



PLANO DE DRENAGEM DE JUIZ DE FORA PARTE 1 - ZONA NORTE

PD/JF ZN
VOLUME 1 - DIAGNÓSTICO



CIDADE DE
JUIZ DE FORA
PREFEITURA





Volume 01 - Diagnóstico
Volume 02 - Propostas
Volume 03 - Manual de Drenagem

Juiz de Fora, dezembro de 2011.



Sumário

Apresentação	6
Ficha técnica	7
Introdução	10
Diagnóstico	11
1. Aspectos Relevantes da Drenagem em Juiz de Fora	11
1.1. Aspectos Gerais do Histórico da Drenagem Urbana em Juiz de Fora ...	11
1.2. Soluções em drenagem urbana recentemente implantadas em Juiz de Fora	18
1.3. Considerações sobre o histórico e a evolução de soluções em drenagem urbana implantadas em Juiz de Fora	27
2. Princípios e diretrizes que fundamentam o PD/JF ZN	30
2.1. Princípios constitucionais e federais	30
2.2. Princípios estaduais	31
2.3. Princípios municipais	31
3. Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento e Gestão	33
3.1. Introdução	33
3.2. Gestão da Drenagem Urbana	33
4. Diagnóstico da Gestão da Drenagem Urbana no Município de Juiz de Fora	35
4.1. Diagnóstico institucional da gestão da drenagem	35
4.1.1. Gestão das Operações de Drenagem	36
4.1.2. Burocracia Maquinal dos Stakeholders	39

4.1.3. Ferramenta de Gestão Sistêmica e Integrada	40
4.1.4. Ações Executadas pela Ativação de Redes de Relacionamento	42
4.2. Síntese da análise da gestão da drenagem urbana do município	43
4.3. Análise da constituição jurídica de entidades gestoras de drenagem urbana	46
4.4. Aperfeiçoamento Institucional e Regulamentar da Gestão da Drenagem Urbana	47
5. Diagnóstico da área de abrangência do PD/JF ZN	48
5.1. Características urbanas e físicas das Sub-bacias Hidrográficas da Região Norte	48
5.1.1. Características fisiográficas das Sub-bacias Hidrográficas da Região Norte	50
5.1.2. Características de uso do solo, de problemas de erosão urbana e de risco geológico das Sub-bacias Hidrográficas da Região Norte	57
5.1.3. Caracterização das sub-bacias da Zona Norte quanto à Gestão de Resíduos Sólidos	90
5.1.4. Caracterização das sub-bacias da Zona Norte quanto à Gestão dos Problemas de Saúde Pública	98
5.2. Funcionamento hidráulico do sistema de drenagem da área de abrangência do PD/JF ZN	107
5.2.1. Articulação entre o planejamento urbano e o sistema de drenagem	108
5.2.2. Articulação entre o sistema viário e o sistema de drenagem	110
5.2.3. Alternativas de valorização de cursos de água através de intervenções no leito maior	112
5.2.4. Alternativas de proteção de leito e margens através de intervenções no leito menor dos cursos de água	113
5.2.5. Diretrizes urbanísticas para a revitalização de vilas e favelas	115
5.2.6. Determinação das áreas de risco de inundação para os eventos hidrológicos	116
5.2.6.1. Geração do modelo digital de elevação hidrologicamente consistente	117
5.2.6.2. Cálculo das Vazões	118
5.2.6.3. Áreas de Risco de Inundação	121
5.3. Avaliação das cargas de poluição produzidas pelo sistema de drenagem e pelo sistema de esgotos	125
5.3.1. Avaliação das cargas de poluição relativas ao sistema de macrodrenagem	127

5.3.2. Avaliação das cargas de poluição relativas ao sistema de esgotamento sanitário	137
5.4. Meios aquáticos especiais de interesse do sistema de abastecimento de água de Juiz de Fora	141
5.4.1. Caracterização da Sub-bacia BE-34	146
5.4.2. Caracterização da Sub-bacia BD-24	157
5.4.3. Caracterização da Sub-bacia Chapéu d’Uvas	165
6. Considerações finais	172
7. Glossário	173
8. Referências	175

Apresentação

Esse documento refere-se ao Volume 1 do **PLANO DE DRENAGEM DE JUIZ DE FORA, Parte 1, Zona Norte**, conforme previsto no Termo de Referência correspondente, devidamente documentado no processo administrativo no. 0567/2008.

Ficha Técnica

PREFEITURA MUNICIPAL DE JUIZ DE FORA

Custódio de Mattos

Prefeito

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

André Luiz Zuchi da Conceição

Secretário

Cecília Maria Rabelo Geraldo

Subsecretaria de Planejamento do Território

Heber de Souza Lima

Chefe do Departamento de Articulação e Integração das Políticas Setoriais

GRUPO DE TRABALHO (GT/PJF)

William Gonçalves Ribeiro de Castro

Coordenador Geral

Supervisor de Saneamento

Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico

Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico

Fabício de Oliveira Loures

Beatriz Perotti Cantudo

Secretaria de Obras

Jefferson Rodrigues Júnior

Francisco Vicente Cesário

Jordan Henrique de Souza (Defesa Civil)

Cláudia Stael da Conceição Lobo Franco

Secretaria de Atividades Urbanas

Maurício Luiz Feital

Sílvio R. Fernandes

Companhia de Saneamento Municipal - Cesama

Ricardo S. Pinto da Silva

Departamento de Limpeza Urbana - Demlurb

Marco Aurélio Miguel Silva

Agência de Gestão Ambiental de Juiz de Fora - Agenda/JF

Erix Sgarb Moraes da Silva

COLABORADORES

Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico

Ana Paula Bartholomeu Bessa

Hélio Teixeira Coutinho

Márcio Henrique de Oliveira

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Prof. Henrique Duque de Miranda Chaves Filho
Reitor

Prof. José Luiz Resende Pereira
Vice- Reitor

Prof. Marcelo Soares Dulci
Pró-Reitor de Extensão e Cultura

Prof. Hélio Antônio da Silva
Diretor da Faculdade de Engenharia

Profª Maria Helena Rodrigues Gomes
Chefe do Depto. de Engenharia Sanitária e Ambiental

Prof. Alexandre Zanini
Diretor da Fundação de Apoio e Desenvolvimento, Pesquisa e Extensão - FADEPE

Profª Fernanda Finotti Cordeiro Perobelli
Diretora Executiva da FADEPE

EQUIPE TÉCNICA UFJF

Prof. Fabiano Cesar Tosetti Leal
Coordenador

Faculdade de Engenharia

Prof. Carlos Alberto Barbosa de Medeiros Gomes
Prof. Celso Bandeira de Melo Ribeiro
Prof. José Homero Pinheiro Soares
Prof. Júlio César Teixeira
Prof. Cezar Henrique Barra Rocha
Prof. Luiz Evaristo Dias de Paiva
Prof. Antônio Carlos Barreto Pinto
Prof. Maria Helena Rodrigues Gomes
Prof. Antônio de Pádua Gouveia Pascini

Faculdade de Administração

Prof. Anderson Rocha Valverde

ASSESSORIA / CONSULTORIA

Juliana Hallacck Vilela
Engenheira Civil

Dirceu Delage Ziegler
Engenheiro Civil e Analista de Sistemas – Consultor

Gelda Lhamas-Coelho
Doutora e Engenheira Civil – Assessoria

ESTAGIÁRIOS / COLABORADORES

Gustavo Rezende Reis
Luiza Marchito Orlando
Rafael Pitangui do Prado Faria
Ricardo Neves de Souza Lima
Uliane Brazolino Silva
Wander Clay Pereira Dutra

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL – AGEVAP**AGEVAP/CEIVAP**

Edson Guaracy Lima Fujita
Diretor-Executivo

Hendrik Lucchesi Mansur
Coordenador de Gestão

Flávio Antônio Simões
Coordenador Técnico

Juliana Fernandes
Gerente de Projetos

Introdução

O volume 1 do **Plano de Drenagem de Juiz de Fora, parte 1, Zona Norte** – de agora em diante reconhecido pela sigla **PD/JF ZN**, apresenta um amplo diagnóstico do sistema de drenagem da zona norte do município com base no cadastramento de sub-bacias, na realização de simulações de manchas de inundação, na legislação incidente sobre planejamento urbano e uso do solo, planos e programas de desenvolvimento urbano diversos que foram, ou estão sendo, implantados na região, abrangendo as sub-bacias pertencentes às regiões de Planejamento Represa, Benfica, Santa Cruz, Nova Era, Barbosa Lage, Remonta, Jóquei Clube, Jardim Natal, Industrial, Francisco Bernardino, Carlos Chagas, Cerâmica, São Dimas, Esplanada e Monte Castelo e parte da região de planejamento Fábrica, pertencentes às zonas norte e noroeste do município de Juiz de Fora, constantes da divisão administrativa e de planejamento urbano do município.

O diagnóstico visa responder ao principal objetivo do PD/JF ZN que é criar mecanismos de gestão da infraestrutura urbana, relacionados como escoamento das águas pluviais através de redes próprias, galerias, rios e córregos em áreas urbanas. Este planejamento pretende evitar perdas econômicas, melhorar as condições de saneamento básico e a qualidade do meio ambiente urbano, dentro de princípios econômicos, sociais e ambientais definidos pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora – PDDU.

Com a elaboração do PD/JF ZN o município de Juiz de Fora ratifica sua participação no Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – Ceivap, o qual tem por missão a promoção da articulação e da integração de atividades e competências na área de gestão dos recursos hídricos em diversos níveis: entre a União e os Estados, entre os três estados da Bacia — São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro —, e entre estes e os municípios e os organismos de sub-bacia; bem como viabilizar estudos e programas de investimento necessários para a gestão, proteção e recuperação das águas e para o desenvolvimento sustentável da bacia do rio Paraíba do Sul.

Dentro desta perspectiva, os recursos para a realização deste Plano de Drenagem são oriundos da Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP, pertencente ao Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP, com base no contrato de repasse nº. 0214821-41/2006/AGEVAP/CEF.

O PD/JF ZN visa também atender às demandas da Lei Federal 11.445, de 5 de janeiro de 2007, a qual estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico.

Diagnóstico

1. Aspectos Relevantes da Drenagem em Juiz de Fora

1.1. Aspectos Gerais do Histórico da Drenagem Urbana em Juiz de Fora

O Município de Juiz de Fora tem uma densa rede de drenagem de formato dendrítico, com artérias de pequena extensão. Os cursos d'água de maior extensão e volume são o Rio Paraibuna e seus afluentes, Rio do Peixe e Rio do Cágado, que nele deságuam já fora dos limites do Município.

O Rio Paraibuna segue na direção NO-SSE, com uma extensão de 150 km dentro do município, recebendo pelas margens direita e esquerda um grande número de pequenos córregos.

Esses cursos, embora modestos, têm uma importância significativa por fazerem parte do cenário dos vales secundários que serviram de penetração/ocupação. Devido aos terraços que formavam, favoreceram, ao mesmo tempo, a fixação humana e a exploração de atividades agrícolas, ou seja, suas franjas foram locais para onde se consolidou a expansão da cidade para além do vale principal.

Ao longo da história da ocupação urbana, esses córregos possuíam e continuarão possuindo papel significativo como fonte de suprimento de água para a população do Município. Alguns deles já cumpriram essa função no passado, tendo alimentado os mananciais da Serra, Bella Vista, Poço D'Anta e Santa Cândida. Outros compõem a rede de mananciais que ainda abastecem as represas João Penido (Ribeirões dos Pintos e dos Burros), dos Ingleses (Córrego São Pedro) e do Sistema Norte (Ribeirão Espírito Santo e Córregos Penido e Gouveia).

O curso do Rio Paraibuna corre, em geral, em leito com pequena declividade. Na sua saída para o sul, descendo a escarpa da Mantiqueira, onde foi construída a Usina de Marmelos, apresenta acentuada declividade.

O modelo de drenagem do Município de Juiz de Fora apresenta o curso principal classificado como rio consequente e sua rede de afluentes com típicos exemplos de cursos insequentes. Dito em outros termos, o Rio Paraibuna corre em direção a uma linha de fratura, enquanto seus tributários direcionam-se conforme a morfologia do terreno em direção variada, não se submetendo a controle geológico aparente, fugindo ao padrão de espinha de peixe.

Os anos 70 (1974 a 1979) foram decisivos para o coroamento das proposições de melhorias nas vias fluviais de Juiz de Fora. Em 1974, a cidade é incluída no Programa Especial de Controle de Enchentes e Recuperação de Vales, do Departamento Nacional de Obras de Saneamento – DNOS, através do qual o Rio Paraibuna recebeu intervenções de canalização, retificação e realocação de seu curso, objetivando, entre outros:

- (i) a defesa contra inundações no Vale do Rio Paraibuna,
- (ii) a recuperação de faixas inundáveis potencialmente destinadas à implantação de indústrias;
- (iii) a manutenção de uma descarga mínima no Rio Paraibuna na época de estiagem;
- (iv) a criação de uma reserva hídrica suficiente ao provimento do Complexo Siderúrgico, na época previsto para ser instalado na zona norte do município.

Esse programa incorporou pretensões legítimas que nasceram, em 1893, com o Plano de Saneamento e Expansão da Cidade de Juiz de Fora, mais conhecido como Plano Howyan, cujas tônicas permearam várias proposições governamentais ao longo do século passado, até concretizações efetivas de muitas delas, já nas suas últimas décadas.

O Plano de Gregório Howyan previa o dessecamento dos pântanos; drenagem pluvial, através da construção de canal de cintura; fornecimento de água e coleta de esgotos por escoadouros subterrâneos mistos; retificação de vias fluviais, dentre elas a do Rio Paraibuna, além de outras ações de urbanização e embelezamento. Como esse plano não foi levado avante, as iniciativas públicas relativas ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitários, mais cruciais, em 1895, tiveram continuidade sob a responsabilidade de Francisco de Paula Bicalho. Ressalta-se que o Projeto do engenheiro Bicalho, por recomendação, deveria aproveitar as obras remanescentes, já concluídas, do plano anterior.

Após a enchente de janeiro de 1906, quando o rio Paraibuna atingiu a cota de 675,70 m, as questões da drenagem e do saneamento recorrem de forma enfática no bojo das preocupações públicas.

Desde então vários projetos e obras foram implementados no sentido de ordenar e otimizar o escoamento das águas, em especial as conduzidas pelo rio Paraibuna na área urbana de Juiz de Fora.



Foto 1 – Rua São Sebastião, Centro de Juiz de Fora, durante a enchente de 1906. Autoria: Antenor Campos e Cia.

Em 1915, é proposto o Plano de Saneamento de Juiz de Fora, de Lourenço Baeta Neves e Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, com um olhar modernizante dos meios operacionais

para a correção e ampliação do esgotamento sanitário e pluvial e da captação e abastecimento de água, bem como para a defesa da cidade contra as inundações.

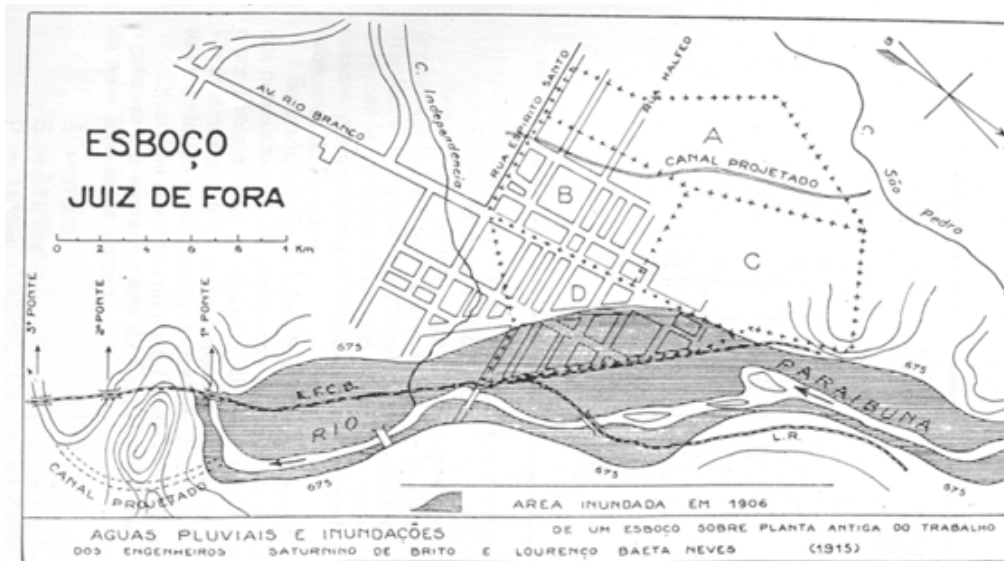


Figura 1 - Área inundada no centro da cidade – Enchente de 1906

Neves e Brito, na questão do esgotamento, embora recomendassem o aproveitamento da maior parte das obras realizadas anteriormente, adotaram no seu plano o sistema separador absoluto para os esgotos. Das redes conservadas, seriam afastadas as águas pluviais, as quais, por sua vez, seriam encaminhadas para novas redes específicas a construir ou diretamente para os córregos ou o rio.

Os dois sanitaristas citados creditavam que a insuficiência de água era um desafio que exigia ações públicas definitivas. Face ao crescimento e desenvolvimento da cidade, era necessário buscar fontes de suprimento que satisfizessem as necessidades de então e que fossem capazes de propiciar garantias para o futuro. Nesse sentido, propuseram o aproveitamento das águas de córregos e ribeirões do Município (São Pedro, Yung, Grama e Dos Pintos).

O abandono do Rio Paraibuna, reconhecido por Neves e Brito, impunha medidas efetivas, consubstanciadas na sua regularização. Para eles isso significava intervenções de supressão dos seus meandros, respeitando-se o sentido das grandes curvas de seu traçado natural e, também, o tratamento de suas margens. Afora para o rio, foram previstas intervenções de regularização e canalização para o Córrego Independência, que refluía independentemente das cheias do rio.

Em dezembro de 1940, o Rio Paraibuna transborda novamente, gerando outra grande enchente que inundou a cidade baixa atingindo a cota de 676,13m, causando incontáveis prejuízos à cidade e a seus habitantes.



Foto 2 – Ponte Arthur Bernardes



Foto 3 – Rua Halfeld



Foto 4 – Rua Halfeld



Foto 5 – Rua Batista de Oliveira com Av. Getúlio Vargas



Foto 6 – Praça da Estação



Foto 7 – Praça da Estação



Foto 8 – Rua Marechal Deodoro



Foto 9 – Rua Marechal Deodoro



Foto 10 – Vista panorâmica de Juiz de Fora
(Fotos 2 a 10 - Fonte: Acervo fotográfico de Marcelo Lemos/JF)

Levando-se em consideração que à época não era, no mundo, prática comum construir-se reservatórios simplesmente para acumulação sem considerar outros usos tais como abastecimento de água, geração de energia, irrigação, controle de estiagem, etc., a regularização através de uma intervenção no leito do rio objetivando aumentar sua capacidade de vazão ganhou vulto.

A mudança do seu curso e sua retificação, esperadas há muito, tornam-se imperativas e, felizmente, são aprovadas, nesse mesmo ano (1940), pelo então presidente Getúlio Vargas. Efetivamente, em 1961, o engenheiro Jorge Staico retoma a proposta de retificação do rio, desde o bairro de São Dimas, na Região Norte até às dependências do Clube Tupinambás, no Bairro Santa Teresa, o que foi incorporado às intervenções feitas pelo DNOS.

Em 1963, acontecem as primeiras desapropriações de imóveis lindeiros para que a retificação acontecesse e, paralelamente, a abertura da avenida marginal ao novo traçado. A retificação e a relocação do curso do rio foram concluídas em 1979.



Foto 11 – Rio Paraibuna, com traçado já retificado, na área urbana de Juiz de Fora
(Fonte: Arquivos - PJJ)

Outra obra importante para a regularização do Rio Paraibuna é a barragem de Chapéu D'Uvas, inicialmente concebida com a finalidade de regularização da vazão do Rio Paraibuna, em complementação às obras de sua retificação, para fins de geração de energia elétrica pelas usinas operadas pela Companhia Mineira de Eletricidade, notadamente em períodos de estiagem.

Tal afirmativa tem amparo no intenso desenvolvimento industrial por qual passava a cidade de Juiz de Fora, e a conseqüente necessidade de ampliação da capacidade de geração de energia elétrica.

As obras de construção da Barragem de Chapéu D'Uvas no rio Paraibuna, situada no município de Ewbanck da Câmara, próximo à divisa com Juiz de Fora, tiveram início nos primeiros anos da década de 1960, sendo que a mesma permaneceu inoperante por muitos anos em função da necessidade de alguns serviços complementares nas suas comportas de fechamento e de desapropriações de áreas a serem inundadas na sua bacia de contribuição.

Durante esse período o objetivo inicial da regularização de vazão para fins de produção de energia elétrica se perdeu, a partir da absorção da Cia. Mineira de Eletricidade pela Cemig – Companhia Energética de Minas Gerais.

Apesar desse fato, o desenvolvimento do parque industrial de Juiz de Fora e a instalação da Siderúrgica Mendes Júnior, hoje Arcelor Mittal Aços Longos, exigiu aterros em áreas de várzeas que serviam de amortecimento contra as descargas de cheias do rio Paraibuna, além de obras complementares de retificação de curso em alguns seus trechos.

A partir dessa nova realidade, que poderia possibilitar a ocorrência de novos eventos de enchentes na malha urbana da cidade, a entrada em operação da barragem de Chapéu D’Uvas, agora com a função regularizadora do nível do rio Paraibuna, voltou a ser prioridade.

Concluídas as obras necessárias, a barragem foi inaugurada em 18 de dezembro de 1995, no governo do então presidente Itamar Franco, entrando em efetiva operação no ano de 2005, sob gestão da Cia. de Saneamento Municipal – Cesama, funcionando como barragem regularizadora do nível do rio Paraibuna.

Segundo a Cesama, ao perenizar o rio a barragem vem permitindo à Cemig, através de suas usinas situadas próximas ao município de Matias Barbosa, incremento de 20% na sua capacidade produtiva.



Foto 12 – Vista aérea da Barragem de Chapéu D’Uvas
(Fonte: Cesama)

Finalizando com as grandes intervenções que permitiram a regularidade do curso do rio Paraibuna nos períodos de chuvas e estiagem, a melhoria das condições de escoamento e de despoluição, enfim, o controle das inundações, destaca-se a Barragem Dr. João Penido, um dos reservatórios de compensação propostos pela firma Dolabela – Portela em 1929 como soluções contra os problemas de inundações sofridos por Juiz de Fora.

A constituição da Barragem D. João Penido se dá pelo represamento do ribeirão dos Burros (antigo córrego dos Pintos), executado no início da década de 1930, mais precisamente entre os anos de 1933 e 1934.

Talvez em consonância com o conceito prevalente à época de que não se devia construir reservatórios com o fim exclusivo de regularização de vazão desprezando-se outras utilizações simultâneas, conceito ainda válido nos dias atuais, é que os registros históricos apontam na direção do abastecimento de água como a concepção original da construção da referida barragem.

Ainda que seja essa a real motivação dessa obra de enorme importância para o abastecimento de água da cidade de Juiz de Fora nos dias atuais, não se pode desprezar a sua imprescindível participação no amortecimento das descargas de cheia do rio Paraibuna.

De acordo com informações da Companhia de Saneamento Municipal – Cesama, a barragem Dr. João Penido, situada ao norte do município, possui uma área de bacia de contribuição de 68 km², volume armazenado de aproximadamente 16.000.000 m³ e vazão regularizada de 750 L/s.

Cumprido ressaltar que o Sistema Dr. João Penido é responsável, hoje, pelo abastecimento de, aproximadamente, 50% da população da cidade de Juiz de Fora. As Fotos 13 a 15 apresentam alguns detalhes do manancial.



Foto 13 – Vista panorâmica da Represa Dr. João Penido



Foto 14 – Barragem e estrutura de captação e extravasamento



Foto 15 – Vista parcial do lago junto à estrutura de captação e extravasamento
(Fotos 13 a 15 - Fonte: Cesama)

1.2. Soluções em drenagem urbana recentemente implantadas em Juiz de Fora

Na década de 1980, a cidade de Juiz de Fora recebeu recursos do Banco Mundial (Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD) da ordem de US\$ 22.000.000

(vinte e dois milhões de dólares) para serem investidos em 12 projetos de desenvolvimento institucional e processos internos, bem como em melhoria e ampliação de serviços urbanos - Programa de Cidades de Porte Médio – CPM/BIRD. Nessa última categoria, as áreas de saneamento e drenagem foram contempladas com três componentes distintos: Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água, Ampliação do Sistema de Limpeza Urbana e Drenagem de Córregos, atendendo a vários bairros e regiões da cidade até então descobertos por esses benefícios.

Os Córregos Humaitá (Bairro Industrial), Tapera (Bairro Santa Terezinha), Yung (Bairro Vitorino Braga), Ipiranga (Bairro Ipiranga) tiveram trechos mais críticos canalizados junto aos respectivos desaguadouros no Rio Paraibuna ou em outro córrego, como o caso do Córrego Ipiranga. O Córrego Matirumbide, anteriormente, já havia sido canalizado no seu trecho junto à foz no Paraibuna, quando do alargamento da ponte Pedro Marques, no final da década de 1970.

Posteriormente, fora das ações financiadas pelo BIRD, os Córregos Humaitá, Três Pontes, Ipiranga, Tapera, Yung, Teixeiras e São Pedro, em vários de seus trechos e em ocasiões diferentes, receberam intervenções. Essas ações incluíram canalização aberta ou fechada em rip-rap ou gabião ou concreto, reforço de parede, correção de curso, retificação, taludamento das margens e quebramento de rochas para aumento do canal de escoamento.

O conjunto de obras de intervenção urbanística no Rio Paraibuna e em alguns de seus afluentes, contudo, ainda não gerou informações que permitam mensurar os impactos das intervenções nos córregos beneficiados, do ponto de vista de densificação da ocupação na área do entorno, após as melhorias executadas. Inegavelmente, contudo, pode-se dizer que houve ganhos reais, através de algum tipo de valorização imobiliária.

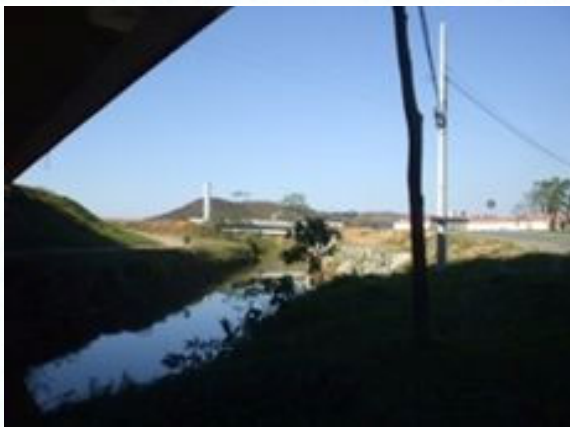


Foto 16 – Córrego Três Pontes sob viaduto BR-040
(Fonte: PJF - SO - Defesa Civil, 2008)



Foto 17 – Trecho canalizado, Córrego Humaitá Bairro Benfica, BD39
(Fonte: ESA/UFJF, 2011)

O Quadro 1 a seguir, apresenta algumas das intervenções realizadas, mais recentemente, em córregos na malha urbana de Juiz de Fora, incluindo canalização aberta ou fechada em rip-rap, gabião ou concreto, reforço de parede, correção de curso, retificação, taludamento das margens e aumento do canal de escoamento.

Quadro 1 – Relação de intervenções em córregos de Juiz de Fora

Córrego	Intervenções	Data
Humaitá	Gabião do Rio Paraibuna à linha férrea	1986 a 1988
Três Pontes	Acima da Rua Evaristo da Veiga / Região da Vila do Sapé acima. Prolongamento aberto do canal em concreto ciclópico	1986
Ipiranga	Da Av. Ibitiguaia até a cachoeira. Canalização fechada até a Rua Francisco Altomar e canalização aberta em gabião	1988
	Canalização em rip-rap até a Rua Tereza Nogueira dos Santos	1996
Santa Luzia	Duas intervenções em datas diversas de reforço de parede	1991 e 1996
Tapera	Canalização em gabião do Bom Clima à Rua Treno Fabri no Bandeirantes	1989
Tapera	Canalização entre Paraibuna a Rua Humberto Campos	1982
Tapera	Rua Otávio Dias Moreira – aproximadamente 80 metros	1995
Tapera	Correção de curso do córrego que passava entre casas em Santa Terezinha e passou a correr sob a Av. Rui Barbosa	1998
Yung	Houve uma intervenção de correção de curso	1983 a 1988
Matirumbide	Canalização do Paraibuna a Rua Afonso Pena	1981
	Outra intervenção de correção de curso foi realizada na altura da Rua Júlio Modesto onde o córrego passou a correr na Rua Vitorino Braga	1998
Teixeiras	Canalização aberta até a Rua Darcy Vargas	1999 a 2000
São Pedro	Do German Village até o bairro Itatiaia retificação (correção de curso) em canal aberto em gabião, taludamento de margens. Da entrada do Jardim Casablanca até a ponte de transposição sob via no Serro Azul foi feito quebraamento de rochas para aumento do canal de escoamento e galeria fechada sob estrada (transposição/ponte)	1994
São Pedro	Do German para cima (via São Pedro) até a rotatória do loteamento Viña del Mar correção de curso, taludamento e canalização em gabião entre pistas. Na rotatória onde há uma transposição foi executado canal fechado em concreto de 115 m.	2001

Fonte: SPDE/SAU, 2011

Cabe salientar que processo de impermeabilização da cidade, antes da década de 80, se concentrava nos bairros centrais do município e adjacentes. Embora esse processo não fosse generalizado em todos os logradouros públicos da região mais central da cidade, atingia o maior número deles.

Este cenário mudou com a implantação do Programa Especial Cidades de Porte Médio – CPM/BIRD – Componente PRTC (Plano de Reestruturação do Transporte Coletivo), no início dos anos 80, com um constante processo de impermeabilização asfáltica, que começou restrita aos itinerários dos ônibus na periferia, seguiu para uma universalização desse procedimento, atingindo, paulatinamente, a quase totalidade das vias urbanas.

Como se pode observar, historicamente, o problema das inundações em Juiz de Fora se originou na falta de capacidade de transporte do rio Paraibuna para conduzir as descargas máximas de cheias.

Esse problema antigo se agravou com o tempo, em função da ocupação das margens dos cursos d'água, da contínua remoção da cobertura vegetal e da crescente impermeabilização do solo urbano devido ao desenvolvimento da cidade, atração de mais população e ocupação de áreas por muito tempo esquecidas, como são as áreas de várzea que margeiam o Rio Paraibuna na região mais ao norte da cidade.

A ocupação das margens, ou proximidade com os canais que constituem a rede de macrodrenagem do município, que ocorre em sua grande maioria de forma irregular, são alvo de intervenções no leito desses canais que se configuram como obstruções ao escoamento natural das águas, fato observado e sentido pela população ribeirinha quando da ocorrência de precipitações mais intensas.



Foto 18 – Ocupação irregular às margens do córrego Santa Cruz – BD29
(Fonte: Defesa Civil – PJF, 2008)



Foto 19 - Ocupação ribeirinha –
Córrego Humaitá - BD39



Foto 20 - Ponte de pedestres/
contenção de margem com rip-rap –
Córrego Igrejinha - BD26



Foto 21 - Ponte de acesso à edificação, presença de resíduos sólidos
e lançamento de águas residuárias diretamente no Córrego Santa Cruz – BD29
(Fotos 19 a 21 - Fonte: ESA/UFJF, 2011)

Essa impermeabilização e a ocupação das áreas de várzea, caracterizada pela proximidade da população com os canais principais de macrodrenagem, o rio Paraibuna e seus tributários, têm representado uma sobrecarga importante para o sistema de drenagem natural e construído, já que, associada à conformação do relevo da maioria da cidade, faz com que as águas caídas adquiram velocidades torrenciais, carreando para as vias fluviais grandes volume de terra e detritos poluentes, pelo que a cidade ainda apresenta problemas de inundações.

Este fato é confirmado por registros recentes de inundações e outras ocorrências associadas ao período chuvoso na malha urbana de Juiz de Fora, feitos pelas duas estações fluviométricas situadas no Rio Paraibuna dentro dos limites do município de Juiz de Fora, conforme mostra o Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 – Características das estações fluviométricas em Juiz de Fora

Código	Nome	Curso D`água	Latitude	Longitude	Entidade
58470000	Chapéu D`uvas	Rio Paraibuna	-21 35 39	-43 30 19	ANA
58480500	Juiz de Fora Jusante	Rio Paraibuna	-21 46 42	-43 19 31	ANA

A estação Chapéu D`Uvas iniciou a sua operação no ano de 1949 e a estação Juiz de Fora Jusante, em 1973, ambas hoje operadas pela Agência Nacional de Águas – ANA.

Para o período 1985/1995, através de uma análise simples e preliminar de dados obtidos das estações fluviométricas e boletins de ocorrência expedidos pela Defesa Civil, nota-se que há uma prevalência de ocorrência dos mesmos em regiões situadas preferencialmente na margem esquerda do rio Paraibuna, o que por si só não pode minimizar os efeitos adversos causados pelo menor número de eventos ocorridos em outras regiões da cidade.

Para o período 1996/2010, os boletins de ocorrência da Defesa Civil apontam para a área de interesse do PD/JF ZN, 412 notificações de um total de 1399, com predominância para ocorrência de inundações.

Cumprе ressaltar que as obras realizadas na bacia do rio Paraibuna, referenciadas em itens anteriores, possibilitaram que os registros de ocorrência de eventos de inundação, em sua enorme maioria, não mais se referissem ao transbordamento do canal principal, mas sim ao transbordamento de seus tributários ou à incapacidade do sistema de microdrenagem existente em conduzir as vazões decorrentes das intensidades de precipitações verificadas nos períodos retratados.

As Fotos 22 a 24 pertencentes ao acervo da SPDE/PJF e apresentadas a seguir, relativas ao Bairro Industrial no ano de 2007, corroboram essa afirmação.



Foto 22 - Boca de lobo - Bairro Industrial, Córrego Humaitá, BD 39



Foto 23 - Via pública alagada no Bairro Industrial, Córrego Humaitá, BD 39



Foto 24 - Alagamento de via no Bairro Industrial, Córrego Humaitá, BD 39
(Fotos 21 a 24 - Fonte: SPDE/PJF, 2007)

Observa-se que o Córrego Humaitá, localizado na sub-bacia BD39, à margem direita do rio Paraíba, além das intervenções contidas no Quadro 1, teve sua canalização complementada na segunda metade da década de 1980. As Fotos 25 e 26 ilustram essas informações.



Foto 25 - Trecho canalizado, Córrego Humaitá, BD39
(Fonte: ESA/UFJF, 2011)



Foto 26 - Trecho canalizado, Córrego Humaitá, BD39
(Fonte: ESA/UFJF, 2011)

Destaque deve ser dado ao fato de que o rio Paraibuna é suscetível a processos de assoreamento com trechos de banco de areia, no sentido norte centro, próximo as suas margens, como reflexos de descargas de sedimentos e reveladores de processos de deposição de sedimentos, que normalmente se acomodam próximo as margens dos cursos de águas naturais, onde a velocidade é menos expressiva, favorecendo a deposição.

Todavia, este cenário de degradação ambiental do rio Paraibuna, vem sendo combatido pelo poder público municipal com realização de dragagens em trechos estratégicos do rio, na tentativa de amenizar os processos de assoreamento que vêm se agravando com o crescimento do município. Entretanto essas operações de dragagem não são muito regulares e se dirigem ao trecho mais central do Rio Paraibuna, compreendido entre o terminal Rodoviário Miguel José Mansur, Bairro São Dimas e a ponte da Rua Benjamin Constant, centro, tendo as últimas sido realizadas entre outubro de 2008 e dezembro de 2009, de acordo com a Cesama.

As Fotos 27 a 29 ilustram o assoreamento do leito do canal e as necessárias operações de dragagem.



Foto 27 - Assoreamento do leito do rio Paraibuna



Foto 28 - Dragagem do Rio Paraibuna



Foto 28 - Dragagem do Rio Paraibuna
(Fonte: PJF-SO-Defesa Civil, 2009)

Ainda segundo a Cesama, existem outros programas de interesse para a drenagem urbana que estão em andamento no município, entre eles um no âmbito do Programa Eixo Paraibuna, de extrema importância para as questões que envolvem a bacia do rio Paraibuna, notadamente no que se refere à separação dos efluentes sanitários e pluviais.

O Estudo de Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário de Juiz de Fora foi finalizado em 2002 e a sua implantação vem sendo feita através de diversas linhas de financiamento, como segue.

- (i) PRÓ-SANEAMENTO/CEF: implantação da ETE Barbosa Lage – 1ª etapa, coletores CT4-Nova Era, CT5-Santa Cruz e parte do interceptor IP-01;
- (ii) NOVO Somma/BDMG: Sistema Barbosa Lage – conclusão do interceptor IP-01 e implantação do interceptor IP-02 e elevatórias;
- (iii) ANA/CEF – Recurso oriundo da cobrança pelo uso da água – implantação do coletor CT-07 e programa caça esgoto nesta bacia.

Continuando com informações da Cesama, estão em andamento os seguintes contratos junto aos órgãos financiadores:

- (i) Agevap/CEF - Recurso oriundo da cobrança pelo uso da água – projeto executivo do sistema de esgotamento sanitário de oito distritos do município de Juiz de Fora;
- (ii) Agevap/CEF - Recurso oriundo da cobrança pelo uso da água – projeto executivo da ampliação do sistema de esgotamento sanitário de Barreira do Triunfo;
- (iii) Ministério das Cidades/CEF: implantação da Estação de Tratamento de Esgotos - ETE União-Indústria e obras lineares, que atenderá em final de plano a uma vazão média de 864 L/s, correspondente a 68% da população urbana do município.

A exceção da implantação da ETE União-Indústria e da cobrança pelo uso da água em sua totalidade, todos os projetos listados têm impacto direto na área de abrangência do Plano Diretor e Drenagem Urbana de Juiz de Fora, Parte 1, Zona Norte, PD/JF ZN.

1.3. Considerações sobre o histórico e a evolução de soluções em drenagem urbana implantadas em Juiz de Fora

Na análise crítica dos sistemas de drenagem urbana não é possível prescindir da abordagem simultânea dos sistemas de esgotamento sanitário, dada a prática da implementação dos sistemas a partir dos conceitos higienistas, ou sanitaristas, e da própria interação entre os sistemas, ainda que essa prática não seja a correta, principalmente quando se pretende a implantação de processos de tratamento das águas servidas.

Em Juiz de Fora, mesmo que exista a sinalização no sentido de uma abordagem dos sistemas de saneamento segundo conceitos ambientalistas mais modernos, associado ao início de implementação do tratamento dos esgotos produzidos, não se pode esquecer que os sistemas aqui implantados, não atendem na sua totalidade aos preceitos do funcionamento adequado com relação à independência na sua operação, realidade da maioria das cidades brasileiras.

Ao abordarmos a operação dos sistemas de drenagem urbana e esgotamento sanitário, torna-se imprescindível destacar as definições dos tipos de sistemas de esgotamento sanitário, cada qual com sua respectiva metodologia de dimensionamento e operação característica.

Assim, os sistemas de esgotamento sanitário, como solução coletiva e convencional, podem ser classificados em três distintos tipos:

- (i) **sistema unitário ou combinado:** as águas servidas, as águas pluviais e as águas de infiltração escoam em um único conjunto de tubulações;
- (ii) **sistema misto:** as águas servidas, as águas pluviais que precipitaram dentro dos limites das propriedades e as águas de infiltração escoam em um conjunto de tubulações independentes do sistema de galerias que recebe as águas precipitadas em áreas públicas e outras áreas;
- (iii) **sistema separador:** as águas servidas e de infiltração escoam em um conjunto de tubulações específicas, denominadas coletores de esgotos, de forma independente do sistema de galerias que escoam exclusivamente as águas pluviais.

Atualmente encontram-se em desuso os dois primeiros sistemas, principalmente quando se pretende instalar, ou se instala, unidades de tratamento para os esgotos.

Na linha da opção pelo sistema separador, cabe ressaltar o trabalho do grande engenheiro sanitarista Saturnino de Brito, que em trabalhos realizados para a cidade de Santos, como também para Juiz de Fora, ao final do século XIX e início do século XX, já argumentava técnica e solidamente em favor do sistema separador para o esgotamento sanitário.

O trabalho de Saturnino de Brito e sua opção pelo sistema separador, em contraposição ao sistema unitário dominante à época, fez com que o Brasil estabelecesse como regra para as suas cidades, já no início do século XX, a concepção de dimensionamento e operação dos sistemas de esgotamento sanitário como sistema separador.

Ainda que os cadastros das redes de esgotamento sanitário e de drenagem urbana, respectivamente, ou não estejam concluídos, ou não existam, ainda assim é possível inferir na linha da existência de graves problemas de funcionamento dos referidos sistemas na cidade de Juiz de Fora.

Primeiramente é possível afirmar que nas regiões mais antigas da cidade, notadamente a sua região central, o sistema de esgotamento sanitário ainda é do tipo unitário, composto por tubulações de grandes dimensões que escoam as águas pluviais e as águas servidas.

Mesmo não sendo possível garantir que essas tubulações tenham sido dimensionadas para esse fim, é fato que operam dessa forma, situação facilmente constatada quando é observada a liberação de gases, subprodutos da decomposição da matéria orgânica, pelas bocas de lobo existentes em boa parte da cidade. Esse fato ocorre de forma mais intensa principalmente em dias de temperatura mais elevada e sem precipitações atmosféricas, quando as velocidades de escoamento são extremamente baixas, favorecendo a deposição e decomposição anaeróbia da matéria orgânica contida nos esgotos sanitários.

Em segundo lugar, e talvez de maior gravidade para a operação dos sistemas, é o problema recorrente em várias regiões da malha urbana de Juiz de Fora, caracterizado pela ligação clandestina das águas pluviais precipitadas dentro dos limites das propriedades no sistema de coleta de esgotos.

Vale lembrar que os coletores de esgotos são dimensionados na concepção de sistema separador, para funcionarem como condutos livres por gravidade, com lâmina líquida máxima de 75% do seu diâmetro. O acréscimo de vazão decorrente do período de chuvas impõe aos coletores de esgoto o funcionamento como conduto forçado, o que diminui sua vida útil, possibilita o retorno das águas servidas para dentro das habitações, provoca o rompimento constante das redes coletoras, determina o abatimento das pistas de rolamento das vias públicas, provocando elevados custos de manutenção.

Face ao exposto, mesmo sem se dispor de cadastro atualizado do sistema que permitisse avaliação histórica quantitativa, é possível concluir, de forma qualitativa, que as intervenções

em drenagem urbana no município de Juiz de Fora se caracterizaram, ao longo do tempo, por medidas pontuais e localizadas, sem que se considerassem as bacias hidrográficas como unidades de planejamento e as importantes interações entre os sistemas de micro e macrodrenagem.

Por fim, ressalta-se mais uma vez as ligações indevidas tanto de esgotos sanitários no sistema de drenagem urbana, quanto de águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário, com todos os problemas operacionais correlatos, conforme descritos anteriormente.

2. Princípios e diretrizes que fundamentam o PD/JF ZN

As principais referências para a definição dos princípios e diretrizes do Plano de Drenagem de Juiz de Fora, Parte 1, zona Norte – PD/JF ZN, são aquelas da Constituição Federal, da Lei Nacional de Saneamento Básico - Lei 11.445/2007, do Estatuto das Cidades - Lei 10.257/2001, da Lei Orgânica da Saúde Lei 8.080/1990, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997), a Lei Estadual 13.199/2010, que institui o Plano Estadual de Recursos Hídricos, além da Lei Orgânica do Município de Juiz de Fora, revisada em abril de 2011, Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora – PDDU (2004), a Lei do Parcelamento do Solo (6908/1986), a Lei que dispõe sobre edificações no Município de Juiz de Fora (6909/1986) e a Lei do Uso e Ocupação do Solo (6910/1986).

2.1. Princípios constitucionais e federais

O PD/JF ZN se remete à Constituição Federal quanto ao direito à saúde, o qual deve ser garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação (art.196). Já o artigo 225, Capítulo VI, prevê que o meio ambiente ecologicamente equilibrado, em sendo um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, pelo que deve ser defendido e preservado pelo Poder Público e pela coletividade.

Quanto ao Estatuto das Cidades, o PD/JF ZN se baseia em seu artigo art. 2º, guiando-se pelas premissas de que as funções sociais da cidade e o controle do uso do solo devem ser garantidos, de forma a evitar a deterioração de áreas urbanizadas, a poluição e a degradação ambiental; e a expansão urbana deve ser compatível com a sustentabilidade ambiental, social e econômica do Município e do território, com justa distribuição dos benefícios e ônus da urbanização.

Com base no mesmo artigo 2º do Estatuto das Cidades, o PD/JF ZN reconhece que todos têm direito a cidades sustentáveis, ao saneamento ambiental (inciso I, art. 2º) e que a população tem o direito de participar da formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano (inciso II, art. 2º).

Da Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei 11.445/2007) o PD/JF ZN resgata seu objetivo estratégico, ou seja, o estabelecimento de princípios fundamentais como a universalização do acesso (art. 2º, inciso I) com integralidade das ações (art. 2º, inciso II), a segurança, qualidade e regularidade (art. 2º, inciso XI) na prestação dos serviços de saneamento básico, do qual a drenagem urbana é uma das ações, além de respaldar a participação efetiva da sociedade no controle social das ações deflagradas. O PD/JF ZN também se fundamenta em outros de seus princípios, entre eles: a promoção da saúde pública (incisos III e IV), a segurança da vida e do patrimônio (inciso IV), assim como a do meio ambiente (inciso III).

Quanto à política nacional de saneamento, destacam-se o Inciso VI – articulação com as políticas de desenvolvimento urbano, proteção ambiental e interesse social, o Inciso VIII - uso

de soluções graduais e progressivas e o Inciso XII - integração com a gestão eficiente de recursos hídricos. Quanto à gestão, a transparência baseada em sistemas de informações, processos decisórios institucionalizados (inciso IX) e controle social (inciso X) são destaques.

Da Política de Saúde (Lei 8.080/1990), destacam-se: o Saneamento Básico como fator determinante e condicionante da saúde (art. 3º) e a articulação das políticas e programas da saúde com o saneamento e o meio ambiente (inciso II, art. 13).

Da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997), o PD/JF ZN reconhece que a água é um recurso natural e limitado que deve ser conservado, cuja gestão deve garantir seu uso múltiplo (inciso IV, art. 1º).

2.2. Princípios estaduais

A Lei Estadual 13.199/2010, que institui o Plano Estadual de Recursos Hídricos, é resgatada no PD/JF ZN principalmente no que tange a programas que serão implantados para a melhoria da quantidade e da qualidade das águas nos rios de Minas Gerais, e ao acesso à água, direito de todos, o que não pode comprometer os ecossistemas aquáticos, os aquíferos e a disponibilidade e qualidade hídricas para abastecimento humano, de acordo com padrões estabelecidos.

2.3. Princípios municipais

Ao fundamentar-se na Lei Orgânica Municipal, a qual segue os mesmos princípios já estabelecidos nas esferas Federal e Estadual, o PD/JF ZN busca responder ao previsto a seu artigo 75 o qual prevê que Município, em consonância com sua Política Urbana e seu Plano Diretor, se responsabilizará pela promoção do saneamento básico em seu território.

Instituído e disposto pela Lei 9811/2000, Lei no 10240/2002, Lei no 10564/2003 e Lei no 11371/2007, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora – PDDU, é o instrumento básico da política municipal de desenvolvimento urbano, devendo ser o referencial de orientação para os agentes públicos e privados que atuam na produção e gestão da cidade.

Dentre os princípios básicos que norteiam as ações de planejamento e gestão urbana contidos no PDDU, são resgatas, principalmente, as competências do Poder Público em assegurar o direito de todos os cidadãos ao acesso e desfrute do espaço urbano, entendido como direito à moradia, serviços e infra-estrutura básica consagrados pela Constituição Federal, através da ocupação justa e racional do solo do Município, com desenvolvimento econômico socialmente justo e ecologicamente equilibrado de seu território de forma a assegurar o bem-estar de seus habitantes.

Outros princípios que serão seguidos pela PD/JF ZN se encontram na Lei 6908/1986 e na Lei nº. 6910/1986, as quais dispõem, respectivamente, sobre o parcelamento e o ordenamento

do uso e ocupação do solo urbano em Juiz de Fora objetivando, entre outros:

“...

I - evitar o adensamento populacional excessivo, desproporcional ou superior à capacidade de atendimento dos equipamentos urbanos e comunitários;

II - evitar o desperdício ou a improdutivo aplicação de recursos financeiros públicos, na execução de obras, serviços ou investimentos em áreas não prioritárias ou não se aproveitando as vantagens decorrentes de externalidades econômicas;

III - possibilitar à população o acesso fácil aos equipamentos urbanos e comunitários para assegurar-lhe condições dignas de habitação, trabalho, lazer e circulação no espaço urbano;

IV - facilitar ao Poder Público Municipal o planejamento de obras e serviços Públicos;

V - ordenar o crescimento da cidade.

...”

3. Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento e Gestão

3.1. Introdução

A Lei Federal 9.433 de 8 de janeiro de 1997 “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 10. da Lei 8.001 de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989”.

Dentro de um cenário mais amplo, essa Lei, no art. 10. inciso V estabelece que “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos”.

Ainda dentro dessa Lei, no capítulo VI – Da Ação do Poder Público, art. 30, o inciso IV diz: “promover a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental”.

O art. 31 desse mesmo capítulo menciona: “Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos Municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos”.

Pela Lei 11.445, o saneamento básico, que envolve os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem pluvial e gestão dos resíduos sólidos, deve adotar a bacia hidrográfica como unidade de referência para o planejamento de suas ações (artigo 48 alínea X), e o seu planejamento compatível com o dessa bacia (artigo 19 parágrafo 30.).

3.2. Gestão da Drenagem Urbana

A gestão da drenagem urbana tendo como base a bacia hidrográfica elementar está dentro dos princípios preconizados pela Lei 9.433 e Lei 11.445.

A bacia elementar é a célula da estrutura hidrográfica. Assim, o planejamento e a gestão da drenagem urbana, a partir dessas bacias, poderão contribuir para que, a bacia do rio Paraibuna, dentro da área urbana de Juiz de Fora, venha ter os impactos decorrentes do escoamento pluvial minimizados.

Contudo, para que a gestão da drenagem urbana, mesmo tendo como base a bacia elementar, possa se desenvolver com resultados satisfatórios para a sociedade e o meio ambiente, deve se ressaltar, mais uma vez a importância de sua integração com a gestão dos demais serviços do saneamento básico, e que todos estejam calcados numa política urbana sustentável, como preconizado pela Lei 11.445.

Dessa forma, dentro desses princípios, a bacia hidrográfica pode ser vista como uma unidade de planejamento e gestão, não só para a drenagem urbana, mas para o conjunto de serviços

que integram o saneamento básico.

Institucionalmente, a gestão da drenagem urbana, a nível municipal, deve ser integrada com todos os serviços que compõem o saneamento básico (abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos urbanos e limpeza urbana).

Ações integradas do saneamento básico são capazes de minimizar os impactos ao meio ambiente às comunidades, e de reduzir os custos de implantação de obras, execução de serviços, administração e manutenção dos sistemas.

Por outro lado, estudos e a realidade urbana que presenciamos apontam que ações isoladas através de gestões independentes, sem considerar os pontos comuns entre os serviços sanitários e o processo de urbanização nas comunidades, resultam na solução de problemas, especialmente na drenagem urbana, de forma pontual e com resultados insatisfatórios, senão catastróficos.

4. Diagnóstico da Gestão da Drenagem Urbana no Município de Juiz de Fora

A gestão da drenagem urbana do Município é realizada, de forma direta ou indireta, pelos órgãos vinculados à Administração Pública como listado abaixo.

Sigla	Descrição
SO	Secretaria de Obras
SMDC	Subsecretaria de Defesa Civil
Agenda / JF	Agência de Gestão Ambiental de Juiz de Fora
SPDE	Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico
Demlurb	Departamento Municipal de Limpeza Urbana
SAU	Secretaria de Atividades Urbanas
Cesama	Companhia de Saneamento Municipal

Da análise das competências e responsabilidades dessas secretarias e órgãos quanto aos problemas por eles enfrentados e suas habilidades em responder ao planejamento e a demandas de várias fontes, chegou-se a um diagnóstico institucional da gestão da drenagem urbana em Juiz de Fora objetivando verificar se é necessário, ou não, a elaboração de propostas de desenvolvimento institucional.

4.1. Diagnóstico institucional da gestão da drenagem

Executada a análise situacional das secretarias e órgãos que, direta ou indiretamente estão associadas ao sistema de captação de águas pluviais na Cidade de Juiz de Fora, foram identificados alguns pontos que, combinados, formam um conjunto de informações, consideradas como relevantes, para a configuração de um quadro de dificuldades. Com base nesta constatação, são feitas proposições de ações visando reverter este quadro.

Na figura 2 estão identificados alguns eixos centrais, por meio dos quais, o senso de entropia do sistema de gestão da drenagem urbana de Juiz de Fora pode ser identificado e mapeado.

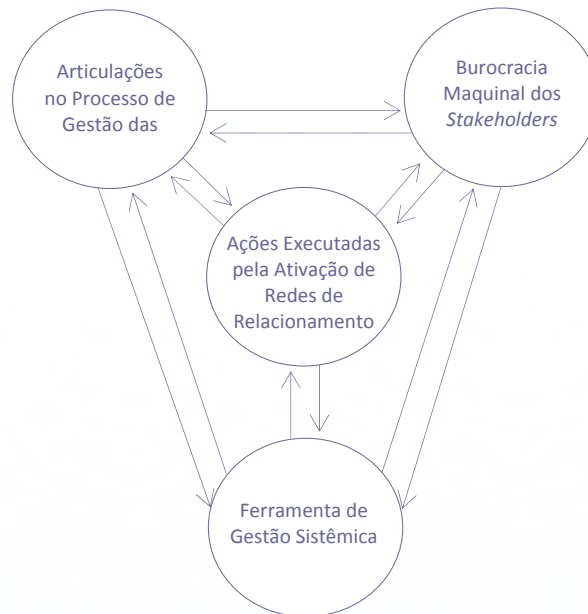


Figura 2 - Eixos Centrais do Diagnóstico Institucional.
Fonte: GT/UFJF (2010)

4.1.1. Gestão das Operações de Drenagem

A análise dos dados coletados do processo de gestão das operações inerentes ao sistema de captação de águas pluviais na cidade de Juiz de Fora, principalmente no que tange ao planejamento de longo prazo vem sofrendo desgastes. Como exemplo deste desgaste, temos:

- a falta de uma política municipal consolidada direcionada a equalizar definitivamente a gestão da drenagem urbana;
- fragilidades e baixo grau de intensidade na divulgação de ações voltadas à ampliação da educação de cunho ambiental realizadas por vários órgãos da administração municipal (Agenda/JF, Cesama, Defesa Civil e Demlurb);
- certo esvaziamento, ao longo de décadas, nas ações de planejamento urbano na prefeitura de Juiz de Fora.

Tal constatação permite identificar que as responsabilidades pela execução do processo de gestão se mostram, de certo modo desarticuladas, o que pode chegar a provocar choques de competências, muito provavelmente por sobreposições de autoridade e responsabilidade. Assim, se faz necessário trabalhar para conseguir uma linha de gestão capaz de articular competências, habilidades e capacidades nos âmbitos, técnico e político que visem à reversão do panorama atual. Na condição de interlocutores principais deste processo de busca de articulação se encontram mais especificamente, a SO, a SPDE, a Cesama, o Demlurb e a SAU.

