

# PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

## SÃO PEDRO DOS FERROS - MG

### PRODUTO 4: OBJETIVOS E METAS



## REALIZAÇÃO



### **IBIO - Instituto Bio Atlântica**

Rua Afonso Pena, 2590, Centro  
Governador Valadares/MG - 35.010-000  
Tel.: +55 33 3212-4350  
[www.ibioagbdoce.org.br](http://www.ibioagbdoce.org.br)



### **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga - D01**

Rua João Vidal de Carvalho, 295, Guarapiranga  
Ponte Nova/MG - 35.430-210  
Tel.: +55 31 3881-3408  
[www.cbhpiranga.org.br](http://www.cbhpiranga.org.br)

## EXECUÇÃO



### **Vallenge Consultoria, Projetos e Obras Ltda.**

Rua Marechal Arthur da Costa e Silva, 1295 - Centro  
Taubaté/SP - 12.010-490  
Tel.: +55 12 3632-8318  
[www.vallenge.com.br](http://www.vallenge.com.br)

## **VALLENGE CONSULTORIA, PROJETOS E OBRAS**

José Augusto Pinelli

**Diretor Geral**

Dr. Antonio Eduardo Giansante

**Coordenador Geral**

Alexandre Gonçalves da Silva

**Coordenador Técnico**

### **Gestão do Projeto**

Thiago Pinelli

Samir Azem Rachid

Nicolas Rubens da Silva Ferreira

Joyce de Souza Oliveira

### **Equipe Técnica**

Me. Juliana Simião

Me. Roberto Aparecido Garcia Rubio

Me. Gabriel Pinelli Ferraz

Alex de Lima Furtado

Amanda Braga Teixeira Presotto

Amauri Maia Rocha

Álamo Yoshiki

Isabel Maria Aun de Barros Lima Rocha

Karoline Bernini

Leticia Andreucci

Ronald Pedro dos Santos

Thiago Fantus Ribeiro

Gimena Picolo

Hellen Souza

Nanci Aparecida de Almeida - revisor técnico



**INSTITUTO BIOATLÂNTICA (IBIO – AGB Doce)**



Ricardo Alcantara Valory

**Diretor Geral**

Edson de Oliveira Azevedo

**Diretor Técnico**

Fabiano Henrique da Silva Alves

**Coordenador de Programas e Projetos**

Thais Mol Vinhal

**Analista de Programas e Projetos**

**Comitês de Bacia Hidrográfica**

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranga

**Consultor (Contrato n. 10/2014 IBIO AGB Doce)**

Jeanderson Ermelindo Muniz Silva

## LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AGB - Agência de Bacia

ANA - Agência Nacional de Águas

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

ETA - Estação de Tratamento de Água

FESPSP - Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBIO - Instituto BioAtlântica

IBG - Informações Básicas Gerenciais

IBO - Informações Básicas Operacionais

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas

MMA - Ministério de Meio Ambiente

NBR - Norma Brasileira

PARH - Plano de Ação de Recursos Hídricos

PIR - Planos Integrados Regionais

PIRH - Plano Integrado de Recursos Hídricos

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico

PMSJRP - Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto

RCC - Resíduos da Construção Civil

RLU - Resíduos de Limpeza Urbana

RSD - Resíduos Sólidos Domiciliares

RSI - Resíduos Sólidos Industrial

RSS - Resíduos dos Serviços de Saúde

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SAA - Sistema de Abastecimento de Água

SABESP - Companhia de Saneamento Básico de São Paulo

SDU - Sistema de Drenagem Urbana

SES - Sistema de Esgotamento Sanitário

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente

SMRS - Sistema de Manejo dos Resíduos Sólidos

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

UPGRH - Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da População total, urbana e rural conforme Censos Demográficos (Fonte: IBGE, 2014) .....	15
Figura 2 - Taxas de Crescimento Aritmético (Fonte: IBGE, 2014) .....	18
Figura 3 - Taxas de Crescimento Geométrico (Fonte: IBGE, 2014).....	18
Figura 4 - Projeção Populacional do município de São Pedro dos Ferros (Fonte: IBGE, 2014) .....	19
Figura 5 - Abertura da Oficina (Fonte: Acervo do autor, 2014) .....	24
Figura 6 - Validação dos Objetivos e Metas do Plano (Fonte: Acervo do autor, 2014) .....	24

