

2014

**PLANO REGIONAL DE SANEAMENTO COM BASE
MUNICIPALIZADA
RESENDE – RJ**



**ETAPA 4
PROPOSIÇÕES**



PRODUTO 5 – PROPOSIÇÕES PARA OS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL, ESGOTAMENTO SANITÁRIO E DRENAGEM PLUVIAL

Parte 1 - Estudo populacional e de demandas.

Resende – RJ
2014



OBJETO

CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA ELABORAÇÃO DO PLANO REGIONAL DE SANEAMENTO COM BASE MUNICIPALIZADA NAS MODALIDADES ÁGUA, ESGOTO E DRENAGEM URBANA DOS MUNICÍPIOS INSERIDOS NA REGIÃO DO MÉDIO PARAÍBA.

CONTRATO: 008/2012

CONTRATANTE: Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP).

CONTRATADA: Vallenge Consultoria, Projetos e Obras Ltda.

REALIZAÇÃO

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP)

Rua Elza da Silva Duarte, 48 – Loja A1.

Manejo CEP: 27520-005 Resende-RJ.

Diretor Executivo – André Luis de Paula Marques.

Diretor(a) de Relações Institucionais - Aline Alvarenga.

Diretor de Recursos Hídricos - Helvécio Zago Galvão César.

Prefeitura Municipal de Resende – RJ

Rua Augusto Xavier de Lima, 251.

EXECUÇÃO



Vallenge Consultoria, Projetos e Obras Ltda.

Todos os direitos reservados.

EQUIPE

EQUIPE TÉCNICA

Engenheiro Dr. Antônio Eduardo Giansante
Engenheiro Civil José Augusto Pinelli
Engenheiro Agrônomo Alexandre Gonçalves da Silva
Historiador/Msc. Ciências Ambientais Roberto Aparecido Garcia Rubio
Engenheira Msc. em Hidráulica e Saneamento Juliana Simião
Advogada Msc. Esp. em Recursos Hídricos Adriana Sagiani
Engenheira Civil Bruna Santos de Oliveira
Engenheiro Ambiental e Sanitarista Nicolas Rubens da Silva Ferreira
Economista Francisco D`Andrea
Bacharel em Tecnologia da Informação Thiago Augusto Pinelli

EQUIPE DE APOIO

Engenheira Civil Martha Nasser Giansante
Engenheiro Ambiental Luiz Claudio Rodrigues Ferreira
Analista de Comunicação Joyce de Souza Oliveira
Assessora Técnica Ambiental Amanda Braga Teixeira Presotto
Revisor Técnico Samir Azem Rachid
Auxiliar de Engenharia Civil Ronald Pedro dos Santos
Estagiário em Engenharia Civil Alex de Lima Furtado
Estagiário em Engenharia Agronômica Thiago Fantus Ribeiro

APRESENTAÇÃO

O presente documento é objeto do contrato 008/2012, estabelecido entre a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e a empresa Vallenge Consultoria, Projetos e Obras Ltda, conforme o Termo de Referência proposto pelo Ato Convocatório 009/2012, relativo ao Plano Municipal de Saneamento Básico nas Modalidades: Água, Esgoto e Drenagem Urbana. Contemplando os municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, na região do Médio Paraíba do Sul: Barra do Piraí, Comendador Levy Gasparian, Engenheiro Paulo de Frontin, Mendes, Miguel Pereira, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Pinheiral, Piraí, Porto Real, Quatis, Resende, Rio Claro, Rio das Flores, Valença e Vassouras.

Os serviços foram divididos em etapas e produtos, descrito a seguir:

Produtos 1 e 2:	Etapa 1 - Plano de trabalho e Projeto de comunicação e mobilização social;
Produto 3:	Etapa 2 - Caracterização Municipal;
Produto 4:	Etapa 3 - Diagnósticos Setoriais;
Produtos 5 e 6:	Etapa 4.1 - Estudo populacional e de Demandas Etapa 4.2 - Relatório da infraestrutura dos Sistemas de Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Drenagem Pluvial Urbana, dos Programas, Projetos e Ações para Implementação do Plano e sobre o Seminário Local para consolidação das Proposições da infraestrutura, dos arranjos institucionais jurídicos e econômico-financeiros;
Produto 7:	Etapa 5 - Banco de Dados de Saneamento;
Produtos 8 e 9:	Etapa 6 - Elaboração da Versão Final do PMSB e Consulta e Audiência Pública;
Produto 10:	Etapa 7 - Elaboração do Relatório Regional de Saneamento Básico.

Os trabalhos estão sendo desenvolvidos mediante o esforço conjunto da AGEVAP e dos municípios, envolvendo de maneira articulada os responsáveis pela formulação das políticas públicas e pela prestação dos serviços de saneamento básico do município.

Este relatório trata-se do PRODUTO 5, que tem por objetivo apresentar as proposições e as demandas para os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem de águas pluviais do município de Resende, localizado no Estado do Rio de Janeiro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da população no município de Resende.....	15
Figura 2 – Taxa de crescimento geométrico do município de Resende	16
Figura 3 – Evolução da população projetada	18
Figura 4 – Comparação da população total projetada no PD e no PMSB	19
Figura 5 – Evolução da população projetada na sede de Resende.....	20
Figura 6 – Evolução da população projetada no distrito de Agulhas Negras.....	21
Figura 7 – Evolução conjunta da população projetada dos distritos sede e Agulhas Negras	23
Figura 8 – Evolução da população projetada no distrito de Engenheiro de Passos	24
Figura 9 – Evolução da população projetada no distrito de Fumaça	25
Figura 10 – Evolução da população projetada no distrito de Pedra Selada.....	26
Figura 11 – Evolução do índice de perdas na distribuição – nacional e da região sudeste. .	34
Figura 12 – Articulação das sub-bacias da área urbana do município de Resende	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – População total, urbana e rural do município de Resende	15
Quadro 2 – Taxas de crescimento aritmético e geométrico	16
Quadro 3 – Projeção populacional do município de Resende	17
Quadro 4 – Projeção populacional da sede de Resende	20
Quadro 5 – Projeção populacional do distrito de Agulhas Negras.....	21
Quadro 6 – Projeção populacional conjunta dos distritos sede e Agulhas Negras	22
Quadro 7 – Projeção populacional do distrito de Engenheiro de Passos	23
Quadro 8 – Projeção populacional do distrito de Fumaça	24
Quadro 9 – Projeção populacional do distrito de Pedra Selada.	25
Quadro 10 – Projeção populacional dos núcleos urbanos das localidades	26
Quadro 11 – Variáveis e parâmetros adotados	27
Quadro 12 – Valores típicos de consumo per capita de água.	32
Quadro 13 – Índice de perdas em circunstâncias típicas.	35
Quadro 14 – Metas do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Resende	36
Quadro 15 – Projeção da demanda de água na sede de Resende – 2013 a 2033	37
Quadro 16 – Projeção da demanda de água no distrito de Agulhas Negras – 2013 a 2033.	38
Quadro 17 – Projeção da demanda de água no distrito de Engenheiro Passos – 2013 a 2033	39
Quadro 18 – Projeção da demanda de água no distrito de Fumaça – 2013 a 2033.....	40
Quadro 19 – Projeção da demanda de água no povoado de Visconde de Mauá – 2013 a 2033	41
Quadro 20 – Projeção da demanda de água no povoado de Serrinha – 2013 a 2033	42
Quadro 21 – Projeção da demanda de água no povoado de Capelinha – 2013 a 2033.....	43
Quadro 22 – Projeção da demanda de água no povoado de Campo Alegre – 2013 a 2033	44
Quadro 23 – Projeção da demanda de água no povoado de Bagagem – 2013 a 2033.....	45
Quadro 24 – Metas do Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Resende.....	51
Quadro 25 – Projeção da demanda de esgoto na sede de Resende – 2013 a 2033.....	52
Quadro 26 – Projeção da demanda de esgoto no distrito de Agulhas Negras – 2013 a 2033	53
Quadro 27 – Projeção da demanda de esgoto no distrito de Engenheiro Passos – 2013 a 2033	54
Quadro 28 – Projeção da demanda de esgoto no distrito de Fumaça – 2013 a 2033	55

Quadro 29 – Projeção da demanda de esgoto no povoado de Visconde de Mauá – 2013 a 2033	56
Quadro 30 – Projeção da demanda de esgoto no povoado de Serrinha – 2013 a 2033.....	57
Quadro 31 – Projeção da demanda de esgoto no povoado de Capelinha – 2013 a 2033....	58
Quadro 32 – Projeção da demanda de esgoto no povoado de Campo Alegre – 2013 a 2033	59
Quadro 33 – Projeção da demanda de esgoto no povoado de Bagagem – 2013 a 2033.....	60
Quadro 34 – Coeficiente de escoamento superficial em função do uso e ocupação do solo	63
Quadro 35– Informações gerais das sub-bacias do município de Resende	66
Quadro 36 – Características da sub-bacia A.....	69
Quadro 37 – Características da sub-bacia B.....	70
Quadro 38 – Características da sub-bacia C	71
Quadro 39 – Características da sub-bacia D	72
Quadro 40 – Características da sub-bacia E.....	73
Quadro 41 – Características da sub-bacia F	74
Quadro 42 – Características da sub-bacia G	75
Quadro 43 – Características da sub-bacia H	76
Quadro 44 – Características da sub-bacia I	77
Quadro 45 – Características da sub-bacia I	78
Quadro 46 –Quantidade de unidades de microdrenagem para o município de Resende.....	79
Quadro 47 – Projeção da demanda de microdrenagem na sede de Resende – 2013 a 2033	80
Quadro 48 – Projeção da demanda de microdrenagem no distrito de Agulhas Negras – 2013 a 2033	81
Quadro 49 – Projeção da demanda de microdrenagem no distrito de Engenheiro Passos – 2013 a 2033.....	82
Quadro 50 – Projeção da demanda de microdrenagem no distrito de Fumaça – 2013 a 2033	83
Quadro 51 – Projeção da demanda de microdrenagem no povoado de Visconde de Mauá – 2013 a 2033.....	84
Quadro 52 – Projeção da demanda de microdrenagem no povoado de Serrinha – 2013 a 2033	85
Quadro 53 – Projeção da demanda de microdrenagem no povoado de Capelinha – 2013 a 2033	86
Quadro 54 – Projeção da demanda de microdrenagem no povoado de Campo Alegre – 2013 a 2033	87

Quadro 55 – Projeção da demanda de microdrenagem no povoado de Bagagem – 2013 a 2033	88
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. ESTUDO POPULACIONAL	12
2.1. Metodologia	12
2.2. Cálculo da Projeção Populacional.....	14
3. ESTUDO DE DEMANDAS.....	27
3.1. Sistema de Abastecimento de Água	29
3.1.1. Parâmetros e Critérios para o Cálculo da Demanda.....	29
3.1.2 Considerações sobre as informações do diagnóstico.....	31
3.1.3. Cálculo da demanda do sistema de abastecimento de água.....	32
3.2. Sistema de Esgotamento Sanitário	47
3.2.1. Parâmetros e critérios para o cálculo da demanda.....	47
3.2.2. Considerações sobre as informações do diagnóstico.....	50
3.2.3 Cálculo da demanda do sistema de esgotamento sanitário.....	50
3.3. Sistema de Drenagem Urbana.....	61
3.3.1 Parâmetros e critérios para o cálculo da demanda.....	61
3.3.2 Considerações sobre as informações do diagnóstico.....	65
3.3.3 Cálculo da demanda do sistema de drenagem urbana.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89

1. INTRODUÇÃO

No final da década de 60 do século XX as demandas urbanas relativas aos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, demonstrando uma deficiência no sistema de saneamento, atingiram uma magnitude que levou o Governo Federal a implantar o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA). Este plano foi destinado a fomentar estes serviços públicos com recursos provenientes do Fundo de Garantia do Tempo do Serviço (FGTS), este administrado pelo Banco Nacional de Habitação (BNH).

A maior parte dos municípios, titulares da obrigação constitucional pela prestação dos serviços de água e esgotos, foi compelida a se alinhar com o PLANASA numa tentativa de solucionar os problemas sanitários prementes, afetos aos aspectos de riscos à saúde pública. Os estados criaram as companhias estaduais de saneamento e os municípios que optaram assinaram os contratos de concessão. Muitos municípios mantiveram os seus serviços próprios prestados através de companhias municipais, autarquias, administração direta e departamentos, mas ficaram com poucas possibilidades de investimentos de outras fontes que não fossem as próprias.

O modelo ficou saturado ao longo do tempo sendo então necessária a busca de outra ordem disciplinadora para os serviços de saneamento. Neste sentido, foi promulgada, em 5 de janeiro de 2007, a Lei Federal 11.445 que estabelece as novas diretrizes nacionais para o saneamento básico. Por este motivo, a lei é conhecida como o novo marco regulatório do setor.

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é instrumento exigido no Capítulo II da Lei 11.445/2007. Esta define, ainda, o exercício de titularidade pelo município, conforme Art. 8º, ao estabelecer que os titulares dos serviços públicos de saneamento básico podem delegar: a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação destes serviços, nos termos do Art. 241º da Constituição Federal, bem como, do Art. 9º da Lei 11.107/2005, Lei dos Consórcios Públicos.

O Decreto 7.217, de 21 de junho de 2010, estabeleceu as normas para execução das diretrizes do saneamento básico e regulamentou a aplicação da Lei 11.445/2007. Em suma, o citado Decreto estabeleceu que o titular dos serviços formulassem as respectivas políticas públicas de saneamento básico, devendo para tanto elaborar os Planos Municipais de Saneamento, destacando que o planejamento é de competência do titular.

Em vista das dificuldades dos municípios em tomar para si a elaboração do seu PMSB, programas governamentais e mesmo agências de bacia têm assumido a incumbência de desenvolvê-los mediante convênio. A AGEVAP contratou um lote de planos

a serem elaborados por empresa de consultoria especializada, porém, sempre com a participação do município, o maior interessado.

Neste contexto, o presente relatório correspondente ao produto da quarta etapa de sete que resultarão na construção do Plano Municipal de Saneamento do município de Resende, localizado no Estado do Rio de Janeiro que se trata das Proposições e estudos de Demandas para os serviços de água, esgoto e drenagem urbana.

Este produto tem por objetivo levantar a situação da oferta destes serviços no município, verificar os déficits para o atendimento da demanda, apontando assim, o caminho para universalizar a prestação ao longo do horizonte de planejamento, aqui adotado como 20 anos, conforme diretrizes da AGEVAP. Assim, é efetuado o estudo de demandas, com base no quadro de referência proposto para o setor de saneamento, para evitar deficiências e consequências na condição de vida da população e do meio ambiente.

A construção das Proposições foi apoiada nas etapas precedentes de caracterização e diagnóstico, quando foram realizados levantamentos detalhados de dados *in loco* dos três componentes: abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem de águas pluviais. Outras informações secundárias foram coletadas junto a órgãos de governos: Federal, Estaduais e Municipais. Eventualmente, pesquisas elaboradas por organizações não governamentais e privadas foram consultadas, considerando e utilizando estudos precedentes sobre os temas de interesse para os serviços de saneamento em questão.

As ações, portanto, são caracterizadas pela coleta de dados, análises e estudos existentes em documentações, planos, bases cartográficas e bancos de dados disponíveis em fontes oficiais e locais, utilizando como método fichas de leitura.

A partir desta metodologia, foi possível efetuar as primeiras alternativas de proposições e os custos de implantação que foram levados para o seminário local para a consolidação destas. A participação da população na consolidação dos dados reforça o papel de construção participativa e de mobilização social do Plano de Saneamento. No entanto, os custos consolidados serão apresentados na etapa 4.2 deste produto.

2. ESTUDO POPULACIONAL

A projeção populacional objetiva determinar as populações a atender no início, no meio e no fim de plano. O crescimento de uma população é influenciado por diversos fatores, tais como: políticos, econômicos, sociais, recursos naturais disponíveis, entre outros.

Conforme estabelece a Lei 11.445/2007 o PMSB deve ser revisto a cada quatro anos, sendo assim, as hipóteses aqui adotadas e o estudo populacional apresentado a seguir serão objetos de revisão do plano e de possíveis adequações.

2.1. Metodologia

Os métodos de projeção populacional são apresentados a seguir.