Identifica-se que esses organismos possuem responsabilidades regimentais que definem e paralelamente regulam suas competências relativas à gestão da drenagem urbana. Assim, se à Secretaria de Obras – SO compete: *“elaborar e coordenar projetos de obras públicas de interesse do Município; gerir obras públicas contratadas pela Administração Municipal e coordenar e executar obras públicas do Município”*- este órgão reúne, pelo menos no campo regimental, as condições julgadas necessárias para assumir, de forma inequívoca e, em certo

sentido irrefutável, a responsabilidade por coordenar ações e práticas que pudessem conduzir a máquina pública a projetar e efetivamente construir e/ou expandir o sistema de captação de águas pluviais na cidade, de maneira a eliminar por completo, a execução de intervenções cíclicas, periódicas, emergenciais e paliativas.

Quanto à SPDE, seu leque de atribuições estabelece, dentre outras, as seguintes competências: *“coordenar os programas, projetos, eventos e funções de caráter permanente afetos à sua área de atuação; coordenar as atribuições das subsecretarias e departamentos subordinados, visando ao cumprimento de seus objetivos; definir políticas e programas relativos à área de planejamento e desenvolvimento econômico, estabelecendo diretrizes técnicas para execução das atividades das unidades da Administração Municipal; estabelecer normas para coordenar o planejamento das ações da Administração Pública Municipal, que compreendam a elaboração, acompanhamento, integração e avaliação dos instrumentos de planejamento definidos nos artigos 57 a 59, da Lei 10.000, de 08 de maio de 2001, assim como planejar, implantar e coordenar as políticas de reestruturação organizacional, qualificação gerencial e sistematização de informação, visando a modernização das atividades da Administração Municipal”*.

A análise destas informações permite identificar, com muita clareza, que no exercício pleno de suas atribuições, a SPDE reúne condições por assumir, no âmbito de atuação da função de planejamento, uma responsabilidade capital na condução do processo de implementação do sistema de drenagem de águas pluviais do município, mais especificamente, em atuação conjunta com a Secretaria de Obras - SO, na medida em que, por meio da proposição de uma política, construída de forma articulada, as ações de planificação da proposta ficariam ao seu encargo e nesta sequência, a componente operatória estaria afeta ao escopo de atuação da SO.

Para efeito de sustentação desta linha de raciocínio, as competências centrais de ambos os órgãos estariam preservadas e, sobre este aspecto, dificilmente haveria sobreposições e/ou choques de autoridade entre o planejamento e a execução.

Já em relação à Cesama, de acordo com os levantamentos efetuados principalmente na legislação pertinente, compõem seu leque de responsabilidades: *“estudar, projetar e executar, diretamente ou mediante contrato com organizações especializadas, de direito público ou privado, as obras relativas à construção, ampliação ou remodelação do sistema público de abastecimento de água potável e de esgoto sanitário; operar, manter, conservar e explorar diretamente os serviços de água potável e esgoto sanitário e participar em programas e projetos de desenvolvimento comunitário.”*

A análise deste panorama permite identificar a existência de enlaces com a SO que, se bem aproveitados, permitiriam a construção de esforços que podem culminar na formação de uma força tarefa capaz de viabilizar e, ao mesmo tempo, proporcionar condições amplamente favoráveis para superar as limitações impostas aos órgãos aqui mencionados, no que concerne a equalização das questões centrais, pelas quais perpassam a problemática da gestão da drenagem urbana do município de Juiz de Fora.

Mais especificamente no que tange ao monitoramento das redes de esgoto sanitário e a perspectiva da sua participação em projetos públicos e, por extensão, de alto interesse comunitário, a Cesama vem assumindo uma significativa parcela de responsabilidade na implementação de ações e práticas que associadas com áreas de interesse, pertinentes a outras secretarias, sinalizam com a construção de pontes, por cima das quais, se torne possível rearticular competências para que assim, num futuro que se estima próximo, a cidade seja contemplada com a implementação de um sistema de captação de águas pluviais único, impar e independente, de quaisquer conexões com a rede de captação de esgotos.

No que concerne ao Demlurb, se pode constatar através de análise do leque de competências que compõem suas responsabilidades, dentre outras: *“promover a coleta, transporte e depósito de lixo; tratar e transformar o lixo, providenciando a venda dos produtos e subprodutos daí decorrentes; varrer, limpar e conservar os logradouros públicos; exercer a fiscalização de posturas referentes à limpeza pública e participar dos esforços de formulação da política municipal que vise a preservação do meio ambiente, a promoção do equilíbrio ecológico e a melhoria da qualidade de vida urbana.”*

Assim, parece clara a co-responsabilidade deste órgão para com a manutenção do sistema de captação de águas pluviais na cidade, pois as atividades que envolvem limpezas permanentes e programadas em bueiros e galerias podem ser consideradas como absolutamente contributivas para coibir situações que, em primeira instância podem provocar severos entupimentos na rede e, por extensão contribuir fortemente para a formação de enchentes e inundações decorrentes.

Entretanto, identifica-se que a tarefa de manutenção é um ponto frágil do Demlurb, na medida em que só existe programação para capina, varrição e limpeza periódica dos pontos de captação de águas pluviais, apenas e tão somente, nos logradouros dos bairros que compõem a área do centro da cidade. Nos demais bairros, tal procedimento somente é executado em atendimento às demandas dos munícipes, fato este que realça a substituição de ações planejadas e programadas voltadas ao aspecto da pró-atividade, pela manutenção de um padrão de conduta reativo e que, portanto, privilegia combater as conseqüências, em detrimento do ataque frontal e pontual às causas essenciais visando evitar carreamento de detritos para as bocas de lobo.

Na esfera de atuação da SAU se pode constar que seus mecanismos de planejamento e seu sistema de informações e comunicações são frágeis, o que pode contribuir para, por exemplo, que as autorizações de novos loteamentos na cidade sejam dadas sem levar em conta o correto direcionamento, visando posicionar o fluxo para escoamento de águas pluviais, o que de certa forma mostra desarticulações nas relações com a SO. Isto se evidencia no que tange: (i) à imprecisão nas informações acerca da qualidade e calibragem (diâmetro) dos dutos e outros materiais utilizados para suportar o processo de captação e fluxo de escoamento das águas; (ii) à percepção sobre a existência de hiatos na legislação vigente, ao permitir que determinados empreendimentos, sob determinadas condições, sejam implementados sem necessidade de análise específica do setor de drenagem da SO - grandes empreendimentos comerciais e industriais ou ainda loteamentos ditos rurais.

Em síntese, se pode afirmar que a situação operatória da SAU sinaliza para a necessidade da construção de um amplo plano de aperfeiçoamento de métodos e processos, que contribuiria positivamente para com a manutenção da integridade do sistema de drenagem de águas pluviais na cidade.

4.1.2. Burocracia Maquinal dos Stakeholders

Uma análise detalhada nas estruturas organizacionais dos órgãos e secretarias da PJF, direta e/ou indiretamente envolvidos com a gestão da drenagem, revela que todas, sem distinção, foram construídas sob forte influência de modelos normalmente empregados em organizações de cunho industrial.

Tais estruturas originam-se da chamada modelagem industrial, onde coexistem de forma relativamente harmônica padronização x especialização. Em linhas gerais, para este tipo de configuração as estratégias normalmente: (i) são emanadas do pico da estrutura; (ii) denotam ênfase no planejamento para a ação; (iii) materializam-se quase que invariavelmente de forma verticalizada e tendem a ser empregadas num contexto de imposição decisória, direcionado de cima para baixo, fato este que caracteriza a predominância de uma postura de hierarquização clássica.

De alguma forma se pode perceber que organizações públicas buscam replicar a aplicação deste modelo em seus desenhos estruturais, em virtude da adoção de práticas de regulação das atividades, normalmente consideradas como: rotineiras; cíclicas e extremamente formalizadas no seu aspecto instrumental. Isto se aplica a componente técnica da gestão.

Em sendo as organizações públicas organismos eminentemente políticos, pautados por forças internas e externas que ora assumem conotação antagônica, em alguns momentos de suas operações e, em outros, buscam construir elementos de coalizão, a componente política ganha destaque uma vez que a gestão da drenagem urbana na PJF apresenta interferências políticas representada pelas constantes solicitações do legislativo, de lideranças comunitárias e de moradores encaminhadas às diversas secretarias do executivo.

De alguma forma estas interferências fazem com que os órgãos responsáveis pela gestão da drenagem urbana se distanciem da chamada orientação por processos, o que de alguma forma compromete suas ações voltadas para satisfazer às demandas da sociedade que, em última análise, representam a sua razão de existir.

É bastante provável que resida exatamente neste ponto, um dos maiores desafios da Administração Pública. A estruturação das organizações neste contexto, que tende a privilegiar a componente política em detrimento da técnica e do conhecimento, caracteriza-se como um entrave ao próprio sistema de gestão que elas preconizam. O atendimento às demandas municipais requer, por exemplo, cada vez mais das autoridades, a adoção de doses maciças de talento, competência e criatividade, para a resolução de questões de interesse público. Entretanto, deficiências e distorções na gestão acabam por não satisfazer, de forma eficaz e urgente, às necessidades dos cidadãos.

Constata-se que os órgãos e secretarias da PJF que foram analisados apresentam-se configurados de acordo com os preceitos supramencionados, e esta percepção pode ser considerada como negativa, pois o que se pode perceber é um quadro, estruturalmente impregnado por uma infinidade de unidades, cujo nível de contribuição para a efetiva resolução de problemas se mostra frágil, colaborando direta e decisivamente para enfraquecer a execução do processo decisório.

Isto faz com que a decisão seja tomada por intermédio do extenso fluxo de tramitação que uma determinada linha de ação tende a percorrer, até que, após devidamente autorizada, possa se transformar em ações práticas operativas cotidianas. Um exemplo clássico neste sentido recai sobre a Secretaria de Obras - SO, mais especificamente, na análise que envolve duas de suas subsecretarias: Operações Urbanas e Coordenação de Projetos, respectivamente.

Estruturalmente, se pode perceber que a contribuição e a cooperação entre estas unidades para gerenciar um projeto, por exemplo, para mapear a situação atual da rede de captação de águas pluviais na cidade, com vistas ao estabelecimento de um projeto de maior envergadura, como uma bacia de contenção, tende a ser bastante prejudicada. Isto se deve à existência de um desenho de departamentalização que fragiliza a chamada orientação para processos, pois neste sentido, favorece fortemente a manutenção de níveis e linhas de responsabilidades autônomas que dificilmente conseguiriam atender, mantido este posicionamento, às demandas de agilidade e flexibilidade operativas requeridas por estruturas construídas horizontalmente e orientadas por processos.

4.1.3. Ferramenta de Gestão Sistêmica e Integrada

Os levantamentos realizados revelaram que poucos são os órgãos da PJF que possuem alguma ferramenta sistêmica efetivamente direcionada ao mapeamento e monitoramento do sistema de captação de águas pluviais da cidade. Em síntese se pode entender que por se tratar de uma aplicação, com foco estritamente direcionado a uma linha de ação específica, a realidade observada dificilmente apresentaria contornos muito diferentes.

Neste sentido, são louváveis os esforços da Defesa Civil, sub-secretaria da Secretaria de Obras - SO, e da SPDE, na medida em que revelaram a existência de dispositivos de planejamento, utilizados nas suas ações cotidianas, como um ferramental que pode permitir ações e práticas de cunho tático e operacional, com maior precisão e, por conseguinte, pode proporcionar maior rapidez na execução das intervenções demandadas.

Na realidade trata-se de um ferramental sistêmico modelado por geoprocessamento que permite a realização do mapeamento de todos os logradouros públicos da cidade, e também conta com outras informações, advindas e estratificadas de outras bases de dados ao longo do tempo, tais como: tipos de solo; declividade e litologia dentre outras.

Em síntese, a operação deste sistema na subsecretaria de Defesa Civil é iniciada no momento em que o atendente recebe um chamado, realiza o cadastro no sistema, quando então, o engenheiro responsável pela visita, recebe informações detalhadas acerca da região, do logradouro e da ocorrência a ser investigada e posteriormente atendida.

No contexto de atuação da Agenda – JF, ainda que timidamente, foram identificados esforços no sentido de reverter limitações operacionais impostas pela ausência de ferramental sistêmico adequado à execução de suas ações cotidianas. Neste aspecto, se pode perceber que acessos pontuais em alguns programas disponíveis na Internet, os quais fornecem imagens, capturadas via satélite que, a título de exemplo, conformam o senso de timidez supramencionado.

Quanto à Cesama, se pode constatar que aquele órgão possui uma ferramenta computacional que apresenta o mapeamento das redes de fornecimento de água potável da cidade. Cumpre relatar que os demais órgãos da PJF não têm acesso a esse software, constatação esta que reforça e paralelamente reafirma que sim, existem desarticulação nas ações direcionadas à drenagem.

Por outro lado, se pode afirmar que o cadastro das redes de esgoto da Cesama ainda se apresenta bastante incompleto e, portanto desatualizado. Desse modo e, conforme já comentado, a organização conta apenas com os dados obtidos sobre a rede de esgoto, ao longo dos últimos anos, basicamente em função das expansões e manutenções corretivas que executou.

No âmbito de atuação da Secretaria de Obras - SO foi constatada a ausência de um cadastro das redes de captação de águas pluviais. Esse fato gera transtornos para a SO na medida em que muitos projetos tendem a ser interrompidos ou, no mínimo, sofram atrasos nos cronogramas de execução. Como é sabido, atrasos na execução de obras geram custos extras além de, obviamente, impactar negativamente a percepção da população sobre a qualidade do serviço prestado.

Na esfera de atuação do Departamento Municipal de Limpeza Urbana - Demlurb, a situação não é muito diferente, pois os levantamentos demonstraram que o Demlurb não dispõe de ferramentas gerenciais ou mesmo sistemas internos voltados a dar suporte ao processo de gestão de suas atividades e, dessa forma, grande parte das informações obtidas internamente são imprecisas, uma vez que, a cada levantamento realizado grandes divergências são verificadas.

Muito embora se possa reconhecer a importância da contribuição do Demlurb para com o sistema de drenagem no município, a ausência de um aparato sistêmico que lhe permita, por exemplo, conhecer com um nível de detalhamento mais apurado as áreas sobre as quais as intervenções demandadas ocorrem com maior incidência, impede alavancar a sua capacidade de planejamento voltada para a execução de atividades cotidianas e rotineiras.

Quanto à Secretaria de Atividades Urbanas – SAU, no que tange ao uso de dispositivos computacionais e, por extensão, comunicacionais, estes são praticamente nulos o que

enfraquece as ações deste órgão sob os aspectos operatórios e legais regulatórios, respectivamente.

A inexistência de sistemas formais de informação e comunicação entre os órgãos envolvidos, de alguma forma, tende a ser suprida com a ativação de contatos pessoais, evidenciados no espaço de relações pertencente às chamadas redes sociais.

Sobre este prisma, o conhecimento adquirido e acumulado por alguns indivíduos-chave pode ser considerado como um elemento importante e fundamental na execução de algumas intervenções. A título de exemplificação se pode constatar, por exemplo, que a Cesama e a SO contam com a experiência de funcionários que podem ser considerados como uma espécie de “memória viva” que acompanha e orienta a maioria das intervenções na rede de esgoto da cidade há quase 30 anos. Muito provavelmente sem o seu conhecimento algumas intervenções dificilmente seriam executadas com o nível de precisão requerido.

Essa quase inexistência de sistemas computacionais que contribuam para potencializar o planejamento e a execução de atividades cotidianas dos órgãos examinados evidenciou um ponto fraco para a gestão da drenagem urbana do município.

4.1.4. Ações Executadas pela Ativação de Redes de Relacionamento

Da análise feita, ficou evidente a existência de canais de contato pessoal observados entre indivíduos de um mesmo órgão, como também entre pessoas que atuam em órgãos diferentes, o que pode ser caracterizado como positivo para a gestão da drenagem urbana.

A existência deste espaço de relações, construído de maneira absolutamente informal, configura uma espécie de rede de relacionamentos, muitas delas com origem nas relações acadêmicas compartilhadas pelos seus interlocutores. Outras redes se dão entre funcionários que trabalharam no planejamento, via extinto Instituto de Pesquisa e Planejamento - IPPLAN, e foram transferidos para diversas secretarias, mas que continuam em contato. Ambas as redes contribuem, de alguma maneira, para superar entraves burocráticos que tendem a dificultar a execução de determinadas atividades na esfera pública de atuação, pelo que muitas ações importantes são implementadas.

A PJF conta também com aqueles indivíduos que atuam mais isoladamente, cujo chamado conhecimento tácito, aplicado ao seu escopo de tarefa pode ser considerado como inquestionável e, por seu intermédio, ou melhor, por meio de sua ativação, algumas intervenções podem ser realizadas com maiores níveis de precisão, sem que para tanto, haja a necessidade de consultas pontuais a quaisquer sistemas, instruções ou bases de dados.

Entretanto, é importante que este conhecimento tácito seja socializado e, subsequentemente, explicitado, por meio da utilização de mecanismos físicos, tais como mapas mentais, sistemas computacionais e instruções pontuais de trabalho. Observa-se que menos pelo uma parte deste conhecimento pode ser perdida, pois calcado fundamentalmente na vertente tácita, ele reside única e exclusivamente na mente das pessoas poderá haver interrupção no ciclo de relações, seja por afastamentos, aposentadorias, falecimentos ou quaisquer outras

desconexões físicas.

Isto representa uma ameaça à continuidade de algumas operações que podem ser consideradas como importantes e indispensáveis para a construção e manutenção do sistema de drenagem de águas na cidade e suas interfaces.

4.2. Síntese da análise da gestão da drenagem urbana do município

Tomando por base uma análise global das informações aqui apresentadas, estas foram sintetizadas assim como foi construída uma aproximação ao amplamente conhecido “diagrama de Ishikawa” o qual procura clarificar as relações observadas entre causa e efeitos advindas da exploração investigativa de um determinado fenômeno em estudo.

Para o PD/JF ZN, cada um destes atributos e as correlações entre eles estão expressas na Figura 3, seguidas de explicações e esclarecimentos julgados necessários ao seu correto entendimento, como mostrado no Quadro 3.

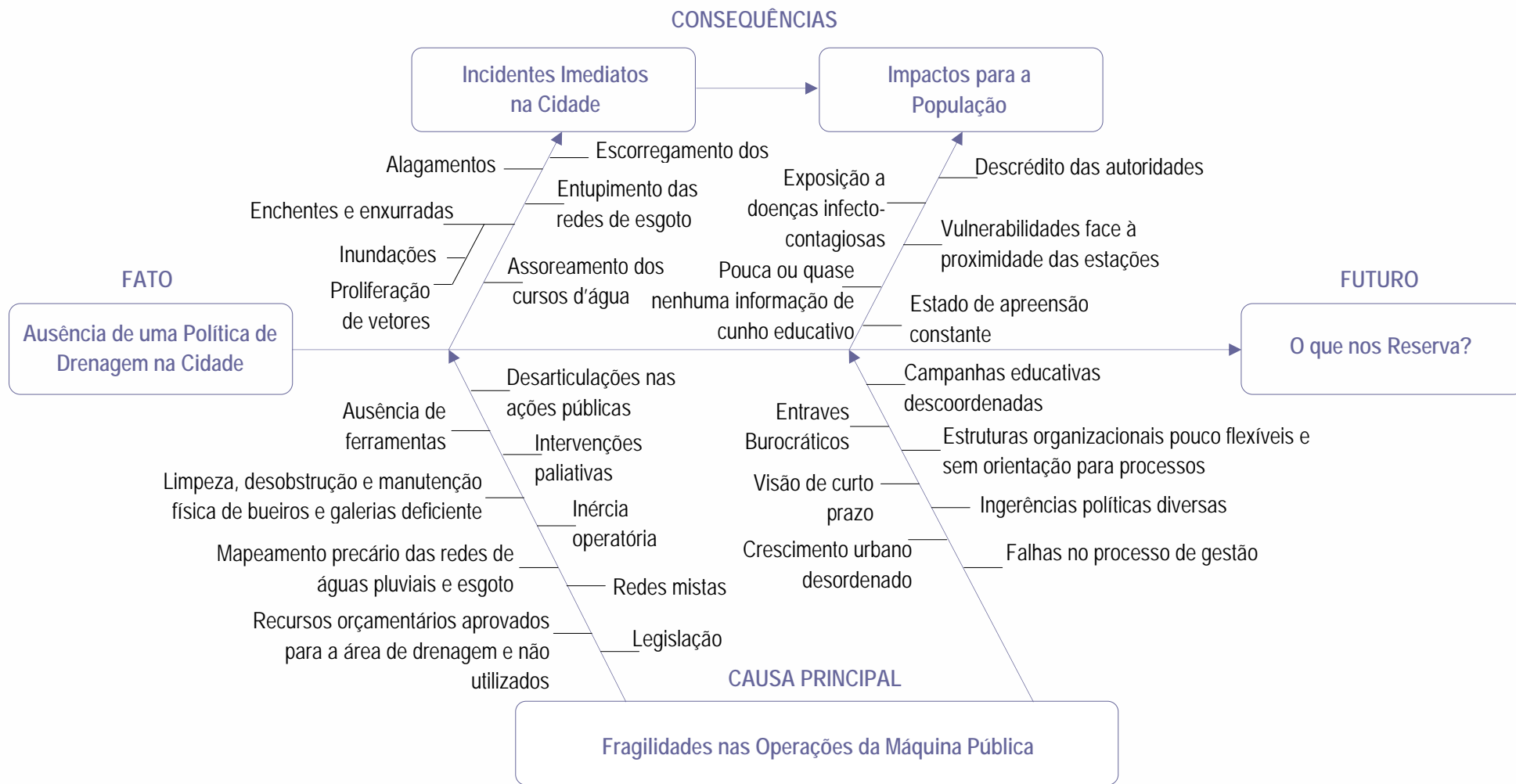


Figura 3: Diagrama: Fato x Causa Principal x Consequências
 Fonte: GT/ UFJF, 2011

Quadro 3 - Relações observadas entre causa e efeitos

Fato (Evidência)	Ausência de uma política de drenagem para a Cidade de Juiz de Fora
Causa Principal	Fragilidades operacionais da máquina pública
Causas Secundárias	<ul style="list-style-type: none"> - Ações políticas em estágio de desarticulação, em sentido amplo; - Ausência de ferramentas sistêmica de gestão integrada; - Mapeamento precário das redes de águas pluviais e esgotos; - Estruturas organizacionais pouco flexíveis e sem orientação para processos; - Planejamento precário de metas e ações; - Execução do processo de gestão sem metodologia muito precisa; - Ingerências políticas diversas e emanadas de várias unidades distintas; - Legislação ultrapassada; - Intervenções paliativas e pontuais no sistema; - Falta de prioridade orçamentária para o setor de drenagem; - Existência de entraves burocráticos; - Inércia operatória; - Existência de redes mistas; - Falta de capina, varrição e limpeza eficiente nos logradouros públicos da área de estudo; - Limpeza, desobstrução e manutenção física de bueiros e galerias deficiente; - Campanhas educativas descoordenadas e realizadas de forma eventual.
Consequências que tendem a gerar incidentes imediatos para a cidade.	<ul style="list-style-type: none"> - Escorregamentos de solos; - Assoreamento dos cursos d'água; - Entupimentos freqüentes nas redes de esgoto; - Alagamentos em diversos pontos da cidade; - Enchentes e enxurradas gerando inundações e proliferação de vetores.
Impactos diretos e extremamente negativos para a população juizforana.	<ul style="list-style-type: none"> - Descrédito na atuação das autoridades municipais; - Exposição às doenças infecto-contagiosas; - Vulnerabilidades face à proximidade de estações chuvosas; - Pouca ou quase nenhuma informação de cunho educativo.

4.3. Análise da constituição jurídica de entidades gestoras de drenagem urbana

Na análise da gestão da drenagem urbana realizada em outros países pode se observar que a sua gestão se encontra na administração municipal, sendo realizada através de empresas públicas (Estados Unidos, Canadá, Alemanha e Suíça). No caso particular da Alemanha, vem ocorrendo um número crescente de experiências no sentido de privatização.

No Brasil, conforme pode ser visto na Pesquisa de Saneamento Básico (2000), 99,6% das entidades prestadoras de serviços de drenagem urbana pertencem à administração municipal, e no estado de Minas Gerais, em particular, 98,2%, com a maioria dessas entidades, mais de 80%, vinculadas às secretarias de obras. Esses números revelaram a total dependência dos serviços de drenagem com a administração municipal.

De acordo com di Pietro (1999) na administração indireta existe a possibilidade de gestão da drenagem urbana, bem como de todo o saneamento básico, através de Autarquias (pessoa jurídica de direito público, criada por lei, com capacidade de auto-administração, para o desempenho de serviços públicos descentralizados, mediante controle administrativo exercido nos limites da lei), de Empresas Estatais (são sociedades, civis ou comerciais, de que o Estado tenha o controle acionário, abrangendo a Empresa Pública, a Sociedade de Economia Mista e outras empresas que não tenham essa natureza e às quais a Constituição faz referência, em vários dispositivos, como categoria à parte, arts. 71 II; 165 § 50, III; 173 § 10), ou de Empresas Concessionárias e Permissionárias de Serviços Públicos (constituídas ou não com a participação acionária do Estado).

As principais diferenças existentes entre as três formas de pessoas jurídicas mais utilizadas são as seguintes:

- . As autarquias têm isenção tributária, garantida pela Constituição Federal, artigo 150, parágrafo 20, enquanto que as demais formas de pessoas jurídicas apontadas não a possuem. Assim, as autarquias são isentas dos impostos sobre rendas, serviços e patrimônio. Elas devem ser criadas por lei específica para exercer, em caráter especializado e com prerrogativas de poder, somente serviços públicos. Todos os seus procedimentos financeiros seguem os preceitos da contabilidade pública (Lei Federal 4320/64 e Lei Complementar 101/2000 – Lei de Responsabilidade Fiscal);
- . As Empresas Públicas e as Sociedades de Economia Mista são pessoas jurídicas de direito privado. As Empresas Públicas têm o capital exclusivamente público, enquanto que as Sociedades de Economia Mista o tem parcialmente público e parcialmente privado. Ambas só podem ser constituídas para explorarem atividades econômicas que envolvam a segurança nacional e interesse coletivo. As Sociedades de Economia Mista devem ser constituídas sob a forma de sociedade anônima (S.A.).

Diante dessa exposição, a definição da pessoa jurídica para a gestão do saneamento básico, na administração indireta deverá ser conduzida de acordo com os interesses do município, sendo necessário estudar a melhor alternativa administrativa para o órgão de gestão da

drenagem urbana na cidade, considerando, aspectos políticos, sociais, econômicos e técnicos envolvidos, de forma sustentável e atendendo a Lei Federal 11.445/2007.

4.4. Aperfeiçoamento Institucional e Regulamentar da Gestão da Drenagem Urbana

Da análise feita, enfatizando os pontos fracos, os pontos fortes e as potencialidades das secretarias e órgãos da PJF que têm interface com os serviços em drenagem urbana oferecidos, o aperfeiçoamento institucional e regulamentar da gestão da drenagem urbana do município de Juiz de Fora requer a criação de um Grupo Gerencial - Comitê Gestor, visando o aperfeiçoamento institucional e organizacional da gestão da drenagem de águas pluviais no âmbito da PJF.

5. Diagnóstico da área de abrangência do PD/JF ZN

5.1. Características urbanas e físicas das Sub-bacias Hidrográficas da Região Norte

A área de abrangência do PD/JF ZN é apontada pelo PDDU como de grande potencial de expansão e adensamento, notadamente na Região de Planejamento Benfica (RP - Benfica), devido às facilidades de infraestrutura ali existentes, o que permite identificá-la como um dos sete vetores de crescimento da cidade.

Na verdade, a RP - Benfica tem sido alvo de um intenso processo de expansão urbana e de integração ao conjunto da cidade, o que pode ser explicado pelos vários benefícios recebidos por parte do poder público com o objetivo de consolidá-la como Zona Industrial, relacionando como principais a duplicação da Av. Juscelino Kubitschek, a localização do terminal rodoviário, a implantação dos Distritos Industriais I e II, como também a instalação de indústrias de porte das mais variadas tipologias.



Foto 30: Av. Juscelino Kubitschek sentido norte/centro



Foto 31: Av. Juscelino Kubitschek - Bairro Francisco Bernardino

(Fotos 30 e 31 - Fonte: SPDE, 2007)

Historicamente a região norte apresenta-se como receptora de investimentos em habitação popular, inclusive por parte do poder público municipal através da implantação de loteamentos sob responsabilidade da Empresa Regional de Habitação de Juiz de Fora - Emcasa.

Recentemente, várias construtoras privadas estão construindo por toda a região, acompanhando a tendência nacional de aquecimento do setor imobiliário o que não deixa de ser preocupante uma vez que, na década de 1990, a RP-Benfica já congregava 17,06% da população total da cidade, com três de seus bairros (Benfica, Barbosa Lage e Santa Cruz) abrangendo 50% da população da RP (PDDU, 2004). Dados mais atualizados indicam que hoje ali vivem 85.000 habitantes (IBGE, 2010), dentro de 40 sub-bacias do Rio Paraibuna, 21 do lado direito do rio (BD 24 a 44) e 19 do lado esquerdo (BE 26 a 44), perfazendo uma área de drenagem de 364,86 km², conforme Figura 4.

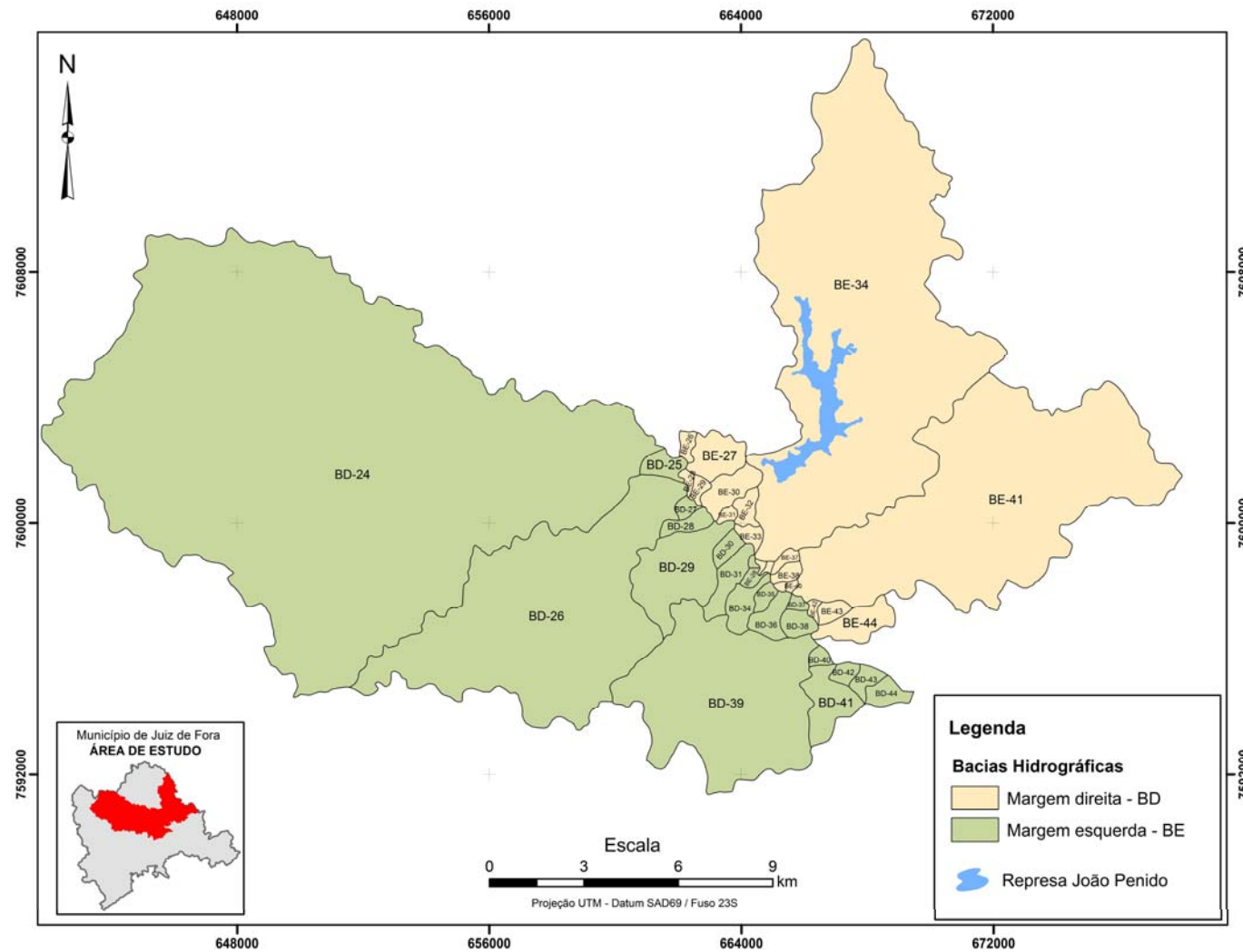


Figura 4 – Bacias hidrográficas da Zona Norte do Município de Juiz de Fora

5.1.1. Características fisiográficas das Sub-bacias Hidrográficas da Região Norte

As características físicas de uma bacia hidrográfica são informações de grande relevância, principalmente, para o entendimento da dinâmica do escoamento superficial que nela atua.

Neste sentido, utilizam-se normalmente índices ou indicadores que permitem particularizá-las sob a ótica da maior ou menor susceptibilidade a enchentes. Dentre esses indicadores, neste trabalho, foram selecionados a Densidade de Drenagem (Dd) e o Coeficiente de Compacidade (Kc).

A partir de dados gerados em ambiente SIG (ArcGis da ESRI[®]), com base em dados fornecidos pela Prefeitura de Juiz de Fora, foi possível estabelecer as características fisiográficas das 40 sub-bacias da zona norte de Juiz de Fora, assim como a variação da densidade de drenagem (Dd) e a variação do coeficiente de compacidade (kc) de cada uma delas.

Tabela 1 - Características fisiográficas das bacias do lado direito (BD)

BACIAS	Área (km ²)	Perímetro (km)	Lt (km)	Dd (km/km ²)	Kc
BD_24	151,33	64,81	417,93	2,76	1,48
BD_25	0,97	4,60	1,91	1,98	1,31
BD_26	39,44	38,20	95,56	2,42	1,70
BD_27	0,38	2,67	0,75	1,96	1,21
BD_28	0,83	4,43	2,13	2,57	1,36
BD_29	6,37	1,29	13,49	2,12	0,14
BD_30	0,67	3,48	0,61	0,91	1,19
BD_31	1,54	6,76	3,18	2,07	1,52
BD_32	0,10	1,37	0,51	5,24	1,23
BD_33	0,30	2,68	0,63	2,09	1,37
BD_34	1,27	5,83	3,76	2,96	1,45
BD_35	0,45	2,78	1,66	3,69	1,16
BD_36	1,16	5,13	2,94	2,53	1,33
BD_37	0,25	2,11	1,37	5,58	1,19
BD_38	0,83	3,51	1,35	1,62	1,08
BD_39	24,66	25,64	55,36	2,24	1,45
BD_40	0,36	2,47	1,07	2,98	1,16
BD_41	2,75	8,36	3,42	1,24	1,41
BD_42	0,50	2,83	0,41	0,82	1,13
BD_43	0,68	3,94	0,89	1,31	1,34
BD_44	0,95	4,30	1,08	1,14	1,24

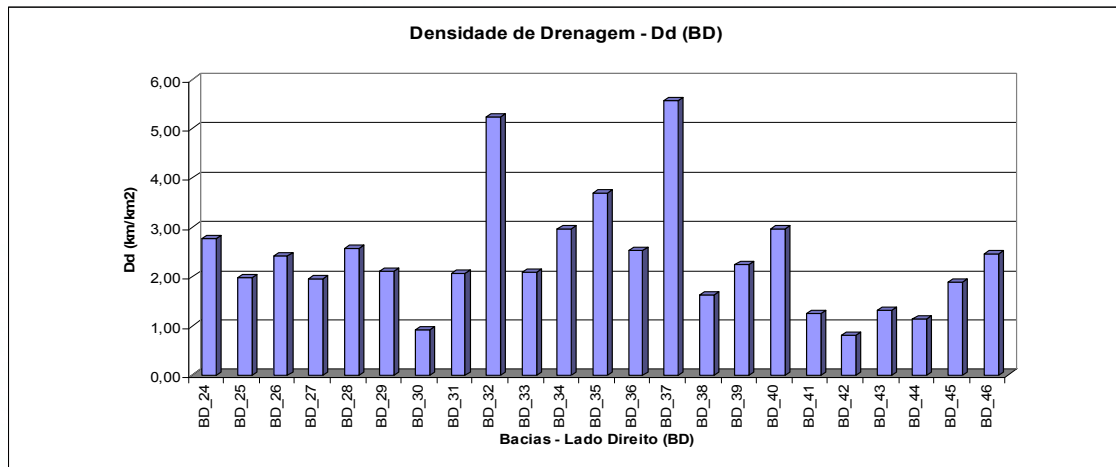


Figura 5 – Variação da densidade de drenagem (Dd) das bacias do lado direito (BD)

Conforme mostra a Figura 5, verifica-se que as sub-bacias BD-30 e BD-42, apresentam os menores valores de densidade de drenagem e conseqüentemente, baixa eficiência de drenagem do escoamento superficial, enquanto que as bacias BD-32 e BD-37 apresentam os maiores valores de densidade de drenagem.

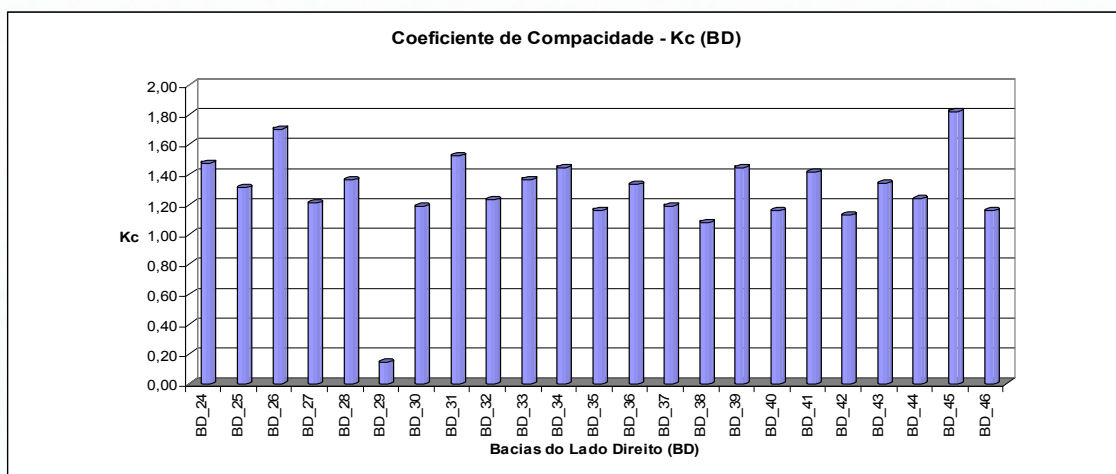


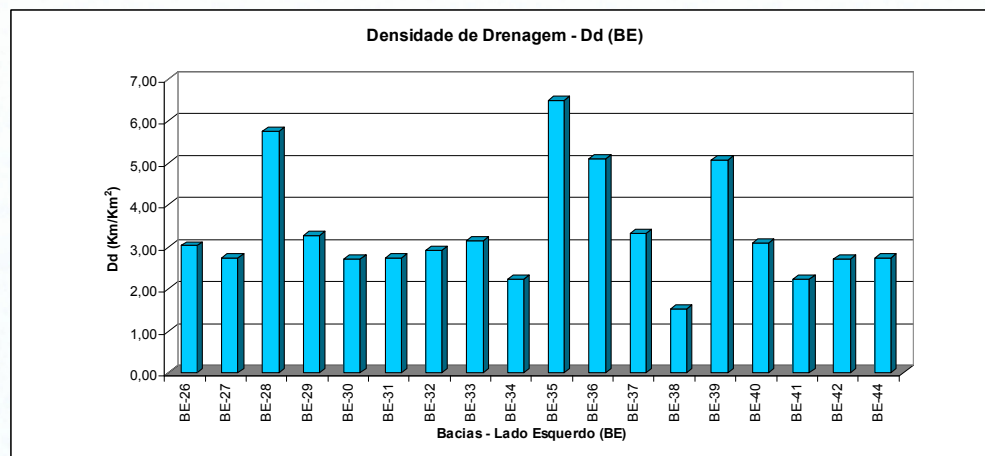
Figura 6 – Variação do coeficiente de compacidade (Kc) das bacias do lado direito (BD)

Considerando o coeficiente de compacidade, percebe-se que as bacias BD-30, BD-35, BD-37, BD-38, BD-40 e BD-42, são as que apresentam valores de Kc próximos a um e conseqüentemente maior tendência a concentração de escoamento superficial, com potencial para ocorrência de enchentes.

A Tabela 2 relaciona as principais características fisiográficas das sub-bacias do lado esquerdo (BE) e as Figuras 7 e 8 sintetizam a variabilidade da densidade de drenagem (Dd) e do coeficiente de compacidade (Kc), respectivamente.

Tabela 2 – Características fisiográficas das bacias do lado esquerdo (BE)

BACIAS	Área (km ²)	Perímetro (km)	Lt (km)	Dd (km/km ²)	Kc
BE-26	0,41	2,97	1,25	3,03	1,29
BE-27	2,13	6,30	5,85	2,74	1,21
BE-28	0,22	2,39	1,26	5,76	1,43
BE-29	0,36	2,82	1,19	3,27	1,31
BE-30	1,69	6,16	4,59	2,71	1,33
BE-31	0,25	2,05	0,67	2,73	1,16
BE-32	0,71	4,06	2,08	2,91	1,34
BE-33	0,48	3,29	1,53	3,15	1,32
BE-34	71,92	52,46	160,51	2,23	1,73
BE-35	0,09	1,55	0,60	6,49	1,43
BE-36	0,10	1,61	0,49	5,09	1,46
BE-37	0,35	2,83	1,16	3,32	1,34
BE-38	0,47	2,91	0,71	1,52	1,19
BE-39	0,10	1,25	0,51	5,08	1,10
BE-40	0,12	1,41	0,36	3,10	1,16
BE-41	46,86	40,25	104,76	2,24	1,65
BE-42	0,20	2,23	0,55	2,70	1,39
BE-43	0,57	3,08	1,14	2,00	1,15
BE-44	2,04	7,12	5,61	2,75	1,39


Figura 7 – Variação da densidade de drenagem (Dd) das bacias do lado esquerdo (BE)

Conforme mostra a Figura 7, a sub-bacia BE-38 é a que apresenta o menor valor de densidade de drenagem e conseqüentemente, baixa eficiência de drenagem do escoamento superficial.

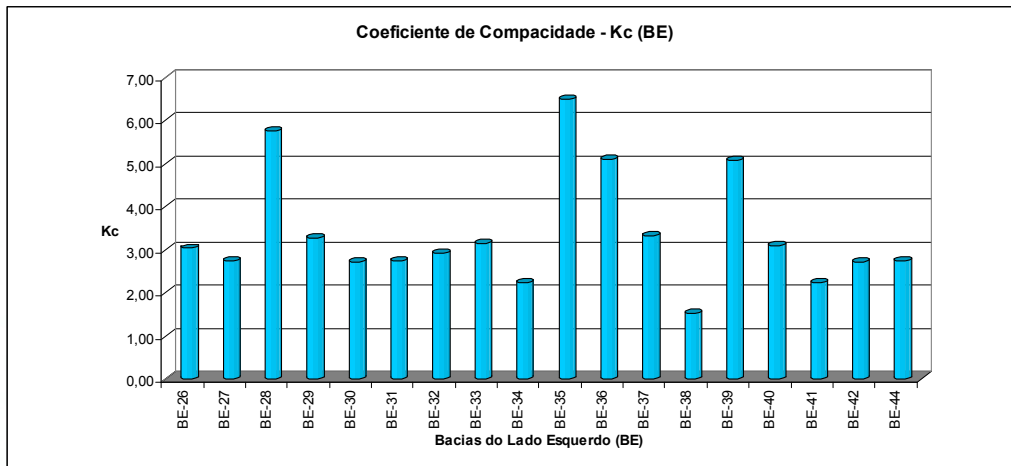


Figura 8 – Variação do coeficiente de compacidade (kc) das bacias do lado esquerdo (BE)

Com relação ao coeficiente de compacidade, a Figura 8 mostra que as bacias BE-27, BE-31, BE-38, BE-39 e BE-40, apresentam valores de Kc mais próximos a unidade e assim, maior tendência à concentração de escoamento superficial, com potencial para ocorrência de enchentes.

Outro parâmetro utilizado para a caracterização fisiográfica das sub-bacias da área de abrangência do PD/JF ZN é o relevo e sua relação com o escoamento superficial. Áreas mais planas tendem a apresentar baixos valores de velocidade de escoamento e pequenos volumes acumulados de escoamento superficial. Por outro lado, terrenos mais ondulados e declivosos tendem a apresentar maiores velocidades de escoamento superficial e volumes concentrados do escoamento superficial, possuindo maior poder erosivo.

A análise do relevo, juntamente com o uso e ocupação do solo é fundamental em estudos hidrológicos de bacias hidrográficas. A capacidade erosiva de uma chuva vai depender diretamente do tipo de superfície do terreno (uso e ocupação do solo), tipo de solo e declividade da vertente.

Neste sentido, visando avaliar a topografia da região e, conseqüentemente, facilitar o entendimento do comportamento hidrológico da bacia, assim como a maior ou menor susceptibilidade a sofrer erosão, foi gerado o Modelo Digital de Elevação do Terreno (MDE), Figura 9, a partir de técnicas de geoprocessamento, com as curvas de nível espaçadas de cinco em cinco metros, o que permitiu gerar um grid com pixels com precisão de 3m.

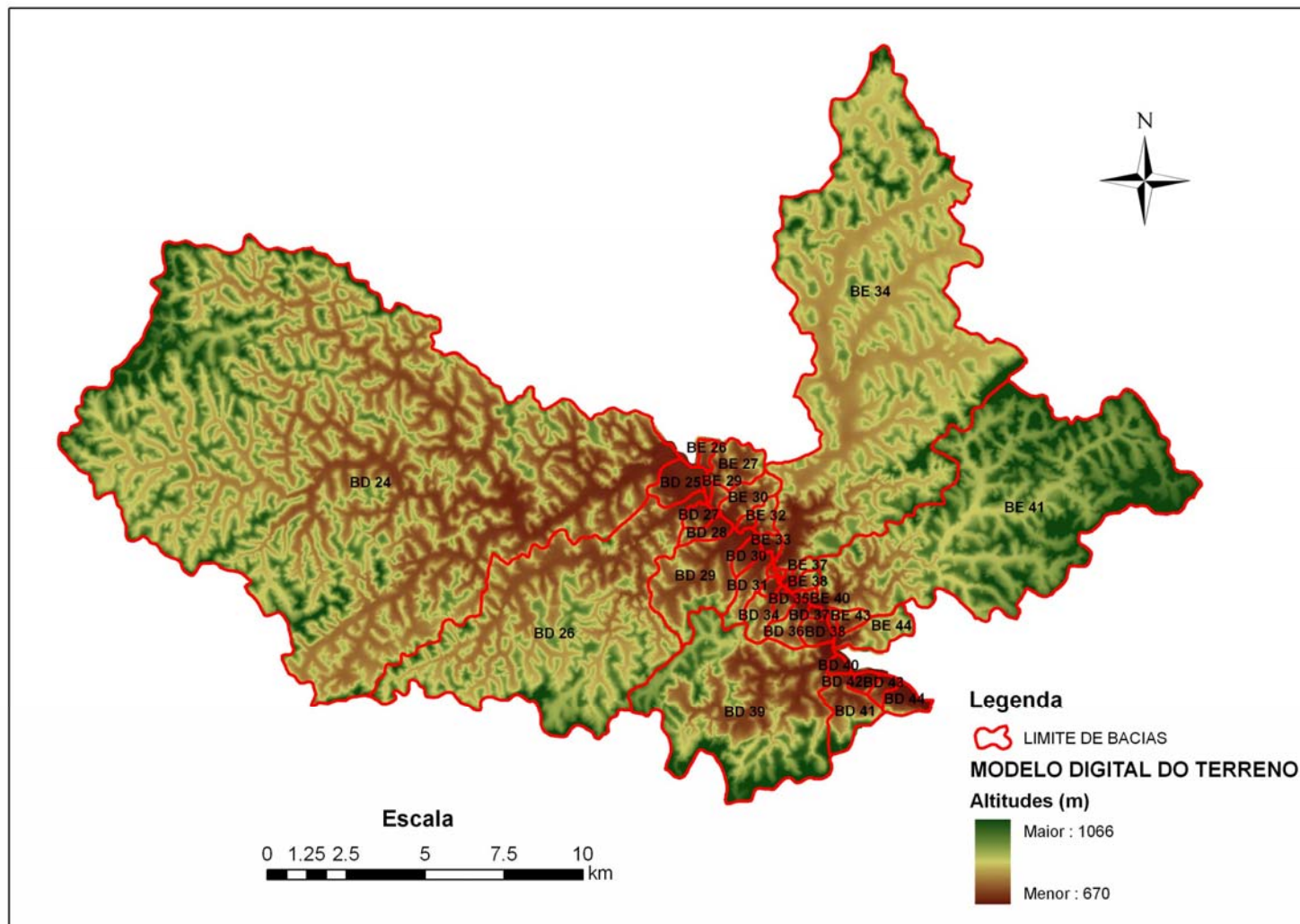


Figura 9 – Modelo Digital de Elevação do Terreno (MDE)

Para destacar as áreas mais declivosas do terreno, onde os processos erosivos tendem a ser mais acentuados a partir de eventos chuvosos, foi gerado um mapa de declividades (em porcentagem) a partir o MDE, conforme mostra a Figura 10 a seguir.

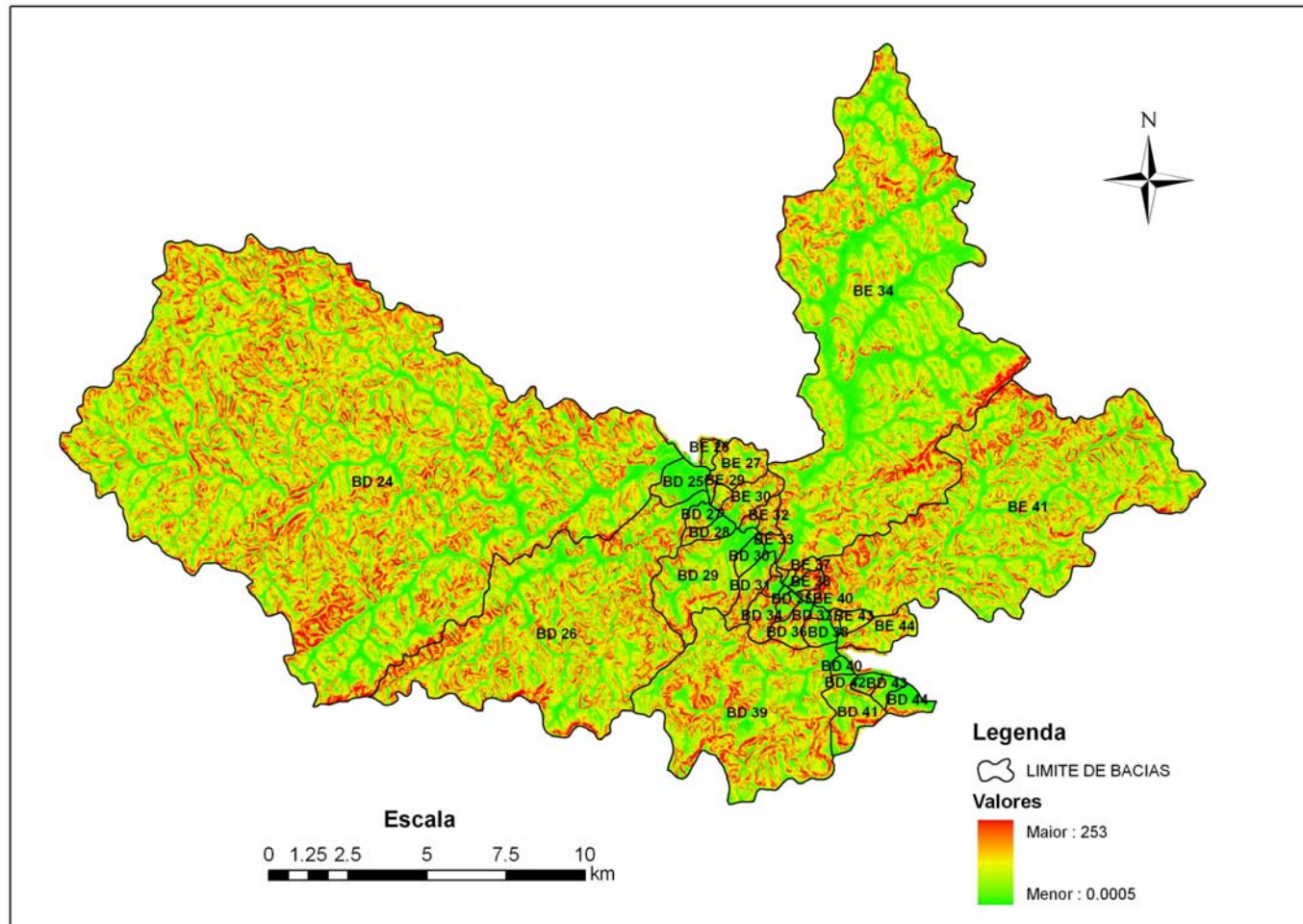


Figura 10 – Mapa de declividades (%) para as sub-bacias da região norte

A apreciação da declividade média da bacia e das altitudes são altamente intervenientes nos eventos de desastres ambientais provenientes de eventos hidrológicos elevados. Do ponto de vista dos riscos de desastres ambientais as áreas mais declivosas representadas pela cores amarelo e vermelho no mapa da Figura 10 são as que apresentam maior vulnerabilidade a deslizamentos de terras, principalmente, quando submetidas a eventos hidrológicos extremos, como às vezes acontecem em Juiz de Fora.

5.1.2. Características de uso do solo, de problemas de erosão urbana e de risco geológico das Sub-bacias Hidrográficas da Região Norte

Para a caracterização processo de classificação foi utilizado o método da máxima verossimilhança que adota a regra de decisão de classificar um píxel como pertencente a uma determinada classe se a probabilidade de ocorrência desse píxel nessa classe for maior do que nas demais. Para isso, assume-se que a função de probabilidade de cada classe aproxima-se a uma função densidade de probabilidade normal (Gaussiana).

As amostras de treinamento do classificador Maxiver foram determinadas com base nas imagens disponibilizadas pela Prefeitura de Juiz de Fora. Cada amostra de treinamento é representada por píxeis com reflexão característica de cada classe e assumida como área de referência para definição da variabilidade dos números digitais da classe.

A Figura 11 a seguir mostra o resultado da classificação supervisionada pelo método da Máxima Verossimilhança para a região norte do município de Juiz de Fora.