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - EVOLUÇÃO POPULACIONAL (FONTE: IBGE, 2010).....	15
QUADRO 2 - PROJEÇÃO POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DOS FERROS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	19
QUADRO 3 - PROJEÇÃO POPULACIONAL DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	20
QUADRO 4 - PROJEÇÃO POPULACIONAL DO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	21
Quadro 5 – Objetivos e Metas para o sistema de abastecimento de água potável propostos na Oficina 2 .....	25
Quadro 6 – Objetivos e Metas para o sistema de esgotamento sanitário propostos na Oficina 2.....	25
Quadro 7 – Objetivos e Metas para o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos propostos na Oficina 2 .....	25
Quadro 8 – Objetivos e Metas para o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas propostos na Oficina 2.....	26
QUADRO 9 – VAZÕES MÍNIMAS E OUTORGÁVEL PARA OS CURSOS D’ÁGUA ANALISADOS NO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	29
QUADRO 10 – VAZÕES MÍNIMAS E OUTORGÁVEL PARA OS CURSOS D’ÁGUA ANALISADOS NO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014) .....	30
QUADRO 11 – RESERVAS EXPLOTÁVEIS NA UPGRH D01 BACIA DO RIO PIRANGA (FONTE: PLANO DE AÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DA UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DO1 – PARH PIRANGA, 2011) .....	31
QUADRO 12 - PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SAA (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	37
QUADRO 13 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SAA DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014) .....	37
QUADRO 14 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SAA DO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014) .....	38
QUADRO 15 - METAS DO SAA CONSOLIDADAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014) .....	39
QUADRO 16 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SAA DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	42
QUADRO 17 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SAA DA DISTRITO DE ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	45
QUADRO 18 - PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SES (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	50



QUADRO 19 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SES DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	51
QUADRO 20 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SES DO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014) .....	52
QUADRO 21 - METAS DO SES CONSOLIDADAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	52
QUADRO 22 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SES DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)	56
QUADRO 23 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SES DO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	59
QUADRO 24 - CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MUNICÍPIOS MINEIROS (FONTE: ELABORADO A PARTIR DE MMA, 2012) .....	62
QUADRO 25 - PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SMRS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	65
QUADRO 26 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SMRS NO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DOS FERROS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014) .....	66
QUADRO 27 - METAS DO SMRS CONSOLIDADAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014) .....	67
QUADRO 28 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SMRS DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DOS FERROS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014) .....	71
QUADRO 29 – POSTOS FLUVIOMÉTRICOS UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DA VAZÃO MÁXIMA (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014) .....	74
Quadro 30 – Vazão máxima específica por faixa de área de drenagem (elaborado pelo autor, 2014) .....	75
QUADRO 31 - PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SDU (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	77
QUADRO 32 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SDU DO DISTRITO SEDE E NO DISTRITO ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	78
QUADRO 33 - METAS DO SDU CONSOLIDADAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	78
QUADRO 34 - VAZÕES MÁXIMAS PARA AS BACIAS DOS CURSOS D'ÁGUA URBANOS DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DOS FERROS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	79
QUADRO 35 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SDU DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)	81
QUADRO 36 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SDU DO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014).....	83