- **Método Aritmético**

Pressupõe que o crescimento de uma população se faz aritmeticamente, semelhante a uma linha reta. Em geral acontece nos menores municípios onde o crescimento é meramente vegetativo ou natural. A fórmula para projeção é apresentada a seguir:

$$Pf = Po + r. (tf - to)$$

Onde:

Pf = população final (horizonte de projeto);

Po = população inicial (último censo demográfico conhecido);

r = taxa de crescimento linear;

tf = ano necessário (início, meio e fim de plano);

to = ano do último censo demográfico.

As taxas futuras de crescimento aritmético são adotadas a partir daquelas passadas, assim determinadas:

$$r1 = \frac{P1980 - P1970}{1980 - 1971}$$

$$r2 = \frac{P1991 - P1980}{1991 - 1980}$$

$$r3 = \frac{P2000 - P1991}{2000 - 1991}$$

$$r4 = \frac{P2010 - P2000}{2010 - 2000}$$

- Método Geométrico

É o que ocorre, principalmente, em uma fase de uma população onde seu crescimento é muito acelerado, acompanhando praticamente a curva exponencial. A fórmula para projeção é apresentada a seguir:

$$Pf = Po \cdot q^{(tf-to)}$$

Onde:

Pf = população final (horizonte de projeto);

Po = população Inicial (último censo conhecido);

q = taxa de crescimento geométrico;

tf = ano necessário (início, meio e fim de plano);

to = ano do último censo demográfico.

As taxas futuras de crescimento geométrico são adotadas a partir daquelas passadas, assim determinadas:

$$q1 = \left(\frac{P1980}{P1970} \right)^{1/(1980-1970)}$$

$$q2 = \left(\frac{P1991}{P1980} \right)^{1/(1991-1980)}$$

$$q3 = \left(\frac{P2000}{P1991} \right)^{1/(2000-1991)}$$

$$q4 = \left(\frac{P2010}{P2000} \right)^{1/(2010-2000)}$$

Com base nos censos demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, foram calculadas as taxas geométricas e aritméticas de crescimento para a população total urbana e rural do município. As taxas de crescimento adotadas para a projeção foram avaliadas quanto às condições atuais do município, previsões futuras e às taxas de crescimento obtidas a partir dos censos demográficos do IBGE.

Os municípios com crescimento populacional sem efeito de migração normalmente apresentam crescimento linear. Assim, para conhecer a população futura no horizonte de projeto basta adotar a taxa aritmética de crescimento que vem ocorrendo a partir dos anos anteriores.

Os municípios beneficiados pela facilidade de acesso, pelo grande número de atividades econômicas e demais fatores que impulsionam a economia, apresentam crescimento geométrico. Neste caso, é necessário avaliar a fase em que o município está quanto ao seu crescimento, podendo ser uma fase de crescimento acentuado ou ainda em crescimento com taxas cada vez menores ano a ano, para então poder definir a taxa de crescimento adequada para o cálculo da projeção.

Embora seja um exercício em relação ao futuro, efetuar a projeção populacional de forma consistente e a partir de hipóteses embasadas em métodos é fundamental para que não se incorra em custos adicionais. É uma etapa que merece atenção, porque as dimensões das unidades dos sistemas de saneamento e respectivos equipamentos dependem diretamente da população a ser atendida, logo condicionam os custos de investimentos.

2.2. Cálculo da Projeção Populacional

Embora a Lei Municipal 3.000, de 22 de janeiro de 2013 (Plano Diretor de Resende) estabeleça como área urbana as localidades de Bagagem, Visconde de Mauá, Serrinha do Alambari, Capelinha, Campo Alegre e Palmital, os cálculos de projeção populacional foram realizados com base nos Censos Demográficos do IBGE de 1970 a 2010. Este último

fornece as informações populacionais somente dos distritos sede, Agulhas Negras, Fumaça, Pedra Selada e Engenheiro Passos. Assim, ficou comprometida em parte a obtenção de dados oficiais referentes às populações urbanas consideradas na Lei Municipal 3.000/2013 que trata do zoneamento municipal. As projeções foram realizadas nos censos demográficos do IBGE de 1970 a 2010.

O município de Resende sofreu várias alterações distritais ao longo de sua história e formação administrativa. Em 1960, por exemplo, constituía-se de 8 distritos, sendo: sede, Agulhas Negras, Engenheiro Passos, Fumaça, Itatiaia, Pedra Selada, Pirangaí (ex Salto) e Porto Real.

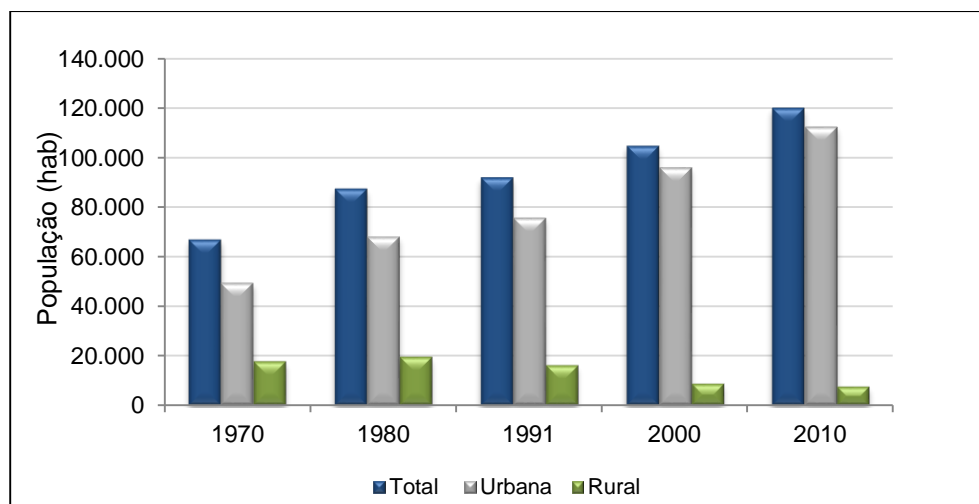
No município de Resende 93,79% dos habitantes encontram-se na área urbana e 6,21% na área rural. De maneira geral, a população total e urbana do município vem aumentando desde 1970, com índices de crescimentos mais agudos no intervalo entre 1970 e 1980. A população rural teve um declínio acentuado na década seguinte, com sua migração para a área urbana o que veio a tornar a área rural com o passar das décadas estabilizada. A projeção populacional do município de Resende teve como base os dados dos Censos Demográficos do IBGE de 1970 a 2010, conforme Quadro 1 e Figura 1.

Quadro 1 – População total, urbana e rural do município de Resende

Ano	População Total (hab)	População Urbana (hab)	População Rural (hab)
1970	66.907	49.366	17.541
1980	87.338	67.963	19.375
1991	91.757	75.704	16.053
2000	104.549	95.963	8.586
2010	119.769	112.331	7.438

Fonte: Censo Demográfico IBGE.

Figura 1 – Evolução da população no município de Resende



Fonte: Vallenge, 2013; a partir do Censo Demográfico do IBGE.

Utilizando os modelos de projeção populacional, foram calculadas as taxas de crescimento aritmético e geométrico, Quadro 2, tendo como dados de entrada as populações total, urbana e rural dos Censos Demográficos mencionados.

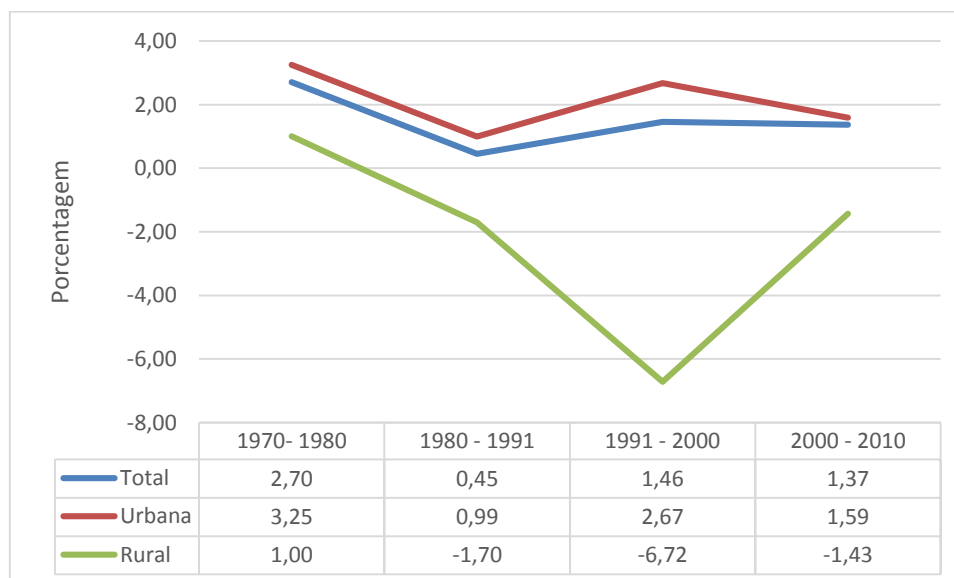
Quadro 2 – Taxas de crescimento aritmético e geométrico

Intervalo de tempo		1970 - 1980	1980 - 1991	1991 - 2000	2000 - 2010
Taxa de Crescimento aritmético (hab./ano)	População Total	2043,10	401,73	1421,33	1522,00
	População Urbana	1859,70	703,73	2251,00	1636,80
	População Rural	183,40	-302,00	-829,67	-114,80
Taxa de Crescimento geométrico (adimensional)	População Total	1,0270	1,0045	1,0146	1,0137
	População Urbana	1,0325	1,0099	1,0267	1,0159
	População Rural	1,0100	0,9830	0,9328	0,9857

Fonte: Censo Demográficos do IBGE.

O gráfico da figura 2 representa as taxas de crescimento geométrico obtidos pelos Censos Demográficos de 1970 a 2010.

Figura 2 – Taxa de crescimento geométrico do município de Resende



Fonte: Vallenge, 2013; a partir de dados do IBGE de 1970 a 2010

Foi adotado o método de crescimento geométrico, já que o modelo aritmético não mostrou ajuste para a projeção da população, no período de 2011 a 2033, conforme orientação do Termo de Referência. Foi suposto que a cada 10 anos a taxa de crescimento

da população total sofrerá leve redução e que a população rural seguirá a tendência de estabilidade, também com leve redução a cada 10 anos. Estas hipóteses estão de acordo com o modelo matemático de saturação populacional em dado espaço que supõe uma redução paulatina das taxas de crescimento populacional.

As taxas de crescimento populacional para Resende foram adotadas a partir de reuniões realizados no município, em decorrência do desenvolvimento de sua infraestrutura e de alguns bairros chegando a índices iguais a 1,5% a.a. (até 2022), 1,3% a.a. (até 2032) e 1,1 a.a. (em 2033) para a população urbana e 0% a.a. (até 2022), -0,1 a.a. (até 2032) e -2% a.a.(até 2033), conforme tendência apontada pelo último censo demográfico do IBGE, de acordo com a transição da fecundidade e o padrão reprodutivo no Brasil. Além do Plano Diretor fornecido pela Concessionária Águas das Agulhas Negras, não foram fornecidos outros estudos e projetos que tivessem projeção populacional de forma que foi adotada a projeção aqui efetuada.

O resultado da projeção da população total do município é apresentado no Quadro 3, sendo ilustrada sua evolução, Figura 3, a partir dos dados do Censo Demográfico do IBGE (2010).

Quadro 3 – Projeção populacional do município de Resende

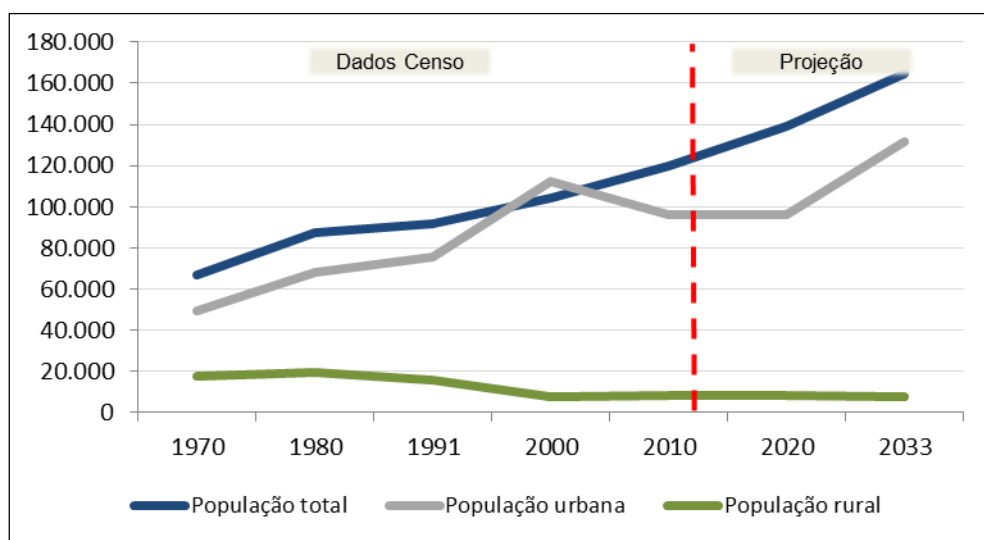
Ano	População total	População urbana	População rural
2010	119.769	112.331	7.438
2011	121.566	114.128	7.438
2012	123.389	115.951	7.438
2013	125.240	117.802	7.438
2014	127.118	119.680	7.438
2015	129.025	121.587	7.438
2016	130.961	123.523	7.438
2017	132.925	125.487	7.438
2018	134.919	127.481	7.438
2019	136.943	129.505	7.438
2020	138.997	131.559	7.438
2021	141.082	133.644	7.438
2022	143.198	135.760	7.438
2023	145.060	137.630	7.429
2024	146.945	139.525	7.420
2025	148.856	141.444	7.411
2026	150.791	143.388	7.402
2027	152.751	145.358	7.393
2028	154.737	147.352	7.385
2029	156.748	149.373	7.376
2030	158.786	151.419	7.367
2031	160.850	153.492	7.358
2032	162.941	155.592	7.349

Ano	População total	População urbana	População rural
2033	164.734	157.531	7.202

Fonte: Vallenge, 2013; a partir de dados do IBGE de 2010 (Projeção).

Foi considerado o horizonte de projeto igual há 20 anos, adotando-se como base o ano de 2013 e o fim de plano no ano de 2033.

Figura 3 – Evolução da população projetada



Fonte: Vallenge, 2013; a partir de dados do IBGE de 2010 (Projeção).

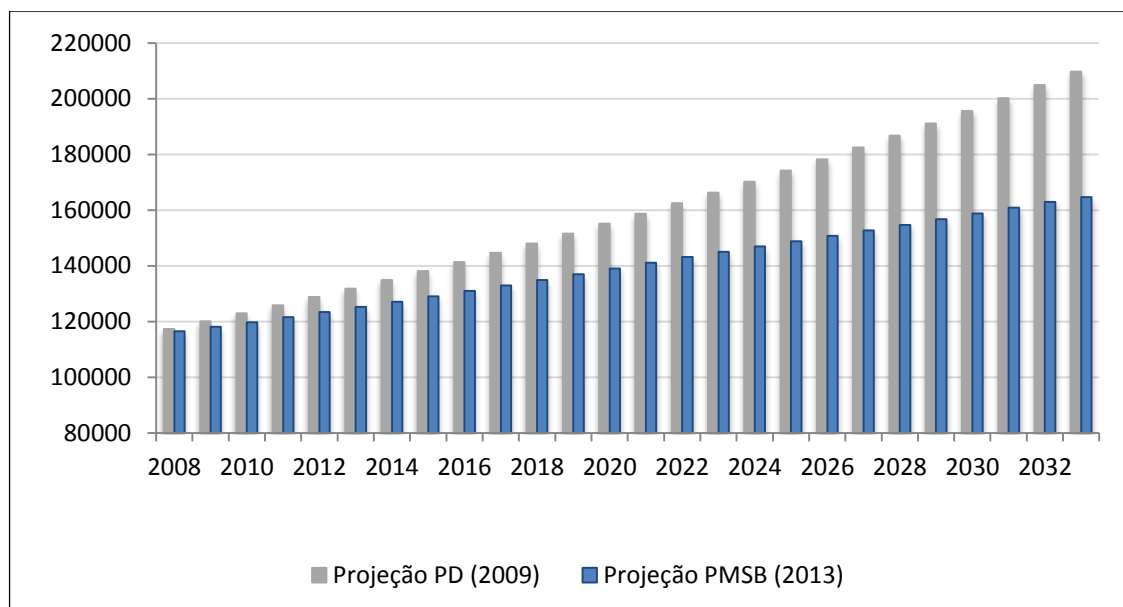
A população rural mantém-se estável até 2022, passando a apresentar leve declínio até 2033, fim do horizonte de plano. Como resultado há um maior crescimento da população urbana, seguindo a tendência observada nos intervalos entre os Censos Demográficos do IBGE, lembrando que este produto em questão está voltado para a área urbana, onde há serviço público de saneamento, conforme preconiza a Lei 11.445/2007.

