacia.

Em Contagem a deposição clandestina de entulho e bota-fora é reconhecidamente um dos problemas mais críticos da limpeza urbana. A predominância de pequenos volumes de material inerte oriundo de obras domiciliares, a atividade informal de carroceiros, ou mesmo irregular de empresas que trabalham com caçambas, estão entre os principais motivos que dificultam a ação da Prefeitura, ainda muito incipiente no que se refere à normalização, fiscalização e disponibilização de alternativas para este tipo de demanda. O transporte de maiores volumes está mais sujeito a procedimentos regulares, o que inclui obtenção de autorização na Secretaria Municipal de Meio Ambiente para a destinação final dos resíduos. É através destas rotinas que a Secretaria tem implantado o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, com a utilização de resíduos inertes para o preenchimento de voçorocas situadas em meio urbano - caso do aterro oficial do bairro Piraquara, já concluído, e o do bairro São Mateus, em fase de conclusão. O curto período em que se esgotaram essas áreas, cerca de dois anos, demonstra a sua eficácia: estima-se que cerca de 550.000 m³ de terra e entulho – bota-fora – foram absorvidos por essas áreas, evitando-se seu lançamento disperso, que provavelmente iria contribuir para o assoreamento e obstrução do sistema de drenagem construído ou natural.

FIGURA 41
PONTOS CRÍTICOS DE DEPOSIÇÃO CLANDESTINA DE ENTULHO - 1993

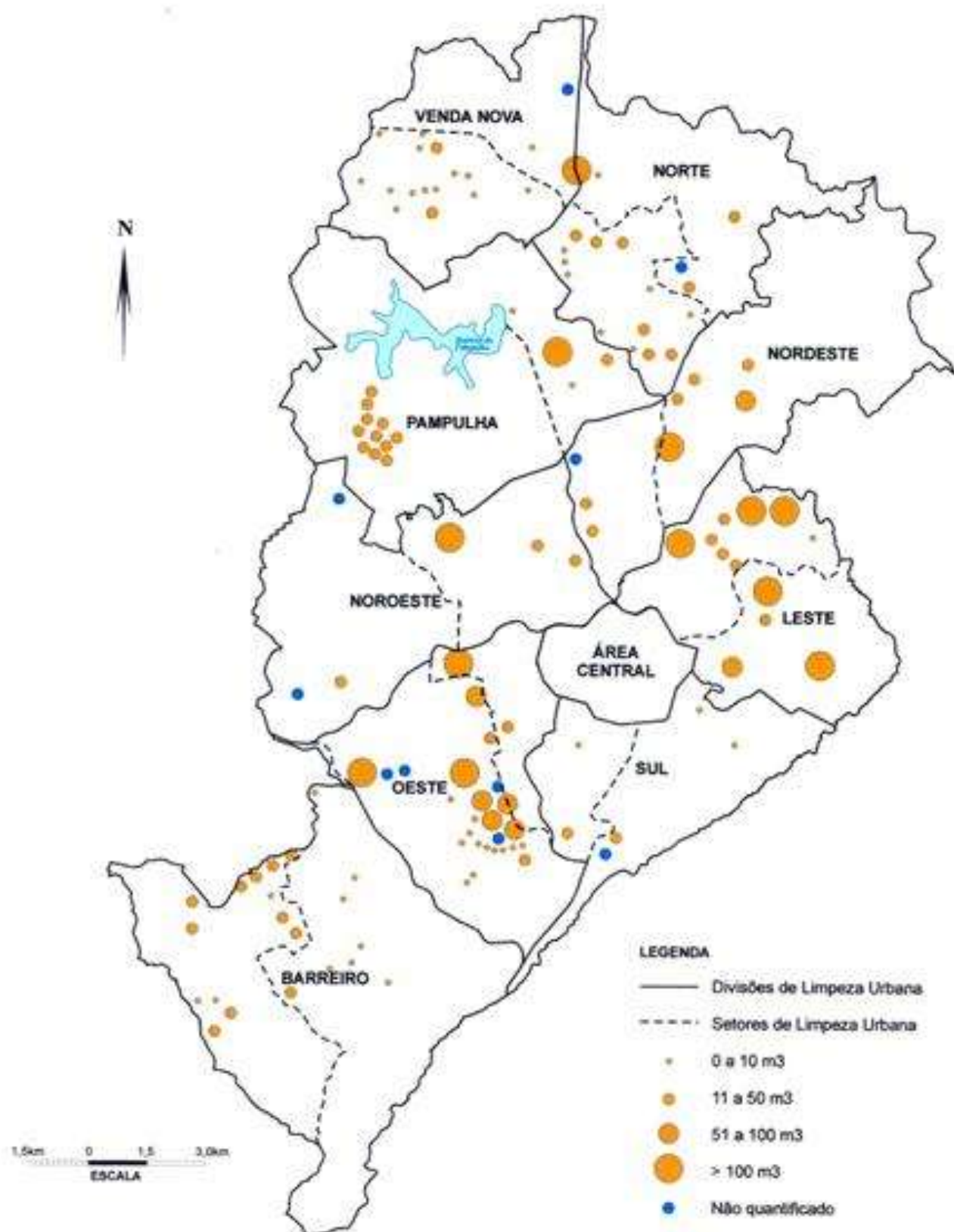
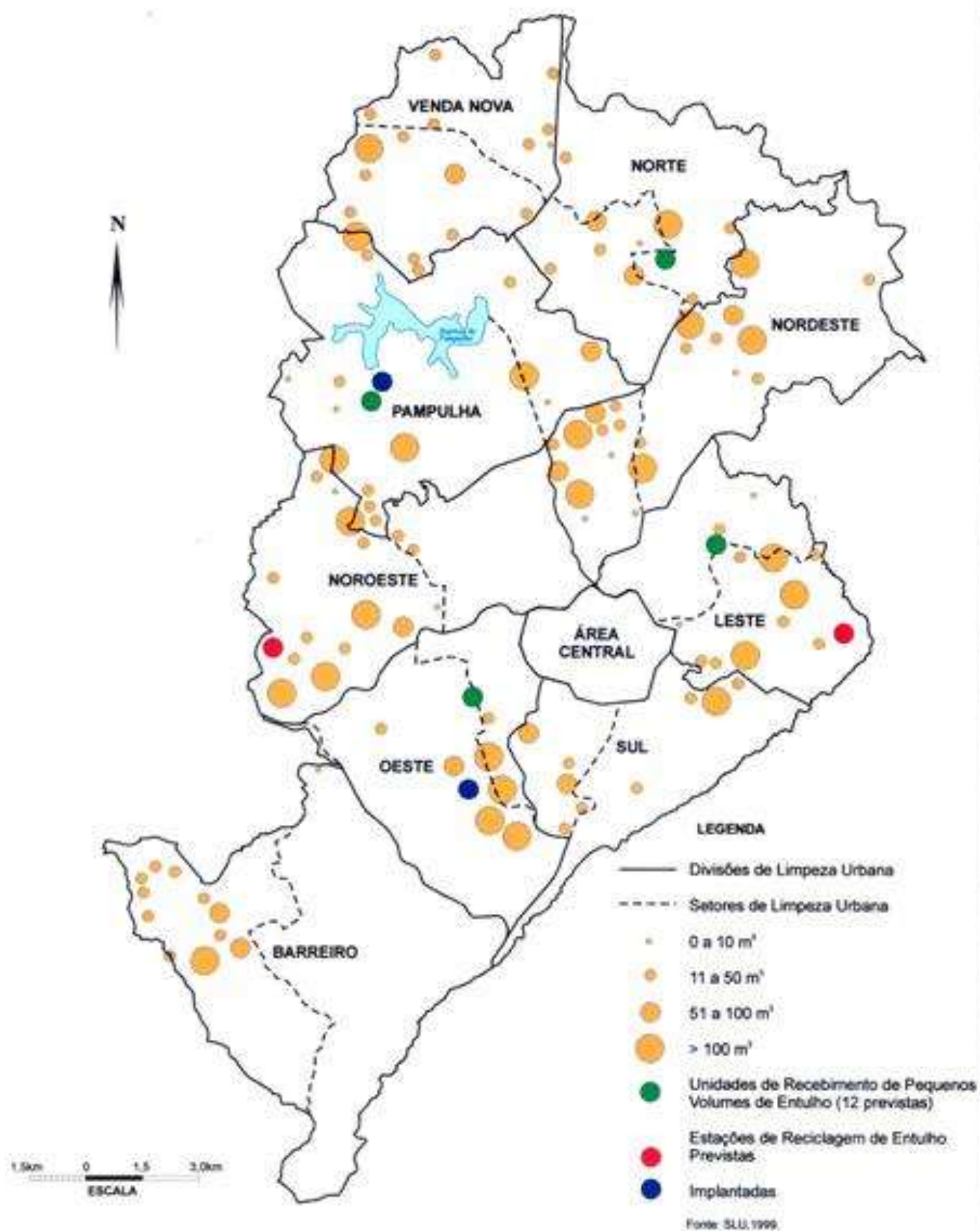


FIGURA 42
PONTOS CRÍTICOS DE DEPOSIÇÃO CLANDESTINA DE ENTULHO - 1999



Em Sabará a Prefeitura não exerce qualquer controle ou sequer tem informações sistematizadas sobre a deposição de bota-fora e entulho. Contudo, na área de interesse do Plano Diretor de Drenagem, a região de Marzagão, situada no limite do município, é destacada como local crítico de lançamento de entulho. Não há levantamentos sistemáticos relativos aos pontos críticos de acúmulo de lixo, mas é possível obter-se esta informação de forma empírica, com ajuda dos responsáveis pelos serviços de coleta. Pode-se concluir, entretanto, que é grave a situação da deposição clandestina de resíduos de

construção civil nas áreas próximas ao limite do município, originários da região Leste de Belo Horizonte, a qual se encontra em franco processo de expansão e adensamento.

8.2.4 – Disposição de Resíduo Sólido na Drenagem

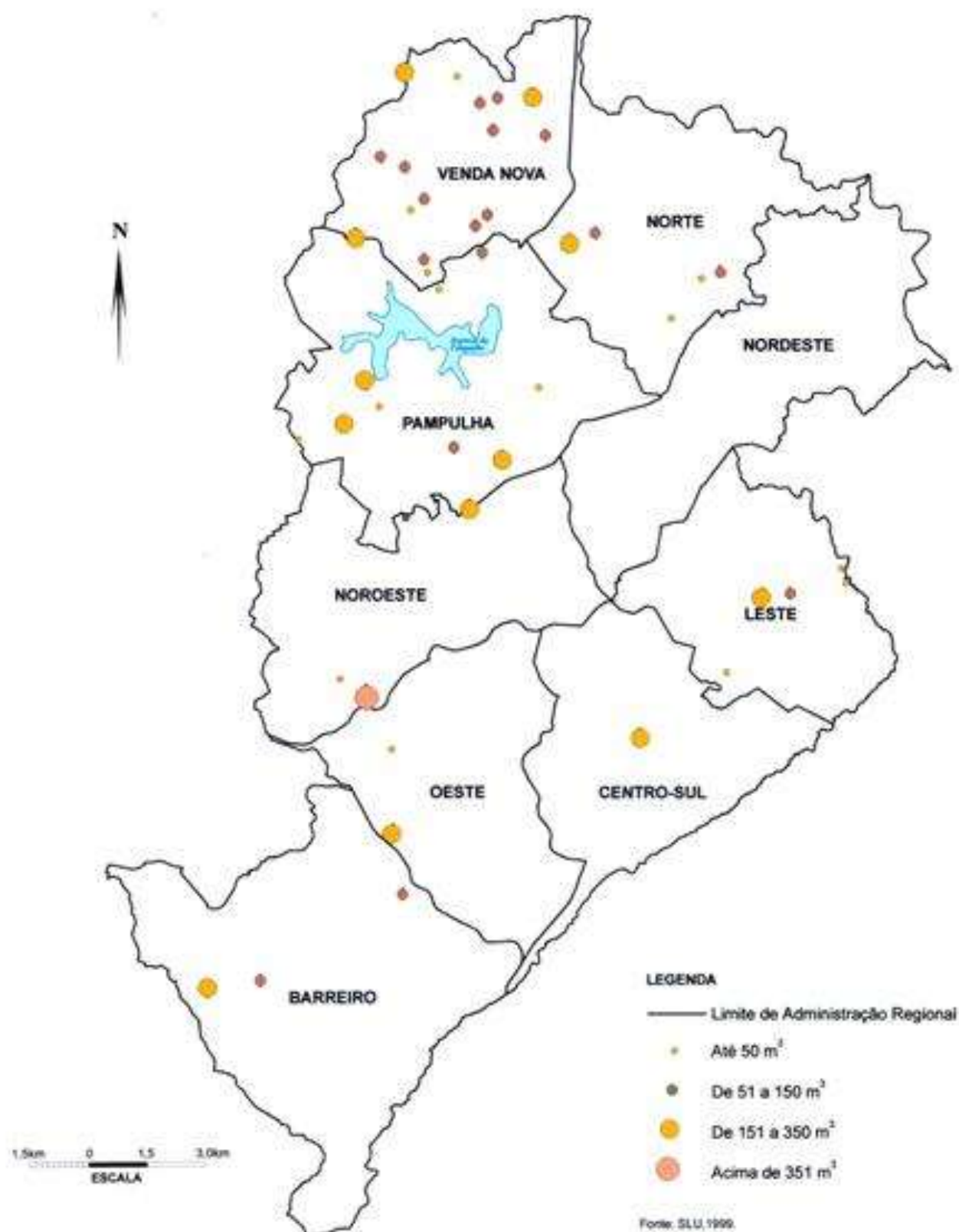
Com relação ao impacto da deposição clandestina destes resíduos (terra e entulho) na infra-estrutura de drenagem, a tentativa de quantificação de pelo menos parte dos volumes que chegam às redes através da limpeza periódica de bocas-de-lobo não possibilitou a obtenção de resultados, pela falta de padronização no registro desta informação. As Divisões de Manutenção da SUDECAP, responsáveis por este serviço em cada uma das regiões da cidade, têm, entretanto, informações qualitativas a respeito dos pontos críticos onde a periodicidade de limpeza é maior, assim como dos locais onde ocorrem com frequência outros problemas de drenagem. O levantamento sistemático destas informações está em fase de conclusão, sendo que os resultados serão incorporados ao cadastro das redes de macro e micro drenagem também em fase de conclusão.

Outra fonte de informação que pode tornar-se relevante para o Plano Diretor refere-se aos dados obtidos através da limpeza de fundos de vales que a partir de 1999 passou a ser uma ação conjunta entre diversos órgãos da Prefeitura de Belo Horizonte a ser feita anualmente durante o período de estiagem em todo o território municipal. Para cada um dos 92 córregos objeto dessa operação foram registrados dados de peso e volume do material retirado - número de viagens de caminhões, número de homens-dia, peso total em toneladas e volume em m³. A Tabela 13 e a Figura 43 apresentam de forma resumida as principais informações resultantes dessa operação. Em 2000, esta atividade foi ampliada para 103 córregos, estando os dados resultantes em fase final de consolidação.

8.3 – Avaliação

De uma maneira geral os dados disponíveis relativos aos serviços de limpeza urbana não permitem um diagnóstico adequado que reflita a gravidade dos problemas empiricamente observados, em particular no que se refere aos impactos negativos causados ao sistema de drenagem em decorrência de lançamentos clandestinos de lixo e bota-fora. Apesar dos índices de cobertura da coleta domiciliar serem superiores a 90% em todos os três municípios estudados, é notável, em todos eles, a presença de entulho e lixo acumulado em encostas, terrenos baldios e cursos d'água. Associado à falta de educação ambiental da população, verifica-se a ausência ou inadequação dos serviços de limpeza urbana em áreas de urbanização precária (vilas, favelas e loteamentos irregulares). Neste sentido, observa-se também que a metodologia utilizada para o cálculo do percentual de cobertura, além de ser diferente em cada município, baseia-se em padrões de atendimento da cidade formal, não levando em consideração as particularidades das áreas não atendidas, constituídas em sua maioria de assentamentos informais.

FIGURA 43
QUANTIDADE DE RESÍDUOS SÓLIDOS RETIRADA DOS CÓRREGOS



Além disto, apesar dos esforços para atender demandas específicas originárias da produção de resíduos com características diversas do lixo domiciliar convencional - realizados apenas no município de Belo Horizonte - a abrangência dos serviços de coleta e destinação final destes materiais ainda encontra-se muito aquém das necessidades. Consequentemente, não existem dados que retratem, por exemplo, os impactos causados pelo lançamento de objetos volumosos, folhas e galhos de árvores podadas por particulares, entulho e outros resíduos não recolhidos pelos serviços de coleta domiciliar e que, na maioria das vezes, são depositados em lotes vagos e logradouros públicos, tendo como destino final o sistema de drenagem urbana.

Tabela 13 – Volume de lixo Retirado na Limpeza de Córregos, Belo Horizonte, 1999

| NOME DO CÓRREGO | VOLUME DRAGADO (m ³) | VOLUME DE LIXO (m ³) | REGIONAL |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------|
| Bacuraus / Tamboril | 1150 | 349 | Norte |
| Camões | 310 | 110 | Venda Nova |
| Avenida Central | 110 | 050 | Venda Nova |
| Marimbondó | 090 | 080 | Venda Nova |
| Lareira | 060 | 090 | Venda Nova |
| Vale do Jatobá | 1008 | 168 | Barreiro |
| Baronesa Santa Luzia | 300 | 056 | Norte |
| Avenida Santa Therezinha | 1075 | 240 | Leste |
| Tijuco / Palmeiras / Havaí | 146 | 1251 | Oeste |
| Avenida Sanitária (NO) | 1000 | 185 | Noroeste |
| Olaria / Canal | 4140 | 099 | Barreiro |
| Ressaca / Sarandi | 5420 | 308 | Pampulha |
| Vila do Ludio | 080 | 020 | Venda Nova |
| Várzea da Palma | 100 | 075 | Venda Nova |
| Copacabana | 210 | 040 | Venda Nova |
| Tupã | 000 | 025 | Oeste |
| Avenida Sócrates | 162 | 000 | Nordeste |
| Vila Grotinha | 048 | 000 | Nordeste |
| Carmem Costa | 630 | 000 | Nordeste |
| Bonsucesso | 000 | 270 | Oeste |
| Vinte e Seis | 120 | 145 | Venda Nova |
| Olaria | 1090 | 012 | Leste |
| Rua "D" | 000 | 075 | Venda Nova |
| Capão | 305 | 075 | Venda Nova |
| Jequitinhonha | 245 | 96 | Leste |
| Olhos D'água | 000 | 345 | Pampulha |
| Andorra | 400 | 025 | Pampulha |
| Leitão | 3233 | 000 | Barreiro |
| Pirapetinga | 525 | 090 | Venda Nova |
| Maria Carmem Valadão | 000 | 012 | Centro Sul |
| Liberdade | 2600 | 030 | Pampulha |
| Mergulhão | 000 | 067 | Pampulha |
| Liege | 600 | 040 | Venda Nova |
| Bonsucesso | 000 | 098 | Barreiro |
| Gemeleira | 737 | 076 | Pampulha |
| Basílio da Gama | 810 | 017 | Norte |
| Des. Cândido Martins | 000 | 052 | Norte |
| Coronel Manuel Assunção | 580 | 150 | Venda Nova |
| Maria de Lourdes da Cruz | 980 | 290 | Venda Nova |

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|---|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão N°: 0 | Data Revisão: 0 | Aprovado por: Coordenador Geral PDBH / Magna | Pág: 23 |
|---|---------------------------|------------------|--------------------|---|------------|

| NOME DO CÓRREGO | VOLUME DRAGADO (m ³) | VOLUME DE LIXO (m ³) | REGIONAL |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------|
| Acaba Mundo | 0 | 192 | Centro Sul |
| Vila Belém | 1050 | 183 | Leste |
| Tanque | 1910 | 100 | Noroeste |
| Açudes | 580 | 50 | Noroeste |
| N. Senhora da Piedade | 000 | 30 | Norte |
| Baleares | 80 | 75 | Venda Nova |
| Pedro F. Carvalho | 260 | 175 | Venda Nova |
| Catulo Paixão Cearense | 0 | 24 | Norte |
| Marzagânia | 0 | 12 | Leste |
| Avenida Hum | 1475 | 0 | Pampulha |
| Ghandi | 0 | 20 | Pampulha |
| Crisanto Muniz | 320 | 0 | Venda Nova |
| R. Dezesete c/ Beira Linha | 70 | 0 | Nordeste |

Fonte: Diretoria de Manutenção da SUDECAP-Maio de 2000

O Quadro 21 retrata os impactos da disposição de resíduos sólidos na Bacia da Pampulha.

Quadro 21 – Resíduos Sólidos na Bacia da Pampulha

O Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha-PROPAM (1999) avaliou o impacto dos resíduos sólidos na qualidade da água na represa da Pampulha, abrangendo, portanto, todas as bacias de seus tributários que têm participação nos municípios de Belo Horizonte e Contagem. Os impactos negativos nos recursos hídricos, avaliados pela evolução do grau de eutrofização do reservatório, foram relacionados tanto à degradação ambiental das bacias, devido ao processo de urbanização desordenada, como pela precariedade dos serviços de coleta em áreas de difícil acesso, principalmente nas favelas localizadas nos fundos de vale.

A cobertura da coleta de lixo nas sub-bacias que compõem a bacia da Pampulha é inferior à média dos dois municípios, variando de 60 a 80%. Acresce-se a isto o fato da disposição do lixo coletado na bacia da Pampulha ter ocorrido, ao longo dos últimos vinte anos, no aterro da BR-040 (no caso de Belo Horizonte) e no “lixão” do Centro Industrial de Contagem - CINCO. O efluente líquido desses aterros escoava respectivamente para os córregos Ressaca e Sarandi. O aterro do CINCO, além disso, sempre foi operado sem qualquer controle sanitário, tendo sido destino também dos resíduos sólidos industriais de Belo Horizonte, Contagem e outras cidades do Aglomerado Metropolitano. Através do PROSAM foi implantado um novo aterro sanitário em Contagem, na região conhecida como Perobas, com o objetivo de se melhorar as condições de destino final do lixo no município.

Uma prática usual na aglomeração urbana que extrapola limites municipais é a disposição clandestina de resíduos – lixo e bota-fora – no município vizinho. Assim, quando por exemplo, a SLU-BH promove uma campanha mais efetiva de fiscalização ou de educação ambiental em uma região, a tendência é a

disposição de resíduos em regiões vizinhas, onde não houver fiscalização efetiva, seja em Belo Horizonte, seja no município mais próximo. Esse fenômeno ocorre com frequência, não se podendo, portanto, avaliar a quantidade de resíduos depositados clandestinamente como sendo produzidos necessariamente na região onde são depositados.