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	PROJEÇÃO POPULACIONAL.....	14
2.1	SÉRIE HISTÓRICA POPULACIONAL.....	14
2.2	TAXAS DE CRESCIMENTO .....	16
2.2.1	Método Aritmético .....	16
2.2.2	Método Geométrico .....	17
2.3	EVOLUÇÃO POPULACIONAL ADOTADA.....	17
3	OBJETIVOS E METAS.....	22
3.1	CONCEITUAÇÃO .....	22
3.2	OFICINA 2 - OBJETIVOS E METAS DE IMEDIATO, CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO .....	23
4	PROJEÇÃO DAS DEMANDAS DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO .....	27
4.1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL.....	28
4.1.1	Disponibilidade Hídrica .....	28
4.1.2	Parâmetros e Critérios para o Cálculo da Demanda do SAA .....	32
4.1.3	Dados de Entrada Consolidados .....	37
4.1.4	Metas Consolidadas .....	38
4.1.5	Planilha de Projeção de Demandas.....	39
4.2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO .....	46
4.2.1	Parâmetros e Critérios para o Cálculo da Demanda do SES .....	46
4.2.2	Dados de Entrada Consolidados .....	51
4.2.3	Metas Consolidadas .....	52
4.2.4	Planilha de Projeção de Demandas.....	52
4.3	LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	60
4.3.1	Parâmetros e Critérios para o Cálculo da Demanda do SMRS.....	60
4.3.2	Dados de Entrada Consolidados .....	66
4.3.3	Metas Consolidadas .....	66

4.3.4	Planilha de Projeção de Demandas.....	67
4.4	DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS .....	72
4.4.1	Parâmetros e Critérios para o Cálculo da Demanda do SDU .....	72
4.4.2	Dados de Entrada Consolidados .....	77
4.4.3	Metas Consolidadas .....	78
4.4.4	Planilha de Projeção de Demandas.....	78
5	SISTEMAS ALTERNATIVOS DE SANEAMENTO BÁSICO .....	84
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	85
7	APÊNDICE – REGISTRO DA OFICINA .....	87

## 1 INTRODUÇÃO

A partir da promulgação da Lei Federal n. 11.445 de 5 de janeiro de 2007, conhecida como o novo marco regulatório do setor de saneamento no país, todos os municípios em território nacional são convocados a elaborarem seus respectivos planos de saneamento.

Esse instrumento, denominado Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), é exigido no Capítulo II da Lei do Saneamento. Além de conferir a titularidade aos respectivos entes da federação, ou seja, aos municípios, estabelece que os titulares dos serviços públicos de saneamento podem delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desses serviços, sendo o planejamento ação indelegável.

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-lo mediante convênio. É o presente caso, onde o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Piranga (CBH Piranga) está viabilizando sua elaboração por meio de recursos financeiros originários da cobrança por outorga na Bacia do Rio Doce.

Nesse contexto, o presente trabalho, denominado Objetivos e Metas, refere-se ao Produto 4 da elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico de São Pedro dos Ferros. Aqui será retratada a projeção populacional do município, os objetivos e as metas para a universalização dos serviços de saneamento básico e os cálculos das demandas ao longo do horizonte de planejamento para os quatro componentes, ou seja, abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Na seção Projeção Populacional, será abordado o contexto histórico de expansão urbana no Brasil, a série histórica populacional de São Pedro dos Ferros, baseando-se nas atualizações censitárias do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), e a definição das taxas de crescimento para projeção populacional.

Na seção 3, serão apresentados os objetivos e as metas a serem atingidos ao longo do horizonte de planejamento. Esses objetivos nortearão a elaboração das propostas de programas, projetos e ações do PMSB, e foram estabelecidos pelos representantes do município no encontro de mobilização social, denominado Oficina 2 - Objetivos e Metas de Imediato, Curto, Médio e Longo Prazo. Na oficina, foi possível capturar a percepção social sobre o prognóstico do saneamento municipal por meio de atividades dinâmicas e participativas, legitimando os objetivos e as metas propostos pelo PMSB.



Depois de definidos a estimativa de crescimento populacional e os objetivos e as metas, na seção 4, serão calculadas as demandas para universalização de cada um dos componentes. Nessa etapa, é possível identificar eventuais déficits num horizonte de 20 anos, assim como prever proposições necessárias para universalizar o acesso às adequadas condições de saneamento no âmbito municipal.