O Plano Diretor (PD) de Água e Esgoto da Concessionária Águas de Agulhas Negras (SERENCO, 2009) realizou a projeção da população total do município a partir da análise dos dados dos Censos e Contagens do IBGE. Na época do estudo, o Censo Demográfico de 2010 ainda não havia sido realizado. O PD apesar de ter identificado taxa de crescimento geométrico de 1,81% a.a. no estudo populacional da Fundação Getúlio Vargas (2007), optou por adotar a taxa de 2,35% a.a. para realizar a projeção de 2008 a 2033.

A figura a seguir apresenta uma comparação entre a projeção efetuada no PD e no presente Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). O PD previu uma população maior do que a projetada no presente estudo, inclusive porquê a projeção aqui adotada considera o último Censo Demográfico, sendo necessário rever a taxa geométrica seguida no PD. Comparando a projeção do PD com o Censo Demográfico de 2010, verifica-se que

foram previstos 3.175 habitantes a mais do que o identificado em 2010 pelo IBGE, logo de início, há uma diferença na população a qual se refletirá ao longo de toda a projeção aqui adotada.

Figura 4 – Comparação da população total projetada no PD e no PMSB



Fonte: Vallenge, 2013, a partir de dados do IBGE de 2010 (Projeção).

A projeção populacional é elemento limitador para a estimativa das demandas pelos serviços de saneamento. Para avaliar as necessidades nas áreas urbanas do município considerando não só a sede, como também seus distritos legalmente constituídos (Aguilhas Negras, Engenheiro Passos, Fumaça e Pedra Selada) foram realizadas projeções individuais.

Para a projeção populacional da sede de Resende e seus distritos, nestes incluindo os povoados, foram considerados os mesmos critérios e hipóteses adotados na projeção do município como um todo.

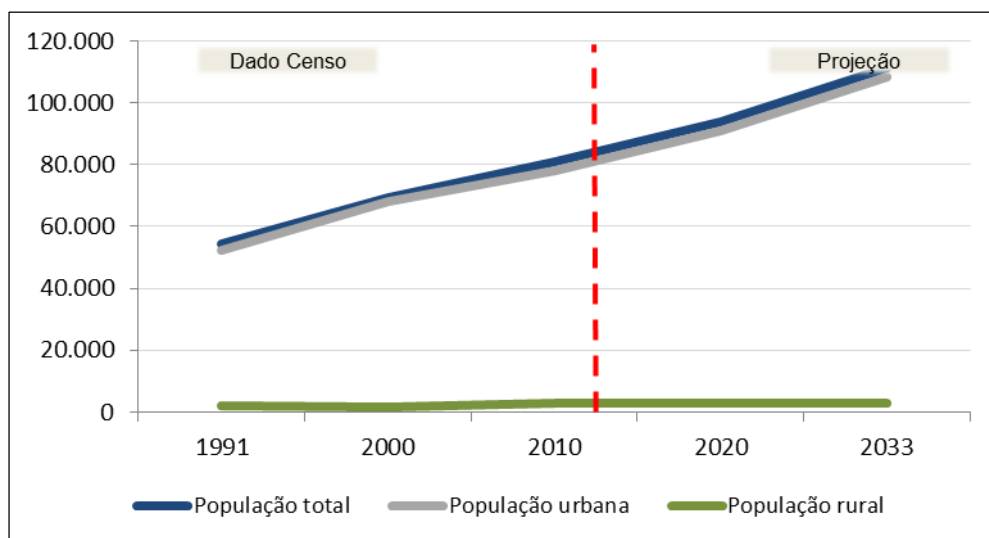
Para os povoados ou núcleos urbanos na área rural do município, como Mauá, Serrinha, Capelinha, Rio Preto, Bagagem e Fumaça, foi feita a projeção populacional e o estudo de demandas. A desagregação entre a população rural e urbana dos distritos, onde se localizam estes núcleos urbanos ou povoados, somente foi possível após informações da população local fornecidas pela prefeitura. Assim, tomou-se a população censitária (IBGE, 2010) por distrito e se desagregou a população urbana da rural, possibilitando calcular as demandas respectivas. Os déficits porventura existentes foram obtidos a partir do levantamento de campo, efetuado nestes locais conjuntamente com a prefeitura.

O resultado é apresentado nos Quadros e Figuras a seguir.

Quadro 4 – Projeção populacional da sede de Resende

Ano	População total	População urbana	População rural
2010	80.747	77.943	2.804
2011	81.958	79.154	2.804
2012	83.188	80.384	2.804
2013	84.435	81.631	2.804
2014	85.702	82.898	2.804
2015	86.987	84.183	2.804
2016	88.292	85.488	2.804
2017	89.617	86.813	2.804
2018	90.961	88.157	2.804
2019	92.325	89.521	2.804
2020	93.710	90.906	2.804
2021	95.116	92.312	2.804
2022	96.543	93.739	2.804
2023	97.998	94.997	2.801
2024	99.069	96.272	2.797
2025	100.357	97.563	2.794
2026	101.662	98.871	2.791
2027	102.983	100.196	2.787
2028	104.322	101.538	2.784
2029	105.678	102.898	2.781
2030	107.052	104.275	2.777
2031	108.444	105.670	2.774
2032	109.853	107.083	2.771
2033	111.062	108.347	2.715

Fonte: Vallenge, 2013, a partir de dados do IBGE de 2010 (Projeção).

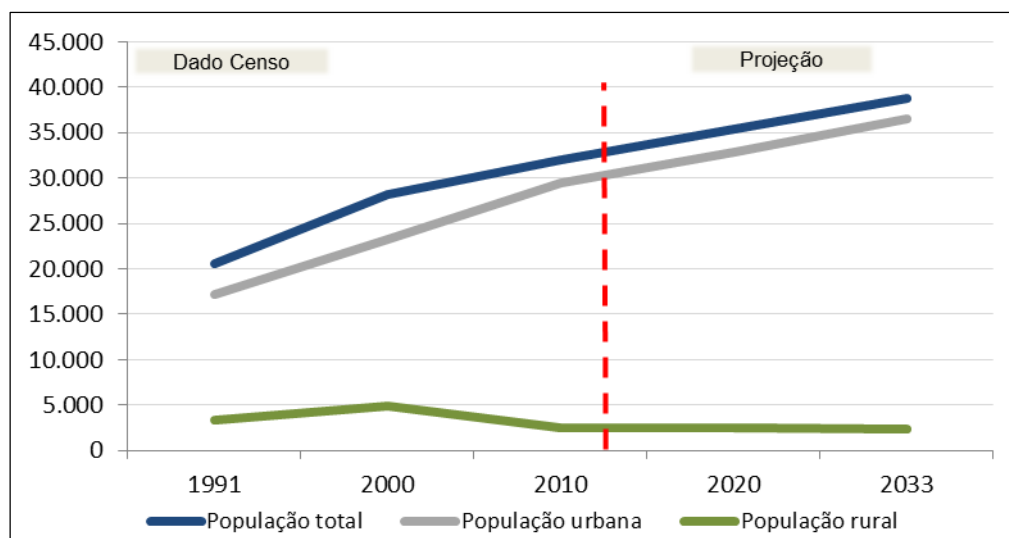
Figura 5 – Evolução da população projetada na sede de Resende

Fonte: Vallenge, 2013, a partir de dados do IBGE de 2010 (Projeção).

Quadro 5 – Projeção populacional do distrito de Agulhas Negras

Ano	População total	População urbana	População rural
2010	32.307	29.845	2.462
2011	32.307	29.845	2.462
2012	32.630	30.168	2.462
2013	32.956	30.494	2.462
2014	33.286	30.824	2.462
2015	33.619	31.157	2.462
2016	33.955	31.493	2.462
2017	34.294	31.832	2.462
2018	34.637	32.175	2.462
2019	34.984	32.522	2.462
2020	35.334	32.872	2.462
2021	35.687	33.225	2.462
2022	36.044	33.582	2.462
2023	36.296	33.837	2.459
2024	36.550	34.094	2.456
2025	36.806	34.353	2.453
2026	37.064	34.613	2.450
2027	37.323	34.876	2.447
2028	37.584	35.140	2.444
2029	37.847	35.406	2.441
2030	38.112	35.674	2.438
2031	38.379	35.944	2.436
2032	38.648	36.215	2.433
2033	38.841	36.457	2.384

Fonte: Vallenge, 2013.

Figura 6 – Evolução da população projetada no distrito de Agulhas Negras

Fonte: Vallenge, 2013, a partir de dados do IBGE de 2010 (Projeção).

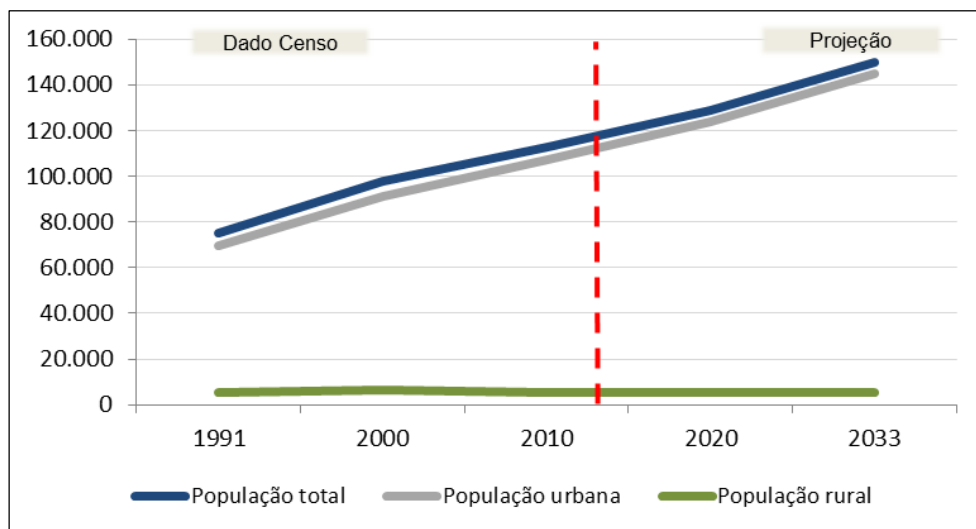
Tendo em vista que atualmente estes dois distritos (sede e Agulhas Negras) estão conturbados e a nova lei de zoneamento municipal assim os considera, aqui se trabalha também com ambos agregados.

Quadro 6 – Projeção populacional conjunta dos distritos sede e Agulhas Negras

Ano	População total	População urbana	População rural
2010	112.734	107.468	5.266
2011	114.265	108.999	5.266
2012	115.818	110.552	5.266
2013	117.392	112.126	5.266
2014	118.988	113.722	5.266
2015	120.606	115.340	5.266
2016	122.247	116.981	5.266
2017	123.911	118.645	5.266
2018	125.598	120.332	5.266
2019	127.309	122.043	5.266
2020	129.044	123.778	5.266
2021	130.803	125.537	5.266
2022	132.586	127.320	5.266
2023	134.094	128.834	5.260
2024	135.619	130.366	5.253
2025	137.163	131.916	5.247
2026	138.725	133.484	5.241
2027	140.306	135.072	5.234
2028	141.906	136.678	5.228
2029	143.526	138.304	5.222
2030	145.164	139.949	5.216
2031	146.823	141.613	5.209
2032	148.501	143.298	5.203
2033	149.903	144.804	5.099

Fonte: Vallenge, 2013.

Figura 7 – Evolução conjunta da população projetada dos distritos sede e Agulhas Negras

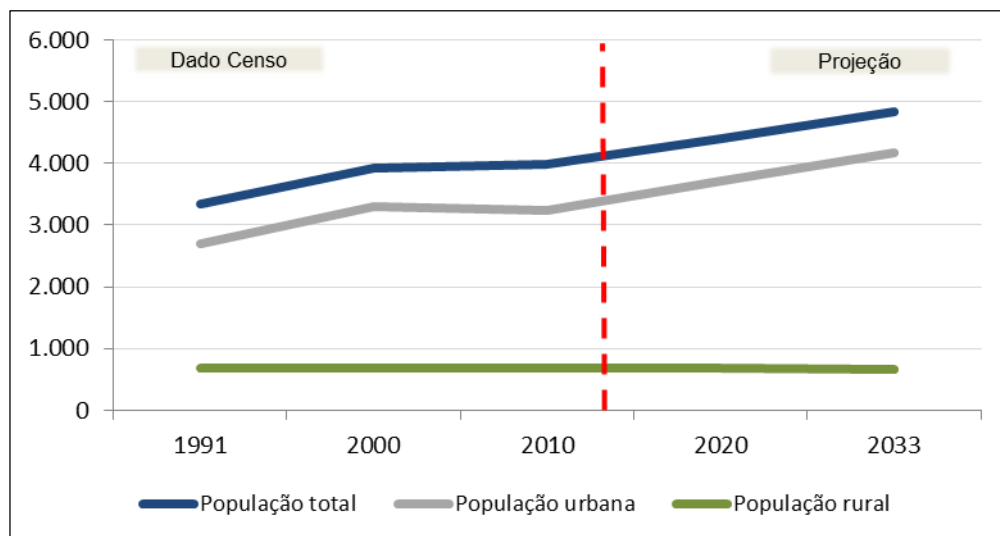


Fonte: Vallenge, 2013, a partir de dados do IBGE de 2010 (Projeção).

Quadro 7 – Projeção populacional do distrito de Engenheiro de Passos

Ano	População total	População urbana	População rural
2010	3.990	3.305	685
2011	4.030	3.345	685
2012	4.070	3.385	685
2013	4.111	3.426	685
2014	4.152	3.467	685
2015	4.194	3.509	685
2016	4.235	3.550	685
2017	4.278	3.593	685
2018	4.321	3.636	685
2019	4.364	3.679	685
2020	4.407	3.722	685
2021	4.452	3.767	685
2022	4.496	3.811	685
2023	4.528	3.843	684
2024	4.559	3.876	683
2025	4.591	3.909	683
2026	4.623	3.942	682
2027	4.656	3.975	681
2028	4.688	4.008	680
2029	4.721	4.042	679
2030	4.754	4.076	678
2031	4.787	4.110	678
2032	4.821	4.144	677
2033	4.845	4.182	663

Fonte: Vallenge, 2013.

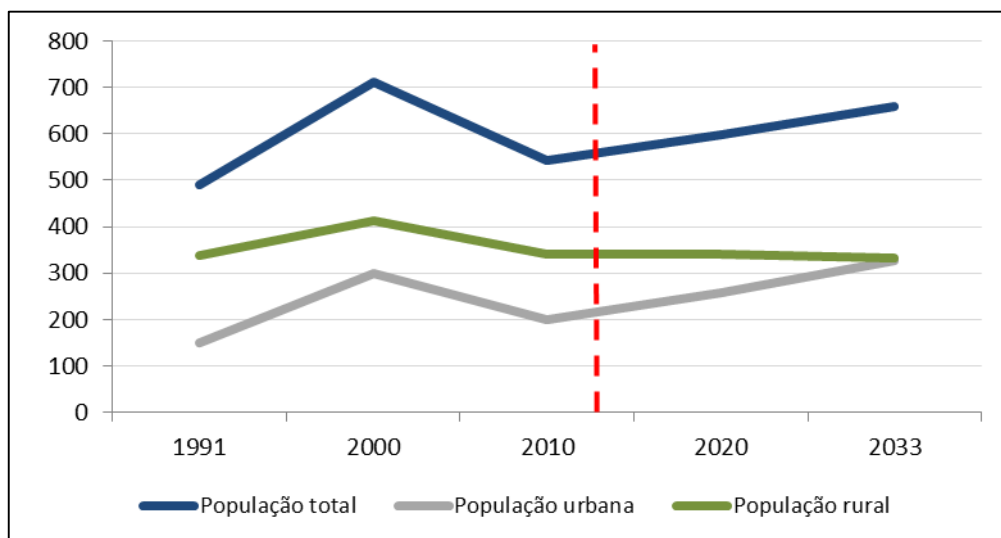
Figura 8 – Evolução da população projetada no distrito de Engenheiro de Passos

Fonte: Vallenge, 2013, a partir de dados do IBGE de 2010 (Projeção).