Outra dificuldade encontrada para se diagnosticar com maior precisão a interferência dos resíduos sólidos no sistema de drenagem diz respeito à base de dados disponíveis, que refere-se às unidades operacionais dos respectivos serviços (distritos de coleta e varrição em Belo Horizonte, regiões de coleta em Contagem e rotas de coleta em Sabará) e não a bacias hidrográficas elementares, unidades de análise e planejamento do Plano Diretor de Drenagem. Esta dificuldade pode ser, entretanto, facilmente superada, já que a informação relevante refere-se às áreas não-atendidas, as quais podem ser compatibilizadas com os limites das bacias estudadas.

Sabe-se, por exemplo que a produção diária de resíduos sólidos geradas nestes três municípios é de aproximadamente 5.400 toneladas/dia, sendo Belo Horizonte responsável por cerca de 93% deste total, Contagem por pouco mais de 6,0% e Sabará pelo restante 1%. Não se sabe, entretanto, como estes volumes estão distribuídos por bacias e quais aquelas mais atingidas pela ausência de serviços de coleta, deposição clandestina de entulho e bota-fora, objetos volumosos e outros tipos de resíduos. Para tanto seria necessário compatibilizar as bases de dados com os limites de bacias, extrapolando-se, eventualmente, os dados existentes para bacias que não dispõem de informações.

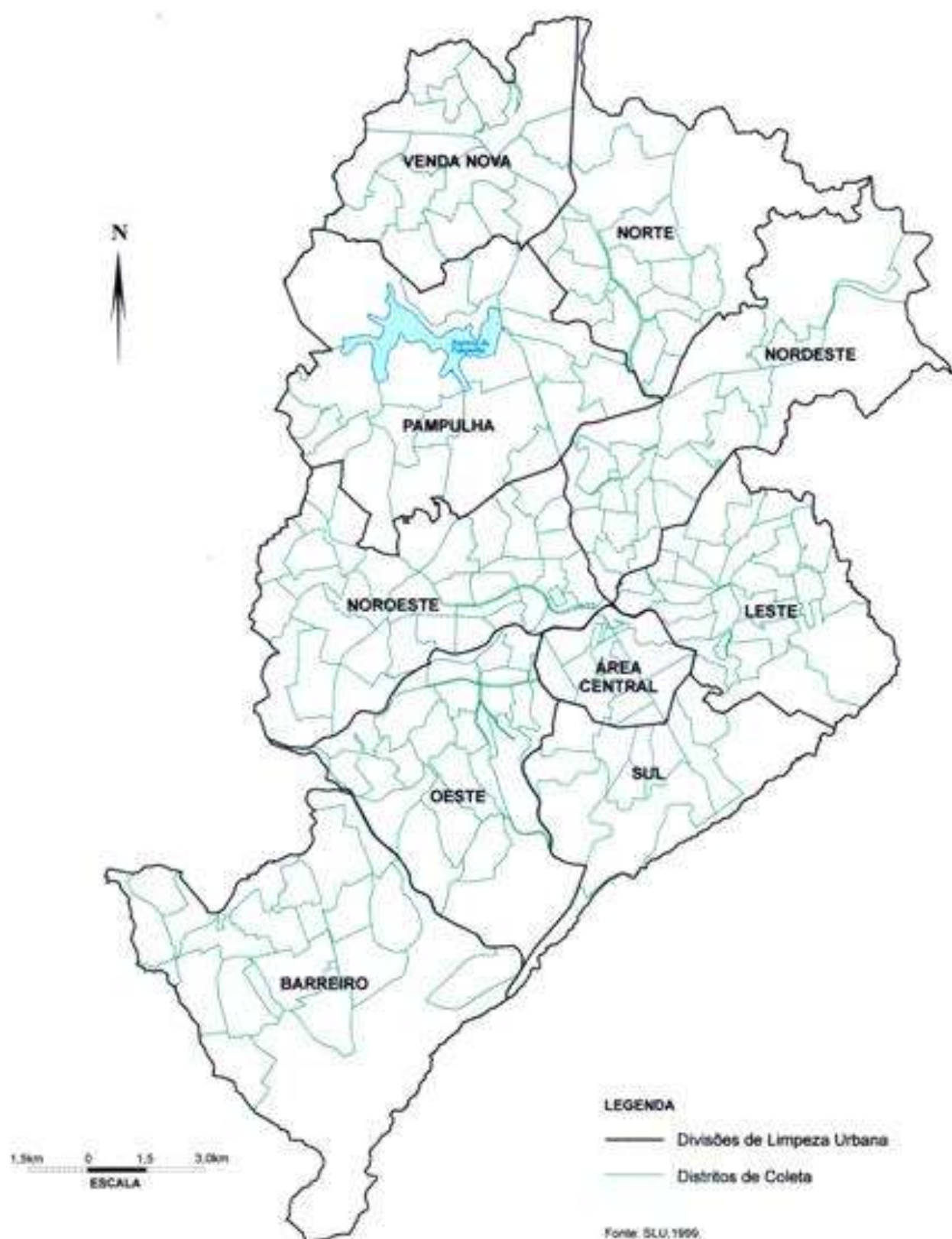
8.4 – Conclusões

Com base nos levantamentos e nas análises realizadas pode-se afirmar que os melhores dados disponíveis são restritos ao território do município de Belo Horizonte. Referem-se às áreas atendidas pelos serviços de limpeza urbana e são processados, tendo o Distrito de Limpeza Urbana como unidade de informação como mostrado na Figura 44. Entretanto, conclusões quanto à pertinência de utilização dessas informações só podem ser feitas à luz dos parâmetros que serão utilizados para a caracterização das bacias elementares bem como para as modelagens hidrológicas a serem adotadas. Na hipótese de utilização das informações disponíveis relativas à coleta de lixo será necessário ainda compatibilizar as unidades de limpeza urbana aos limites das bacias, para a geração de indicadores que possam interessar às modelagens hidrológicas ou ao monitoramento das condições de saneamento das unidades de análise do Plano Diretor.

Informações sobre a localização das áreas não atendidas por serviços de coleta de lixo domiciliar, assim como dos pontos críticos de acúmulo de lixo e bota-fora, podem, no caso de Belo Horizonte, ser obtidas, porém não estão informatizadas (permanecem mapeadas em meio físico), exigindo, portanto, um investimento adicional para o geo-processamento das mesmas. No caso dos municípios de Contagem e Sabará, este tipo de dado só é possível ser obtido, ainda que de forma qualitativa e não sistematizada, através do envolvimento de técnicos locais que conhecem empiricamente a situação.

As informações mais recentes fornecidas pela SLU mostram uma produção de material de entulho e bota-fora correspondente a 58.219m³/mês. Em Contagem não existem informações desta natureza. Entretanto, a partir das informações das duas áreas utilizadas como bota-foras oficiais, Piraquara e São Mateus, pode-se avaliar essa produção em cerca de 25.000 m³/mês.

FIGURA 44
UNIDADES DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES



Quanto aos dados relativos aos demais serviços - capina e varrição, entulho e bota-fora, e limpeza de bocas de lobo - bem como com relação à identificação de pontos críticos de acúmulo de resíduos, será necessário maior esforço no mapeamento e na quantificação destas situações, já que não se encontram padronizadas e informatizadas. Deve-se observar ainda que algumas informações referem-se a situações pontuais ou não cobrem todo o universo em estudo, como é o caso dos diagnósticos da limpeza urbana em vilas e favelas e dos quantitativos gerados pelas operações de limpeza de fundos de vale. A utilização dessas informações somente seria recomendável para o diagnóstico de algumas bacias como, por exemplo, para se testar a metodologia proposta para a caracterização de bacias elementares através do estudo de uma ou mais bacias piloto.

Em geral, a produção de informações dos serviços de limpeza urbana e de coleta de lixo traduzem, naturalmente, os resultados dos serviços prestados. A preocupação é de mostrar a eficiência da prestação de serviços, e, para os órgãos que possuem um sistema de planejamento, as informações podem ainda ser utilizadas para expansão dos serviços. Ou seja, não há, na produção de informações, preocupação com as consequências do que não é realizado. Esse aspecto – das consequências – é exatamente o que interessa ao estudo dos sistemas de drenagem. Os órgãos de limpeza produzem informações sobre serviços que realizam e os resultados que obtêm; contudo, para a avaliação dos impactos no sistema de drenagem são necessárias informações além daquelas que são normalmente produzidas.

A informalidade, o descontrole, o espontâneo, o errático da “sujeira urbana” (contrapondo-se ao termo “limpeza urbana”), que têm como consequência o surgimento de pontos de lançamento cuja localização é imprevisível, são fatores críticos para a drenagem, em termos de carreamento de resíduos de toda sorte para o sistema.

Os levantamentos e cadastros, com dados sobre assoreamento e obstrução, que estão sendo realizados nos canais e em outros dispositivos de drenagem para o Plano Diretor poderão informar quais as sub-bacias que produziram mais sedimentos. Essa constatação poderá ser contraposta às informações sobre as áreas críticas (onde não há serviços de coleta de lixo, onde há incidência de lançamento de entulho e bota-fora), mas há que se considerar o corte no tempo: os cadastros representam a situação atual, mas o acúmulo de material se deu ao longo do tempo. Assim, certamente haverá situações em que a intensidade do carreamento de material que produziu o assoreamento constatado já foi significativamente reduzida, seja pela melhoria da infra-estrutura na bacia (pavimentação, recuperação de área degradada, por exemplo), seja pela implantação de serviços de coleta de lixo e de limpeza. Por outro lado, ocorrerá a constatação de fontes ainda ativas de produção de resíduos sólidos que impactam a drenagem pluvial, e essas devem ser estancadas com tratamento adequado ou através de implantação de serviços de limpeza urbana.

Sendo assim, para a próxima etapa do Plano Diretor, torna-se necessário definir em que tipo de informação deve-se investir mediante levantamento de dados primários que não estão disponíveis nos órgãos de limpeza. Essa definição, por sua vez, deverá ser feita à luz da metodologia a ser adotada para modelagem hidrológica e hidráulica, sob pena de se investir em produção de informação que não será utilizada no Plano Diretor.

Desse modo, os novos levantamentos de dados primários para o Plano Diretor se reduziram às necessidades da metodologia e dos modelos a serem utilizados. De qualquer maneira, os resultados do trabalho apresentariam conclusões e recomendações para os órgãos de limpeza sobre providências e produção de informações, como também sobre a forma de sistematizá-las, visando a proteção do

sistema de drenagem. Essa iniciativa, apresentada de forma adequada àqueles órgãos (independente do município ao qual pertençam) poderia dar início a um processo de mudança, ou de ampliação, do conceito de realização da limpeza urbana, inserindo-lhe os impactos na drenagem, criando novas perspectivas para seu planejamento e operação, a partir de observações e produção de novas informações que o alimentassem. Esse processo produziria resultados positivos para a drenagem antes mesmo que o Plano Diretor estivesse terminado (a etapa formal de sua elaboração). No bojo dessa proposta está, enfim, uma interação dos trabalhos do Plano

Diretor e dos serviços de limpeza, entre as equipes, para que os conceitos possam ir sendo assimilados e a proposta viabilizada.

8.5 – Recomendações

Com base nestas conclusões e considerando-se a importância de serem agregadas à análise do desempenho do sistema de drenagem variáveis que possam retratar as interferências provocadas pela deposição de resíduos sólidos, são feitas as seguintes recomendações, visando o desenvolvimento da segunda etapa do Plano Diretor de Drenagem:

A base de dados da SLU referente aos serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares deverá ser compatibilizada com os limites das bacias elementares, unidades de planejamento do Plano Diretor de Drenagem, visando o geo-processamento das informações;

A transcrição dos mapas de cobertura dos serviços de coleta e varrição para meio digital deverá ser providenciada para que possam ser geradas informações geo-referenciadas referentes as áreas não atendidas por estes serviços;

A geração de um indicador que possa quantificar resíduos não coletados pelos serviços de varrição deverá ser proposta a partir da obtenção e sistematização de dados desagregados sobre as áreas atendidas por estes serviços;

Da mesma forma, os dados relativos às operações de limpeza de córregos deverão ser padronizados e geo-processados, tendo com base as bacias elementares. É importante que o registro das informações oriundas dessas operações seja padronizado de forma a permitir a criação de uma série histórica dos quantitativos levantados;

Deverá ser estudada uma forma de cobrir a deficiência de dados para os demais municípios que compõem a área de estudo (Contagem e Sabará), prevendo-se a progressiva equiparação das informações através do maior envolvimento das respectivas prefeituras no desenvolvimento do Plano Diretor;

9 – POLUIÇÃO DOS MEIOS RECEPTORES

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão N°: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 0 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 29 |

9 – POLUIÇÃO DOS MEIOS RECEPTORES

Neste capítulo, é apresentada a análise dos elementos que envolvem a poluição dos sistemas hídricos das bacias dos ribeirões Arrudas e Onça, em Belo Horizonte e Contagem, a partir dos estudos e planos existentes, da disponibilidade dos dados e da situação dos sistemas que atuam sobre a poluição hídrica.

A poluição resultante do desenvolvimento urbano está relacionada com as seguintes fontes:

Cargas de esgotamento sanitário doméstico e industrial;

Cargas resultantes da drenagem urbana, considerada difusa devido a sua distribuição espacial nas cidades;

Cargas resultantes de depósitos de resíduos sólidos.

Estas cargas têm origem de acordo com o desenvolvimento das cidades, seu sistema de esgotamento sanitário e pluvial e sua relação com as ações sobre os resíduos sólidos (Capítulo 8).

No Capítulo 4, foi analisada a legislação federal, estadual e municipal relacionada com a drenagem urbana no contexto institucional ali tratado. Neste, destacam-se alguns pontos específicos da legislação municipal relativos à classificação das coleções de água, à saúde e ao saneamento. Na sequência, são analisados os seguintes aspectos que envolvem a poluição hídrica: poluição industrial, doméstica e difusa; interferências dos esgotos sanitários com a drenagem urbana; planejamento dos sistemas de esgotos e seu estágio de implantação; sistema de informação cadastral da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG; adoção de sistemas estáticos e condominiais; implementação do programa denominado Caça-Esgoto que pretende identificar e eliminar interconexões esgotos/águas pluviais; tarifas de esgotos atualmente praticadas; situação da concessão dos serviços de esgoto em Belo Horizonte. Finalmente, apresentam-se conclusões das análises realizadas e recomendam-se medidas a serem tomadas nas próximas etapas do Plano Diretor de Drenagem, assim como ações que devem se iniciar a curto prazo para agilizar o processo de melhoria da qualidade do corpos receptores.

9.1 – Legislação municipal

Neste item apresentam-se alguns aspectos complementares da legislação municipal tratada no Capítulo 4.

Classes de Qualidade: na legislação ambiental do Município de Belo Horizonte que trata da poluição hídrica, Lei n.º 4253/85 e Decreto n.º 5893/88, que a regulamenta, é definido o Sistema de Classes de Qualidade, em conformidade com a Legislação Estadual (DN COPAM n.º 010/86), de modo que as coleções de águas do território do Município de Belo Horizonte classificam-se em cinco classes, quais sejam: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. A lei determina, ainda, as condições e os teores máximos permissíveis de parâmetros indicadores da qualidade da água, além das características exigíveis para o lançamento de efluentes de fontes poluidoras. No Capítulo 4 foi apresentada a classificação dos cursos d'água de Belo Horizonte.

A Lei Municipal n.º 4.323, de 13 de janeiro de 1986, que dispõe sobre inspeção e fiscalização sanitária municipal, e seu Decreto regulamentador n.º 5.616, de 15 de maio de 1987, receberam normatização complementar através da Lei n.º 7031, de 12 de Janeiro de 1996. Os preceitos da legislação anterior não-conflitantes com este último diploma legal e que o complementam continuam em vigor até a sua completa regulamentação. Esses são instrumentos do poder público e da população para garantir e defender a qualidade das ações, serviços e produtos de interesse da saúde, e trata de diversos aspectos relacionados ao saneamento básico, dentre os quais são ressaltados os dispostos a seguir.

Ligação de esgotos: o Art. 83, Seção II - Da Saúde Ambiental, Capítulo IV - Das Ações sobre o Ambiente, da Lei n.º 7031/96, determina a obrigatoriedade da ligação de quaisquer edificações à rede pública de abastecimento de água e à rede coletora de esgoto existentes, eliminando outros tipos de lançamento, devendo indicar medidas alternativas quando de sua inexistência:

“Art. 83 - É obrigatória a ligação de quaisquer edificações à rede pública de abastecimento de água e à rede coletora de esgoto existentes, eliminando outros tipos de lançamento.

§ 1º - Os custos da ligação referida no caput são de responsabilidade do proprietário do imóvel, cabendo ao órgão responsável pelas redes de água e esgoto sua execução, e ao usuário a manutenção das instalações em boas condições de conservação e funcionamento.

§ 2º - Nos casos em que a situação topográfica do imóvel impedir as ligações sanitárias à rede oficial, o órgão prestador de serviços de água e esgoto providenciará soluções alternativas, cujos custos correrão por conta do proprietário do imóvel.

Art. 84 - Nos locais em que não existirem redes de água e esgoto, deverá o órgão prestador desses serviços indicar aos proprietários e ocupantes dos imóveis as medidas técnicas cabíveis para o lançamento do esgoto e águas servidas, bem como orientar quanto à sua execução, limpeza e manutenção, não sendo permitido o lançamento a céu aberto.

Parágrafo único - Em caso de perfuração de fossas, os proprietários dos imóveis deverão obedecer às normas vigentes.”

No Decreto 5616, de 15/05/87, são destacados os seguintes aspectos:

o Art.9º define que toda ligação de esgotos clandestina em galeria de águas pluviais deverá ser desconectada desta e ligada à rede coletora, determinando, no Parágrafo 1º, que, na ausência de rede oficial coletora de esgotos, todos os prédios ficam obrigados a fazer uso de fossas sépticas para o respectivo tratamento;

o Art. 10, que trata das Fossas Sépticas, determina que essas não devem receber águas pluviais ou despejos industriais que possam prejudicar seu funcionamento.

Gestor: o Art.79 da Lei 7031, de 12/01/96, define que a Secretaria Municipal de Saúde, no que lhe couber, participará da formulação das políticas de saneamento ambiental.

Separador: no Art. 86 da lei 7031/96 é determinado que as galerias de águas pluviais deverão ser mantidas limpas e em bom estado de funcionamento, vedado seu escoamento pelos condutores de esgotos sanitários.

9.2 – Fontes de poluição

Poluição Industrial

Com relação às fontes pontuais de poluição industrial, o trabalho realizado no âmbito do PROSAM, *Estudo sobre o controle de poluição industrial* (ESSE, 1996) ⁹, subcomponente A3 do subprograma de Gestão Ambiental, apresenta conteúdo consistente e atualizado, caracterizando qualitativa e quantitativamente os efluentes das principais indústrias potencialmente poluidoras localizadas nas bacias dos ribeirões Arrudas e Onça.

O estudo considerou um universo de 1576 indústrias situadas em Belo Horizonte e Contagem, das quais foi eleito um extrato de 10%, correspondente a 160 indústrias, que foram objeto de avaliação detalhada. Concluiu-se que essas indústrias eram responsáveis pela geração de 90% da carga total de DBO, 93% da carga total de DQO e 97% da carga total de metais pesados. Além disso, pôde ser inferido que 32 dessas indústrias geravam o correspondente a 83% da carga total de DBO, 86% da carga total de DQO e 96% da carga total de metais pesados. Esse quadro induziu à definição de uma estratégia de atuação através da qual foram estabelecidas cinco classes de prioridade, apresentadas no Quadro 22.

Quadro 22 – Prioridades do Controle da Poluição Industrial

Classe A: 32 empreendimentos que demandavam intervenção imediata por parte dos órgãos de controle ambiental.

Classe B: 19 empreendimentos que necessitavam receber atenção e monitoramento constante.

Classe C: 38 empreendimentos que não necessitavam de intervenção imediata, uma vez que sua carga de poluição era relativamente baixa

Classe D: 12 empreendimentos que não necessitavam de qualquer intervenção, uma vez que sua carga de poluição era muito baixa

Classe E: 59 empreendimentos que não geravam efluentes líquidos industriais.

Posteriormente, na implementação das ações, foram definidos o Plano de Ação Imediata – PAI, englobando os empreendimentos Classe A (Grupo A) e o Programa de Controle Industrial – PCI, englobando as 128 indústrias restantes que passaram a ser denominadas Grupo B ¹⁰.

O PAI, implementado em 1998 e 1999, resultou no estabelecimento de parâmetros operacionais, envolvendo a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Contagem e a COPASA MG, visando a regularização da situação de licenciamento ambiental dos empreendimentos do Grupo A. O PCI,

⁹ ESSE Engenharia e Consultoria Ltda. e MONTGOMERY Watson Ltd. *Estudo sobre o controle da poluição industrial*. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, PROSAM, 1996.

¹⁰ ESSE Engenharia e Consultoria Ltda. *Programa de controle industrial – PCI: fase subsequente ao plano de ação imediata – PAI*. Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, PROSAM, 1999.

subsequente ao PAI, tem o mesmo objetivo e está sendo conduzido desde 1999, com previsão para encerramento em 2000.

No contexto do PROSAM, as indústrias situadas nas bacias sanitárias dos ribeirões Arrudas e Onça têm a opção de lançar seus efluentes líquidos industriais e sanitários nos cursos d'água ou na rede pública de esgotos da COPASA MG. No primeiro caso, o lançamento deverá atender à Deliberação Normativa COPAM N.º 10/86 ou ao instrumento normativo municipal correspondente. Quando lançados na rede pública, as indústrias estarão desobrigadas a atender à mencionada DN 10/86 no que se refere ao lançamento de efluentes líquidos, porém deverão firmar contrato com a COPASA MG e atender à Norma Técnica T.187/0, além de elaborar Projeto Técnico dos Sistemas de Efluentes Líquidos de Indústria para Lançamento em Rede Pública da COPASA MG. Esses estudos deverão contemplar um Relatório de Controle Ambiental – RCA e um Plano de Controle Ambiental – PCA, contendo o cadastro completo das redes, segregando as parcelas correspondentes aos efluentes do processo produtivo, das águas de refrigeração, do esgoto doméstico e da água pluvial. Deverá, ainda, ser apresentada a caracterização completa dos efluentes a serem lançados na rede coletora de esgotos e o projeto de adequação ou tratamento dos mesmos, bem como o plano de monitoramento. O projeto das redes deve incluir suas ligações com as redes públicas.