## 2 PROJEÇÃO POPULACIONAL

A demanda pelos serviços de saneamento básico é calculada em função do crescimento populacional. Nesse sentido, a presente seção apresenta a projeção populacional para o município de São Pedro dos Ferros, considerando o horizonte de planejamento de 20 anos.

A projeção populacional tem como objetivo determinar a população a atender com os serviços de saneamento no horizonte de planejamento. Embora seja um exercício sobre o futuro, influenciado por inúmeras variáveis - políticas, econômicas, sociais, recursos naturais disponíveis etc -, a projeção populacional do município foi realizada de forma consistente a partir de hipóteses embasadas.

### 2.1 SÉRIE HISTÓRICA POPULACIONAL

A expansão urbana no Brasil durante o período entre as décadas 1940 e 1970 foi muito intensa, quando rapidamente o país deixou de ser rural e se tornou urbano. Mas as áreas urbanas não estavam preparadas para receber um enorme contingente populacional. Há de se considerar que a política de incentivo do governo federal à organização do espaço urbano, e fundamentalmente a alteração da dinâmica de organização do espaço rural frente ao desenvolvimento industrial, resultou na alteração significativa da ocupação da terra (MARDERGAN, 2013).

No período entre 1970 e 1980, cerca de 20% da população brasileira mudou de seu município de origem. Um contingente bastante significativo passou a morar em áreas urbanas, principalmente depois dos anos 60, estimando-se que cerca de 30 milhões de pessoas deixaram a área rural em direção às áreas urbanas entre 1960 e 1980 (ANTICO, 1997).

Em função dessa nova fórmula de mobilidade espacial e do desenvolvimento urbano e industrial, as ocupações foram acontecendo desprovidas de planejamento setorial e zonas de expansão, ganhando um padrão de urbanização disperso e fragmentado (OJIMA, 2007). Aconteceram ocupações, muitas vezes, em áreas impróprias e em proximidades de rodovias, cursos d'água, áreas sujeitas a deslizamentos etc, que se sucederam de maneira descuidada quanto à forma de ocupação urbana, mesmo já existindo a Lei n. 6766/76. Pouco se fiscalizou para evitar a ocupação irregular de áreas institucionais ou preservadas, de forma que margens de rios, entre outros locais, foram habitadas sem qualquer infraestrutura.

São Pedro dos Ferros enquadra-se nesse contexto, onde a população rural vem imigrando para a área urbana. De acordo com os dados do Censo Demográfico de 2010, a população total de São Pedro dos Ferros é de 8.356 habitantes, sendo 6.783 residentes na área urbana e 1.573 na área rural, ou seja,

81,18% na área urbana e 18,82% na área rural. No Quadro 1, será apresentada a evolução populacional do município (ilustrada na Figura 1), tomando-se como base os censos do IBGE nas últimas décadas.

Ano	População Total (habitantes)	População Urbana (habitantes)	População Rural (habitantes)
1970	13.958	5.034	8.924
1980	11.473	5.589	5.884
1991	10.273	6.733	3.540
2000	9.239	7.036	2.203
2010	8.356	6.783	1.573

QUADRO 1 - EVOLUÇÃO POPULACIONAL (FONTE: IBGE, 2010)