Quadro 8 – Projeção populacional do distrito de Fumaça

Ano	População total	População urbana	População rural
2010	542	200	342
2011	547	205	342
2012	553	211	342
2013	558	216	342
2014	564	222	342
2015	570	228	342
2016	575	233	342
2017	581	239	342
2018	587	245	342
2019	593	251	342
2020	599	257	342
2021	605	263	342
2022	611	269	342
2023	615	273	342
2024	619	278	341
2025	624	283	341
2026	628	288	340
2027	632	292	340
2028	637	297	340
2029	641	302	339
2030	646	307	339
2031	650	312	338
2032	655	317	338
2033	658	327	331

Fonte: Vallenge, 2013; a partir de dados da Prefeitura Municipal de Resende, 2013 (Projeção).

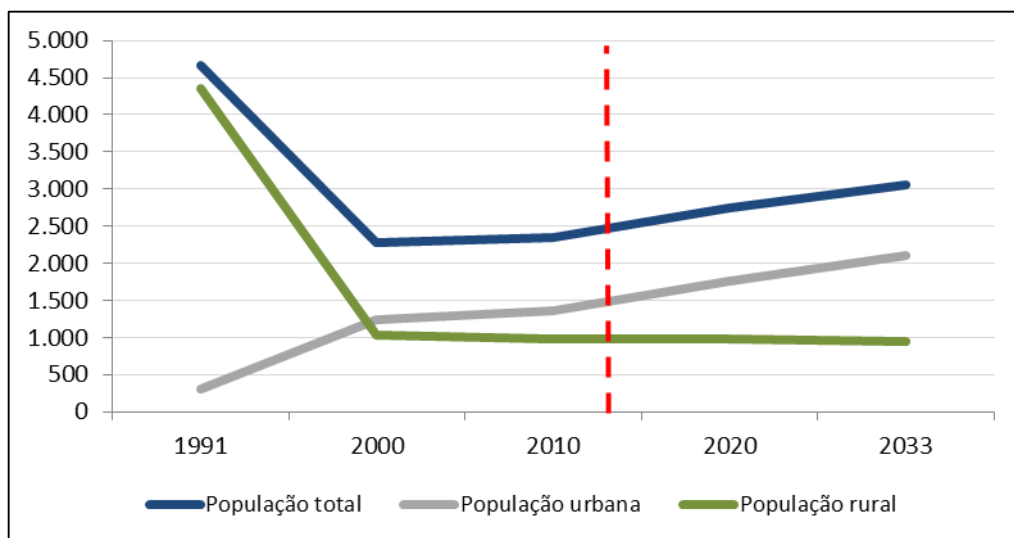
Figura 9 – Evolução da população projetada no distrito de Fumaça

Fonte: Vallenge, 2013, a partir de dados da Prefeitura Municipal, 2013 (Projeção).

Quadro 9 – Projeção populacional do distrito de Pedra Selada.

Ano	População total	População urbana	População rural
2010	2.342	1.358	984
2011	2.379	1.395	984
2012	2.418	1.434	984
2013	2.456	1.472	984
2014	2.496	1.512	984
2015	2.535	1.551	984
2016	2.576	1.592	984
2017	2.617	1.633	984
2018	2.659	1.675	984
2019	2.702	1.718	984
2020	2.745	1.761	984
2021	2.789	1.805	984
2022	2.833	1.849	984
2023	2.853	1.870	983
2024	2.873	1.892	982
2025	2.893	1.913	980
2026	2.914	1.934	979
2027	2.934	1.956	978
2028	2.955	1.978	977
2029	2.975	1.999	976
2030	2.996	2.021	975
2031	3.017	2.044	973
2032	3.038	2.066	972
2033	3.053	2.101	953

Fonte: Vallenge, 2013; a partir de dados do IBGE, 2010 (Projeção).

Figura 10 – Evolução da população projetada no distrito de Pedra Selada

Fonte: Vallenge, 2013, a partir de dados do IBGE de 2010 (Projeção).

Quadro 10 – Projeção populacional dos núcleos urbanos das localidades

Ano	Visconde de Mauá	Serrinha	Capelinha	Campo Alegre ou Rio Preto	Bagagem
2010	1.523	592	380	297	135
2011	1.560	912	417	334	172
2012	1.599	1.235	456	373	211
2013	1.637	1.561	494	411	249
2014	1.677	1.891	534	451	289
2015	1.716	2.224	573	490	328
2016	1.757	2.560	614	531	369
2017	1.798	2.899	655	572	410
2018	1.840	3.242	697	614	452
2019	1.883	3.589	740	657	495
2020	1.926	3.939	783	700	538
2021	1.970	4.292	827	744	582
2022	2.014	4.649	871	788	626
2023	2.034	4.901	891	808	646
2024	2.054	5.155	911	828	666
2025	2.074	5.411	931	848	686
2026	2.095	5.669	952	869	707
2027	2.115	5.928	972	889	727
2028	2.136	6.189	993	910	748
2029	2.156	6.452	1.013	930	768
2030	2.177	6.717	1.034	951	789
2031	2.198	6.984	1.055	972	810
2032	2.219	7.253	1.076	993	831
2033	2.234	7.446	1.091	1.008	846

Fonte: Vallenge, 2013, a partir de dados da Prefeitura Municipal, 2013 (Projeção).

3. ESTUDO DE DEMANDAS

Com base nas informações levantadas na fase de diagnóstico e na projeção populacional, apresentada anteriormente, foi efetuado o cálculo da demanda dos serviços de saneamento. Nesta etapa é possível confrontar a capacidade das estruturas existentes no município com as necessidades em função do número de habitantes ao longo do horizonte do plano.

Para os cálculos de demandas, quando não há dados locais, são adotados coeficientes conforme as fontes apresentadas no quadro a seguir:

Quadro 11 – Variáveis e parâmetros adotados

Descrição		Valor	Unidade	Fonte	
ESTUDO POPULACIONAL	População	Total	119.769	habitantes	IBGE, 2010
		Urbana	112.331		
		Rural	7.438		
	Taxa de crescimento populacional	2000 -2010	1,37	%	IBGE, 2010
		2011 - 2022	1,50	%	Calculado
		2023 - 2032	1,30	%	
		2032 - 2033	1,10	%	
	Número de domicílio	Total	38.744	domicílios	IBGE, 2010
		Urbano	36.401		
		Rural	2.343		
Média de habitantes por domicílio		3,09	hab/dom	IBGE, 2010	
SAA	Volume de reservação	Existente	8.430	m ³	Dados de Campo
		Necessário	1/3 Qa	m ³	ABNT NBR 12.217/1994
	Número total de economias ativas		33.159	economias	Dados de Campo
	Ligações ativas		23.517	ligações	Calculado
	Total de rede de água existente		368	km	Calculado
	Extensão de rede por habitante		4,7	m.rede/hab	Calculado
	Quota per capita consumida		440	L/hab.dia	Calculado
	Índice de atendimento		100	%	SNIS, 2011

Descrição		Valor	Unidade	Fonte
	Índice de perdas	20	%	Calculado
		388	L/lig.dia	SNIS, 2011
	Meta para o índice de perdas	25	%	Adotado
	Perdas na ETA	4	%	ABNT NBR 12.216/1992
	Coeficiente do dia de maior consumo (k1)	1,2	adimensional	ABNT NBR 9.649/1986
	Coeficiente da hora de maior consumo (k2)	1,5		
	Coeficiente de vazão mínima horária (k3)	0,5		
	Horas de funcionamento da ETA	24	Horas	Dados de Campo
Vazão de adução (Qb)	404	L/s	Dados de Campo	
SES	Taxa de Infiltração (ti)	Regiões Altas 0,05	L/s.km	ABNT NBR 9.649/1986
		Regiões Baixas 0,1		
	Coeficiente de retorno (C)	0,8	%	ABNT NBR 9.649/1986
	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	54	gDBO/hab.di a	ABNT NBR 12.216/1992
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	100	gDQO/hab.di a		
SDU	Coeficiente de escoamento superficial	50	%	Calculado
	Período de retorno	10	anos	Calculado
	Intensidade de chuva	170	mm/hora	Calculado
	Vazão de escoamento superficial	420	L/s	Calculado
	Quantidades de Bocas de Lobo	2	und/hab.	PMSB do Vale do Ribeira, 2010
	Extensão de Galerias	55	mm/ha	
Quantidade de Poços de Visita	1/100m de galeria	und		

Nota: SAA - Sistema de Abastecimento de Água; SES - Sistema de Esgotamento Sanitário; SDU - Sistema de Drenagem Urbana.

3.1. Sistema de Abastecimento de Água

As demandas do serviço de abastecimento de água potável são calculadas, tendo como objetivo fornecer água em quantidade, qualidade e regularidade para a população urbana do município.

3.1.1. Parâmetros e Critérios para o Cálculo da Demanda

O estudo de demandas tem por objeto determinar as vazões de dimensionamento das unidades de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA). As unidades são: captação de água bruta, estação elevatória (casa de bombas), adução, Estação de Tratamento de Água (ETA), reservação (reservatórios) e distribuição de água potável (adutoras e rede).

Com base na projeção populacional, apresentada anteriormente, são calculadas as vazões de dimensionamento das unidades do SAA, lembrando que este sistema público atende somente a população urbana. Para a população rural e pequenos povoados, serão apresentadas oportunamente as soluções padronizadas conforme as Normas Técnicas ABNT NBR 12.216/1992. No cálculo são utilizados os parâmetros e critérios apresentados a seguir.

A. Localização e área atendida

Corresponde a mancha urbana, considerando as zonas de expansão com previsão de implantação do SAA. Outro fator importante seria a variação altimétrica local que define as zonas piezométricas.

B. Quota per capita

O consumo per capita para cidades com relevo e outros condicionantes semelhantes à Resende varia de 100 a 250 litros por habitante por dia, conforme mostram dados de operadoras como a de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e a Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE). A variação se origina, dentre outros pontos, nas medidas de gestão, como a existência de macromedição ou micromedição; válvula redutora de pressão e variação topográfica elevada. Atinge valores superiores a 350

L/hab.dia quando não há cobrança individualizada, situação diferente dos casos das medições efetuadas por hidrômetro.

Assim, foi adotado uma quota per capita consumida única para o município, o qual é admitido como uma média entre aqueles que de fato ocorreriam. Esta quota *per capita* consumida diminui ao longo do horizonte de planejamento, pois, conforme estabelece a Lei 11.445/2007, é necessário considerar um aumento de eficiência na prestação de serviço. Já a quota *per capita* produzida é igual ao volume produzido e disponibilizado para a população; a diferença entre estes valores e a quota *per capita* consumida constitui a perda de água no sistema, formulação aqui adotada.

C. Coeficiente de variação do consumo

Em um sistema de abastecimento de água, a quantidade de água consumida varia continuamente em função do tempo, das condições climáticas, dos hábitos da população, entre outros eventos. As variações diárias e horárias no consumo são as mais importantes para o dimensionamento e operação dos sistemas de abastecimento de água. Neste trabalho adotaram-se os propostos pela norma ABNT NBR 9.649/1986, logo: coeficiente de vazão máxima diária $k_1=1,2$; coeficiente de vazão máxima horária $k_2 =1,5$ e coeficiente de vazão mínima horária $k_3 =0,5$.

D. Vazões de operação

Para dimensionar as unidades do SAA faz-se necessário conhecer, além das populações, as respectivas vazões de operação. A saber:

- Vazão média diária ($Q_{méd}$)

$$Q_{méd} = \frac{P \cdot qpc}{86400} \qquad Q_{méd} = L/s$$

Onde:

qpc = quota produzida *per capita*, calculada a partir da população atendida e do volume médio produzido que serão apresentados nos quadros de projeção de demandas.

É a quantidade de água potável produzida por poços ou ETAs para atender a necessidade diária de cada habitante que depende dos hábitos da população, da existência de hidrômetros, estrutura de tarifa e da disponibilidade hídrica dos mananciais locais, entre outros fatores.

P = população de início, meio e fim de plano.

- Vazão de captação (Q_a)

$$Q_a = k_1 \cdot Q_{\text{méd}} + \text{perdas na ETA}$$

$$Q_a = L/s$$

Onde:

Perdas na ETA = 4%.

Estas perdas ocorrem nas lavagens de filtros e de decantadores. Atualmente vêm sendo reduzidas quando há retorno da água de lavagem de filtros para o início do processo, levando à economia de produtos químicos, por exemplo. Na falta de dados históricos consistentes, foi adotado um valor igual a 4% para as perdas da ETA, conforme ABNT NBR 12.216/1992.

Calculam-se as perdas na ETA da seguinte maneira:

$$\text{Perdas} = 0,02 \cdot k_1 \cdot Q_{\text{méd}} \quad \text{a} \quad 0,04 \cdot k_1 \cdot Q_{\text{méd}}$$

- Vazão de adução (Q_b)

$$Q_a = Q_b = Q_{\text{ETA}}$$

$$Q_b = L/s$$

- Vazão de reservação (Q_c)

$$Q_c = k_1 \cdot Q_{\text{méd}}$$

$$Q_c = L/s$$

- Vazão de distribuição (Q_d):

$$Q_d = k_1 \cdot k_2 \cdot Q_{\text{méd}}$$

$$Q_d = L/s$$

3.1.2 Considerações sobre as informações do diagnóstico

O conhecimento das estruturas de saneamento existentes é imprescindível para avaliar adequadamente a demanda atual e futura, visando à proposição das alternativas e

metas. Desta forma, as informações analisadas na fase de diagnóstico subsidiaram o cálculo da demanda.

As redes operadas pela Concessionária Águas das Agulhas Negras possuem cadastro digital e software para simulação hidráulica EPANET para os principais anéis de distribuição de água. Para os distritos e seus núcleos urbanos, notou-se uma carência grande de dados, havendo a necessidade em alguns momentos da adoção de valores em função das características da sede ou dados de referência nacional.

3.1.3. Cálculo da demanda do sistema de abastecimento de água

As ETAs do município de Resende produzem ao todo 403,84 L/s em 24 horas de operação com um índice de atendimento de 100%, dados do levantamento de campo, 2012. Sendo assim, calculando o volume médio diário de água produzida, tem-se 34.892 m³, o que resulta numa quota produzida de 434,0 L/hab.dia, considerando a população atendida de 2012.

Quadro 12 – Valores típicos de consumo per capita de água.

Porte da comunidade	Faixa da população (habitantes)	Consumo per capita (L/hab.dia)
Povoado rural	< 5.000	90 – 140
Vila	5.000 – 10.000	100 – 160
Pequena localidade	10.000 – 50.000	110 – 180
Cidade média	50.000 – 250.000	120 – 220
Cidade grande	> 250.000	150 – 300

Fonte: Von Splerling, 1995.

Estudos desenvolvidos por Twort et al. (2007), que incluíram a análise de domicílios com diferentes números de moradores e dotados de aparelhos de medição de consumo, obtiveram os seguintes valores: Reino Unido – 75 a 149 L/hab.dia; Istambul 57 a 175 L/hab.dia; cidades e vilarejos Egípcios – 39 a 149 L/hab.dia.

Segundo dados do SNIS (2012) o consumo médio per capita de água nos últimos três anos no Brasil foi de 163 L/hab.dia. Tendo em vista a necessidade do uso sustentável e racional dos recursos hídricos, adotou-se como meta a redução progressiva da quota consumida até alcançar 160 L/hab.dia.

Para a sede, são várias captações e ETAs, evidenciando que foram feitas ampliações na medida das necessidades apresentadas. O PMSB em elaboração vem justamente para mudar esta situação, prevendo projeto e execução de unidades anteriormente à demanda necessária.