O objetivo do PAI foi parcialmente alcançado: das 31 indústrias ¹¹, 24 obtiveram licença de operação, sendo 15 na bacia do ribeirão Arrudas e 09 no ribeirão da Onça; as indústrias licenciadas têm ainda que cumprir condicionantes diversos. No município de Belo Horizonte, o PAI está englobando 12 indústrias, das quais 05 já haviam celebrado contrato com a COPASA MG. Em Contagem, do total de 19, 07 já celebraram o contrato (até março de 2000). Nas Tabelas 14 e 15 estão relacionadas, por município, os empreendimentos do Grupo A, e na Figura 45 é apresentada sua localização. Nas tabelas encontra-se ainda a situação quanto ao licenciamento ambiental junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte – indústrias situadas na Capital –, ou à FEAM – indústrias situadas em Contagem e a Mannesmann (ESSE/FEAM, 1999).¹²

Todavia, no prosseguimento do Plano Diretor de Drenagem, será necessária uma avaliação particularizada de cada empreendimento, na medida em que alguns destes deverão promover a separação entre os efluentes orgânicos e os químicos, de modo a encaminhar os primeiros para a rede coletora do sistema de esgotos sanitários e os químicos para o sistema hídrico, atendendo à legislação ambiental.

Poluição Doméstica e Difusa

No tocante aos esgotos sanitários, não foram identificados estudos que caracterizem as vazões e concentrações típicas dos esgotos de Belo Horizonte e das distinções existentes entre áreas ou bairros com condições sociais e de ocupação urbana diversas.

Para se conhecer a situação de lançamento de esgotos sanitários no sistema hídrico, foi realizado um cruzamento de informações relativas à rede de esgotos sanitários (COPASA MG, fev/2000) e à malha urbana (PRODABEL, dez/99), que resultou na Figura 46. Através deste estudo, pôde-se concluir que,

11 Inicialmente eram 32 indústrias; posteriormente, uma delas, a Asea Brown Boveri Ltda. transferiu-se de Contagem para Betim, saindo da bacia do ribeirão Arrudas.

12 ESSE Engenharia e Consultoria Ltda. *PCI - programa de controle industrial – PAI - plano de ação imediata: sumário executivo*. Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, PROSAM, 1999.

dos 252 km² de área densamente habitada do município de Belo Horizonte, 224 km² são servidos por rede de esgotos sanitários. Sendo assim, 28 km², ou seja, 11% da área urbanizada, não são atendidos por rede coletora de esgotos, conforme apresentado na Figura 46.

Tabela 14 – Empreendimentos do Grupo A - Belo Horizonte

| Nº | INDÚSTRIA | ATIVIDADE | BACIA DE DRENAGEM | PROJETO APROVADO COPASA ^I | LICENÇA DE OPERAÇÃO (LO) ^{II} |
|----|---|----------------|-------------------|--------------------------------------|--|
| 01 | Mannesmann S/A Av. Olinto Meireles, 65 - Barreiro | Siderurgia | Arrudas | Sim | Sim |
| 02 | Colortêxtil Participações Ltda. R. Barão de Monte Alto, 249 – Urucuia | Têxtil | Arrudas | - | Sim |
| 03 | Cooperativa Central dos Produtores Rurais de MG Br. 262, km 9 – Santa Maria | Ben. de Leite | Arrudas | Não | Sim |
| 04 | Franco Matos Indústria e Comércio de Malhas Rua A, 91 – Distrito Industrial Vale do Jatobá | Têxtil | Arrudas | - | Sim |
| 05 | Frigorífico Modelo Ltda. R. Modelo, 371/A – Suzana | Abatedouro | Onça | Sim | Sim |
| 06 | Frigorífico Perrela Ltda. Av. Do contorno, 2.416 - Floresta | Proc. De Carne | Arrudas | Sim | Sim |
| 07 | Indústria de Refrigerantes Del Rey Ltda. R. Vitor Purri, 68 – Cachoeirinha | Bebidas | Onça | - | Não |
| 08 | Salermo Indústria de Alimentos Walter Ianini, 100 – São Gabriel | Proc. De Carne | Onça | Sim | Sim |
| 09 | Industrial Horizonte Têxtil Ltda. R. N, S. Conceição, 780 - Cachoeirinha | Têxtil | Onça | - | Não |
| 10 | Madson Eletrometalúrgica Suggar R. Jerônimo Marcucci, 74 – Olhos D'água | Galvanoplastia | Arrudas | Não | Não |
| 11 | Mate Couro S/A R. Nínive, 640 – São Salvador | Bebidas | Onça | Sim | Sim |
| 12 | Metalurgia Triângulo S/A Metrila R. Padre Eustáquio, 175, Carlos Prates | Galvanoplastia | Arrudas | Não | Sim |

^I Fonte: COPASA MG, situação em março/2000.

^{II} Situação de licenciamento ambiental na PMBH em setembro/99

O símbolo (-), na quinta coluna do quadro, indica que o projeto não foi submetido à COPASA.

Nos arquivos do SIG foram lançados os setores censitários do IBGE, o que possibilita a estimativa da população por bacia elementar. Assim, o sistema dispõe dos seguintes dados por bacia elementar: área total, população total, área coberta por rede coletora (e, conseqüentemente, área não coberta). A partir daí, pode-se inferir, utilizando-se densidade demográfica média, a população cujas residências não estão ligadas à rede coletora e, portanto, uma estimativa de vazão de esgotos que é direcionada para a drenagem superficial. Essa será, contudo, uma informação aproximada mas que poderá vir a ser útil na utilização de modelos de simulação da carga poluidora decorrente de esgotos sanitários.

FIGURA 45
LOCALIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DEFINIDAS
COMO "CLASSE A" - PLANO DE AÇÃO IMEDIATA

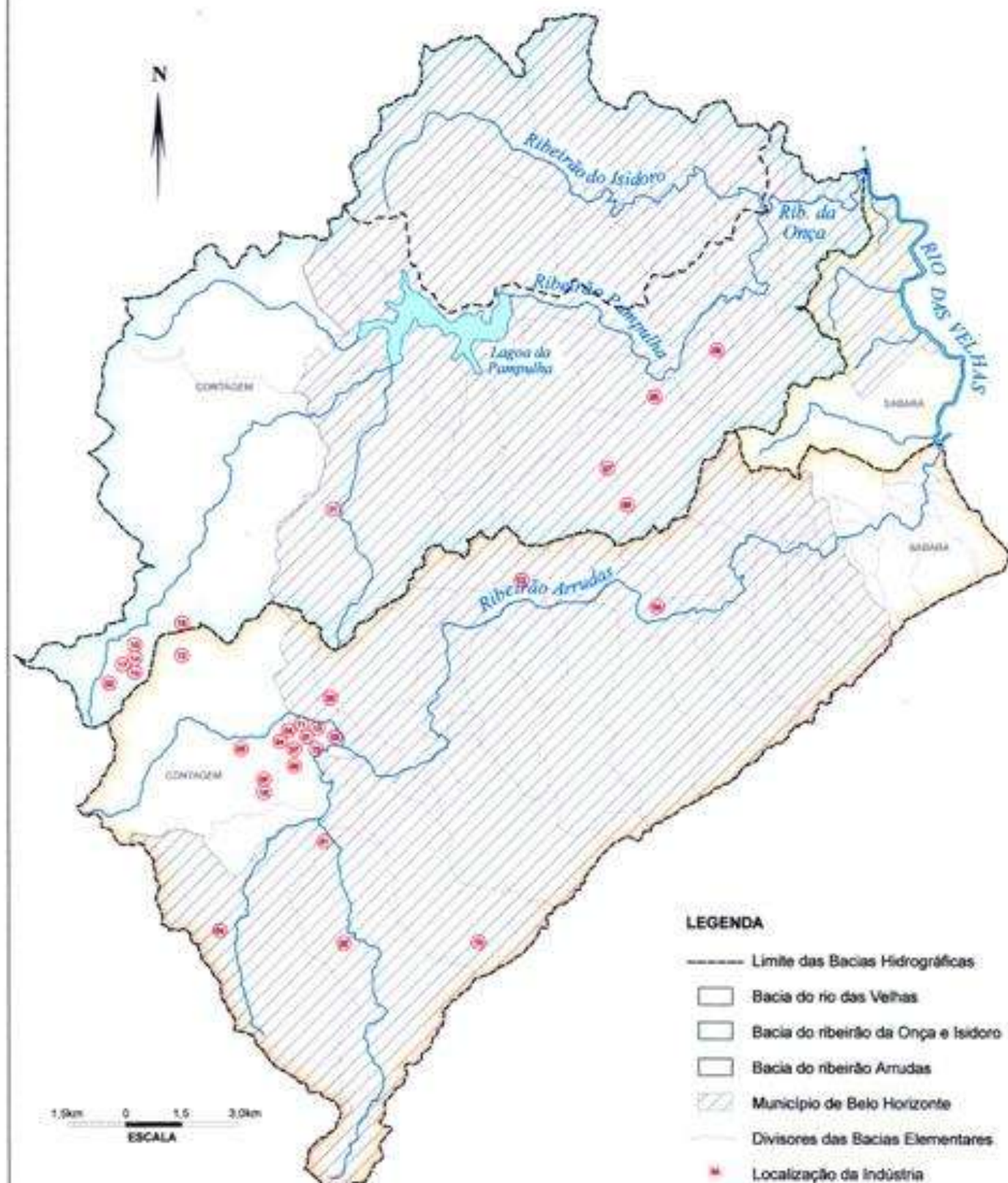
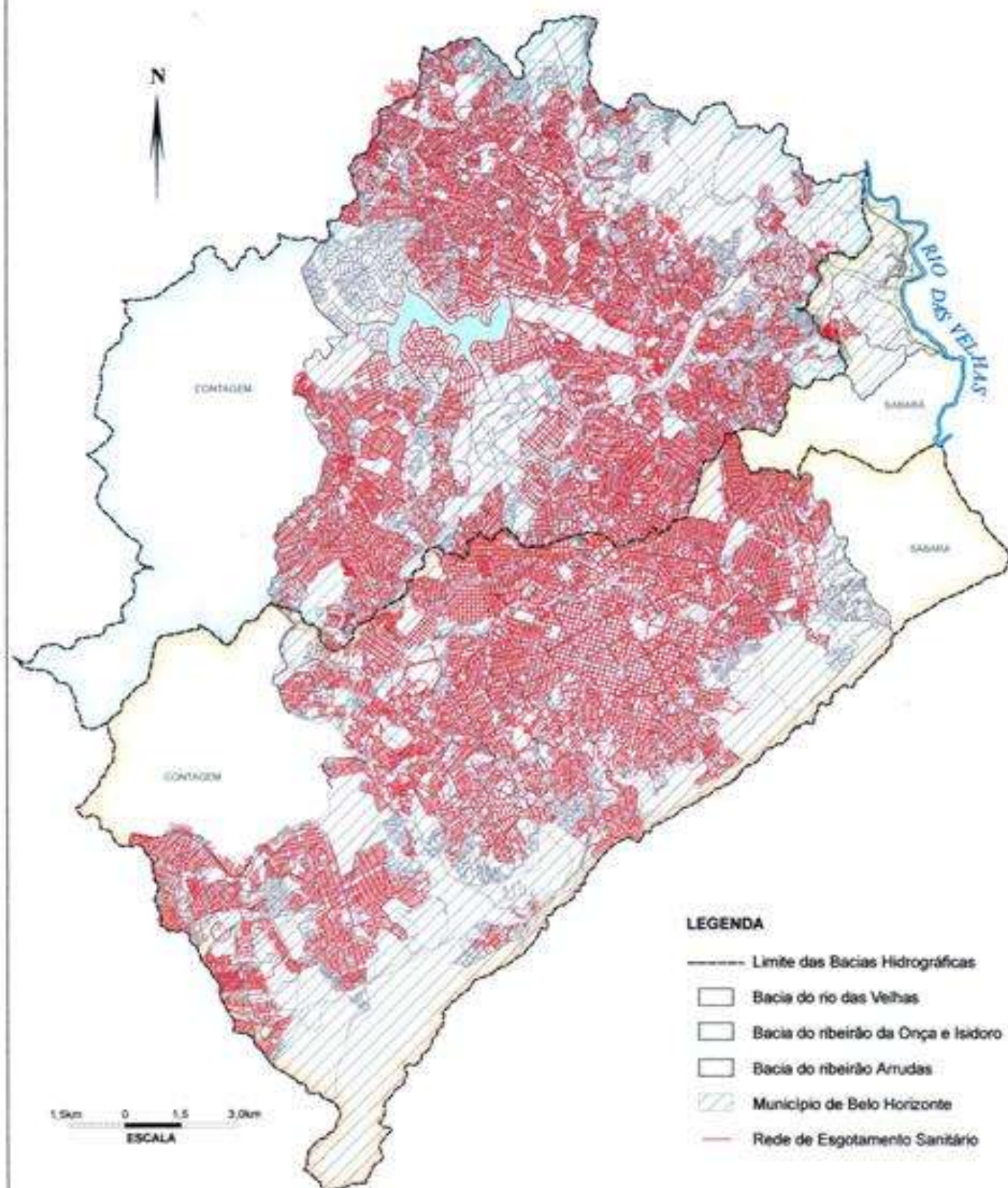


FIGURA 46
COBERTURA DA REDE DE ESGOTO SANITÁRIO EM BELO HORIZONTE



Trata-se de um aspecto de suma importância para o Plano Diretor de Drenagem, tanto pelos danos decorrentes do escoamento dos esgotos na rede de drenagem quanto pela questão da poluição dos corpos receptores, razão pela qual é recomendável que este tema seja objeto de avaliações criteriosas nas fases seguintes dos trabalhos. No entanto, tudo isso dependerá do modelo de simulação a ser utilizado nas próximas etapas do Plano Diretor de Drenagem.

Tabela 15 – Empreendimentos do Grupo A – Contagem

| N.º | INDÚSTRIA | ATIVIDADE | BACIA DE DRENAGEM | PROJETO APROVADO COPASA ^I | LICENÇA DE OPERAÇÃO (LO) ^{II} |
|-----|--|----------------|-------------------|--------------------------------------|--|
| 01 | Belgo Mineira Bekaert Arames Av. Gal. David Sarnoff, 909 – Cid. Industrial | Metalurgia | Arrudas | - | Sim |
| 02 | Brafer Industrial Ltda. R. Heckel Ben Hur Salvador, 1.001 – CINCO | Galvanoplastia | Onça | Não | Não |
| 03 | Cia. Fiação e Tecelagem São Geraldo Av. Cardeal Eugênio Pacelli, 1.341 – Cid. Industrial | Têxtil | Arrudas | Sim | Sim |
| 04 | Cia. Renascença Industrial Ltda. Av. Gal. David Sarnoff, 5.005 – Cid. Industrial | Têxtil | Arrudas | Sim | Não |
| 05 | Cia. Têxtil Ferreira Guimarães R. Guará, 191 – Novo Eldorado | Têxtil | Arrudas | Não | Sim |
| 06 | Estamparia S.A. R. Jonas Barcelos Correa, 215 – Cid. Industrial | Têxtil | Arrudas | Não | Sim |
| 07 | Fiat Allis Latino Americana Ltda. Av. David Sarnoff, 2.237 – Cid. Industrial | Mecânica | Arrudas | Sim | Sim |
| 08 | Fricon S/A – Frigorífico Industrial de Contagem Dr. Antônio Chagas Diniz, 555 – Cid. Industrial | Abatedouro | Arrudas | - | Sim |
| 09 | Galvanoplastia Moderna Ltda. R. Humberto Demoro, 284 – Inconfidentes | Galvanoplastia | Arrudas | Não | Sim |
| 10 | Indústria Micheletto S/A R. Cipriano Micheletto, 54 – CINCO | Galvanoplastia | Onça | Não | Sim |
| 11 | Indústria Santa Clara S/A R. José Maria Lacerda, 1.896 – Cid. Industrial | Galvanoplastia | Arrudas | Não | Sim |
| 12 | Isomonte S/A Av. João César de Oliveira, 4.333 – CINCO | Galvanoplastia | Onça | Não | Sim |
| 13 | Magnesita S/A Praça Louis Ensck, 240 – Cid. Industrial | Refratários | Arrudas | Não | Não |
| 14 | Meta Galvanização Comércio e Indústria Ltda. Rua Santiago Ballesteros, 110 – CINCO | Galvanoplastia | Onça | Sim | Sim |
| 15 | Mod Line Divisão de Perfisados Ltda. | Metalurgia | Onça | Sim | Sim |

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão Nº: 0 | Data Revisão: 28/12/00 | Aprovado por: Coordenador Geral PDBH / Magna | Pág: 37 |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|

| N.º | INDÚSTRIA | ATIVIDADE | BACIA DE DRENAGEM | PROJETO APROVADO COPASA ^I | LICENÇA DE OPERAÇÃO (LO) ^{II} |
|-----|---|----------------|-------------------|--------------------------------------|--|
| | R. Ápio Cardoso, 1.035 – CINÇÃO | | | | |
| 16 | Nansem S/A Instrumentos de Precisão R José Pedro Araújo, 960 – CINCO | Galvanoplastia | Onça | Sim | Sim |
| 17 | Newmec Indústria Mecânica Ltda. R. Heckel Ben Hur Salvador, 600 – CINCO | Eletrônica | Onça | Sim | Sim |
| 18 | Perfil Embalagens Ltda. R. Osório de Moraes, 1.005 – Cid. Industrial | Fab. De Caixas | Arrudas | Não | Sim |
| 19 | Pohlig Heckel do Brasil Indústria e Comércio Ltda. R, Dr. Ant. de Carvalho Laje, 170 – Cid. Industrial | Mecânica | Arrudas | - | Não |

^I Fonte: COPASA MG, situação em março/2000.

^{II} Situação de licenciamento ambiental na FEAM em 16/09/99

O símbolo (-), na quinta coluna do quadro, indica que o projeto não foi submetido à COPASA.

Com relação à carga difusa de poluição decorrente do escoamento superficial em áreas urbanizadas, também não foram identificados estudos e informações que permitam a sua caracterização nos níveis detalhes requeridos.

No que se refere à caracterização da situação de qualidade dos cursos d'água, constatou-se que são muito restritas as informações relativas à área urbana, uma vez que somente existem dados sobre a lagoa da Pampulha e alguns de seus tributários. As águas da lagoa propriamente dita vêm sendo objeto de levantamentos sistemáticos conduzidos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Seus tributários foram avaliados em trabalhos de pesquisa desenvolvidos pela UFMG.

Por outro lado, os ribeirões Arrudas e Onça, em seções próximas ao seu aporte no rio das Velhas, e o próprio rio das Velhas, vêm sendo sistematicamente avaliados pela FEAM, que opera, desde 1993, uma rede de monitoramento específica. Por se tratar de um trabalho de abrangência regional, apenas são mantidos um ponto de coleta em cada um dos ribeirões mencionados e no rio das Velhas a montante e a jusante dos mesmos. A frequência de amostragem foi bimestral no período de 1993 a 1997, tendo sido alterada para trimestral a partir de 1998. Neste monitoramento é considerada uma ampla gama de parâmetros indicadores da qualidade física, química e bacteriológica das águas.

Conclui-se, portanto, que será necessária a complementação de informações para a realização dos estudos correspondentes à etapa seguinte do Plano Diretor. Todavia, estes levantamentos deverão ser direcionados para atender aos objetivos pretendidos pelo Plano, através da implantação de uma rede de monitoramento para fins de controle e calibração do(s) modelo(s) de simulação a ser(em) utilizado(s).

Assim, se forem aplicados modelos de simulação da qualidade das águas para a estimativa dos reais impactos do sistema de drenagem urbana na qualidade dos corpos receptores, os levantamentos da situação de qualidade deverão considerar variáveis e pontos de amostragem específicos que permitam a calibração e validação dos mesmos.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão Nº: 0 | Data Revisão: 28/12/00 | Aprovado por: Coordenador Geral PDBH / Magna | Pág: 38 |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|

Da mesma forma, será necessária uma atualização nos levantamentos do Estudo sobre o Controle de Poluição Industrial do PROSAM, para se avaliar a carga real de efluentes industriais a serem lançados no sistema de drenagem urbana. Também será importante a atualização das informações sobre a abrangência da rede de esgotos sanitários e o conhecimento da presença de esgotos na rede de drenagem pluvial, sendo que esta última poderá ser indicada pelo levantamento cadastral da macrodrenagem e pelo programa Caça-Esgoto. Essa informação deverá alimentar uma segunda etapa, um plano de ações, em se tratando da contaminação do sistema de drenagem.

Conclui-se, portanto, que será necessária a complementação de informações para a realização dos estudos correspondentes à etapa seguinte do Plano Diretor. Todavia, estes levantamentos deverão ser direcionados para atender aos objetivos pretendidos pelo Plano, através da implantação de uma rede de monitoramento para fins de controle e calibração do(s) modelo(s) de simulação a ser(em) utilizado(s).

Assim, se forem aplicados modelos de simulação da qualidade das águas para a estimativa dos reais impactos do sistema de drenagem urbana na qualidade dos corpos receptores, os levantamentos da situação de qualidade deverão considerar variáveis e pontos de amostragem específicos que permitam a calibração e validação dos mesmos.

Da mesma forma, será necessária uma atualização nos levantamentos do Estudo sobre o Controle de Poluição Industrial do PROSAM, para se avaliar a carga real de efluentes industriais a serem lançados no sistema de drenagem urbana. Também será importante a atualização das informações sobre a abrangência da rede de esgotos sanitários e o conhecimento da presença de esgotos na rede de drenagem pluvial, sendo que esta última poderá ser indicada pelo levantamento cadastral da macrodrenagem e pelo programa Caça-Esgoto. Essa informação deverá alimentar uma segunda etapa, um plano de ações, em se tratando da contaminação do sistema de drenagem.

Finalmente, de acordo com a precisão planejada, relativa ao conhecimento dos efeitos do escoamento superficial na qualidade dos corpos receptores, deverão ser realizados levantamentos para caracterizar as cargas difusas deste escoamento superficial.

9.3 – Sistema de Esgotos Sanitários e sua Interferência com a Drenagem Urbana

O sistema de esgotamento sanitário possui estreito relacionamento com o sistema de drenagem urbana, pois tende a seguir o curso da drenagem natural; a menos que se controle artificialmente seu fluxo, este será o mesmo, se confundirá com o sistema natural da drenagem. Em área urbanizada, sobretudo naquelas em início de ocupação, quando ainda não se instalaram coletores, os fluxos de águas servidas percorrem os mesmos cursos das águas pluviais em ruas e talvegues; nesse caso, os esgotos são lançados em fossas, e, caso não o sejam, também seguirão os cursos da drenagem.

Durante o processo de urbanização, as instalações iniciais dos coletores de ambos os sistemas os separam apenas em parte, pois em algum ponto a jusante os fluxos encontram-se novamente. Com o avanço da ocupação, a partir de demandas dos moradores em função de problemas sanitários com que se deparam, a separação das redes de coleta tende a ser expandida, transportando-se cada vez mais para jusante o ponto de encontro entre elas, até que se atinja um curso d'água perene.

Neste momento, ocorrendo o mesmo processo em diversas sub-bacias afluentes do curso d'água principal da área urbana, chega-se à situação de grande abrangência da rede de coleta de esgotos, minimizando os problemas sanitários dos moradores; no aspecto ambiental mais amplo, porém, a situação de poluição hídrica não sofre alteração, permanecendo um único sistema nos principais fundos de vale, com lançamentos de esgotos concentrados em determinados pontos. A função dos interceptores, cuja implantação geralmente se faz por partes, é, temporariamente, transportar para mais a jusante o esgoto coletado nas diversas sub-bacias.