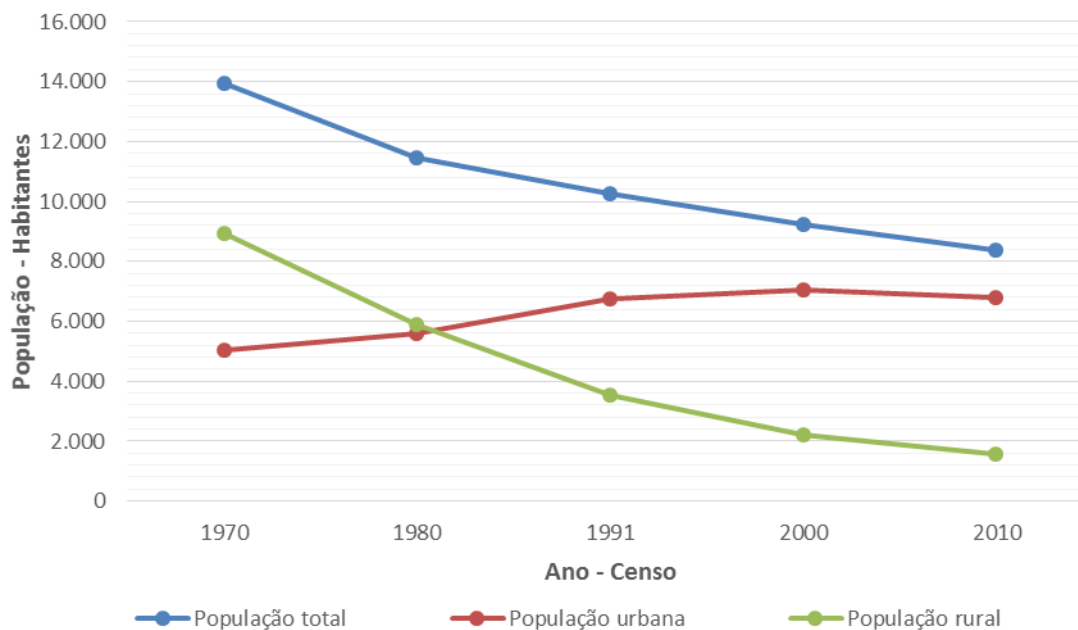


FIGURA 1 - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO TOTAL, URBANA E RURAL CONFORME CENSOS DEMOGRÁFICOS (FONTE: IBGE, 2014)

Analisando a Figura 1, observa-se que a população urbana apresentou um ritmo de crescimento mais acentuado nas duas primeiras décadas, tendo superado a população rural em 1980. Os dados indicam a ocorrência de imigração interna da área rural para a área urbana, possivelmente pela busca por melhores condições em termos de rendimento e oportunidade de emprego. No intervalo entre 1970 a 2010, a população urbana aumentou, entretanto, a população total do município diminuiu.



## 2.2 TAXAS DE CRESCIMENTO

As taxas de crescimento são percentuais de incremento médio anual da população, calculadas em função dos registros censitários. Além de definirem a população ao longo do horizonte de planejamento, as taxas de crescimento indicam o ritmo de expansão populacional.

A população fixa pode ser projetada com base nos últimos Censos Demográficos do município, planos diretores, métodos gráficos e métodos matemáticos, tais como: método aritmético e método geométrico.

Como não existem estudos de projeção populacional desenvolvidos no município, optou-se por determinar a taxa de crescimento a partir da análise dos dados censitários, com o emprego dos métodos aritmético e geométrico.

### 2.2.1 Método Aritmético

No método aritmético, pressupõe-se que o crescimento de uma população faz-se aritmeticamente, sendo muito semelhante a uma linha reta, seguindo uma taxa de crescimento constante. Em geral, acontece nos menores municípios onde o crescimento é meramente vegetativo, conforme a seguinte fórmula:

$$P = P_0 + r. (t - t_0)$$

Onde:

$P_0$  = População inicial (último censo conhecido);

$t_0$  = Ano do último censo;

$P$  = População final ou a do ano necessário;

$t$  = Ano necessário (horizonte do plano);

$r$  = taxa de crescimento linear (calculada pelos censos).

As taxas futuras de crescimento, via método aritmético, são assim determinadas:

$$r = \frac{P - P_0}{t - t_0}$$





### 2.2.2 Método Geométrico

O método geométrico pode ser empregado, na maior parte dos casos, quando o município está em fase de crescimento acelerado, geralmente acompanhando a curva exponencial, conforme a fórmula abaixo:

$$P = P_0 \cdot q$$

Onde:

$q$  = Taxa de crescimento geométrico;

$P_0$  = População inicial (último censo conhecido);

$t_0$  = Ano do último censo;

$P$  = População final ou a do ano necessário;

$t$  = Ano necessário (horizonte do plano).