Foi calculada a projeção de rede de distribuição considerando uma densidade de rede de 4,7 m.rede/hab. Este valor foi calculado através de dados referentes à porcentagem de atendimento adquiridos em campo e mapeamentos para a delimitação da extensão de ruas no município que se mostrou compatível com a forma de ocupação urbana e oferta de serviços de água para municípios semelhantes no Médio Paraíba do Sul.

Analisando a projeção verificam-se déficits em algumas etapas do sistema de abastecimento de água, sendo: captação, produção, reservação e rede de distribuição, não só para atender a população atual como para acompanhar o crescimento populacional ao longo do horizonte de planejamento. Em suma, há atualmente déficit a serem atendidos nas atuais condições, bem como necessidade de prever mais investimentos para acompanhar a evolução da demanda e atendê-la.

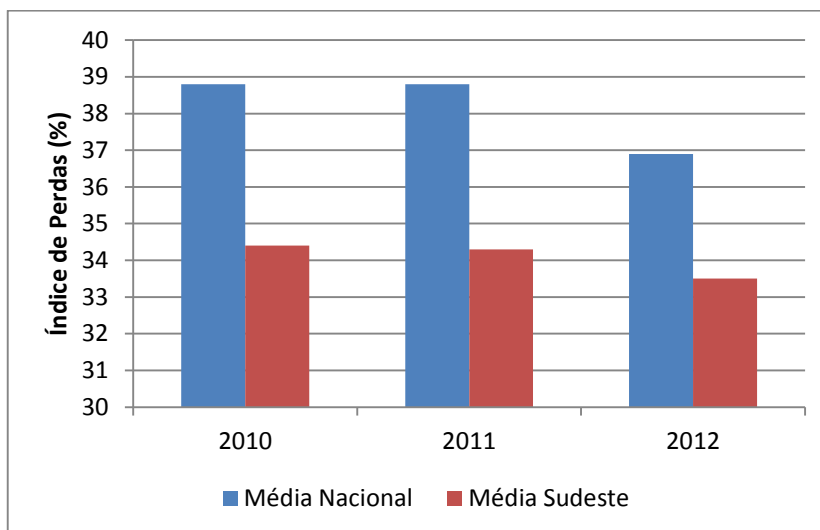
Em relação ao índice de perdas o município não possui sistemas de medição para realizar o cálculo destas. Utilizou-se, portanto, o índice de perdas informado no SNIS (2011), igual a 341,1,0 L/lig.dia que resulta, considerando o número de ligações existentes, no volume médio de perdas diário de 10.773 m³. Obtêm-se assim o volume consumido, volume produzido menos volume perdido, igual a 24.119 m³ e quota consumida de 300 L/hab.dia.

O município apresenta valores elevados de quota consumida, assim as perdas são significativas, do volume produzido 31% perdem-se na rede antes de chegar ao consumidor final. É a perda real no SAA, pois nem chega ao usuário final.

Os valores dos índices de perdas estão diretamente associados à qualidade da infraestrutura e da gestão dos sistemas. O principal fator é a idade da rede de distribuição (TWORT et al., 2007), de forma que o PMSB, ao propor redução de perdas, precisa considerar alguma porcentagem de substituição de tubulação.

Foi prevista ainda melhoria da gestão do sistema com a redução progressiva do índice de perdas até alcançar em longo prazo 25%, correspondente a valores da ordem de 150 L/lig.dia. Analisando os dados do SNIS (2012), a tendência nacional e da região sudeste, onde se encontra inserido o município, é de redução do índice de perdas (Figura 11).

Figura 11 – Evolução do índice de perdas na distribuição – nacional e da região sudeste.



Fonte: SNIS, 2010; 2011; 2012.

Já existem municípios brasileiros que alcançaram ótimos índices de perdas na distribuição, como o caso de Limeira no estado de São Paulo, que apresenta o índice de 14,13% (SNIS, 2012). Já a SANASA, responsável pelos serviços de água e esgotos em Campinas, atingiu em 2011 valores iguais a 19,9% de perdas na distribuição e 15,4% quanto às perdas de faturamento. Esses resultados vêm de um longo processo de investimentos desde 1994.

A partir de experiências em projetos para redução de perdas em sistemas de abastecimento de água em diversos países no mundo, Twort et al. (2007) relacionou níveis de perdas em função de situações comumente encontradas, conforme apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 – Índice de perdas em circunstâncias típicas.

Índice de perdas	Situações típicas do sistema de abastecimento de água
6 – 9%	Pequenas áreas residenciais sem vazamento e com todos os medidores de abastecimento em bom estado
10 – 13%	Pequenos sistemas com pouco vazamento; partes de grandes sistemas residenciais com pouco vazamento
16 – 17%	Valores habitualmente reportados para cidades inteiras, imediatamente após a implantação de um programa intensivo de controle de perdas
20 – 22%	Índice obtido em grandes sistemas dotados de programa razoavelmente eficiente de controle de perdas e de efluentes dos sistemas de abastecimento de água (por exemplo, água de lavagem de filtros)
25%	Nível médio atingido por grandes sistemas com adutoras e redes de distribuição em condição moderada
26 – 35%	Sistemas com adutoras antigas ou onde as condições do solo são pobres; sistemas sem controle de medição; sistemas que necessitam de atenção
35 – 55%	Sistemas com muitas adutoras antigas e rede de distribuição em mau estado; sistemas com medição ineficiente e sem preocupação quanto a vazamentos e desperdício no consumo

Fonte: Twort et al., 2007.

Deve-se notar que com a melhoria da infraestrutura existente e da gestão do sistema o município pode atingir valores ainda menores em relação às perdas. Sugere-se que na revisão do Plano as metas sejam reavaliadas buscando uma contínua redução do índice de perdas.

Von Sperling (1995), após uma revisão bibliográfica, definiu valores típicos do consumo *per capita* para populações dotadas de ligações domiciliares.

Para explicar a existência de perdas de água em patamares acima do aceitável, algumas hipóteses podem ser consideradas, tais como: idade da tubulação, ausência de hidrômetro nas ligações prediais; falhas na detecção e correção de vazamentos, redes de distribuição funcionando com pressões muito altas, problemas na qualidade da operação dos sistemas, dificuldades no controle das ligações clandestinas e na aferição/calibração dos hidrômetros, ausência de programa de monitoramento de perdas, dentre outras hipóteses.

As metas e os prazos aqui estabelecidos foram discutidos com o município e também com a SEARJ.

Quadro 14 – Metas do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Resende

Localidades	Índice de Atendimento			Índice de Perdas			Quota Consumida		
	Atual (%)	Meta (%)	Ano	Atual (%)	Meta (%)	Ano	Atual (L/hab.dia)	Meta (L/hab.dia)	Ano
Resende	100	100	2014	20	20	2014	440	160	2032
Agulhas Negras	100		2014	31		2032	180		2019
Engenheiro Passos	100		2014	31		2032	400		2032
Fumaça	65		2014	38		2032	250		2032
Visconde de Mauá	65		2018	38		2032	250		2032
Serrinha	16		2031	20		2014	160		2014
Capelinha	65		2018	20		2014	160		2014
Campo Alegre	65		2018	20		2014	160		2014
Bagagem	65		2018	20		2014	160		2014

Fonte: Vallenge, 2013.

A meta de atendimento da população de 100% foi adotada tendo em vista a necessidade de universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento básico, conforme previsto no art. 3.º do Decreto n.º 7.217/2010.

As proposições para suprir os déficits calculados deste produto serão apresentadas na próxima etapa deste produto. A projeção de demandas está colocada nos quadros de 15 a 23.

Quanto à reservação, a Concessionária Águas das Agulhas Negras realizou investimentos para a construção de reservatório com volume de reservação de 3.000 m³ e implantou 4 km de redes de adução, para atender a demanda projetada. Para efeito de planejamento, seria previsto um volume adicional, sem localizá-lo em planta, detalhamento que a efetuar em projetos posteriores. Será necessária apenas a ampliação da rede de distribuição para atender o crescimento vegetativo da população, também prevendo a manutenção periódica e substituição dos trechos antigos e com possíveis vazamentos. Grande parte dos investimentos em ampliação da rede de distribuição ficará a *encargo de loteadores* ao implantar novas áreas urbanas. O município já realizou o cadastramento de 70% do sistema de abastecimento de água, o que possibilitará a elaboração de planos posteriores mais detalhados.

No distrito de Agulhas Negras, os cálculos de demanda para o sistema de abastecimento de água apontaram déficits em todas as unidades, não só para atender a população atual como para acompanhar o crescimento vegetativo no horizonte de planejamento. Além disto, o Plano Diretor de Obras aponta que parte da rede de distribuição de água de Agulhas Negras encontra-se obsoleta necessitando de substituição. O distrito já conta com 70% de cadastramento do SAA.

Nos distritos de Fumaça e Pedra Selada, tendo em vista a inexistência de alguns dados, foi necessária a adoção de parâmetros para o cálculo da demanda em função das características locais. Como não existe informação quanto à capacidade das unidades existentes, obteve-se a demanda máxima a ser atendida ao longo do horizonte de planejamento. O distrito de Fumaça possui um filtro para tratamento da água que se encontra inoperante e em Pedra Selada há a necessidade da implantação de um sistema de desinfecção após a unidade de filtração atualmente existente.

Além dos distritos institucionalmente consolidados, isto é, Agulhas Negras, Engenheiro Passos, Fumaça e Pedra Selada, o município de Resende possui ainda povoados e vilarejos dispersos ao longo dos domínios municipais, sendo estes: Bagagem, Campo Alegre, Capelinha, Lote-10, Rio Preto, Serrinha e Visconde de Mauá. De uma forma geral, estas localidades são predominantemente rurais, assim sendo, preservam atividades relacionadas diretamente com o meio ambiente. Seus sistemas de abastecimento de água são assim ainda pouco técnicos, sendo necessário torná-los efetivamente produtores e distribuidores de água.

3.2. Sistema de Esgotamento Sanitário

As demandas do serviço de esgotamento sanitário são calculadas, tendo como objetivo principal coletar, afastar e tratar o esgoto sanitário gerado nos domicílios urbanos do município.

A seguir, são apresentados os critérios e parâmetros utilizados nos cálculos.

3.2.1. Parâmetros e critérios para o cálculo da demanda

Os objetivos de um sistema de esgotos sanitários são reduzir os impactos negativos ao ambiente e diminuir os riscos à saúde pública da população beneficiada. Isto ocorre concretamente por meio de rede coletora, coletores-tronco, interceptores, estações elevatórias, emissários e tratamento de esgotos. Estas unidades coletam, afastam e finalmente tratam o esgoto sanitário produzido por uma zona urbana, beneficiando sua população.

Nos estudos de concepção ou em projetos das unidades que compõem o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), critérios e diretrizes são adotados para que se obtenham suas dimensões, estes são especificados a seguir.

A. Coeficiente de Retorno Água/Esgoto

É o quanto de água se transforma em esgoto sanitário, após ser utilizada. O coeficiente de retorno água/esgoto (C) aqui adotado é igual a 0,80, conforme ABNT NBR 9.649/1986.

B. Taxa de Infiltração

É a taxa de água do solo (t_i) que se infiltra na rede coletora. Foram adotados os seguintes valores, conforme ABNT NBR 9.649/1986:

- Regiões altas: $t_i = 0,05$ L/s/km.
- Regiões baixas: $t_i = 0,10$ L/s/km.

C. Contribuição *per capita* de DBO

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio dissolvido, necessária aos micro-organismos na estabilização da matéria orgânica em decomposição, sob condições aeróbias. A DBO per capita (DBOpc) trata-se do valor médio de DBO produzido por habitante por dia. Neste estudo foi adotada uma taxa de DBOpc de 54 gDBO/hab.dia, conforme ABNT NBR 12.209/1992.

D. Contribuição *per capita* de DQO

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação química de compostos orgânicos, biodegradáveis ou não, presentes na água. Neste estudo foi adotada uma taxa de DQO per capita (DQOpc) de 100 gDQO/hab.dia, conforme ABNT NBR 12.209/1992.

E. Vazões de projeto

Para dimensionar as unidades do SES se faz necessário conhecer as vazões de projeto, a saber:

- Vazão média:

$$Q_{\text{méd}} = \frac{P \cdot C \cdot q_{\text{pc}}}{86400} \qquad Q_{\text{méd}} = \text{L/s}$$

Onde:

P = população de início, meio e fim de plano, hab.;

C = coeficiente de retorno; adimensional;

qpc = quota *per capita* consumida. L/hab.dia.

- Vazão Inicial:

$$Q_i = k^2 \cdot Q_{\text{méd}} + T_i + Q_{\text{ci}} \qquad Q_i = \text{L/s}$$

Onde:

Q_{méd} = contribuição média inicial de esgotos domésticos, L/s;

T_i = vazão inicial de infiltração na rede (T_i = Lri.ti), L/s;

Q_{ci} = contribuição concentrada inicial em um ponto da rede, L/s;

Lri = comprimento de rede no início de plano.

Caso se calcule a vazão no início de plano sem considerar a contribuição concentrada inicial e a de infiltração, ter-se-ia a vazão da hora de maior consumo (Q_h), a qual, ao menos uma vez ao dia, arrastaria os sólidos sedimentados, bem como suportaria esta solicitação de ponta do coletor. Assim:

$$Q_h = k_2 \cdot Q_{méd}$$

- Vazão final:

$$Q_f = k_1 \cdot k_2 \cdot Q_{médf} + T_f + Q_{cf}$$

Onde:

Q_f = vazão final em L/s;

$Q_{médf}$ = contribuição média final de esgotos domésticos, L/s;

T_f = vazão final de infiltração na rede ($T_f = L_{rf} \cdot t_i$), L/s ;

L_{rf} = comprimento de rede no fim de plano;

Q_{cf} = contribuição concentrada final em um ponto da rede, L/s.

De forma semelhante acontece com a vazão do dia e da hora de maior consumo (Q_{dh}). Assim:

$$Q_{dh} = k_1 \cdot k_2 \cdot Q_{méd}$$

- Vazão mínima

$$Q_{mín} = k_3 \cdot Q_{méd} \quad \text{ou} \quad Q_{mín} = k_3 \cdot Q_{médf}$$

- Volume médio de esgotos produzidos.

$$V_e = \frac{86400 \cdot Q_{méd}}{1000} \quad V_e = m^3$$

- Carga orgânica

$$DBO_t = P \cdot DBO_{pc} \quad DBO_t = \frac{\text{kgDBO}}{\text{dia}}$$

Onde:

DBO_t = carga orgânica total diária, kgDBO/dia;

P = população atendida, habitantes;

DBO_{pc} = carga orgânica *per capita*, kgDBO/hab.dia.

3.2.2. Considerações sobre as informações do diagnóstico

O conhecimento das estruturas de saneamento existentes é imprescindível para avaliar adequadamente a demanda atual e futura, com vistas à proposição das alternativas e metas. Desta forma, as informações analisadas na fase de diagnóstico subsidiaram o cálculo da demanda.

Notou-se uma carência de dados satisfatórios para o cadastro do sistema de esgotamento sanitário, havendo a necessidade em alguns momentos da adoção de valores em função das características da sede ou dados de referência nacional.

No entanto, não há informação sobre a rede coletora, se é sistema unitário ou separador absoluto. Em geral, conforme outros municípios do Médio Paraíba do Sul predomina o sistema unitário.

3.2.3 Cálculo da demanda do sistema de esgotamento sanitário

O município de Resende não possui dados do volume de esgoto gerado, desta forma a demanda do sistema de esgotamento sanitário foi calculada a partir da adoção do coeficiente de retorno 0,8, ou seja, 80% da água consumida nos domicílios retornam ao sistema na forma de esgoto.

Como apresentado anteriormente, o volume de água consumido em 2012 foi de 24.119 m³, que resulta na geração de 19.295 m³ de esgoto. Deste total, 95% são coletados e 60% tratado, evidenciando a necessidade de investimentos para universalização do serviço. Segundo dados do Diagnóstico do SNIS (2012), o índice médio nacional de atendimento da população urbana com coleta de esgoto é de 56,1% e de tratamento de 38,6%.

Para a projeção das demandas no horizonte de planejamento, adotaram-se metas para o sistema de esgotamento sanitário apresentadas no Quadro 24 e justificadas a seguir. As metas e os prazos aqui estabelecidos foram discutidos com o município e também com a SEA/RJ.