Em Belo Horizonte, nas bacias de drenagem de seus principais cursos d'água – ribeirões Arrudas e Onça – o processo desenvolveu-se de forma semelhante (as diversas sub-bacias encontram-se em estágios diferentes), como o foram nas porções dessas bacias que se situam em territórios dos municípios de Contagem, a montante, e de Sabará (apenas na bacia do ribeirão Arrudas), a jusante.

A concepção inicial dos sistemas no projeto original da Capital assumiu a interconexão entre eles, uma vez que se construiu o sistema unitário águas pluviais/esgotos sanitários, adotando-se o *tout à l'égout*. O primeiro interceptor foi implantado ao longo da margem direita do ribeirão Arrudas, na época da construção da Capital, entre a Estação e o Parque; mais tarde (1935), o interceptor foi estendido, chegando até a confluência da Rua Tupis com Av. Barbacena. Posteriormente, com o aumento das contribuições, houve necessidade de se afastar da rede construída as águas pluviais, e o sistema de esgoto passou a funcionar como separador absoluto.

*“Em 1902 já se constatava que o funcionamento dos esgotos pelo sistema tout à l'égout não respondia às necessidades de escoamento das águas pluviais. Isso levou à construção de uma galeria pluvial na rua da Bahia, consubstanciando a primeira intervenção na rede original, contrariando inclusive o Sistema Unitário escolhido pela Comissão Construtora, solução de urgência para problemas de inundação em pleno centro da moderna Capital.”*¹³

Até o início da década de 70, encontravam-se implantados alguns interceptores na área interna da Av. do Contorno, mas a grande parte da rede coletora lançava os esgotos diretamente nos cursos d'água afluentes do ribeirão Arrudas; na bacia do ribeirão da Onça existia rede de coleta apenas no bairro São Luís, na margem direita da Lagoa da Pampulha, e no centro de Venda Nova. A extensão da rede coletora em Belo Horizonte era de cerca de 700.000 m, com aproximadamente 65.000 ligações; em Contagem, 70.000 m e 5.000 ligações.¹⁴

Ainda nos anos 70, com a criação do PLANASA – Plano Nacional de Saneamento, os municípios do aglomerado metropolitano concederam, à companhia estadual de saneamento, os serviços de água e esgoto (na época denominada COMAG – Companhia Mineira de Águas e Esgotos, criada em 1963; em novembro de 1974, passou a denominar-se Companhia de Saneamento de Minas Gerais COPASA MG). A concessão de Belo Horizonte (1973) encerrou-se no corrente ano; o Município e a COPASA MG estão em fase de negociação para definição da forma como será viabilizada a nova concessão. Contagem foi bem mais generosa em sua concessão, pois o fez, em 1974, por 99 anos.

13 FJP/CEHC. *Saneamento básico em Belo Horizonte: trajetória de 100 anos – os serviços de água e esgoto – a comissão construtora e o saneamento da nova capital*. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1996. p. 42.

14 FJP. *Saneamento básico na região metropolitana: relatório intermediário*. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1972.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 40 |

9.4 – Plano de Esgotos Sanitários das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça

No início dos anos 70, o DEMAÉ – Departamento Municipal de Águas e Esgotos de Belo Horizonte, criado em 1965, e então responsável pelos serviços, contratou com a PLANIDRO Engenheiros Consultores Ltda. o primeiro Plano Diretor de Esgotos de Belo Horizonte e o respectivo Estudo de Viabilidade, abrangendo as bacias dos ribeirões Arrudas e Onça. Das seis alternativas estudadas, a selecionada propunha tratamento primário em duas estações de tratamento de esgotos (ETE), uma para cada bacia. Numa primeira etapa, seria utilizada para a bacia Pampulha-Onça, como solução provisória, uma lagoa aerada para uma população de 160.000 pessoas. Na mesma época, o SAMAE – Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto, de Contagem, elaborou seu Plano Diretor de Esgotos através da HIDSANIT Engenharia Hidráulica e Sanitária Ltda., compatibilizando-o com o do DEMAÉ BH nas bacias do ribeirão Arrudas e da represa da Pampulha.¹⁵

A concepção geral do Plano Diretor manteve-se ao longo dos anos, passando por adaptações diversas em função das mudanças de projeções populacionais, da forma e ritmo do processo de urbanização, como também das exigências ambientais que demandaram ampliação do nível de tratamento.

O Plano Diretor de Esgotos para a Região Metropolitana de Belo Horizonte, elaborado em 1980, indicou a área para a ETE da bacia do ribeirão Arrudas na região onde está atualmente sendo construída, no município de Sabará, para atender, na primeira etapa, a 930.000 habitantes, e, na segunda, 2.420.000. A ETE da bacia do ribeirão da Onça atenderia a 3.000.000 habitantes. Foram revistas as projeções demográficas e estabelecidas novas metas para ampliação dos sistemas e implantação de interceptores e ETE. Os dados atualizados relativos às ETE são os seguintes:

Tabela 16 – Dados Atualizados Relativos às Estações de Tratamento de Esgoto

| ETE | POPULAÇÃO ATENDIDA (hab.) | | VAZÃO (m³/s) | |
|---------|---------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| | Início de plano | Final de plano | Início de plano | Final de plano |
| Arrudas | 1.000.000 | 1.600 | 2,7 | 4,5 |
| Onça | 1.000.000 | 1.800 | 2,6 | 3,6 |

A ampliação da rede, particularmente na bacia do ribeirão Arrudas, foi efetivamente realizada em grande parte de Belo Horizonte e de Contagem, como o foi o sistema de interceptação de esgoto nos afluentes do ribeirão Arrudas, na medida e no ritmo definido pela canalização dos córregos, o que ocorreu principalmente em Belo Horizonte. Ao final dos anos 80, os interceptores mostravam-se implantados ao longo do canal do ribeirão Arrudas, desde o córrego do Tejuco (na Via Urbana Leste-Oeste) até a região do bairro do Horto, próximo à confluência do córrego da Mata (Av. Silviano Brandão). Essa era também a situação da quase totalidade dos interceptores dos afluentes da margem esquerda do ribeirão Arrudas naquele trecho; na margem direita, as sub-bacias do ribeirão Arrudas também possuíam interceptores, desde o córrego das Piteiras até o córrego do Cardoso. A montante do trecho canalizado do ribeirão Arrudas, algumas sub-bacias, como as dos córregos do Ferrugem, em Contagem, e do Barreiro, em Belo Horizonte, possuíam interceptores, ainda que parcialmente.

Na bacia do ribeirão da Onça a situação mostrava-se mais grave: os interceptores existentes concentravam-se na sub-bacia do córrego da Ressaca que contribuía para o interceptor da margem direita da represa da

¹⁵ *Idem*.

Pampulha (construído na década de 80), juntamente com a rede coletora da bacia de contribuição direta à represa, lançando o esgoto logo a jusante da barragem; na bacia do ribeirão do Isidoro havia apenas pequenos trechos de interceptores no vale principal do córrego Vilarinho.

No início dos anos 90, foi formulado o Programa de Saneamento Ambiental das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça na Região Metropolitana de Belo Horizonte – PROSAM (apresentado no Anexo E) que, dentre os objetivos mais amplos de recuperação da qualidade do rio das Velhas, pretendia implantar as ETE previstas desde o primeiro Plano Diretor de Esgotos. Para tanto, através do PROSAM seriam construídos: mais um trecho importante de interceptação ao longo do ribeirão Arrudas; o interceptor ao longo do principal afluente da represa da Pampulha (córrego do Sarandi); seria estendido o interceptor do córrego da Pampulha, a jusante da represa, e seria ampliado consideravelmente o sistema de coleta, especialmente nas sub-bacias contribuintes da Pampulha. Ficariam excluídos do programa de investimentos os interceptores do ribeirão Arrudas, a montante do córrego do Ferrugem, na margem esquerda, e a montante do córrego do Barreiro, na margem direita; também não foram incluídos interceptores na bacia do ribeirão do Isidoro (afluente do ribeirão da Onça).

O Quadro 23 apresenta uma síntese geral do PROSAM, no que diz respeito à implantação de componentes dos sistemas de esgotos.

Ao se encerrar o PROSAM, em 1999, a COPASA MG firmou compromissos para construir com recursos próprios a ETE Arrudas e implementar um programa especial para viabilizar a ETE Onça com a participação da iniciativa privada. O primeiro está sendo cumprido, e a construção da primeira etapa da estação encontra-se em estágio avançado; no início do próximo ano, a ETE deverá entrar em pré-operação do tratamento primário; o tratamento secundário está em processo de licenciamento ambiental, e tão logo seja obtida a Licença de Instalação (prevista para até o final deste ano) deverão ser iniciadas as obras dessa segunda fase, a serem concluídas em 18 meses.¹⁶ O segundo compromisso não possui um cronograma definido, em função do processo em curso para equacionar a questão da concessão dos serviços em Belo Horizonte.

Estágio atual de implantação dos interceptores de esgotos

Na década de 90, independente do PROSAM, os municípios de Belo Horizonte e Contagem ampliaram as canalizações nas bacias dos ribeirões Arrudas e Onça, e a COPASA MG implantou interceptores de esgotos. O estágio atual de implantação dos interceptores pode ser visualizado nas Figuras 47 e 48. Por exclusão, as mesmas figuras mostram os interceptores a serem construídos para complementar os sistemas. Quanto à coleta de esgoto, a rede, em Belo Horizonte, possui cerca de 759.000 m, com 70.600 ligações.¹⁷

Na bacia do ribeirão da Onça (exceto a do ribeirão do Isidoro, apresentada à parte), incluindo as sub-bacias a montante da represa da Pampulha, as maiores deficiências estão resumidas no Quadro 24.

Os projetos de reversão de esgotos das sub-bacias referidas no quadro acima para o sistema da margem direita da Pampulha estão em elaboração pela COPASA e os investimentos indicados no PROPAM. As contribuições da bacia do córrego da Água Funda (Contagem) integram um sistema também com reversão para a margem direita, já implantado, atendendo à área densamente ocupada. Encontram-se projetadas, ou

16 Informações fornecidas pela Superintendência de Meio Ambiente, Diretoria Técnica e de Meio Ambiente, COPASA MG.

17 Grupo Técnico da Concessão. *Concessão dos serviços de água e esgoto – estudos e subsídios para avaliação dos serviços – diagnóstico situacional*. Belo Horizonte: Prefeitura Municipal, 1998, p.25.

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 42 |

em fase de projeto, as redes com os interceptores necessários à conexão das contribuições do CINCO e do CINÇÃO (distritos industriais de Contagem) ao interceptor do córrego do Sarandi (implantado).

Quadro 23 – Implantação de Componentes do Sistema de Esgoto – PROSAM

Bacia do ribeirão Arrudas:

- os interceptores do ribeirão Arrudas (28.025 m) possibilitaram a interligação do sistema desde a confluência do córrego do Ferrugem até a ETE;
- os interceptores dos córregos do Ferrugem e seu afluente Água Branca (17.880 m) ligaram esta bacia da margem esquerda do Arrudas à ETE;
- o interceptor da Mannesmann (2.443 m), na margem direita do ribeirão Arrudas, permitiu também a inclusão da bacia do córrego do Barreiro ao sistema de tratamento.

Bacia do ribeirão da Onça:

- a implantação de 117.038 m de coletores e os interceptores nos córregos João Gomes, Helena Costa e Sarandi (27.986 m), em Contagem, possibilitaram a ligação da bacia do córrego do Sarandi ao interceptor da margem direita da represa da Pampulha; foi expandida a rede coletora (28.311 m) em Belo Horizonte, também a montante da represa da Pampulha;
- os interceptores do ribeirão da Onça (41.993 m) foram estendidos desde o ponto situado logo abaixo da barragem da Pampulha até a jusante do Ribeirão do Isidoro; foram acrescentados 6.000 m de rede coletora na bacia do ribeirão da Onça.

Quadro 24 – Principais Componentes do Sistema de Esgotos a Implantar nas Sub-bacias do Ribeirão da Onça (exceto sub-bacia do Isidoro)

rede coletora e sistema de reversão de esgotos para a margem direita da Pampulha nas sub-bacias dos córregos Baraúna e AABB; e reversão de esgotos da sub-bacia Olhos D'Água para a sub-bacia do Nado (em Belo Horizonte);

interceptores necessários à conexão das contribuições do CINCO e do CINÇÃO (em Contagem) ao interceptor do córrego do Sarandi;

interceptor principal do córrego do Engenho Nogueira, na região do Campus da UFMG;

interligações a montante e jusante do interceptor do córrego Gorduras (o trecho intermediário está implantado, embora não representado no cadastro da COPASA MG);

interceptores das demais sub-bacias a jusante do córrego da Cachoeirinha, com áreas menores e menos urbanizadas.

FIGURA 47
INTERCEPTORES EXISTENTES EM BELO HORIZONTE
E CONTAGEM - BACIA DO RIBEIRÃO ARRUDAS

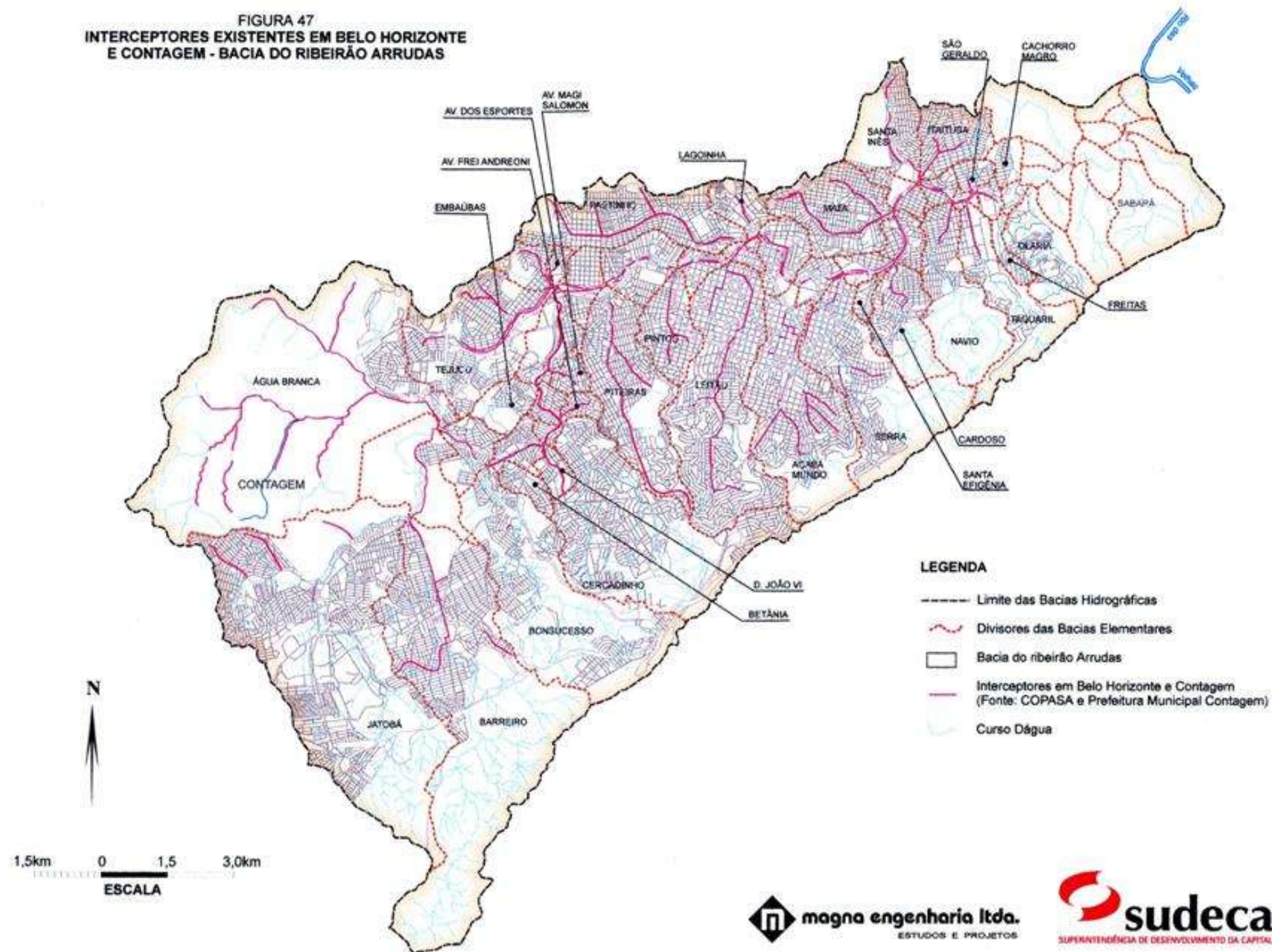
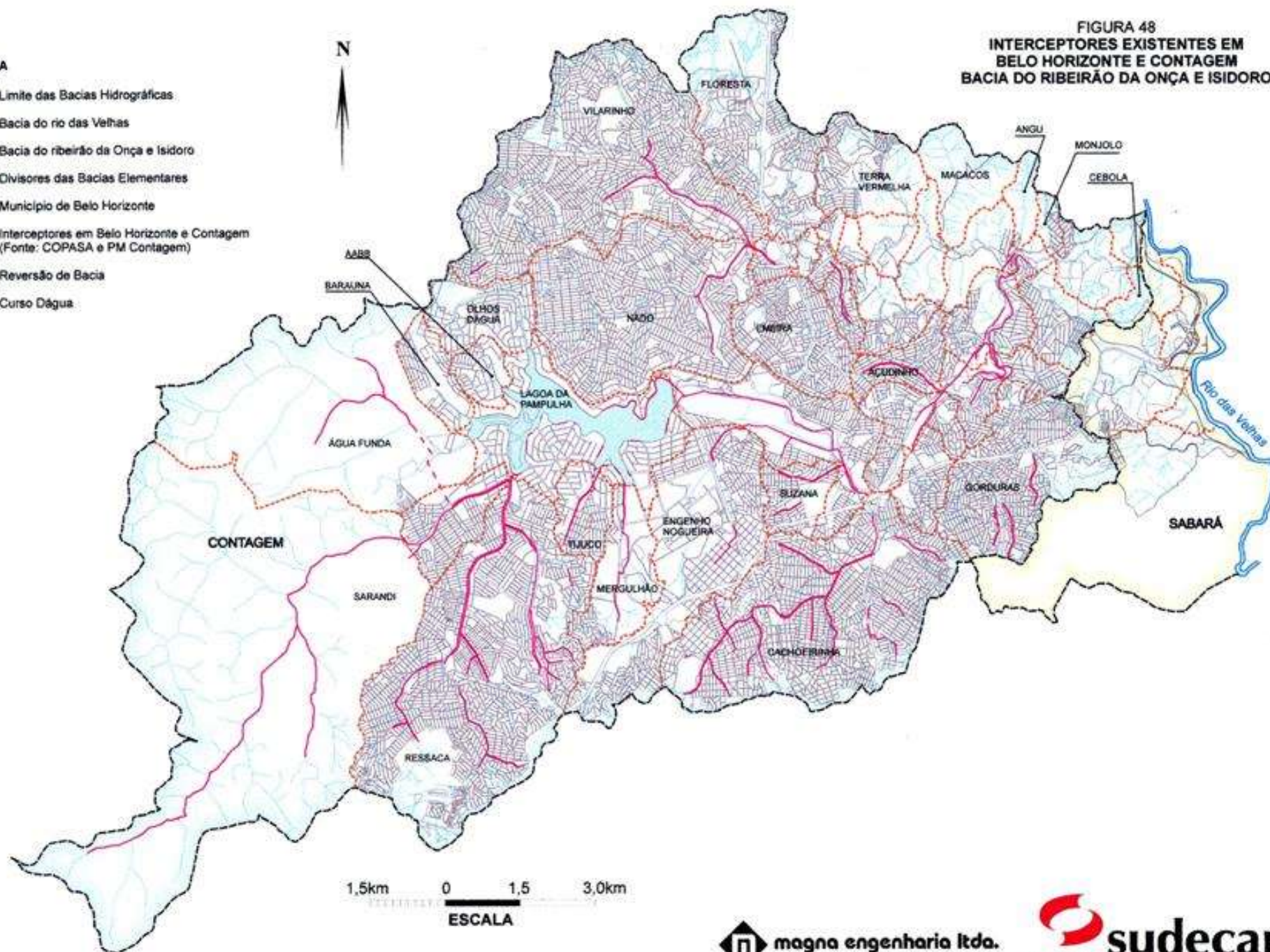


FIGURA 48
INTERCEPTORES EXISTENTES EM
BELO HORIZONTE E CONTAGEM
BACIA DO RIBEIRÃO DA ONÇA E ISIDORO

LEGENDA

- Limite das Bacias Hidrográficas
- Bacia do rio das Velhas
- Bacia do ribeirão da Onça e Isidoro
- Divisores das Bacias Elementares
- ▨ Município de Belo Horizonte
- Interceptores em Belo Horizonte e Contagem
(Fonte: COPASA e PM Contagem)
- - - Reversão de Bacia
- Curso D'água



Na Tabela 17 estão indicados (sem quantificação), por *bacias elementares*¹⁸, os interceptores a serem implantados para complementar o sistema de esgotos da bacia.

Tabela 17 - Bacia do Ribeirão da Onça (exceto sub-bacia do ribeirão do Isidoro) – Interceptores a Implantar

| CÓDIGO ¹⁹ | | | | | | NOME | INTERCEPTORES A IMPLANTAR |
|----------------------|---|---|---|---|---|------------------|---|
| BH | A | B | C | D | E | | |
| 41 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | Sarandi | Trechos de montante (inclusive CINCO e CINCÃO); complementação do João Gomes e afluentes |
| 41 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | Água Funda | Complementação de afluentes |
| 41 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | Baraúna | Todos |
| 41 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | AABB | Todos |
| 41 | 3 | 0 | 5 | 0 | 0 | Olhos d'Água | Todos |
| 41 | 3 | 0 | 6 | 0 | 0 | Mergulhão | – |
| 41 | 3 | 0 | 7 | 0 | 0 | Tijuco | – |
| 41 | 3 | 0 | 8 | 0 | 0 | Ressaca | Afluentes de montante e ligação entre trechos do principal |
| 41 | 3 | 0 | 9 | 0 | 0 | Pampulha | Margem esquerda: complementação do principal |
| 41 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | Engenho Nogueira | Todo o trecho de montante (UFMG) |
| 41 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | Suzana | Interligações a montante e jusante; o trecho intermediário está implantado |
| 41 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | Pampulha | – |
| 41 | 3 | 1 | 3 | 0 | 0 | Cachoeirinha | Poucos afluentes de montante e ligação entre trechos do principal |
| 41 | 3 | 1 | 4 | 0 | 0 | s/ nome | Todos |
| 41 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | Onça | Afluente |
| 41 | 3 | 1 | 5 | 0 | 0 | Açudinho | Afluente |
| 41 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | Onça | Afluente |

¹⁸ *Bacia elementar* é a menor unidade espacial adotada para o Plano Diretor de Drenagem.