As taxas futuras de crescimento geométrico são assim determinadas:

$$q = \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{1}{(t-t_0)}}$$

## 2.3 EVOLUÇÃO POPULACIONAL ADOTADA

Com os dados dos censos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, são calculadas as taxas geométricas e aritméticas de crescimento populacional para a população total urbana e rural do município.

Embora seja um exercício em relação ao futuro, é fundamental efetuar a projeção populacional de forma consistente a partir de hipóteses embasadas, uma vez que as dimensões das unidades dos sistemas de saneamento e respectivos equipamentos dependem diretamente da população a atender.

Utilizando os modelos de projeção populacional aritmético e geométrico, foram calculadas as taxas de crescimento, tendo como dados de entrada as populações total, urbana e rural, dos registros censitários. Nas Figuras 2 e 3, será possível observar o comportamento e a variação das taxas de crescimento do município de São Pedro dos Ferros.

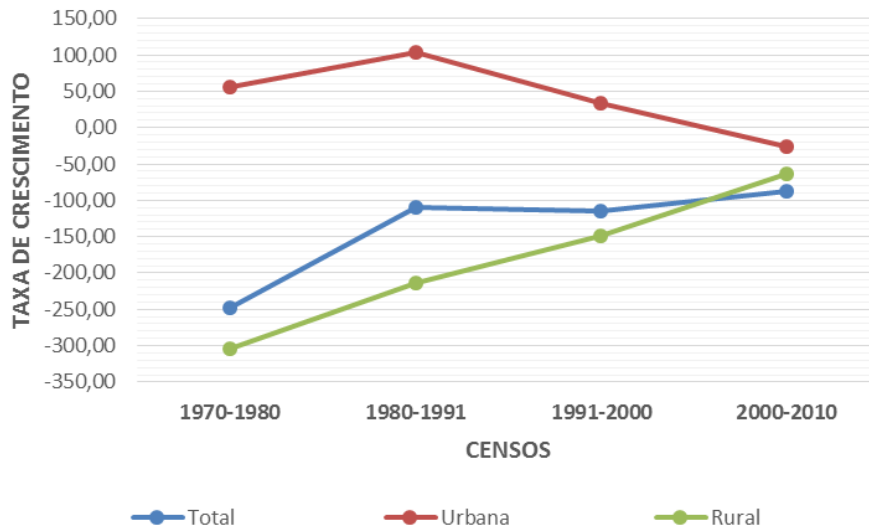


FIGURA 2 - TAXAS DE CRESCIMENTO ARITMÉTICO (FONTE: IBGE, 2014)

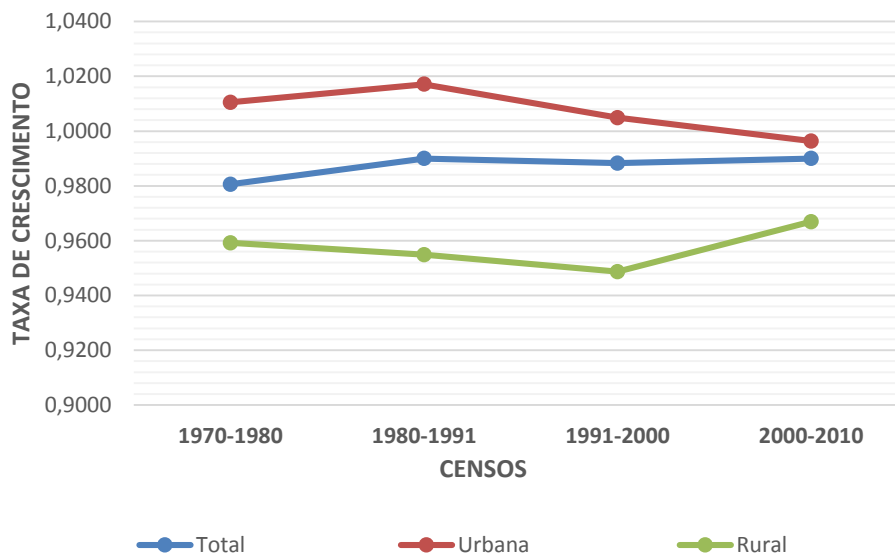


FIGURA 3 - TAXAS DE CRESCIMENTO GEOMÉTRICO (FONTE: IBGE, 2014)

Observando a Figura 2, constata-se que o gráfico de crescimento aritmético não apresenta um comportamento semelhante a uma linha reta, ou seja, o método aritmético não mostra ajuste para o município de São Pedro dos Ferros.