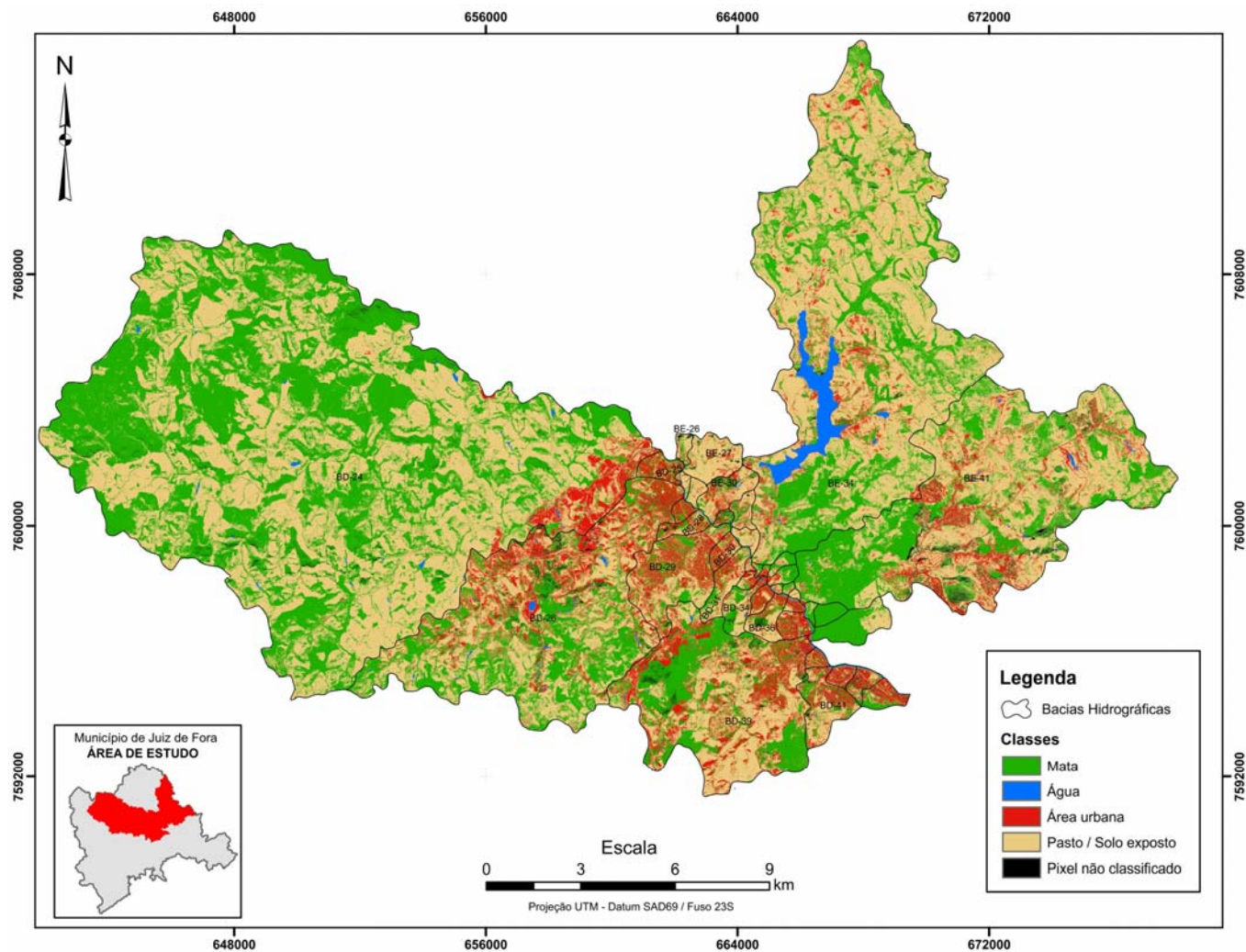


Figura 11 – Mapa Classes de uso do solo da região norte do município de Juiz de Fora

A partir desta imagem foi possível identificar as diferentes classes de uso do solo para cada bacia hidrográfica, conforme mostrado nas Tabelas 3 e 4 e nas Figuras 12 e 13 a seguir .

Tabela 3 – Características de uso do solo das 21 sub-bacias do lado direito (BD)

	Mata (km ²)	Água (km ²)	Área Urbana (km ²)	Pasto/Solo exposto (km ²)	Total (km ²)
BD_24	71.187	0.266	3.067	76.792	151.31
BD_25	0.247	0.004	0.504	0.213	0.97
BD_26	14.004	0.206	7.383	17.840	39.43
BD_27	0.107	0.003	0.213	0.060	0.38
BD_28	0.229	0.006	0.280	0.316	0.83
BD_29	1.433	0.010	2.235	2.696	6.37
BD_30	0.113	0.002	0.323	0.237	0.67
BD_31	0.369	0.007	0.387	0.777	1.54
BD_32	0.009	0.003	0.029	0.056	0.10
BD_33	0.058	0.002	0.129	0.112	0.30
BD_34	0.467	0.015	0.167	0.621	1.27
BD_35	0.067	0.003	0.238	0.141	0.45
BD_36	0.262	0.006	0.249	0.641	1.16
BD_37	0.040	0.014	0.115	0.077	0.25
BD_38	0.181	0.011	0.438	0.201	0.83
BD_39	8.389	0.048	5.503	10.722	24.66
BD_40	0.074	0.020	0.172	0.092	0.36
BD_41	0.659	0.010	0.769	1.310	2.75
BD_42	0.088	0.019	0.261	0.126	0.50
BD_43	0.180	0.020	0.273	0.204	0.68
BD_44	0.336	0.019	0.388	0.203	0.95
TOTAL	98.503	0.694	23.122	113.439	235.790

Classes de Uso do Solo (BD)

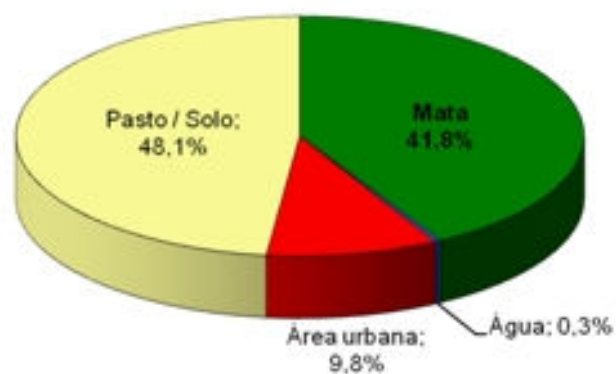


Figura 12 – Percentual de cobertura do solo das bacias do lado direito (BD)

Analisando o gráfico da Figura 12 acima verifica-se que nas sub-bacias do lado direito do rio Paraíba há predominância de cobertura do solo por áreas de pasto/solo, totalizando 48,1% da cobertura total, seguido de áreas cobertas por mata em 41,8%, área urbana com 9,8 % e água com 0,3%.

Tabela 4 – Características de uso do solo das 19 bacias do lado esquerdo (BE)

	Mata (km ²)	Água (km ²)	Área Urbana (km ²)	Pasto/Solo exposto (km ²)	Total (km ²)
BE-26	0.112	0.001	0.039	0.261	0.41
BE-27	0.154	0.003	0.219	1.755	2.13
BE-28	0.030	0.013	0.024	0.152	0.22
BE-29	0.027	0.006	0.031	0.300	0.36
BE-30	0.326	0.020	0.378	0.968	1.69
BE-31	0.122	0.010	0.062	0.053	0.25
BE-32	0.175	0.003	0.114	0.423	0.71
BE-33	0.042	0.013	0.039	0.390	0.48
BE-34	19.735	3.073	3.601	45.512	71.92
BE-35	0.043	0.008	0.012	0.029	0.09
BE-36	0.031	0.001	0.043	0.022	0.10
BE-37	0.209	0.000	0.029	0.111	0.35
BE-38	0.270	0.001	0.070	0.125	0.47
BE-39	0.024	0.005	0.020	0.051	0.10
BE-40	0.065	0.000	0.009	0.042	0.12
BE-41	16.850	0.146	5.129	24.827	46.95
BE-42	0.129	0.007	0.008	0.059	0.20
BE-43	0.566	0.000	0.000	0.001	0.57
BE-44	1.437	0.005	0.019	0.579	2.04
TOTAL	40.346	3.316	9.845	75.662	129.07



Figura 13 – Percentual de cobertura do solo das bacias do lado esquerdo (BE)

Da mesma forma, analisando o gráfico da Figura 13 acima verifica-se que nas sub-bacias do lado esquerdo do rio Paraibuna, na área norte do município de Juiz de Fora, há predominância de cobertura do solo de áreas de pasto/solo, totalizando 58,6% da cobertura total, seguido de áreas de mata em 31,2%, área urbana com 7,6% e água com 2,6%.

A Tabela 5 e a Figura 14 a seguir apresentam um resumo do total da área de estudo, considerando as classes de uso do solo.

Tabela 5 – Resumo das áreas correspondentes ao uso e ocupação do solo sub-bacias do lado direito e esquerdo

Classe de Uso do Solo	BE (km ²)	BD (km ²)	TOTAL (km ²)
Mata	40,276	98,503	138,779
Água	3,316	0,694	4,010
Área Urbana	9,845	23.122	32,960
Pasto/Solo	75,662	113.439	189,101
TOTAL	129,07	235.79	364,86

Resultado Geral da Classificação do Uso do Solo

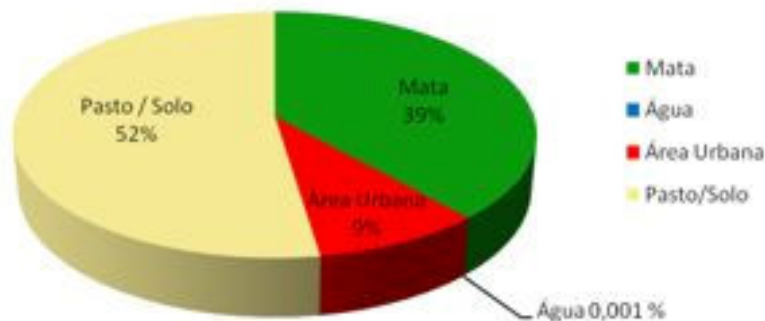
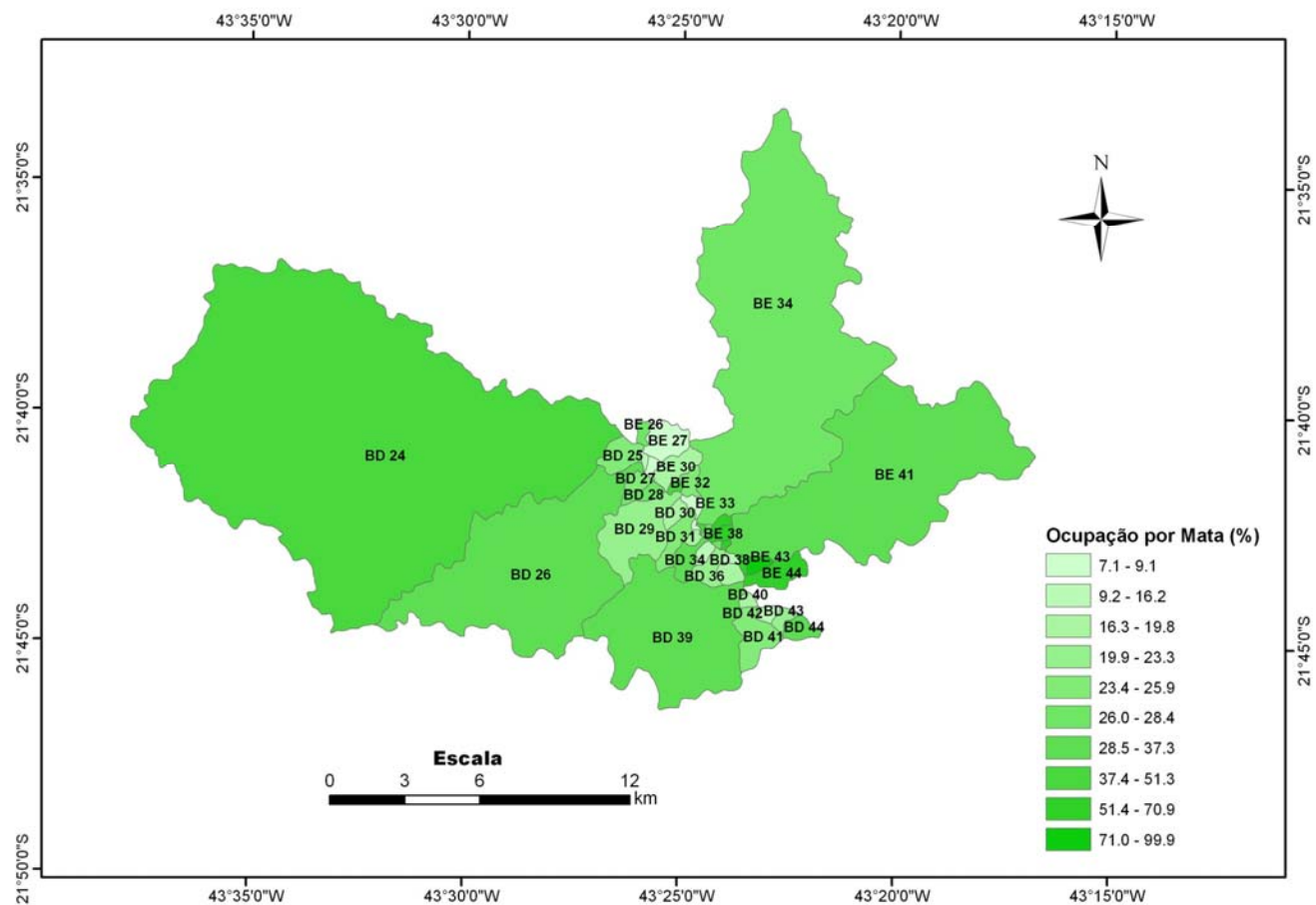


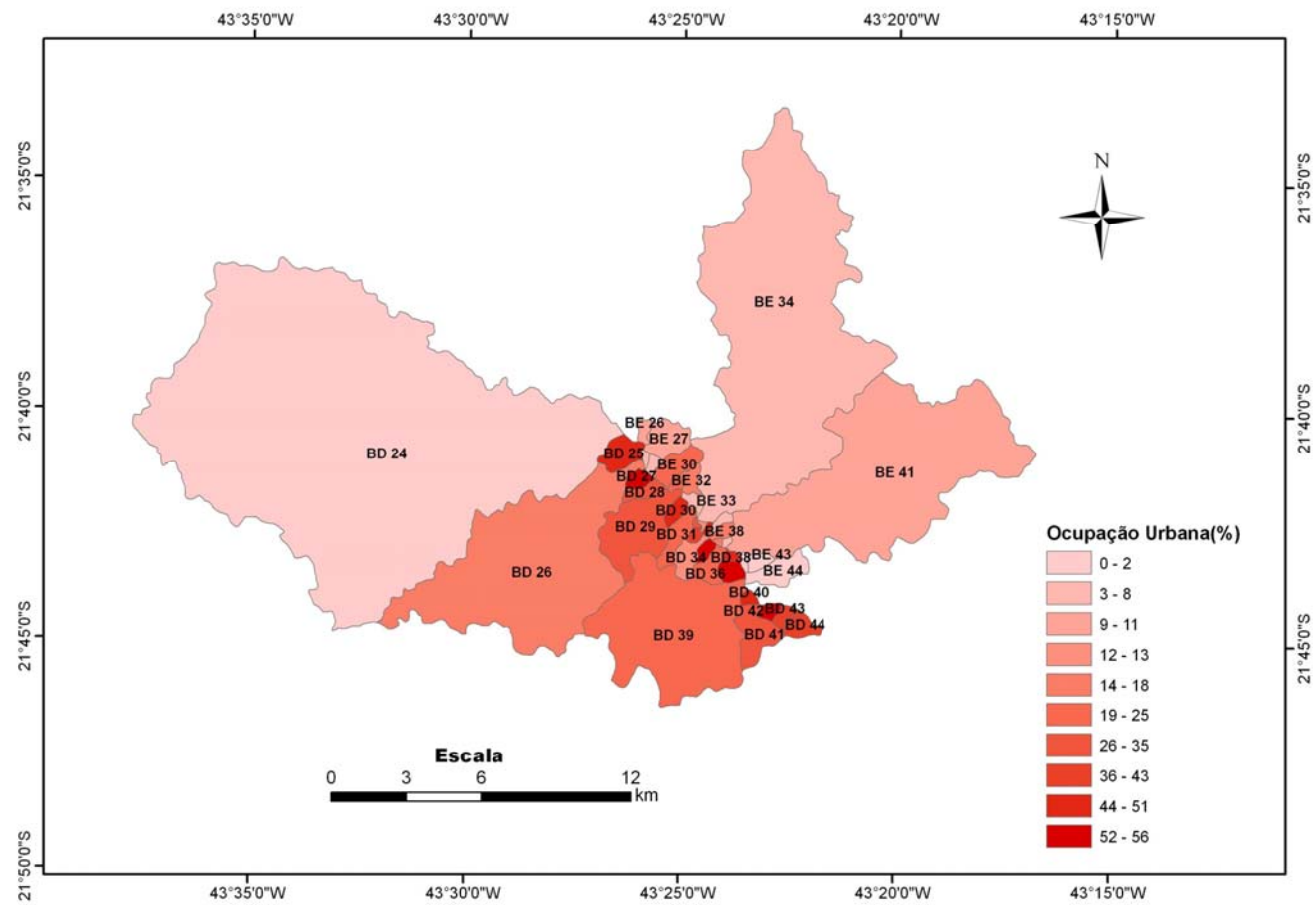
Figura 14 – Percentual de cobertura do solo considerando a área total de estudo da Zona Norte de Juiz de Fora

As Figuras 15 a 18 a seguir classificam do maior para o menor os percentuais de uso e ocupação de solo por classe de uso do solo e por bacia.



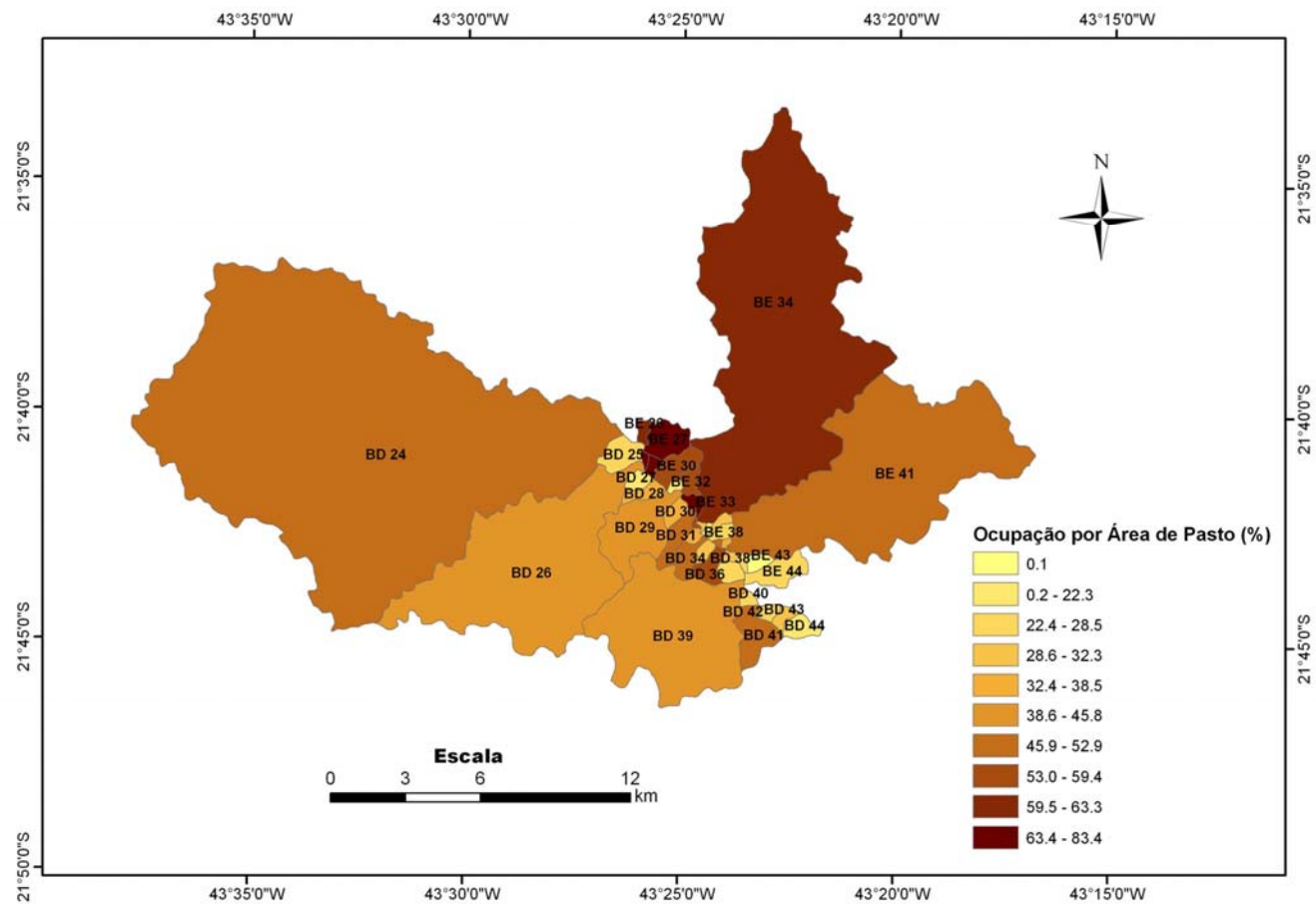
Bacia	%
BE 43	99.87
BE 44	70.91
BE 42	67.19
BE 37	59.26
BE 38	56.67
BE 40	55.70
BE 31	51.30
BE 35	48.48
BD 24	47.02
BD 34	37.32
BD 44	35.89
BE 41	35.85
BD 26	35.77
BD 39	33.97
BE 36	28.41
BE 26	28.28
BE 39	27.94
BE 34	27.46
BD 28	27.34
BD 27	25.87
BD 25	25.70
BE 32	24.11
BD 31	23.85
BD 41	23.82
BD 43	23.28
BD 29	22.47
BD 36	22.25
BD 33	19.78
BD 40	19.40
BE 30	19.32
BD 38	18.94
BD 30	17.15
BD 37	16.20
BD 42	15.29
BD 35	15.26
BE 28	12.13
BD 32	9.15
BE 29	7.83
BE 33	7.60
BE 27	7.14

Figura 15 – Ocupação percentual de áreas de mata por



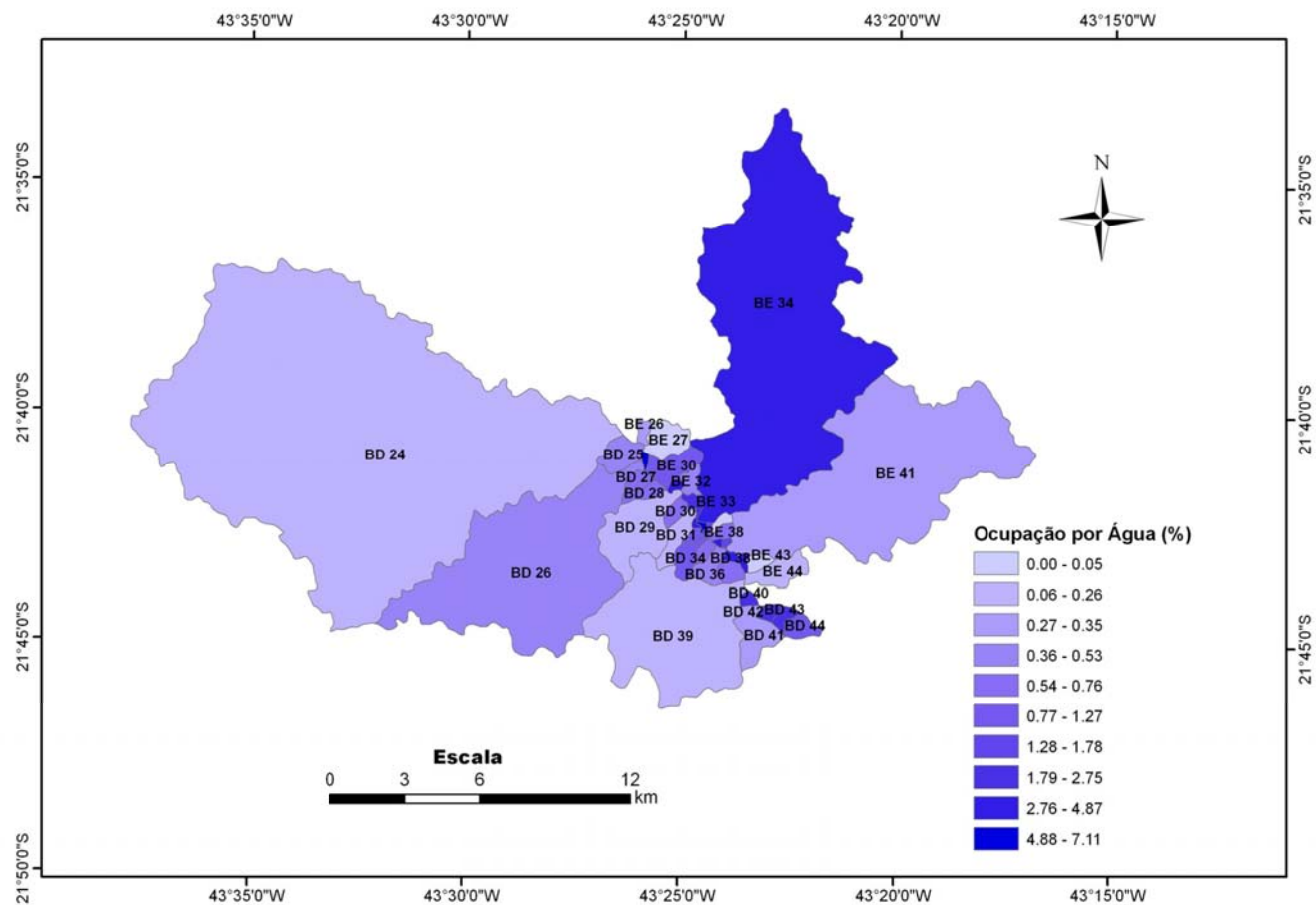
Bacia	%
BD 42	55.85
BD 27	55.42
BD 38	55.36
BD 35	52.37
BD 40	50.93
BE 36	50.39
BD 37	49.58
BD 25	47.71
BD 30	47.20
BD 43	43.00
BD 33	40.68
BD 44	40.51
BD 29	35.06
BD 28	33.59
BD 32	29.91
BD 41	28.09
BD 31	25.25
BE 31	24.37
BD 39	22.35
BE 30	22.18
BD 36	21.48
BD 26	17.93
BE 38	16.60
BE 39	16.15
BE 32	16.10
BE 35	12.60
BD 34	11.54
BE 41	10.91
BE 27	10.22
BE 26	9.90
BE 37	8.44
BE 29	7.82
BE 33	7.63
BE 40	7.42
BE 28	6.16
BE 34	5.00
BE 42	2.39
BD 24	2.03
BE 44	0.30
BE 43	0.00

Figura 16 – Ocupação percentual de áreas de mata por bacia da Zona Norte de Juiz de Fora



Bacia	%
BE 29	83.35
BE 27	82.60
BE 33	82.03
BE 28	76.02
BE 34	63.26
BE 26	61.46
BE 32	59.38
BD 32	57.72
BE 30	57.36
BD 36	55.82
BE 41	52.92
BE 39	52.47
BD 24	50.77
BD 31	50.64
BD 34	50.15
BD 41	47.79
BD 26	45.77
BD 39	43.49
BD 29	42.26
BD 33	38.46
BD 28	38.37
BE 40	35.46
BD 30	34.99
BE 37	32.30
BE 35	31.82
BD 35	31.66
BD 43	31.56
BD 37	30.80
BE 44	28.53
BD 40	27.56
BD 42	26.75
BD 25	26.10
BE 38	26.02
BE 42	25.55
BD 38	24.98
BD 44	22.32
BE 31	20.68
BE 36	19.41
BD 27	17.95
BE 43	0.13

Figura 17 – Ocupação percentual de áreas de pasto por bacia da Zona Norte de Juiz de Fora



Bacia	%
BE 35	7.11
BE 28	5.69
BE 42	4.87
BE 34	4.27
BE 31	3.64
BE 39	3.44
BD 37	3.42
BD 32	3.22
BE 33	2.75
BD 43	2.15
BD 40	2.11
BD 42	2.10
BE 36	1.78
BE 40	1.42
BD 44	1.27
BE 30	1.15
BD 33	1.09
BE 29	1.00
BD 34	0.99
BD 27	0.76
BD 38	0.72
BE 38	0.71
BD 35	0.71
BD 28	0.69
BD 30	0.67
BD 26	0.53
BD 25	0.49
BD 36	0.45
BE 32	0.41
BE 26	0.35
BE 41	0.32
BD 41	0.30
BE 44	0.26
BD 31	0.26
BD 29	0.21
BD 39	0.19
BD 24	0.18
BE 27	0.05
BE 37	0.00
BE 43	0.00

Figura 18 – Ocupação percentual de áreas por água por bacia da Zona Norte de Juiz de Fora

De acordo com o censo do IBGE de 2010, os últimos dados dos setores censitários demonstram como está distribuída a demografia nas sub-bacias da área de abrangência do PD/ JF ZN, zona norte de Juiz de Fora (Tabela 6).

Tabela 6 – Demografia das sub-bacias da zona norte – município de Juiz de Fora

BACIA	Area (km ²)	Demografia		
		Bairro	População (Censo 2010)	Densidade Relativa (hab/km ²)
BD 24	151.33	Benfica	621	4
BD 25	1.78	Benfica	5592	3142
BD 26	38.38	Igrejinha / Benfica	13031	340
BD 27	0.66	Benfica	5703	8604
BD 28	0.83	Benfica / Santa Cruz	1437	1729
BD 29	6.39	Santa Cruz	22494	3521
BD 30	0.69	Nova Era	1683	2451
BD 31	1.54	Nova Era	2844	1852
BD 32	0.10	Barbosa Lage	0	0
BD 33	0.29	Barbosa Lage	1759	6032
BD 34	1.24	Barbosa Lage	191	155
BD 35	0.46	Barbosa Lage	4590	10033
BD 36	1.15	Barbosa Lage	2761	2399
BD 37	0.23	Barbosa Lage	1570	6933
BD 38	0.80	Jóckeï Club	4380	5475
BD 39	24.67	Jd. Natal/ Industrial/ Fco. Bernardino/ Milho Branco	20685	838
BD 40	0.34	Industrial	1988	5884
BD 41	2.74	Cerâmica/ Carlos Chagas/ Monte Castelo	10216	3723
BD 42	0.47	Cerâmica	2599	5561
BD 43	0.55	Esplanada/ São Dimas	2301	4156
BD 44	1.04	Fábrica / Mariano Procópio	2259	2166
BE 26	0.42		7	17
BE 27	2.12		0	0
BE 28	0.17		0	0
BE 29	0.36		0	0
BE 30	1.69	Remonta	136	80
BE 31	0.24		0	0
BE 32	0.71		0	0
BE 33	0.47		0	0
BE 34	71.92	Náutico (Represa Dr. João Penido)	640	9
BE 35	0.09		0	0
BE 36	0.13	Barbosa Lage (Pq das Torres)	2190	17143
BE 37	0.35		0	0
BE 38	0.48	Barbosa Lage (Pq das Torres)	232	479
BE 39	0.09	Remonta	0	0
BE 40	0.13	Remonta	0	0
BE 41	46.97	Remonta / G. Bethânea/ Bandeirantes/ Grama	23168	493
BE 42	0.22	(Mata do Krambeck)	0	0
BE 43	0.57	(Mata do Krambeck)	0	0
BE 44	2.04	(Mata do Krambeck)	0	0
		Total	135077	

As Figuras 19 e 20, a seguir, apresentam as bacias mais povoadas.

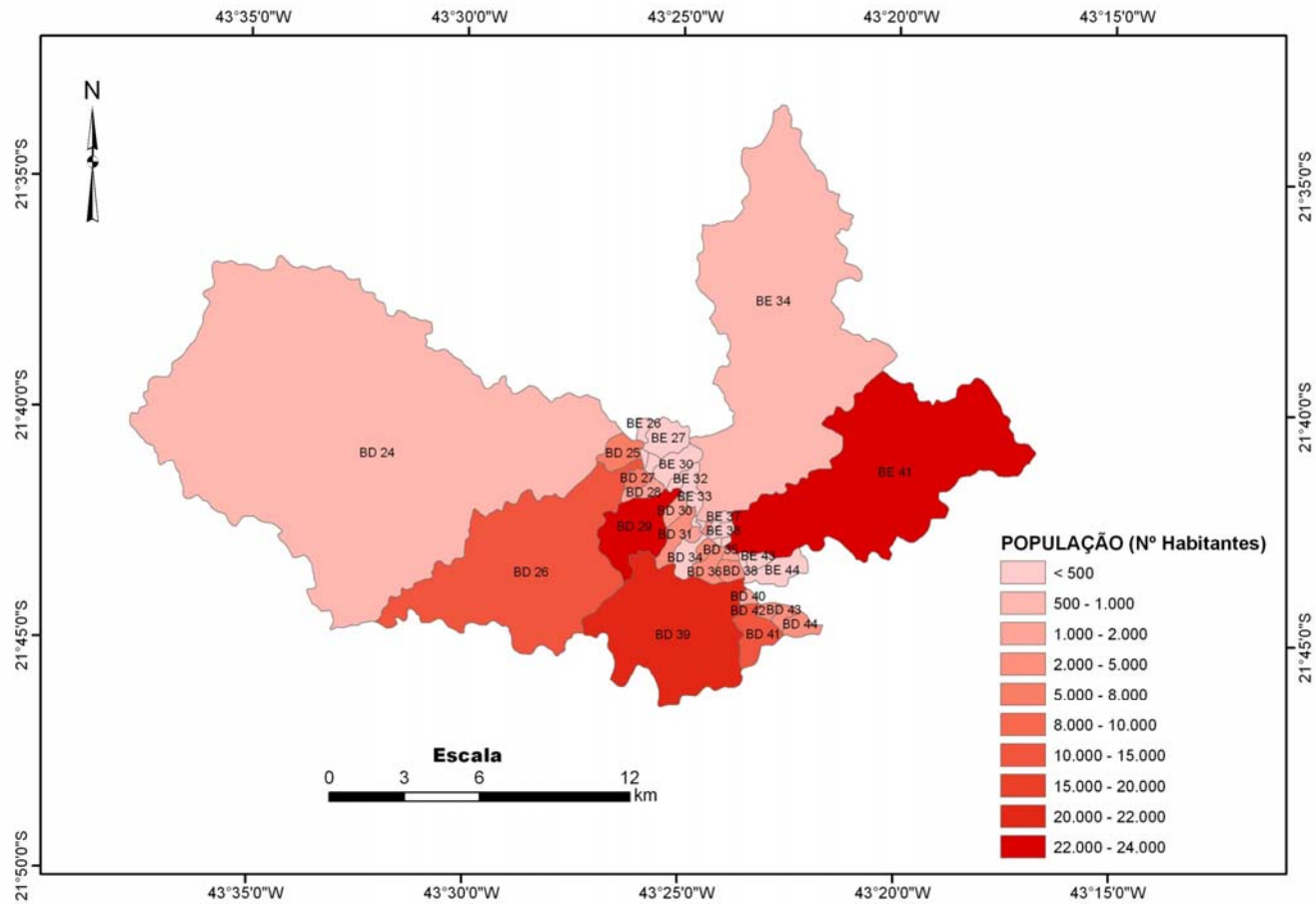


Figura 19 – Distribuição populacional por bacia da Zona Norte de Juiz de Fora

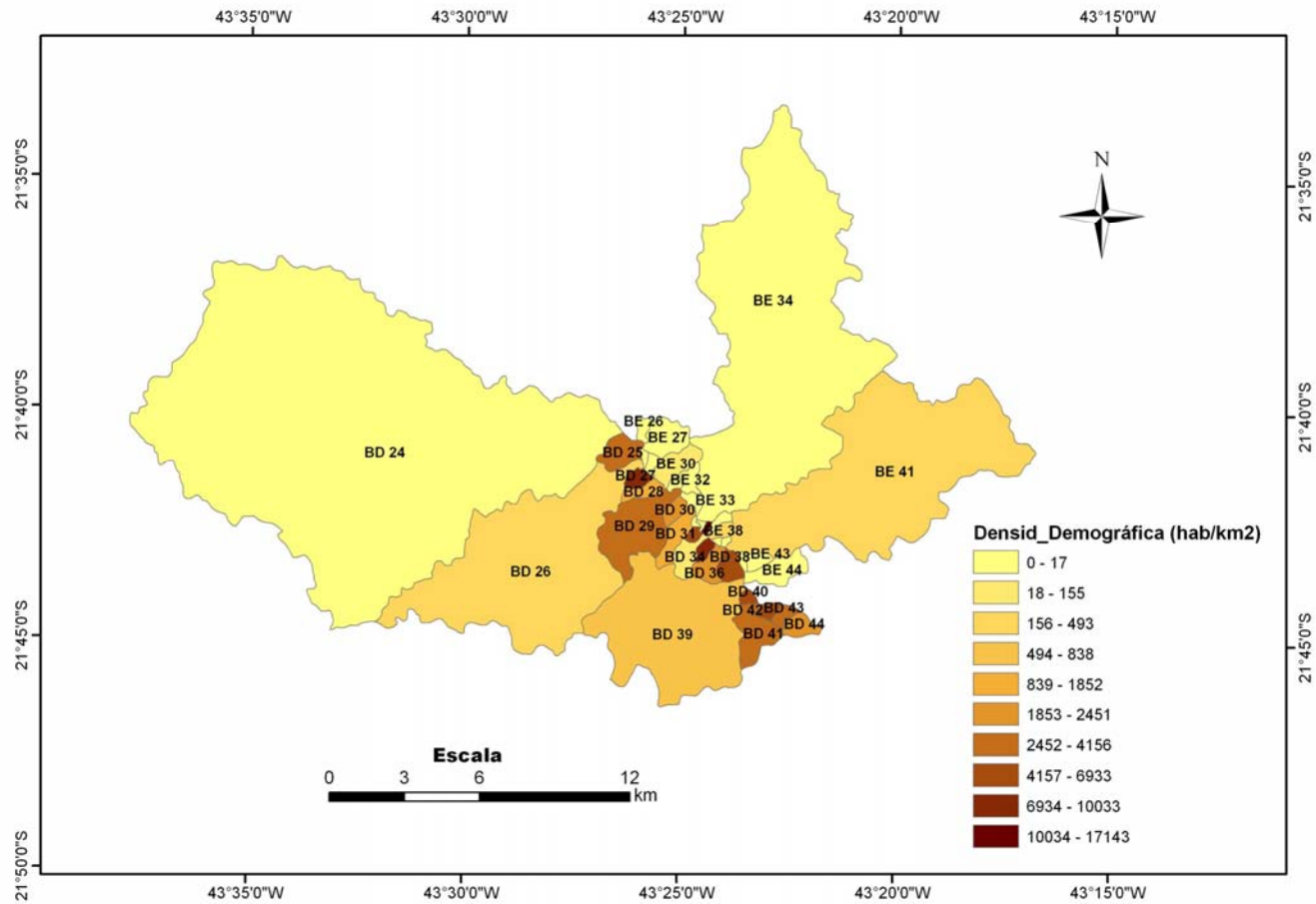


Figura 20 – Densidade demográfica por bacia da Zona Norte de Juiz de Fora

Analisando os percentuais relativos das áreas de uso e ocupação do solo das sub-bacias da região norte do município de Juiz de Fora, pode-se concluir que:

- . As áreas de pasto/solo correspondem à classe predominante de uso do solo com o total de 52% da Zona Norte do município de Juiz de Fora. Analisando separadamente as bacias do lado esquerdo (BE) do rio Paraibuna e as bacias do lado direito (BD), pode-se verificar que: as bacias do lado direito apresentam em número absoluto uma área muito superior (113,44 km²) desta classe, quando comparada a área das bacias do lado esquerdo (75,66 km²);
- . A classe mata corresponde à segunda classe predominante na área norte, sendo que sua maior predominância ocorre nas áreas das bacias do lado direito (98,5 km²);
- . A classe área urbana apresentou um percentual de ocupação relativo um pouco superior nas bacias do lado direito quando comparado às bacias do lado esquerdo (9,8% e 7,6% respectivamente). Cabe ressaltar, entretanto, que, com relação ao valor absoluto, a área urbana é mais de duas vezes maior nas bacias do lado direito (23,12 km²), do que do lado esquerdo (9,84 km²).

Fazendo uma análise da região norte de Juiz de Fora por sub-bacia verifica-se que:

- . Seis bacias com altas taxas de ocupações urbanas possuem área de ocupação urbana maiores do que 50 % de sua totalidade. São elas: BD-42 (55,85%), BD-27 (55,42%), BD-38 (55,36%), BD-35 (52,37%), BD-40 (50,93%), BD-36 (50,39%), respectivamente;
- . As mais habitadas correspondem às bacias BD-29, BD-39 e BE41 que possuem as maiores populações. Entretanto, a bacia com maior densidade demográfica é a BD-27.
- . Com relação às que possuem mais áreas de matas preservadas, pode-se destacar aquelas com mais de 50% de suas áreas ocupadas por matas, são elas: BE-43 (99,87%), BE-44 (70,91%), BE-42 (67,19%), BE-37 (59,26%), BE-38 (56,67%), BE-40 (55,70%) e BE-31 (51,30%).

Quanto ao valor do coeficiente de escoamento superficial (\bar{C}) para cada tipo de ocupação do uso do solo, este é foi definido tendo por base os valores da tabela abaixo, tendo em vista a ocupação do solo já caracterizada anteriormente.

Tabela 7 – Definição do coeficiente de escoamento superficial para cada tipo de uso e ocupação do solo

Tipo de Cobertura do Solo	Valor de “C”
Mata	0,20
Área Urbana	0,80
Pasto/Solo Exposto	0,30
Água	0,0

(Fonte: Tucci - 2001)

Para as sub-bacias em análise, foram encontrados os seguintes valores de \bar{C} , de acordo com a

Tabela 8 e a Figura 21 apresentadas a seguir.

Tabela 8 – Valores médios do coeficiente de escoamento superficial calculados para cada bacia hidrográfica

Bacias	C (médio)	Bacias	C (médio)	Bacias	C (médio)	Bacias	C (médio)
BD-24	0.26	BD-34	0.34	BE-26	0.35	BE-36	0.49
BD-25	0.54	BD-35	0.55	BE-27	0.35	BE-37	0.28
BD-26	0.36	BD-36	0.40	BE-28	0.35	BE-38	0.32
BD-27	0.56	BD-37	0.55	BE-29	0.34	BE-39	0.38
BD-28	0.45	BD-38	0.57	BE-30	0.41	BE-40	0.28
BD-29	0.46	BD-39	0.38	BE-31	0.43	BE-41	0.33
BD-30	0.53	BD-40	0.54	BE-32	0.37	BE-42	0.25
BD-31	0.41	BD-41	0.43	BE-33	0.33	BE-43	0.20
BD-32	0.44	BD-42	0.59	BE-34	0.30	BE-44	0.23
BD-33	0.50	BD-43	0.52	BE-35	0.32		
		BD-44	0.49				

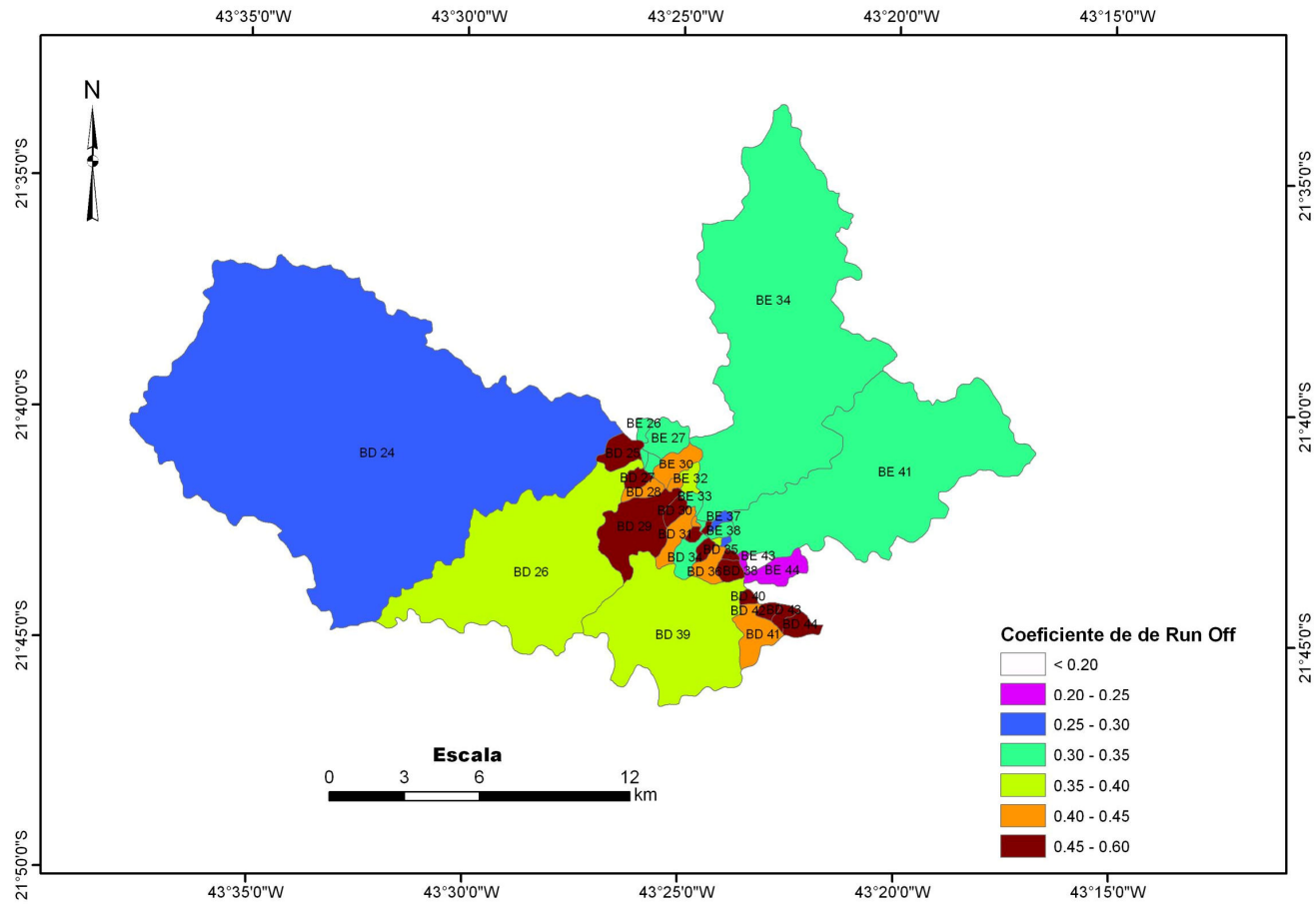


Figura 21 – Coeficiente de Run-off por sub-bacia da Zona Norte de Juiz de Fora

Analisando os valores dos coeficientes de escoamento superficial médios para cada bacia hidrográfica, apresentados na Tabela 8 anterior, percebe-se que as sub-bacias hidrográficas do lado Direito (BD), apresentam em média maiores valores do coeficiente médio \bar{C} e, assim, tendem a apresentar um maior escoamento superficial em eventos chuvosos, quando comparadas às bacias do lado esquerdo (BE), que apresentam em média menores valores do coeficiente de escoamento superficial.

Quanto às áreas de risco de erosão, no caso particular de Juiz de Fora, além do processo de ocupação urbano inadequado (uso do solo urbano) e das características geométricas (declividade), a intensidade das chuvas, seu tempo de duração e seu acúmulo são os principais fatores de deflagração das erosões.

Tendo em vista esta realidade, a caracterização da erosão na Zona Norte foi feita com base nas bases cartográficas digitais as quais foram trabalhadas no software ArcGIS 9.2 da ESRI e exportadas para o Sistema de Análise Geoambiental (SAGA) da UFRJ. Este software livre foi utilizado para fazer o Inventário Ambiental e a Análise Multicritério para obter a localização das áreas mais propícias para erosão em diversos graus.

a) Inventário Ambiental

O Inventário Ambiental consistiu numa varredura digital nas bases cartográficas para encontrar as áreas em hectare de cada classe. As tabelas e os gráficos a seguir mostram os quantitativos de cada classe em cada carta.

Tabela 9 – Inventário da Carta de Uso e Cobertura do Solo em 2010

USO DO SOLO		
LEGENDA	Área km ²	Porcentagem
MATA	98,3264	27,57%
PASTO / SOLO	233,1726	65,38%
ÁGUA	3,1784	0,83%
ÁREA URBANA	22,1826	6,22%
	356,86	100,00%

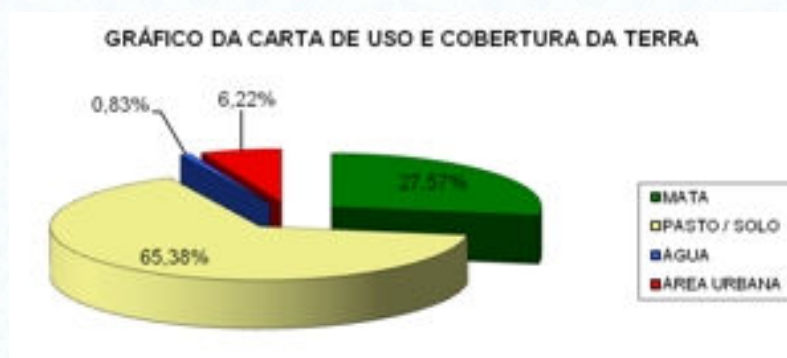


Figura 22 – Inventário da Carta de Uso e Cobertura do Solo em 2010

Destaque para a classe pasto/solo com aproximadamente 233km² na Zona Norte, o que corresponde a 65% da área total.

Tabela 10 – Inventário da Carta de Declividade em 2010

DECLIVIDADE		
LEGENDA	Área km ²	Porcentagem
0 - 5 %	87,6181	23,44%
5 - 15 %	247,2141	68,71%
15 - 45 %	29,5285	7,72%
45 - 60 %	0,4743	0,13%
60 - 90 %	0,025	0,01%
	364,860	100,00%



Figura 23 – Inventário da Carta de Declividade em 2010

Destaque para as classes de Área de Preservação Permanente (APP) de 45 a 60° com 0,4743 km² (0,13%) e de 60 a 90° com 0,025 km² (0,01 %).

Tabela 11 – Inventário da Carta de Pluviometria em 2009

PLUVIOMETRIA		
LEGENDA	Área km ²	Porcentagem
1200 - 1300 mm	5,7748	1,62%
1300 - 1400 mm	238,7817	64,69%
1400 - 1500 mm	107,0853	30,02%
1500 - 1600 mm	11,8837	3,33%
1600 - 1700 mm	1,2364	0,35%
	364,86	100,00%

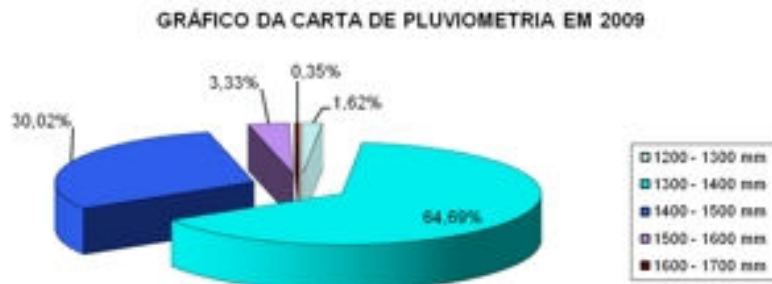


Figura 24 – Inventário da Carta Pluviométrica em 2009

b) Análise Multicritério para Erosão na Zona Norte

A metodologia utilizada consistiu no uso de programas que operam sob uma base Georreferenciada em formato raster. Foram aplicados procedimentos avaliativos com base na média ponderada, para identificação, por varredura e integração locacional (VAIL), das Áreas de Risco para Erosão na Zona Norte de Juiz de Fora – MG (Módulo Avaliação do VistaSAGA). A lógica deste procedimento é converter as escalas nominais (uso da terra) e de intervalo (declividade e pluviometria) para a escala ordinal, trabalhando-se assim com uma única escala de análise.

Os pesos atribuídos a cada carta (0 a 100%) e as notas atribuídas a cada classe (0 a 10) foram discutidas em equipe formada por Engenheiro, Geógrafo e Biólogo através do Método Delphi. Neste Método, cada profissional atribui um peso e nota de acordo com a sua formação e experiência. Os pesos e as notas finais adotadas são uma média da equipe.

Os pesos adotados para cada cartograma foram justificados da seguinte forma: o maior peso para Carta de Uso da Terra é devido à grande quantidade de classes relevantes para a Erosão: pasto/solo e áreas urbanas; a Carta de Declividade apresentou as APPs com declividades acima dos 45°; a Carta de Pluviometria recebeu o peso menor devido aos apenas seis pluviômetros disponíveis na área de abrangência do PD/JF ZN.

A concessão das notas para cada classe foram avaliadas de acordo com sua intensidade e características relacionadas a uma maior ou menor condição de propiciar erosão, constituindo-se no método conhecido como “Análise Multicritério”.

O software permite simulações para evitar erros grosseiros. Portanto, várias combinações de pesos e notas foram testadas para chegar-se a proposta aceita pelos três profissionais apresentada na Tabela 12.

AVALIAÇÃO		
MAPA DE DECLIVIDADE		
LEGENDA	NOTA	PESO
FUNDO	BLOQUEADA	45
0 - 5 %	2	
5 - 15 %	4	
15 - 45 %	6	
45 - 60 %	8	
60 - 90 %	10	
MAPA DE USO DA TERRA		
LEGENDA	NOTA	PESO
FUNDO	BLOQUEADA	35
MATA	2	
PASTO / SOLO	8	
ÁREA URBANA	6	
ÁGUA	BLOQUEADA	
MAPA DE PLUVIOMETRIA		
LEGENDA	NOTA	PESO
FUNDO	BLOQUEADA	20
1200 - 1300 MM	5	
1300 - 1400 MM	6	
1400 - 1500 MM	7	
1500 - 1600 MM	8	
1600 - 1700 MM	9	

Tabela 12 – Pesos e notas atribuídas às Cartas Básicas para localização das Áreas de Risco para Erosão na Zona Norte do município de Juiz de Fora.

Com base nestes dados foram criadas para a Zona Norte de Juiz de Fora as cartas de uso e cobertura da terra, de declividade, de Pluviometria e de Áreas de Risco para Erosão para o ano de 2010, como mostrado nas figuras 25, 26, 27 e 28 a seguir.