¹⁹ Codificação do SIG para as *bacias elementares* [BHABCDE]:

- Campo BH: bacia hidrográfica, BH = 41, bacia do rio das Velhas;
- Campo A: A = 1, rib. do Arrudas; A = 2, área de contribuição direta ao rio das Velhas; A = 3, rib. da Onça; A = 4, rib. do Isidoro;
- Campo BC: bacias elementares de contribuição (01 a 99);
- Campo DE: partições de BC (01 a 99).

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão Nº: 0 | Data Revisão: 28/12/00 | Aprovado por: Coordenador Geral PDBH / Magna | Pág: 46 |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|

| CÓDIGO ¹⁹ | | | | | | NOME | INTERCEPTORES A IMPLANTAR |
|----------------------|---|---|---|---|---|----------|--|
| BH | A | B | C | D | E | | |
| 41 | 3 | 1 | 6 | 0 | 0 | Gorduras | Interligações a montante e jusante; o trecho intermediário está implantado |
| 41 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | Onça | Afluente |
| 41 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 | Onça | – |

(–): principais interceptores implantados.

Ainda na bacia do ribeirão da Onça, sub-bacia do ribeirão do Isidoro, a situação é mais grave e está resumida no Quadro 25.

Quadro 25 – Situação do Sistema de Esgotos na Bacia do Ribeirão do Isidoro

as sub-bacias dos córregos do Vilarinho e do Nado – que abrangem mais da metade da área urbanizada da bacia do ribeirão do Isidoro – possuem interceptores apenas em parte dos principais vales: avenidas Vilarinho e Elias Antônio Issa, na primeira, e avenidas Dr. Álvaro Camargos e João Samaha/Parque Lagoa do Nado, na segunda;

as demais sub-bacias não possuem interceptores, com exceção da do córrego do Caixeta, Rua Professor Rubens Guelli, no Jardim Guanabara, região do bairro Floramar.

A Tabela 18 detalha as necessidades de interceptores de esgotos para as bacias elementares da sub-bacia do ribeirão do Isidoro.

Tabela 18 – Sub-bacia do Ribeirão do Isidoro – Interceptores a Implantar

| CÓDIGO | | | | | | NOME | INTERCEPTORES A IMPLANTAR |
|--------|---|---|---|---|---|-----------|---|
| BH | A | B | C | D | E | | |
| 41 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | Vilarinho | Complementação do principal e afluentes |
| 41 | 4 | 0 | 2 | 0 | 0 | Nado | Maior parte do principal e afluentes |
| 41 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | Isidoro | * |
| 41 | 4 | 0 | 3 | 0 | 0 | Floresta | Todos |
| 41 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | Isidoro | * |
| 41 | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 | Embira | Todos |
| 41 | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | Isidoro | * |
| 41 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | Isidoro | * |
| 41 | 4 | 0 | 5 | 0 | 0 | s/ nome | Principal (pequeno) |

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão Nº: 0 | Data Revisão: 28/12/00 | Aprovado por: Coordenador Geral PDBH / Magna | Pág: 47 |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|

| CÓDIGO | | | | | | NOME | INTERCEPTORES A IMPLANTAR |
|--------|---|---|---|---|---|----------------|---------------------------|
| BH | A | B | C | D | E | | |
| 41 | 4 | 0 | 6 | 0 | 0 | Caixeta | — |
| 41 | 4 | 0 | 7 | 0 | 0 | Fazenda Velha | Todos |
| 41 | 4 | 0 | 0 | 0 | 5 | Isidoro | * |
| 41 | 4 | 0 | 8 | 0 | 0 | Terra Vermelha | Todos |
| 41 | 4 | 0 | 0 | 0 | 6 | Isidoro | * |
| 41 | 4 | 0 | 9 | 0 | 0 | Macacos | s/ ocupação |
| 41 | 4 | 0 | 0 | 0 | 7 | Isidoro | * |
| 41 | 3 | 1 | 7 | 0 | 0 | Angu | s/ ocupação |
| 41 | 3 | 1 | 8 | 0 | 0 | Monjolo | * |
| 41 | 3 | 1 | 9 | 0 | 0 | s/ nome | Todos |
| 41 | 3 | 0 | 0 | 0 | 5 | Onça | * |
| 41 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | Cebola | s/ ocupação |
| 41 | 3 | 0 | 0 | 0 | 6 | Onça | * |

(-): principais interceptores implantados.

(*): contribuição linear ao ribeirão do Isidoro (41.4.00.0x) e ao Onça (41.3.00.0x): área sem ocupação ou de contribuição direta ao interceptor.

Na bacia do ribeirão Arrudas os principais interceptores a implantar correspondem a sub-bacias de montante, na Regional do Barreiro, e de jusante, na Regional Leste, como resumido no Quadro 26.

O detalhamento das informações do cadastro da COPASA MG, incluindo rede coletora, encontram-se no SIG, com as seguintes ressalvas:

- o cadastro cedido pela COPASA MG não passou por qualquer revisão; utilizaram-se os arquivos na forma como foram cedidos por essa empresa;
- o cadastro cedido pela COPASA MG não inclui interceptores e rede coletora de esgotos de Contagem; as informações constantes do mapeamento aqui apresentado foram obtidas de documentos do PROSAM e PROPAM, complementadas por entrevistas com técnicos da COPASA MG e da Prefeitura de Contagem;
- os canais de águas pluviais em Contagem não foram objeto de levantamento de campo; os dados foram obtidos nos projetos originais, sabendo-se que, em muitos casos, as obras implantadas não correspondem exatamente aos projetos²⁰; diversas galerias secundárias mais antigas não constam da planta;

20 No caso da macrodrenagem da bacia do córrego do Ferrugem, as informações não são adequadas à utilização de modelo de simulação hidráulica, especialmente no trecho do Ferrugem na travessia sob a Av. Amazonas; os túneis-bala não foram implantados de acordo com os projetos, e esse é um ponto crítico do sistema. Esta é a maior sub-bacia do Arrudas e encontra-se completamente urbanizada.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão Nº: 0 | Data Revisão: 28/12/00 | Aprovado por: Coordenador Geral PDBH / Magna | Pág: 48 |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|

o SIG não contempla os sistemas pluviais e de esgotamento sanitário de Sabará.

Quadro 26 – Principais Interceptores a Implantar para Complementação do Sistema de Esgotos na Bacia do Ribeirão Arrudas

sub-bacia do córrego do Jatobá: os interceptores do córrego do Jatobá, em toda sua extensão, assim como os dos córregos do Túnel e da Olaria; existem apenas dois afluentes do córrego do Túnel com interceptores (Rua das Petúncias e Av. dos Jardins);

o interceptor do córrego da Barraginha e o interceptor da margem esquerda do ribeirão Arrudas (bacia elementar 41.1.00.01), em Contagem;

todos os interceptores da sub-bacia do córrego do Bonsucesso; a COPASA MG pretende instalar uma ETE para tratar os esgotos da área urbanizada de montante nesta sub-bacia, correspondente à ocupação de Olhos d'Água, nas proximidades da BR-040;

todos os interceptores da sub-bacia do córrego do Cercadinho

interceptores para a separação dos sistemas esgotos/águas pluviais no trecho do córrego da Serra canalizado no interior de bairros;

a jusante da cidade, a partir do córrego do Cardoso, na margem direita, e do córrego de Santa Inês, na esquerda, todas as sub-bacias ainda carecem de prolongamento dos interceptores principais (sub-bacias dos córregos do Navio, Taquaril, Ituiutaba, São Geraldo); as sub-bacias dos córregos do Freitas e do Cachorro Magro, situadas a montante da ETE Arrudas, também não possuem interceptores.

A Tabela 19, apresenta as necessidades de interceptores de esgotos para as bacias elementares da bacia do ribeirão Arrudas.

As sub-bacias de contribuição direta ao rio das Velhas não possuem estudos de esgotamento sanitário e de tratamento por parte da COPASA MG.

A COPASA MG está promovendo um levantamento da situação atual das intervenções previstas nas bacias dos ribeirões Arrudas e Onça, discriminando projetos elaborados e contratados, obras contratadas e em fase de viabilização de recursos para implantação; deverá explicitar as intervenções que dependem da participação da SUDECAP e da Prefeitura de Contagem. Essas informações serão importantes no desenvolvimento da etapa seguinte do Plano Diretor de Drenagem.

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão Nº: 0 | Data Revisão: 28/12/00 | Aprovado por: Coordenador Geral PDBH / Magna | Pág: 49 |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|

9.5 – Sistema de Informações Cadastrais da COPASA MG

O primeiro cadastro do sistema de água e das redes de esgoto de Belo Horizonte foi elaborado em 1973, quando da transferência dos serviços do DEMA E à COMAG. O recadastramento ocorreu em 1980.²¹

A COPASA MG mantém um cadastro dos sistemas de esgotos das bacias dos ribeirões Arrudas e Onça cujas origens foram o cadastro de antigo DEMA E BH e do SAMAE Contagem. A manutenção do sistema consiste em lançamento da rede e de interceptores, na medida de sua implantação, em originais de plantas cadastrais obtidas por restituição aerofotogramétrica dos municípios. Duas dificuldades se apresentam: a atualização das plantas-base com relação à expansão urbana, pois os períodos decorrentes entre as atualizações cartográficas são irregulares, e as extensões de rede pelo “crescimento vegetativo”²², que nem sempre são encaminhadas ao setor responsável pelo cadastro (os escritórios regionais elaboram projetos, freqüentemente simplificados, e implantam as obras).

Tabela 19 – Bacia do Ribeirão Arrudas – Interceptores a Implantar

| CÓDIGO | | | | | | NOME | INTERCEPTORES A IMPLANTAR |
|--------|---|---|---|---|---|-------------------|---|
| BH | A | B | C | D | E | | |
| 41 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | Jatobá | Todos (exceto dois afluentes) |
| 41 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | Barreiro | – |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | Arrudas | ME (MD interceptor da Mannesmann executado) |
| 41 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | Ferrugem | interligações de afluentes |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | Bonsucesso | Todos |
| 41 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | Betânia | Principais |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0 | D. João VI | – |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 0 | 7 | 0 | 0 | Cercadinho | Todos |
| 41 | 1 | 0 | 8 | 0 | 0 | Av. Frei Andreoni | – |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 0 | 9 | 0 | 0 | Embaúbas | Principal |

21 FJP/CEHC. *Saneamento básico em Belo Horizonte: trajetória de 100 anos – os serviços de água e esgoto – Copasa: os caminhos de uma empresa de saneamento*. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1996. p. 13 e 18.

22 Trata-se de prolongamento de rede coletora existente, em área urbanizada, por demanda decorrente de novas construções. Verificada pela COPASA MG a viabilidade de cada empreendimento, segundo critérios próprios, a rede é estendida sem ônus para os interessados; caso contrário, ou seja, ocorrendo baixa densidade de edificações, é definida a participação financeira dos requerentes, com forma de pagamento negociada entre as partes, cujas parcelas são cobradas na *Nota fiscal fatura de serviços de água e/ou esgoto* remetida mensalmente aos usuários.

| CÓDIGO | | | | | | NOME | INTERCEPTORES A IMPLANTAR |
|--------|---|---|---|---|---|------------------|----------------------------|
| BH | A | B | C | D | E | | |
| 41 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | Av. Magi Salomon | — |
| 41 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | Tejuco | Afluentes |
| 41 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | Ressaca | — |
| 41 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | Av. dos Esportes | — |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | Piteiras | — |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 | Pintos | — |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 1 | 6 | 0 | 0 | Leitão | — |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 1 | 7 | 0 | 0 | Pastinho | — |
| 41 | 1 | 1 | 8 | 0 | 0 | Lagoinha | — |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 1 | 9 | 0 | 0 | Acaba Mundo | — |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | Serra | Interligações do principal |
| 41 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | S. Efigênia | — |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | Cardoso | Prolongamento do principal |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | Mata | — |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 2 | 4 | 0 | 0 | Santa Inês | Interligações do principal |
| 41 | 1 | 2 | 5 | 0 | 0 | Itaituba | Prolongamento de afluentes |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 1 | 6 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 2 | 6 | 0 | 0 | Navio | Prolongamento do principal |
| 41 | 1 | 2 | 7 | 0 | 0 | Taquaril | Prolongamento do principal |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 1 | 7 | Arrudas | * |

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão N°: 0 | Data Revisão: 28/12/00 | Aprovado por: Coordenador Geral PDBH / Magna | Pág: 51 |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|

| CÓDIGO | | | | | | NOME | INTERCEPTORES A IMPLANTAR |
|--------|---|---|---|---|---|------------------|--|
| BH | A | B | C | D | E | | |
| 41 | 1 | 2 | 8 | 0 | 0 | São Geraldo | – |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 1 | 8 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 2 | 9 | 0 | 0 | Freitas | Todos |
| 41 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | Cachorro Magro | Principal |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | Arrudas | * |
| 41 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | Olaria | Principal |
| 41 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 | s/ nome | Município de Sabará: sem informações de cadastro |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | Arrudas | |
| 41 | 1 | 3 | 3 | 0 | 0 | s/ nome | |
| 41 | 1 | 3 | 4 | 0 | 0 | Av. Marzagânia | |
| 41 | 1 | 3 | 5 | 0 | 0 | Cafundó | |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | Arrudas | |
| 41 | 1 | 3 | 6 | 0 | 0 | do Meio | |
| 41 | 1 | 3 | 7 | 0 | 0 | s/ nome | |
| 41 | 1 | 3 | 7 | 0 | 0 | s/ nome | |
| 41 | 1 | 3 | 8 | 0 | 0 | Bernardo Pereira | |
| 41 | 1 | 3 | 9 | 0 | 0 | s/ nome | |
| 41 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | s/ nome | |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | Arrudas | |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 | Arrudas | |
| 41 | 1 | 0 | 0 | 2 | 4 | Arrudas | |

(–): principais interceptores implantados.

(*): contribuição linear ao rib. Arrudas (41.1.00.xx): área sem ocupação ou de contribuição direta ao interceptor.

Com o advento dos processos digitais, a COPASA MG obteve junto à PRODABEL os arquivos básicos dos arruamentos do território de Belo Horizonte, lançou sobre eles o cadastro existente e procura atualizá-lo na medida do possível, com mais agilidade, exigindo das empresas que elaboram os projetos a entrega dos produtos de forma compatível com seus arquivos digitais. Nas áreas das bacias correspondentes ao território de Contagem, no entanto, esses procedimentos ainda não foram adotados por não dispor aquele município de cartografia digitalizada no mesmo nível e com a mesma atualização de Belo Horizonte.²³

²³ Em Contagem, o mapa digital existente é o resultado da vetorização da planta de arruamento em escala 1:25.000; esta, por sua vez, é resultante de redução fotográfica das plantas em 1:5.000, em desenho a nanquim, obtidas da restituição aerofotogramétrica realizada em 1990.

Os erros ou omissões que se verificam no manuseio dos produtos concentram-se, em geral, em pontas de rede coletora e em pontos de lançamento nos interceptores e cursos d'água. Apresentam-se casos de indicação no cadastro de ligação de rede aos interceptores, quando na realidade a ligação não foi efetivada; ocorre também o inverso, ligações não indicadas mas efetivamente realizadas. Essas constatações foram feitas aleatoriamente, comparando-se algumas informações do cadastro da COPASA MG com resultados do cadastramento realizado em campo. Outros vícios verificados no cadastro da COPASA MG decorrem dos cadastros antigos ou de alterações realizadas em campo quando da execução de obras de canalização ou ainda de alterações na própria obra de esgotos em relação ao projeto. O cadastro da COPASA MG não é produto de levantamento sistemático de campo, realizado numa determinada época em todas as bacias. A prática da empresa, contudo, é a exigência às empreiteiras do preenchimento de "fichas" com informações detalhadas das obras implantadas; essas e o projeto são encaminhados ao setor responsável pela manutenção e atualização do cadastro. Nem sempre é realizado o *as built*, o que confere às informações registradas no cadastro certo grau de incerteza, de difícil mensuração. Os técnicos da COPASA MG avaliam, pela experiência própria em seu manuseio, que o cadastro pode ser considerado satisfatório para informações gerais da abrangência do sistema.

Desde 1981, quando a COPASA MG contratou um serviço de levantamento das redes coletoras não conectadas aos interceptores, não se tem notícia, até meados dos anos 90, de qualquer trabalho sistemático da empresa no sentido de detectar e corrigir situações de interconexão entre coletores de esgotos e de águas pluviais, e de dar tratamento adequado às informações de forma a alimentar o cadastro. O conhecimento desse tipo de ocorrência só se dá quando da execução de cadastro de uma determinada área por empresas de projeto para algum trabalho específico ou quando da implantação de novas obras. Eventualmente, em ocasiões de manutenção ou de serviços de desobstrução da rede, as ocorrências desse tipo são detectadas e corrigidas, mas sem o conseqüente encaminhamento de informações ao setor de cadastro.

A partir da implantação do PROSAM, com a expectativa da implantação das ETE, essa questão passou a ser considerada importante, nem tanto pelo aspecto comercial (como a companhia já cobra 100% da tarifa de esgoto por ligação, a partir do início do tratamento não haverá acréscimo de receita por esse motivo), mas sobretudo pelo enfoque ambiental: a ETE deveria receber todo o esgoto coletado pela rede e transportado por interceptores e emissários, minimizando o lançamento em curso d'água. Ressalte-se, ainda, o aspecto técnico da operação das unidades de tratamento, pois tendo sido estas dimensionadas para tratar uma vazão predeterminada, deverão receber essa vazão para que seu funcionamento se processe adequadamente. Formulou-se, então, em 1996, o programa denominado Caça-Esgoto, comentado adiante, com esses objetivos e com o propósito de se ampliar o número de ligações à rede coletora.

9.6 – Sistemas Estáticos e Condominiais

Nas áreas onde não há rede coletora, os esgotos são geralmente lançados em fossas individuais (sépticas ou negras), ocorrendo também lançamento direto na drenagem pluvial, seja ela natural ou construída; não se tem, no entanto, controle dessas ocorrências. Os sistemas estáticos não são reconhecidos pela COPASA MG. A limpeza de fossas é realizada por particulares, com ônus para os proprietários, embora, em bairros de classe de renda mais baixa, a prefeitura de Contagem contrate caminhões limpa-fossa para a prestação dos serviços. O destino dos resíduos de limpeza de fossa é, em geral, um curso d'água, diretamente ou através da rede de drenagem pluvial; salvos raros casos em que a COPASA MG indica pontos (PV) da rede de esgotos para o lançamento, a situação não é controlada.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 53 |

Os sistemas condominiais não fazem parte da prática da COPASA MG nas bacias dos ribeirões Arrudas e Onça. No modelo condominial, a comunidade deve participar do processo, e essa é uma das condições para sua aplicação e funcionamento. Tecnicamente, o sistema consiste no esgotamento dos efluentes utilizando o percurso mais econômico possível, enfocando-se cada quadra. O condomínio formado pelos moradores é responsável pela manutenção das redes internas às quadras. As redes externas, conhecidas como redes básicas, são assumidas pela empresa.²⁴

No entanto, experiências semelhantes têm sido realizadas nas vilas e favelas de Belo Horizonte; foram iniciadas em 1980, através do PRODECOM – Programa de Desenvolvimento de Comunidades, em seu componente de melhorias urbanas em favelas, quando foram alteradas as relações entre concessionárias de serviços públicos e a população dessas áreas, possibilitando a implantação de infra-estrutura de energia elétrica, distribuição de água e, embora em menor escala, drenagem/esgotos sanitários, alterando-se os rígidos padrões até então adotados de forma a adaptá-los às especificidades locais (vilas Prado Lopes, Cafezal, Fátima, CEMIG).

Outra experiência foi realizada em 1992 através do Programa de Ação Comunitária e Saneamento em Áreas de Baixa Renda – PACS, criado a partir de demandas da Prefeitura de Belo Horizonte, que também implica na participação da comunidade; projetos pilotos foram implementados nas favelas do Morro das Pedras e no Morro do Papagaio.²⁵

Em 1994, a Prefeitura de Belo Horizonte criou o Grupo Técnico de Saneamento – GTS e o Núcleo de Saneamento – NUSAN e firmou convênio com a COPASA MG para melhorar os níveis de atendimento de água e esgoto da cidade, incluindo vilas e favelas.²⁶

A partir de 1998, através do PROSANEAR, a COPASA MG implantou rede coletora de esgotos em parte do Taquaril e nas favelas Ventosa, Cabana do Pai Tomás e Morro das Pedras.

Em que pesem essas iniciativas, os percentuais de não-atendimento indicam a existência de um número significativo de pessoas sem atendimento por serviços adequados de esgotamento sanitário. “A população não atendida se localiza basicamente nas regiões mais carentes e desprovidas de urbanização adequada de Belo Horizonte, que englobam cerca de 130 vilas e favelas, com quase 350 mil moradores.”²⁷ Em Contagem, a estimativa é de 40 mil moradores residindo em áreas sem rede de esgotamento sanitário, predominantemente em favelas situadas na bacias do ribeirão da Onça.

Dentre os instrumentos de planejamento que devem subsidiar as propostas e a priorização de intervenções relativas ao esgoto sanitário, inseridas em ações integradas para as áreas de vilas e favelas, destacam-se os Planos Globais Específicos para Vilas, Favelas e Conjuntos de Interesse Social, desenvolvidos pela URBEL, mencionados no item 5.3.2 - Políticas Urbanas: Planos de Desenvolvimento Urbano.

24 FJP/CEHC. *Saneamento básico em Belo Horizonte: trajetória de 100 anos – os serviços de água e esgoto – saneamento básico e cidadania*. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1996. p. 19.

25 CEHC/FJP. *Saneamento básico em Belo Horizonte: trajetória de 100 anos – os serviços de água e esgoto*. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1997. p. 266/267.

26 *Idem*. p. 268.

27 FJP/CEHC. *Saneamento... – saneamento básico e cidadania*. Opus. cit.. p. 30.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 54 |

Nos Planos Globais Específicos, a coleta de esgotos é tratada no bojo de propostas de intervenções que visam a melhoria do atendimento por infra-estruturas (abertura de vias, rede de distribuição de água, tratamento de fundo de vales etc.). O levantamento de rede coletora existente não inclui cadastramento detalhado por topografia; é realizado através de inspeção visual com nível de detalhe compatível com a natureza do trabalho. As proposições de esgotamento sanitário são indicativas, procuram cobrir toda a área habitada e sugerem métodos construtivos especiais adaptados à situação local, de forma semelhante ao sistema condominial. É elaborado o orçamento estimativo das obras, e são definidas, juntamente com a comunidade, as prioridades.