Quadro 24 – Metas do Sistema de Esgotamento Sanitário do Município de Resende

Localidades	Índice de Coleta			Índice de Tratamento		
	Atual (%)	Meta (%)	Ano	Atual (%)	Meta (%)	Ano
Resende	95	100	2017	80	100	2019
Agulhas Negras	95		2017	0		2025
Engenheiro Passos	95		2017	0		2025
Fumaça	80		2020	40		2025
Visconde de Mauá	80		2020	40		2025
Serrinha	95		2017	0		2025
Capelinha	80		2020	40		2025
Campo Alegre	80		2020	40		2025
Bagagem	80		2020	40		2025

Fonte: Vallenge, 2013.

A projeção da demanda de esgoto da sede de Resende foi realizada a partir de pesquisa de campo, dados do IBGE e SNIS, através destes foi realizada uma projeção para prazos imediato, curto, médio e longo contemplando o horizonte de plano. Com o aumento da população atendida neste período, a vazão de tratamento apresenta seus maiores déficits em médio e longo prazo. As oscilações que acontecem no decorrer do plano são em função do crescimento populacional e a redução da cota per capita de água consumida, em função de programas de educação ambiental e sanitária que visam reduzir o consumo de água por domicílio e habitante.

Foram identificados déficits para a universalização do sistema de esgotamento sanitário em Resende, tanto na coleta quanto no tratamento. Prevalece o regime unitário, situação comum a vários outros municípios na Bacia, mas não há cadastro ou como avaliar qual porcentagem da rede existente é unitária ou separadora absoluta.

A meta do Plano Nacional de Saneamento (PLANSAB), 2013 para a região sudeste é alcançar até 2033 o índice de 98% de atendimento com coleta de esgoto e 90% de tratamento do esgoto coletado.

Em especial para o Estado do Rio de Janeiro existe o Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM) que tem por objetivo atender às necessidades financeiras de projetos e programas ambientais e de desenvolvimento urbano, com recursos de cerca de R\$ 300 milhões/ano.

Desta forma, tendo em vista a existência de recursos para a ampliação dos sistemas de esgotamento sanitário a meta de universalização foi antecipada. A segunda parte deste produto, Etapa 4.2 - Proposições da infraestrutura, dos arranjos institucionais jurídicos e econômico-financeiros, trará em maiores detalhes os investimentos.

Os resultados do estudo de demandas para o sistema de esgotamento sanitário da sede e dos distritos de Resende são apresentados nos Quadros abaixo.

3.3. Sistema de Drenagem Urbana

A prestação de serviço de drenagem e manejo das águas pluviais urbana é a mais deficiente de informações. Não há normas técnicas específicas nacionais, apenas locais, de prefeituras ou de companhias habitacionais. Os indicadores que avaliam a prestação de serviço também são pouco definidos, logo é o componente mais frágil entre os quatro, abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e manejo de resíduos sólidos, que compõem o saneamento básico.

Neste item calculam-se as demandas do serviço de drenagem urbana, tendo como objetivo combater inundações nas ruas e fundos de vale municipais.

3.3.1 Parâmetros e critérios para o cálculo da demanda

As dimensões e a tipologia tanto da microdrenagem como da macrodrenagem dependem diretamente da vazão máxima, que acontece a partir de uma determinada chuva intensa, definida em função de um tempo de recorrência. O dimensionamento e os custos das estruturas hidráulicas por onde passam estas águas dependem do cálculo apurado desta vazão, que pode ser obtida a partir de dois métodos:

1. Dados de Postos fluviométricos: os grandes rios possuem registros que possibilitam o cálculo das vazões de cheia, como também a consulta de outros trabalhos conduzidos na região de estudo podem servir de fonte para os valores destas vazões máximas ou da cota de inundação observada em eventos excepcionais.
2. Determinação sintética da vazão máxima por meio de métodos como o Racional e o I-PAI-WU. O primeiro é mais utilizado para a microdrenagem enquanto que o segundo para a macrodrenagem, desde que a bacia hidrográfica tenha até 200 km² de área.

A seguir são apresentados os métodos sintéticos mais recomendados para o cálculo de vazões máximas e desenvolvidos para bacias com áreas de drenagem de diversas ordens de grandeza, bem como os seus limites mais usuais de aplicação são os seguintes:

- **Método Racional:** área da bacia menor ou igual a 2 km² e período de retorno menor ou igual a 50 anos. Este método foi introduzido em 1889, segundo Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE/SP, 2005) e é também utilizado nos Estados Unidos e em outros países. Embora frequentemente esteja sujeito a críticas acadêmicas por sua simplicidade, continua sendo bastante aceito, notadamente para as obras de microdrenagem em bacias pouco complexas. O Método Racional adequadamente aplicado conduz a resultados satisfatórios em projetos de drenagem urbana que tenham estruturas hidráulicas como sarjetas, sarjetões, bocas-de-lobo e galerias, ou ainda para estruturas hidráulicas projetadas em pequenas áreas rurais. O método pode ser apresentado sob a seguinte fórmula:

$$Q = 166,67 \cdot C \cdot A \cdot i \qquad Q = L/s$$

Onde:

Q= Vazão máxima ou de projeto (m³/s);

C= Coeficiente de escoamento superficial em função do uso e ocupação do solo;

A= Área da bacia de contribuição (ha);

i= Intensidade de chuva (mm/min).

A equação anterior sintetiza o método, a partir da chuva intensa, chega-se a uma vazão máxima, considerando características físicas da bacia em questão como área e coeficiente de escoamento superficial ou de deflúvio (C). Este último coeficiente nada mais é que a razão entre o volume que escoar superficialmente e o de precipitação.

O coeficiente de escoamento superficial, necessário para os cálculos, é determinado em função do tipo de uso e ocupação do solo, conforme exposto no Quadro 34.

Quadro 34 – Coeficiente de escoamento superficial em função do uso e ocupação do solo

Tipo de solo	Valor do Coeficiente
Superfícies impermeáveis	0,90
Zona urbana - vias pavimentadas	0,85
Terreno estéril ondulado	0,70
Terreno estéril plano	0,60
Pastagem	0,50
Zona urbana - vias não pavimentadas	0,40
Matas	0,35
Pomares	0,30
Áreas cultivadas	0,25
Várzea	0,20

Fonte: Vallenge, 2013.

- **Método I-PAI-WU:** área da Bacia entre 2 e 200 km². Este método constitui um aprimoramento, um desenvolvimento do Método Racional. Sua aplicação tem sido aceita para bacias com áreas de drenagem de até 200 km², sem limitações quanto ao período de retorno. O racional, apesar de ser mais utilizado e aceito em bacias pequenas e pouco complexas, permite aperfeiçoamentos efetuados por meio de análise e consideração de diversos fatores intervenientes, como os efetuados pelo I-PAI-WU. Os fatores adicionais referem-se ao armazenamento na bacia, à distribuição da chuva e à forma da bacia. A aplicação deste método, levando em conta estes parâmetros adicionais, torna-se mais adequado na medida em que estes exercem um papel importante no desenvolvimento de uma cheia para as bacias de maior área de drenagem e mais complexas. A equação base para aplicação do método advém do método racional, isto é:

$$Q_p = 0,278.C.i.A^{0,9}.k \quad Q_p = m^3/s$$

Onde:

C = coeficiente de escoamento superficial

i = intensidade de chuva (mm/h)

A = área da bacia de contribuição (km²)

k = coeficiente de distribuição espacial da chuva

Sendo:

$$Q = Q_b + Q_p$$

Mas:

$$Q_b = 0,10 \cdot Q_p$$

Logo:

$$Q = 1,1 \cdot Q_p$$

$$V = \left(0,278 \cdot C_2 \cdot i \cdot t_c \cdot 3600 \cdot A^{0,9} \cdot k \right) \cdot 1,5$$

Onde:

V = volume total de escoamento superficial, m³;

Q_p = vazão de pico de cheia, m³/s;

Q_b = vazão de base, m³/s;

Q = vazão máxima ou de projeto, m³/s.

A vazão de base Q_b de um curso d'água é a correspondente à contribuição exclusiva do solo, sem que haja escoamento superficial direto. Após o início da precipitação, o escoamento superficial direto é o maior responsável pelo acréscimo de vazão, efeito que vai cessando após o término da chuva. O método de I-PAI-WU considera os efeitos mencionados e descritos na atenuação da vazão de pico de cheia, que é a vazão máxima procurada.

A determinação sintética de vazão máxima nos cursos d'água depende diretamente do cálculo das características físicas das bacias hidrográficas como: área, perímetro, comprimento e declividade do rio principal, bem como do uso e ocupação do solo urbano. Estas características podem ser calculadas através do emprego de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

O método racional é adequado nos cálculos hidrológicos para o dimensionamento de estruturas hidráulicas que compõem a microdrenagem, enquanto que o I-PAI-WU, para os mesmos cálculos, porém voltados à macrodrenagem e respectivas obras como canalizações, vertedouros e outros. Cabe ainda lembrar que o serviço de microdrenagem, pelo seu alcance, é tipicamente municipal, enquanto que a macrodrenagem seria relativa às bacias maiores, cujo curso d'água principal seria de domínio estadual ou até federal.

Para a macrodrenagem foram calculadas as vazões máximas das bacias com incidência na área urbana do município utilizando o método sintético, pois a ausência de

série histórica estatisticamente representativa de dados hidrológicos é particularmente sentida em pequenas bacias hidrográficas, como é o caso em questão.

Para a determinação das chuvas intensas utilizou-se a equação geral de I-D-F (intensidade, duração e frequência), apresentada a seguir.

$$i = \frac{k \cdot T^a}{(t + b)^c} \quad i = \text{mm/hora}$$

Onde:

i = intensidade máxima média (mm/hora);

T = período de retorno (anos);

t = duração da precipitação (minutos);

k, a, b, c = coeficientes.

Os coeficientes (k, a, b, e c) foram adotados com base em consulta ao software Pluvio 2.1 desenvolvido pelo Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos (GPRH), vinculado ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (DEA /UFV). Este software permite a estimativa dos coeficientes da equação de chuvas intensas para qualquer localidade de Rio de Janeiro, além dos Estados da Bahia, Espírito Santo, Paraná, Minas Gerais, São Paulo e Tocantins.

Posteriormente serão apresentados os cálculos de vazão máxima a partir da situação atual de uso e ocupação do solo. Deve-se notar que para a drenagem urbana, o aumento da vazão de inundação de pontos suscetíveis ou da frequência de ocorrência relaciona-se diretamente com o aumento da área impermeabilizada e a ocupação não criteriosa de várzeas. Assim, em função da crescente impermeabilização, há a evolução das Vazões de Drenagem Urbana.

3.3.2 Considerações sobre as informações do diagnóstico

Nos levantamentos de campo constatou-se que o município não conta com um cadastro das infraestruturas existentes de macrodrenagem e microdrenagem. Desta forma, o cálculo de demanda da drenagem considerou dados segundo Tomaz (2002) e, ainda, a experiência da contratada na elaboração de estudos e projetos na área.

3.3.3 Cálculo da demanda do sistema de drenagem urbana

As demandas de drenagem urbana são determinadas de forma diferente dos outros serviços de saneamento, pois não dependem diretamente da população, mas sim da forma como esta ocupa o espaço urbano, das condições climáticas e características físicas das bacias hidrográficas, onde se situa a área ocupada do município. Assim, o escoamento superficial das águas pluviais depende de vários fatores naturais e antrópicos que interagem entre si, os quais devem ser considerados na demanda ou no estudo de vazões. O cálculo da demanda para macrodrenagem e microdrenagem será apresentado adiante.

- **Macrodrenagem**

O Quadro 35 sumariza as características gerais das bacias com incidência na área urbana do município de Resende, o tempo de concentração, a intensidade de chuva, o uso e ocupação do solo e a vazão máxima, conforme o caso.

Quadro 35– Informações gerais das sub-bacias do município de Resende

Codificação o sub- bacia	Sub-bacia	Tempo de concentração (min)	Intensidade de chuva (mm/hora)	Uso e ocupação do solo		Vazão máxima (m³/s)
				Área Urbana (%)	Área Rural (%)	
A	Rio das Pedras	102.14	95.02	10	90	158.13
B	Córr. Sem Denominação 01	38.6	145.74	10	90	19.59
C	Rio Alambari	135.81	78.98	5	95	127.31
D	Córr. Sem Denominação 02	52.31	141.2	30	70	50.42
E	Ribeirão Preto	64.21	125.89	70	30	69.18
F	Córr. Sem Denominação 03	34.99	173.39	100	0	39.83
G	Rio da Sesmaria	92.9	100.86	5	95	428.43
H	Córr. Sem Denominação 04	15.04	213.63	95	5	26.33
I	Córr. Cruz das Almas	68.1	121.67	10	90	60.32
J	Rio Pirapetinga	302.68	45.35	10	90	283.91

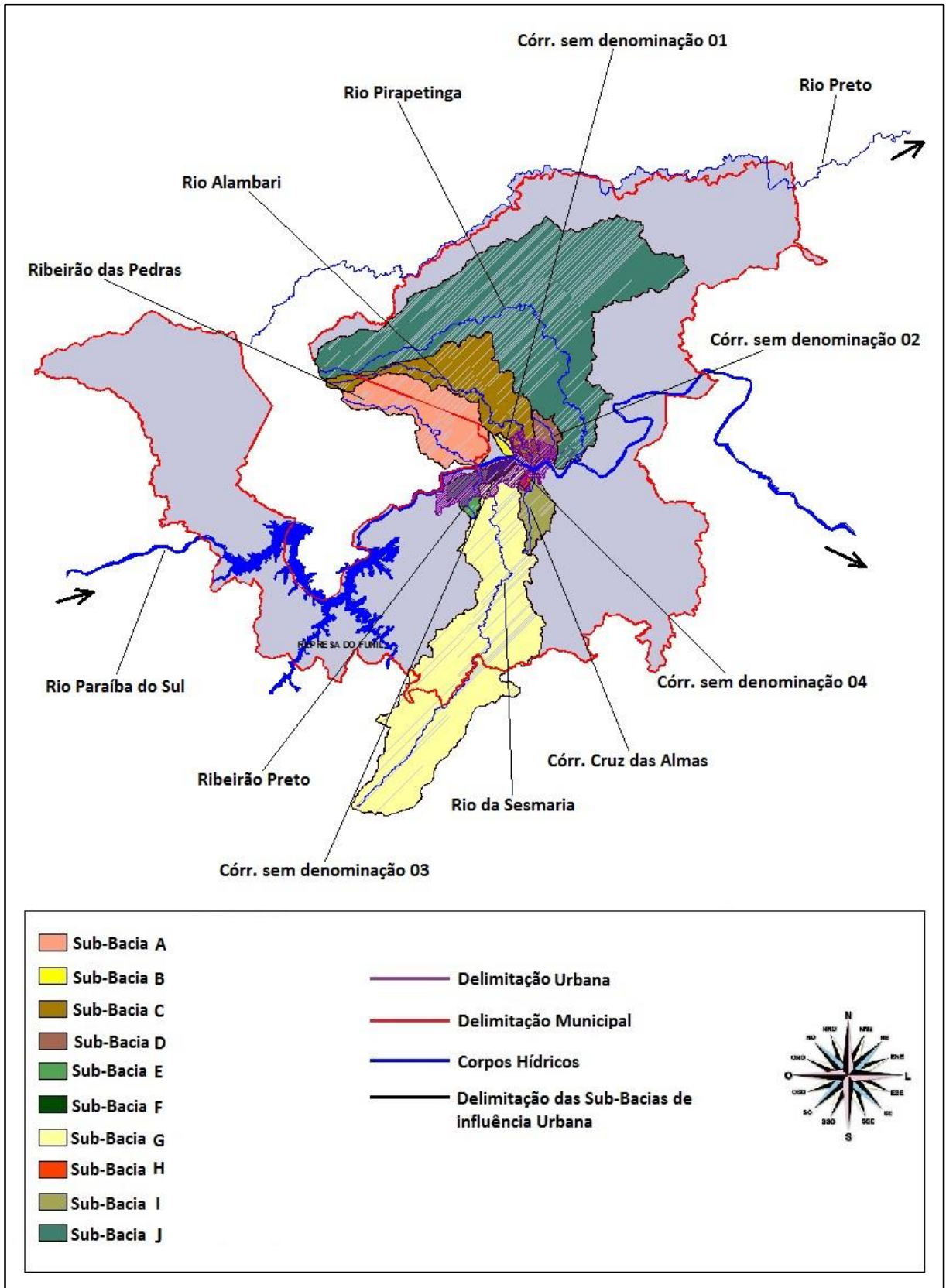
Fonte: Vallenge, 2013.