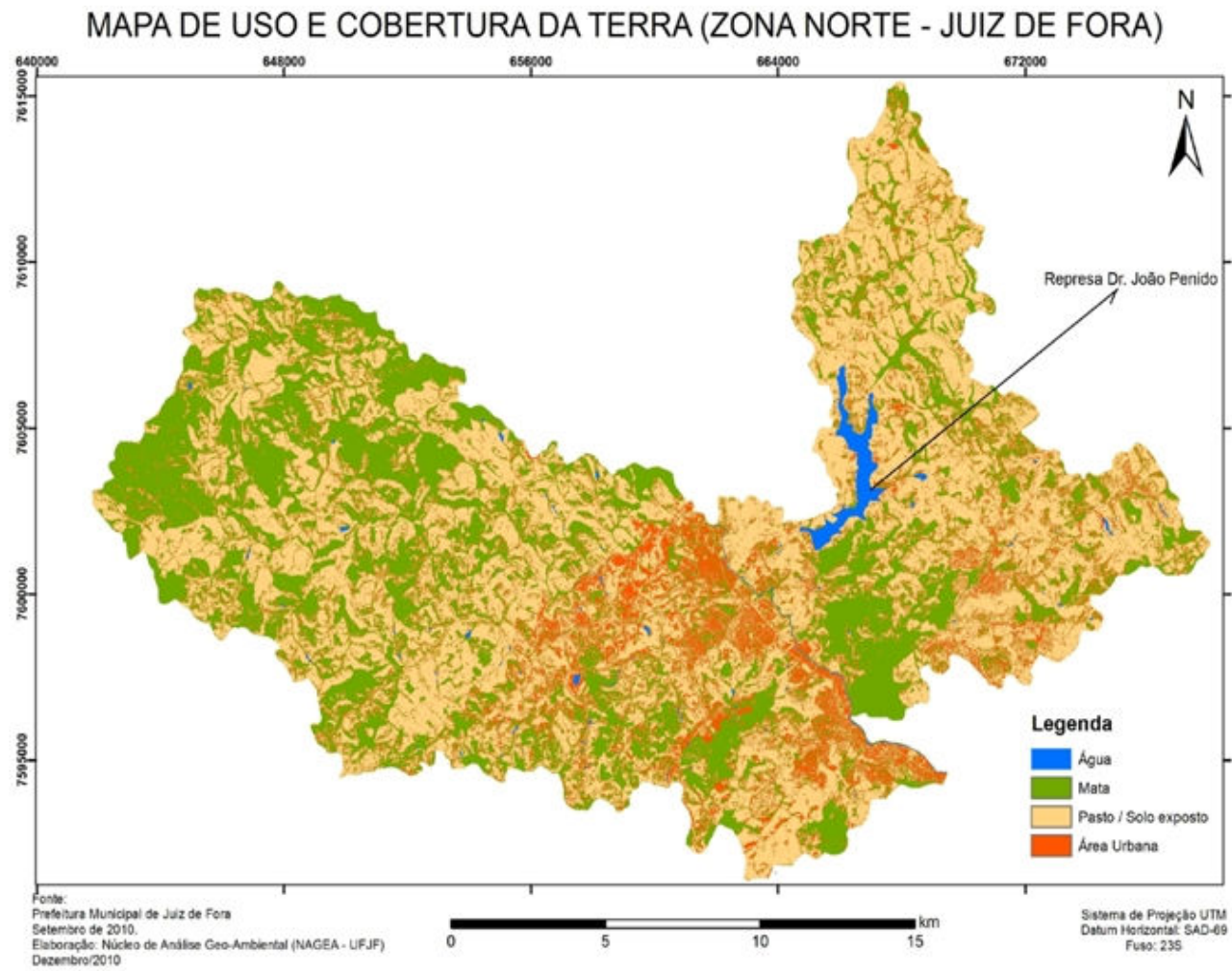


Figura 25 – Carta de Uso e Cobertura da Terra da Zona Norte - Juiz de Fora, 2007

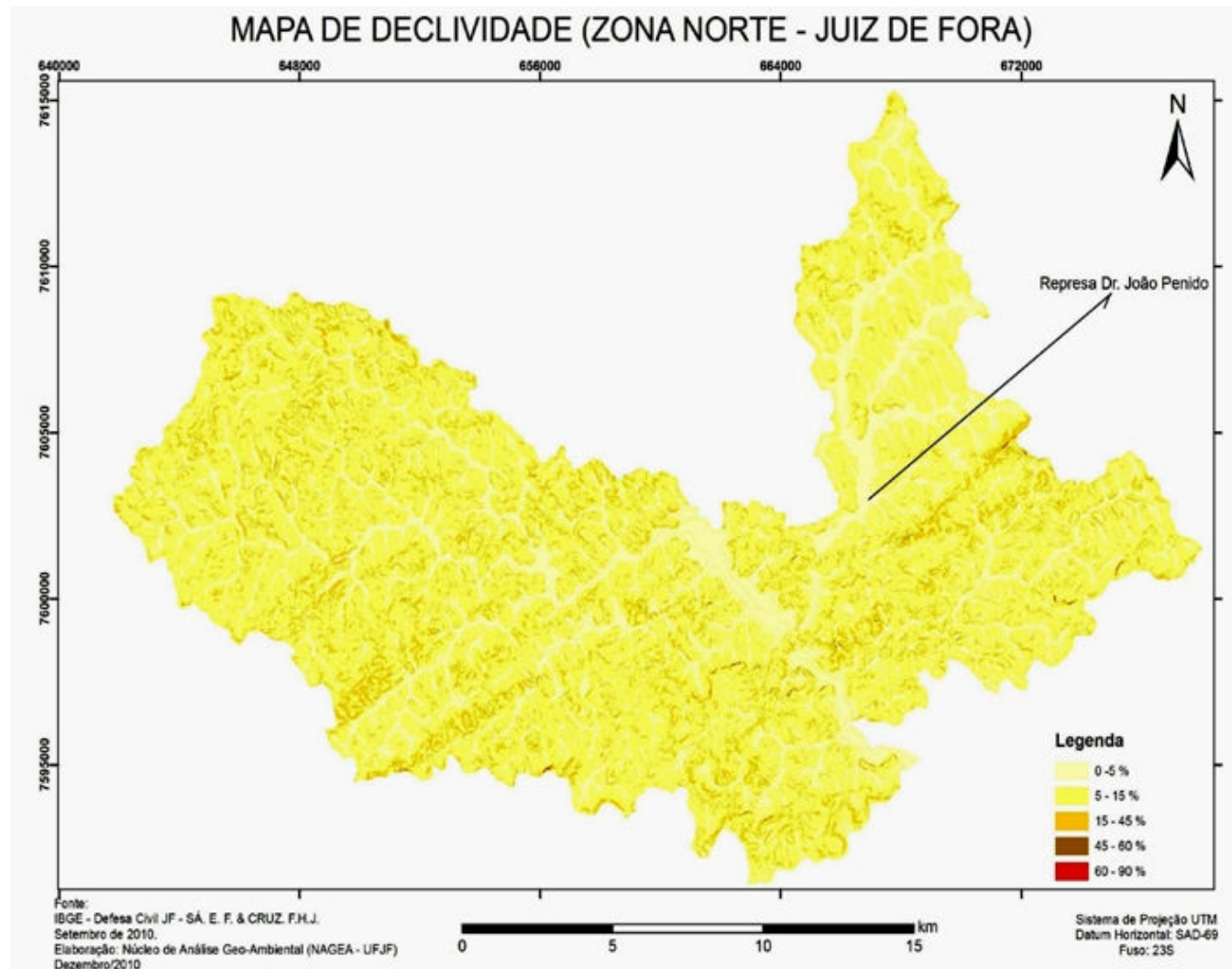


Figura 26 – Carta de Declividade da Zona Norte - Juiz de Fora, 2010

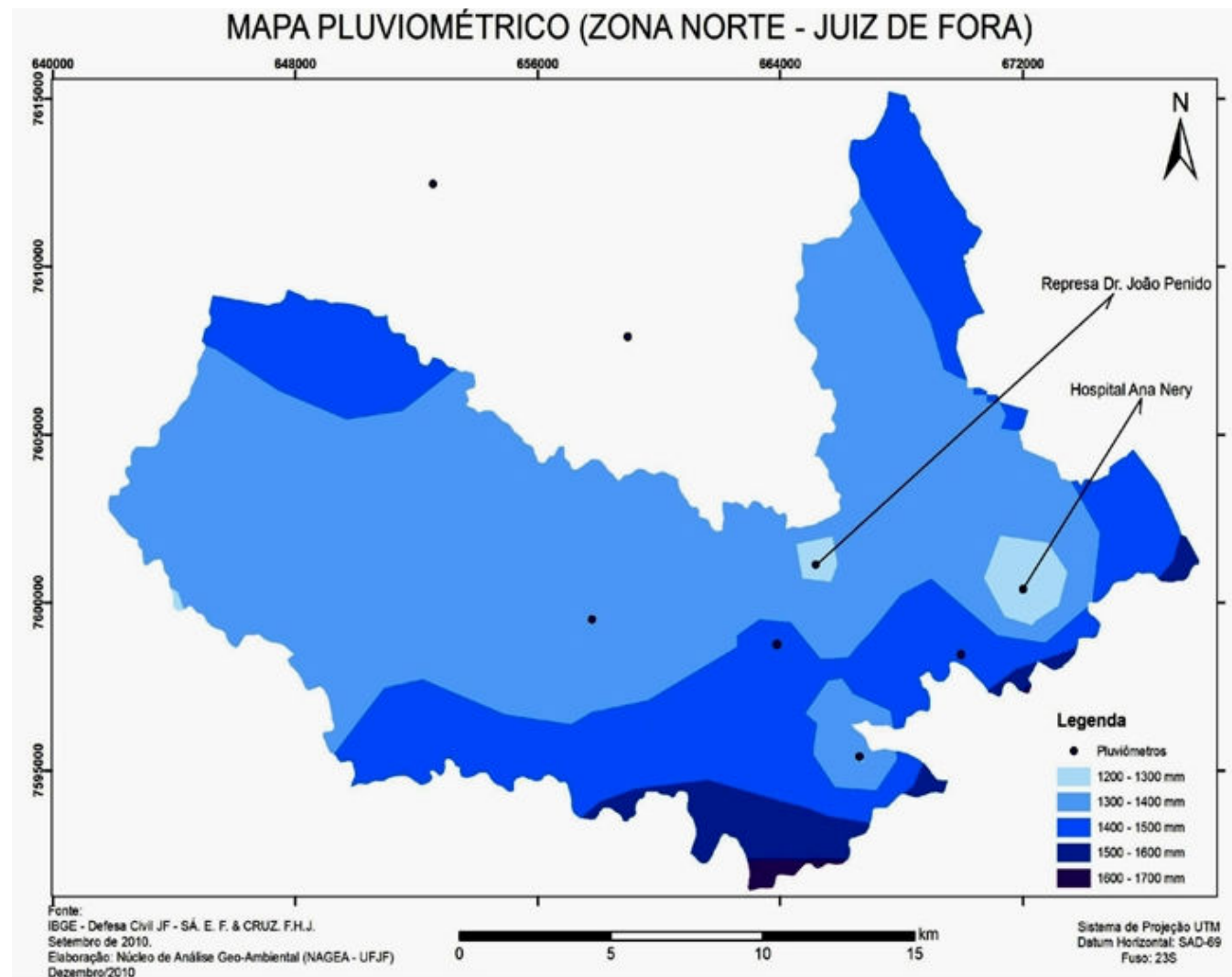


Figura 27 – Carta de Pluviometria da Zona Norte - Juiz de Fora, 2009

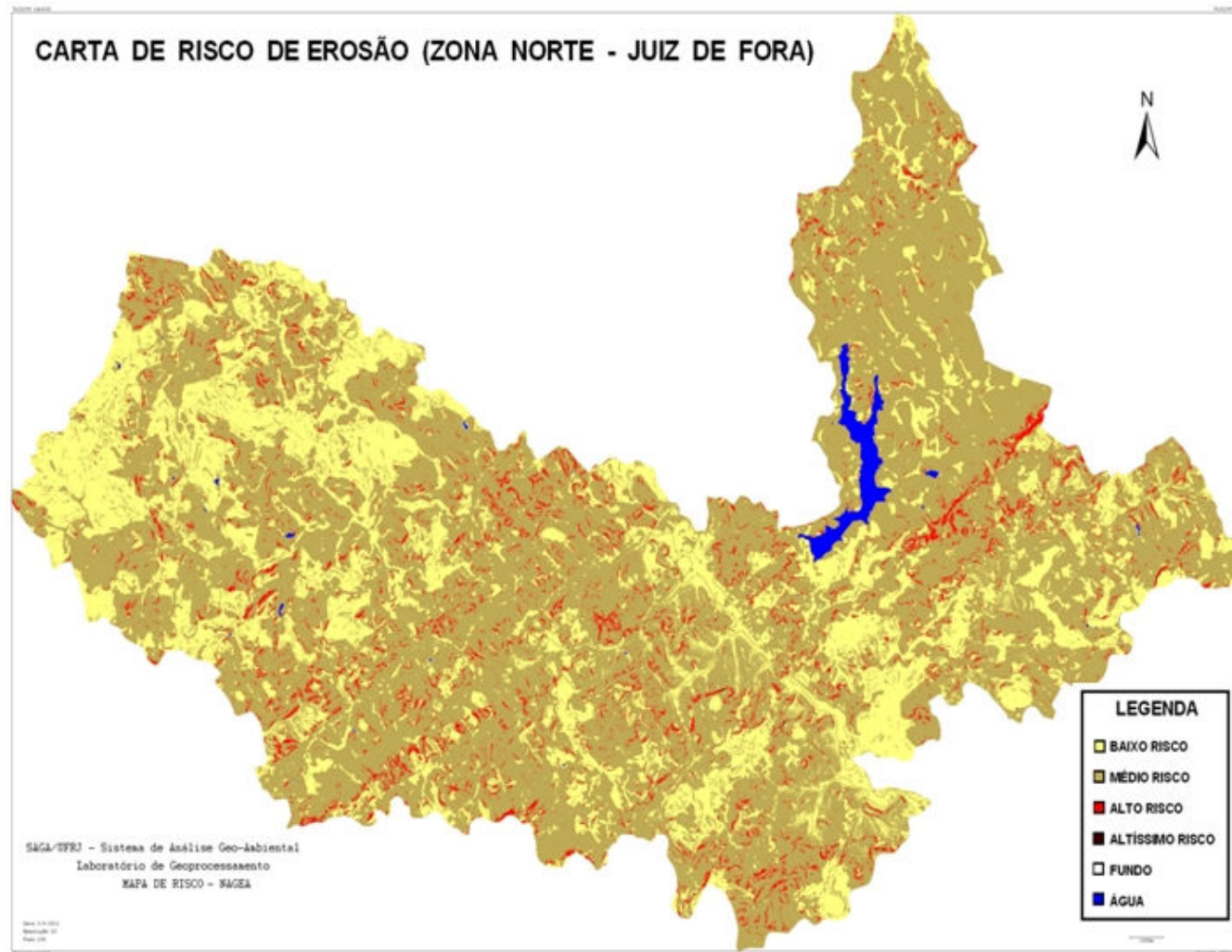


Figura 28 – Carta de Áreas de Risco para Erosão na Zona Norte/JF, 2010

O reagrupamento das classes da Carta de Riscos para Erosão do formato ordinal para o formato nominal foi feito para facilitar o entendimento do leitor. As notas finais obtidas foram reagrupadas em classes nominais, conforme Tabela 5: Nota 4 - Baixo Risco; Notas 5 e 6 - Médio Risco; Notas 7 e 8 - Alto Risco; e Nota 9 - Altíssimo Risco.

RISCO DE EROSÃO – ZONA NORTE/JF			
CATEGORIAS – LEGENDAS	TOTAL PIXELS	Total ha	% Categoria
BAIXO RISCO	959150	9591,50	26,91%
MÉDIO RISCO	2424676	24246,76	68,03%
ALTO RISCO	150601	1506,01	4,23%
ALTÍSSIMO RISCO	162	1,62	0,005%
ÁGUA	29656	296,56	0,83%
TOTAL	3564245	35642,45	100,00%

Tabela 13 – Inventário da Carta de Riscos para Erosão na Zona Norte 2010

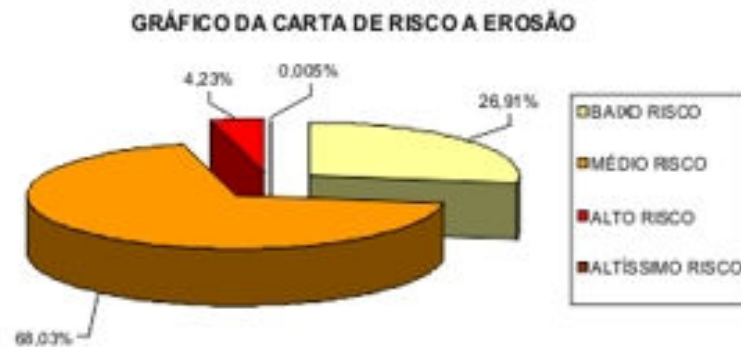


Figura 29 – Inventário da Carta de Risco de Erosão da Zona Norte

Destaque para as classes de Altíssimo Risco para Erosão com 1,62 ha (0,005%); Alto Risco com 1.506,01 ha (4,23%) e Médio Risco com 24.246,76 ha correspondendo a 68,03% das áreas da Zona Norte, um dado que demonstra a necessidade de recuperação da Cobertura Vegetal e da urgência na tomada de medidas de controle para evitar o seu aumento.

Para validar a Carta de Áreas de Risco para Erosão na Zona Norte do município de Juiz de Fora, foram escolhidas algumas áreas com Altíssimo Risco e Alto Risco. Estas áreas foram sobrepostas nas ortofotos disponibilizadas pela PJF e estão ilustradas nas figuras seguintes com as Coordenadas UTM para localização em campo.

- **Bairro Filgueiras:** Nove pontos encontrados em uma área a leste (E) paralela à estrada da pedra, acessada pela Rua Orlando Riani, na Zona Rural próxima ao Bairro Filgueiras (Figura 30).

Coordenadas: (Sistema de projeção adotado UTM WGS1984)

Ponto 1: 675340 / 7601100 (23S)/

Ponto 2: 675330 / 7601090 (23S)/

Ponto 3: 675315 / 7601070 (23S)/

Ponto 4: 675300 / 7601060 (23S)/

Ponto 5: 675285 / 7601050 (23S) /

Ponto 6: 675270 / 7601040 (23S)/

Ponto 7: 675260 / 7601020 (23S)/

Ponto 8: 675250 / 7601000 (23S)/

Ponto 9: 675195 / 7600920 (23S)



Figura 30 – Localização de áreas de altíssimo risco no Bairro Filgueiras

- **Bairro Pedra Bonita:** Dois pontos encontrados no bairro Pedra Bonita, próximo ao bairro Marilândia, a oeste (W) da Avenida Contorno das Pedras, com acesso pela Rua Vereador Raymundo Hargreaves, rua que pode ser acessada pelo Bairro Milho Branco (Figura 31).

Coordenadas: (Sistema de projeção adotado UTM WGS1984)

Ponto 1: 662875 / 7593570 (23S) /

Ponto 2: 662835 / 7593560 (23S)

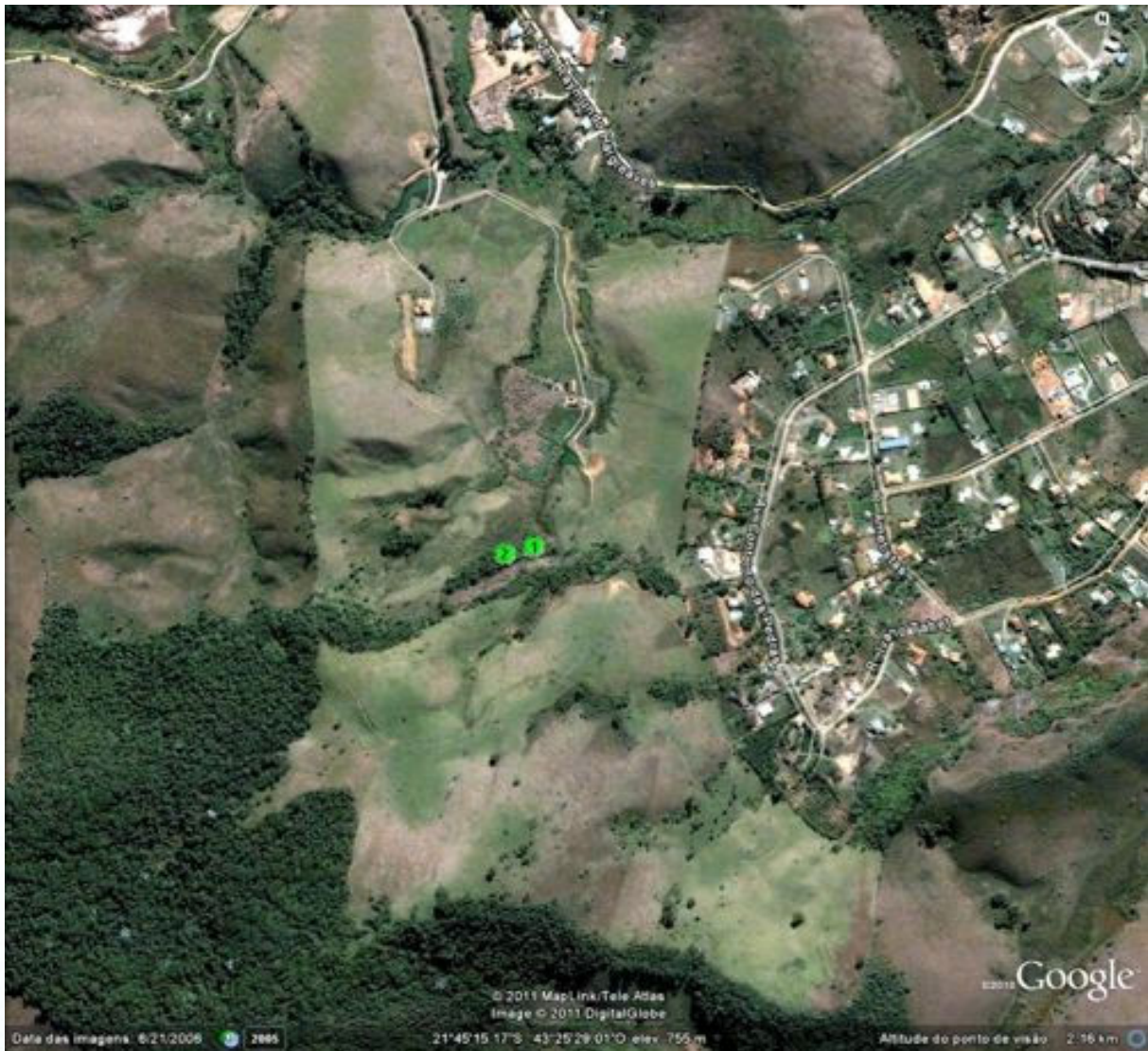


Figura 31 – Localização de áreas de altíssimo risco no Bairro Pedra Bonita, próximo ao bairro Marilândia

- **Bairro Cidade do Sol:** Seis pontos no bairro Cidade do Sol na Rua Onofre Oliveira Salles, circunscrevendo uma lâmina d'água presente no local (Figura 32).

Coordenadas: (Sistema de projeção adotado UTM WGS1984)

Ponto 1: 664315 / 7597240 (23S)/

Ponto 2: 664335 / 7597210 (23S) /

Ponto 3: 664315 / 7597150 (23S)/

Ponto 4: 664210 / 7597110 (23S)/

Ponto 5: 664290 / 7597120 (23S)/

Ponto 6: 664240 / 7597080 (23S)



Figura 32 – Localização de áreas de altíssimo risco Bairro Cidade do Sol

Bairros Cidade do Sol e Barbosa Lage: Dois pontos a oeste (W) dos Bairros Cidade do Sol e Barbosa Lage, com entrada pela MG-267 (Figura 33).

Coordenadas: (Sistema de projeção adotado UTM WGS1984)

Ponto 1: 663680 / 7597210 (23S)/

Ponto 2: 663660 / 7597200 (23S)



Figura 33 – Localização de áreas de altíssimo risco no Bairro Cidade do Sol

Bairro Santa Amélia: Um ponto no Bairro Santa Amélia entre a Avenida Garcia Rodrigues Paes e a Rua F, que pode ser acessada pela Avenida Presidente Juscelino Kubitschek, a oeste (W) do Batalhão da Polícia Militar - Bairro Santa Lúcia, (Figura 34).

Coordenadas: (Sistema de projeção adotado UTM WGS1984)

Ponto 1: 664375 / 7598620 (23S)



Figura 34 – Localização de áreas de altíssimo risco no Bairro Santa Amélia

Bairro Nova Era: Sete pontos no Bairro Nova Era no ponto final da Rua Pedro Antônio da Conceição (Figura 35).

Coordenadas: (Sistema de projeção adotado UTM WGS1984)

Ponto 1: 663285 / 7597940 (23S)/

Ponto 2: 663220 / 7598000 (23S)/

Ponto 3: 663210 / 7597980 (23S)/

Ponto 4: 663185 / 7597950 (23S)/

Ponto 5: 663160 / 7597920 (23S)/

Ponto 6: 663150 / 7597910 (23S)/

Ponto 7: 663140 / 7597900 (23S)

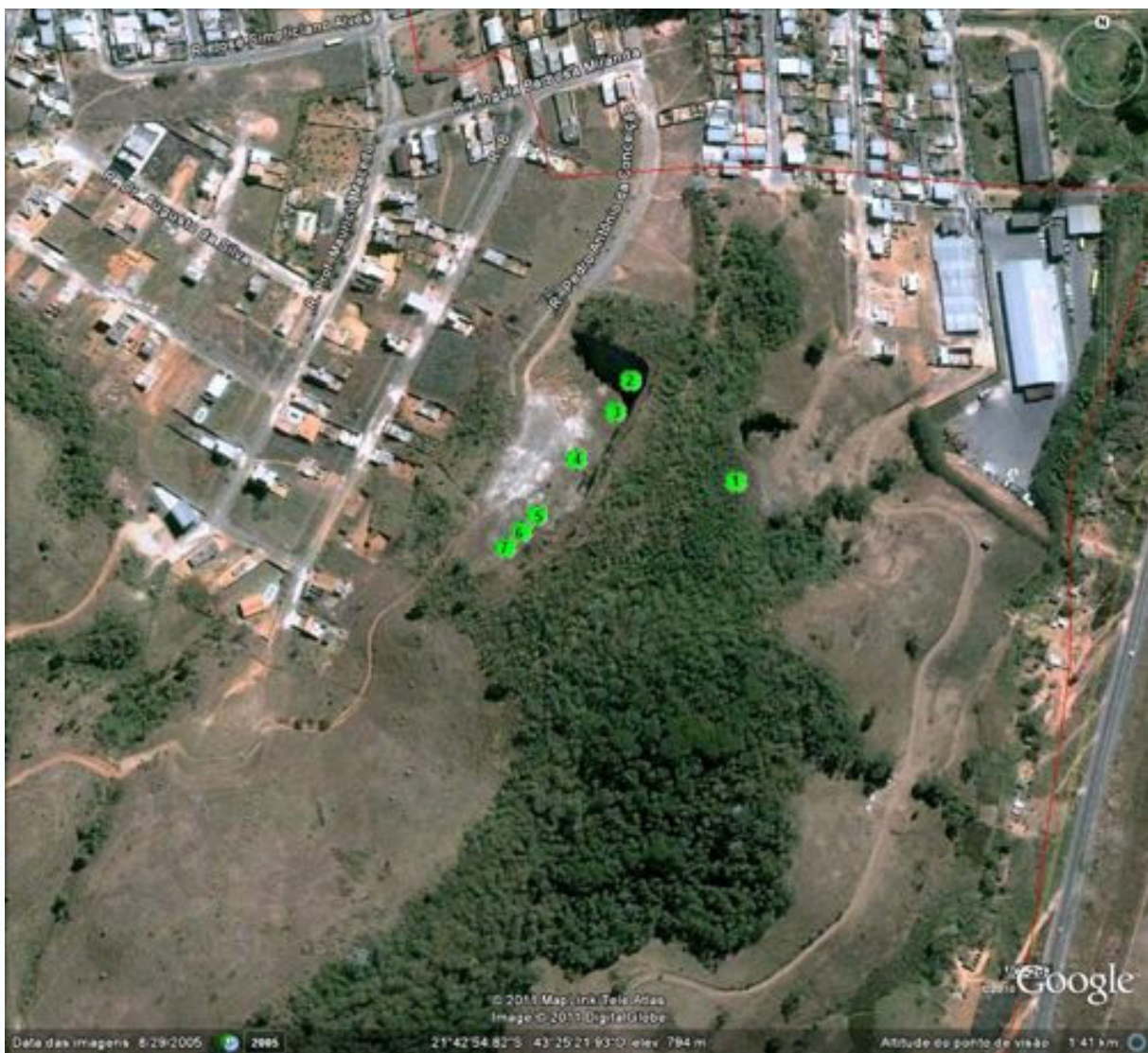


Figura 35 – Localização de áreas de altíssimo risco no Bairro Nova Era, Região Norte

Acesso ao Bairro Igrejinha: Um ponto localizado à oeste (W) da Estrada para a Igrejinha e duas estradas vicinais (Figura 36).

Coordenadas: (Sistema de projeção adotado UTM WGS1984)

Ponto 1: 654450 / 7596600 (23S)

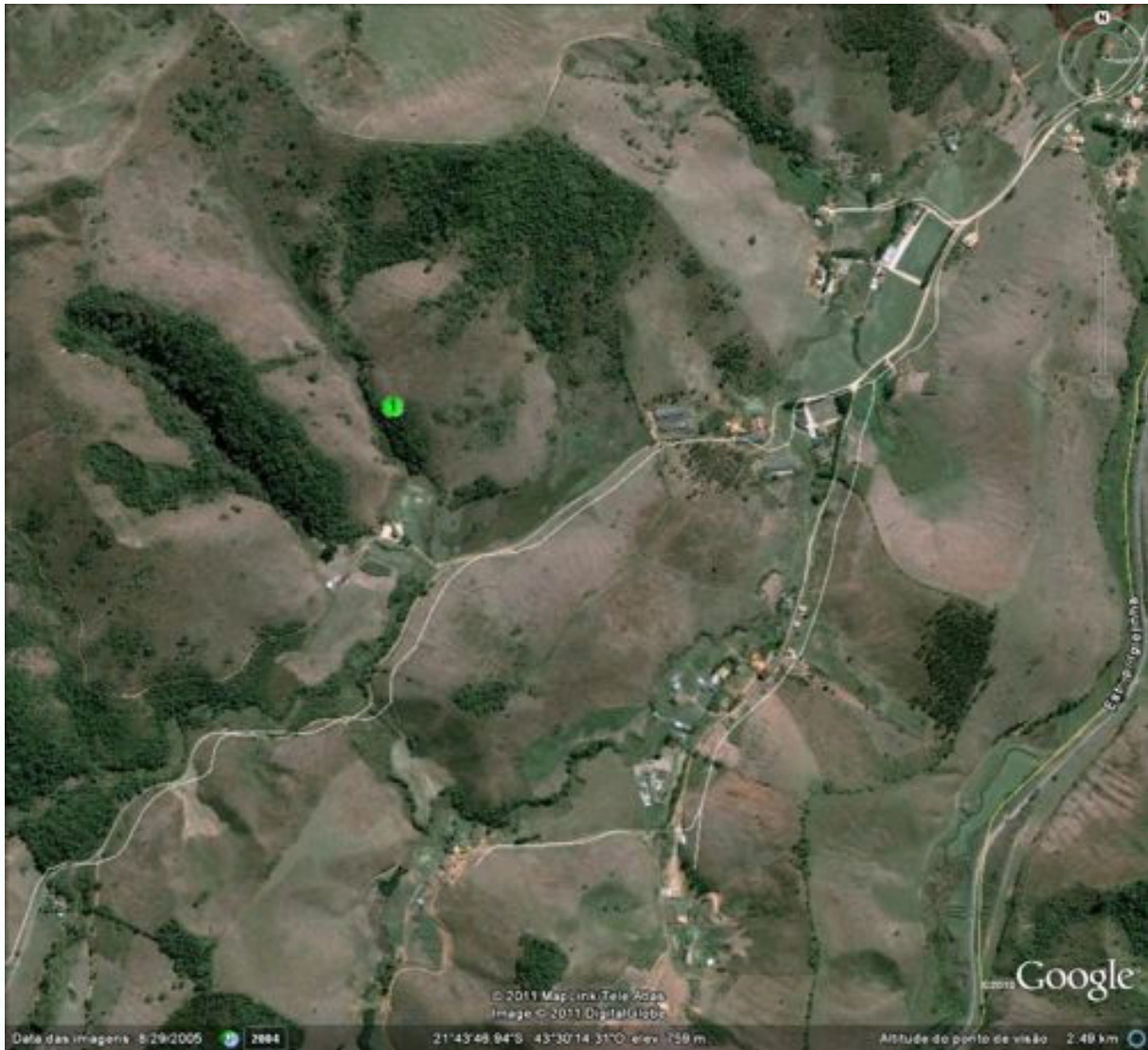


Figura 36 – Localização de áreas de altíssimo risco no acesso ao Bairro Igrejinha, Região Norte

Três pontos localizados à leste (E) da Estrada para Igrejinha. Estes pontos se encontram a sul (S) do ponto referenciado pela Figura 36 (Figura 37).

Coordenadas: (Sistema de projeção adotado UTM WGS1984)

Ponto 1: 656230 / 7594900 (23S)/

Ponto 2: 656210 / 7594890 (23S)/

Ponto 3: 656190 / 7594880 (23S)

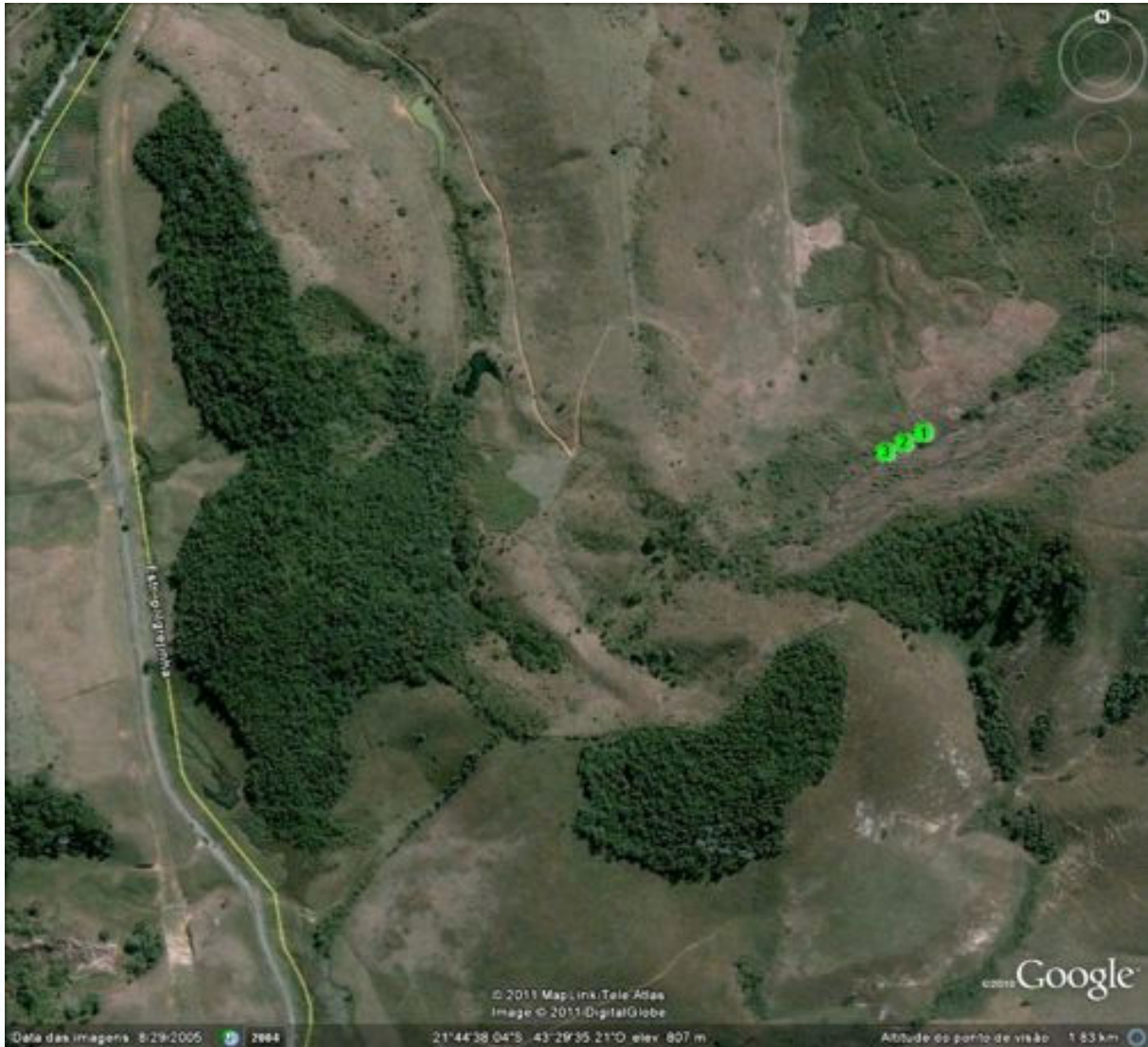


Figura 37 – Localização de áreas de altíssimo risco no acesso ao Bairro Igrejinha, Região Norte

Bairro Santa Cruz: Cinco pontos no Bairro Santa Cruz, no final de uma estrada de chão, acessada pela Rua Trem da Tarde (Figura 38)

Coordenadas: (Sistema de projeção adotado UTM WGS1984)

Ponto 1: 662485 / 7598030 (23S)/

Ponto 2: 662565 / 7598060 (23S)/

Ponto 3: 662370 / 7598010 (23S)/

Ponto 4: 662410 / 7598000 (23S)/

Ponto 5: 662200 / 7597940 (23S)



Figura 38 – Localização de áreas de altíssimo risco no Bairro Santa Cruz, Região Norte

Observa-se que as Cartas de Litologia e Geomorfologia existentes se restringem a apenas uma parte da área urbana do município, não cobrindo toda a área de estudo, neste caso, a Zona Norte. Assim sendo, os dados relativos ao risco geológico não foram abordados neste diagnóstico devido à falta de dados de geologia, geotecnia e solos disponíveis nos órgãos ligados à Prefeitura de Juiz de Fora para a zona norte do município.

5.1.3. Caracterização das sub-bacias da Zona Norte quanto à Gestão de Resíduos Sólidos

Sabe-se que os riscos de inundação na bacia hidrográfica, estão associados, dentre outros fatores relevantes, à quantidade de resíduos que atingem a rede de drenagem pluvial. A quantidade de resíduo sólido encontrado no sistema de drenagem urbana, por outro lado, pode ser influenciada por uma série de fatores, entre os quais se podem citar: hábitos e costumes da população, frequência de varrição desenvolvida pelo órgão responsável pela gestão de resíduos, características da bacia hidrográfica, uso e ocupação do solo, características das precipitações – intensidade e duração, número de habitantes da bacia, práticas de gerenciamento urbano, programas de conscientização ambiental e ainda o nível social e econômico da comunidade.

Há que se considerar ainda, as conseqüências provenientes da impermeabilização da bacia de drenagem, o que associado à deseducação e falta de ação ambiental pró-ativa do cidadão, potencializam o aumento da quantidade de resíduos que atingem a rede urbana de drenagem.

Assim, dentro dessa ótica, a quantificação do total e a tipologia de resíduos que atingem a sistema de drenagem municipal é um aspecto absolutamente essencial para que se evitem uma das conseqüências mais fundamentais de sua obstrução: as enchentes e inundações urbanas.

Após a busca de informações em órgãos da Prefeitura Municipal de Juiz de Fora (PJF), em especial no Departamento Municipal de Limpeza Urbana - Demlurb, e Secretaria de Obras – SO, concernentes às sub-bacias hidrográficas do Rio Paraibuna situadas na zona norte do município, observou-se que não existem dados relacionados às tipologias e quantidades de resíduos aportados e/ou retirados da rede de drenagem pluvial na região.

Na grande maioria das sub-bacias consideradas, a coleta de Resíduos Urbanos é realizada três vezes por semana. A Tabela 14, a seguir, apresenta a frequência semanal de coleta de resíduos nas diversas bacias estudadas e a discriminação dos bairros nelas localizados.

Tabela 14 – Frequência semanal de Coleta de Resíduos Sólidos nas sub-bacias do PD/JF ZN.

Sub - Bacias da Região Norte de Juiz de Fora / Coletas		
Bairros	Bacia Hidrográfica	Nº de Coletas
Benfica	BD 24 a 27- BE 25 e 26	3
Vila Esperança	BD 24 a 27- BE 25 e 27	3
Nova Benfica	BD 24 a 27- BE 25 e 28	3
Araújo	BD 24 a 27- BE 25 e 29	3
Ponte Preta	BD 24 a 27- BE 25 e 30	3
Bar. do Triunfo	BD 24 a 27- BE 25 e 31	3
S. Judas Tadeu	BD 24 a 27- BE 25 e 32	3
Santa Cruz	BD 28 e 29	3
Nova Era II	BD 29 a BD 31	3
Nova Era I	BD 29 a BD 32	3
Barbosa Lage	BD 32 a BD 37	3
Cidade do Sol	BD 32 a BD 38	3
Remonta	BD 28 a 31 - BE 26 a 42 e BE 44	1
Jóquei Clube	BD 38	3
Jardim Natal	BD 39	3
Industrial	BD 39 e 40	3
Fco. Bernardino	BD 39	3
Milho Branco	BD 40	3
Carlos Chagas	BD 41	3
Cerâmica	BD 40 e 42	3
São Dimas	BD 43	3
Esplanada	BD 42 e 43	3
Monte Castelo	BD 41	3
Fábrica	BD 43 a 45	3

Fonte: Demlurb (2011)

Segundo informações coletadas com moradores dos bairros visitados, em ruas com estabelecimentos de maior porte, como por exemplo, Bairros Fábrica (BD 43), São Dimas (BD 43) e Francisco Bernardino (BD 39), a coleta é diária, de segunda a sábado. No Bairro Remonta (BD 28 a 31 - BE 26 a 42 e BE 44) a coleta é realizada uma vez por semana apenas.

Segundo o Demlurb, para a área de abrangência do PD/JF ZN não há planejamento de rotina ou execução de varrição ou capina de logradouros.

Da mesma fonte, sabe-se que a varrição de ruas do município é realizada diariamente exclusivamente em sua área central, bem como nas ruas principais de alguns bairros, onde existe concentração de estabelecimentos comerciais. Nas demais áreas, a varrição é feita na forma de mutirão, sendo cada turma responsável por determinado número de bairros, onde a seqüência e a prioridade de execução são estabelecidas pelo encarregado, a partir de uma avaliação da situação em cada bairro, bem como a partir de solicitações da população. Conclui-se, assim, que não há planejamento continuado nem mesmo indicadores de desempenho acerca das varrições nos bairros que fazem parte das sub-bacias da Zona Norte de Juiz de Fora uma vez que a prioridade é estabelecida pelo encarregado ou através de solicitação dos munícipes.

Com relação á desobstrução de bocas de lobo, a situação referente aos quantitativos de resíduos sólidos urbanos removidos na região norte não difere das demais regiões na área urbana do município. A atribuição da SO em realizar a desobstrução não requer da mesma que quantifique os tipos de resíduos retirados ou que tenha um planejamento de frequência, ou rotinas, de desobstruções.

O reconhecimento desta realidade foi feito através de visita em alguns bairros localizados nas sub-bacias hidrográficas do Rio Paraibuna, na área de abrangência do PD/JF, conforme Tabela 15 e Fotos 32 a 39, mostradas a seguir.

Tabela 15 – Bairros de referência e sub-bacias, abril de 2010

SUB-BACIAS	BAIRROS DE REFERÊNCIA
BD 28 e BD 29 e BE 25 e 26	Santa Cruz
BD 29 a BD 31	Nova Era
BD 38	Jóquei Clube
BD39	Francisco Bernardino
BD 39 a BD 40	Industrial
BD 32	Barbosa Lage
BD41	Carlos Chagas
BD 40 e BD42	Cerâmica
BD 42 e BD 43	Esplanada
BD 41	Monte Castelo
BD 43	Fábrica



Foto 32 - Rua José Basílio da Costa - Bairro Jóquei Clube – BD 38



Foto 33 - Rua Vidal Barbosa Lage - Bairro Jóquei Clube – BD 38



Foto 34 - Rua Dr. Simeão de Faria - Bairro Santa Cruz – BE 25



Foto 35 - Rua Doardino Longo (entulho e lixo)- Bairro Barbosa Lage - BD 32



Foto 36 - Rua José Basílio da Costa - Bairro Jóquei Clube - BD-38



Foto 37 - Margens Corr. Carlos Chagas - Bairro C. Chagas - BD-41



Foto 38 - Rua Eunice Weaver (proximidades) - Bairro C. Chagas – BD-41



Foto 39 - Rua Nunes Lima - Bairro Jóquei Clube - BD-38
(Fotos 32 a 38 - Fonte: Acervo UFJF – ESA)

Além de resíduos sólidos urbanos sem coleta, a zona norte de Juiz de Fora também apresenta vários pontos de lançamento de resíduos da construção civil, mesmo que o município de Juiz de Fora conte com um Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil – PIGRCC, em fase de implantação.



Foto 40 - Rua Helena Bittencourt – Bairro Carlos Chagas - BD-41



Foto 41 - Rua Barra Mansa - Bairro Industrial - BD-40
(Fotos 40 a 41 - Fonte: Acervo UFJF – ESA)



Foto 42 - Avenida Coronel Vidal - Bairro São Dimas



Foto 43 - Rua Dr. Milton Ladeira - Bairro Milho Branco



Foto 44: Bairro Remonta
(Fotos 42 a 44 - Fonte: Acervo UFJF – ESA)

Estes problemas podem ter como causa o fato de que a cidade não tem um Plano Diretor de Limpeza Urbana, somente contando com uma Central de Tratamento de Resíduos - CTR, localizada no distrito de Dias Tavares, entre o trevo da AcelorMittal Aços Longos e o trevo do bairro Dias Tavares, a aproximadamente 25 km do centro urbano de Juiz de Fora.

Estima-se que o percentual de coleta de resíduos urbanos atinja 99% (Demlurb, 2010). Todavia, os resíduos coletados e encaminhados pelo Demlurb à CTR, absolutamente não respondem pela obstrução das canalizações dos sistemas de drenagem e efetivamente não atingem as redes de macrodrenagem urbana.

Como inexistem informações acerca das quantidades e classes de resíduos sólidos coletados pelo Demlurb e que afetam à microdrenagem urbana, causando obstruções e consequentemente alagamentos de vias, pode ser feita uma estimativa preliminar semi-quantitativa; acerca das potenciais quantidades de resíduos sólidos que atingem os sistemas de drenagem Zona Norte; partindo-se do percentual estabelecido de coleta de resíduos sólidos urbanos igual a 99%, o que segundo o Demlurb representa 530 t/dia.

Assim, 1% dos resíduos urbanos não é coletado, o que perfaz cerca de 5,3 t/dia para toda a região urbana do município. Se a região norte de Juiz de Fora representa, em termos populacionais, 16,7% do total de habitantes, tendo em conta que Juiz de Fora possui cerca de 512 mil habitantes. Assim, aplicando-se este percentual, 16,7%, ao excedente de resíduos não coletados em toda a cidade, 5,3 t/dia, conclui-se que, teórica e grosseiramente, 885,1 kg por dia de resíduos não são coletados na região de estudo.

Considerando-se a área da região norte seja igual a 364,86 km² ou 36486 ha, conclui-se que a contribuição por hectare por ano da região objeto deste estudo é de aproximadamente 9 kg. Ressalta-se que este valor é estimativo com bases no percentual de resíduos não coletados e hipóteses frágeis, já que não há informações específicas acerca dos resíduos de varrição da zona norte nem tampouco das quantidades de resíduos retirados dos sistemas de drenagem no município de Juiz de Fora, mas de qualquer maneira, não deixa de ser preocupante pelas implicações do acúmulo de resíduos sólidos no sistema de drenagem.

5.1.4. Caracterização das sub-bacias da Zona Norte quanto à Gestão dos Problemas de Saúde Pública

Como se sabe, a coleta de esgotos em Juiz de Fora é feita com lançamento de esgoto in natura na maioria dos cursos d'água e na região norte não era diferente até pouco tempo, sendo os maiores receptores o córrego Carlos Chagas; recebendo contribuição dos bairros Carlos Chagas e parte de Monte Castelo; o córrego Santa Cruz; recebendo contribuição dos bairros Santa Cruz e parte de Nova Era; e o Córrego Igrejinha, recebendo contribuição de parte de Benfica e de Igrejinha.

Hoje, a maior parte da área de abrangência do PD/JF ZN conta com uma Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Barbosa Lage, em operação desde outubro de 2008. Em conjunto com a ETE Barreira do Triunfo, a ETE Barbosa Lage trata 25% de todo esgoto produzido na Zona Norte, o que representa cerca de 8% do município. Com o projeto de ampliação da estação de Barbosa Lage, as duas unidades serão responsáveis pelo tratamento de todo o esgoto produzido na área, ou seja, 28% do total da cidade.

Se por um lado o problema do lançamento de esgotos no sistema de macrodrenagem da região norte de Juiz de Fora está sendo equacionado, observa-se ainda, em alguns pontos, a utilização da vasta rede hídrica como escoadouro do lixo, o que é sinaliza problemas na coleta de resíduos sólidos urbanos na região norte da cidade ou descaso da população local com os recursos hídricos.



Foto 45 - Córrego Humaitá, BD 39
(Fonte: PJF, SO/Defesa Civil, 2009)

Ainda que esgoto e lixo no sistema de drenagem levem a eventos de inundações, observa-se que os boletins de ocorrência sistematizados pela Defesa Civil de Juiz de Fora, apontam que os eventos na zona norte do município têm uma distribuição espacial não uniforme e que as inundações acontecem principalmente pela ocupação cada vez mais crescente e rápida de áreas de várzea, em sua grande maioria com cotas topográficas abaixo das cotas máximas apresentadas pelo rio Paraibuna.

Como já exposto, as obras executadas ao longo das últimas décadas no rio Paraibuna possibilitaram que os mais recentes registros de ocorrências de inundações, em sua maioria,

não mais se referissem ao transbordamento do canal principal, mas sim ao transbordamento de seus tributários ou à incapacidade do sistema de microdrenagem existente em conduzir as vazões decorrentes das intensidades de precipitações e a zona norte da cidade tem sido uma das mais castigadas nos últimos anos.



Fotos 46 e 47 - Transbordamento do Córrego Humaitá no bairro Industrial - Sub-bacia – BD 39
(Fonte: Acervo SPDE/PJF, 2007)

Sobre a relação das características urbanísticas relativas à drenagem e saúde coletiva, o diagnóstico do PD/JF ZN leva em consideração a diferenciação existente entre certas situações que favorecem o aparecimento de vetores causadores de algumas doenças que podem ser associadas à carência ou ineficiência do sistema de drenagem tais como empoçamentos, as inundações e os alagadiços (SOUZA et al.,2003).

Tabela 16 - Relação Problema de drenagem urbana x enfermidade associada

PROBLEMA DE DRENAGEM URBANA	ENFERMIDADE ASSOCIADA
Empoçamentos	- favorecem o aparecimento de enfermidades como a malária, filariose, dengue, febre amarela urbana
Alagadiços	- proliferação do caramujo hospedeiro do agente causal da esquistossomose introduzido no sistema pelo lançamento de esgotos. - contaminação por larvas infectantes ou ovos de helmintos causadores da ascaridíase, da ancilostomíase e da tricuriíase através do contato direto com o solo onde estejam presentes larvas infectantes do helminto causador ou pela ingestão de água e alimentos contaminados. - podem ser responsáveis pela contaminação da água potável distribuída à população por meio de redes de abastecimento que tenham contato direto com essas águas, em função de subpressão na rede, favorecendo o aparecimento da hepatite viral A, da febre tifóide e de diversos tipos de diarreia
Inundações	- favorece o aparecimento da leptospirose

(Fonte: Souza, Moraes e Bernardes, 2003)

Com base no levantamento cadastral das sub-bacias feito em princípios de 2011, verificou-se que o estado da rede de drenagem existente, além de favorecer as inundações, também favorece aos empoçamentos e alagadiços, já que em muitos pontos se encontra em estado de má conservação e, em muitas situações, a rede serve de apoio para moradias, a maioria construída de forma irregular, o que faz com que seus moradores tenham contato direto e repetitivo com as águas pluviais, principalmente durante o longo período de chuvas que a cidade apresenta – de setembro a março.



Foto 48 - Galeria pluvial à montante do córrego Humaitá, BD 39



Foto 49 - Bueiro duplo assoreado - córrego Humaitá, BD 39



Foto 50 - Ocupação ribeirinha à esquerda do córrego Humaitá, BD 39



Foto 51 - Trecho concretado do Ribeirão da Rosas, BE 41



Foto 52 - Ocupação ribeirinha à esquerda do Ribeirão das Rosas, BE 41



Foto 53 - Lançamento de esgoto no Ribeirão da Rosas, BE 41



Foto 54 - Ponte irregular em construção sobre o Ribeirão das Rosas, BE 41



Foto 55 - Passarela sobre a galeria de águas pluviais, córrego Carlos Chagas, BD 41

(Fotos 48 a 55 - Fonte: Acervo ESA/UFJF, 2011)

Observa-se que as doenças relacionadas com contaminação de fezes na água e o abastecimento de água devem ser notificadas ao Ministério da Saúde – MS de acordo com a Portaria do MS nº 2.325/2003 e a Resolução nº 1.481/2008 da Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais – as quais dispõem sobre Agravos de Notificação Compulsória, conforme mostrado na Tabela 17.

Tabela 17 - Riscos Relacionados por Contaminação de Fezes na Água e Abastecimento de Água de Notificação Compulsória e Não Compulsória de acordo com o Ministério da Saúde

Doenças	Notificação Compulsória	Notificação Não Compulsória
Relacionadas por Contaminação de Fezes na Água	Bactéria: Febre Tifóide e Paratífóide; Cólera; Diarréia aguda Vírus: Hepatite A e E; Poliomielite; Diarréia aguda Protozoário: Diarréia aguda; Esquistossomose	Protozoário: Toxoplasmose Helmintos: Ascariíase; Tricuríase; Ancilostomíase Teníase Cisticercose
Relacionadas com Abastecimento de Água	Transmissão pela água: Cólera; Febre tifóide; Hepatite infecciosa; Diarréia aguda	Transmissão pela água: Giardíase e Amebíase
	Pela falta de limpeza, higienização com a água: Tracoma	Pela falta de limpeza, higienização com a água: Escabiose; Pediculose (pioelho); Conjuntivite bacteriana aguda; Tricuríase; Enterobiase; Ancilostomíase; Ascariíase
	Por vetores que se relacionam com a água: Malária; Dengue; Filariose	-----
	Associada à água: Esquistossomose; Leptospirose	-----

(Fonte: Portaria do MS nº 2.325/2003 e Resolução nº 1481 de 16/05/2008 da SES de MG - Dispõem sobre Agravos de Notificação Compulsória.)

Com base no estudo realizado por Fernandes e Teixeira (2011) sobre a associação entre a prevalência de diferentes doenças – leptospirose, febre tifóide, hepatite vital A, dengue, doenças diarréicas agudas – e cobertura populacional por sistemas de drenagem urbana para toda a cidade de Juiz de Fora; utilizando dados secundários do banco de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN do Ministério da Saúde que é alimentado, principalmente, pela notificação e investigação de casos de doenças e agravos que constam da lista nacional de doenças de notificação compulsória (SINAN, 2011); observa-se que:

- (i) a Secretaria de Saúde de Juiz de Fora não faz inserção de casos de diarréia;
- (ii) é possível elaborar tabela contendo dados do SINAN para o período entre 2000 e 2009, mesmo que os dados referentes ao ano de 2008 ainda estejam sujeitos à revisão e os dados para o ano de 2009 ainda sejam parciais.

Tabela 18 - Ocorrência dos casos de leptospirose, febre tifóide, hepatite viral A e dengue na cidade de Juiz de Fora – 2000 a 2009

Ano	Casos			
	Leptospirose	Febre tifóide	Hepatite viral A	Dengue
2000	0	0	0	0
2001	5	0	116	0
2002	4	0	46	0
2003	7	0	94	0
2004	11	1	17	0
2005	10	0	103	0
2006	11	0	36	44
2007	22	0	149	314
2008	16	0	139	1303
2009	13	0	186	998

(Fonte: Adaptado de Fernandes e Teixeira - 2011)

Com base na Tabela 18, pode-se verificar que, para o período em análise:

- ocorre uma grande variação nos registros dos casos de leptospirose, sendo que durante o ano de 2007 obteve-se o maior número de casos confirmados e notificados em Juiz de Fora, ano do maior volume de chuvas da série estudada;
- para a febre tifóide, no ano de 2004 foi registrada a maior ocorrência de casos notificados e confirmados (um caso) e, nos demais anos, não houve nenhuma ocorrência notificada;
- foram notificados e confirmados 186 de ocorrências de hepatite viral A em 2009;
- a maior ocorrência de casos de dengue foi registrada para o ano de 2008, com 1303 casos notificados.

Quando comparando os dados do SINAN com a média anual da incidência de enfermidades causadas por deficiências, ou falta de serviços de saneamento, para um grupo de 100.000 habitantes, observados em um período de dez anos, Juiz de Fora apresenta os seguintes resultados.

Tabela 19 - Dados relativos à incidência dos casos para cada 100.000 habitantes de enfermidades relacionadas ao saneamento básico na cidade de Juiz de Fora.

Ano	População de Juiz de Fora (habitantes)*	Incidência (casos/100.000hab)			
		Leptospirose	Febre tifóide	Hepatite viral A	Dengue
2000	456.796	0	0	0	0
2001	65.080	1,08	0	24,94	0
2002	471.693	0,85	0	9,75	0
2003	478.607	1,46	0	19,64	0
2004	493.121	2,23	0,20	3,45	0
2005	501.153	1,99	0	20,55	0
2006	509.125	2,16	0	7,07	8,64
2007	513.348	4,29	0	20,02	61,17
2008	520.612	3,07	0	26,70	250,28
2009	526.709	2,47	0	35,31	189,48

(Fonte: Adaptado de Fernandes e Teixeira (2011), (*) Estimativa populacional do IBGE.)