Em Contagem, a atuação em áreas de vilas e favelas durante a década de 90 ficou a cargo da SUDECOM – Superintendência de Desenvolvimento de Comunidades, que, apesar de também ter apresentado resultados pouco significativos, diante da magnitude dos problemas existentes, promoveu urbanização de algumas dessas áreas, destacando-se o atendimento por rede de esgoto de parte da Vila São Mateus, na bacia da Pampulha. O PROSEGE ²⁸, por sua vez, possibilitou a implantação de rede coletora nas vilas São Vicente, Santo Antônio, São Nicodemos, na Cidade Industrial, e na Vila Marimbondo, todas na bacia do ribeirão Arrudas.

A COPASA MG está promovendo um levantamento da situação atual, abrangendo os serviços já realizados em vilas e favelas, em conjunto com a URBEL. Essas informações serão importantes no desenvolvimento da fase seguinte do Plano Diretor de Drenagem.

9.7 – Programa Caça-Esgoto

Em 1996, tendo em vista a implantação das ETE através do PROSAM, e a necessidade de encaminhamento da maior vazão possível de esgotos para ser tratada, a Divisão de Serviços e Tratamento de Efluentes da Metropolitana – DVSE, da COPASA MG, elaborou a proposta de implementação de um programa denominado Caça-Esgoto nas Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça na RMBH ²⁹.

O programa pretende também o monitoramento da qualidade das águas dos ribeirões e, para tanto, se propõe identificar interconexões de esgotos/águas pluviais e promover as correções. Constitui-se de subprogramas que atuam do específico para o geral, e vice-versa, identificando e propondo as medidas necessárias para eliminar:

lançamentos de águas pluviais internas de imóveis em rede coletora de esgotos, via ligação predial;

lançamentos de redes pluviais na rede coletora de esgotos;

lançamentos de redes de esgotos em pluviais;

lançamentos de redes de esgotos em córregos.

Dois outros subprogramas complementam a proposta:

²⁸ PROSEGE: Programa Social Emergencial de Geração de Empregos, do Governo Federal, sendo a COPASA MG o agente promotor e o Município o executor.

²⁹ SOUZA, R. Matias. *Programa caça-esgoto nas bacias dos ribeirões Arrudas e Onça na RMBH*. Belo Horizonte: COPASA MG, 1996.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 55 |

monitoramento dos ribeirões durante e após as correções das interconexões;

identificação de ligações “factíveis” de esgoto.

O primeiro subprograma fica geralmente a cargo dos distritos e implica em contato direto de funcionários da empresa com o consumidor. Há critérios definidos para se iniciar o processo em determinada área, como a frequência acentuada de refluxos, reclamações e serviços de manutenção; a partir daí inicia-se o processo de inspeção, notificação do cliente e acompanhamento até a correção final. As áreas preferenciais para sua execução são as de maior adensamento populacional através de verticalização de prédios residenciais.

A identificação dos esgotos “factíveis” tem por objetivo a entrada de novas ligações na rede implantada e atende ao interesse comercial da empresa por novos clientes; sua realização passa tanto pelo cadastro físico de rede implantada quanto pelo cadastro de consumidores; demanda pesquisa de campo, num trabalho de identificação das formas utilizadas pelo cliente potencial para dispor os esgotos, dos motivos da não ligação, e desenvolve estratégias de convencimento. A COPASA MG estima em 77.000 o número de novas ligações que podem ser realizadas na rede existente em Belo Horizonte e Contagem.

Os subprogramas que interessam mais diretamente ao Plano Diretor de Drenagem, pelos seus efeitos na qualidade das águas e na melhoria do funcionamento de ambos os sistemas, são aqueles que implicam em identificação e solução de interconexões esgoto sanitário/drenagem pluvial. O processo é iniciado pelo exame do cadastro do sistema, por sub-bacia, onde são selecionados pontos para vistorias e comprovação da informação cadastral; esse procedimento permite também correções dos dados cadastrados. Identificado algum problema, é definida a escala de prioridade em função de parâmetros predeterminados: vazão do lançamento, consequências físicas (como abatimento de pavimento) ou ambientais (como produção de “odores fétidos”). Eleitas as prioridades, são adotados procedimentos internos para elaboração de projetos, quando necessário, alocação de recursos financeiros, licitação e execução de obras corretivas.

Os programas estão sendo implementados, mas não no ritmo necessário. Uma das formas utilizadas tem sido a medição de vazão em pontos estratégicos do sistema e sua comparação com as estimativas de contribuição das respectivas bacias. Havendo grande discrepância, a bacia passa a ser pesquisada até que se identifiquem as causas. Seguem-se os procedimentos para reparação e recuperação do sistema. A COPASA MG possui contratos com diversas empresas que estão trabalhando no programa. No início, foram identificados no cadastro mais de 1300 pontos a serem verificados; as vistorias preliminares e a análise de seus resultados indicaram os caminhos a serem seguidos e as prioridades.

Nesse sentido, a medição, por exemplo, da vazão do emissário da ETE Arrudas, mostrou que havia algum ponto de fuga no sistema, uma vez que a vazão observada era muito menor que a esperada. Foram sendo pesquisados pontos de lançamento ao longo do interceptor e constatou-se que havia parte do interceptor principal lançando no ribeirão Arrudas; tratava-se de trecho que fora utilizado como corta-rio durante as obras de ampliação de canalização e que não foi reparado. O mau funcionamento de sifões nas travessias de canais fechados tem sido também um dos problemas detectados.

Outros exemplos da importância do programa podem ser citados: a bacia do córrego do Pastinho (Av. Pedro II) está sendo avaliada e um dos problemas encontrados, que implicava em vazão reduzida na chegada ao interceptor do ribeirão Arrudas, foi a obstrução dos interceptores do córrego por pilares de obras viárias executadas na região; na bacia do riacho das Pedras, afluente do Ferrugem, em Contagem, foram

identificados pontos de descontinuidade dos interceptores secundários na travessia da BR-381, e os projetos para solucionar os problemas já estão sendo executados; os esgotos da bacia do córrego da Mata (Av. Silviano Brandão), que estavam sendo lançados diretamente no ribeirão Arrudas, foram interligados ao interceptor do ribeirão.

Os trabalhos vêm sendo monitorados através de um banco de dados dinâmico que possibilita o gerenciamento do programa, desde as atividades preliminares até o orçamento e a execução das obras de reparo. Apresenta informações atualizadas, por sub-bacia, da situação de cada ponto relevante, e tem possibilitado ainda a atualização do cadastro.

Quanto à monitoração da qualidade das águas, um projeto também integrado ao programa, e que possui um banco de dados semelhante, é o controle das indústrias que fazem parte do Programa de Controle Industrial implementado pelo PROSAM, anteriormente mencionado. Em decorrência do Plano de Ação Imediata, as indústrias, que optarem pelo lançamento de seus efluentes líquidos na rede coletora da COPASA MG estão desobrigadas de atender à Deliberação Normativa do COPAM (DN 10/86), mas devem firmar contrato com a companhia que aprovará seu Projeto Técnico dos Sistemas de Efluentes Líquidos de Indústria para Lançamento em Rede Pública da COPASA MG. O acompanhamento da situação de cada indústria e de seu processo de licenciamento, no que diz respeito à COPASA MG, é realizado no contexto do programa, também através da DVSE.

A execução do programa é, evidentemente, um trabalho de médio prazo, tais e tantas são as formas de interconexões que têm sido encontradas. As soluções, em muitos casos, implicam em alocação de recursos vultosos mas indispensáveis à solução dos problemas e à consecução do objetivo de reduzir a poluição hídrica e encaminhar os esgotos para a ETE. Muitos dos problemas detectados pelo programa poderiam ter sido evitados através de fiscalização eficiente durante a execução de obras e de integração de ações entre a COPASA MG, prefeituras e outros órgãos públicos, como também através de mobilização social para adesão ao sistema e ligação do esgoto doméstico à rede coletora. A sua eficácia do programa ainda depende, freqüentemente, dessa integração. Este é um programa que deve ser considerado pelo Plano Diretor de Drenagem, em suas fases seguintes, e que terá com ele, necessariamente, interfaces importantes.

9.8 – Tarifas e Concessão

A estrutura tarifária praticada pela COPASA MG é regida pelo Decreto Estadual n.º 33.611/92, que, de maneira geral, segue as normas definidas na Lei Federal n.º 6.528/78 e no Decreto n.º 82.587/78 que a regulamenta.

Com término da vigência do Convênio de Concessão, o Executivo Municipal, ao regulamentar a Lei n.º 7.907 de 13/12/99, através do Decreto n.º 10.254 de 29/05/2000, concedeu à COPASA MG, em caráter excepcional, por 180 dias, a exploração do serviço de esgotamento sanitário (assim com o de água); autorizou a concessionária a praticar as mesmas tarifas fixadas para as demais concessões que detém na RMBH, vigentes na data de publicação do Decreto, limitando os reajustes à variação do IGP-M – Índice Geral de Preços do Mercado, editado pela Fundação Getúlio Vargas, verificada a partir do último reajuste tarifário.

Findo o prazo definido no Decreto, e não tendo sido celebrado novo ajuste para continuidade da prestação do serviço, competirá à SUDECAP, até que seja constituída uma entidade municipal específica, exercer a gestão plena dos serviços locais, entendendo-se por gestão plena (art. 8.º):

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 57 |

I – executar o gerenciamento, regulação e a fiscalização indireta dos referidos serviços locais;

II – definir, fixar, revisar e ajustar as tarifas a serem cobradas dos consumidores finais dos mesmos serviços;

III – executar diretamente e/ou contratar, mediante instrumentos específicos, inclusive nas modalidades de concessão ou subconcessão, o fornecimento de água por atacado; os serviços de interceptação, tratamento e disposição final dos efluentes de esgotos; os serviços de gestão comercial e manutenção dos sistemas de distribuição de água e de coleta e afastamento de esgotos sanitários exclusivos do Município, inclusive suas atividades acessórias;

IV – realizar o planejamento e a execução direta ou indireta das obras e serviços de engenharia para atendimento do crescimento vegetativo, atualização e melhoria operacional e à expansão dos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário exclusivos do Município.”

9.9 – Conclusões e Recomendações

As informações sobre qualidade dos cursos d'água das bacias dos ribeirões Arrudas e Onça na área urbana são muito restritas. As únicas disponíveis são aquelas decorrentes de levantamentos sistemáticos conduzidos pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte para a lagoa da Pampulha e os trabalhos de pesquisa acadêmica desenvolvidos pela UFMG em seus tributários.

Outra fonte de informação é o monitoramento de qualidade das águas do rio das Velhas, realizado pela FEAM, cuja rede de amostragem inclui dois pontos, um no ribeirão Arrudas e outro no Onça, em seções próximas ao seu aporte no rio das Velhas.

A implantação dos sistemas de esgotos, nas bacias dos ribeirões Arrudas e Onça, tem como referência o Plano de Esgotos para a Região Metropolitana, elaborado pela COPASA MG.

Na pesquisa de informações, não foram identificados estudos que caracterizem as vazões e concentrações típicas dos esgotos de Belo Horizonte e Contagem, tampouco as distinções existentes entre áreas ou bairros com condições sociais e de ocupação urbana diversas.

Os dados disponíveis referem-se apenas à rede física de coletores e interceptores, que constituem o cadastro da COPASA MG, e podem ser consideradas razoáveis para efeito de avaliação da abrangência do sistema; quanto à indicação de pontos de lançamento em interceptores e na rede de drenagem pluvial, o cadastro não é preciso.

Esses dados, dentro do território de Belo Horizonte, foram incorporados ao SIG. Nas áreas das bacias dos ribeirões Arrudas e Onça situadas no território de Contagem as informações do cadastro da COPASA MG não foram incluídos no SIG porque esse município não possui base cartográfica digitalizada adequada, permanecendo disponíveis na COPASA apenas em formato analógico. Aplicam-se, também para Contagem, as observações acima relativas à confiabilidade dos dados do cadastro.

O cruzamento do cadastro com a da malha urbana mostrou que, dos 252 km² de área densamente ocupada em Belo Horizonte, 224 km² estão cobertos por rede coletora. As áreas mais críticas são vilas e favelas; não há, porém, informações completas e consistentes sobre a rede implantada nessas áreas. Nesse sentido, está sendo realizado um trabalho específico pela COPASA MG juntamente com a URBEL, mas que demandará prazo mais longo para elaborar cadastro das redes, pois implica levantamentos de campo específicos.

Na bacia do ribeirão Arrudas, a grande cobertura da rede coletora e o avançado estágio de implantação de interceptores nas áreas mais densamente ocupadas, aliadas à implantação da ETE em curto prazo, deverão reduzir sensivelmente a poluição dos cursos d'água. Ainda assim, permanecem como áreas críticas, a montante, as sub-bacias dos córregos Jatobá, Bonsucesso, Betânia, Cercadinho, Embaúbas, e, a jusante, Itaituba, Navio, Freitas, Olaria: a maior parte das contribuições nessas bacias, embora coletadas pela rede, não tem condições de chegar à ETE por inexistência ou insuficiência de interceptores. A ETE Arrudas, em sua fase de tratamento primário, está em construção, devendo operar no início do próximo ano; as obras para o tratamento secundário deverão se iniciar logo em seguida, com prazo previsto de 18 meses para início de pré-operação.

Na bacia do ribeirão da Onça, a situação da poluição dos cursos d'água por esgoto é bem mais grave e não há previsão para a construção da ETE. Encontram-se em melhor situação, em termos de coleta e interceptação de esgotos, as sub-bacias da margem direita da Pampulha, em Belo Horizonte e Contagem, a área de maior densidade de ocupação da sub-bacia do Água Funda e a bacia do Cachoeirinha. Caso a ETE Onça fosse implantada a curto prazo, essas seriam basicamente as áreas em condições de contribuir para a estação de tratamento. As sub-bacias localizadas na margem esquerda da Pampulha, exceto a área mencionada do Água Funda, não possuem rede coletora. Na bacia do Isidoro, embora a maior parte das áreas densamente habitadas possua rede coletora, os interceptores ainda estão limitados basicamente a partes dos vales principais do Vilarinho e do Nado.

Ocorrem ainda descontinuidades em diversos interceptores e lançamentos de rede de esgoto no sistema de drenagem, mesmo nas áreas mais bem servidas por essa infra-estrutura em ambas as bacias, o que também impede a melhoria da qualidade dos cursos d'água. A COPASA MG vem intensificando as interconexões de esgoto/águas pluviais visando promover as correções necessárias, através do programa Caça-Esgoto, priorizando a bacia do ribeirão Arrudas. Trata-se de trabalho de médio prazo e cujos resultados interessam ao Plano Diretor de Drenagem. No entanto, o programa não se desenvolve com a agilidade necessária.

Quanto à poluição industrial, existe o estudo elaborado através do PROSAM, denominado *Estudo Sobre o Controle de Poluição Industrial* (ESSE,1996), abrangendo as bacias dos ribeirões Arrudas e Onça. Esse estudo realizou uma caracterização global do parque industrial e conclui que a poluição provocada por essa atividade é responsável, em termos de carga orgânica, por apenas a 7% do total gerado nas bacias estudadas.

As informações produzidas, caracterizando qualitativa e quantitativamente os efluentes das principais indústrias potencialmente poluidoras, são consideradas consistentes, nos limites da metodologia utilizada, ou seja: das 1.576 indústrias potencialmente poluentes cadastradas, foi selecionada uma amostra representativa constituída de 160 estabelecimentos, que foram objeto de avaliação detalhada, com trabalhos de campo e de laboratório. Para as demais indústrias foram estimadas as cargas poluidoras. Constatou-se que 32 indústrias geravam o correspondente a 83% da carga total de DBO, 86% da carga total de DQO e 96% da carga total de metais pesados. Esse quadro induziu à definição de uma estratégia para atuar naquelas 32 fontes poluidoras através de um Plano de Ação Imediata – PAI, que está ainda em fase de implementação no sentido de

regularizar a situação de licenciamento ambiental dessas indústrias. O controle da poluição industrial prosseguirá através do Programa de Controle Industrial – PCI, que engloba as 128 indústrias restantes.

Com relação à carga difusa de poluição decorrente do escoamento superficial em áreas urbanizadas, também não foram identificados estudos e informações que permitam a sua caracterização no nível de detalhes requeridos.

Tendo em vista a futura implantação de sistema de monitoramento da qualidade dos corpos receptores, é recomendável que seu planejamento seja realizado juntamente com a FEAM, COPASA MG e Secretarias Municipais de Meio Ambiente no sentido de se compatibilizar projetos existentes e de se estabelecer uma rede integrada de obtenção de informações.

Caso sejam aplicados modelos de simulação para avaliação dos impactos do sistema de drenagem na qualidade dos corpos receptores, na continuação dos trabalhos do Plano Diretor de Drenagem, o sistema de monitoramento deverá considerar variáveis e pontos de amostragem específicos que permitam a calibração e validação dos modelos. Todavia, os pontos acima mencionados, operados pela FEAM, poderão ser integrados à rede .

Deverão também ser atualizadas as informações sobre a cobertura da rede coletora e de interceptores de esgotos – especialmente em vilas e favelas – e suas interconexões com a rede de drenagem pluvial, que poderão subsidiar um plano de ações para médio prazo.

De imediato, no entanto, é oportuna a interação continuada entre a Divisão da COPASA MG que gerencia o programa Caça-Esgoto e o Grupo Gerencial do Plano Diretor de Drenagem, tendo em vista não só os estudos sobre a poluição dos meios receptores na próxima etapa dos trabalhos, mas também as medidas que já podem ser tomadas para minimizar as interferências. É importante, neste caso, a troca de informações entre SUDECAP e COPASA MG relativas ao cadastramento que vêm realizando. Esta recomendação tem efeito prático de curto prazo, no aspecto ambiental, especialmente na bacia do ribeirão Arrudas e na bacia da margem direita da represa da Pampulha, onde há sistema de interceptação implantado; no restante da bacia do ribeirão da Onça, onde todo o esgoto coletado é lançado ao longo dos cursos d'água, também vale a sugestão no sentido de subsidiar projetos e a definição de prioridades de futuras intervenções.

Para a próxima etapa do Plano Diretor de Drenagem, recomenda-se uma interação também com a Prefeitura de Contagem para que esta participe do Plano no sentido de solucionar problemas comuns relativos à drenagem, tendo como ponto de partida o cadastramento do sistema de macrodrenagem em seu território, especialmente na bacia do córrego do Ferrugem: trata-se da maior sub-bacia do ribeirão Arrudas e encontra-se completamente urbanizada. As informações do sistema de macrodrenagem estão incompletas e foram obtidas de projetos, não sendo adequadas à utilização em modelo de simulação hidráulica, especialmente no trecho final do córrego do Ferrugem, a partir da travessia sob a Av. Amazonas (comprovadamente um ponto crítico do sistema); os túneis-bala utilizados nessa travessia não foram implantados de acordo com os projetos.

Ainda com relação a Contagem, é conveniente que se viabilize junto à COPASA MG e à prefeitura local, o tratamento das informações do cadastro da rede de esgotos no SIG, ainda que o nível de precisão cartográfica não seja o mesmo que o de Belo Horizonte. Essa recomendação visa também facilitar tanto a implementação do Caça-Esgoto quanto o acompanhamento do PAI e do PCI.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 60 |

Quanto à poluição industrial, é importante o acompanhamento do Plano de Ação Imediata – PAI e do Programa de Controle Industrial – PCI junto aos órgãos responsáveis pela sua implantação. Recomenda-se realização de gestões junto aos órgãos competentes visando a atualização das informações contidas no Estudo sobre o Controle de Poluição Industrial do PROSAM.

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|--|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão Nº: 0 | Data Revisão: 28/12/00 | Aprovado por: Coordenador Geral PDDBH / Magna | Pág: 61 |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|--|------------|

10 – SAÚDE COLETIVA

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|--|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão N°: 0 | Data Revisão: 28/12/00 | Aprovado por: Coordenador Geral PDDBH / Magna | Pág: 62 |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|--|------------|

10 – SAÚDE COLETIVA

A análise deste tema foi realizada considerando-se a relação existente entre as condições sanitárias de um território e a saúde da população nele residente, especialmente no que se refere às doenças de veiculação hídrica. Reiterando-se que a drenagem urbana é um importante componente da infra-estrutura de saneamento justifica-se que o Plano Diretor de Drenagem proponha usar a variável saúde como indicador da situação atual e das alterações na qualidade de vida de áreas objeto das intervenções de saneamento básico e de outras melhorias implantadas no sistema de drenagem. Desta forma, os dados relativos às condições de saúde coletiva nos municípios de Belo Horizonte, Contagem e Sabará foram identificados e avaliados, tendo como perspectiva a incorporação desta variável na caracterização das bacias hidrográficas objeto do presente estudo.

10.1 – Aspectos Legais

Os principais aspectos legais do setor, no que estes definem a função do estado com relação às ações de saneamento no âmbito da saúde coletiva são descritos a seguir. Neste sentido, ênfase especial foi dada aos Códigos Sanitários Municipais que dispõem sobre as normas e competências do poder público municipal relativo às condições de saúde da população local.

10.1.1 – Legislação Estadual

A lei estadual 13.317 de 24/09/1999 que contém o Código de Saúde do Estado de Minas Gerais, foi elaborada em consonância com a lei federal 8080 de 1990 (Lei Orgânica da Saúde), e estabelece normas para a promoção e a proteção da saúde no Estado, no que se refere ao Sistema Único de Saúde - SUS. Em suas disposições preliminares, o código reconhece a saúde como um direito fundamental do cidadão e aponta a responsabilidade do Estado no seu provimento. O saneamento e o meio ambiente são considerados fatores determinantes e condicionantes da saúde, sendo portanto, competência dos órgãos e entidades que integram o SUS, sem prejuízo da ação de outros órgãos, atuar na promoção e proteção da saúde e do meio ambiente.

Em seu capítulo 5º, o Código de Saúde trata especificamente da questão da vigilância ambiental e do saneamento, estabelecendo que *“o SUS participará da formulação da política ambiental e de saneamento do Estado e executará, no que lhe couber, as ações de vigilância ambiental e de saneamento, em caráter complementar e supletivo, nas esferas federal, estadual e municipal, sem prejuízo da competência legal específica.”* Ao abordar os problemas relativos ao saneamento, o Código dá tratamento bem geral às questões, remetendo sempre para as legislações específicas. Desta forma, as seções relativas à drenagem pluvial, ao esgotamento sanitário e aos resíduos sólidos domésticos e hospitalares não apontam ações específicas do setor saúde, restringindo-se às normas gerais, como por exemplo, a obrigatoriedade das ligações dos domicílios à rede coletora; a proibição da ligação de esgotos em redes pluviais e a necessidade de manutenção das galerias ou redes de águas pluviais.