Observou-se que Resende possui dez sub-bacias que influenciam diretamente a área urbana do município.

As vazões máximas calculadas constituem as solicitações a que estão submetidas às calhas dos cursos d'água drenantes. No entanto, não é possível saber se suportam estas vazões, pois não há batimetria ou levantamento de seções consideradas críticas. No produto relativo às proposições, indica-se a necessidade destes levantamentos.

As informações detalhadas por bacia são colocadas a seguir, mostrando na Figura 12 sua articulação.

Figura 12 – Articulação das sub-bacias da área urbana do município de Resende



Fonte: Vallenge, 2013..

- Sub-Bacia A – Ribeirão das Pedras

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia A do município de Resende.

Quadro 36 – Características da sub-bacia A

Características físicas	Unidade	Valor
Área	km ²	44.54
Perímetro	km	35.62
Comprimento do Rio Principal	km	16.07
Comprimento Axial	km	11.14
Declividade Equivalente	m/km	41.82
Desnível de Talvegue	M	1224.00
Análise de forma		
Índice de Compacidade	-	1.494
Índice de Conformação	-	0.359
Tendência de Cheia	-	Média
Uso e ocupação do Solo		
Área urbana	%	10
Área rural	%	90
Determinação da vazão máxima		
Tempo de concentração médio	min	102.14
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	95.02
Coefficiente escoamento superficial	-	0.28
Vazão máxima	m ³ /s	158.13

Fonte: Vallenge, 2013.

- Sub-Bacia B – Córrego sem Denominação 01

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia B do município de Resende.

Quadro 37 – Características da sub-bacia B

Características físicas	Unidade	Valor
Área	km ²	1.76
Perímetro	km	6.15
Comprimento do Rio Principal	km	2.45
Comprimento Axial	km	2.43
Declividade Equivalente	m/km	15.99
Desnível de Talvegue	m	40
Análise de forma		
Índice de Compacidade	-	1.298
Índice de Conformação	-	0.298
Tendência de Cheia	-	Média
Uso e ocupação do Solo		
Área urbana	%	10
Área rural	%	90
Determinação da vazão máxima		
Tempo de concentração médio	min	38.6
Tempo de recorrência	anos	50
Intensidade de chuva	mm/hora	145.74
Coefficiente escoamento superficial	-	0,28
Vazão máxima	m ³ /s	19.59

Fonte: Vallenge, 2013.

- Sub-bacia C – Rio Alambari

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia C do município de Resende.

Quadro 38 – Características da sub-bacia C

Características físicas	Unidade	Valor
Área	km ²	49.23
Perímetro	km	52.95
Comprimento do Rio Principal	km	27.15
Comprimento Axial	km	11.90
Declividade Equivalente	m/km	52.74
Desnível de Talvegue	m	1680
Análise de forma		
Índice de Compacidade	-	2.113
Índice de Conformação	-	0.348
Tendência de Cheia	-	Baixa
Uso e ocupação do Solo		
Área urbana	%	5
Área rural	%	95
Determinação da vazão máxima		
Tempo de concentração médio	min	135.81
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	78.98
Coefficiente escoamento superficial	-	0.26
Vazão máxima	m ³ /s	127.31

Fonte: Vallengue, 2013.

- Sub-bacia D – Córrego sem Denominação 02

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia D do município de Resende.

Quadro 39 – Características da sub-bacia D

Características físicas	Unidade	Valor
Área	km ²	6.15
Perímetro	km	12.07
Comprimento do Rio Principal	km	5.03
Comprimento Axial	km	4.14
Declividade Equivalente	m/km	28.04
Desnível de Talvegue	m	150
Análise de forma		
Índice de Compacidade	-	1.363
Índice de Conformação	-	0.359
Tendência de Cheia	-	Média
Uso e ocupação do Solo		
Área urbana	%	30
Área rural	%	70
Determinação da vazão máxima		
Tempo de concentração médio	min	52.31
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	141.2
Coeficiente escoamento superficial	-	0.33
Vazão máxima	m ³ /s	50.42

Fonte: Vallenge, 2013.

- Sub-bacia E – Ribeirão Preto

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia D do município de Resende.

Quadro 40 – Características da sub-bacia E

Características físicas	Unidade	Valor
Área	km ²	7.39
Perímetro	km	13.31
Comprimento do Rio Principal	km	5.30
Comprimento Axial	km	4.10
Declividade Equivalente	m/km	17.26
Desnível de Talvegue	m	104
Análise de forma		
Índice de Compacidade	-	1.371
Índice de Conformação	-	0.44
Tendência de Cheia	-	Média
Uso e ocupação do Solo		
Área urbana	%	70
Área rural	%	30
Determinação da vazão máxima		
Tempo de concentração médio	min	64.21
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	125.89
Coefficiente escoamento superficial	-	0.43
Vazão máxima	m ³ /s	69.18

Fonte: Vallenge, 2013.

- Sub-bacia F – Córrego sem Denominação 03

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia F do município de Resende.

Quadro 41 – Características da sub-bacia F

Características físicas	Unidade	Valor
Área	km ²	2.29
Perímetro	km	6.62
Comprimento do Rio Principal	km	2.69
Comprimento Axial	km	2.64
Declividade Equivalente	m/km	25.59
Desnível de Talvegue	m	97
Análise de forma		
Índice de Compacidade	-	1.225
Índice de Conformação	-	0.329
Tendência de Cheia	-	Alta
Uso e ocupação do Solo		
Área urbana	%	100
Área rural	%	0
Determinação da vazão máxima		
Tempo de concentração médio	min	34.99
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	173.39
Coeficiente escoamento superficial	-	0.50
Vazão máxima	m ³ /s	39.83

Fonte: Vallenge, 2013.

- Sub-bacia G – Rio da Sesmaria

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia G do município de Resende.

Quadro 42 – Características da sub-bacia G

Características físicas	Unidade	Valor
Área	km ²	151.81
Perímetro	km	86.28
Comprimento do Rio Principal	km	41.59
Comprimento Axial	km	28.74
Declividade Equivalente	m/km	367.58
Desnível de Talvegue	m	1360
Análise de forma		
Índice de Compacidade	-	1.961
Índice de Conformação	-	0.184
Tendência de Cheia	-	Baixa
Uso e ocupação do Solo		
Área urbana	%	5
Área rural	%	95
Determinação da vazão máxima		
Tempo de concentração médio	min	92.9
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	100.86
Coeficiente escoamento superficial	-	0.26
Vazão máxima	m ³ /s	428.43

Fonte: Vallenge, 2013.

- Sub-bacia H – Córrego sem Denominação 04

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia H do município de Resende.

Quadro 43 – Características da sub-bacia H

Características físicas	Unidade	Valor
Área	km ²	0.91
Perímetro	km	4.53
Comprimento do Rio Principal	km	1.27
Comprimento Axial	km	1.59
Declividade Equivalente	m/km	65.93
Desnível de Talvegue	m	110
Análise de forma		
Índice de Compacidade	-	1.33
Índice de Conformação	-	0.36
Tendência de Cheia	-	Média
Uso e ocupação do Solo		
Área urbana	%	95
Área rural	%	5
Determinação da vazão máxima		
Tempo de concentração médio	min	15.04
Tempo de recorrência	anos	50
Intensidade de chuva	mm/hora	213.63
Coeficiente escoamento superficial	-	0.49
Vazão máxima	m ³ /s	26.33

Fonte: Vallenge, 2013.

- Sub-bacia I – Córrego Cruz das Almas

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia I do município de Resende.

Quadro 44 – Características da sub-bacia I

Características físicas	Unidade	Valor
Área	km ²	10.95
Perímetro	km	18.79
Comprimento do Rio Principal	km	7.55
Comprimento Axial	km	6.59
Declividade Equivalente	m/km	29.57
Desnível de Talvegue	m	280
Análise de forma		
Índice de Compacidade	-	1.548
Índice de Conformação	-	0.252
Tendência de Cheia	-	Baixa
Uso e ocupação do Solo		
Área urbana	%	10
Área rural	%	90
Determinação da vazão máxima		
Tempo de concentração médio	min	68.1
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	121.67
Coeficiente escoamento superficial	-	0.28
Vazão máxima	m ³ /s	60.32

Fonte: Vallenge, 2013

- Sub-bacia J – Rio Pirapetinga

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia J do município de Resende.

Quadro 45 – Características da sub-bacia I

Características físicas	Unidade	Valor
Área	km ²	216.36
Perímetro	km	102.28
Comprimento do Rio Principal	km	43.67
Comprimento Axial	km	19.68
Declividade Equivalente	m/km	13.84
Desnível de Talvegue	m	1850.00
Análise de forma		
Índice de Compacidade	-	1.947
Índice de Conformação	-	0.559
Tendência de Cheia	-	Média
Uso e ocupação do Solo		
Área urbana	%	10
Área rural	%	90
Determinação da vazão máxima		
Tempo de concentração médio	min	302.68
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	45.35
Coeficiente escoamento superficial	-	0.28
Vazão máxima	m ³ /s	283.91

Fonte: Vallenge, 2013.

- Microdrenagem

Foi estimado que o coeficiente de escoamento superficial para Resende seja da ordem de 50%, em função da análise do uso e ocupação do solo atual. Para o período de retorno de 10 anos e duração de 10 minutos, valores usuais para o dimensionamento de microdrenagem urbana, a intensidade prevista é igual a 122,95 mm/hora.

Assim, cada hectare contribui para uma vazão de escoamento superficial direto igual a 300 L/s, de modo que com a declividade dos terrenos de Resende, é possível que seja necessário implantar ao menos 02 bocas-de-lobo e respectiva galeria a cada quadra ou adotar técnicas compensatórias que reduzam a necessidade de estruturas hidráulicas convencionais. Para obter estes valores, foram consideradas as normas técnicas da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU/SP, 2008).

A microdrenagem vem funcionando bem, porque há alta capacidade de infiltração na área urbana, o que diminui o escoamento superficial.

Como mencionado, o município não possui cadastro das estruturas de microdrenagem, porém, foi verificado durante trabalho de campo que o município conta com estruturas como bocas de lobo e poços de visita. De acordo com a Lei Federal nº 6.766/1979 que define o parcelamento do solo através de loteamentos, fica definido que estes são obrigados a fornecer infraestrutura básica constituída por equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais. Desta forma a demanda pelas unidades como bocas-de-lobo, galerias e poços de visita foi determinada por unidade de área. Propôs-se a implementação da infraestrutura em toda a área urbana onde a ocupação se mostra consolidada, obtendo-se assim a demanda máxima.

A quantidade de unidades de microdrenagem depende diretamente do relevo, daí os valores adotados. Para o relevo plano, mais bocas-de-lobo são necessárias por unidade de área, já que a velocidade de escoamento é muito baixa, tendendo ao empoçamento de água. Em virtude do relevo observado no município, foram adotados os seguintes critérios:

Quadro 46 –Quantidade de unidades de microdrenagem para o município de Resende

Município	Unidades		
	Bocas de Lobo	Galerias (diâmetro variável)	Poços de visita
Resende	3 und/ha	75 m/ha	1 und/100m de galeria

Fonte: Vallenge, 2013.

As soluções dos critérios citados acima serão apresentadas no Produto Proposições na parte 2.

Quadro 47 – Projeção da demanda de microdrenagem na sede de Resende – 2013 a 2033

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Área urbana selec. (ha)	Bocas de lobo (und)			Galeria de águas pluviais (km)			Poços de visita (und)		
				Existente*	Necesário	Déficit	Existente*	Necesário	Déficit	Existente*	Necesário	Déficit
-	2010	77.943	1675,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imediato	2014	82.898	1764,60	2118	5294	3176	52,9	132,35	79,41	530	1323	793
	2015	84.183	1791,97	2150	5376	3226	53,8	134,40	80,64	540	1344	804
Curto	2016	85.488	1819,74	2184	5459	3276	54,6	136,48	81,89	550	1365	815
	2017	86.813	1847,93	2218	5544	3326	55,4	138,60	83,16	560	1386	826
	2018	88.157	1876,55	2252	5630	3378	56,3	140,74	84,44	570	1407	837
Médio	2019	89.521	1895,97	2275	5688	3413	56,9	142,20	85,32	570	1422	852
	2020	90.906	1915,53	2299	5747	3448	57,5	143,66	86,20	580	1437	857
	2021	92.312	1945,14	2334	5835	3501	58,4	145,89	87,53	590	1459	869
	2022	93.739	1975,21	2370	5926	3555	59,3	148,14	88,88	600	1481	881
	2023	94.997	2001,72	2402	6005	3603	60,1	150,13	90,08	610	1501	891
	2024	96.272	2028,59	2434	6086	3651	60,9	152,14	91,29	610	1521	911
	2025	97.563	2055,79	2467	6167	3700	61,7	154,18	92,51	620	1542	922
	2026	98.871	2083,36	2500	6250	3750	62,5	156,25	93,75	630	1563	933
	2027	100.196	2111,27	2534	6334	3800	63,3	158,35	95,01	640	1583	943
	2028	101.538	2139,55	2567	6419	3851	64,2	160,47	96,28	650	1605	955
Longo	2029	102.898	2153,82	2585	6461	3877	64,6	161,54	96,92	650	1615	965
	2030	104.275	2181,53	2618	6545	3927	65,4	163,61	98,17	660	1636	976
	2031	105.670	2210,71	2653	6632	3979	66,3	165,80	99,48	670	1658	988
	2032	107.083	2240,27	2688	6721	4032	67,2	168,02	100,81	680	1680	1000
	2033	108.347	2266,71	2720	6800	4080	68,0	170,00	102,00	690	1700	1010

*Valores estimados em função das visitas a campo

Fonte: Vallenge, 2013.

Quadro 48 – Projeção da demanda de microdrenagem no distrito de Agulhas Negras – 2013 a 2033

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Área urbana selec. (ha)	Bocas de lobo (und)			Galeria de águas pluviais (km)			Poços de visita (und)		
				Existente*	Neces-sário	Déficit	Existente*	Neces-sário	Déficit	Existente*	Neces-sário	Déficit
-	2010	29.525	919,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imediato	2014	30.824	950,02	1140	2850	1710	28,50	71,25	42,75	290	713	423
	2015	31.157	960,28	1152	2881	1728	28,81	72,02	43,21	290	720	430
Curto	2016	31.493	970,64	1165	2912	1747	29,12	72,80	43,68	300	728	428
	2017	31.832	981,10	1177	2943	1766	29,43	73,58	44,15	300	736	436
	2018	32.175	991,67	1190	2975	1785	29,75	74,38	44,63	300	744	444
Médio	2019	32.522	997,29	1197	2992	1795	29,92	74,80	44,88	300	748	448
	2020	32.872	1002,90	1203	3009	1805	30,09	75,22	45,13	310	752	442
	2021	33.225	1013,68	1216	3041	1825	30,41	76,03	45,62	310	760	450
	2022	33.582	1024,57	1229	3074	1844	30,74	76,84	46,11	310	768	458
	2023	33.837	1032,35	1239	3097	1858	30,97	77,43	46,46	310	774	464
	2024	34.094	1040,20	1248	3121	1872	31,21	78,01	46,81	320	780	460
	2025	34.353	1048,09	1258	3144	1887	31,44	78,61	47,16	320	786	466
	2026	34.613	1056,04	1267	3168	1901	31,68	79,20	47,52	320	792	472
	2027	34.876	1064,05	1277	3192	1915	31,92	79,80	47,88	320	798	478
Longo	2028	35.140	1072,11	1287	3216	1930	32,16	80,41	48,24	330	804	474
	2029	35.406	1073,06	1288	3219	1932	32,19	80,48	48,29	330	805	475
	2030	35.674	1080,62	1297	3242	1945	32,42	81,05	48,63	330	810	480
	2031	35.944	1088,79	1307	3266	1960	32,66	81,66	49,00	330	817	487
	2032	36.215	1097,02	1316	3291	1975	32,91	82,28	49,37	330	823	493
	2033	36.457	1104,35	1325	3313	1988	33,13	82,83	49,70	340	828	488

*Valores estimados em função das visitas a campo

Fonte: Vallenge, 2013.