Nota-se um crescente número de casos de dengue o que denota, ainda, a falta de conscientização da população em relação aos cuidados necessários para impedir a proliferação da doença como, por exemplo, não deixar água parada, considerando-se que a água é um ambiente propício à proliferação da dengue, associado a deficiências nos sistemas de saneamento básico, tais como a inexistência da drenagem das águas pluviais e de redes de esgoto ou a má condição em que elas se encontram, favorece o aumento da transmissão da doença (Fernandes e Teixeira, 2011).

Analisando-se especificamente a situação da Zona Norte do Município de Juiz de Fora, verifica-se que não existem informações que permitam correlacionar a carência e/ou ineficiência do sistema de drenagem e problemas de saúde na região. Existem apenas informações sobre algumas microrregiões atendidas pelo Programa Saúde da Família – PSF que possui agentes que visitam as residências regularmente. As informações coletadas pelo PSF que dizem respeito ao saneamento básico são:

- forma de abastecimento de água (rede pública, poço ou nascente, outros);
- formas de tratamento da água (filtração, fervura, cloração, sem tratamento);
- destinação de fezes e urina (sistema de esgoto, fossa, céu aberto);

- destinação do lixo (coleta pública, queimado ou enterrado, céu aberto).

A Tabela 20 reúne as informações referentes ao saneamento básico coletadas junto ao Sistema de Informação da Atenção Básica – SIAB oriundas do PSF para o Município de Juiz de Fora, ressaltando que apenas uma parcela da população é visitada. Para a Zona Norte do Município de Juiz de Fora, as informações estão contidas na Tabela 21.

Tabela 20 – Total geral de pessoas atendidas pelo SIABS – PSF por situação de saneamento básico para o Município de Juiz de Fora.

Item	Total de pessoas atendidas pelo PSF	%
Abastecimento de água		
Rede pública	64.010	95,04
Poço ou nascente	2.700	4,01
Outros	640	0,95
Tratamento de água no domiciliar		
Filtração	64.303	95,47
Fervura	317	0,47
Cloração	986	1,46
Sem tratamento	1.744	2,59
Destinação de fezes / urina		
Sistema de esgoto	64.308	95,48
Fossa	1.554	2,31
Céu aberto	1.488	2,21
Destino do lixo		
Coleta pública	66.438	98,64
Queimado/enterrado	805	1,20
Céu aberto	105	0,16

(Fonte: Secretaria Municipal de Saúde - 2010 – Visita realizada)

Tabela 21 – Informações gerais sobre cobertura por serviços do saneamento para a população da área de abrangência do PD/JF ZN

Unidade SIAB/PSF	Abastecimento de água População Atendida			Tratamento de água no domiciliar População Atendida				Destinação de fezes e Urina População Atendida			Destinação do Lixo População Atendida		
	Rede pública	Poço ou nascente	Outros	Filtração	Fervura	Cloração	Sem tratamento	Sistema de esgoto	Fossa	Céu aberto	Coleta pública	Queimado/enterrado	Céu aberto
Monte Castelo	2271 (96,35%)	29 (1,23%)	57 (2,42%)	2321 (98,47%)	5 (0,21%)	5 (0,21%)	26 (1,10%)	2297 (97,45%)	50 (2,12%)	10 (0,42%)	2341 (99,32%)	15 (0,64%)	1 (0,04%)
Jockey Club I	2043 (99,61%)	6 (0,29%)	2 (0,10%)	2.014 (98,20%)	6 (0,29%)	12 (0,59%)	19 (0,93%)	2.043 (99,61%)	4 (0,20%)	4 (0,20%)	2.049 (99,90%)	2 (0,10%)	-
Jockey Club II	2404 (97,84%)	23 (0,94%)	30 (1,22%)	2312 (94,10%)	12 (0,49%)	50 (2,04%)	83 (3,38%)	2417 (98,37%)	37 (1,51%)	3 (0,12%)	2434 (99,06%)	21 (0,85%)	2 (0,08%)
Milho Branco	2070 (90,51%)	4 (0,17%)	213 (9,31%)	2209 (96,59%)	1 (0,04%)	19 (0,83%)	58 (2,54%)	2.068 (90,42%)	218 (9,53%)	1 (0,04%)	2.280 (99,69%)	6 (0,26%)	1 (0,04%)
Santa Cruz II	473 (98,34%)	7 (1,46%)	1 (0,21%)	459 (95,43%)	2 (0,42%)	5 (1,04%)	15 (3,12%)	481 (100%)	-	-	480 (99,79%)	-	-
Barreira do Triunfo	591 (67,78%)	278 (31,88%)	3 (0,34%)	806 (92,43%)	2 (0,23%)	10 (1,15%)	54 (6,19%)	604 (69,27%)	181 (20,76%)	87 (9,98%)	816 (93,58%)	54 (6,19%)	2 (0,23%)
Vila Esperança	1968 (97,28%)	15 (0,74%)	40 (1,98%)	1831 (90,51%)	14 (0,69%)	26 (1,26%)	152 (7,51%)	1979 (97,33%)	35 (1,73%)	9 (0,44%)	1996 (98,67%)	26 (1,29%)	1 (0,05%)
Igrejinha	492 (72,25%)	179 (26,28%)	10 (1,47%)	468 (68,72%)	11 (1,62%)	1 (0,15%)	201 (29,52%)	332 (48,75%)	49 (7,20%)	300 (44,05%)	614 (90,16%)	62 (9,10%)	5 (0,73%)
Jardim Natal	492 (72,25%)	179 (26,28%)	10 (1,47%)	468 (68,72%)	11 (1,62%)	1 (0,15%)	201 (29,52%)	614 (90,16%)	62 (9,10%)	5 (0,73%)	1.633 (100%)	-	-
Santa Cruz I	1181 (99,75%)	3 (0,25%)	-	1153 (97,38%)	5 (0,42%)	3 (0,25%)	23 (1,94%)	1176 (99,32%)	5 (0,42%)	3 (0,25%)	1.178 (99,49%)	6 (0,51%)	-
São Judas Tadeu	1587 (98,94%)	11 (0,69%)	6 (0,37%)	1526 (95,14%)	11 (0,69%)	39 (2,43%)	28 (1,75%)	1578 (98,94%)	3 (0,19%)	7 (0,44%)	1598 (99,63%)	3 (0,19%)	3 (0,19%)

Os aspectos acima mencionados, e tabelados, dizem respeito apenas a alguns itens relacionados ao saneamento básico, e aqui cabe ressaltar, mais uma vez, que informações sobre os serviços de drenagem urbana compõem também o conceito de saneamento básico. Logo, informações sobre a ocorrência de enchentes nestas áreas e as possíveis manifestações de algumas doenças após as ocorrências poderiam ser relatadas.

Observa-se que poucas são as informações sobre a ocorrência de doenças relativas à região norte do município e que as informações obtidas pelos agentes comunitários do PSF sobre saneamento básico não se relacionam diretamente à drenagem urbana e os dados por eles coletados se referem ao número de crianças com diarreia, casos de tuberculose, índice de amamentação, dentre outros.

Ainda que os dados obtidos ofereçam um perfil determinado das microrregiões do PSF sob alguns aspectos, há uma grande carência de informações que permita relacionar as enfermidades citadas com os problemas de drenagem verificados na região norte de Juiz de Fora.

5.2. Funcionamento hidráulico do sistema de drenagem da área de abrangência do PD/JF ZN

A figura abaixo representa a visão integrada, considerada ideal para controlar os problemas de um sistema de drenagem urbana tendo por base uma íntima relação entre as medidas que devem ser implementadas no planejamento urbano, oriundas de planos de controle do sistema de drenagem.



Figura 39 – Visão integrada da gestão municipal para controle do sistema de drenagem
(Fonte: Tucci - 2005)

Com base nesta proposta integradora de análise e diagnóstico e nas propostas do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora – PDDU, consolidado por meio da Lei Municipal 9.811 (Juiz de Fora, 2000) e nas leis urbanísticas vigentes, entre elas a 6.908, de 31 de maio de 1986 (Juiz de Fora, 1986a), que trata do parcelamento do solo, algumas considerações sobre o cenário da drenagem urbana de Juiz de Fora, com ênfase na área de abrangência do PD/JF ZN foram elaboradas, como mostrado a seguir.

5.2.1. Articulação entre o planejamento urbano e o sistema de drenagem

É consenso a influência do parcelamento, uso e ocupação do solo no sistema de drenagem. Isto pode ser verificado no arcabouço jurídico da Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Brasil, 1997), que no seu artigo 1º, inciso V, considera a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Já o artigo 3º, que trata das diretrizes de ação desta lei, prevê, no inciso V, que deverá ser feita uma articulação da gestão dos recursos hídricos com o uso do solo.

Portanto não é possível falar em planejamento do sistema de drenagem urbana, de maneira isolada, desvinculando-o da gestão urbana – parcelamento, uso e ocupação do solo –, uma vez que os fenômenos físicos são vivenciados dentro de uma bacia hidrográfica, onde qualquer ação pontual na bacia afetará a drenagem das águas pluviais.

Até 1980, o município de Juiz de Fora não dispunha de uma legislação urbana sistemática que regesse o seu crescimento. Vigorava, até então, o Código de Obras, editado em 1938 que, muito genérico no controle dos loteamentos e parcelamentos, foi revelando-se inadequado e ultrapassado não só em relação à legislação federal de 1979, como também à própria evolução da cidade. (PDDU, 2000:185 e 188).

A lei acima referida é a Lei Federal 6.766 (Brasil, 1979) que estabeleceu como obrigatória a implantação de sistemas de drenagem na abertura de novos loteamentos e, ainda, que os municípios deveriam definir diretrizes urbanísticas para subsidiar a elaboração de projetos de novos parcelamentos do solo.

Em 1980, o Município de Juiz de Fora aprovou a Lei Municipal 5.740, com o objetivo de se adequar à legislação federal. Posteriormente, esta lei foi revogada quando da aprovação da Lei Municipal 6.908 em 31 de maio de 1986 (Juiz de Fora, 1986a). Esta lei foi um grande avanço para sua época, regulamentando o parcelamento do solo em nível municipal, uma vez que atendia os preceitos da Lei Federal 6.766/1979.

Quanto ao uso e à ocupação do solo, a lei que regulamenta o uso permitido em cada região da cidade é a Lei Municipal 6.910, de 31 de maio de 1986 (1986b). Para a área de estudo, Zona Norte do Município de Juiz de Fora, a legislação em vigor estabelece critérios gerais, a saber, unidades territoriais – UTs – não detalhadas.

Após a promulgação da legislação urbana básica de Juiz de Fora, em 1986, aconteceram inúmeros avanços no país como, por exemplo, o Estatuto das Cidades (Brasil, 2001) e a Lei do Saneamento Básico (Brasil, 2007). O crescimento da cidade e de sua economia criaram uma cidade muito mais complexa do que a existente quando da aprovação da Legislação Urbana Básica, fazendo-se notória a necessidade de revisão e atualização da Legislação Urbana Básica do Município de Juiz de Fora.

No entanto, considerando a legislação em vigor, o artigo 20 da Lei Municipal 6.908, de 31 de maio de 1986 (Juiz de Fora, 1986a), que trata do parcelamento do solo no Município de Juiz de Fora, determina que quando da execução de obras de terraplenagem para a implantação de loteamentos, deverão ser executadas obras de sistemas de drenagem, de forma a preservar as linhas naturais de escoamento das águas superficiais.

No parágrafo único do artigo 20, é fixado que o sistema de drenagem a ser executado deverá acomodar-se às linhas de drenagem natural, podendo ser exigidas, sempre que necessário, estruturas terminais tais como muros de ala e de testa, dissipadores de energia e proteção de linha de escoamento, ao longo do trajeto até o lançamento no fundo de vale mais próximo, de modo a prevenir problemas relativos à erosão, ao assoreamento e às enchentes.

O artigo 27 da Lei 6.908, de 31 de março de 1986 (Juiz de Fora, 1986a), define que as diretrizes a serem fornecidas pela Prefeitura no caso de parcelamento do solo compreendem, entre outros aspectos, características, dimensionamento e traçados das vias de circulação do sistema viário do município que deverão ser respeitadas na gleba a lotear.

Em relação à área de abrangência do PD/JF ZN, comumente chamada de Zona Norte, segundo informações de técnicos da Secretaria de Atividades Urbanas – SAU, esta é uma das regiões da cidade em que a regularização de novos parcelamentos é bastante deficiente, com vários loteamentos sendo considerados terrenos desocupados se levados em conta os dados existentes no Cadastro Técnico da Prefeitura de Juiz de Fora. O problema ocorre por ser a Zona Norte uma região periférica da cidade e uma área de expansão urbana, sendo inclusive a região com maior acúmulo de assentamentos subnormais e invasões do município. Um grande número de edificações é construído em áreas inadequadas para assentamentos urbanos, deixando-as sujeitas todos os anos a ocorrência de inundações.



Foto 56 – Av. Lúcio Bittencourt no Bairro Industrial



Foto 57 – Ocupação das margens do Rio Paraibuna no Bairro Jóquei Clube



Foto 58 – Rua Théofilo Tertuliano da Silva no Bairro Jardim Natal
(Fotos 56 a 58 - Fonte: Acervo Fadepe-ESA - 2010)

O não cumprimento do minimamente exigido pela legislação municipal faz com que a área de abrangência do PD/JF ZN apresente não somente formas desordenadas de parcelamento, uso e ocupação do solo, mas também áreas sujeitas à erosão, principalmente onde a topografia é acentuada. Além disto, a ocupação desordenada das faixas de várzeas – locais destinados à acomodação natural das cheias – agravou as condições de drenagem de muitos de seus bairros, dificultando inclusive a execução de obras de canalização, devido à pequena disponibilidade de espaços, em vales muitas vezes encaixados.

Como consequência, enchentes periódicas ocorrem nesta área já que a erosão e a ocupação do solo causam estrangulamento das galerias de águas pluviais e estrangulamento da calha dos córregos que a percorrem por assoreamento. A isto há que se somar o lançamento de lixo e entulho nos corpos de água, capina e varrição irregulares, o que carrega detritos para a rede de drenagem, natural e construída.

5.2.2. Articulação entre o sistema viário e o sistema de drenagem

A área de abrangência do PD/JF ZN é impactada por ser utilizada como ligação entre a BR-040 com a MG-353 ou com a BR-267, tendo como agravantes a grande quantidade de pontos geradores de tráfego, além do grande fluxo de caminhões e carretas. O resultado da

passagem de caminhões pesados é a retenção do trânsito até mesmo em locais onde este fluxo é permitido, como no Acesso Norte, o que é agravado ainda mais pelo número elevado de linhas de transportes coletivos que cruzam a Avenida Juscelino Kubitschek.



Fotos 59 e 60 – Fluxo de caminhões, carretas e coletivos urbanos no Acesso Norte
Fonte: Acervo Fadepe-ESA (2010)

Outro problema a ser registrado é a existência de inúmeras passagens de nível na Zona Norte de Juiz de Fora como, por exemplo, na Avenida Juscelino Kubitschek em frente à Fábrica de Cimento Tupi, no Bairro Benfica, como apresentado na foto abaixo.



Foto 61 – Passagem de nível na Av. Juscelino Kubitschek
(Fonte: Acervo Fadepe-ESA - 2010)

Com base no artigo 27 da Lei 6.908/1986, a Secretaria de Atividades Urbanas SAU da Prefeitura de Juiz de Fora, analisa as condições do dimensionamento e dos traçados das vias de circulação do sistema viário no interior do parcelamento do solo em análise, podendo

propor modificações nos projetos submetidos para posterior aprovação e emissão de permissão para a execução da obra de parcelamento do solo projetada.

Quanto à relação da drenagem com este tráfego pesado e a presença de da linha férrea cortando praticamente toda a zona norte do município, configurando quase que um divisor de águas; alterando os caminhamentos naturais das águas e gerando pontos de estrangulamento; é importante lembrar que a drenagem no município é geralmente feita usando os logradouros públicos, com as redes de águas pluviais construídas nas caixas das vias.

Somado a isto, é comum que as construções simplesmente joguem suas águas pluviais, canalizadas ou não, diretamente no sistema viário, seja através de escorregamento pela calçada ou nas sarjetas junto aos meios fios, ou em redes de esgoto, ou ainda, na melhor das hipóteses, na rede especial de drenagem quando existente.

Como não existe sistema de contenção domiciliar de águas pluviais e as sarjetas costumam estar obstruídas por lixo, entulhos, etc., estas águas avançam rápida e livremente pelas ruas; geralmente asfaltadas, ainda que muitas das vezes a pavimentação esteja em péssima conservação; propiciando alagamentos e conseqüentes retenções de trânsito de bens e pessoas.

Esta situação é vivida inclusive nas vias construídas margeando córregos ou naquelas vias que são sobrepostas às canalizações de córregos. Neste caso, o problema é agravado quando da presença de esgoto nas águas pluviais; decorrente do sistema misto ou ligações clandestinas; o que faz com que pessoas e veículos tenham contato direto com águas contaminadas.

5.2.3. Alternativas de valorização de cursos de água através de intervenções no leito maior

Leito de inundação ou leito maior de inundação é o espaço do vale que é inundável em época de cheias. Uma inundação ocorre quando o nível das águas ultrapassa os limites do leito menor, submergindo a área circundante, ou seja, a planície de inundação – Figura 40.

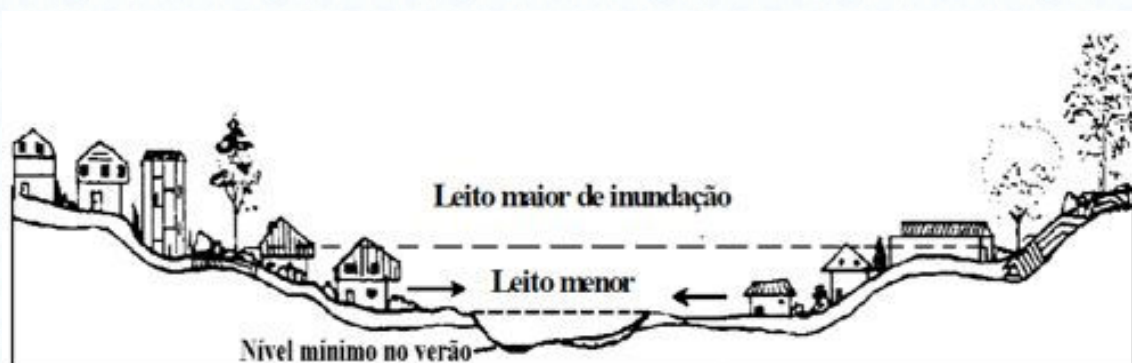


Figura 40 – Características do leito do rio.
(Fonte: Tucci - 2005)

O projeto de revitalização do Rio Paraibuna em Juiz de Fora é um exemplo de alternativa de valorização no leito maior dos cursos de água. O projeto, desenvolvido pela Prefeitura de Juiz de Fora, por intermédio da então Diretoria de Planejamento e Gestão Estratégica - DPGE, hoje Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - SPDE, consiste em uma completa reestruturação de todo o chamado Eixo Paraibuna, incluindo o rio e toda a área próxima ao seu curso, o leito maior do Rio Paraibuna e seus afluentes, no Município de Juiz de Fora.

A remodelação do Eixo Paraibuna num segmento que se estende desde o Bairro Poço Rico até o Bairro Benfica, em largura variável, está condicionada às interferências geomorfológicas e aos assentamentos existentes. Este trecho está configurado pelo espelho do rio e suas margens, a ferrovia e a Avenida Brasil, complementado pelo Acesso Norte.

Etapas importantes compõem o projeto de revitalização do Rio Paraibuna como a urbanização das margens, a recuperação de áreas degradadas, o reassentamento de famílias e a regularização fundiária, por meio de intervenções no leito maior do rio e de seus afluentes.

Urbanisticamente a revitalização do Rio Paraibuna prevê o tratamento paisagístico e o reflorestamento das margens do rio em 20 quilômetros lineares com construção de um parque linear no Bairro Benfica e outro no Bairro Jóquei Clube, ambos na área de abrangência do PD/JF ZN. Além destas intervenções, toda a área marginal, à direita do rio, está projetada para ser aproveitada para a construção de pista de caminhada e ciclovia.

O projeto prevê ainda a remoção de assentamentos subnormais de duas áreas que se localizam próximas ao curso do Rio Paraibuna, uma no Bairro Ponte Preta (Invasão da Ponte Preta) e outra no Bairro Jóquei Clube (Invasão da Remonta).

Um elemento a ser considerado nas intervenções no leito maior do Rio Paraibuna se refere à Mata do Krambeck, cuja conformação e posição estratégica exigem sua inserção na área urbana, principalmente a partir da aquisição do Sítio Malícia pela Universidade Federal de Juiz de Fora, em fevereiro de 2010, com o objetivo de criar um Jardim Botânico no local.

Outra iniciativa importante de valorização de cursos de água são os programas de educação ambiental. Deve-se destacar que vários órgãos da administração municipal já vêm desenvolvendo ações que incluem o trabalho de conscientização da população. A Cesama, o Demlurb, a Agenda/JF e a Secretaria Municipal de Educação fazem palestras em escolas e comunidades para conscientizar o cidadão da relação do espaço urbano com o meio ambiente, uma vez que a população de forma geral ainda tem fraca percepção da importância da educação ambiental como, por exemplo, que jogar lixo nos córregos e rios vai poluir as águas e dificultar o escoamento das águas pluviais no período de chuvas.

5.2.4. Alternativas de proteção de leito e margens através de intervenções no leito menor dos cursos de água

Leito de estiagem ou leito menor corresponde à zona ocupada por uma quantidade menor de água, como acontece, por exemplo, durante o inverno, período da seca.

Um exemplo de alternativa de proteção de leito e de margens através de intervenções no leito menor dos cursos de água, buscando melhor integrá-los no espaço urbano e reduzir os impactos ambientais da urbanização, é a despoluição do Rio Paraibuna e seus afluentes.

Destaca-se, também, a dragagem periódica destes cursos de água, um importante trabalho realizado pela Gerência de Expansão da Companhia de Saneamento Municipal - Cesama ao longo de todo o ano, intensificado nos períodos de seca, de abril a setembro, fundamental para minimizar enchentes, por exemplo, no Bairro Industrial, na Região Norte do Município de Juiz de Fora.

No entanto, a mais complexa e dispendiosa fase é a despoluição propriamente dita do Rio Paraibuna e seus afluentes.

O investimento para a realização de todo o projeto está orçado em US\$ 80 milhões ou R\$ 144 milhões, cuja parte do valor - R\$ 80 milhões – foi disponibilizada pelo Ministério das Cidades, a título de financiamento oneroso. Além de descontaminar as águas do rio, o programa visa uma reorientação na expansão urbana da cidade como um todo e a valorização das margens do principal curso de água da cidade.

A primeira fase se refere à recuperação da qualidade das águas do Rio Paraibuna, buscando atender as metas definidas pelo Comitê da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Ceivap e pelo Plano Diretor de Esgotamento Sanitário de Juiz de Fora, além de novas diretrizes e alternativas, somadas à recomposição e tratamento paisagístico das margens.

Algumas medidas já começaram a ser implantadas por meio do Programa de Despoluição do Rio Paraibuna que pretende desenvolver ações no sentido da despoluição do rio e da urbanização das suas margens. As primeiras ações deste Programa já foram iniciadas, como a construção de duas das três Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) previstas, que foram a ETE Barreira do Triunfo e a ETE Barbosa Lage.

A segunda fase tem relação com a desejável integração do projeto “Eixo Paraibuna” com os outros projetos a ele vinculados, como o Parque Linear de Benfica, Parque Linear da Remonta e, fundamentalmente, com as intervenções a serem realizadas na Área Central.

A construção da ETE União Indústria, a ser implantada no Bairro Granjas Bethel, foi iniciada em 2007. Recentemente, foi realizada uma revisão do projeto original e determinado pelo executivo Municipal a realização de nova licitação para execução da obra. Esta ETE foi projetada para atender cerca de 70% da população urbana de Juiz de Fora e sua implantação está prevista para ser realizada em duas etapas. Em 2007, o custo total de implantação da ETE União Indústria era de R\$ 20.081.999,60.

Equipes da Cesama realizam trabalhos de limpeza de córregos e capina nas margens no leito menor de cursos de água em bairros como, por exemplo, para citar os principais: Bom Clima, Aeroporto, Vale Verde, Santos Dumont, Jardim Esperança, São Pedro, Granjas Betânia, Vila Alpina, entre outros. Este trabalho de limpeza de córregos busca manter os cursos de água limpos para que eles possam escoar, adequadamente, as águas da chuva, evitando inundações e prejuízos para a população de Juiz de Fora.

Há também a limpeza periódica dos pilares de pontes de cursos nos bairros. Os serviços visam aumentar o conforto e o bem-estar à população reduzindo o mau cheiro, principalmente no período seco.

5.2.5. Diretrizes urbanísticas para a revitalização de vilas e favelas

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora – PDDU (Juiz de Fora, 2000) relacionou, em seu item 5.1.12, diretrizes gerais referentes a soluções de urbanismo para os programas de revitalização de vilas e favelas, a saber:

“Com referência à habitação propõe-se neste Plano as seguintes diretrizes gerais:

I – Assegurar a todo cidadão de Juiz de Fora o direito à moradia, para o que o Município deverá:

- revisar a legislação urbanística e edilícia, alterando os padrões de parcelamento e edificação nas áreas indicadas para isto, de forma a ampliar o universo da população com acesso ao mercado formal de habitação;
- inserir as favelas e os loteamentos irregulares no planejamento da cidade, visando fazer com que constituam bairros ou que se integrem efetivamente com aqueles onde estejam situados;
- estabelecer programas de assentamento para a população de baixa renda, promovendo sua regularização fundiária.

II – Criar nas Áreas de Especial Interesse Social, através dos Planos Locais de Urbanificação, mecanismos para aplicação dos Instrumentos de Intervenção Urbanas pertinentes.

III – Para fins de assentamento das populações de baixa renda deverão ser priorizadas a oferta de lotes urbanizados e depois a construção de moradias de baixo custo para realocação de pessoas removidas de áreas de risco, áreas non aedificandi e outras de interesse público.

...”

Embora elaborada por técnicos e aprovada pela Câmara Municipal no ano de 2000, sob a forma da Lei Municipal 9.811/2000 (Juiz de Fora, 2000), as proposições do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano no que diz respeito à habitação não foram implementadas, o que constitui um grave prejuízo para a execução de programas de revitalização de vilas e favelas.

O Atlas Social de Juiz de Fora identificou, em 2006, 144 áreas de habitação subnormal no município, nome atribuído a locais onde há carência de água, esgoto, energia elétrica e coleta de lixo, além de irregularidade fundiária. O estudo revelou, ainda, a existência de 13.262 domicílios nestas condições em 2006, um crescimento de 60% em relação a 2000, quando havia 8.270 residências com características subnormais (CPS, 2006). O problema não ocorre por falta de espaço, já que Juiz de Fora tinha 591 lotes vagos em área urbanizada. O crescimento das áreas carentes está diretamente relacionado à ausência de política municipal de habitação.

Deve-se lembrar que, por não ter vinculação orçamentária constitucional, como educação e saúde, a habitação ocupa os últimos lugares na fila de prioridades políticas. De 1999 até 2006, por exemplo, foram previstos em orçamentos do Município de Juiz de Fora mais de R\$ 17 milhões para o setor de habitação. No entanto, os investimentos, nesse período, somaram apenas R\$ 2,6 milhões (CPS, 2006).

Em abril de 2009, foi lançado o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), programa criado no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC do governo federal, com o objetivo de facilitar o acesso à casa própria para famílias que ganham até 10 salários mínimos. A meta inicial era construir um milhão de moradias. A prioridade é o atendimento da população com renda familiar de, no máximo, três salários mínimos. A Caixa Econômica Federal anunciou que, até dezembro de 2010, foram assinados contratos para construção de 1,3 milhão de moradias em todo país, sendo que 247 mil moradias já tinham sido entregues. Foram investidos no programa, em todo o país, quase R\$ 53 bilhões. Em Juiz de Fora, até o final de 2010, foram financiadas 4.247 unidades. Deste total, 2.678 moradias eram destinadas a famílias com renda mensal de até três salários mínimos (PAC, 2011).

Em termos gerais, para o município, a presença desses loteamentos implica em um aumento no índice de impermeabilização de várias áreas e como a cidade carece de uma legislação sobre drenagem provavelmente a implantação deles implica, e implicará, em um uso ainda maior dos logradouros e das redes de drenagem existentes, sem previsão de melhoria de captação por parte das últimas.

5.2.6. Determinação das áreas de risco de inundação para os eventos hidrológicos

A área de abrangência do PD/JF ZN apresenta, assim como toda a cidade de Juiz de Fora/MG, uma forte tendência a impermeabilização do solo e ocupação desordenada das margens do rio Paraibuna e dos principais ribeirões e córregos de suas sub-bacias, o que causa sérios prejuízos materiais às comunidades que vivem nestas áreas e danos às estruturas urbanas do município especialmente durante eventos de precipitações intensas típicas do verão no sudeste brasileiro.

A previsão e o mapeamento dos locais de maior susceptibilidade a ocorrência destes eventos torna-se de fundamental importância para a locação de obras de drenagem que visem minimizar os efeitos negativos das inundações para a sociedade.

Diante deste quadro a aplicação de modelos hidráulicos computacionais para a modelagem e a simulação destes eventos através da sistematização dos processos hidráulicos que ocorrem em canais de drenagem naturais ou artificiais e a análise de sua interação com as planícies adjacentes torna-se fundamental para o planejamento urbano.

Neste sentido, foram feitas simulações hidráulicas e hidrológicas para diferentes períodos de retorno, utilizando os softwares HecGeoHAS, HecHAS e SISHIDRO-JF para determinar as áreas de risco de inundação para os eventos hidrológicos extremos correspondentes aos diferentes períodos de recorrência (2, 5, 50 e 100 anos).

O HEC-RAS, sigla para Hydrologic Engineering Center's (HEC) River Analysis System (RAS), é um software stand alone que permite o cálculo hidráulico unidimensional do escoamento permanente e não-permanente em canais naturais e artificiais para simulação de áreas de inundação.

O HEC-GeoRAS consiste numa extensão para o SIG ArcGIS e foi especificamente desenvolvido para criar e processar informações geoespaciais para utilização conjunta com o software HEC-RAS, possibilitando gerar os dados requeridos para a simulação hidráulica em canais de drenagem e o mapeamento de superfícies de inundação.

Tanto o HEC-RAS como o HEC-GeoRAS podem ser adquiridos gratuitamente através do website do US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center: <http://www.hec.usace.army.mil/software/>

O mapeamento de inundações fluviais causadas por eventos de precipitação intensa na zona norte da cidade de Juiz de Fora foi realizado através da utilização dos softwares HEC-GeoRAS e HEC-RAS e a construção da base de dados georreferenciada para o desenvolvimento da modelagem hidráulica e hidrológica foi realizada a partir da utilização do MDEHC nos softwares ArcGIS da ESRI e do Hec-Geo-HAS.

5.2.6.1. Geração do modelo digital de elevação hidrologicamente consistente

O modelo digital de elevação hidrologicamente consistente do terreno MDEHC das bacias da Zona Norte de Juiz de Fora foi gerado a partir da base de dados cedida pela PJF.

O software utilizado para o tratamento dos dados, assim como a criação do modelo digital de elevação hidrologicamente consistente foi o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS 9.3.1 da ESRI®.

Os procedimentos para o tratamento das imagens foram realizados no ArcGIS, utilizando ferramentas do ArcToolbox. Primeiramente, foi realizado o preenchimento das depressões espúrias através do comando Fill, em seguida foi calculada a direção de escoamento pelo comando Flowdirection, considerando apenas uma das oito direções possíveis de escoamento para cada pixel do modelo digital de elevação. Após o tratamento dos dados foi realizado um aprofundamento da calha a partir da drenagem vetorial utilizando a técnica streamburn.

Cabe ressaltar que foram gerados dois modelos digitais de elevação hidrologicamente consistente para as bacias da região norte do município de Juiz de Fora. O primeiro, utilizando resolução de 10 metros, foi utilizado no desenvolvimento do sistema hidrológico de suporte à decisão SISHIDRO-JF e o segundo com resolução de 1 metro, utilizado no sistema de geração de manchas de inundação HecHas.

Para possibilitar a análise de risco de inundações para os diferentes períodos de retorno estudados, foram determinados os riscos anuais, para 10 anos e também para 20 anos conforme apresentado na Tabela 22 a seguir.

Tabela 22 – Risco de ocorrência de eventos extremos para diferentes períodos de retorno.

Tempo de Retorno (T)	Risco Anual (%)	Risco em 10 anos (%)	Risco em 20 anos (%)
2	50	99	100
5	20	89	99
50	2	18	33
100	1	10	18

5.2.6.2. Cálculo das Vazões

A determinação das vazões máximas para diferentes períodos de retorno foi realizada utilizando o software SISHIDRO-JF, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – ESA, da UFJF.

Foram avaliados sete cenários diferentes para analisar o comportamento das manchas de inundação em decorrência das mudanças nas vazões dos cursos d’água da região norte do município de Juiz de Fora.

A Tabela 23 a seguir caracteriza os diferentes cenários considerados nas simulações hidrológicas

Tabela 23 – Caracterização dos diferentes cenários considerados nas simulações

Cenário	TR	Código Hec-Ras*	Descrição
PF1_Q _{MED}	-	PF1	Considerou-se neste cenário a ocorrência de vazões médias de longo período para o rio Paraibuna e todos os afluentes.
PF2_Q _{INTERMED.}	-	PF2	Considerou-se neste cenário uma vazão intermediária (média) entre a vazão média e a vazão máxima para o TR = 2 anos, tanto para o rio Paraibuna, como para os afluentes.
PF3_Q _{MÁX} _TR2	2 anos	PF3	Considerou-se neste cenário a ocorrência da vazão máxima para dois anos de retorno (TR=2) tanto para o rio Paraibuna como para todos os afluentes.
PF4_Q _{MÁX} _TR5	5 anos	PF4	Considerou-se neste cenário a ocorrência da vazão máxima para cinco anos de retorno (TR=5) tanto para o rio Paraibuna como para todos os afluentes.

Cenário	TR	Código Hec-Ras*	Descrição
PF5_Q _{MÁX} _TR50	50 anos	PF5	Considerou-se neste cenário a ocorrência da vazão máxima para cinquenta anos de retorno (TR=50) tanto para o rio Paraibuna como para todos os afluentes.
PF6_Q _{MÁX} _TR100	100 anos	PF6	Considerou-se neste cenário a ocorrência da vazão máxima para cem anos de retorno (TR=100) tanto para o rio Paraibuna como para todos os afluentes.
PF7_PARAIBUNA-15_AFLUENTES_TR 100	100 anos	PF7	Este cenário considera uma vazão baixa para o rio Paraibuna (Q = 15 m ³ /s) e uma vazão máxima de cem anos de retorno (TR=100) para todos os afluentes, visando avaliar a influência do rio Paraibuna nas manchas de inundação.

* Código criado automaticamente pelo software HEC-RAS.

A Figura 41 e a Tabela 24 apresentadas a seguir relacionam as vazões e os respectivos trechos considerados nas simulações.

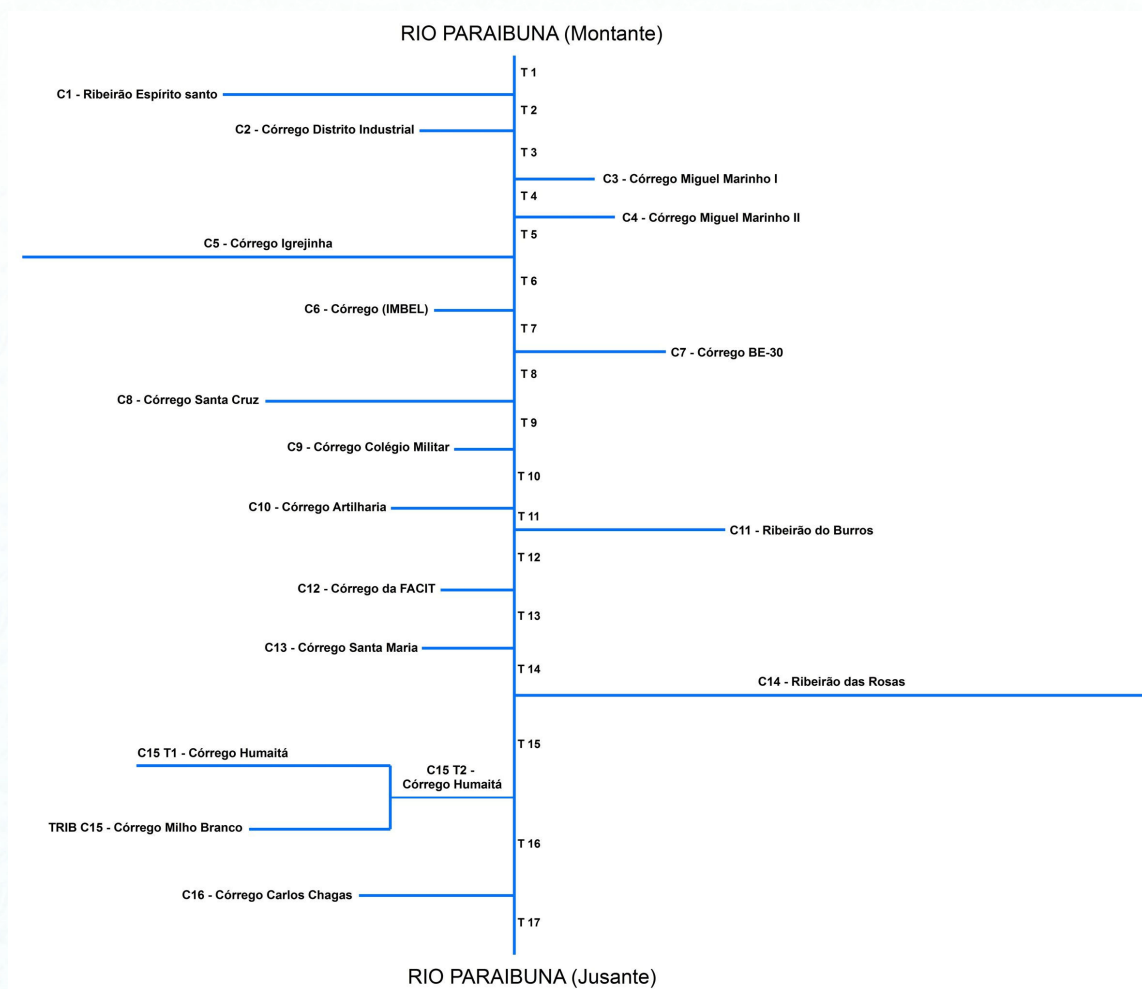


Figura 41 – Diagrama unifilar representando os trechos e córregos utilizados na simulação da região norte para avaliação das manchas de inundação.

Tabela 24 – Vazões utilizadas para a simulação dos diferentes cenários de inundação

	RIO	TRECHO	Bacia	Área_k ^m ²	Q _{MÉD.} (PF1)	Q _{INTERMED.} (PF2)	Q _{MÁX.} TR2 (PF3)	Q _{MÁX.} TR5 (PF4)	Q _{MÁX.} TR50 (PF5)	Q _{MÁX.} TR100 (PF6)	Paraibuna (15) Afluentes (TR=100) (PF7)
1	PARAIBUNA	T1	PAR.	367	8.00	20.55	33.1	49.1	71.0	76.3	15.0
2	PARAIBUNA	T2	PAR.	-	11.30	34.69	58.1	78.4	114.6	125.4	15.0
3	PARAIBUNA	T3	PAR.	-	11.32	35.76	60.2	80.9	118.3	129.6	15.0
4	PARAIBUNA	T4	PAR.	-	11.33	36.09	60.9	81.7	119.5	130.9	15.0
5	PARAIBUNA	T5	PAR.	-	11.38	37.91	64.4	85.9	125.7	137.9	15.0
6	PARAIBUNA	T6	PAR.	-	12.23	46.60	81.0	105.0	154.2	170.1	15.0
7	PARAIBUNA	T7	PAR.	-	12.24	47.43	82.6	107.0	157.1	173.3	15.0
8	PARAIBUNA	T8	PAR.	-	12.28	49.00	85.7	110.6	162.5	179.4	15.0
9	PARAIBUNA	T9	PAR.	-	12.42	54.18	96.0	122.6	180.4	199.6	15.0
10	PARAIBUNA	T10	PAR.	-	12.43	54.61	96.8	123.6	181.8	201.2	15.0
11	PARAIBUNA	T11	PAR.	-	12.47	56.05	99.6	126.9	186.8	206.8	15.0
12	PARAIBUNA	T12	PAR.	-	14.03	67.29	120.6	151.3	223.2	247.8	15.0
13	PARAIBUNA	T13	PAR.	-	14.06	68.51	123.0	154.1	227.4	252.6	15.0
14	PARAIBUNA	T14	PAR.	-	14.09	69.65	125.2	156.8	231.4	257.1	15.0
15	PARAIBUNA	T15	PAR.	-	15.11	79.26	143.4	179.1	264.6	294.5	15.0
16	PARAIBUNA	T16	PAR.	-	15.64	92.25	168.9	208.9	309.0	344.6	15.0
17	PARAIBUNA	T17	PAR.	-	15.70	95.69	175.7	216.9	320.9	358.0	15.0
18	ESP SANTO	C1	BD-24	151.33	3.30	14.14	25.0	29.3	43.6	49.2	49.2
19	DIST INDUSTRIAL	C2	BD-25	0.97	0.02	1.07	2.1	2.5	3.7	4.2	4.2
20	MIGUEL MARINHO	C3	BE-26	0.41	0.01	0.33	0.7	0.8	1.1	1.3	1.3
21	MIGUEL MARINHO	C4	BE-27	2.13	0.05	1.82	3.6	4.2	6.3	7.1	7.1
22	IGREJINHA	C5	BD-26	39.44	0.86	8.69	16.5	19.1	28.5	32.1	32.1
23	IMBEL_BD27	C6	BD-27	0.38	0.01	0.83	1.7	1.9	2.9	3.3	3.3
24	IMBEL-REMONTA	C7	BE-30	1.69	0.04	1.57	3.1	3.6	5.4	6.1	6.1
25	SANTA CRUZ	C8	BD-29	6.37	0.14	5.18	10.2	12.0	17.9	20.1	20.1
26	COL MILITAR	C9	BD-30	0.67	0.01	0.43	0.8	1.0	1.5	1.6	1.6
27	ARTILHARIA	C10	BD-31	1.54	0.03	1.44	2.8	3.3	5.0	5.6	5.6
28	BURROS	C11	BE-34	71.92	1.57	11.24	20.9	24.4	36.4	41.0	41.0
29	FACIT	C12	BD-34	1.27	0.03	1.22	2.4	2.8	4.2	4.7	4.7
30	SANTA MARIA	C13	BD-36	1.16	0.03	1.14	2.3	2.7	4.0	4.5	4.5
31	RIB DAS ROSAS	C14	BE-41	46.86	1.02	9.61	18.2	22.3	33.2	37.4	37.4
32	HUMAITA	C15 T1	BD-39	20	0.44	9.52	18.6	21.8	32.5	36.6	36.6
33	HUMAITA	C15 T2	BD-39	24.2	0.53	12.99	25.5	29.8	44.4	50.1	50.1
34	MILHO BRANCO	TRIB C15	BD-39	4.2	0.09	3.47	6.8	8.0	12.0	13.5	13.5
35	CARLOS CHAGAS	C16	BD-41	2.75	0.06	3.44	6.8	8.0	11.9	13.4	13.4

5.2.6.3. Áreas de Risco de Inundação

A partir dos valores de vazões máximas para diferentes períodos de retorno gerados pelo sistema SISHIDRO-JF e das vazões máximas estimadas para o rio Paraibuna a partir da estação fluviométrica Chapéu D'uvras e com a base de dados geográficas gerada no softwares Hec-Geo_HAS e ArcGis, foi possível alimentar o sistema de simulação HechAS, e assim gerar as manchas de risco de inundação conforme apresentado a seguir, através de mapas com a demarcação de áreas de diferentes riscos de inundação para a área de abrangência do PD/JF ZN.

Exemplos: Simulações de áreas de risco de inundações para o Bairro Industrial, BD 25.

Bairro Industrial

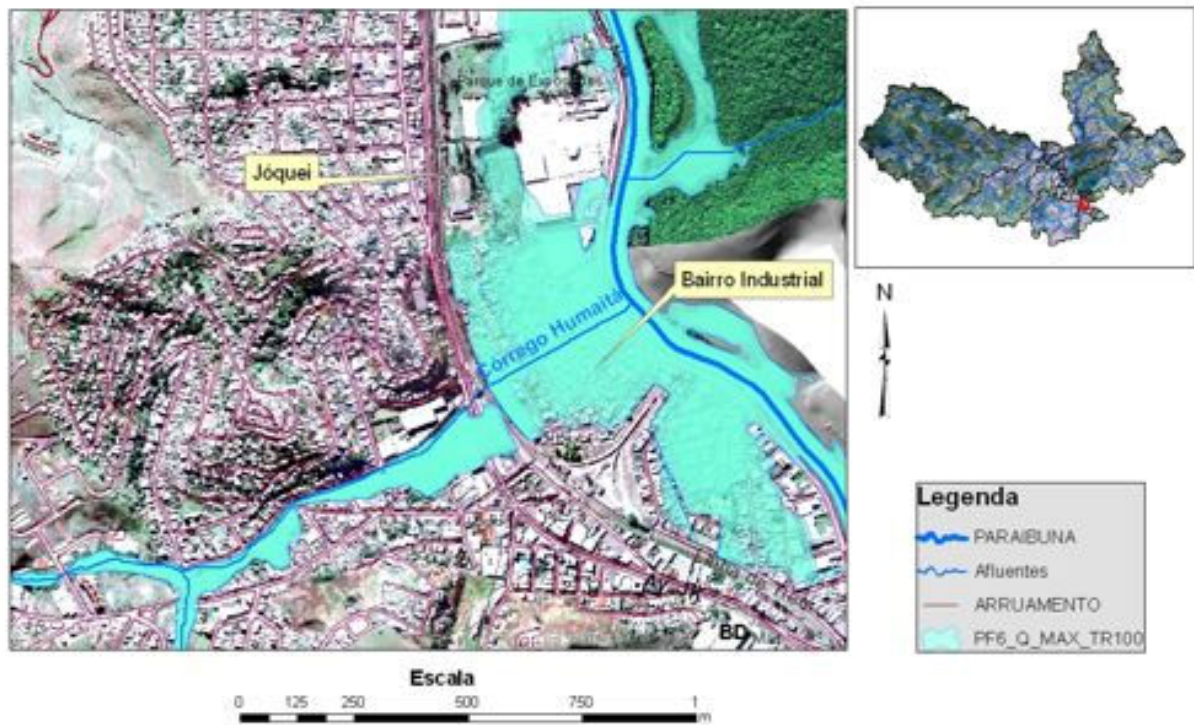


Figura 42 - Áreas de alagamento no Bairro Industrial para vazões máximas com período de retorno de $T = 100$ anos (PF6_QMÁX_TR100).

Bairro Industrial

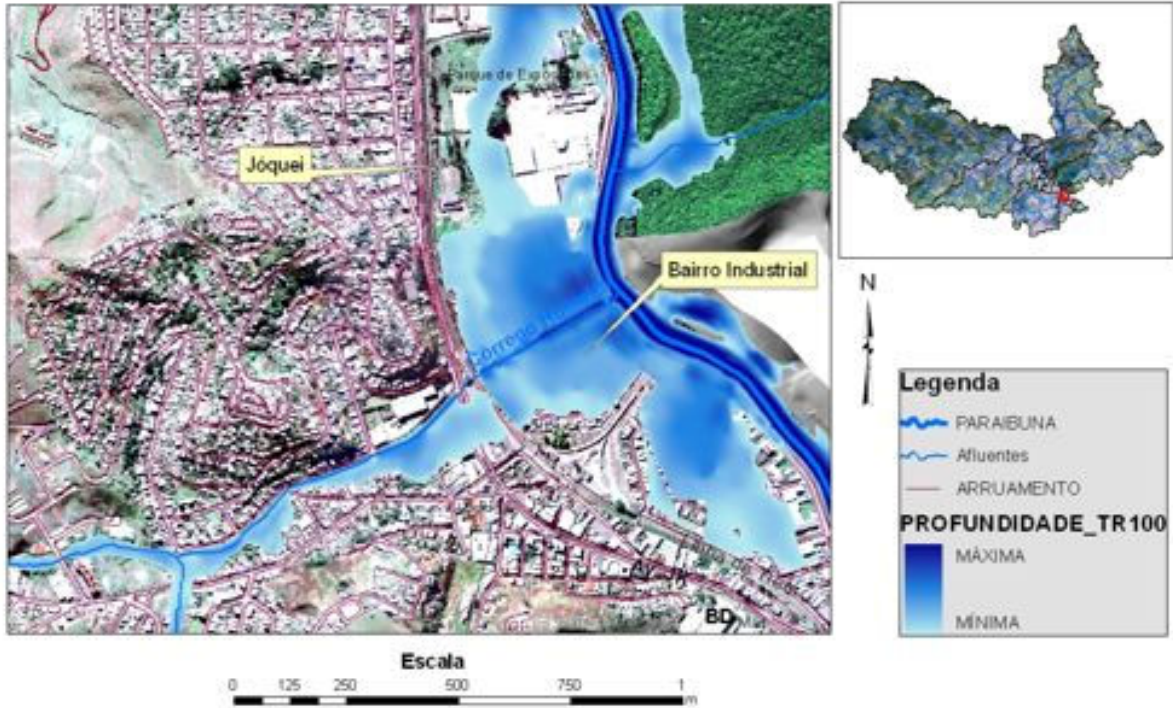


Figura 43 - Ilustração da distribuição de profundidades de alagamento no Bairro Industrial para vazões com período de retorno de T = 100 anos.

Bairro Industrial

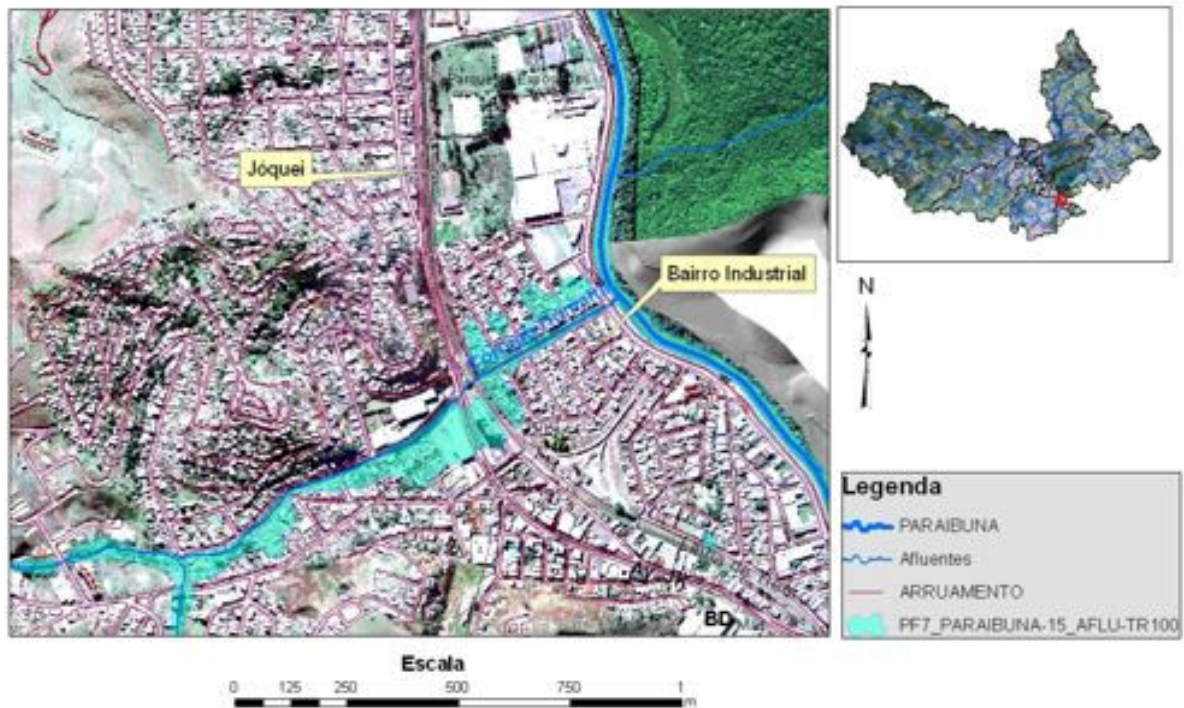


Figura 44 - Áreas de alagamento no Bairro Industrial considerando vazão máxima do córrego Humaitá para o tempo de retorno de T = 100 anos e vazão baixa ($Q=15m^3/s$), no rio Paraibuna (PF7_PARAIBUNA-15_AFLUENTES_TR100).

Bairro Industrial

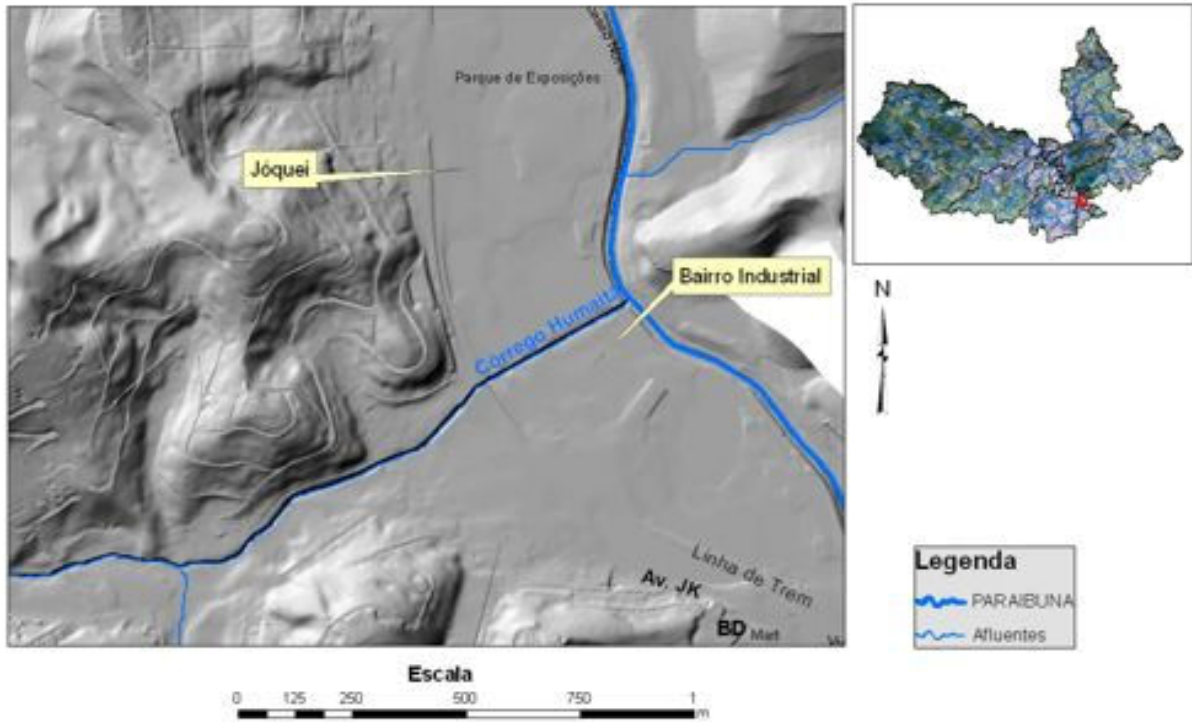


Figura 45 – Modelo digital de elevação do terreno (MDEHC) do Bairro Industrial.