Nas ações de controle de zoonoses, o Código ressalta a importância do controle sobre as alterações no meio ambiente que possam interferir no ciclo natural das nosologias envolvidas e aponta a necessidade de uma ação integrada com a vigilância epidemiológica, com os órgãos específicos de saneamento, de meio ambiente, de educação e de comunicação social, na prevenção de doenças e na promoção da saúde.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 63 |

A ação de vigilância à saúde se estabelece através do monitoramento e de medidas de controle sobre agravos, riscos, condicionantes e determinantes de problemas de saúde. Cabe à vigilância sanitária, entre outras coisas, acompanhar problemas relacionados ao saneamento; atuando no controle de ambientes insalubres para o homem ou propícios ao desenvolvimento de vetores.

10.1.2 – Legislação Municipal

Belo Horizonte

A lei 4323 de 13/01/86 e o decreto 5616 de 15/05/87 constituem o chamado código sanitário municipal, instrumento que orienta as ações de inspeção e fiscalização sanitária em Belo Horizonte. Após uma década de vigência, esse código foi aperfeiçoado e complementado com a promulgação da lei 7031 em 12/01/96.

No que diz respeito especificamente à questão ambiental, a lei garante a participação do setor da saúde “na formulação das políticas de saneamento ambiental e de sua execução no que lhe couber.” Estabelece ainda, a responsabilidade da Secretaria Municipal de Saúde - SMS de fiscalizar as agressões ao meio ambiente que possam repercutir negativamente sobre a saúde humana e o dever de atuar, em conjunto com outros órgãos afins, no sentido de controlá-las. De acordo com o código, cabe ao órgão de saúde pública municipal acompanhar a qualidade dos serviços relacionados ao saneamento ambiental, demandando, quando necessário for, medidas corretivas aos responsáveis pela prestação desses serviços.

Fica estabelecida a responsabilidade da SMS de, através de seus órgãos competentes, exercer a vigilância sobre a ocorrência de doenças e a identificação dos seus fatores determinantes. Da mesma forma, as ações de prevenção e controle de zoonoses devem ser exercidas e coordenadas pela SMS, em articulação com órgãos federais, estaduais e municipais competentes.

Pode-se afirmar que o código sanitário de Belo Horizonte é um instrumento atualizado e abrangente, que amplia os espaços tradicionais de atuação do setor saúde e possibilita uma ação intersetorial mais eficaz para a identificação e solução dos problemas. Nas questões afetas ao saneamento ambiental, apesar de reforçar a participação dos órgãos de saúde pública na formulação das políticas e na sua execução, o código é genérico e ainda não teve sequer uma regulamentação, que pudesse facilitar a sua aplicação.

Contagem

O código sanitário do município de Contagem é constituído pela lei 2166/90 e pelo decreto 5054/92. Na opinião de coordenadores de serviços que lidam diretamente com a vigilância sanitária e o controle de zoonoses, o código atende às necessidades operacionais desses serviços, dando abertura para uma atuação mais ampla na solução de problemas sanitários diversos.

A lei estabelece a responsabilidade da Secretaria Municipal de Saúde de participar na solução de problemas ligados ao saneamento ambiental. A abordagem de temas como abastecimento de água, sistemas de esgoto, lixo, resíduos tóxicos, drenagem e a criação de animais, apesar de mais ampliada, ainda é feita sob a ótica da postura municipal, não tratando de definir as atribuições específicas da SMS. Quando trata dos aspectos de controle de vetores, o papel da saúde como órgão coordenador das ações aparece mais claramente.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 64 |

Sabará

Sabará não conta com uma normatização específica para a saúde. A lei que orienta a atuação desse setor é a lei 738/97, que institui o Código de Posturas do Município de Sabará. Nele são tratadas, de forma bastante genérica, as atribuições da prefeitura municipal em diferentes áreas da administração. O órgão de saúde pública tem responsabilidade específica no que diz respeito à chamada “higiene pública”, aí compreendidas as questões relacionadas ao saneamento ambiental. A lei estabelece que estas ações devem ser realizadas pela SMS isoladamente ou em conjunto com o órgão responsável pelo meio ambiente no município.

Apesar de ser um código bastante novo, observa-se que é um instrumento insuficiente para apoiar a ação da saúde no campo do saneamento.

10.2 – Aspectos de Gestão

Apresenta-se a seguir breve descrição da estrutura institucional de gestão do sistema de saúde, destacando-se aqueles aspectos potencialmente relacionados com o sistema de saneamento, e mais especificamente com a drenagem urbana.

10.2.1 – Estrutura Institucional

Na Tabela 20 são apresentados os principais órgãos que compõem o sistema de saúde coletiva dos municípios estudados. Maiores informações sobre as entidades pesquisadas e suas atividades são apresentadas no Anexo G deste relatório.

10.2.2 – Principais Problemas de Gestão

As entrevistas realizadas com representantes das instituições pesquisadas evidenciaram os seguintes aspectos que comprometem a integração do sistema de saúde com o saneamento e a drenagem urbana:

No Município de Belo Horizonte observa-se uma grande desarticulação da área da saúde com outros órgãos da administração nos projetos que envolvem grandes obras de saneamento, sendo a Secretaria Municipal de Saúde acionada apenas quando problemas específicos são detectados. Internamente à própria SMS, há também pouca integração entre setores afins, além de escassez de recursos humanos para atuar na área específica de saneamento e meio ambiente. Agrava este quadro a ausência de priorização das ações de vigilância sobre o meio pela direção da SMS e o pouco ou nenhum uso de indicadores de vigilância ambiental que permitam ações preventivas;

Em Contagem a situação é semelhante não sendo verificada a participação do setor saúde no planejamento de projetos de saneamento, levando sempre a uma atuação tardia, quando os problemas já estão instalados. Faltam critérios epidemiológicos para priorização de obras de saneamento, inexistindo estrutura de apoio e diagnóstico específico para as ações de controle de zoonoses. Não existe um fórum intersetorial para a discussão dos problemas ligados ao saneamento ambiental e as suas propostas de solução;

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 65 |

Em Sabará, a estrutura de administração municipal é ainda mais precária implicando em ações desarticuladas entre os órgãos de governo, verificando-se a falta de planejamento intersetorial das obras de saneamento. São ainda mais críticos os problemas ligados à falta de recursos humanos de nível superior para atuar no Departamento de Saúde, carente inclusive de equipamentos e infraestrutura de apoio adequados.

Tabela 20 – Órgãos que compõem o Sistema de Saúde Coletiva

| ENTIDADE | INSTÂNCIA | PRINCIPAIS FUNÇÕES |
|---|-----------|--|
| Fundação Nacional de Saúde | Federal | Controle de endemias e ações de saneamento básico |
| Diretoria Metropolitana de Saúde | Estadual | Articulação de ações de controle de vetores e endemias entre municípios da RMBH |
| Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte | Municipal | Prevenção e controle de vetores, especialmente escorpionismo, dengue e leptospirose; Combate a roedores; monitoramento da qualidade da água em escolas; Atendimento a queixas relacionadas a ligações clandestinas de esgoto, depósitos de lixo, etc. |
| Secretaria Municipal de Saúde de Contagem | Municipal | Controle de doenças de veiculação vetorial, especialmente dengue, leishmaniose, leptospirose e escorpionismo; Atua no atendimento às denúncias relativas à destinação inadequada de águas residuais e lixo, proliferação de vetores e criação de animais |
| Departamento de Vigilância Sanitária e Controle de Zoonoses da Prefeitura Municipal de Sabará | Municipal | Atendimento de denúncias de problemas de saúde relacionados ao meio ambiente, seguidas de inspeção local e acionamento do órgão competente |

10.3 – Avaliação

Para o levantamento dos dados disponíveis relacionando condições de saúde e infra-estrutura de saneamento, foram contactadas as Secretarias Municipais de Saúde de Belo Horizonte e Contagem e o Departamento de Saúde do Município de Sabará. A descrição sobre as condições de obtenção e aplicabilidade dessas informações integra o Anexo G, apresentando-se neste item uma avaliação sucinta dos dados mais relevantes.

Apesar do reconhecimento da estreita relação entre a incidência de doenças infecciosas e parasitárias e a inadequada infra-estrutura de saneamento, os levantamentos de estudos e dados disponíveis revelaram não existir informações produzidas para analisar tais impactos especificamente na drenagem urbana. É

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|
| Elaborado por: Magna Engenharia Ltda | Data Emissão: 08/01/01 | Revisão Nº: 0 | Data Revisão: 28/12/00 | Aprovado por: Coordenador Geral PDBH / Magna | Pág: 66 |
|---|---------------------------|------------------|---------------------------|---|------------|

indiscutível, entretanto, que as piores condições de saúde coletiva encontram-se em áreas de urbanização precária como é o caso das vilas, favelas e loteamentos periféricos. As conclusões de estudo específico sobre o tema podem ser verificadas no Quadro 23.

Com relação à geração de indicadores mais adequados aos objetivos do Plano Diretor de Drenagem, pode-se concluir que, devido ao alto grau de organização do Núcleo de Epidemiologia da Secretaria de Saúde de Belo Horizonte, os melhores dados a respeito do tema em questão referem-se a este município, não cobrindo, portanto, as áreas restantes das bacias estudadas pertencentes a Contagem e Sabará.

Ainda assim, a utilização das informações disponíveis para fins do Plano Diretor de Drenagem depende da compatibilização das unidades de levantamento e análise utilizadas (Distritos Sanitários e Áreas de Abrangência dos Centros de Saúde- (Figura 49) com os limites das bacias hidrográficas elementares. Será necessário estabelecer a correspondência dos dados através da desagregação das informações e da correspondência dos limites das bacias elementares por endereço postal. Eventualmente, poderá ser utilizado o respectivo código de logradouro. Para reduzir os custos nesse reprocessamento das informações disponíveis, deve-se considerar inicialmente a possibilidade de se trabalhar com unidades de análise maiores (sub-bacias), compatibilizando-se os limites destas com as áreas de abrangência dos centros de saúde, que por sua vez já se encontram compatibilizadas com as Unidades de Planejamento da PBH.

Alguns outros fatores devem ser considerados quando se pensa na construção de indicadores utilizando os dados hoje disponibilizados pelo setor da saúde, tais como a subnotificação de casos de doenças transmissíveis e a baixa frequência com que muitas delas ocorrem na população. Quanto mais rara a doença, mais difícil torna-se a sua desagregação por unidades menores e, portanto, a construção de indicadores confiáveis. As doenças mais frequentes na população como por exemplo, as diarreias e a desidratação, que poderiam mais facilmente se associar às más condições de saneamento, não são registradas de forma a permitir o seu geo-referenciamento.

Ao não considerar tais aspectos referentes aos dados de saúde, corre-se o risco de constatações equivocadas ou, o que é mais provável, de não se obter conclusões significativas na maior parte das bacias. É o que aconteceria atualmente caso fosse feita a superposição do mapeamento dos dados disponíveis (óbitos pos-neonatais, óbitos por diarreia e por Hepatite Viral A, dentre outros) com o mapeamento das bacias elementares, já que sobre a maioria delas os dados não acusam a incidência de nenhum dos indicadores notificados isoladamente.

10.4 – Conclusão

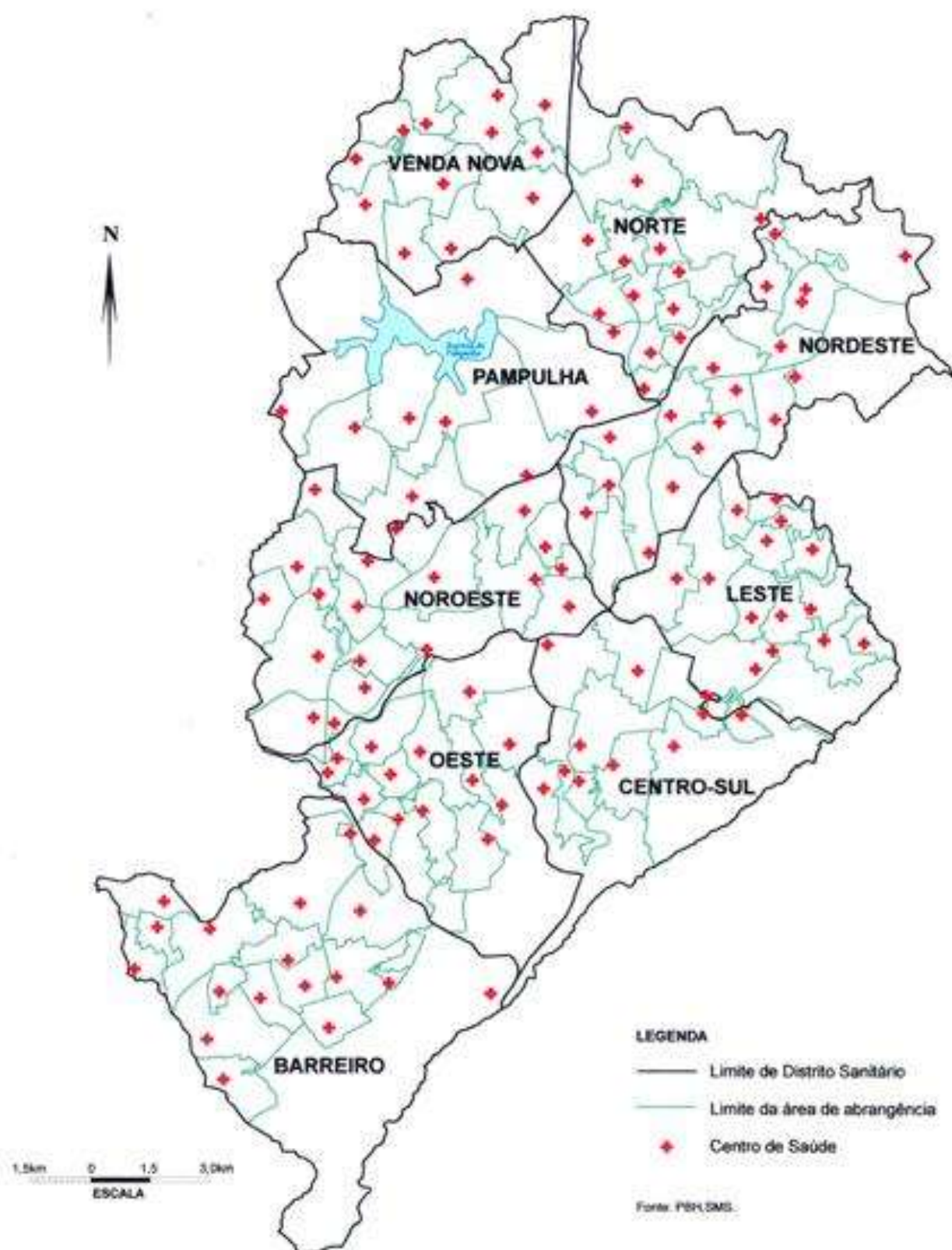
A principal conclusão extraída dos levantamentos realizados refere-se à necessidade de avaliar as condições de saúde coletiva através de indicadores sintéticos de referência da situação atual, bem como das alterações na qualidade de vida da população residente em áreas objeto de intervenções propostas pelo Plano Diretor de Drenagem.

Os riscos à saúde de uma população apresentam determinantes sócio-econômico-culturais que revestem de significativa complexidade as intervenções para a melhoria do estado sanitário. Neste sentido, a abordagem intersectorial é de fundamental importância para o planejamento das políticas sociais capazes de promover um impacto positivo na qualidade de saúde da população, além de apresentar variáveis que devem ser consideradas para avaliação quali-quantitativa dos resultados observados após as intervenções específicas.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 67 |

FIGURA 49
ÁREA DE ABRANGÊNCIA DOS CENTROS DE SAÚDE EM BELO HORIZONTE



O Quadro 27, apresenta alguns comentários sobre a saúde coletiva e o saneamento em Belo Horizonte.

Quadro 27 – Saúde Coletiva e Saneamento em Belo Horizonte

Estudo recente produzido pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte para subsidiar as discussões sobre a concessão dos serviços de água e esgotos, analisou diversas variáveis como mortalidade infantil, óbitos neonatais, diarreias e outras doenças infecciosas e, em suas conclusões, mostra a situação de fragilidade das vilas, em termos dos indicadores analisados, observando-se a concentração das ocorrências nesses ambientes onde a população convive com precárias condições de saneamento e higiene.

Do ponto de vista da Saúde Coletiva, o documento mostra uma avaliação comparativa entre a oferta de serviços de água e esgotamento sanitário e a incidência de doenças infecciosas e parasitárias através dos seguintes indicadores: Taxa de Mortalidade Infantil – Neonatal e Pós Neonatal, Taxa de Mortalidade Infantil de 1979 a 1995, Distribuição de Óbitos Neonatais Segundo a Causa e Distribuição dos Dez Primeiros Grupos de Causas de Internações Infantis. O mapeamento destes dados por Distritos Sanitários do Município ilustra bem a maior concentração destas ocorrências em vilas e favelas, especialmente no caso dos óbitos pós-neonatais, dos óbitos por diarreia e daqueles relacionados à Hepatite Viral A, indicadores mais diretamente relacionados às condições sócio-econômicas e a situações redutíveis por medidas preventivas, dentre as quais se inclui a melhoria das condições de saneamento (Figuras 50, 51 e 52).

A utilização de indicadores compostos no campo da saúde coletiva, tem possibilitado um melhor entendimento do processo saúde-doença e a identificação dos diferenciais na distribuição dos riscos dentro de uma área. Tais indicadores contém variáveis que expressam a relação entre os aspectos sociais (renda, educação, habitação, infra-estrutura urbana e serviços), aspectos demográficos e aspectos epidemiológicos, apresentando pela sua abrangente composição um maior potencial de avaliação dos resultados de políticas sociais do que se considerados isoladamente além de possibilitarem uma representação gráfica do processo resultante das privações no espaço urbano, apontando áreas prioritárias para intervenção.

Um indicador desenvolvido a partir de variáveis que constituem os bancos de dados de mortalidade e de morbidade ambulatorial e hospitalar, que compõem o sistema de informações utilizado pelo Núcleo de Epidemiologia da Secretaria de Saúde de Belo Horizonte, poderá permitir um acompanhamento das mudanças no perfil sanitário da população de Belo Horizonte, observadas a partir das intervenções propostas pelo Plano Diretor de Drenagem. No caso de Contagem e Sabará, este acompanhamento necessitará de alterações no processo de consolidação dos dados.

Alguns agravos à saúde guardam maior especificidade e podem refletir melhor a relação com o meio ambiente. Doenças de veiculação hídrica, como por exemplo, a leptospirose, esquistossomose, alguns tipos de hepatites, cólera e as diarreias agudas, podem ser utilizadas como indicadoras nas questões ligadas ao saneamento básico.

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 69 |

FIGURA 50
DISTRIBUIÇÃO DOS ÓBITOS POS-NEONATAIS (28 DIAS A 1 ANO INCOMPLETO)
DE RESIDENTES EM BELO HORIZONTE - 1995

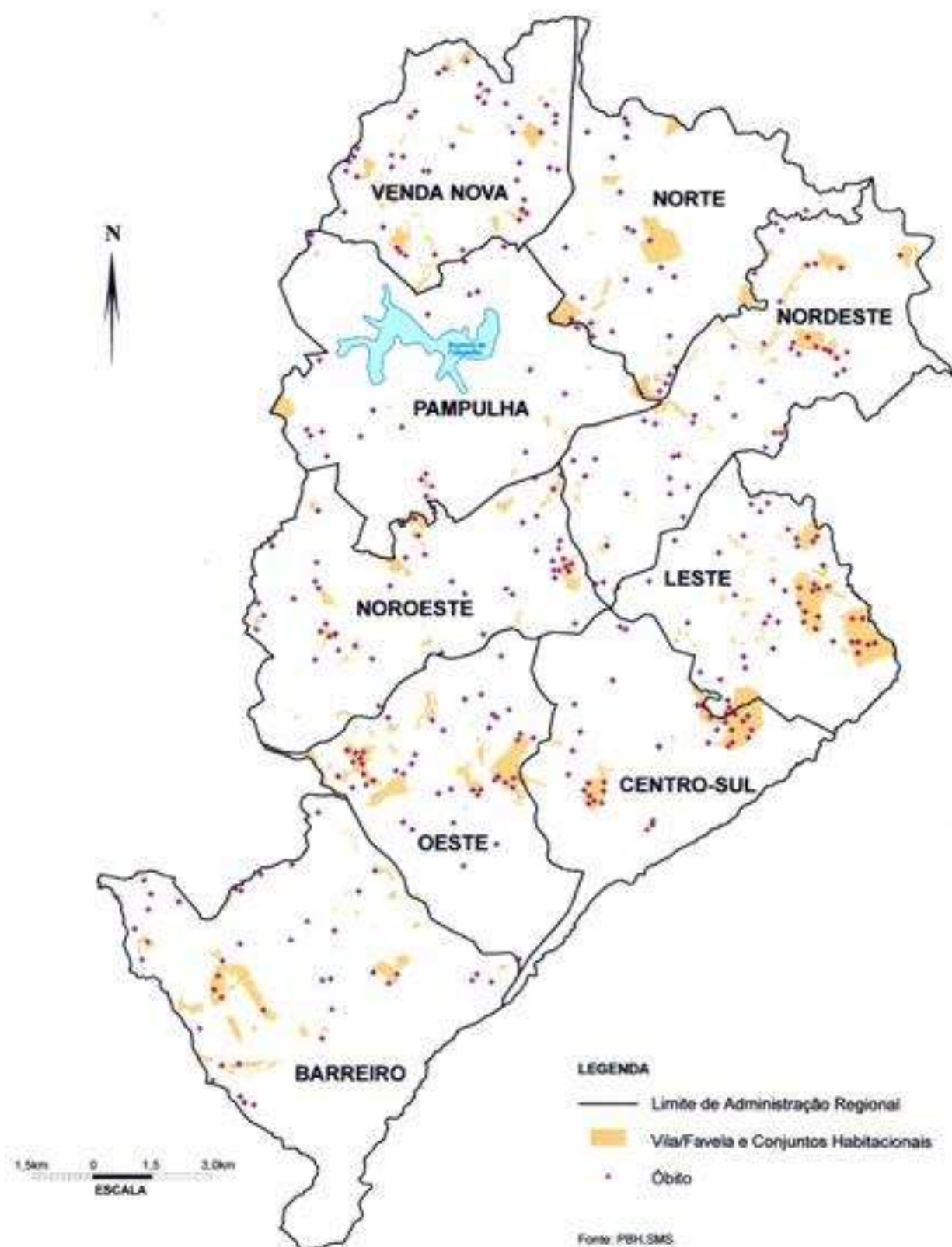


FIGURA 51
DISTRIBUIÇÃO DOS ÓBITOS POS-NEONATAIS (28 DIAS A 1 ANO INCOMPLETO)
POR DIARREIA INFECCIOSA, DE RESIDENTES EM BELO HORIZONTE - 1995