Quadro 49 – Projeção da demanda de microdrenagem no distrito de Engenheiro Passos – 2013 a 2033

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Área urbana selec. (ha)	Bocas de lobo (und)			Galeria de águas pluviais (km)			Poços de visita (und)		
				Exis- te*	Neces- sário	Déficit	Exis- te*	Neces- sário	Déficit	Exis- te*	Neces- sário	Déficit
-	2010	3.305	101,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imediato	2014	3.467	105,64	85	211	127	2,32	5,81	3,49	30	58	28
	2015	3.509	106,90	86	214	128	2,35	5,88	3,53	30	59	29
Curto	2016	3.550	108,18	87	216	130	2,38	5,95	3,57	30	60	30
	2017	3.593	109,47	88	219	131	2,41	6,02	3,61	30	60	30
	2018	3.636	110,78	89	222	133	2,44	6,09	3,66	30	61	31
Médio	2019	3.679	111,53	89	223	134	2,45	6,13	3,68	30	61	31
	2020	3.722	112,28	90	225	135	2,47	6,18	3,71	30	62	32
	2021	3.767	113,61	91	227	136	2,50	6,25	3,75	30	62	32
	2022	3.811	114,95	92	230	138	2,53	6,32	3,79	30	63	33
	2023	3.843	115,92	93	232	139	2,55	6,38	3,83	30	64	34
	2024	3.876	116,90	94	234	140	2,57	6,43	3,86	30	64	34
	2025	3.909	117,89	94	236	141	2,59	6,48	3,89	30	65	35
	2026	3.942	118,88	95	238	143	2,62	6,54	3,92	30	65	35
	2027	3.975	119,89	96	240	144	2,64	6,59	3,96	30	66	36
	2028	4.008	120,89	97	242	145	2,66	6,65	3,99	30	66	36
Longo	2029	4.042	121,10	97	242	145	2,66	6,66	4,00	30	67	37
	2030	4.076	122,05	98	244	146	2,69	6,71	4,03	30	67	37
	2031	4.110	123,07	98	246	148	2,71	6,77	4,06	30	68	38
	2032	4.144	124,10	99	248	149	2,73	6,83	4,10	30	68	38
	2033	4.182	125,23	100	250	150	2,75	6,89	4,13	30	69	39

*Valores estimados em função das visitas a campo

Fonte: Vallenge, 2013.

Quadro 50 – Projeção da demanda de microdrenagem no distrito de Fumaça – 2013 a 2033

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Área urbana selec. (ha)	Bocas de lobo (und)			Galeria de águas pluviais (km)			Poços de visita (und)		
				Existente*	Necesário	Déficit	Existente*	Necesário	Déficit	Existente*	Necesário	Déficit
-	2010	542	13,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imediato	2014	564	14,38	11	29	17	0	0,79	0,48	3	8	5
	2015	570	14,53	11	29	18	0	0,80	0,49	3	8	5
Curto	2016	575	14,67	11	29	18	0	0,81	0,49	3	8	5
	2017	581	14,82	11	30	18	0	0,81	0,50	3	8	5
	2018	587	14,97	11	30	19	0	0,82	0,51	3	8	5
Médio	2019	593	15,04	11	30	19	0	0,83	0,51	3	8	5
	2020	599	15,11	11	30	19	0	0,83	0,52	3	8	5
	2021	605	15,26	11	31	19	0	0,84	0,53	3	8	5
	2022	611	15,42	11	31	19	0	0,85	0,53	3	8	5
	2023	615	15,52	11	31	20	0	0,85	0,54	3	9	5
	2024	619	15,63	11	31	20	0	0,86	0,55	3	9	5
	2025	624	15,74	11	31	20	0	0,87	0,55	3	9	6
	2026	628	15,85	11	32	20	0	0,87	0,56	3	9	6
	2027	632	15,96	11	32	21	0	0,88	0,56	3	9	6
	2028	637	16,07	11	32	21	0	0,88	0,57	3	9	6
Longo	2029	641	16,08	11	32	21	0	0,88	0,57	3	9	6
	2030	646	16,18	11	32	21	0	0,89	0,58	3	9	6
	2031	650	16,30	11	33	21	0	0,90	0,58	3	9	6
	2032	655	16,41	11	33	21	0	0,90	0,59	3	9	6
	2033	658	16,49	11	33	22	0	0,91	0,59	3	9	6

*Valores estimados em função das visitas a campo

Fonte: Vallenge, 2013.

Quadro 51 – Projeção da demanda de microdrenagem no povoado de Visconde de Mauá – 2013 a 2033

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Área urbana selec. (ha)	Bocas de lobo (und)			Galeria de águas pluviais (km)			Poços de visita (und)		
				Exis- ten- te*	Neces- sário	Déficit	Exis- ten- te*	Neces- sário	Déficit	Exis- ten- te*	Neces- sário	Déficit
-	2010	1.523	0,54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imediato	2014	1.677	0,59	0	1	1	0	0,03	0,02	0	0	0
	2015	1.716	0,60	0	1	1	0	0,03	0,02	0	0	0
Curto	2016	1.757	0,62	0	1	1	0	0,03	0,02	0	0	0
	2017	1.798	0,63	0	1	1	0	0,03	0,02	0	0	0
	2018	1.840	0,65	0	1	1	0	0,04	0,02	0	0	0
Médio	2019	1.883	0,66	0	1	1	0	0,04	0,02	0	0	0
	2020	1.926	0,67	0	1	1	0	0,04	0,02	0	0	0
	2021	1.970	0,68	0	1	1	0	0,04	0,03	0	0	0
	2022	2.014	0,70	0	1	1	0	0,04	0,03	0	0	0
	2023	2.034	0,71	0	1	1	0	0,04	0,03	0	0	0
	2024	2.054	0,71	0	1	1	0	0,04	0,03	0	0	0
	2025	2.074	0,72	0	1	1	0	0,04	0,03	0	0	0
	2026	2.095	0,73	0	1	1	0	0,04	0,03	0	0	0
	2027	2.115	0,73	0	1	1	0	0,04	0,03	0	0	0
	2028	2.136	0,74	0	1	1	0	0,04	0,03	0	0	0
Longo	2029	2.156	0,74	0	1	1	0	0,04	0,03	0	0	0
	2030	2.177	0,75	0	2	1	0	0,04	0,03	0	0	0
	2031	2.198	0,76	0	2	1	0	0,04	0,03	0	0	0
	2032	2.219	0,77	0	2	1	0	0,04	0,03	0	0	0
	2033	2.234	0,77	0	2	1	0	0,04	0,03	0	0	0

Fonte: Vallenge, 2013.

Quadro 52 – Projeção da demanda de microdrenagem no povoado de Serrinha – 2013 a 2033

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Área urbana selec. (ha)	Bocas de lobo (und)			Galeria de águas pluviais (km)			Poços de visita (und)		
				Existen-te*	Neces-sário	Déficit	Existen-te*	Neces-sário	Déficit	Existen-te*	Neces-sário	Déficit
-	2010	592	0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imediato	2014	1.891	0,63	0	2	2	0,01	0,05	0,04	0	0	0
	2015	2.224	0,74	0	2	2	0,01	0,06	0,05	0	1	0
Curto	2016	2.560	0,86	0	3	3	0,01	0,06	0,05	0	1	1
	2017	2.899	0,97	0	3	3	0,01	0,07	0,06	0	1	1
	2018	3.242	1,08	0	3	3	0,01	0,08	0,07	0	1	1
Médio	2019	3.589	1,19	0	4	4	0,01	0,09	0,08	0	1	1
	2020	3.939	1,30	0	4	4	0,01	0,10	0,09	0	1	1
	2021	4.292	1,42	0	4	4	0,01	0,11	0,10	0	1	1
	2022	4.649	1,54	0	5	5	0,01	0,12	0,11	0	1	1
	2023	4.901	1,62	0	5	5	0,01	0,12	0,11	0	1	1
	2024	5.155	1,71	0	5	5	0,01	0,13	0,12	0	1	1
	2025	5.411	1,79	0	5	5	0,01	0,13	0,12	0	1	1
	2026	5.669	1,88	0	6	6	0,01	0,14	0,13	0	1	1
	2027	5.928	1,96	0	6	6	0,01	0,15	0,14	0	1	1
	2028	6.189	2,05	0	6	6	0,01	0,15	0,14	0	2	1
Longo	2029	6.452	2,12	0	6	6	0,01	0,16	0,15	0	2	1
	2030	6.717	2,21	0	7	7	0,01	0,17	0,16	0	2	2
	2031	6.984	2,30	0	7	7	0,01	0,17	0,16	0	2	2
	2032	7.253	2,38	0	7	7	0,01	0,18	0,17	0	2	2
	2033	7.446	2,45	0	7	7	0,01	0,18	0,17	0	2	2

Fonte: Valenge, 2013.

Quadro 53 – Projeção da demanda de microdrenagem no povoado de Capelinha – 2013 a 2033

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Área urbana selec. (ha)	Bocas de lobo (und)			Galeria de águas pluviais (km)			Poços de visita (und)		
				Existente*	Neces-sário	Déficit	Existente*	Neces-sário	Déficit	Existente*	Neces-sário	Déficit
-	2010	380	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imediato	2014	534	0,22	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2015	573	0,24	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
Curto	2016	614	0,26	0	1	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2017	655	0,27	0	1	0	0	0,02	0,01	0	0	0
	2018	697	0,29	0	1	0	0	0,02	0,01	0	0	0
Médio	2019	740	0,31	0	1	0	0	0,02	0,01	0	0	0
	2020	783	0,32	0	1	0	0	0,02	0,01	0	0	0
	2021	827	0,34	0	1	1	0	0,02	0,01	0	0	0
	2022	871	0,36	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2023	891	0,37	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2024	911	0,38	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2025	931	0,38	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2026	952	0,39	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2027	972	0,40	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2028	993	0,41	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
Longo	2029	1.013	0,42	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2030	1.034	0,42	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2031	1.055	0,43	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2032	1.076	0,44	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2033	1.091	0,45	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0

Fonte: Vallenge, 2013.

Quadro 54 – Projeção da demanda de microdrenagem no povoado de Campo Alegre – 2013 a 2033

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Área urbana selec. (ha)	Bocas de lobo (und)			Galeria de águas pluviais (km)			Poços de visita (und)		
				Existente*	Neces-sário	Déficit	Existente*	Neces-sário	Déficit	Existente*	Neces-sário	Déficit
-	2010	297	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imediato	2014	451	0,20	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2015	490	0,21	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
Curto	2016	531	0,23	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2017	572	0,25	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2018	614	0,27	0	1	0	0	0,01	0,01	0	0	0
Médio	2019	657	0,28	0	1	0	0	0,02	0,01	0	0	0
	2020	700	0,30	0	1	0	0	0,02	0,01	0	0	0
	2021	744	0,32	0	1	1	0	0,02	0,01	0	0	0
	2022	788	0,34	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2023	808	0,35	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2024	828	0,36	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2025	848	0,36	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2026	869	0,37	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2027	889	0,38	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2028	910	0,39	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
Longo	2029	930	0,40	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2030	951	0,41	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2031	972	0,41	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2032	993	0,42	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0
	2033	1.008	0,43	0	1	1	0	0,02	0,02	0	0	0

Fonte: Vallengue, 2013.

Quadro 55 – Projeção da demanda de microdrenagem no povoado de Bagagem – 2013 a 2033

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Área urbana selec. (ha)	Bocas de lobo (und)			Galeria de águas pluviais (km)			Poços de visita (und)		
				Exis- ten- te*	Neces- sário	Déficit	Exis- ten- te*	Neces- sário	Déficit	Exis- ten- te*	Neces- sário	Déficit
-	2010	135	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Imediato	2014	289	0,08	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0
	2015	328	0,09	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0
Curto	2016	369	0,10	0	0	0	0	0,01	0,00	0	0	0
	2017	410	0,11	0	0	0	0	0,01	0,00	0	0	0
	2018	452	0,12	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
Médio	2019	495	0,13	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2020	538	0,14	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2021	582	0,16	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2022	626	0,17	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2023	646	0,17	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2024	666	0,18	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2025	686	0,18	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2026	707	0,19	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2027	727	0,20	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2028	748	0,20	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
Longo	2029	768	0,20	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2030	789	0,21	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2031	810	0,22	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2032	831	0,22	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
	2033	846	0,23	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0

Fonte: Valenge, 2013.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

▪ FONTES SECUNDÁRIAS

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 4. ed. rev. – Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO (CDHU/SP). **Manual Técnico de Projetos**, 2008.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil**, 2005.

CONSÓRCIO GERENTEC ENGENHARIA E JHE ENGENHARIA. **Planos Integrados Municipais e Regional de Saneamento Básico**: Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Ribeira do Iguape e Litoral Sul UGRHI-11. Contrato 2009/15/00001.2. São Paulo, 2010.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (DAEE/SP). **Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas**. 2005.

FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE PROJETOS, PESQUISAS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS (COPPETEC). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo**. PSR-012-R1. Rio de Janeiro: CEIVAP/ AGEVAP, dez. 2007a.

FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE PROJETOS, PESQUISAS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS (COPPETEC). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Caderno de Ações Área de Atuação do COMPE – Anexo 5. Rio de Janeiro: CEIVAP/ AGEVAP, dez. 2007b.

GALVÃO JUNIOR, A. C.; SAMPAIO, C. C. **A Informação no Contexto dos Planos de Saneamento Básico**. Fortaleza: Expressão Gráfica Editora, 2010.

GIANSANTE, A.E. **Determinação de Vazões Máximas por Métodos Sintéticos**, São Paulo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2008.

MACHADO JR., A. M. **Direito Municipal - Vol. 1 Lei Orgânica dos Municípios**. São Paulo: Tipografia Fonseca Ltda., 1984.

NUVOLARI, A (coord.) **Esgoto sanitário: coleta transporte, tratamento e reuso agrícola**. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2010**. Brasília: MCIDADES/ SNSA, 2012.

TOMAZ, P. **Cálculos hidrológicos e Hidráulicos para obras municipais**. 1ª ed. São Paulo: Navegar Editora, 2002.

TWORT, A. C.; RATNAYAKA, D. D.; BRANDT, M. J. **Water Supply**. 5th edition. Great Britain: Butterworth Heinemann, 2007. 676p.

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 1ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento dos Esgotos Vol.1. Belo Horizonte: UFMG, 1995. 452p.

▪ FONTES NA INTERNET

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>> Acesso em 06 jul. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Região Hidrográfica Atlântico Sudeste**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/AtlanticoSudeste.aspx>> Acesso em: 06 jul. 2012.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 07 nov. 2011.

BRASIL. Decreto 49.947-A, de 21 de janeiro de 1961. Regulamenta, sob denominação de Código Nacional de Saúde, a Lei 2.312, de 3 de setembro de 1954. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-49974-a-21-janeiro-1961-333333-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 08 nov. 2011.

BRASIL. Decreto 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm>. Acesso em: 05 maio. 2014.

BRASIL. Decreto 88.351, de 01 de junho de 1983. Regulamenta a Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981 e a Lei 6.902 de 27 de abril de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-88351-1-junho-1983-438446-norma-pe.html>>. Acesso em: 08 nov. 2011.

BRASIL. Lei 11.445/2007 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 06 jul. 2012

BRASIL. Lei 9.433, de 8 janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm>. Acesso em: 07 nov. 2011.

BRASIL PCH. **Monte Serrat Energética S.A.** Disponível em: <http://www.brasilpch.com.br/ma_monteserrat.htm>. Acesso em: 03 dez. 2012.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS. **Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro**. Disponível em: <http://www.drm.rj.gov.br/index.php/downloads/category/24-contedo-carta-de-risco>>. Acesso em 14 mai. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso em: 24 mai. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf> Acesso em: 24 mai. 2012.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano de Saneamento Participativo**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/index.php/acoes-complementares/284-plano-de-saneamento-basico-participativo>> Acesso em: 06 ago. 2012.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2012. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=103>>. Acesso em: 15 maio 2014.