Bairro Industrial

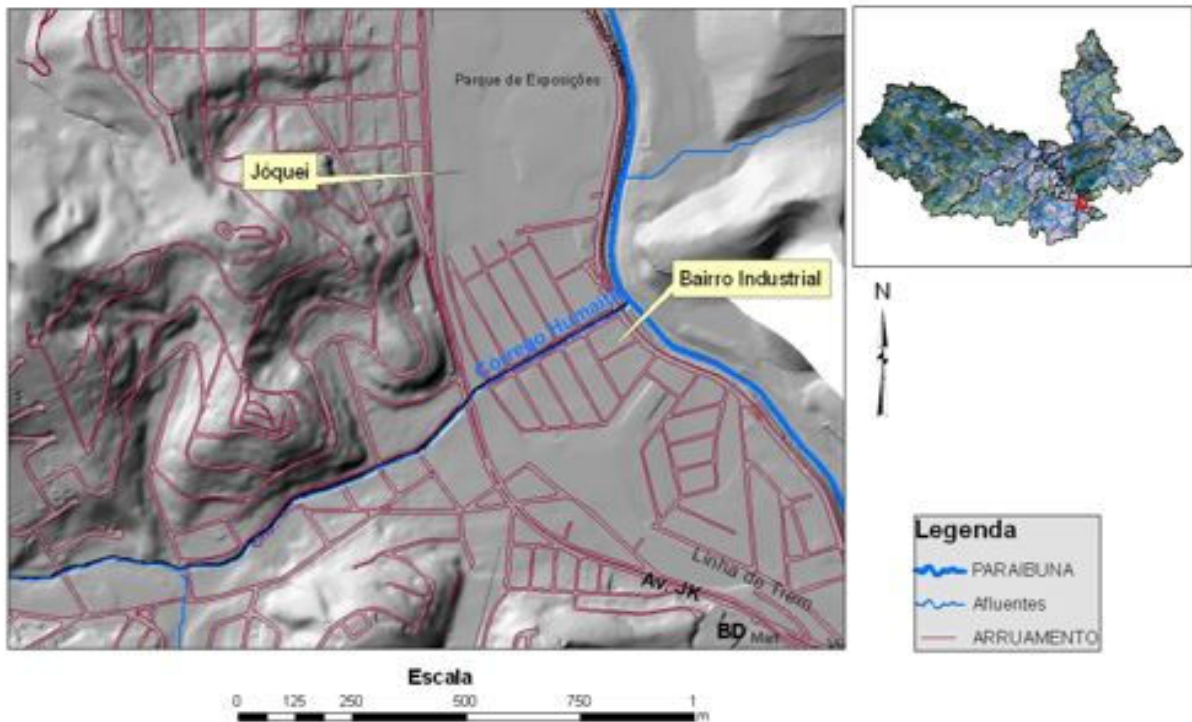


Figura 46 – Modelo digital de elevação do terreno (MDEHC) do Bairro Industrial, com mapa de arruamento (TR=100).

Bairro Industrial

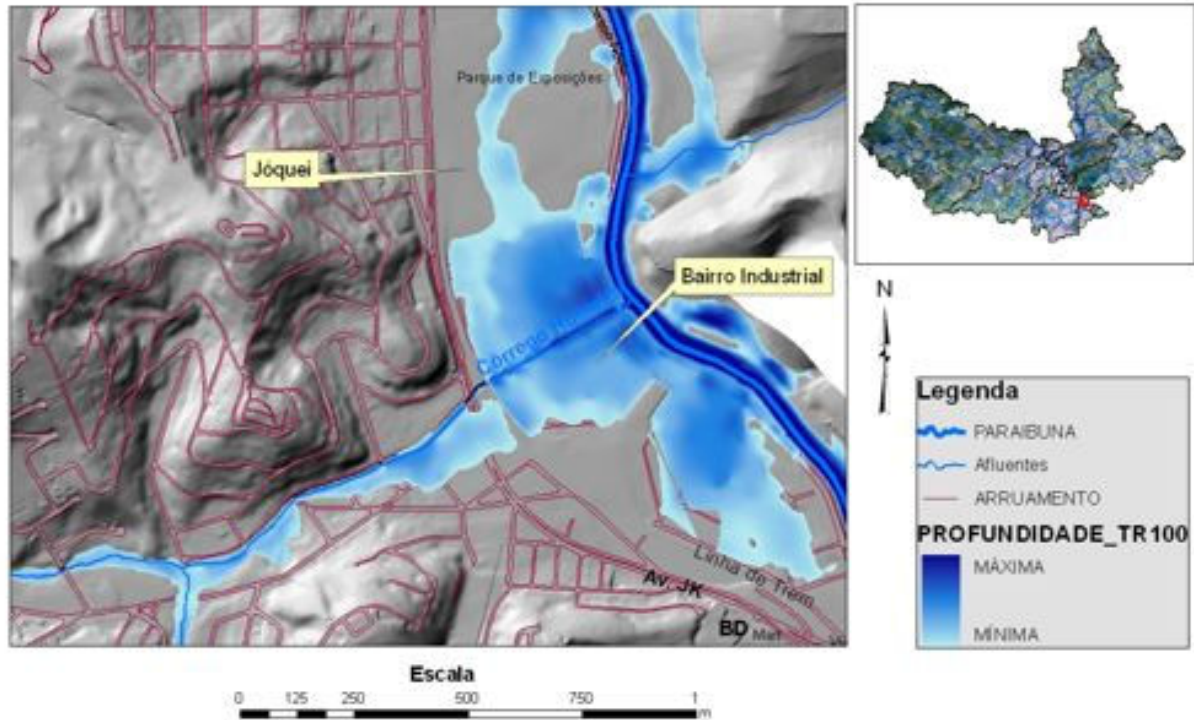


Figura 47 – Modelo digital de elevação do terreno (MDEHC) do Bairro Industrial, com arruamento e manchas de alagamento para o período de retorno de 100 anos (TR=100).

Analisando as áreas de alagamento geradas para a área urbana da região norte pode-se notar que os bairros com maiores riscos de alagamento são, respectivamente, Igrejinha, Benfica, Bairro Araújo, Barbosa Laje, Bairro Industrial, Bairro Cerâmica, Monte Castelo e Remonta.

Tabela 25 - Áreas de risco de alagamento

ÁREAS DE RISCO	BAIROS/ SUB-BACIAS
Fortemente influenciadas pela vazão do rio Paraibuna	<ul style="list-style-type: none"> • Bairro Araújo • Bairro Jóquei III • Bairro Barbosa Lage, • Bairro Industrial • Bairro Cerâmica
Exclusivamente devidas às vazões máximas geradas no curso d'água da sub-bacia	<ul style="list-style-type: none"> • Bairro Igrejinha • Bairro Benfica • Bairro Remonta • Bairro Monte Castelo • Bairro Cidade do Sol

5.3. Avaliação das cargas de poluição produzidas pelo sistema de drenagem e pelo sistema de esgotos

Na cidade de Juiz de Fora, conforme identificado anteriormente, existe interligação do sistema de captura de esgotos domésticos e o de captura de águas pluviais, seja pelo lançamento de esgotos sanitários nas galerias de águas pluviais, seja pelo lançamento de águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário.

O reconhecimento dos impactos negativos dessa prática, aliado à implantação progressiva do tratamento de esgotos no Município de Juiz de Fora, permitiu que a Companhia Municipal de Saneamento - Cesama desenvolva na região de estudo, desde janeiro de 2009, o programa “Caça-Esgoto”, que tem possibilitado a identificação e separação das redes de esgoto e águas pluviais, possibilitando o incremento das vazões afluentes à ETE Barbosa Lage, ampliando o volume tratado para a ordem de 10% do volume total de esgotos produzido pela população do município.

Diante do exposto, para a avaliação do impacto relativo às cargas de poluição produzidas e lançadas nos canais de macrodrenagem das sub-bacias definidas como a área de abrangência do PD/JF ZN, foram definidos os seguintes parâmetros de controle:

- (i) Temperatura;
- (ii) pH;
- (iii) DBO520, ou DBO padrão;
- (iv) DQO;
- (v) Sólidos Totais.

A fim de melhor representar a variação temporal das cargas lançadas no sistema de macrodrenagem do município, foram realizadas duas campanhas de amostragem, uma no período de chuvas, entre os dias 25 de janeiro e 23 de fevereiro de 2010, e uma no período seco, entre os dias 24 de maio e 09 de junho de 2010.

Ainda com a finalidade de possibilitar análises mais consistentes, a partir da aplicação do modelo hidráulico selecionado, foram definidos e locados, para cada um dos tributários do rio Paraibuna na área de estudo, três pontos de amostragem, um a montante da ocupação urbana, um intermediário ao seu curso e o último na sua foz no canal principal de macrodrenagem da cidade de Juiz de Fora.

Com relação aos parâmetros de controle definidos acima, a DN COPAM/CERH-MG no 01/2008, estabelece os limites apresentados na Tabela 26 a seguir.

Tabela 26 – Limitação para os parâmetros de controle selecionados

Parâmetro	Limite DN COPAM/CERH 01/2008			Unidade de
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Medida
Temperatura*	< 40 ^o C	< 40 ^o C	< 40 ^o C	^o C
pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	---
DBO	3	5	10	mg/L
DQO	---	---	---	---
Sólidos Totais:				
Dissolvidos	500	500	500	mg/L
Em suspensão	50	100	100	mg/L

* Refere-se ao Padrão de lançamento

Fonte: adaptado de IGAM (2009)

Quanto ao enquadramento dos corpos de água da área de abrangência do PD/JF ZN, as portarias, deliberações e a classe de cada um dos corpos se encontram apresentados na Tabela 27 a seguir.

Tabela 27 - Enquadramento dos corpos d'água da área de abrangência do PD/JF ZN

PORTARIA/DELIBERAÇÃO NORMATIVA	CORPO D'ÁGUA	CLASSE
Portaria n ^o 86, de 04 de junho de 1981, do Ministério do Interior	Rio Paraibuna desde a barragem de Chapéu D'Uvas até a sua foz no rio Paraíba do Sul	Classe 2
Deliberação Normativa COPAM n ^o . 016, de 24 de setembro de 1996	Ribeirão Espírito Santo da nascente até a captação da ETA Walfrido Machado de Mendonça, Córrego Barriga Lisa da nascente até a confluência com o córrego Igreja; Córrego dos Burros da nascente até a confluência com o rio Paraibuna; Ribeirão das Rosas e afluentes das margens esquerda e direita	Classe 1
Deliberação Normativa COPAM n ^o . 016, de 24 de setembro de 1996	Córrego Milho Branco da nascente até o limite jusante da Reserva Biológica Municipal de Santa Cândida	Classe especial

5.3.1. Avaliação das cargas de poluição relativas ao sistema de macrodrenagem

A avaliação das cargas de poluição foi feita através do uso modelo de qualidade de águas QUAL2K, desenvolvido pela Environmental Protection Agency, disponível na Internet com simulação de alguns parâmetros de qualidade das águas do Rio Paraibuna em dois momentos hidrológicos: cheia (janeiro/fevereiro) e seca (maio/junho), considerando os seguintes parâmetros de controle: (i) Temperatura; (ii) pH; (iii) DBO520, ou DBO padrão; (iv) DQO; (v) Sólidos Totais.

Os valores dos parâmetros foram medidos durante os meses de janeiro, fevereiro, maio e junho de 2010 através de análises contratadas pela Companhia de Saneamento Municipal – Cesama, em três pontos localizados ao longo de seus rios principais: foz, intermediário e montante. As simulações realizadas consideraram apenas os valores dos parâmetros nas desembocaduras dos tributários devido à sua localização e sua maior representatividade enquanto carga aportada ao Rio Paraibuna.

Importa ressaltar que as simulações foram desenvolvidas para os parâmetros medidos considerando-se as taxas de literatura, uma vez que não foi possível calibrar o modelo QUAL2K, já que nem as vazões nem os parâmetros foram quantificados no Rio Paraibuna. Sequer as vazões nos tributários analisados foram avaliadas.

Ressalta-se ainda que a regularização das vazões foi realizada através das áreas das sub-bacias estudadas partindo-se das vazões da Estação Fluviométrica Juiz de Fora Jusante da Agência Nacional de Águas (CÓDIGO: 58480500) e de sua área de contribuição, igual a 981 km².

É importante pontuar ainda que, no que diz respeito à hidráulica do escoamento do Rio Paraibuna, foram consideradas trapezoidais as seções simuladas, com declividades dos taludes laterais iguais 1:1. O coeficiente de Manning, a declividade da lâmina d'água e a largura de fundo, foram obtidos de a declividade da lâmina d'água e a largura de fundo, foram obtidos de literatura ou avaliados por inspeções qualitativas locais.

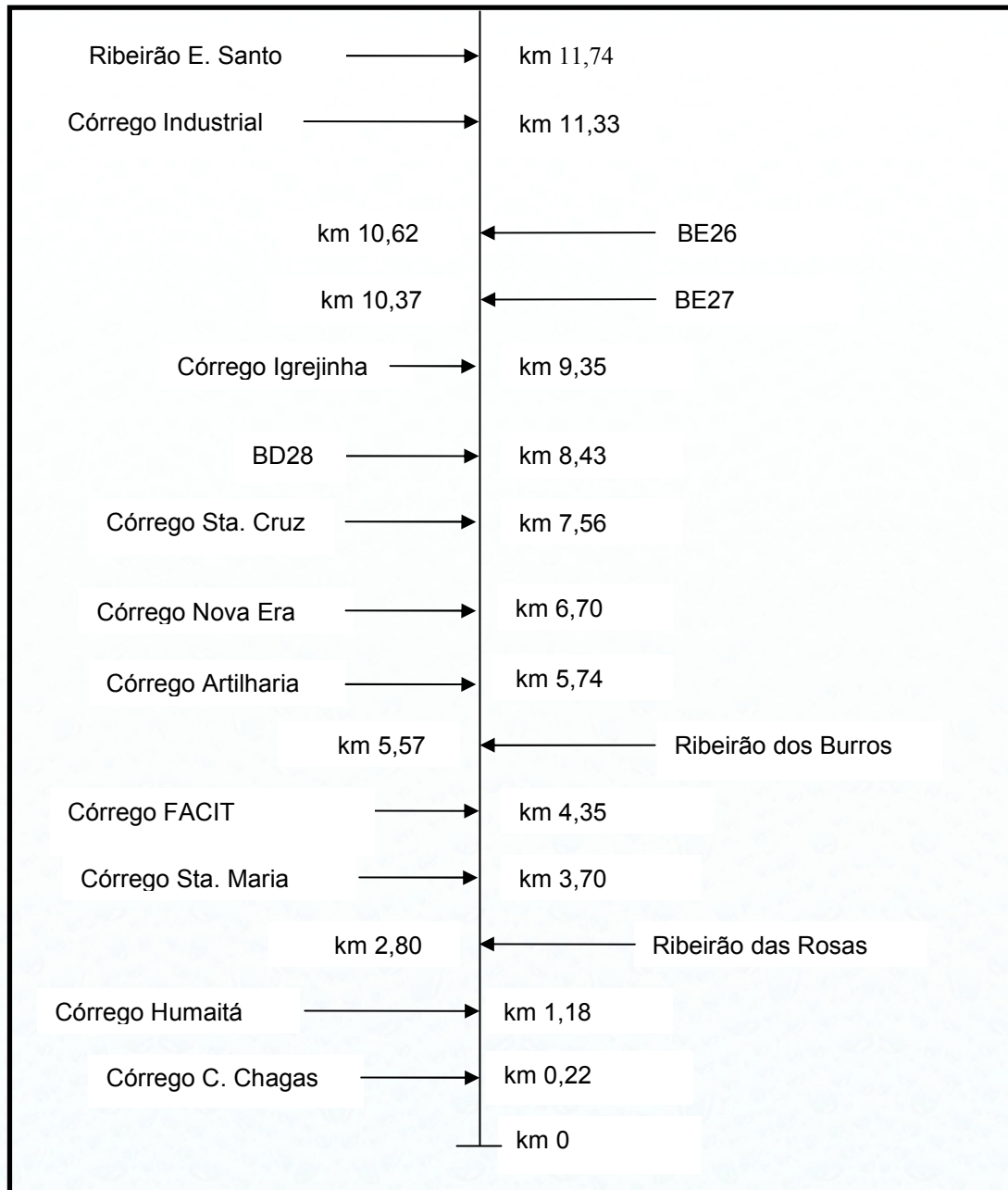
Como já explicitado, o PD/JF ZN incorpora as sub-bacias hidrográficas localizadas na região norte do município, cuja área total é de cerca de 387 km². Entretanto, aqui serão apresentadas aquelas que a Cesama levantou informações de qualidade de água dos tributários do Rio Paraibuna apenas para as sub-bacias apresentadas na Tabela 28.

Tabela 28 – Bacias Contribuintes Simuladas e suas áreas respectivas

Bacia Hidrográfica	Área (km ²)
Ribeirão Espírito Santo - BD24	151,33
Córrego Igrejinha - BD26	39,44
Córrego Distrito Industrial I - BD25	0,97
Córrego Imbel - BD28	0,83
Córrego Santa Cruz - BD29	6,37
Córrego Nova Era - BD30	0,67
Córrego Artilharia - BD31	1,54
Córrego FACIT - BD34	1,27
Córrego Santa Maria - BD36	1,16
Córrego Humaitá - BD39	24,66
Córrego Milho Branco - BD39	Tributário do Humaitá
Córrego Carlos Chagas - BD41	2,75
Córrego - BE26	0,41
Córrego - BE27	2,13
Córrego - BE30	1,69

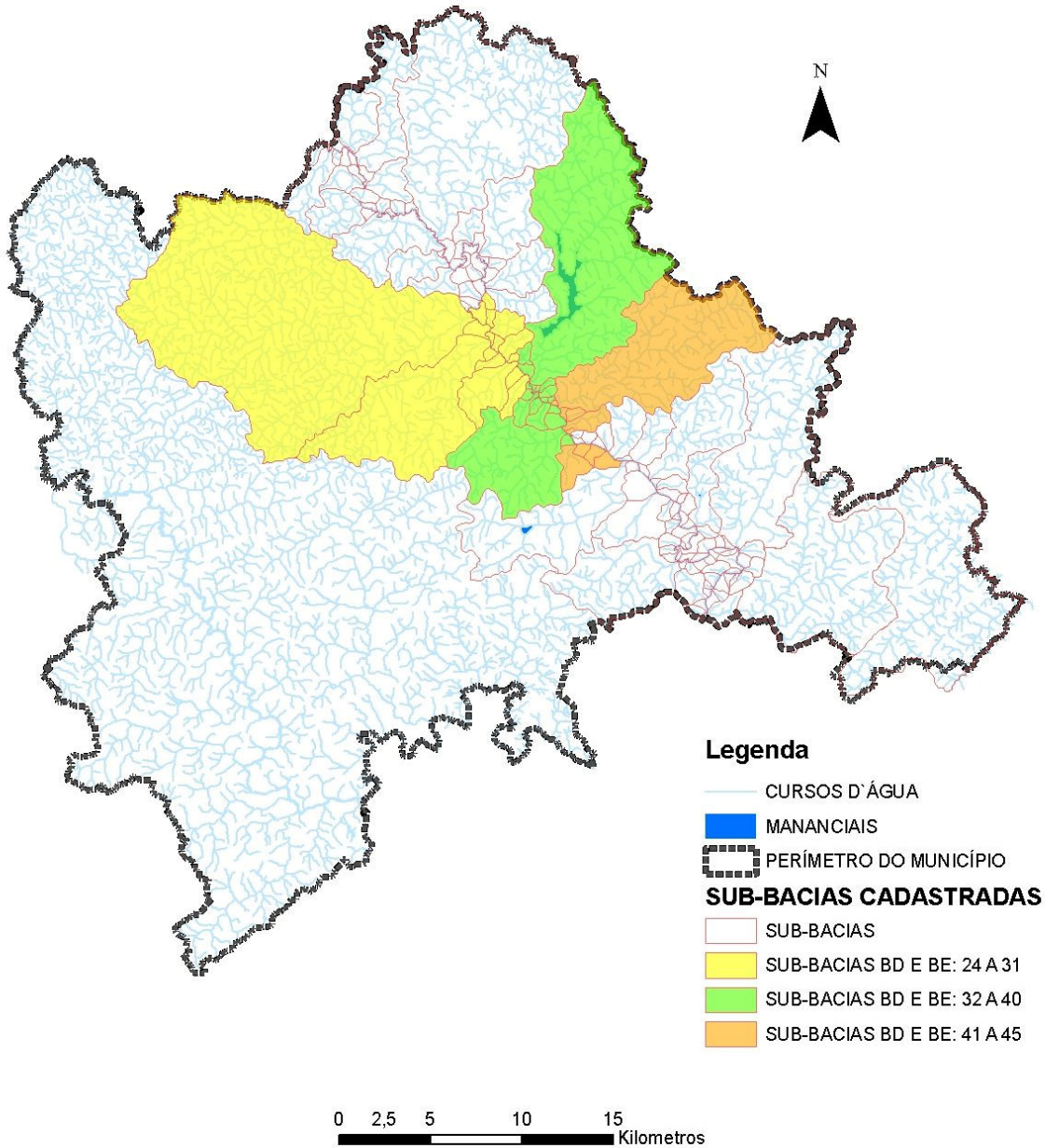
A Figura 48 a seguir mostra, através do diagrama unifilar, o trecho do Rio Paraibuna estudado e seus tributários.

Figura 48 – Diagrama Unifilar. Rio Paraíba: Trecho SIMULADO



A Figura 49 apresenta as localizações espaciais das sub-bacias do Rio Paraíba aqui analisadas.

MAPA DAS SUB-BACIAS DO RIO PARAIBUNA
SUB-BACIAS CADASTRADAS - PD/JF



FONTE: Base Cartográfica da Prefeitura de Juiz de Fora.

Figura 49 - Localizações espaciais das sub-bacias do Rio Paraibuna.

(Fonte: SPDE/PJF)

As Tabelas 29 e 30, referentes respectivamente ao período de CHEIA e SECA simulados, apresentam os valores de níveis d'água – (h) – medidos na Estação Fluviométrica Juiz de Fora Jusante às 7:00 h e 17:00h nos dias em que foram quantificados os parâmetros de qualidade de águas simulados neste estudo, as vazões correspondentes naquela seção de monitoramento e as vazões regularizadas dos tributários, além da área de cada sub-bacia considerada para regularização das vazões.

Tabela 29 – Características fisiográficas e do escoamento nas sub-bacias estudadas em época de CHEIA (jan. e fev./2010)

Tributários	Data Coleta de amostras	NA7* (m)	NA17** (m)	NAMédio (m)	QANA ¹ (m ³ /s)	Qespecífica (m ³ /skm ²)	Área da bacia (km ²)	Qtributário (m ³ /s)
Ribeirão Espírito Santo - BD24	25/jan	2,35	2,38	2,365	54,06	0,05511	151,33	8,34
Córrego Igrejinha - BD26	25/jan	2,35	2,38	2,365	54,06	0,05511	39,44	2,17
Córrego Distrito Industrial I - BD25	26/jan	2,42	2,4	2,41	56,06	0,05714	0,97	0,055
Córrego Imbel - BD28	23/jan	2,09	1,96	2,025	40,11	0,04088	0,83	0,034
Córrego Santa Cruz - BD29	27/jan	2,25	2,2	2,225	48,07	0,04900	6,37	0,312
Córrego Nova Era - BD 30	23/jan	2,09	1,96	2,025	40,11	0,04088	0,67	0,027
	27/jan	2,25	2,2	2,225	48,07	0,04900	0,67	0,033
Córrego Artilharia - BD31	28/jan	2,00	1,96	1,98	38,41	0,03916	1,54	0,060
Córrego FACIT - BD 34	28/jan	2,00	1,96	1,98	38,41	0,03916	1,27	0,050
Córrego Santa Maria - BD36	29/jan	1,97	1,87	1,92	36,21	0,03691	1,16	0,043
Córrego Humaitá - BD39	1/fev	1,89	1,86	1,875	34,60	0,03527	24,66	0,870
Córrego Milho Branco - BD39	1/fev	1,89	1,86	1,875	34,60	0,03527	---	---
Córrego Carlos Chagas - BD41	29/jan	1,97	1,87	1,92	36,21	0,03691	2,75	0,102
Córrego - BE26	2/fev	1,89	1,85	1,87	34,43	0,03509	0,41	0,014
Córrego - BE27	2/fev	1,89	1,85	1,87	34,43	0,03509	2,13	0,075
Córrego - BE30	3/fev	1,82	1,85	1,835	33,20	0,03385	1,69	0,057
Ribeirão dos Burros - BE34	4/fev	1,84	1,84	1,84	33,38	0,03402	71,92	2,45
Ribeirão das Rosas - BE41	5/fev	1,81	1,8	1,805	32,17	0,03279	2,75	0,090
	4/fev	1,84	1,84	1,84	33,38	0,03402	2,75	0,094

* - NA medido às 7:00 h ** - NA medido às 17:00 h. ¹ – Vazão calculada para a seção da Estação Fluviométrica Juiz de Fora Jusante

Tabela 30 – Características fisiográficas e do escoamento nas sub-bacias estudadas em época de SECA (mai. e jun./2010)

Tributários	Data Coleta	NA7* (m)	NA17** (m)	NAMédio (m)	QANA ¹ (m ³ /s)	Qespecífica (m ³ /s)	Área da bacia (km ²)	Qtributário (m ³ /s)
Ribeirão Espírito Santo - BD24	24/mai	1,47	1,48	1,475	21,88	0,02231	151,33	3,376
Córrego Igreja - BD26	24/mai	1,47	1,48	1,475	21,88	0,02231	39,44	0,880
Córrego Distrito Industrial I - BD25	25/mai	1,49	1,47	1,48	22,02	0,02245	0,97	0,022
Córrego Imbel - BD28	25/mai	1,49	1,47	1,48	22,02	0,02245	0,83	0,019
	2/jun	1,46	1,46	1,46	21,46	0,02188	0,83	0,018
Córrego Santa Cruz - BD29	27/mai	1,46	1,47	1,465	21,60	0,02202	6,37	0,140
Córrego Nova Era - BD30	27/mai	1,46	1,47	1,465	21,60	0,02202	0,67	0,015
Córrego Artilharia - BD31	28/mai	1,46	1,48	1,47	21,74	0,02216	1,54	0,034
Córrego FACIT - BD34	28/mai	1,46	1,48	1,47	21,74	0,02216	1,27	0,028
Córrego Santa Maria - BD36	31/mai	1,46	1,47	1,465	21,60	0,02202	1,16	0,026
	7/jun	1,42	1,40	1,41	20,09	0,02047	1,16	0,024
Córrego Humaitá - BD39	2/jun	1,46	1,46	1,46	21,46	0,02188	24,66	0,539
Córrego Milho Branco - BD39	2/jun	1,46	1,46	1,46	21,46	0,02188	---	---
Córrego Carlos Chagas - BD41	31/mai	1,46	1,47	1,465	21,60	0,02202	2,75	0,061
Córrego - BE26 (?)	7/jun	1,42	1,40	1,41	20,09	0,02047	0,41	0,008
Córrego - BE27	7/jun	1,42	1,40	1,41	20,09	0,02047	2,13	0,044
Córrego - BE30	8/jun	1,39	1,40	1,395	19,68	0,02006	1,69	0,034
Ribeirão dos Burros - BE34	8/jun	1,39	1,40	1,395	19,68	0,02006	71,92	1,443
Ribeirão das Rosas - BE41	9/jun	1,39	1,40	1,395	19,68	0,02006	2,75	0,055

* - NA medido às 7:00 h. ** - NA medido às 17:00 h. 1 – Vazão calculada para a seção da Estação Fluviométrica Juiz de Fora Jusante

As vazões grafadas como **Qtributário** nas Tabelas 29 e 30 foram utilizadas como vazões dos diversos tributários analisados parâmetro de entrada no modelo QUAL2K - point sources, uma vez que representam as vazões médias regularizadas durante as medições dos parâmetros de qualidade.

As vazões de cabeceira (Rio Paraibuna) consideradas como vazões de **CHEIA** e **SECA** foram respectivamente 18,85 m³/s e 12,00 m³/s. É importante esclarecer que estes valores foram assumidos considerando-se dados de vazões liberadas pela Represa de Chapéu D'Uvas (CÓDIGO da Estação Fluviométrica: 58470000) durante o período de coleta de dados de qualidade de águas. Entre os dias 25/01/2010 e 02/02 de 2010, a média liberada foi de aproximadamente 12,0 m³/s e no período de 24/05/2010 a 09/06/2010 o valor médio foi de 4,4 m³/s.

A declividade da lâmina d'água na seção de cabeceira do Rio Paraibuna foi considerada 0,003 m/m, sua largura de fundo igual a 12 m e o coeficiente de Manning igual a 0,079. Nessa seção, adotou-se ainda o coeficiente de dispersão médio igual a 17m²/s.

As Tabelas 31 e 32 apresentam os parâmetros de qualidade de águas (DBO, DQO, pH, Temperatura e Sólidos Totais) medidos por análises contratadas pela Cesama respectivamente nos períodos de **CHUVA** e **SECA** utilizados como parâmetros de entrada no modelo QUAL2K. Como mencionado anteriormente, utilizou-se o valor do parâmetro medido na foz de cada tributário como valor de entrada do modelo QUAL2K por ser mais representativo da carga aportada pelo afluente ao Rio Paraibuna.

Ressalta-se ainda que o modelo utilizado não simula Demanda Química de Oxigênio (DQO), mas que a relação DBO/DQO é da ordem de 0,7, podendo variar entre 0,5 e 0,9.

Tabela 31 – Parâmetros de qualidade de água medidos nos diversos tributários do Rio Paraibuna em época de CHEIA (Jan/Fev. 2010)

TRIBUTÁRIO	PONTO DE COLETA	PARÂMETROS				
		DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	ST (mg/L)	Temp. (°C)
Ribeirão Espírito Santo – BD 24 (25/01)	Montante	1,20	4,00	7,1	56,00	23,0
	Intermediário	2,00	7,00	6,8	87,00	23,5
	Jusante (foz)	3,90	18,00	6,9	100,00	22,5
Córrego Igrejinha – BD 26 (25/01)	Montante	1,10	ND	6,8	48,00	25,5
	Intermediário	1,20	ND	6,8	171,00	25,0
	Jusante (foz)	3,80	10,00	6,8	178,00	26,0
Córrego BD 25 (26/01)	Montante	29,24	150,00	8,1	1.295,00	25,0
	Intermediário	3.327,50	17.530,00	7,6	2.401,00	26,0
	Jusante (foz)	24,37	573,00	8,3	993,00	25,5
Córrego BD 28 (23/02)	Montante	20,60	58,40	7,3	34,00	25,0
	Intermediário	52,30	187,00	7,2	107,00	25,5
	Jusante (foz)	67,70	205,00	7,2	177,00	24,5
Córrego Santa Cruz – BD 29 (27/01)	Montante	4,10	8,00	7,6	101,00	27,0
	Intermediário	5,20	32,00	7,2	191,00	26,0
	Jusante (foz)	3,10	161,00	7,6	1.185,00	26,0
Córrego BD 30	Montante (23/01)	5,80	174,00	7,9	290,00	26,0
	Intermediário					
	Jusante (foz) (27/01)	2,80	95,00	6,5	333,00	25,2
Córrego Artilharia – BD 31 (28/01)	Montante	3,10	98,00	8,0	463,00	26,0
	Intermediário	5,80	171,00	7,8	697,00	26,0
	Jusante (foz)	6,00	23,00	8,0	102,00	24,5
Córrego FACIT – BD 34 (28/01)	Montante	2,20	26,00	7,7	67,00	26,5
	Intermediário	3,40	16,00	7,8	114,00	27,0
	Jusante (foz)	6,40	83,00	8,1	649,00	26,0
Córrego Santa Maria – BD 36 (29/01)	Montante	3,00	16,00	7,0	190,00	24,0
	Intermediário	2,40	15,00	6,8	44,00	23,5
	Jusante (foz)	7,40	35,00	7,0	289,00	24,0
Córrego Humaitá – BD 39 (01/02)	Montante	2,60	15,00	6,6	105,00	23,0
	Intermediário	2,10	7,00	6,9	91,00	23,5
	Jusante (foz)	5,50	24,00	7,1	73,00	24,0

Tabela 31 – Continuação

TRIBUTÁRIO	PONTO DE COLETA	PARÂMETROS				
		DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	ST (mg/L)	Temp. (°C)
Córrego Milha Branco – BD 39 (01/02)	Montante	2,50	ND	7,2	33,00	24,5
	Intermediário	3,50	12,00	7,1	96,00	23,5
	Jusante (foz)	209,66	664,00	6,8	1.566,00	27,0
Córrego Carlos Chagas – BD 41 (29/01)	Montante	3,10	11,00	7,2	70,00	25,0
	Intermediário	42,24	142,00	6,8	69,0	27,5
	Jusante (foz)	209,66	664,00	6,8	1.566,0	27,0
Córrego BE 26 (02/02)	Montante	197,50	1.056,00	5,5	5.894,00	26,0
	Intermediário	1,10	10,00	6,0	42,00	24,5
	Jusante (foz)	4,40	73,00	6,5	447,00	23,0
Córrego BE 27 (02/02)	Montante	2,10	23,00	6,0	112,00	23,5
	Intermediário	1,50	17,00	6,0	89,00	24,0
	Jusante (foz)	6,30	26,00	5,9	120,00	25,0
Córrego BE 30 (03/02)	Montante	59,18	519,00	5,8	2.431,00	24,0
	Intermediário	1,40	32,00	5,9	630,00	58,0
	Jusante (foz)	5,50	63,00	6,4	333,00	26,0
Ribeirão dos Burros BE 34 (04/02)	Montante	3,00	17,00	6,1	84,00	24,5
	Intermediário	3,20	10,00	6,2	10,00	24,5
	Jusante (foz)	3,00	ND	6,5	8,00	25,0
Ribeirão das Rosas BE 51	Montante (05/02)					
	Intermediário – 1 (05/02)	1,20	5,00	6,6	38,00	26,0
	Intermediário – 2 (05/02)	3,80	15,00	6,7	54,00	27,0
	Intermediário – 3 (05/02)	1,60	22,00	6,5	54,00	24,0
	Intermediário – 4 (05/02)	0,40	12,00	6,3	23,00	24,0
	Jusante (foz) (04/02)	5,30	56,00	6,4	555,00	24,0
	Intermediário – 4 (05/02)	3,20	11,00	6,2	52,00	27,5

Tabela 32 – Parâmetros de qualidade de água medidos nos diversos tributários do Rio Paraibuna em época de SECA (Mai/Jun. 2010)

TRIBUTÁRIO	PONTO DE COLETA	PARÂMETROS				
		DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	ST (mg/L)	TEMP. (°C)
Ribeirão Espírito Santo – BD 24 (24/05)	Montante	2,2	<15	6,9	50,0	19,0
	Intermediário	2,3	<15	7,1	40,0	19,0
	Jusante (foz)	7,9	41,0	6,8	67,0	19,0
Córrego Igrejinha – BD 26 (24/05)	Montante	2,2	<15	6,8	21,0	20,0
	Intermediário	<2	<15	6,4	249,0	19,0
	Jusante (foz)	6,8	61,0	6,7	264,0	21,0
Córrego BD 25 (25/05)	Montante	158,0	633,0	7,5	1.404,0	23,0
	Intermediário	7.571,2	57.890,0	6,7	64.563,0	22,0
	Jusante (foz)	523,44	3.157,0	7,6	2.806,0	24,0
Córrego BD 28	Montante (25/05)	6,8	69,0	7,8	433,0	22,0
	Intermediário (25/05)	2,1	<15	7,5	237,0	23,0
	Jusante (foz) (02/06)	4,8	33,0	7,2	77,0	19,0
Córrego Santa Cruz – BD 29 (27/05)	Montante	3,4	16,0	7,0	72,0	21,0
	Intermediário	47,9	179,0	7,3	243,0	22,0
	Jusante (foz)	40,3	211,0	7,2	312,0	21,0

Tabela 32 – Continuação

TRIBUTÁRIO	PONTO DE COLETA	PARÂMETROS				
		DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	ST (mg/L)	TEMP. (°C)
Córrego BD 30 (27/05)	Montante	7,5	53,0	7,3	492,0	22,0
	Intermediário	--	--	--	--	--
	Jusante (foz)	6,6	<15	6,8	150,0	19,5
Córrego Artilharia – BD 31 (28/05)	Montante	<2	<15	6,7	26,0	19,5
	Intermediário	5,7	63,0	6,8	178,0	20,5
	Jusante (foz)	3,8	20,0	7,1	43,0	20,0
Córrego FACIT – BD 34 (28/05)	Montante	3,2	<15	7,1	60,0	20,0
	Intermediário	3,2	<15	6,9	73,0	20,0
	Jusante (foz)	4,7	55,0	6,9	175,0	21,0
Córrego Santa Maria – BD 36	Montante (31/05)	2,0	<15	6,2	23,0	--
	Intermediário (31/05)	4,5	21,0	6,2	113,0	21,0
	Jusante (foz) (07/06)	6,1	36,0	6,7	164,0	18,0
Córrego Humaitá – BD 39 (02/06)	Montante	2,6	<15	7,4	43,0	18,0
	Intermediário	4,1	<15	7,6	32,0	17,2
	Jusante (foz)	5,6	31,0	7,4	85,0	18,0
Córrego Milha Branco – BD 39 (02/06)	Montante	3,0	<15	7,5	48,0	18,5
	Intermediário	4,7	18,0	7,5	28,0	18,0
	Jusante (foz)					
Córrego Carlos Chagas – BD 41 (31/05)	Montante	<2	<15	7,2	55,0	22,0
	Intermediário	84,3	216,0	7,1	766,0	24,0
	Jusante (foz)	246,9	660,0	7,9	969,0	23,5
Córrego BE 26 (07/06)	Montante	2,1	<15	6,8	76,0	19,0
	Intermediário	3,0	<15	6,8	38,0	19,0
	Jusante (foz)	<2	<15	7,7	40,0	18,0
Córrego BE 27 (07/06)	Montante	2,0	<15	6,9	48,0	19,0
	Intermediário	2,1	<15	7,0	39,0	19,0
	Jusante (foz)	2,7	<15	7,1	128,0	19,0
Córrego BE 30 (08/06)	Montante	12,5	70,0	6,6	175,0	15,0
	Intermediário	2,4	<15	7,4	51,0	17,0
	Jusante (foz)	3,6	<15	7,6	218,0	17,5
Ribeirão dos Burros BE 34 (08/06)	Montante	<2	<15	6,4	64,0	20,0
	Intermediário	2,1	<15	6,4	46,0	20,0
	Jusante (foz)	2,0	<15	6,7	42,0	22,0
Ribeirão das Rosas BE 51 (09/06)	Montante	<2	<15	6,8	50,0	20,0
	Intermediário – 1	4,8	<15	6,3	67,0	19,0
	Intermediário – 2	<2	<15	7,3	47,0	20,0
	Intermediário – 3	<2	<15	7,3	48,0	19,0
	Intermediário – 4	4,1	16,0	7,6	125,0	24,0
Jusante (foz)	<2	<15	7,2	55,0	20,0	

As observações das Tabelas 31 (**CHEIA**) e 32 (**SECA**) permitem concluir que os valores de DBO, DQO e Sólidos Totais são extremamente elevados na bacia **BD25** que incorpora o distrito industrial de Juiz de Fora. Durante a ESTIAGEM, o valor de DBO5 na desembocadura alcança **523,44 mg/L**, uma ordem de grandeza acima do valor de DBO5 preconizado pela resolução CONAMA 357/2005 que estabelece que rios classe de uso 4 – extremamente poluídos – possuem DBO5 maior que 10 mg/L.

Considerando-se apenas os valores de DBO e seus valores medidos nas fozes dos tributários aqui analisados durante a época de CHEIA (condição de maior diluição de efluentes e, portanto menores impactos induzidos pelo aporte de poluição), pode-se concluir que praticamente todos eles apresentam-se com altos valores do parâmetro, sempre acima de 4 mg/L.

A Tabela 33 apresenta os valores dos parâmetros de qualidade de água para a seção estabelecida como cabeceira do trecho estudado de aproximadamente 12 km.

Tabela 33 – Parâmetros de qualidade de água para seção de cabeceira

Parâmetro	CHEIA	SECA
	Valor	Valor
Vazão (m ³ /s)	18,85	12,00
DBO (mg/L)	1,5 / 10	1,5/10
pH	6,9	6,9
Temperatura (°C)	22	19
ISS (mg/L)*	40	40

* Foram medidos em análises contratadas pela Cesama os valores de Sólidos Totais (ST), não simulados pelo modelo utilizado. Por este motivo, os valores de ST foram simulados como Sólidos Inorgânicos Suspensos (ISS), apenas para fins semi-quantitativos.

Ressalta-se que as condições iniciais apresentadas na Tabela 33 acima não foram na realidade medidas pela Cesama. Todavia, representam uma possibilidade real, e têm como base experimentos realizados por SOARES (2010) no trecho mais urbanizado da bacia hidrográfica do Rio Paraibuna situado entre os Córregos Carlos Chagas e Ipiranga. Destaca-se que o trecho objeto deste estudo situa-se mais à montante daquele analisado por SOARES (2010), portanto, é de se supor, menos impactado.

Na Tabela 34 a seguir, estão mostrados dados finais da simulação feita através de modelo QUAL2K, considerando-se dois cenários de escoamento: CHEIA, com vazão de cabeceira igual a 18,85 m³/s e ESTIAGEM com vazão de cabeceira igual a 12 m³/s. Foram simuladas as vazões nos trechos e os parâmetros medidos à exceção de DQO.

Tabela 34 - Dados finais da simulação feita através de modelo QUAL2K para cenários de CHEIA e ESTIAGEM

PARÂMETRO	CHEIA	ESTIAGEM
pH	Não varia significativamente ao longo do trecho	Não varia significativamente ao longo do trecho
Temperatura	Não varia significativamente ao longo do trecho	Não varia significativamente ao longo do trecho
DBO	<p>- Os valores de DBO são reduzidos ao longo do trecho de aproximadamente 20% para condição de DBO inicial de 10 mg/L</p> <p>- Com DBO inicial de 1,5 mg/L, observou-se a tendência de incremento do parâmetro, até cerca de 3,5 mg/L, função do aporte de cargas de DBO observadas nas desembocaduras dos tributários.</p>	<p>- Para condição inicial de 10 mg/L de DBO, observou-se discreta tendência de redução de DBO no trecho da ordem de 10% com tendência de aumento a partir do Córrego Carlos Chagas cuja DBO quantificada em sua foz é de 246,9 mg/L.</p> <p>- Mesma condução hidrológica e a DBO inicial de 1,5 mg/L (pequeno impacto por matéria orgânica na cabeceira do trecho), observou-se a tendência de incremento de cerca de 200% naquele parâmetro. É a condição mais desfavorável devida à redução das vazões no trecho estudado.</p>
Sólidos totais	<p>Período mais crítico, já que o aporte de sedimento devido ao incremento de vazões é significativo na bacia</p> <p>A concentração inicial foi incrementada de aproximadamente 2,4 vezes a partir do Córrego Santa Cruz - valores medidos nos tributários são extremamente elevados.</p>	

5.3.2. Avaliação das cargas de poluição relativas ao sistema de esgotamento sanitário

Para fins de estimativa das cargas produzidas pelo sistema de esgotamento sanitário a Cesama disponibilizou os resultados de análises de qualidade do afluente e efluente da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Barbosa Lage, a qual atende a região de estudo.

A Tabela 35 a seguir apresenta a distribuição de resultados das análises de controle efetuadas na ETE Barbosa Lage.

Tabela 35 – Resultados das análises de controle

Data	AFLUENTE (mg/L)		EFLUENTE (mg/L)		REMOÇÃO %	
	DBO	DQO	DBO	DQO	DBO	DQO
15/01/2009	42	187	33	98	21,4	47,6
12/02/2009	160	171	45	107	71,9	37,4
12/03/2009	193	380	25	82	87,0	78,4
16/04/2009	57	55	17	95	70,2	---
14/05/2009	168	535	14	98	91,7	81,7
09/06/2009	15	245	15	102	0,0	58,4
15/07/2009	265	310	44	75	83,4	75,8
09/09/2009	168	365	57	204	66,1	44,1
14/10/2009	201	---	65	---	67,7	---
11/11/2009	156	---	48	---	69,2	---
09/12/2009	104	---	5	---	95,2	---
13/01/2010	412	505	35	86	91,5	83,0
03/02/2010	172	480	22	130	87,2	72,9
10/03/2010	228	300	32	96	86,0	68,0
06/04/2010	263	425	75	66	71,5	84,5
04/05/2010	245	426	78	81	68,2	81,0
08/06/2010	231	240	60	140	74,0	41,7
Valores Médios 2009-2010	175,3	330,3	39,4	104,3	77,5	68,4
Valores Médios 2010	258,5	396,0	50,3	99,8	80,5	74,8

(Fonte: Resultados cedidos pelo Laboratório da Cesama - 2010)

A análise dos dados constantes da Tabela 35 permite inferir que a operação da ETE no ano de 2009 aconteceu sob intensa variação dos parâmetros a ela afluentes, o que pode interferir, de forma significativa, na estimativa das cargas de poluição oriundas do sistema de esgotos.

Outro dado importante a ser retirado da Tabela 35 diz respeito à relação DQO/DBO do esgoto bruto que, considerando os valores médios, é de 1,53, o que indica composição predominantemente orgânica dos volumes afluentes à ETE, apesar da existência de diversos equipamentos industriais na região de estudo.

Para a estimativa das cargas de poluição relativas ao Sistema de Esgotamento Sanitário na área de abrangência do PD/JF ZN foram usadas as seguintes variáveis de entrada.

População total do município: 526.706 habitantes;
 População da área de abrangência do PD/JF: 109.028 habitantes;
 Contribuição unitária de esgotos: 122,40 L/hab.dia;
 Percentual de tratamento dos esgotos em Juiz de Fora: 10% (Cesama, 2010)

Valores médios afluentes à ETE Barbosa Lage:

$$DBO = 258,50 \text{ mg/L}$$

$$DQO = 396,00 \text{ mg/L}$$

Valores médios efluentes da ETE Barbosa Lage:

$$DBO = 50,30 \text{ mg/L}$$

$$DQO = 99,80 \text{ mg/L}$$

Volume diário de esgotos sanitários tratado na área de abrangência do PD/JF:

Segundo informações da Cesama, 10% do volume de esgotos produzidos diariamente no município de Juiz de Fora recebem tratamento adequado. Acrescente-se que o tratamento de esgotos em Juiz de Fora é executado, até o presente momento, apenas na Zona Norte do município.

$$V_{TRATADO} = 0,10 \times 64.468,81$$

$$V_{TRATADO} = 6.446,88 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

Volume diário de esgotos sanitários sem tratamento na área de abrangência do PD/JF ZN:

$$V_{NÃO TRATADO} = 13.345,03 - 6.446,88$$

$$V_{NÃO TRATADO} = 6.898,15 \text{ m}^3 / \text{dia}$$

Tabela 36 - Cargas totais lançadas relativas na área de abrangência do PD/JF ZN

Carga de DBO	Carga de DQO
Sem tratamento	Sem tratamento
$CARGA_{DBO} = 324,28 \text{ kgDBO} / \text{dia}$	$CARGA_{DQO} = 2.731,67 \text{ kgDQO} / \text{dia}$
Com tratamento	Com tratamento
$CARGA_{DBO} = 324,28 \text{ kgDBO} / \text{dia}$	$CARGA_{DQO} = 643,40 \text{ kgDQO} / \text{dia}$
Totais	Totais
$CARGA_{DBO} = 1.783,17 + 324,28$	$CARGA_{DQO} = 2.731,67 + 643,40$
$CARGA_{DBO} = 2.107,45 \text{ kgDBO} / \text{dia}$	$CARGA_{DQO} = 3.375,07 \text{ kgDQO} / \text{dia}$

Conforme citado anteriormente, o lançamento de esgotos na área de abrangência do PD/JF ZN, além das contribuições pontuais, é composto por um número significativo de pontos de lançamento direto das habitações nos corpos receptores, dada a ocupação das calhas de

inundação, o que torna a identificação dos pontos de lançamento dos coletores tronco sem grande significância para a avaliação das cargas poluidoras.

Como aspecto de relevância para estudos futuros, a Figura 50 a seguir, identifica os pontos de lançamento atual das ETE's existentes e da ETE planejada de acordo com a solução proposta pelo Estudo de Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário de Juiz de Fora (2002).

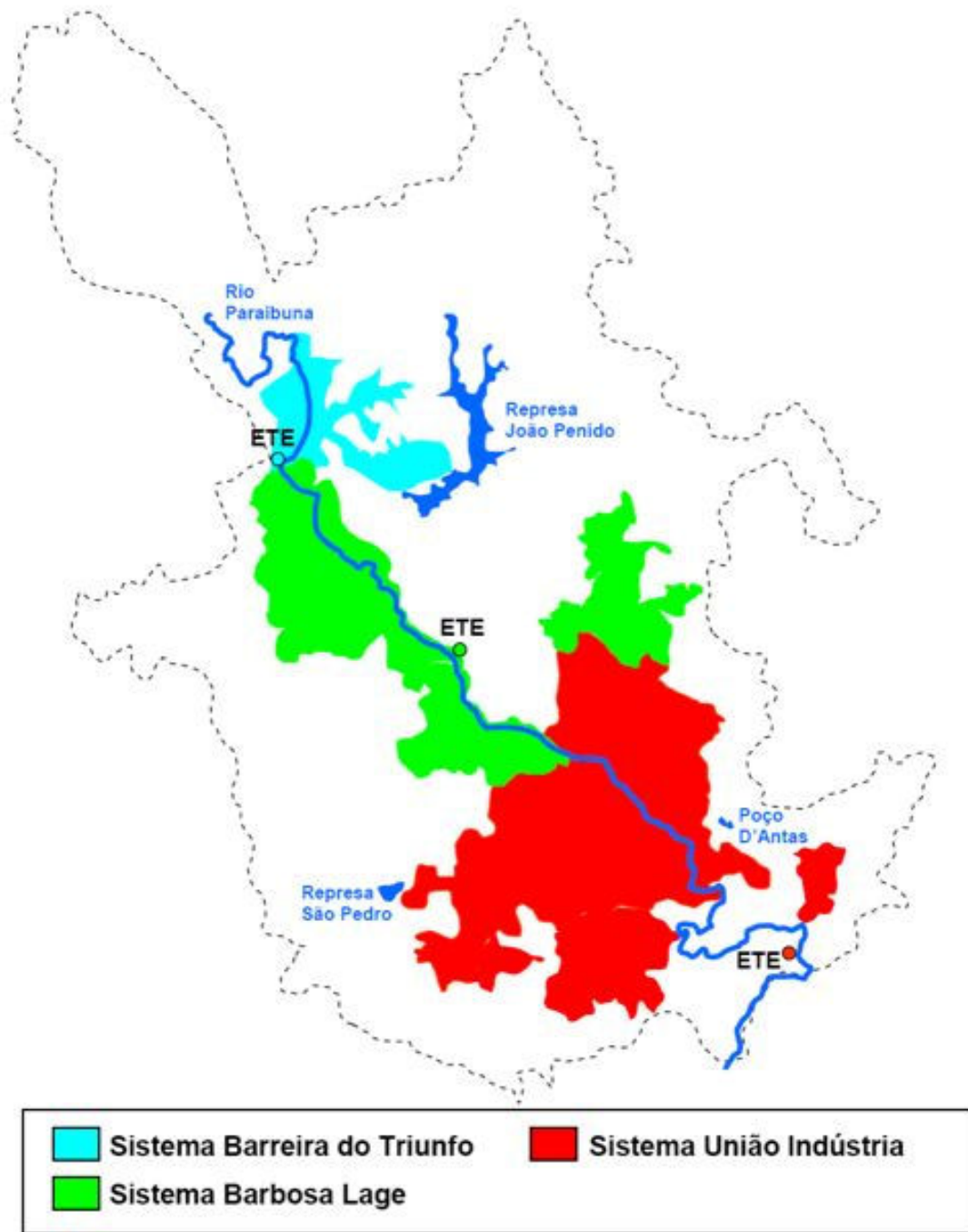


Figura 50 – Localização das estações de tratamento de esgotos existentes e planejadas para o município de Juiz de Fora (Fonte: Estudo de Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário de Juiz de Fora - MKM, 2002)

5.4. Meios aquáticos especiais de interesse do sistema de abastecimento de água de Juiz de Fora

De acordo com a Companhia Municipal de Saneamento – Cesama, a cidade de Juiz de Fora é abastecida por três principais sistemas de tratamento e distribuição de água que, somados a alguns poços artesianos e estações compactas de tratamento de água, produzem a vazão de 1,6 m³/s (Cesama, 2010), quais sejam:

- (i) sistema Dr. João Penido: represa Dr. João Penido e estações de tratamento de água (ETA) Dr. João Penido e Mal. Castelo Branco, responsável por cerca de 50% do abastecimento do município;
- (ii) sistema Norte: ribeirão do Espírito Santo e ETA Walfrido Machado de Mendonça, também conhecida por ETA CDI, responsável por cerca de 40% do abastecimento do município;
- (iii) sistema São Pedro: represa dos Ingleses e ETA São Pedro, responsável por cerca de 8% do abastecimento do município;
- (iv) poços artesianos e ETA's compactas em alguns distritos, responsáveis pelos 2% restantes do abastecimento do município.

O sistema Dr. João Penido (Fotos 62 e 63) e o sistema Norte (Fotos 64 e 65), hoje os principais produtores de água tratada disponibilizada para a população do município, respondem conjuntamente por cerca de 90% da cobertura populacional de abastecimento de água no município. Já o sistema São Pedro (Foto 66) responsabiliza-se praticamente pelo restante da cobertura populacional urbana do município, considerando-se que os poços artesianos atendem exclusivamente a distritos da cidade de Juiz de Fora, cuja população não deve ser considerada significativa em relação à população total atendida.





Fotos 62 e 63 – Sistema Dr. João Penido: represa Dr. João Penido e ETA Marechal Castelo Branco
(Fonte: Cesama - 2011)



Fotos 64 e 65 – Sistema Sistema Norte: captação no ribeirão do Espírito Santo e ETA CDI
(Fonte: Cesama - 2011)



Fotos 66 – Sistema Sistema Norte: captação no ribeirão do Espírito Santo e ETA CDI
(Fonte: Cesama - 2011)

Os três primeiros sistemas, Dr. João Penido, Norte e São Pedro, são equipados com estações de tratamento de água do tipo convencional, ou de ciclo completo, que garantem atendimento aos padrões de potabilidade em vigor estabelecidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, a qual “estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências”.

Através de dados do Laboratório Central de Qualidade de Água da Cesama, sabe-se que durante todo o tempo de operação dos sistemas referenciados, nenhuma análise rotineira de controle de qualidade da água bruta proveniente de seus mananciais apresentou valores que justificassem a necessidade de estudos mais detalhados ou emprego de soluções específicas para enquadramento aos padrões de potabilidade em vigor.

Ressalte-se que, nos dias atuais, esses sistemas encontram-se no limite da sua capacidade de atendimento, e, com base no Plano Diretor de Abastecimento de Água para a cidade de Juiz de Fora (década de 1980), os esforços de ampliação das vazões a serem disponibilizadas à população passaram a ser concentrados no Sistema Norte, composto pelo ribeirão do Espírito Santo associado, nos dias atuais, à imensa capacidade de oferta de água pela barragem de Chapéu d’Uvas, a qual, como já salientado anteriormente, encontra-se sob gestão da Cesama desde 28/12/1994 (Acordo no 039/SDR-MIR/94) e em efetiva operação desde o ano de 2005.

Segundo a Cesama, atualmente cerca de 70% das obras de interligação da represa de Chapéu d’Uvas ao sistema Norte e ampliação da ETA Walfrido Machado de Mendonça (ETA CDI) estão concluídas (Fotos 67 a 69). Assim, em um primeiro momento, será possível aportar à ETA CDI uma vazão de 850 L/s, que poderá chegar a 5 m³/s levando-se em consideração as reais possibilidades de expansão do novo sistema.



Fotos 67 a 69 – Obras de ampliação da ETA CDI e obras da adutora de água bruta
(Fonte: Arquivo Equipe UFJF/Fadepe e Cesama - 2011)

Ainda de acordo com a Cesama, o incremento na sua capacidade produtiva a partir do início de operação do novo sistema Norte possibilitará a desativação do sistema São Pedro, o que deverá ocorrer em um prazo de até três anos.