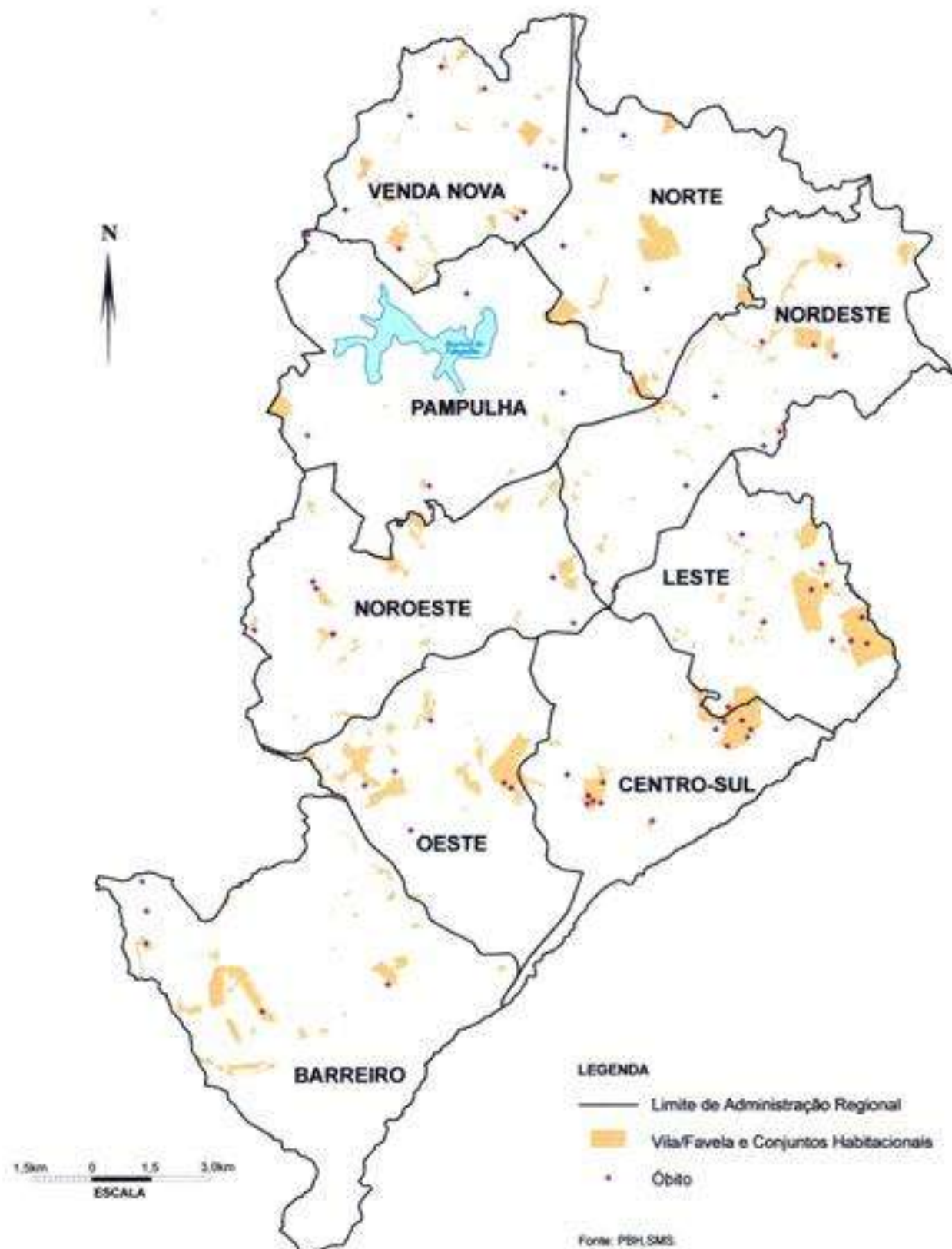
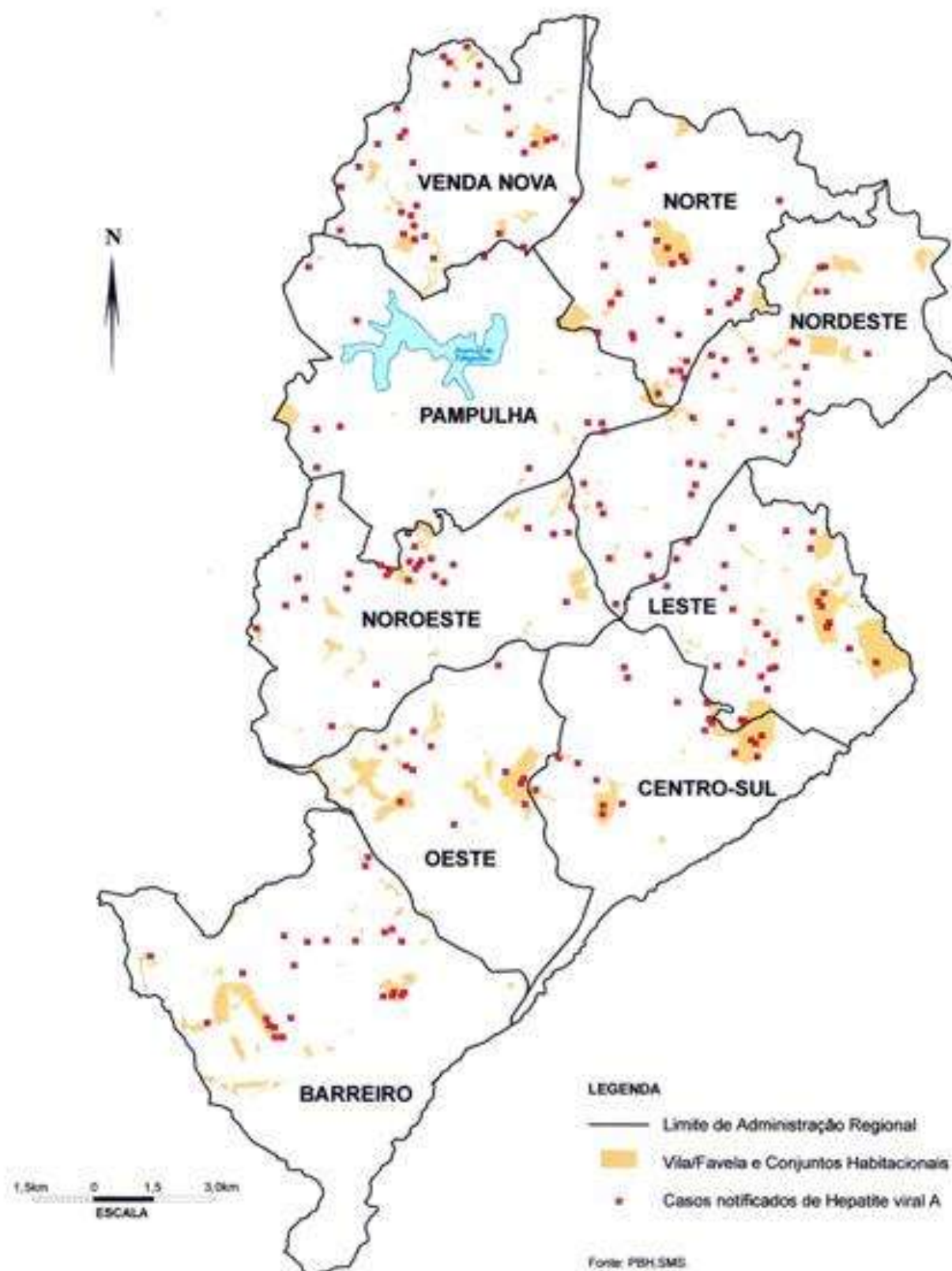


FIGURA 52
DISTRIBUIÇÃO DE CASOS NOTIFICADOS DE HEPATITE VIRAL "A"
DE RESIDENTES EM BELO HORIZONTE - 1997



Dentre os sistemas de informação que vêm sendo utilizados na área da saúde, alguns apresentam maior confiabilidade e se ajustam melhor aos objetivos propostos no Plano Diretor de Drenagem. A seguir, são apresentados os sistemas selecionados, juntamente com os respectivos indicadores:

Sistema de Informação em Mortalidade - SIM: esse sistema vem sendo trabalhado há alguns anos pela equipe da SMSA e hoje se mostra extremamente confiável, possibilitando o mapeamento dos óbitos e a identificação de áreas e populações de maior risco de morte. Como as crianças menores de um ano são consideradas um grupo da população mais susceptível às situações ambientais adversas, sugere-se o uso da mortalidade infantil tardia por algumas causas específicas:

Número de óbitos de crianças com idade entre 28 dias e 1 ano, por setor censitário.

Por causas infecto-parasitárias

Por desnutrição

Por doenças respiratórias

Sistema de Agravos Notificáveis - SINAN: algumas doenças transmissíveis, de notificação compulsória definida pelo Ministério da Saúde, tem um acompanhamento semanal através desse sistema. Apesar da subnotificação de casos e da baixa frequência de algumas dessas doenças, esse sistema pode ser muito útil para montagem de indicadores mais específicos para medir alterações no perfil de morbi-mortalidade relacionadas com o meio ambiente. Portanto, propõe-se o seguinte indicador:

Número de casos notificados de leptospirose, hepatite A, cólera e paralisia flácida aguda, por setor censitário.

Autorização de Internação Hospitalar - AIH: esse banco de dados vem sendo utilizado de forma crescente para análises epidemiológicas da morbidade. Em Belo Horizonte, desde janeiro de 2000, as AIHs passaram a ser preenchidas com o código do logradouro, o que facilitará a sua desagregação até o nível de setor censitário. Casos de doenças infecciosas e parasitárias que se apresentam mais graves e necessitam internação hospitalar podem estar associados à exposição a um meio ambiente adverso. Em razão da menor mobilidade que tem a população mais jovem, e a maior intensidade da exposição ambiental nessa faixa etária, sugere-se o a utilização do número de indivíduos até 10 anos de idade internados por causas infecto-parasitárias, por setor censitário como indicador.

Por tratar-se de proposta a ser implantada, propõe-se que novos eventos da saúde possam ser incorporados como indicadores a partir de sua disponibilização rotineira por parte das fontes oficiais como é o caso da morbidade ambulatorial atendida nos serviços de saúde da rede municipal cujos dados não são hoje coletados de forma sistemática. Adquirem, inclusive, importância adicional as Unidades de Pronto Atendimento que caracteristicamente assistem aos casos agudos das doenças listadas acima de gravidade intermediária.

É importante destacar ainda que, como os indicadores propostos constituem-se em medidores de eventos específicos de saúde, a avaliação mais completa do impacto na qualidade de vida gerada a partir das ações previstas no Plano de Drenagem, terá sua demonstração através de uma abordagem intersetorial que

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|--------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDBH / Magna | 73 |

considere, inclusive, os efeitos mais indiretos como a melhoria de acesso a outros bens de consumo coletivo como pavimentação, transporte viário e mesmo a novos equipamentos de saúde.

10.5 – Recomendações

A partir das conclusões descritas acima e do pressuposto que as informações relativas ao tema Saúde Coletiva devem ser incorporadas de forma sistemática à metodologia de desenvolvimento do Plano Diretor de Drenagem, são feitas as seguintes recomendações, visando o desenvolvimento da segunda etapa dos trabalhos:

As bases de dados de saúde deverão ser compatibilizadas, visando o geo-processamento das informações segundo bacias elementares, unidades de análise, diagnóstico, proposição e monitoramento do Plano diretor de Drenagem;

Deverá ser desenvolvido um indicador composto para avaliação das condições de saúde coletiva nas áreas de estudo, formado, como detalhado anteriormente, por dados sociais, demográficos e epidemiológicos, a partir de informações geradas pelo Censo do IBGE e pelos Sistemas de Informações em Morbidade e de Agravos Notificáveis da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte (SIM e SINAM);

Deverá ser estudada uma forma de cobrir a deficiência de dados para os demais municípios que compõem a área de estudo (Contagem e Sabará), prevendo-se a progressiva equiparação das informações através do maior envolvimento das respectivas Prefeituras no desenvolvimento do Plano Diretor;

Ainda que não seja possível incluir as informações de saúde como variáveis diretamente relacionadas aos sistemas de drenagem existentes e às intervenções a serem propostas, a caracterização das condições de saúde das sub-bacias ou das bacias elementares deve ser atingida através dos indicadores propostos com o objetivo de, pelo menos, utilizarem-se estas informações para a priorização de intervenções e monitoramento dos benefícios alcançados.

11 – BIBLIOGRAFIA

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 75 |

11 – BIBLIOGRAFIA

- BARREIRA, Maurício Balesdent. “Direito Urbanístico e o Município”, in Fernandes, Edésio Fernandes (org.) Direito Urbanístico. Belo Horizonte: Del Rey. 1.998.
- BATISTA, M.B.; NASCIMENTO, N.O., RAMOS, M.H.D., CHAMPS, J.R.B. Aspectos da Evolução da Urbanização e dos Problemas de Inundações em Belo Horizonte. ABRH-XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 1.997.
- BELBA ENGENHEIROS CONSULTORES LTDA. PROSAM – Plano de Limpeza Urbana de Contagem – Volume 1: Diagnóstico e Prognóstico. 1.997.
- BHTRANS. Memorial Descritivo das Estações de Integração do BHBUS. Documento Interno. 1.999.
- BRIGHETTI, G and NAKAE, M. ‘Influência da urbanização no transporte Sólido ‘. X Congresso Latino – Americano de Hidráulica. 1.982
- CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Lei Orgânica do Município de Belo Horizonte. Central de Suporte – PRODABEL. 1990.
- CÂMARA MUNICIPAL DE CONTAGEM. Lei Orgânica do Município de Contagem. 1.990.
- CÂMARA MUNICIPAL DE SABARÁ. Lei Orgânica do Município de Sabará. 1.990.
- CHAMPS, José Roberto Borges. Planejar a Drenagem Urbana : Menos Inundações e Mais Qualidade de Vida”. 1.999.
- COBRAPE. Estudo de Implantação da Agência de Bacia do Rio das Velhas - Plano Diretor de Recursos Hídricos, Vol.4. Anexo III - Estudos de Projeção Populacional. 1.999.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA. Saneamento Básico em Belo Horizonte. Trajetória em 100 Anos. Fundação João Pinheiro. Belo Horizonte. 1.996.
- COMPANHIA URBANIZADORA DE BELO HORIZONTE-URBEL & CENTRO DE ESTUDOS URBANOS da UFMG. Plano Estratégico de Diretrizes de Intervenção em Vilas e Favelas e Conjuntos de Interesse Social. 1.999.
- CONGRESSO NACIONAL BRASILEIRO. Constituição Federal. Centro Gráfico do Senado Federal. Brasília. 1.988.
- CONGRESSO NACIONAL BRASILEIRO. Política Nacional do Meio Ambiente. Lei nº 6.938, de 31.08.81. Brasília. 1.981.
- DEP ‘Concurso Arroio Dilúvio - Edital nº 01/93’ Prefeitura Municipal de Porto Alegre, Departamento de Esgotos Pluviais 12 p. 1.993

D.Q: 23-17-1124-FRM-06.doc - Nome Arquivo \ Código Magna: Volume I - Análise Integrada do Sistema de Drenagem.doc

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------|---------------|---------------------------------|------|
| Elaborado por: | Data Emissão: | Revisão Nº: | Data Revisão: | Aprovado por: | Pág: |
| Magna Engenharia Ltda | 08/01/01 | 0 | 28/12/00 | Coordenador Geral PDDBH / Magna | 76 |

- FILHO, Sant'Anna. Lixo Domiciliar de Belo Horizonte: Características Físicas, Físico-Químicas e Micro-Biológicas. Publicação Interna da Superintendência de Limpeza Urbana-SLU. 1.991.
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Perfil Demográfico do Estado de Minas Gerais, volumes 1 e 2. 1.994
- GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Código de Saúde do Estado de Minas Gerais.
- GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS . Lei Ambiental Estadual. Belo Horizonte. 1.980.
- GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Lei Florestal de Minas Gerais. Fundação AMAE para Educação e Cultura. Belo Horizonte. 1.995.
- I & T- INFORMAÇÕES TÉCNICAS EM CONSTRUÇÃO CIVIL. Programa Global para Otimização da Disposição e da Coleta e Reciclagem de Resíduos de Construção Civil em Belo Horizonte. Publicação Interna da Superintendência de Limpeza Urbana - SLU. 1.993.
- INECO. Plano Diretor de Transporte de Passageiros sobre Trilhos da Região Metropolitana de Belo Horizonte, volume 1. 1.999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Demográfico, Minas Gerais. 1.991.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Contagem Populacional de 1996. Rio de Janeiro.
- IPH. Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre 1º etapa: Fundamentos. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. UFRGS. 2.000
- LEOPOLD, L.B. Hydrology for Urban Planning - A Guide Book on the Hydrologic Effects on Urban Land Use. USGS circ. 554, 18p.1.968
- LIORÉ RAMOS, C.; HELOU, G. C. N.; BRIGETTI, G. Dinâmica do transporte sólido nos rios Tietê e Pinheiros na região metropolitana de São Paulo. 'Proceedings'. X Simpósio brasileiro de recursos hídricos. Gramado. 1.993
- MERCEDES, Sônia S. Pereira. Perfil de Geração de Resíduos Sólidos Domiciliares de Belo Horizonte no ano de 1995. Documento Interno da Superintendência de Limpeza Urbana - SLU. 1.995.
- NAKAE, T.; BRIGHETTI, G. Dragagem a longa distância aplicada ao desassoreamento da calha do rio Tietê. 'Proceedings'. X Simpósio brasileiro de recursos hídricos. Gramado. 1.993
- NOVAK, H. e Outros. O crescimento e a estruturação do espaço urbano na cidade de Contagem, MG.

OLIVEIRA, M. G. B.; BAPTISTA, M. B. Análise da evolução temporal da produção de sedimentos na bacia hidrográfica da Pampulha e avaliação do assoreamento do reservatório. 'Proceedings' XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - ABRH. Vitória. 1.997

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Código Sanitário Municipal. Belo Horizonte.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Coletânea da Legislação sobre Obras e sobre Construções em vigor no Município de Belo Horizonte. D.A. – D.D.E. Seção de Documentação. 1.963.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Grupo Técnico da Concessão. Concessão dos Serviços de Água e Esgoto – Análise dos Aspectos Sanitários e Sociais. Documento Interno. 1.998.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Legislação Urbanística do Município de Belo Horizonte. 1.996.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Lei Ambiental do Município de Belo Horizonte. Belo Horizonte. 1.985

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Lei de Uso e Ocupação do Solo – Estudos Básicos. Belo Horizonte. 1.995.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Plano Diretor Regional de Venda Nova. Belo Horizonte. 1.999.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. “Projeto de Lei Institui a Política de Saneamento do Município de Belo Horizonte”. Documento Interno. 1.999.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Uso e Ocupação do Solo Urbano de Belo Horizonte. 1.985.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. Processos de Licenciamento Ambiental de nºs 01.024815.99.14; 01.096736.98.24; 01.013190.99.56; 01.085665.93.01; 01.085665.93.01; 01.103648.99.00; 01.119332.99.86; 01.082985.97.70; 01.099266.99.50; 01.015380.94.58; 01.078635.98.35; 01.072350.97.91; 01.021765.00.47; 01.024815.99.14. Belo Horizonte.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. PROPAM – Programa de Recuperação e Desenvolvimento Ambiental da Bacia da Pampulha. Documento Interno. 1.998.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONTAGEM. Código Sanitário do Município de Contagem

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONTAGEM. Coleção Plano Diretor, Volume V- Unidades de Planejamento – Indicadores Sociais. Contagem. 1.998.

- PREFEITURA MUNICIPAL DE CONTAGEM. Estudos Básicos Para o Plano Diretor de Contagem. Contagem. 1.998.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CONTAGEM. Lei Ambiental do Município de Contagem. Contagem. 1.998.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CONTAGEM. Lei de Uso e Ocupação do Município de Contagem. Contagem. 1.998.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CONTAGEM. Plano Diretor do Município de Contagem, Lei nº 2.760/98. Contagem. 1.998.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CONTAGEM. Plano de Estrutura Urbana de Contagem. Contagem. Documento Interno. 1.990.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SABARÁ. Código de Postura do Município de Sabará.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SABARÁ. Diagnóstico do Município de Sabará. Documento Interno. Sabará. 1.997.
- RAMOS, C.L.; HELOU, G.C.N. and IKEDA, L.E.S. 'Campanhas Hidrossedimentométricas na Região metropolitana de São Paulo'. X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Gramado Anais. V.6 p248-256. 1.993
- RAMOS, Maria Helena Domingues. Drenagem Urbana: Aspectos Urbanísticos, Legais e Metodológicos em Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte.
- RAMOS, M. H. D.; VIANA, C. S.; BAPTISTA, M. B. Classificação dos solos de Belo Horizonte segundo grupos hidrológicos do US Soil Conservation Service. Publicado nos anais do XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, promovido pela ABRH, em Belo Horizonte. 1.999
- SCHUELER, T. 'Controlling Urban Runoff'. Washington Metropolitan Water Resources Planning Board. 210p. 1.987
- SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. Estimativas da População em Idade Escolar do Estado de Minas Gerais, Superintendências Regionais de Educação e Respetivos Municípios, período 1.991-2.006, Documento n.º 2. 1.996
- SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO DE MINAS GERAIS – SEPLAN-MG, UNIDADE GERENCIAL DE PLANEJAMENTO – UGP. PROSAM – Programa de Saneamento Ambiental das Bacias do Arrudas e Onça da Região Metropolitana de Belo Horizonte. 1.993.
- SILVEIRA, A L. L. 'Impactos Hidrológicos da urbanização em Porto Alegre'. 4º Seminário de Hidrologia Urbana e Drenagem. Belo Horizonte ABRH. 1.999

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA CAPITAL - SUDECAP. PLANURBS – Plano de Urbanização e Saneamento Básico. 1.979.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA CAPITAL - SUDECAP. PROMEVIDA –Programa de Melhoria de Vida da População de Belo Horizonte. 1.995.

TUCCI, C.E.M; GENZ, F. Controle do impacto da urbanização. Cap. 7 em: Tucci, Porto, e Barros, org., 1995, Drenagem Urbana. ABRH - Editora da UFRGS.1.995

TUCCI, C.E.M. Hidrologia; Ciência e Aplicação Edusp Editora da UFRGS. ABRH 952p. 1.993

TUCCI, C.E.M. Política de drenagem urbana memorando n.7 CH2Mhill do Brasil. 2.000b

TUCCI, C.E.M; PORTO, R. Storm hydrology and urban drainage in: Urban Drainage in Humid Tropics, capítulo 4. UNESCO. 2.000

TUCCI, C.E.M. Urban drainage management in: Urban Drainage in Humid Tropics, capítulo 7. UNESCO. 2.000a

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS. Centro de Sensoriamento Remoto. Mapeamento de Densidade de Vegetação do Município de Belo Horizonte. 1.996

UNITED NATIONS. Population Division, World Urbanization Prospects: The 1.996 Revision