Os itens a seguir apresentam caracterizações das sub-bacias nas quais estão implantados os dois principais sistemas de ou mananciais de abastecimento de águas do município – Sistema Dr. João Penido (sub-bacia BE-34) e ETA CDI ou Sistema Norte (sub-bacia BD-24), com base em estudos e relatórios sobre eles existentes, além de informações sobre a Represa de Chapéu d’Uvas, cuja bacia, apesar de estar fora dos limites da área objeto do PD/JF ZN, apresenta-se como importante fonte para o abastecimento futuro da população de Juiz de Fora.

Além disto, os itens levarão em conta o enquadramento das águas no Estado de Minas Gerais, subordinado ao disposto na Lei Federal 9.433/97 e na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG No 1, de 05 de maio de 2008, publicado no “Minas Gerais” do dia 13 de maio de 2008; com retificação no “Minas Gerais” do dia 20 de maio de 2008; assim como a regulamentação do enquadramento das águas no Estado, que se dá através da Resolução CONAMA no. 357 de 17 de março de 2005, para águas superficiais, e pela Resolução CONAMA no 396 de 03 de abril de 2008, para águas subterrâneas.

Neste contexto, e segundo a Deliberação Normativa COPAM 016/96, de 24 de setembro de 1996, as águas do ribeirão dos Burros (da sua nascente até a confluência com o rio Paraibuna (BE-34), do ribeirão Espírito Santo desde sua nascente até a unidade de captação de água para a Estação de Tratamento de Água – ETA – Walfrido Machado de Mendonça (BD-24), são enquadradas como de **Classe 1**. Já o rio Paraibuna, de sua cabeceira até a barragem Chapéu d’Uvas, é também classificado como de **Classe 1** pela Portaria no 86 do Ministério do Interior, de 04 de junho de 1981. Assim, atendendo à essa classificação, as águas desses mananciais podem ser destinadas:

- i) “ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- ii) à proteção das comunidades aquáticas;
- iii) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 29 de novembro 2000;
- iv) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- (v)

A Tabela 37 a seguir, apresenta de forma resumida os requisitos de qualidade para corpos de água Classe 1, de acordo com o disposto na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG No 1, a fim de seja possível comparar e avaliar os resultados de qualidade de água disponíveis para os meios aquáticos de interesse para o PD/JF ZN com os valores estabelecidos pela legislação vigente considerando, ainda, a finalidade de abastecimento público.

Tabela 37 – Limitação para alguns parâmetros de qualidade – Classe 1

Parâmetro	Limites considerados
<i>E. coli</i>	≤ 200 UFC/100 mL (em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras anuais)
Cloreto total	até 250 mg/L
Cor verdadeira	nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L
DBO _{5,20} ^o C	até 3 mg/L
Ferro dissolvido	até 0,3 mg/L
Fósforo total (ambiente lântico)	até 0,02 mg/L
Manganês total	até 0,1 mg/L
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L, para pH ≤ 7,5 2,0 mg/L, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 mg/L, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 mg/L, para pH > 8,5
OD	≥ 6 mg/L
pH	entre 6 e 9
SST	até 50 mg/L
Turbidez	até 40 UNT

5.4.1. Caracterização da Sub-bacia BE-34

Segundo o PDDU (2004) a Região de Planejamento Represa corresponde a um grande vazio urbano apresentando um baixíssimo índice de adensamento, à época com os valores bruto de 0,09 hab/ha e líquido de 1,26 hab/ha. Hoje, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a sub-bacia BE-34 apresenta uma população da ordem de 640 habitantes e densidade relativa de 9 hab/km² (IBGE, 2010).

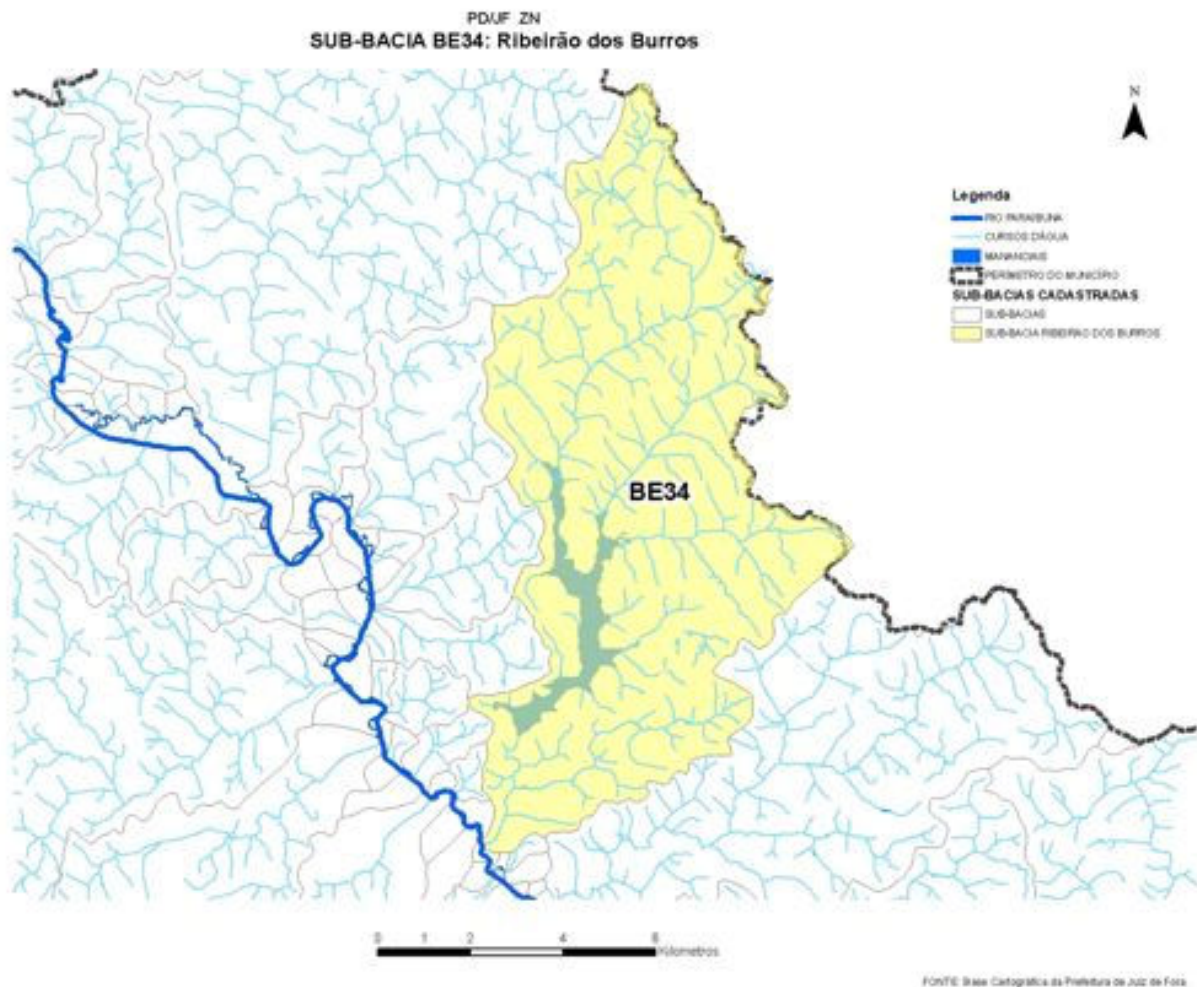


Figura 51 – Localização da sub-bacia do Ribeirão dos Burros, BE 34
(Fonte: Base SPDE/PJF)

Com relação ao uso e ocupação do solo, ainda segundo o PDDU (2004), a região apresenta na maior parte de sua área características eminentemente rurais, sendo formada por granjas, sítios e fazendas, proporcionando aos proprietários atividades de economia informal e de subsistência a partir de atividades hortigranjeiras, criação de bovinos, suínos e outros animais. Alguns loteamentos irregulares já foram identificados nesta Região de Planejamento (RP) e ela também conta com dois clubes recreativos às margens da represa Dr. João Penido, que permitem atividades de lazer, o que, de certa forma, é incompatível com a principal finalidade do manancial.

As características de área rural da sub-bacia BE-34 e o seu baixíssimo índice de urbanização são também confirmados por seu coeficiente de escoamento superficial ponderado $C = 0,30$, conforme cálculo mostrado para todas as sub-bacias do PD/JF, uma função do tipo predominante de uso e ocupação do solo, resumidos na Tabela 38.

Tabela 38 – Características de uso e ocupação do solo da sub-bacia BE-34

	Mata (km ²)	Água (km ²)	Área Urbana (km ²)	Pasto/Solo exposto (km ²)	Total (km ²)
BE-34	19.735	3.073	3.601	45.512	71.921

(Fonte: Estudos preliminares do Plano de Drenagem de Juiz de Fora - 2010)

Com relação à constituição do solo, na área da bacia de drenagem predominam, segundo Pereira (1991), solos característicos de baixa coesão e permeabilidade, mas com extrema susceptibilidade à erosão. No que se refere a morfologia a autora também relata a existência de morros com topos e vertentes que em geral são suaves e arredondados. Já as condições climáticas são descritas como de inverno seco e de verões quentes e chuvosos, com uma precipitação média anual de 1400 mm e temperaturas médias anuais mínimas e máximas respectivamente iguais a 15 0C e 26 0C.



Foto 70 – Erosão, margem esquerda - Ribeirão dos Burros



Foto 71 – Erosão à margem - direita do córrego Sta. Maria

A sub-bacia BE-34 abriga o sistema Dr. João Penido (Foto 72), implantado em 1934, no governo do Prefeito Menelick de Carvalho, a partir do projeto do Engenheiro Henrique de Novaes que idealizou a formação de um lago artificial construído pelo barramento das águas do Ribeirão dos Burros, do Córrego Grama e do Córrego Vista Alegre (PDDU, 2004).



Foto 72 – Placa comemorativa das obras do sistema Dr. João Penido



Foto 73 – Vista parcial da represa Dr. João Penido a partir do seu maciço
(Fonte: Acervo Equipe UFJF/Fadepe - 2011)

Localizada na zona norte da cidade, a 10 km da área urbana, a barragem com 11,5m de altura e 80m de extensão, forma um lago artificial (Foto 73) com coordenadas geográficas de 21o41'14" de latitude sul e 43o24'18" de longitude oeste, e tem as seguintes características morfométricas, como mostrado na Tabela 39 abaixo (Cesama, 2011).

Tabela 39 - Características morfométricas da ETA Dr. João Penido

Características morfométricas da ETA Dr. João Penido	
Comprimento máximo	7,25 km
Largura máxima	1,70 km
Profundidade máxima	10,90 m
Profundidade média	6,53 m
Área de superfície	3,70 km ²
Perímetro	17,80 km
Área da bacia de contribuição	68,00 km ²
Volume armazenado aproximado	16.000.000 m ³

Hoje o Sistema Dr. João Penido conta com as estações de tratamento de água Dr. João Penido (Foto 74), construída na década de 1930, e Marechal Castelo Branco (Foto 75), construída na década de 1970, as quais, em conjunto, garantem uma vazão média de 750 L/s, com um potencial de fornecimento máximo de 900 L/s, potencial este explorado nos períodos de maior demanda de consumo. Trata-se, hoje, indiscutivelmente da principal fonte de suprimento d'água da cidade de Juiz de Fora.


Foto 74 – Vista parcial da ETA Dr. João Penido

Foto 75 – Vista parcial da ETA Mal Castelo Branco
 (Fotos 74 e 75 – Fonte: Equipe UFJF/Fadepe - 2011)

Vale destacar que a Represa Dr. João Penido é amparada pela Lei 6087/81, que estabelece norma de parcelamento, uso e ocupação do solo no seu entorno. Além desta lei, visando à manutenção da qualidade da água e a sobrevivência da represa Dr. João Penido, foi instituída, através da portaria número 3139 de 22/12/98, a Comissão Permanente Especial de Monitoramento, formada por diversos setores organizados da sociedade. Esta comissão tinha, além de outros atributos, a incumbência de realizar levantamentos, estudos e pesquisas que identificassem problemas ambientais na sua bacia de drenagem.

Entretanto, a represa Dr. João Penido vem sendo exposta a riscos de degradação ambiental pela não observância aos preceitos da Lei 6087/81 com risco, inclusive, de elevação do potencial de eutrofização do lago. Tais constatações estão relatadas em mais de um trabalho desenvolvido sobre o manancial (Branco & Rocha, 1986; Perensin, 1998; Pereira, 1991; Paiva et al, 2000).



Foto 76 – Degradação da represa Dr. João Penido
(Fonte: adaptado de Bucci - 2011)



Foto 77 – Ocupação da margem direita da represa Dr. João Penido
(Fonte: Equipe UFJF/Fadepe - 2011)

Dados primários preliminares recentemente coletados por professores da UFJF (NAGEA/UFJF, 2010), durante duas campanhas de medições, e inerentes à qualidade da água e ao transporte de sedimentos, estão apresentados, respectivamente, nas Tabelas 40 e 41 abaixo. Na Figura 52 apresentam-se os pontos de locação onde tais coletas foram realizadas, a saber: no Córrego Santa Maria (Coleta 4) e no Ribeirão dos Burros (coleta 5).

Destaca-se que a avaliação preliminar dos dados foi orientada pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº1, de 05 de maio de 2008, tomando-se com referência os valores recomendados para os cursos de águas naturais enquadrados na Classe 1 e foram apreciados apenas os parâmetros: Potencial hidrogênionico (pH); Oxigênio Dissolvido (OD) e Sólidos Suspensos Totais (SST).

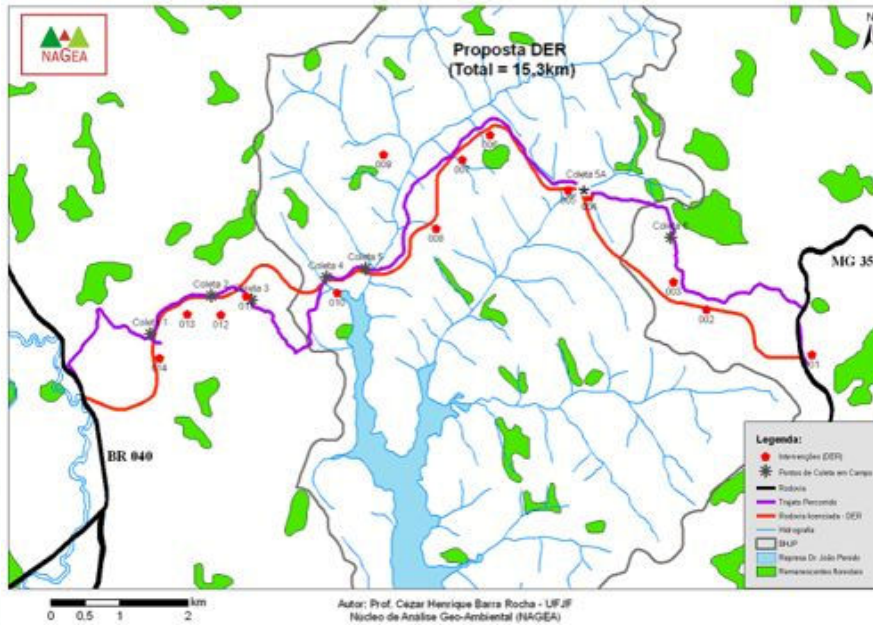


Figura 52 – Planta de locação de pontos de coleta de sedimentos e qualidade de água na área de interesse da Represa Dr. João Penido
(Fonte: NAGEA/UFJF - 2010)

Os dados apresentados na Tabela 40, sinalizam melhor qualidade ambiental do Córrego Santa Maria (dados na coluna 3), em comparação aos dados observados para o Ribeirão dos Burros (dados na coluna 4). Nota-se ainda que no que se refere ao Córrego Santa Maria os três parâmetros sobreditos atendem plenamente a Deliberação COPAM/CERH-MG Nº1, nos quesitos oxigênio dissolvido ($OD > 6 \text{ mg/L}$) e sólido suspensos totais ($SST < 50 \text{ mg/L}$). Já quanto ao pH, na primeira campanha de medições, a deliberação é também plenamente atendida ($6 < \text{pH} < 9$) ao passo que, na segunda campanha, o valor de 5,87 aproxima-se do limite inferior recomendado.

Tabela 40 – Indicadores de qualidade ambiental de tributários da Represa Dr. João Penido

(1)	(2)	(3)			(4)		
		C4 (665505E e 7607328N)			C5 666086E e 7607456N		
		OD	PH	SST	OD	PH	SST
Campanha	Data	mg/L	-	mg/L	mg/L	-	mg/L
1	01/10/10	7,09	6,5	20	3,5	5,91	5
2	15/10/10	6,97	5,87	5	2,4	5,87	5

C4: Ponto de Coleta no Córrego Santa Maria; C5: Ponto de Coleta no Ribeirão dos Burros.

Para o Ribeirão dos Burros, os valores de pH aproximam-se daqueles recomendados para o limite inferior ($\text{pH} \cong 6,0$). Para Sólidos Suspensos Totais (SST) notam-se que aos valores satisfazem plenamente aos recomendados pela deliberação sobredita ($\text{SST} < 50 \text{ mg/L}$). A situação se torna crítica para o Ribeirão dos Burros quando se observam os dados de oxigênio dissolvido (3,5 mg/L e 2,4 mg/L) bem abaixo dos padrões recomendados daquilo que se espera para os cursos de água da Classe 1 ($\text{OD} > 6 \text{ mg/L}$).

A Tabela 41, a seguir, apresenta valores atuais de alguns parâmetros de qualidade da água para o Ribeirão dos Burros que complementam as informações anteriores.

Tabela 41 – Parâmetros de qualidade da água do Ribeirão dos Burros

TRIBUTÁRIO Ribeirão dos Burros	PONTO DE COLETA	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	ST (mg/L)	TEMP. (°C)
(04/02/2010)	Montante	3,00	17,00	6,1	84,00	24,5
	Intermediário	3,20	10,00	6,2	10,00	24,5
	Jusante (foz)	3,00	ND	6,5	8,00	25,0
(08/06/2010)	Montante	<2	<15	6,4	64,0	20,0
	Intermediário	2,1	<15	6,4	46,0	20,0
	Jusante (foz)	2,0	<15	6,7	42,0	22,0

(Fonte: Estudos preliminares do Plano de Drenagem de Juiz de Fora - 2010)

Na Tabela 42 são apresentados valores da vazão líquida (Q) e da descarga de sedimentos transportada também para o Córrego Santa Maria (dados na coluna 3) e para o Ribeirão dos Burros (dados na coluna 4). A primeira observação relevante com relação aos dados preliminares diz respeito à variação atípica da descarga de sedimentos com a vazão.

Tabela 42 – Contribuição de tributários no transporte de sedimentos para a Represa Dr. João Penido

(1)	(2)	(3)		(4)	
		C4 (665505E e 7607328N)		C5 666086E e 7607456N	
Campanha	Data	Q (vazão)	Q _s	Q (vazão)	Q _s
		(litros/seg)	ton/dia	(litros/seg)	ton/dia
1	01/10/10	10	0,018	16	0,007
2	15/10/10	35	0,015	30	0,013

C4: Ponto de Coleta no Córrego Santa Maria; C5: Ponto de Coleta no Ribeirão dos Burros.

Em se tratando dos quantitativos observa-se que a contribuição do Córrego Santa Maria (média $\cong 0,017 \text{ t/dia}$), bem como aquela devida ao Ribeirão dos Burros (média $\cong 0,010 \text{ t/dia}$) podem ser consideradas baixas, se comparadas a outros rios da região, por exemplo: medições realizadas numa seção do rio Paraibuna a 3 km da Represa de Chapéu d’Uvas em Juiz de Fora (MG), com base em 6 (seis) campanhas de medições registraram escores para os valores mínimos, médio e máximo respectivamente iguais a 6,01 t/dia; 10,22 t/dia e 18,16 t/dia para a descarga de sedimentos (Souza e Paiva, 2010).

Todavia, mesmo atestando que os valores são de baixa magnitude os seus efeitos, caso o material transportado atinja efetivamente a represa, pode ser danoso a sua qualidade ambiental, sobretudo porque, ao longo dos anos, este material vai se depositando. Somam-se ao efeito do acúmulo de sedimentos outros impactos, como por exemplo, aqueles devido à ação antrópica (Perensin, 1998). Assim, se estes agirem simultaneamente, o assoreamento da Represa Dr. João Penido será agravado sobremaneira.

Em trabalho realizado por Paiva et al (2000) analisou-se as suscetibilidades ao assoreamento da Represa, através da realização, no ano de 1998, de batimetria em cinco seções de monitoramento. Tal batimetria foi comparada com outra, realizada em 1987. A Figura 58 mostra as cinco seções onde foram realizadas as batimetrias em 1998 (Perensin, 1998). Estas seções foram previamente selecionadas por pertencerem a regiões com maior incidência da ação antrópica, identificadas como aquelas potencialmente susceptíveis à erosão.

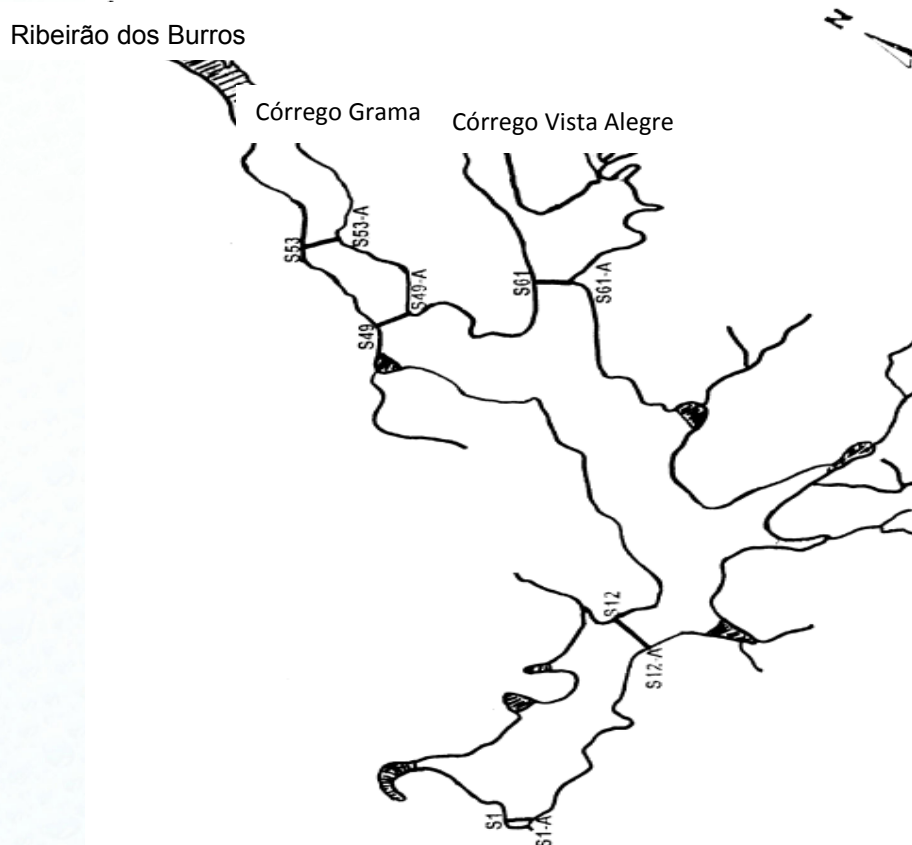


Figura 53 – Representação esquemática da represa Dr. João Penido e as cinco seções de monitoramento.
(Fonte: Perensin - 1998)

Dos trabalhos de Perensin (1998) e Paiva et al (2000) pode-se concluir que a maioria das seções apresentou níveis de redução bastante considerável quando comparadas com as seções mostradas na batimetria de 1987, principalmente as seções 1-1A, 53-53A e 61-61A, com reduções respectivamente iguais a 33,6 %, 37% e 21,1%. Já a seção 49-49A apresentou 4,6 % de redução enquanto que a seção 12-12A apresentou 14,3%.

As causas da redução vão desde a localização em áreas de baixas velocidades (seção 1-1A), intervenções humanas e também, ainda que em pequena escala, ao aporte de sedimentos oriundos dos córregos Vista Alegre e Grama, além de acentuado desenvolvimento de uma vegetação aquática submersa, o que sinaliza processos de eutrofização da barragem (seção 61-61A e 53-53A), à erosão provocada pelo constante movimento de terra ao seu redor (seção 12-12A), o que reafirma o diagnóstico sobre o processo de degradação ambiental, já relatado por Branco e Rocha (1986), quando foi ação antrópica apontada como a maior responsável pelo comprometimento da qualidade da água e da vida útil deste manancial.

Quanto à qualidade da água da represa Dr. João Penido, a Tabela 43 apresenta alguns resultados de análises de controle de qualidade da água do manancial, disponibilizados pelo Laboratório Central de Qualidade da Água da Cesama, referentes ao ano de 2010, ressaltando que os mesmos em muito pouco diferem do histórico de controle efetuado ao longo do tempo no referido manancial.

Tabela 43 – Análises de qualidade da água da represa Dr. João Penido

Parâmetros Pesquisados	Datas (2010)						
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul
pH	6,17	7,12	7,19	7,11	6,98	7,31	7,36
COR (mg Pt/L)	60	50	50	50	50	40	20
TURBIDEZ (NTU)	6,10	6,22	4,54	3,15	2,79	3,39	1,31
Fe (mg/L)	1,35	2,50	1,30	1,24	1,11	0,66	0,52
Mn (mg/L)	0,20	0,40	0,20	0,10	0,10	0,10	< 0,01
Fosfato TOTAL (mg/L)	0,23	0,32	0,15	0,71	0,17	0,27	0,27
N TOTAL (mg/L)	< 0,5	0,4	0,8	0,9	2,4	0,3	1,2
O CONSUMIDO (mg/L)	1,10	3,40	2,60	0,10	2,35	2,80	1,84
ALCAL. HCO ₃ (mg/L)	9,43	7,80	7,55	8,51	8,35	8,30	8,52
ALCAL. OH (mg/L)	x	x	x	x	x	x	0,0
ALCAL. CO ₃ (mg/L)	x	x	x	x	x	x	0,0
DUREZA (mg/L)	8,53	7,15	6,66	7,25	6,86	7,70	6,50
CLORETO (mg/L)	3,01	4,17	0,73	3,20	2,45	3,55	9,25
DQO (mg/L)	x	x	x	x	x	x	x
OD (mg/L)	7,75	7,46	4,08	4,26	5,00	4,65	4,52
DBO ₅ (mg/L)		11,00	20,80	16,40	7,60	1,30	1,04
CONDUTIVIDADE (uS/cm)	20,60	21,50	22,40	21,20	16,60	15,43	19,10
COL. TOTAIS (NMP/100mL)	>2419,2	>2419,2					131,3
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	38,7	920,8					5,232

(Fonte: Laboratório Central de Qualidade de Água – Cesama - 2010)

Uma análise preliminar dos resultados apresentados pela Tabela 43 em confronto com a Tabela 37, a qual relaciona alguns parâmetros estabelecidos para a Classe 1 de enquadramento, permite observar as seguintes discordâncias:

- (i) o parâmetro *E. coli* apresentou valor extremamente elevado no mês de fevereiro,

podendo estar associado ao período de chuvas intensas e à lavagem do terreno da superfície da bacia;

(ii) o parâmetro DBO (demanda bioquímica de oxigênio) apresentou valores sempre superiores ao limite de enquadramento, com picos nos meses iniciais do ano, podendo também estar relacionado ao aporte de matéria orgânica no manancial em função do período chuvoso;

(iii) o parâmetro ferro (Fe) apresentou também em todos os meses valores elevados, notadamente no período chuvoso, o que demonstra sua intrínseca relação com a lavagem da superfície do terreno da bacia, agravado pela constante remoção da cobertura vegetal em desacordo com a legislação vigente;

(iv) o parâmetro OD (oxigênio dissolvido) apresentou valores inferiores ao mínimo estabelecido para a classe de enquadramento a partir do mês de março, podendo esta queda estar associada ao incremento da matéria orgânica nos meses anteriores e ao menor aporte de novos volumes de água na represa, em decorrência do final do período chuvoso.

Fernandes e Rodrigues (2008) em trabalho que monitorou a qualidade das águas dos mananciais ribeirão Espírito Santo e represa Dr. João Penido entre os meses de agosto de 2007 e janeiro de 2008, encontraram os valores constantes da Tabela 44 para os parâmetros de qualidade selecionados, que possibilitassem confronto com as limitações estabelecidas para a Classe 1 de enquadramento do manancial.

Tabela 44 – Resultados de análises de água dos mananciais ribeirão Espírito Santo e represa Dr. João Penido, entre agosto de 2007 e janeiro de 2008.

Parâmetros Pesquisados	Meses					
	ago	set	out	nov	dez	jan
pH	6,9	7,1	7,2	7,0	7,0	6,7
Condutividade (uS/cm)	17,7	21,1	19,1	25,3	23,3	26,0
Cor aparente (uH)	20	20	25	70	60	60
Turbidez (NTU)	5,0	5,6	4,0	8,0	7,85	6,3
Fe total (mg/L)	0,3	0,5	0,3	1,0	1,0	2,6
E. coli (NMP/100 mL)	5,2	9,6	7,4	24,9	29,8	52,9
DBO (mg/L)	14,7	18,6	16,9	10,9	12,7	13,6

(Fonte: Fernandes e Rodrigues - 2008)

Confrontando os valores obtidos com a legislação em vigor, observaram as seguintes discordâncias que merecem destaque:

(i) o parâmetro cor aparente, apesar de não contemplado na Resolução CONAMA 357 que limita valores tão somente para a cor verdadeira, apresentou elevação de valores coincidente com o período chuvoso, fato esperado já que o parâmetro sofre influência do material que causa turbidez, aportado ao manancial pelo escoamento superficial;

(ii) apesar da Resolução CONAMA 357 apresentar limitações apenas para o parâmetro ferro dissolvido, os valores encontrados para o parâmetro ferro total, com valores ascendentes durante o período chuvoso, corroboram a afirmativa anterior a partir dos resultados das análises da Cesama;

(iii) o parâmetro DBO apresentou, em todos os meses, valores superiores aos limites impostos pela legislação vigente.

Por fim, Bucci (2011), em trabalho que teve por objetivo avaliar a qualidade das águas da represa Dr. João Penido e de dois de seus principais tributários, ribeirão dos Burros e córrego Grama, concluiu que o manancial vem sendo alvo de deterioração da qualidade de suas águas, em função de ações antrópicas realizadas dentro de sua bacia. O trabalho monitorou a qualidade das águas superficiais do sistema durante um ano em cinco pontos amostrais, três na represa e um em cada tributário, destacando como principais conclusões o que se segue:

(i) constatou-se a proliferação de macrófitas nas áreas de cabeceira da represa e assoreamento dos cursos d'água, com reflexos prejudiciais à vazão disponibilizada;

(ii) do total de amostras coletadas no sistema composto pelos córregos e represa, estiveram em desacordo com os limites estabelecidos para a Classe 1 de enquadramento 50,91% das análises de OD, 20,00% das análises de pH, 15,00% das análises de turbidez, 98,20% das análises de DBO e 55,00% das análises para PT (fósforo total), valores que comprometem a utilização do manancial como fonte de abastecimento após tratamento simplificada à margem direita da represa apresentou-se sempre mais degradada no período de realização do trabalho, notadamente no que concerne a queimadas, erosões e movimentos de terra, o que facilita o transporte de sedimentos e assoreamento do lago.

5.4.2. Caracterização da Sub-bacia BD-24

De acordo com o PDDU, a sub-bacia BD-24 está localizada com a quase totalidade de seus 151,312 km² em zona rural a noroeste da cidade de Juiz de Fora, apresentando baixa densidade demográfica, com população da ordem de 621 habitantes e densidade relativa de 4 hab/km² (IBGE, 2010).

Para Oliveira e Francisco (2010), a sub-bacia BD-24, a qual contém o ribeirão do Espírito Santo, apresenta padrão de drenagem dendrítica, ou arborescente, e teve a maior parte de sua cobertura vegetal original composta por mata atlântica, extraída para o desenvolvimento da cultura cafeeira, que se estendeu do final do século XIX até as primeiras décadas do século XX. Suas matas ciliares são hoje escassas e grande parte da superfície da sub-bacia é coberta por

pastagens (Foto 78), o que pode comprometer a sua importante função de abrigar um dos principais mananciais de abastecimento da cidade de Juiz de Fora.



Foto 78 – Margem direita da bacia do ribeirão Espírito Santo - BD-24
(Fonte: Equipe UFJF/Fadepe - 2011)

Atualmente as atividades agrícolas desenvolvidas na sub-bacia são consideradas inexpressivas, compondo-se apenas por culturas temporárias (milho, arroz e feijão) e permanentes (café), que ocupam respectivamente 0,26% e 0,12% de sua área total, sem que a utilização de defensivos agrícolas possa representar algum risco para o seu principal manancial. Já a pecuária, que sucedeu a cultura cafeeira outrora predominante na sub-bacia, deixou como legado extensas áreas de pastagens (Foto 79) decorrentes da remoção da vegetação nativa (Cesama, 2010).



Foto 79 – Áreas de pastagens na bacia do ribeirão Espírito Santo BD-24
(Fonte: Equipe UFJF/Fadepe - 2011)

Some-se a essas ações o fato de que, segundo Oliveira e Francisco (2010), as áreas de preservação permanentes (APPs) de “nascentes, faixa marginal de cursos d’água e encostas com declividade superior a 45º apresentaram área sem cobertura florestal correspondente, respectivamente, a 64%, 79% e 67% da sua área total. A situação expõe, claramente, o descumprimento da legislação em vigor (Lei 4.771/65), além de concorrer para a redução da qualidade dos recursos hídricos no segundo maior manancial de abastecimento de água do município de Juiz de Fora”.



Foto 80 – Foco de erosão às margens do Ribeirão Espírito Santo- BD-24
(Fonte: Equipe UFJF/Fadepe - 2011)

As características de área rural da sub-bacia e o seu baixíssimo índice de urbanização são também confirmados por seu coeficiente de escoamento superficial ponderado $C = 0,26$; uma função do tipo predominante de uso e ocupação do solo em áreas residenciais com casas isoladas; como mostram a Tabela 45 e a Foto 81.

Tabela 45 – Características de uso e ocupação do solo da sub-bacia BD-24

	Mata (km ²)	Água (km ²)	Área Urbana (km ²)	Pasto/Solo exposto (km ²)	Total (km ²)
BD_24	71.187	0.266	3.067	76.792	151.312

(Fonte: Estudos preliminares do Plano de Drenagem de Juiz de Fora - 2010)



Foto 81 – Ocupação típica da sub-bacia BD-24
(Fonte: Equipe UFJF/Fadepe - 2011)

Na BD-24 se encontra o Sistema Norte, composto pela captação no ribeirão Espírito Santo e a estação de tratamento de água – ETA – Walfrido Machado de Mendonça, também conhecida por ETA CDI. Incorporado ao sistema de abastecimento de água da cidade no início dos anos

1980; quando foi adquirido da Companhia de Distritos Industriais (CDI); é hoje um dos três principais sistemas de abastecimento da cidade de Juiz de Fora, respondendo por cerca de 40% do volume de abastecimento do município.

Atualmente o sistema atende a toda Zona Norte da cidade de Juiz de Fora e reforça o abastecimento de outras regiões do município por meio de uma adutora com 13,5 km de extensão, que interliga o Sistema Norte ao Sistema Dr. João Penido. A capacidade atual de produção é de até a ordem de 650 L/s, dependendo da necessidade de consumo estabelecida pela população atendida.

O principal curso d'água da sub-bacia BD-24, o Ribeirão Espírito Santo, nasce em uma região de cota 840,00m e deságua no rio Paraibuna na altitude de 640,00m drenando uma área aproximada de 153 km² (MKM Engenharia Ambiental, 2002).

Após a conclusão das obras de interligação da barragem de Chapéu d'Uvas ao Sistema Norte por meio de uma adutora com diâmetro de 900 mm e cerca de 17 km de extensão, o complexo se tornará no maior responsável pelo abastecimento de água do município, passando a operar, em início de plano, com 850 L/s podendo chegar a 5 m³/s.

A utilização das águas da sub-bacia tem como principal finalidade o abastecimento doméstico, em menor monta o abastecimento industrial e, ainda, a irrigação de pequenas culturas e atividades agropecuárias de pouca expressão desenvolvidas na região (Cesama, 2010). A Figura 54, a seguir, apresenta a localização da bacia do Ribeirão Espírito Santo no município de Juiz de Fora.

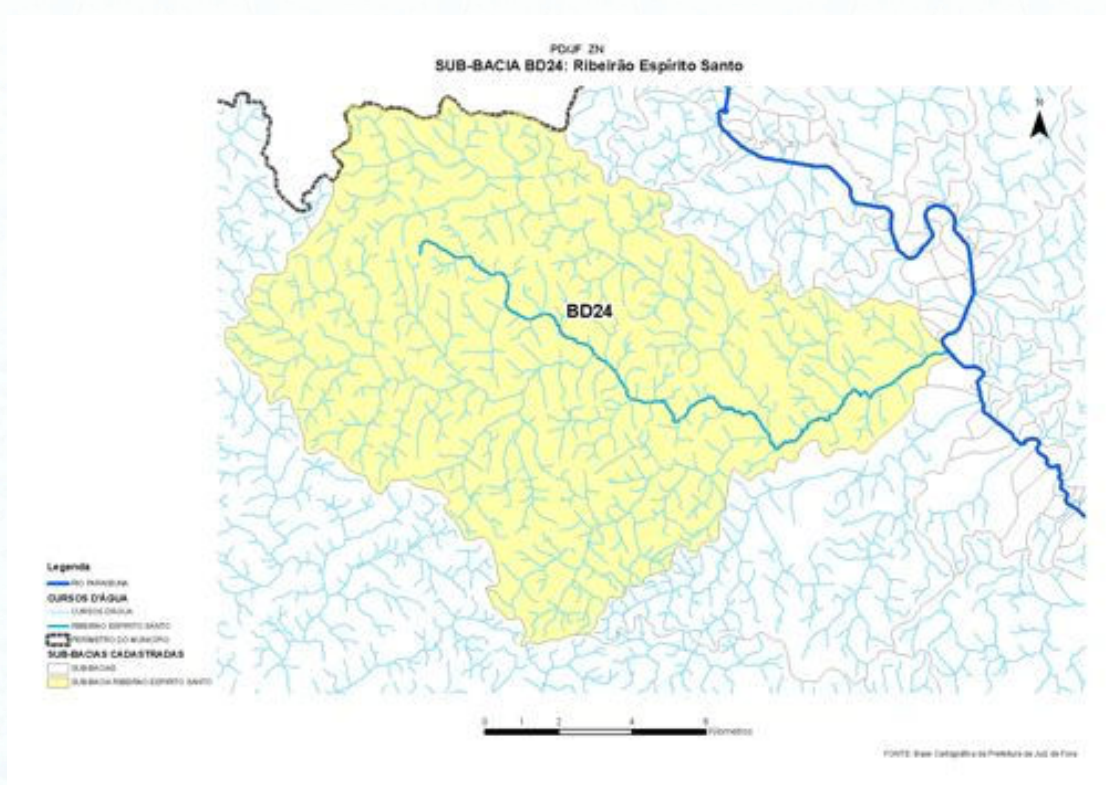


Figura 54 – Localização da sub-bacia do Ribeirão Espírito Santo, BD-24
(Fonte: Base SPDE/PJF)

Relativamente à bacia do ribeirão Espírito Santo, o PDDU (2004) destaca em seu quadro 9A, a preservação da Mata do Distrito Industrial (Espírito Santo), com área aproximada de 110 ha, com a função ambiental de equilíbrio ecológico e regularização da vazão do curso d'água. A Figura 55, a seguir, apresenta a localização da AEIA Mata do Distrito Industrial.

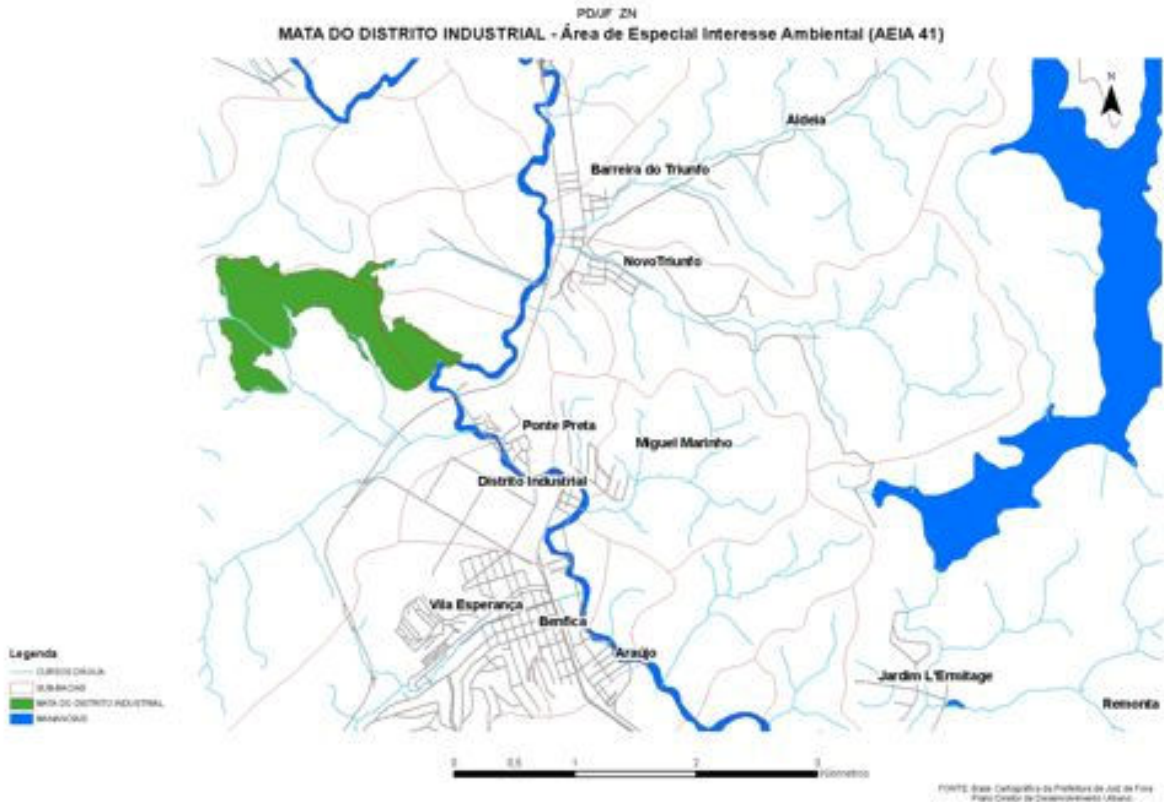


Figura 55 – Localização da AEIA Mata do Distrito Industrial (no 41)
(Fonte: modificado PDDU/SPDE - 2011)

Quanto aos dados disponíveis de qualidade de água obtidos para o ribeirão Espírito Santo, notadamente os que permitem comparação com os parâmetros estabelecidos para a classe 1 de enquadramento, apresentados em resumo pela Tabela 22 anterior, estes estão apresentados nas Tabelas 46, 47 e 48 a seguir.

Tabela 46 – Alguns parâmetros de qualidade da água na década de 1980

Parâmetros Pesquisados	Datas		
	10/07/1984	17/08/1984	11/03/1985
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	≥ 2.400		
Cloreto total	0,50	1,00	0,50
Cor (mg/L K ₂ PtCl ₆)	10	20	75
Turbidez (mg/L SiO ₂)	13,80	12,50	27,50
DBO _{5,20} ^o C			
Ferro dissolvido	1,40	1,40	2,30
Fósforo total (ambiente lântico)			
Manganês total	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrogênio amoniacal total	< 0,05	< 0,05	< 0,05
OD			
pH	6,55	6,55	6,70
SST	44,20	43,00	66,40

(Fonte: SANEAR Engenharia Sanitária Ltda. - 1980)

Tabela 47 – Parâmetros de qualidade da água do Ribeirão Espírito Santo 2010

TRIBUTÁRIO Ribeirão Espírito Santo	PONTO DE COLETA	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	ST (mg/L)	TEMP. (°C)
(25/01/2010)	Montante	1,20	4,00	7,1	56,00	23,0
	Intermediário	2,00	7,00	6,8	87,00	23,5
	Jusante (foz)	3,90	18,00	6,9	100,00	22,5
(24/05/2010)	Montante	2,2	<15	6,9	50,0	19,0
	Intermediário	2,3	<15	7,1	40,0	19,0
	Jusante (foz)	7,9	41,0	6,8	67,0	19,0

(Fonte: Estudos preliminares do Plano de Drenagem de Juiz de Fora - 2010)

Tabela 48 – Análises de qualidade da água – Cesama

Parâmetros Pesquisados	Datas (2010)						
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul
pH	7,17	6,99	6,93	6,99	6,84	6,96	6,31
COR (mg Pt/L)	100	50	80	80	50	50	60
TURBIDEZ (NTU)	72	27,4	49,8	24,9	16,00	12,7	14,6
Fe (mg/L)	3,49	1,48	3,06	2,84	2,96	1,08	1,42
Mn (mg/L)	1,35	0,1	0,9	0,4	0,2	0,6	0,1
Fosfato TOTAL (mg/L)	0,25	0,20	0,22	1,04	0,18	0,24	0,35
N TOTAL (mg/L)	1,2	0,6	4,00	0,2	6,0	0,2	2,0
O CONSUMIDO (mg/L)	5,8	2,6	3,20	0,0	1,35	0,7	1,40
ALCAL. HCO ₃ (mg/L)	8,25	10,0	9,70	10,35	9,70	9,10	9,70
ALCAL. OH (mg/L)	x	X	x	x	X	X	0,0
ALCAL. CO ₃ (mg/L)	x	X	x	x	X	X	0,0
DUREZA (mg/L)	5,29	8,62	8,67	8,35	7,40	6,9	10,9
CLORETO (mg/L)	2,94	2,61	0,76	3,35	3,39	5,136	6,75
DQO (mg/L)	x	X	x	x	X	X	X
OD (mg/L)	7,80	1,0	4,28	4,57	5,22	4,54	4,37
DBO ₅ (mg/L)	x	1,0	17,5	7,6	8,7	2,7	10,9
CONDUTIVIDADE (uS/cm)	20,3	25,6	26,3	23,1	19,90	18,38	23
COL. TOTAIS (NMP/100mL)	>2419,2	>2419,2	P	P	P	P	2419,2
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	>2419,2	1553,1	P	N	P	P	365,4

(Fonte: Laboratório Central de Qualidade de Água – Cesama - 2010)

Tomando como base os resultados apresentados, é possível inferir que as águas do ribeirão Espírito Santo não estão atendendo ao disposto na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG No 1, com relação à limitação de parâmetros para a sua classe de enquadramento, principalmente com relação aos parâmetros de controle coliformes totais, DBO, DQO, ST e OD.

Ressalta-se, entretanto, que essa alteração de qualidade da água encontrada no manancial, a partir dos valores informados pelos estudos existentes, não impede que a mesma possa passar por operações e processos de forma a adequá-la aos padrões de potabilidade para consumo humano estabelecidos pelos órgãos competentes.

Fernandes e Rodrigues (2008) em trabalho que monitorou a qualidade das águas dos mananciais ribeirão Espírito Santo e represa Dr. João Penido entre os meses de agosto de 2007 e janeiro de 2008, encontraram os valores constantes da Tabela 49 para os parâmetros de qualidade selecionados, que possibilitassem confronto com as limitações estabelecidas para a Classe 1 de enquadramento do manancial.

Tabela 49 – Resultados de análises de água entre os meses de ago/2007 e jan/2008

Parâmetros Pesquisados	Meses					
	ago	set	out	nov	dez	jan
pH	7,1	7,0	6,9	7,3	5,9	7,0
Condutividade (uS/cm)	24,0	30,0	41,6	36,1	24,2	26,1
Cor aparente (uH)	80	100	100	100	150	100
Turbidez (NTU)	13,2	36,8	30,7	20	46,4	21,6
Fe total (mg/L)	1,5	2,2	6,4	3,8	2,7	7,0
E. coli (NMP/100 mL)	224,7	410,6	307,6	19,1	143,0	228,2
DBO (mg/L)	21,3	21,8	30,6	33,2	35,4	13,0

(Fonte: Fernandes e Rodrigues - 2008)

Confrontando os valores obtidos com a legislação em vigor, observaram as seguintes discordâncias que merecem destaque:

(i) o parâmetro cor aparente, apesar de não contemplado na Resolução CONAMA 357 que limita valores tão somente para a cor verdadeira, apresentou um pico no mês de dezembro, fato que, segundo os autores, “pode ocorrer quando a coleta da amostra for realizada durante a chuva ou horas após uma precipitação a montante do ponto de coleta”;

(ii) a Resolução CONAMA 357 estabelece o limite de 40 NTU para turbidez, assim o manancial não atendeu ao padrão de qualidade estabelecido para a Classe 1, apenas no mês de dezembro, considerando-se o período avaliado;

(iii) apesar da Resolução CONAMA 357 apresentar limitações apenas para o parâmetro ferro dissolvido (0,3 mg/L) e não contemplar o parâmetro ferro total, não se pode ignorar os dois significativos picos ocorridos nos meses de outubro de 2007 e janeiro de 2008 que, na análise dos autores, “esse fato pode ter ocorrido devido ao revolvimento das águas trazendo ferro das camadas inferiores para a superfície”;

(iv) a Resolução CONAMA 357 fixa um limite de 200 NMP/100 mL para coliformes fecais (termotolerantes). De acordo com os autores, tomando por base o disposto na Resolução CONAMA 274, é possível estabelecer uma relação na qual o limite para E. coli possa ser estabelecido em 160 NMP/100 mL (80% do limite estabelecido para coliformes fecais). Assim, concluem que o manancial “não atendeu ao padrão estabelecido para classe 1, na maioria dos meses, considerando-se o período avaliado e o parâmetro E. coli;

(v) o parâmetro DBO apresentou uma tendência de crescimento até o mês de dezembro de 2007. Considerando a limitação de 3,0 mg/L estabelecido pela legislação, o manancial não atendeu ao limite estabelecido para a classe 1 de enquadramento.

Acrescente-se às observações anteriores que os valores encontrados para o parâmetro ferro total, além dos observados para turbidez, demonstram sua intrínseca relação com o período de chuvas e a remoção da cobertura vegetal da área da bacia. Acrescente-se que a remoção do ferro nas águas de abastecimento requer esforços adicionais das unidades de tratamento, que podem ser agravados com a sua crescente incidência na água bruta.

5.4.3. Caracterização da Sub-bacia Chapéu d’Uvas

A represa de Chapéu d’Uvas situa-se no município de Ewbanck da Câmara, a 33 km da nascente do rio Paraibuna no município de Antônio Carlos, distando cerca de 38 km do centro da cidade de Juiz de Fora.

O lago formado pelo barramento do rio tem 14 km de extensão, compondo um espelho d’água com área de 12 km² quando em seu nível máximo e profundidade máxima de 41m. Essas dimensões permitem o armazenamento de 146 milhões de metros cúbicos de água, o que em muito supera o volume armazenado pela represa Dr. João Penido, hoje o principal manancial abastecedor da cidade de Juiz de Fora.

Segundo a Cesama, a represa de Chapéu d’Uvas possibilita a regularização de uma vazão afluente de 6.000 L/s, dos quais 2.000 L/s estão previstos para o abastecimento da cidade de Juiz de Fora, quantidade superior ao que hoje é fornecido pelos mananciais em utilização. Segundo informações da mesma Cesama, a proposta inicial é aportar à ETA CDI uma vazão de 850 L/s, que poderá chegar a 5 m³/s levando-se em consideração as reais possibilidades de expansão do novo sistema.



Foto 82 – Vista aérea da barragem de Chapéu D’Uvas
(Fonte: Cesama - 2010)

Machado e Silva (2007) informam que a partir de sua área de contribuição pluviométrica de 309 km², a barragem de Chapéu D’Uvas possibilita a regularização de uma vazão de 6.000 L/s, dos quais 2.000 L/s estariam previstos para o futuro abastecimento da população do

município. Além disto, à Cesama já foi concedida outorga preventiva de uso da barragem através da Resolução Agência Nacional das Águas (ANA), no 099, de 09 de março de 2005, permitindo por três anos a captação de 1.800 m³/h (500 L/s), a qual poderá ser convertida posteriormente em outorga de direito de uso de recursos hídricos.

Adicionalmente, ao perenizar o rio Paraibuna, a barragem tem permitido um aumento de 20% na geração de energia elétrica nas usinas da Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, localizadas à jusante da malha urbana de Juiz de Fora. Segundo dados da própria companhia, essa geração adicional seria suficiente para abastecer por um período de quatro meses, uma cidade com cerca de 47.000 habitantes (Machado e Silva, 2007).

Entretanto, de acordo com Machado e Silva (2007), o processo de formação do lago, após a conclusão das obras da barragem, provocou sensíveis impactos ao ambiente do manancial, os quais podem ser observados em diversos trechos de suas margens, com a identificação de focos erosivos, com o conseqüente e indesejável processo de assoreamento em unidades cuja principal função é o armazenamento de água.

As Fotos 83 a 85 apresentam os processos erosivos e de assoreamento na barragem.



Foto 83 - Erosão por ravinamento



Foto 84 - Erosão por voçorocas



Foto 85 - Assoreamento da barragem
(Fotos 83 a 85 – Fonte: Adaptado de Alcântara Júnior et al, 2009)

Com relação à qualidade das águas da barragem, preocupa a alta incidência da alga *Cylindrospermopsis raciborskii*, que compromete a qualidade da água da represa de Chapéu d’Uvas para o consumo humano, reportada em 2002 (Machado e Silva, 2007). Segundo o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM (2011), cianobactérias são microorganismos presentes em ambientes aquáticos e algumas espécies são capazes de produzir toxinas que podem ser prejudiciais à saúde humana e animal.

Levando-se em conta que o processo de tratamento convencional para o tratamento da água utilizado na ETA Walfrido Machado de Mendonça não é totalmente eficiente para afastar os riscos potenciais para a população; uma vez que na operação de desinfecção por cloro o rompimento da membrana plasmática desses microorganismos libera ainda mais toxinas para o meio líquido; são destacadas a seguir as conclusões a partir dos resultados obtidos pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa), quando procedeu a uma avaliação da qualidade da água na barragem de Chapéu d’Uvas atendendo solicitação da Cesama, em abril de 2002. O referencial para análise comparativa utilizado à época foram a Resolução CONAMA no 20 e a Portaria 1.469 do Ministério da Saúde, então vigentes (Magna Engenharia Ltda., 2003).

Tabela 50 - Avaliação da qualidade da água na barragem de Chapéu D'Uvas

Parâmetro	Avaliação
Cor	Apresenta-se baixo em ambos os pontos amostrados e em todas as profundidades sendo seu maior valor encontrado a partir dos 10,0 metros em ambas as estações estando, no entanto, no limiar do valor recomendado
Turbidez e Sólidos em Suspensão Totais	Em ambos os perfis apresentam valores muito baixos.
Oxigênio Dissolvido	Resultados foram similares em ambos os pontos amostrais e em ambos os perfis, sendo significativos à superfície e à profundidade do Secchi, apresentando forte depleção na relação destas profundidades com as demais profundidades amostradas, gerando uma estrutura de distribuição clinograda, estando as águas profundas em desacordo com os valores mínimos estipulados pela Resolução CONAMA nº 20
DQO (Demanda Química de Oxigênio)	Normalmente baixos em todas as estações e profundidades, como era de se esperar pelo inexistente aporte de nutrientes nos pontos amostrados e não ser o represamento muito novo, e não ter sido interrompido o fluxo para jusante, o que colabora para a limpeza do material orgânico por ventura ali existente.
pH	Apresentou valores muito próximos à neutralidade inclusive nas maiores profundidades e mesmo à superfície os valores estiveram nesta mesma faixa
Condutividade elétrica	Não apresentou valores substanciais, estando dentro dos níveis de variação encontradas nas águas das demais represas, bem como as concentrações de Sódio, Potássio, Cloretos e Sulfetos
Série Nitrogenada	Apresentou valores baixos para N. Orgânico, Nitratos, Nitritos, sendo que N. Amoniacal apresenta valores detectáveis, mas inexpressivos e próximos do limite de detecção do método empregado.
Série Fosforada	Apresentou valores muito baixos, aquém do limite de detecção do método empregado.
Concentrações de Ferro Total e Solúvel, bem como Manganês Total e Solúvel	Não apresentam concentrações apreciáveis, sendo que apenas na maior profundidade amostral foi detectada concentração apreciável e sendo os valores maiores na estação de montante ou secundária.
Testes laboratoriais	Detectaram a presença de cepas de <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , produtoras de toxinas (Saxitoxina) sendo a toxicidade considerada elevada.
DBO5	Não foi realizada, por ser uma estrutura hídrica muito grande e serem os pontos amostrados distantes dos possíveis focos de contribuição de matéria orgânica.
Processo de eutrofização	Acentuado, característico de ambientes lênticos, em processo de maturação
Características físico-químicas	Dentro da normalidade
Dinâmica biológica	Apresentou distorções as quais se denomina como florações ou Blooms de Cianobactérias
Testes de toxicidade	Positivos - toxicidade considerada Elevada.

Outros dados e proposições que se destacam da avaliação de Chapéu D'Uvas realizada pela Copasa, em abril de 2002, são:

- existem aportes substanciais de águas servidas ao lago, o que deve ser motivo de preocupação e de estudos futuros;
- acesso irrestrito a todo o lago sendo sua segurança motivo de preocupação;
- uma operação mais radical das descargas de fundo existentes, podem com o correr do tempo minimizar e mesmo fazer com que novo equilíbrio biológico seja instalado no lago e a ocorrência destes blooms seja evitada, a bibliografia cita que descargas da ordem de 1 a 2% do volume total do lago, quando realizadas semanalmente ou de forma contínua podem minorar e provocar as alterações requeridas.

Observa-se que os dados são apresentados em indivíduos/mL. Entretanto, a atual legislação brasileira (Portaria 518/2004, Ministério da Saúde e Resolução CONAMA 357/2005) utiliza a unidade células/mL. Considerando que um indivíduo de *Cylindrospermopsis raciborskii* tem em média 10 células, para fins de comparação com a atual legislação brasileira, os valores observados para esta espécie devem ser multiplicados por 10. Desta forma, se os dados fossem atuais e referentes à água para abastecimento público, as concentrações encontradas estariam muito acima do estabelecido pela legislação.

Na Tabela 51, a seguir, são apresentados alguns dados de qualidade de água obtidos para a barragem de Chapéu d'Uvas disponibilizados pelo Laboratório Central de Qualidade da Água da Cesama referentes ao ano de 2010, notadamente os que permitem comparação com os parâmetros estabelecidos para a Classe 1 de enquadramento, apresentados em resumo pela Tabela 37 anterior.

Tabela 51 – Análises de qualidade da água – Cesama

Parâmetros Pesquisados	Datas (2010)						
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul
pH	7,30	7,39	7,50	7,50	6,78	6,95	6,85
COR (mg Pt/L)	12,5	5,72	7,50	2,50	40	7,5	25
TURBIDEZ (NTU)	4,70	4,0	2,74	2,19	4,05	2,41	6,55
Fe (mg/L)	0,05	X	<0,01	0,08	0,76	0,04	0,66
Mn (mg/L)	0,1	0,32	0,10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fosfato TOTAL (mg/L)	0,55	0,44	0,19	0,80	0,12	0,39	0,21
N TOTAL (mg/L)	< 0,5	0,1	0,8	0,70	10,6	2,1	0,9
O CONSUMIDO (mg/L)	1,1	1,1	0,45	0,0	0,75	1,7	0,90
ALCAL. HCO ₃ (mg/L)	10,47	8,0	7,76	8,85	9,70	8,80	10,70
ALCAL. OH (mg/L)	X	X	X	X	X	X	0,0
ALCAL. CO ₃ (mg/L)	X	X	X	X	X	X	0,0
DUREZA (mg/L)	5,20	6,27	6,37	7,05	7,28	6,8	7,0
CLORETO (mg/L)	3,61	3,49	0,85	2,90	2,69	6,72	5,10
DQO (mg/L)	X	X	X	X	X	X	X
OD (mg/L)	7,81	8,38	4,13	4,68	3,88	4,57	4,25
DBO ₅ (mg/L)	X	11,0	20,2	16,4	9,8	3,20	11,5

Parâmetros Pesquisados	Datas (2010)						
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul
CONDUTIVIDADE (uS/cm)	20,0	21,3	22,8	22,1	19,31	18,90	19,7
COL. TOTAIS (NMP/100mL)	>2419,2	>2419,2	P	P	P	P	>2419,2
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	10,47	2,0	P	N	N	P	1,00

(Fonte: Laboratório Central de Qualidade de Água – Cesama - 2010)

Uma análise preliminar dos resultados apresentados pela Tabela 51 em confronto com a Tabela 37, a qual relaciona alguns parâmetros estabelecidos para a **Classe 1** de enquadramento, permite observar as seguintes discordâncias:

- (i) o parâmetro OD (oxigênio dissolvido) apresentou discordantes com a limitação para a classe de enquadramento a partir do mês de março, fato que pode estar relacionado ao final do período chuvoso;
- (ii) o parâmetro DBO (demanda bioquímica de oxigênio) apresentou valores sempre superiores ao limite de enquadramento, com pico também no mês de março;
- (iii) o parâmetro ferro (Fe) apresentou variação constante em seus valores, superando ligeiramente a limitação imposta para a classe de enquadramento nos meses de maio e julho;
- (iv) os resultados das análises apresentados par o parâmetro fosfato total podem estar associados à decomposição da matéria orgânica presente no meio ao aporte de efluentes no manancial;
- (v) o parâmetro nitrogênio total apresentou valores discordantes apenas no mês de maio, representado por um pico bastante diferente do padrão apresentado para os outros meses analisados.

Segundo o IGAM (2011), dada a sua grande importância para a qualidade da água e para a saúde pública, como também para manter a coerência entre os parâmetros que são sistematicamente avaliados e a legislação vigente, a densidade de cianobactérias foi incluída no monitoramento das águas do estado de Minas Gerais a partir do ano de 2007, definindo-se uma rede de pontos de monitoramento que priorizasse ambientes em que predominassem condições propícias a florações de cianobactérias.

Nesse sentido, o último relatório divulgado (IGAM, 2011) informa que “os resultados da avaliação da densidade de cianobactérias mostraram que em 2010 prevaleceram contagens menores que 10.000 cel/mL (valor máximo permitido para recreação de contato primário) nos corpos hídricos monitorados em Minas Gerais, condição que vem sendo observada desde 2007. No entanto, valores de densidades de cianobactérias superiores aos limites estabelecidos na legislação vigente foram registrados em algumas estações localizadas nas bacias dos rios Paraopeba, Grande, Doce e Velhas, com maior destaque para essa última, onde esses valores foram mais recorrentes”.

O relatório divulgado não inclui, portanto, a estação de monitoramento BS002 situada no rio Paraibuna em Chapéu D’Uvas, o que não impede que medidas de monitoramento sejam estabelecidas pela concessionária a fim de garantir a qualidade da água a ser distribuída à população de Juiz de Fora.



FOTOS 86 e 87 – Lago da represa de Chapéu D’Uvas
(Fonte: ESA/UFJF - 2011)

Análise preliminar dos resultados e conclusões anteriores permite inferir que, apesar de superar os limites impostos pela legislação vigente para a sua classe de enquadramento entre alguns dos parâmetros apresentados pela concessionária, o manancial encontra-se, ainda, em situação de atendimento à população, haja vista que a água seria ainda submetida ao processo de tratamento convencional na ETA Walfrido Machado de Mendonça.

6. Considerações finais

O planejamento urbano apesar de possuir caráter interdisciplinar, tem sido realizado em âmbito mais restrito de conhecimento. No Brasil, especialmente, não se levando em consideração aspectos fundamentais que geram custos e transtornos à população e ao meio ambiente (Tucci, 1997).

De acordo com Braga et al. (2003) “as características da urbanização brasileira fazem com que esse processo seja, não só, um fator gerador de problemas ambientais, mas, um problema ambiental em si. A urbanização modifica todos os elementos da paisagem: o solo, a geomorfologia, a vegetação, a fauna, a hidrografia, o ar e, até mesmo, o clima. Desse modo, a urbanização cria, não só novas paisagens, mas novos ecossistemas”.

O crescimento urbano, no modelo atual, acaba gerando o aumento das enchentes nas áreas urbanas que não possuem estruturas de drenagem urbana planejada, desenvolvida e modernizada ou, se as possuem, elas se encontram em precárias condições ou dimensionadas para vazões muitas vezes menores as que hoje têm que drenar. As conseqüências das enchentes transcendem as perdas materiais e aos problemas ambientais, pois atingem centenas de pessoas todos os anos causando dezenas de óbitos e deixando grande número de pessoas contaminadas pelas águas acumuladas nas vias públicas.

Uma das causas dessa realidade pode estar ligada ao fato de que, em geral, os programas de saneamento municipal tendem a priorizar o abastecimento de água tratada e o esgotamento sanitário, deixando de lado os problemas relacionados à carência ou deficiência dos serviços relacionados à drenagem urbana. Além de ser relegada a um segundo plano, quando se trabalha com a drenagem urbana, normalmente as medidas consistem, única e exclusivamente, na limpeza das bocas de lobos e bueiros ou em medidas estruturais – como, por exemplo, a canalização de rios e córregos - que transferem o problema para jusante.

No caso específico de Juiz de Fora, o conjunto de propostas do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora – PDDU pretendeu dotar meios para importantes e fundamentais modificações necessárias ao ordenamento físico e social da cidade. Pelo PDDU (2004) as regras para o parcelamento, uso e ocupação do solo devem refletir tais conceitos e atuar na transformação das relações da população com o ambiente construído e com o meio ambiente, ou seja, deve refletir as preocupações com a ocupação equilibrada do solo tendo em vista as questões sociais, técnicas e econômicas, preservando o meio ambiente e otimizando os recursos investidos em infraestrutura urbana, dentre eles os sistemas municipais de drenagem pluvial.

Mas o que se observa, do diagnóstico realizado somente para a zona norte da cidade e apresentado neste volume 1 do PD/JF ZN, a realidade do município não tem acompanhado as proposições do PDDU; assim como de todas as proposições das leis urbanas municipais; o que faz com que, para que a gestão das águas pluviais na cidade de Juiz de Fora seja eficiente, algumas proposições se tornam pertinentes para dotar a Zona Norte do município de Juiz de Fora de um Plano de Drenagem.

7. Glossário

Alagadiços: correspondem a águas paradas, geralmente em canais de drenagem natural ou artificial caracterizados por baixa velocidade de escoamento e obstruídos pelo lixo neles lançados.

Coefficiente de compacidade (Kc): o coeficiente de compacidade é um fator indicativo de tendência a enchentes. Um coeficiente de compacidade com valor próximo a 1 (um) corresponde a uma bacia com formato aproximadamente circular e, portanto susceptível a ocorrência de enchentes. Este coeficiente relaciona o perímetro da bacia com o perímetro de um círculo de área igual a da bacia.

Contaminação: introdução no meio ambiente de qualquer produto ou organismo vivo em concentrações nocivas à vida animal e vegetal

Densidade de drenagem (Dd): um dos mais importantes indicadores do sistema de drenagem é dado pelo índice denominado densidade de drenagem, medindo a eficácia com que o sistema de drenagem, constituído pelo rio principal e seus afluentes, drenam o escoamento superficial. Quanto maior a densidade de drenagem menor será a tendência da bacia a provocar enchentes.

Expresso pela relação entre o comprimento total dos cursos d'água (Lt) e a área da bacia hidrográfica (A). Nesse cálculo recomendam-se incluir todos os cursos de águas, os perenes e os intermitentes ou efêmeros [Villela e Mattos, 1975].

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio: retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, através de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea. A DBO é, portanto, uma indicação indireta do carbono orgânico biodegradável presente no meio líquido em análise.

DBO_{5,20}: as amostras devem ser incubadas a 200 C, por um período de cinco dias, sendo o decaimento do oxigênio dissolvido medido nesse intervalo, assumido como a medida da DBO da amostra em análise.

DQO – Demanda Química de Oxigênio: mede o consumo de oxigênio ocorrido durante a oxidação química da matéria orgânica. O valor obtido é, portanto, uma indicação indireta do teor de matéria orgânica presente.

Empoçamentos: coleções de água retida no solo, resultantes da falta de drenagem.

Inundações: situações temporárias e corriqueiras decorrentes do mau funcionamento, precariedade ou inexistência do sistema de drenagem

Potencial Hidrogeniônico (pH): representa a concentração de íons hidrogênio H⁺, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (pH < 7: condições ácidas; pH = 7: neutralidade; pH > 7: condições básicas).

Poluição: qualquer alteração das características físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de substância ou energia.

Sólidos Totais: os sólidos totais referem-se à matéria suspensa e dissolvida na água, residuária ou não. O conteúdo de sólidos totais de uma amostra de água é definido como sendo toda matéria que permanece como resíduo após sua secagem, em estufa, sob temperatura de 103-105°C (MATOS, 2006).

Geralmente, partículas minerais encontram-se, em maior quantidade, em corpos d'água que drenam bacias hidrográficas sujeitas a intensos processos erosivos ou onde existem atividades de mineração

Stakeholders: parte interessada ou interveniente. É um termo usado em diversas áreas como administração e arquitetura de software referente às partes interessadas que devem estar de acordo com as práticas de governança corporativa executadas pela empresa, sendo elementos essenciais ao planejamento estratégico de negócios.

Temperatura: a temperatura é um parâmetro universal importante para os processos físicos, químicos e biológicos. A transferência de Oxigênio da atmosfera para o corpo receptor, bem como a solubilidade máxima do gás na água são funções da temperatura. Reações químicas são retardadas ou aceleradas em função da temperatura. Todos os processos biológicos ocorrem com máximo desempenho em função da temperatura, que se excedidas ou deficitárias impedem-nos.

8. REFERÊNCIAS

ANDRADE, T. A., LOBÃO, W. J. A. Tarifação social no consumo residencial de água. Texto para discussão n^o. 438. IPEA : Rio de Janeiro, outubro de 1996

Aliança Pesquisa e Desenvolvimento. Diagnóstico do setor saneamento: estudo econômico e financeiro. Brasília: IPEA, 1995 (série Modernização do Setor Saneamento, 7).

ALCÂNTARA Júnior et al. Estudos dos Impactos Sócio-ambientais da Represa de Chapéu d'Uvas e Análise de sua Importância para o Município de Juiz de Fora

ALLISON, R.A., WALKER, T.A., CHIEW, F.H.S., O'NEILL, I.C., MACHMAHON, T.A., From Roads to Rivers – Gross Pollutant Removal From Urban Waterways. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology.

ALMEIDA, W. J. M. Abastecimento de água à população urbana: uma avaliação do PLANASA. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1977.

ARMITAGE, N; Rooseboom, A.; Nel, C.; Townshend, P. *The removal of urban litter from stormwater conduits and streams. Water Research Commission - Report No. TT 95/98*, Pretoria, 1998.

ARNOLD, U., Orlob, G.T. *Decision support system for estuarine water quality management*. Journal Water Resources Planning and Management ASCE, 115(6), 775-792, 1989.

ARNOLD, G.; Ryan, P. *Marine Litter originating from Cape Town's residential, commercial and industrial areas: the connection between street litter and storm-water debris*. A cooperative community approach. Island Care New Zealand Trust, C/- Department of Geography, The University of Auckland, New Zealand. Percy FitzPatrick Institute, University of Cape Town, 1999

Anuário Estatístico de Juiz de Fora 2009.

Disponível em:

http://www.pjf.mg.gov.br/cidade/anuario_2009/basededados/PDF/Introducao/Institucional.pdf

Acesso em 11 de outubro de 2010

Associação Brasileira de Engenharia sanitária e Ambiental. Brasil 500 anos, conquistas ao longo da história. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente. Rio de Janeiro, jan-mar 2000.

AZEVEDO, L.G.T, *Integration of water quantity and quality in multisector river basin planning*. Tese de Doutorado, Colorado State University, Fort Collins, Co.1994.

AZEVEDO, L.G.T.; Gates, T. K.; Fontae, D.G. Integration of water quality in multi-sector river basin planning. ASCE Water Resources Planning and Management Division. 21st Annual Conference, Denver, Co, May. 23-26,1994.

AZEVEDO, L. G.; Porto, R. L. L.; Porto, M. *Sistema de apoio a decisão para o gerenciamento integrado de quantidade e qualidade da água: metodologia e estudo de caso*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 3, Nº 1, Jan/Mar, p. 21-51,1998.

BANCO MUNDIAL. PROSANEAR: Experiências inovadoras em saneamento para as populações de baixa renda no Brasil. Brasília: Banco Mundial, 1990.

BAPTISTA, M., Nascimento, N., Barraud, S. Técnicas compensatórias em drenagem urbana, Porto Alegre: ABRH, 2005.

BAPTISTA, M.; LARA. M. Fundamentos de Engenharia Hidráulica. 2ª Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2003

BARROS, R. T.V. et alii. Manual de saneamento e proteção ambiental para municípios. Vol. 2. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995, 221p.

BASTOS, C. R. Curso de Direito Administrativo. São Paulo. Saraiva, 1994.

BENCHIMOL, Jaime Larry. Pereira Passos: um Hausmann Tropical. Rio de Janeiro: Biblioteca Carioca, Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes da Prefeitura do Rio de Janeiro. 1990.

BOTELHO, M.C. *Águas de Chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas Cidades*. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

BOTTI, C. A. H. (1994). Companhia Mineira de Eletricidade. Companhia Energética de Minas Gerais, Centro de Pesquisas Sociais, UFJF, pp. 19-20. Este texto está no Anuário Estatístico de Juiz de Fora de 2004.

Disponível em: <http://www.pjf.mg.gov.br/cidade/historia.php#outro>.

BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. C. Recursos hídricos e planejamento urbano e regional. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal - IGCE-UNESP. 2003. p. 113-127 - ISBN 85-89154-04-01

BRANCO, S.M., Rocha, A.A. Proposições Básicas Para a Proteção Ambiental da Represa Dr. João Penido em Juiz de Fora, MG. São Paulo 1986. 38p.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. São Paulo: Saraiva, 1998.

BRASIL. Lei Federal 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Publicado no Diário Oficial da União, de 20.12.1979.

BRASIL, Política Nacional de Recursos Hídricos. Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. MMA/SRH, 1997

BRASIL. Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Publicada no Diário Oficial da União, de 9.1.1997.

BRASIL. Lei Federal 10.257, de 10 de julho de 2001. “Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências”. Publicado no Diário Oficial da União, de 11.7.2001.

BRASIL. Lei Federal 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais sobre o saneamento básico; altera as Leis 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial da União de 8.1.2007 e retificado no Diário Oficial da União de 11.1.2007.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **IBGE - Censo Demográfico 2010**, Brasília, 2010.

Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>

Acesso em 06/07/2011.

BRASIL. Decreto nº 7.257, de 4 de agosto de 2010. Regulamenta a Medida Provisória n. 494 de 2 de julho de 2010, para dispor sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre o reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública, sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, e dá outras providências.

Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7257.htm

Acesso em 21out.2010. 2010a

BRASIL. Glossário Nacional de Defesa Civil.

Disponível em: <http://www.defesacivil.gov.br/glossario/index1.asp>

Acesso em 20out.2010. 2010b.

BRASIL. Medida Provisória n. 494, de 2 de julho de 2010. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, sobre o Fundo Especial para Calamidades Públicas, e dá outras providências.

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Mpv/494.htm

Acesso em 21out.2010. 2010c.

BRASIL. *Política Nacional de Defesa Civil*. Brasília: MIR/Sec. Nac. Defesa Civil, 2007.

BRASIL – Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Coordenação Econômica. Programa de Ação Econômica do Governo. Brasília, maio 1965.

BRASIL. Plano Decenal de Desenvolvimento Econômico e Social. Brasília, mar/ 1967.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. Programa Estratégico de Desenvolvimento. Brasília, jun. 1968.

BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Ações e projetos do Plano Plurianual. Disponível em: <http://www.mpo.gov.br>. Acesso em: 12 abr. 1999.

BRASIL. Política Nacional de Saneamento 1995-1999. Brasília, 1994.

BRASIL. Presidência da República. Plano Trienal. Brasília, dez. 1962.

BRASIL. Metas e Bases para a Ação do Governo. Brasília, set. 1970.

BRASIL. I Plano Nacional de Desenvolvimento. Brasília, dez. 1971.

BRASIL. Plano Nacional de Saneamento – nova sistemática. Brasília, jan./jun. 1975.

BRASIL. II Plano Nacional de Desenvolvimento. Brasília, set. 1974.

BRASIL. III Plano Nacional de Desenvolvimento. Brasília, set. 1980.

BRASIL. I Plano Nacional de Desenvolvimento da Nova República (1986-1989). Brasília, jun. 1986.

BRITES, A.P.Z., GASTALDINI, M.C.C., Estudo Comparativo do Lançamento de Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana em Duas Bacias Hidrográficas, 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária, 2005.

BRITO, A. L. A Regulação dos Serviços de Saneamento no Brasil: Perspectiva Histórica, Contexto Atual e Novas Exigências de uma Regulação Pública. In: IX Encontro Nacional da Anpur, Rio de Janeiro, 2001. p. 1080-1093

BUCCI, M.M.H.S. Caracterização da Qualidade da Água na Represa Dr. João Penido (Juiz de Fora, MG). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais. UFJF, 2011.

CAIRNCROSS, S. & Feachem, R. G., (1990). Environmental Health Engineering in the Tropics: An Introductory Text. Chichester: John Wiley & Sons.

CAIRNCROSS, S. (1989) Water Supply and Sanitation: an Agenda for Research. Journal of Tropical Medicine and Hygiene, vol. 92, 301-314.1989)

CAMARA, A.S.; Silva, M.C.; Rodrigues, A. C.; Remédio, J.M.; Castro, P.P.; Oliveira, M.J. Decision support system for estuarine water quality management. Journal of Water Resources Planning and Management. Vol. 116, Nº 3, May/June, 1990.

CASARINI, D. C. P. Resolução CNRH Nº 91: Procedimentos Gerais para o Enquadramento dos Corpos de Água Superficiais e Subterrâneos.
Disponível em: www.aguas.sc.gov.br/
Acesso em: 22 de novembro de 2010.

CASTRO, L. A. B. Cálculo da Vazão de Projeto do Rio Paraibuna em Chapéu D'uvas a partir de informações Fisiográficas da Bacia de Contribuição. Juiz de Fora: UFJF, 2010. 49p. Trabalho de Conclusão de Curso.

Centro de Pesquisas Sociais – CPS. Atlas Social – Juiz de Fora Diagnóstico. Juiz de Fora: Prefeitura de Juiz de Fora, 2006.

CHAVES, T. S. Expansão Urbana e Degradação de Encostas em Juiz de Fora-MG: um estudo de caso do Alto Três Moinhos e do Morro do Imperador. UFJF, Faculdade de Engenharia, Curso de Especialização em Análise Ambiental, Juiz de Fora, MG, 2010. (Trabalho de Conclusão de Curso)

CHOW, Y. T. 1969. "Handbook of applied hydrology", Mc Graw Hill, NewYork, N.Y.
Henderson, F.M. 1966. *Open channel flow*. MacMillan Publishing Co. Inc. New York, NY.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia. in: Geomorfologia - uma atualização de bases e conceitos. Org. por CUNHA, S. B. da e GUERRA, A. J. T., Bertrand Brasil Rio de Janeiro – RJ, pp. 93 – 144, 2007.

Companhia de Saneamento Municipal - Cesama. O rio Paraibuna. 2010.
Disponível em: http://www.Cesama.com.br/rio_paraibuna.php

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. Variáveis de qualidade das águas.
Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>
Acesso em 11 de outubro de 2010.

Companhia de Saneamento Municipal - Cesama, www.Cesama.com.br

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 237, de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente. Publicado no Diário Oficial da União de 22.12.1997 e retificado no Diário Oficial da União de 13.10.2003.

COPAM – Conselho de Política Ambiental do Estado de Minas Gerais. Deliberação Normativa COPAM n.º 58, de 28 de Novembro de 2002. Estabelece normas para o licenciamento ambiental de loteamentos do solo urbano para fins exclusiva ou predominantemente residenciais, e dá outras providências. Publicado no Minas Gerais de 04.12.2002.

CORDEIRO, B. S. Gestão democrática da cidade e saneamento: o foco do processo decisório. Tese de mestrado – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano Regional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995.

CORRALES, M. E. Governabilidad de los servicios de água potable y saneamiento em América Latina. *Rega – Revista de Gestão de Água da América Latina*, Porto Alegre: v.1, n^o.1, p.47-58, jan./jun. 2004.

CORSEUL, H. X. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Controle de Poluição das Águas. Guia Rápido do Usuário QUAL2K. Atualização Janeiro, 2009.

Disponível em www.remans.ufsc.br/programas/ENS5118/Guia_do_usuario-qual2k_rev04.pdf. Acesso em 02/08/2009

COSTA, A. M. Análise histórica do saneamento no Brasil. Tese de mestrado – Escola Nacional de Saúde Pública, FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 1994.

COSTA, N. do R. Lutas Urbanas e controle sanitário: origens das políticas de saúde no Braz. Petrópolis: Vozes, 1986.

COSTA, F. J. L. Estratégias de gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil: áreas de cooperação com o Banco Mundial. Brasília, DF: Banco Mundial, 2003. 177 p. (Série Água Brasil 1).

CRUZ, T. Workflow: a tecnologia que vai revolucionar processos. São Paulo: Atlas, 2000.

DAVENPORT, T. H. Prusak, L. Conhecimento Empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. Rio de Janeiro: Campus, 1998

DEBO, T. N., Reese, A. J. Municipal Storm Water Management, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 1995. 756 p

Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH n^o 1, de 05 de maio de 2008, disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>

Deliberação Normativa COPAM n^o 016, de 24 de setembro de 1996 (Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 02.10.96)

Di PIETRO, M. S. Z. Direito Administrativo. 10. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1999. 577 p.

Empresa Regional de Habitação de Juiz de Fora - EMCASA,

Disponível em www.pjf.mg.gov.br/emcasa/
Acesso em 11/09/2010.

Empresa Regional de Habitação de Juiz de Fora - EMCASA. História.
Disponível em: <http://www.pjf.mg.gov.br/emcasa/histotia.php>
Acesso em 18 set.2010

ESTEVES, F. A.; Fundamentos de Limnologia; Editora Interciência/Finep, 1988

FABRINI, C. B.; Pereira, V. M. C. Tendências e divergências sobre o modelo de intervenção pública no saneamento básico. Rio de Janeiro: UFRJ/IEI, 1987 (Texto para Discussão, 124).

FEAM, Orientações básicas para drenagem urbana/Fundação Estadual do Meio Ambiente. Belo Horizonte: FEAM, 2006.

FERNANDES, B. L.; TEIXEIRA, J. C., Associação entre Deficiências de Drenagem Urbana e Problemas de Saúde Pública no Município de Juiz de Fora – MG. UFJF, Faculdade de Engenharia, Curso Engenharia Civil, 46p, Juiz de Fora, 2011. Trabalho de Final de Curso de Engenharia Civil.

FERNANDES, C. História da drenagem.
Disponível em: www.dec.ufcg.edu.br/saneamento
Acesso em 19/outubro/2009.

FERNANDES, C. Microdrenagem.
Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/>
Acesso em 01 de novembro de 2010.

FERNANDES, C. Abastecimento de água – Notas de aula.
Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br>
Acesso em 11 de outubro de 2010.

FERNANDES, C. *Drenagem urbana*.
Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/>
Acesso em 6 out. 2010.

FERNANDES, C. e Rodrigues, R. V. Monitoramento da Qualidade das Águas dos Mananciais Ribeirão Espírito Santo e Represa Dr. João Penido do Município de Juiz de Fora. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Especialização em Análise Ambiental da Faculdade de Engenharia da UFJF. 2008.

FEACHEM, R. G., D. J. Bradley, H. Garelick, and D. D. Mara. 1983. Sanitation and Disease: Health Aspects of Excreta and Wastewater Management. Chichester, U.K.: John Wiley & Sons.

FIORAVANTE, C. e Modernell, R.. No tempo em que banho era luxo. Revista Globo Ciência, pág. 62 a 65, dezembro de 1992.

Folha Online – Jornal Folha de São Paulo.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>

Acesso em 16/novembro/2009.

FONSECA NETO, H. O município como base de interpretação do processo de desenvolvimento local. Cadernos de PI, 03/1992. Rio de Janeiro: COPPE/UF RJ (2 ed.), 1994.

Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ

Disponível em : www.fiocruz.br

Acesso em 21/outubro/2009.

GIBBS, J.P. A Method for comparing the spatial shapes or urban units. Londres: D. Van Nostrand & Co. Ltd., 1967.

GIORDANO, G. Tratamento e controle de efluentes industriais.

Disponível em:

http://www.ufmt.br/esa/Modulo_II_Efluentes_Industriais/Apost_EI_2004_1ABES_Mato_Grosso_UFMT2.pdf

Acesso em 11 de outubro de 2010

GOMES, C. A. B. M. Drenagem Urbana – Análise e Proposição de Modelos de Gestão e Forma de Financiamento, 2005. 290 p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005

GRAF, W.H. (1971) Hydraulics of Sediment Transport. New York. McGraw-Hill. 513p.

GUEDES, H.A.S.; Estudo Matemático-Experimental Da Qualidade da Água e Da Capacitação de Autodepuração do Rio Pomba. Tese M.Sc., UFV, 2009

GUY, H. P. Research needs regarding sediment and urbanization. *Journal of the hydraulics division*, Vol. 93, No. 6, November/December 1967, pp. 247-254, 1967.

HAYES, D.F. Operation Multiservoir Hydropower Systems for Downstream Water Quality. Ph. D. Dissertation, Department of Civil Engineering, Colorado State University. Fort Collins, Co. 1990

HOWYAN, G. Saneamento e expansão da cidade de Juiz de Fora: águas e esgotos; retificação de rios, drenagem/G. Howyan; tradução de Walquíria Corrêa de Araújo C. Valle – Juiz de Fora – MG: FUNALFA Edições, 2004

HESPANHOL, I. Água e saneamento básico. In: águas doces do Brasil. Organização e coordenação de Aldo da Cunha Rebouças, Benedito Braga e José Galizia Tundisi.

IBBIT, R.P., 1972. Effects of random data errors on the parameter values for a conceptual model. *Water Res. Res.* 8(1), 70-78

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *PNSB 2008: Abastecimento de água chega a 99,4% dos municípios, coleta de lixo a 100%, e rede de esgoto a 55,2%* In: *Grandes Regiões* [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=Comunicação Social](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1691&id_pagina=Comunicação%20Social). Acesso 20 de agosto 2010

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. 2000.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Cidades @*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 22 out.2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE
Disponível em:
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP_2009_TCU.pdf.
Acesso em 12 de outubro de 2010.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM. Monitoramento da qualidade das águas superficiais no estado de Minas Gerais. Relatório trimestral. 1º trimestre de 2009.
Disponível em www.igam.mg.gov.br.

Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM. Projeto Águas de Minas. Qualidade das Águas Superficiais em Minas Gerais. Relatório Executivo. 2011

Instituto Sociedade, População e Natureza. Demanda, oferta e necessidades dos serviços de saneamento. Brasília: IPEA, 1995 (Série Modernização do Setor Saneamento, 1).

Juiz de Fora. Decreto do Executivo n. 8.631, de 18 de agosto de 2005. Regulamenta o disposto no art. 2.º, inciso V, da Lei 7.762, de 12 de julho de 1990. Publicado no Jornal Tribuna de Minas em 19.8.2005, página 10.

Juiz de Fora. Decreto do Executivo n. 9.611, de 27 de agosto de 2008. Regulamenta a Lei 9680 de 20 de dezembro de 1999, que dispõe sobre o Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMDEMA e dá outras providências. Publicado no Jornal Tribuna de Minas em 28.08.2008, página 10.

Juiz de Fora. Decreto do Executivo n. 9.741, de 1º de janeiro de 2009. Regulamenta a organização e as atribuições da Secretaria de Obras – SO, instituída pela Lei 11.728, de 26 de dezembro de 2008. Publicado no Jornal Diário Regional em 2.1.2009, página 4. 2009ª

Juiz de Fora. Decreto do Executivo n. 9.742, de 1º de janeiro de 2009. Regulamenta a organização e as atribuições da Secretaria de Atividades Urbanas – SAU, instituída pela Lei 11.728 de 26 de dezembro de 2008 que altera dispositivos da Lei 10.000, de 08 de maio de

2001, que dispõe sobre a organização e estrutura do Poder Executivo do Município de Juiz de Fora, fixa princípios e diretrizes de gestão e dá outras providências. Publicado no Diário Regional em 2.1.2009, página 4. 2009b

Juiz de Fora. Decreto do Executivo n. 10.142, de 22 de fevereiro de 2010. Regulamenta a organização e as atribuições da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Econômico – SPDE, instituída pela Lei 11.728, de 26 de dezembro de 2008 que altera dispositivos da Lei 10.000, de 08 de maio de 2001, que dispõe sobre a “organização e estrutura do Poder Executivo do Município de Juiz de Fora, fixa princípios e diretrizes de gestão e dá outras providências”. Publicado no Diário Oficial Online em 23.02.2010.

Juiz de Fora. Decreto do Executivo nº 10.460, de 13 de outubro de 2010. Dispõe sobre a Coordenação das Ações de Defesa Civil no Município de Juiz de Fora durante o período chuvoso 2010/2011 e dá outras providências. Publicado no *Diário Oficial On-line* em 14/10/2010. 2010ª.

Juiz de Fora. Plano de Contingência Intersectorial – Juiz de Fora 2010/2011. No prelo. Juiz de Fora: Subsecretaria de Defesa Civil, 2010c.

Juiz de Fora. Lei 6.980, de 13 de outubro de 1986. *Cria o Fundo Municipal Especial para Calamidades Públicas – FUMECAP e dá outras providências.* Disponível em: http://www.jflegis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000019350. Acesso em 21out2010. 1986.

Juiz de Fora. Lei Municipal 5.517, de 28 de novembro de 1978. Cria o Departamento Municipal de Limpeza Urbana e dá outras providências. Paço da Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, 28 de novembro de 1978.

Juiz de Fora. Lei Municipal 5.740, de 26 de março de 1980. Disciplina e regulamenta o Parcelamento da Terra no Município de Juiz de Fora, Minas Gerais. Paço da Prefeitura de Juiz de Fora, 26 de março de 1980. Lei revogada.

Juiz de Fora. Lei Municipal 6.908, de 31 de maio de 1986. Dispõe sobre o parcelamento do solo no Município de Juiz de Fora. 1986a.

Juiz de Fora. Lei Municipal 6.910, de 31 de maio de 1986. Dispõe sobre o ordenamento do uso e ocupação do solo no Município de Juiz de Fora. 1986b.

Juiz de Fora. Lei Municipal 9.590, de 14 de setembro de 1999. Dispõe sobre a criação do Sistema Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Município de Juiz de Fora. Publicado no Jornal Tribuna de Minas, 16.09.1999. 1999a.

Juiz de Fora. Lei Municipal 9.680, de 20 de dezembro de 1999. Dispõe sobre o Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMDEMA e dá outras providências. Publicado no Jornal Tribuna de Minas, 21.12.1999. 1999b.

Juiz de Fora. Lei Municipal 9.811, de 27 de junho de 2000. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora. 2000.

Juiz de Fora. Lei Municipal 11.728, de 26 de dezembro de 2008. Altera dispositivos da Lei 10.000, de 08 de maio de 2001, que dispõe sobre a “organização e estrutura do Poder Executivo do Município de Juiz de Fora, fixa princípios e diretrizes de gestão e dá outras providências” e da Lei 10.518, de 04 de agosto de 2003, que dispõe sobre a “criação, objetivos, organização e estrutura do Sistema de Regulação e Gestão do Transporte e Trânsito de Juiz de Fora – SISTTRANJF e da Agência de Gestão do Transporte e Trânsito de Juiz de Fora – GETTRANJF, fixa princípios e diretrizes de gestão e dá outras providências” e dá outras providências. Publicado no Jornal Tribuna de Minas, 27/12/2008.

Juiz de Fora. Lei 12.060, de 25 de junho de 2010. Institui o Programa Especial de Auxílio-Moradia para famílias de baixa renda em situação de vulnerabilidade ou risco habitacional. Publicado no *Diário Oficial On-line* em 26/06/2010. 2010b.

LAMAS, J. M. R. G. Morfologia Urbana e Desenho da Cidade. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, 2007.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas, São Paulo: Editora Átomo, 2005.

LIMA, R. N. de S. Técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados no mapeamento e análise de fragmentos florestais no município de Juiz de Fora – MG em 1987 e 2008. UFJF, Faculdade de Engenharia, Curso de Especialização em Análise Ambiental, 122p, Juiz de Fora, MG, 2010. (Monografia).

Lobato Corrêa, R. O espaço urbano. 2.ed. São Paulo: Ed. Ática, 1993.

MACHADO, P. J. O., Crescimento Urbano e Ocupação de Mananciais: o caso de Juiz de Fora/MG. II Fórum Ambiental da Alta Paulista. Tupã SP, 2006

Disponível em: www.amigosdanatureza.org.br/noticias/306/trabalhos/66.AU-4.pdf

MACHADO, P. J. O. e Silva, R. G. da. A Utilização da Represa de Chapéu d’Uvas como Manancial de Abastecimento de Juiz de Fora/MG. Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2007.

Magna Engenharia Ltda. Estudo de Viabilidade para Alternativas de Captação de Água em Juiz de Fora, Minas Gerais. Etapa 1 – Situação Atual do Sistema de Abastecimento de Água e Recursos Hídricos de Juiz de Fora, 2002

Magna Engenharia Ltda. Estudo de Viabilidade para Alternativas de Captação de Água em Juiz de Fora, Minas Gerais. Relatório Final das Soluções Alternativas. 2003

MARQUES, E. C. Desigualdades sociais e infraestrutura urbana: a produção dos equipamentos de saneamento no Rio de Janeiro. Tese de mestrado, IPPUR/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.

MATIAS-PEREIRA, J. Manual de Gestão Pública Contemporânea. São Paulo: Atlas, 2008;

MELO, M. A. B. C. O padrão brasileiro de intervenção pública no saneamento básico. Revista Brasileira de Administração Pública. Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 84-102, jan./mar. 1989.

MENDES, C. H. A. Implicações ambientais do desenvolvimento da infraestrutura: saneamento urbano. Revista Brasileira de Administração Pública. Rio de Janeiro, v. 26, n. 4, p. 32-51, out./dez. 1992.

MENDES, C. A. B; Cirilo, J.M.A. Geoprocessamento em Recursos Hídricos – princípios, integração e aplicação. Porto Alegre, ABRH, 536 p., 2001.

MILOGRANA, J. Estudo de medidas de controle de cheias em ambientes urbanos. Dissertação de Mestrado, UnB, Brasília – DF, 2001

MINTZBERG, H. Criando Organizações Eficazes: estruturas em cinco configurações. São Paulo; Atlas, 1995;

MKM Engenharia Ambiental. Estudo de Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário de Juiz de Fora. Produto 2: Avaliação Ambiental, Estudo de Alternativas, Avaliação Técnico Econômica. Reabilitação Ambiental de Juiz de Fora, 2002.

MKM. Estudo de Concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário de Juiz de Fora. Juiz de Fora: MKM, 2002.

Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional dos Recursos Hídricos. Resolução N° 91, de 05 de novembro de 2008. Disponível em: www.ceivap.org.br/

MORGAN, G. Imagens da Organização. São Paulo: Atlas, 1996.

MOTA, S., Introdução à Engenharia Ambiental, ABES, Rio de Janeiro: ABES, 2003. 416 p.

NADLER, D. Arquitetura organizacional: a chave para a mudança empresarial. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

NAGEA (Núcleo de Análise Geo-Ambiental). Faculdade de Engenharia da UFJF, 2010

NASCIMENTO, N. O., Cançado, V. L., Cabral, J. R., Machado, A. R. Drenagem Urbana – Características econômicas e definição de uma taxa sobre os serviços. Belo Horizonte: Financiamento de Estudos e Projetos – FINEP, 2003, 308 p. Relatório.

NEVES, M. G. F. P., Quantificação de Resíduos Sólidos na Rede de Drenagem, Tese Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.

NEVES, M. G. F. P., Tucci, C. E. M., Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Aspectos Conceituais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V13, n.3, 2008.

NEVES, M. G. F. P., Tucci, C. E. M., Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Estudo de Caso. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V13, n.4, 2008a.

NEVES M G. F. P., Tucci, C. E. M, Gerenciamento Integrado em Drenagem Urbana: Quantificação e Controle de Resíduos Sólidos. XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003. Disponível em: <http://www.rhama.net/download/artigos/artigo61.pdf>. Acesso em 01 out.2010

NONAKA, I. Takeuchi, H. Criação de Conhecimento na Empresa: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

OLIVEIRA, L. A. S. Financiamento à construção de unidades habitacionais pelo programa "Minha Casa Minha Vida", Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, graduação em Engenharia Civil, Juiz de fora, 2010 (Trabalho de conclusão de curso).

OLIVEIRA, P. H. dos S., Francisco, C. N. Cobertura Florestal e Disponibilidade Hídrica na Bacia do Ribeirão Espírito Santo em Juiz de Fora – MG. Anais do XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Porto Alegre. RS, 2010.

Disponível em: www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=3705

Acesso em: 21 de novembro de 2010

ORLANDO, P. H. K. Produção do espaço e gestão hídrica da bacia do rio Paraibuna (MG – RJ): uma análise crítica. Tese de doutorado, UNESP, 2006.

ORSI, A. Gestão do conhecimento: os modos de conversão do conhecimento nas incorporações de bases externas. In: Anais do XXVIII Enanpad 2004

PAC Programa de Aceleração do Crescimento. 11º Balanço – 4 anos.

Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/nacionais/>

Acesso em 5mar2011

PAIVA, L. E. D. et al. Avaliação Preliminar Sobre a Evolução do Assoreamento de Algumas Seções da Represa Dr. João Penido in Anais do IV Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Santa Maria (RS). Novembro de 2000.

PAIVA, J. B. D e Paiva, E. M. C. D, Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. FINEP, Porto Alegre: ABRH, 625p., 2001

PEREIRA, M. J. A. Estudos Limnológicos Preliminares da Represa Dr. João Penido em Juiz de Fora MG. São Carlos: USP, 1991. 92p. Monografia de Curso de Especialização.

PEREIRA, R. G. M. Avaliação de Parâmetros de Qualidade de Água no Rio Paraibuna Utilizando o Modelo Matemático QUAL2E; UFJF, 2008.

Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora – PDDU. Lei 9.811, de 27 de junho de 2000. “Institui o plano diretor de desenvolvimento urbano de Juiz de Fora”. Juiz de Fora: Funalfa Edições, 2004. p.371-385.

PERENSIN, R. Análise da Evolução do Processo de Assoreamento da Represa Dr. João Penido. Juiz de Fora: UFJF, 1998. 44p. Monografia.

PIMENTEL, C. E. B. & Cordeiro Netto, O. M. Proposta Metodológica de Classificação e Avaliação Ambiental de Projetos de Saneamento. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1998.

PINTO, N. L. S., Holtz, A. C. T., Martins, J. A. Hidrologia de superfície. São Paulo, Edgard Blücher; Curitiba, Centro de Estudos de Pesquisas de Hidráulica e Hidrologia da Universidade Federal do Paraná, 179p., 1973.

POMPÊO, C.A. Drenagem urbana sustentável. Florianópolis, SC, 1999.

PONCE, V. M. Diffusion wave modeling of catchment dynamics. Journal of the Hydraulics Division, ASCE, 112 (8), 716-727 p., 1986

Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde

Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518.pdf
Acesso em: 08 de dezembro de 2010.

PORTO, R. Escoamento superficial direto. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.; de Barros, M. T. Org. *Drenagem Urbana*. Porto Alegre, RS: ABRH. Editora da Universidade. UFRGS. 428 p., 1995

PORTO, R. L. L.; Kamel Zahed, F.; Tucci, C. E. M.; Bidone, F. Drenagem Urbana. In: Tucci, C. E. M. [et al.]. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 4ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007.

Prefeitura de Juiz de Fora. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora/Prefeitura e Juiz de Fora – Juiz de Fora (MG): FUNALFA Edições, 2004.

Prefeitura de Juiz de Fora PJF. Diagnóstico do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora/Prefeitura e Juiz de Fora – PDDU. Juiz de Fora (MG): FUNALFA Edições, 2004.

Prefeitura de Juiz de Fora. Secretaria de Obras. Subsecretaria de Defesa Civil. Relatório de Córregos, 2008.

Prefeitura de Juiz de Fora PJF. Mapa.

Disponível em: <http://www.pjf.mg.gov.br/>
Acesso em 23out.2010

RAMOS, M. H. D. Drenagem urbana: aspectos urbanísticos, legais e metodológicos em Belo Horizonte. Dissertação de mestrado. EEUFMG. Belo Horizonte, MG. 1998.

REZENDE, A.; Tucci, C. E.M. *Análise das inundações em Estrela: relatório técnico*. Estrela: Prefeitura Municipal de Estrela, 1979

RIBEIRO, C. B. M.; Rotunno FILHO, O. C.; Brenny, F.; Raupp, I. P. Monitoramento do Uso e Ocupação do Solo de uma Bacia Hidrográfica Através de Técnicas de Sensoriamento Remoto. In: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e V Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, 25 a 29 de Julho, Aracajú (SE), 2001.

RIBEIRO, C. B. M. Sensoriamento Remoto Aplicado à Detecção de Mudanças na Cobertura do Solo de uma Bacia Hidrográfica. Tese M.Sc, COPPE/UFRJ, 2001.

RIBEIRO, C. B. M; Marques, F. A.; Silva, D. D. Estimativa e regionalização de vazões mínimas de referência para a bacia do rio Doce. Engenharia na Agricultura. Viçosa – MG, V.13, n.2, p. 103-107, abr., 2005.

ROBBINS, S. P. O Processo Administrativo: integrando teoria e prática. São Paulo; Atlas, 1981

ROCHA, C. H. B.; Xavier da Silva, J.; Menezes, S. O. Mapa Litológico-Estrutural do Município de Juiz de Fora – MG. In: Mapeamento de Áreas de Risco por Geoprocessamento: aplicação em Juiz de Fora – MG. Registrado na Fundação Biblioteca Nacional – Ministério da Cultura – Escritório de Direitos Autorais sob número 404.032, Livro 753, Folha 192, Rio de Janeiro, RJ, 2007. (Cartas, mapas ou similares/Mapa);

ROCHA, C. H. B.; Xavier da Silva, J.; Menezes, S. O. Mapa de Geomorfologia do Município de Juiz de Fora – MG. In: Mapeamento de Áreas de Risco por Geoprocessamento: aplicação em Juiz de Fora – MG. Registrado na Fundação Biblioteca Nacional – Ministério da Cultura – Escritório de Direitos Autorais sob número 404.032, Livro 753, Folha 192, Rio de Janeiro, RJ, 2007. (Cartas, mapas ou similares/Mapa).

ROCHA, C. H. B.; Xavier da Silva, J.; Menezes, S. O. Mapa de Uso do Solo do Município de Juiz de Fora – MG. In: Mapeamento de Áreas de Risco por Geoprocessamento: aplicação em Juiz de Fora – MG. Registrado na Fundação Biblioteca Nacional – Ministério da Cultura – Escritório de Direitos Autorais sob número 404.032, Livro 753, Folha 192, Rio de Janeiro, RJ, 2007. (Cartas, mapas ou similares/Mapa).

ROCHA, C. H. B. Mapa de Declividades do Município de Juiz de Fora – MG. Registrado na Fundação Biblioteca Nacional – Ministério da Cultura – Escritório de Direitos Autorais sob número 404.031, Livro 753, Folha 191, Rio de Janeiro, RJ, 2007. (Cartas, mapas ou similares/Mapa).

ROCHA, C. H. B. Mapa de Hipsometria do Município de Juiz de Fora – MG. Registrado na Fundação Biblioteca Nacional – Ministério da Cultura – Escritório de Direitos Autorais sob

número 404.028, Livro 753, Folha 188, Rio de Janeiro, RJ, 2007b. (Cartas, mapas ou similares/Mapa).

ROCHA, C. H. B. Mapa de Proximidade de Ruas do Município de Juiz de Fora – MG. Registrado na Fundação Biblioteca Nacional – Ministério da Cultura – Escritório de Direitos Autorais sob número 404.033, Livro 753, Folha 193, Rio de Janeiro, RJ, 2007c. (Cartas, mapas ou similares/Mapa).

SANDERS, T.G.; Ward, R.C.; Loftis, J.C.; Steele, T.D.; Adrian, D.D.; Yevjevich, V. Design of Networks for Monitoring Water Quality. Water Resources Publication, Littleton, Co, 1983.

SANTOS, M. M.; Paula, L. F. Análise da política de saneamento no Brasil. In: BRASIL. Ministério da Previdência e Assistência Social. A política social em tempo de crise: articulação institucional e descentralização. Brasília: CEPAL, p. 281-354 (Série Economia e Desenvolvimento, 3).

Secretaria de Estado do meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD. Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA). Estabelecimento das equações do índice de qualidade das águas (IQA). 2005.

Disponível em: http://aguas.igam.mg.gov.br/aguas/downloads/SCQA_final.pdf

SILVA, J. R. da. Os esgotos da cidade do Rio de Janeiro, 1857-1947. Rio de Janeiro: CEDAE, 1988.

SILVA, L. S.; Tavares, L.; Leite, R. H. D. Estudo da Susceptibilidade de Deslizamento de Encostas na Zona Urbana de Juiz de Fora com utilização de técnicas de Geoprocessamento. UFJF, Faculdade de Engenharia, Curso de Especialização em Análise Ambiental, Juiz de Fora, MG, 2010. (Trabalho de Conclusão de Curso).

SILVEIRA, A. L. L. da. Drenagem urbana: aspectos de gestão.

Disponível em: <http://galileu.iph.ufrgs.br/joel/iph014/apostiladrenagemgestores2002.pdf>
Acesso em 19/outubro/2009.

SOARES, J. H. P. e Dutra, Wander, C. P. Monitoramento e modelagem da qualidade das águas da bacia do rio Paraibuna na área urbana do município de Juiz de Fora, utilizando medições de oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio. Anais eletrônicos do I Simpósio de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Zona da Mata Mineira. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFJF. Juiz de Fora – MG, 2010.

SOARES, J. H. P., Monitoramento e Modelagem da Qualidade das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraibuna Usando Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio, em sua Região mais Urbanizada. I SESMAZ-MG. 2010

SOARES, M. A., Tucci, C. E. M., Avaliação dos Cenários de Planejamento da Drenagem Urbana. *RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre: ABRH, vol.13, nº.3, p.59-71, jul./set. 2008.

- SOTERO, P. Novo consenso rejeita “grandes soluções”. Estado de São Paulo. São Paulo, p. A16, 16 set. 1999.
- SOUZA, C. M. N. MORAES, L. R. S., BERNARDES, R. S. Classificação ambiental e modelo causal de doenças relacionadas à drenagem urbana. In: Anais do XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária y Ambiental. Cancun: AIDIS, 2002.
- SOUZA, G. F. A.; Paiva, L. E.D. Avaliação Preliminar da Aplicação de Métodos Macroscópicos para a Determinação da Descarga de Sedimentos no Rio Paraibuna em Juiz de Fora - MG in Anais do I Simpósio de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Zona da Mata Mineira, Juiz de Fora, Brasil, Maio 2010.
- SPREIRFEGEN, P. Guiding Principles for Federal Architecture, 1973
- STAICO, J. A bacia do rio Paraibuna em Juiz de Fora, UFJF, Juiz de Fora (MG), 1977, 201 p.
- STRASKRABA, M. et al. Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. 293p
- STRASKRABA, M.; Tundisi, J. G. Gerenciamento da qualidade da água de represas. Tradução Dino Vanucci; editor chefe da série em português José Galisia Tundisi. São Carlos: ILEC; IEE. 218p. il (Diretrizes para o gerenciamento de lagos; v. 1), 2000.
- STREBEL, D.E.; Meeson, B.W., Nelson, A. K. Scientific information system: A conceptual framework. In MICHENER W. K., BRUNT & S.G.STANFFORD (Eds.). *Environmental Information Management and Analysis: Ecosystem to Global Scales*: 59-85, 1994.
- TEIXEIRA, J.C.; Pungirum, M.E.M. de C., Análise da associação entre saneamento e saúde nos países da América Latina e Caribe, em pregando dados secundários do banco de dados da Organização Pan-Americana de Saúde – OPAS. Revista Brasileira de Epidemiologia, vol. 8, nº 4, São Paulo, 2005.
- TODINI, E. Rainfall-runoff modeling: Past, present and future. Journal of Hydrology, v. 100, p. n.1/3, 341-352, 1988.
- TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 393p., 2007.
- TUCCI, C. E. M., Gestão de Inundações Urbanas, Ministério das Cidades, 2005.
- TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. In: RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, RS. Vol. 7, n. 1, jan-mar, 2002, p 5-27.
- TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. Capítulo 14. 1997.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia – Ciência e Aplicação. 2ª Edição, Porto Alegre: Ed. Universidade / UFRGS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 941p, 2001.

TUCCI, C. E. M. Gestão das Águas Pluviais Urbanas. Brasília: Ministério das Cidades – Global Water Partnership – World Bank – Unesco, 2005

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. Revista Estudos avançados 22 (63), 2008.

TUCCI, C. E. M., 1998. Modelos Hidrológicos. Porto Alegre. Editora da Universidade. ABRH/UFRGS. 669 p.

TUCCI, C. E. M. Aspectos institucionais do controle das inundações urbanas. Disponível em: <http://www.iph.ufrgs.br/corpo docente/tucci/publicacoes/institu.PDF>. Acesso em 16set.2010

TUCCI, C. E. M. e Bertoni, J.C. Inundações Urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

TUCCI, C. E.M.; Collischonn, W. Drenagem Urbana e Controle de Erosão. Disponível em:http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/residuos/docs_resd_solidos/SED.PDF. Acesso em 01 out. 2010.

TUCCI, C. E. M.; Genz, F. Controle do impacto da urbanização. In: Tucci, C. E. M.; Porto, R. L. L.; Barros, M. T. *Drenagem urbana*. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 1995

TUCCI, C. E. M., Meller, A. Regulação das Águas Pluviais. *Rega - Revista de Gestão de Água da América Latina*, Porto Alegre: Rega, vol. 4, nº. 1, p. 75-89, jan. / jun. 2007

TUCCI, C. E. M., Porto, R. La. L., Barros, M. T. de. 1995. *Drenagem Urbana*. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH. Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/UFRGS, 428 p.

TUCCI C. E. M. e Silveira, A. Gerenciamento da drenagem urbana. Notas de aula. Departamento de Hidromecânica e Hidrologia. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

TUCCI, C. E. M.; Villanueva, A. Controle de enchentes das cidades de União da Vitória e Porto União. União da Vitória: CORPRERI, 1997

U.S. Army Corps of Engineers, 2009, Hydrologic Engineering Center, HEC-GeoRAS GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS: User's Manual, version 4.2, 246 p.

U.S. Army Corps of Engineers, 2010, Hydrologic Engineering Center, HEC-RAS River Analysis System: User's Manual, version 4.1, 790 p.

VILLELA, S. M. Mattos, A. Hidrologia Aplicada, McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1975, 245p.

von SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFMG. 1996.

von SPERLING, M.; Autodepuração dos Cursos d'Água. Tese M.Sc., UFMG, 1983

von SPERLING, M.; Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, vol.7, 588p, 2007.

WETZEL, R. G.; Limnologia, Editora Omega, S.A., Barcelona, 1981



Juiz de Fora, dezembro de 2011.