Portanto, adotou-se para a projeção da população o método de crescimento geométrico, com taxa de crescimento de 1,0% a.a. para a população urbana e -0,14% a.a. para a população rural, seguindo a tendência observada nos registros censitários do município de São Pedro dos Ferros e a transição da fecundidade e o padrão reprodutivo no Brasil.

O resultado da projeção populacional do município de São Pedro dos Ferros será apresentado na Figura 4 e no Quadro 2.

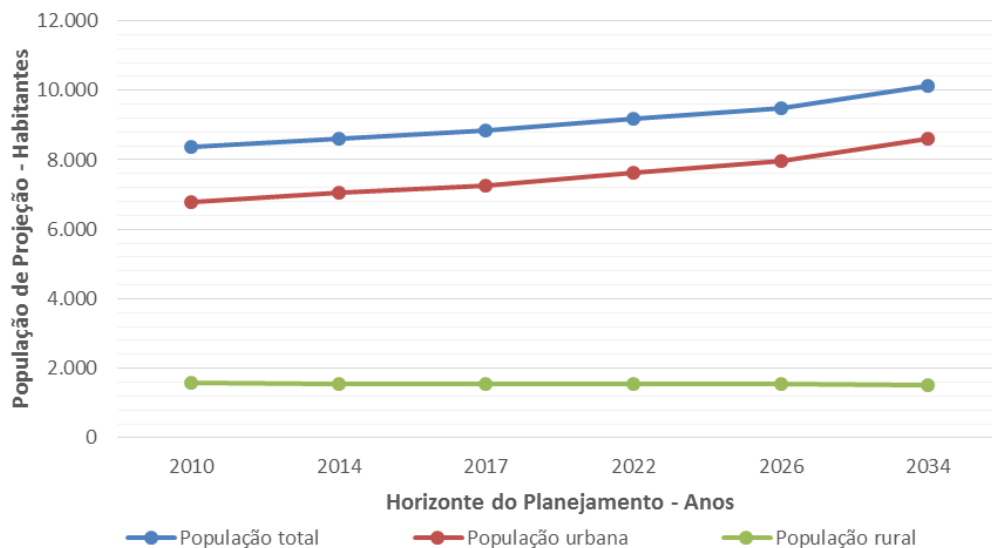


FIGURA 4 - PROJEÇÃO POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DOS FERROS (FONTE: IBGE, 2014)

Ano	População total	População urbana	População rural
2013	8.555	6.989	1.566
2014	8.623	7.058	1.564
2015	8.691	7.129	1.562
2016	8.760	7.200	1.560
2017	8.830	7.272	1.558
2018	8.900	7.345	1.555
2019	8.972	7.418	1.553
2020	9.044	7.493	1.551
2021	9.117	7.568	1.549
2022	9.190	7.643	1.547
2023	9.264	7.720	1.545
2024	9.339	7.797	1.542
2025	9.415	7.875	1.540
2026	9.492	7.954	1.538
2027	9.569	8.033	1.536
2028	9.647	8.113	1.534
2029	9.726	8.195	1.532
2030	9.806	8.277	1.530
2031	9.887	8.359	1.527
2032	9.968	8.443	1.525
2033	10.050	8.527	1.523
2034	10.134	8.613	1.521

QUADRO 2 - PROJEÇÃO POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DOS FERROS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

Destaca-se que a projeção populacional foi determinada para todas as localidades do município atendidas pelos serviços públicos de saneamento básico, a saber: distrito sede e o distrito de Águas Férreas. A projeção populacional do distrito foi realizada a partir da análise dos dados dos setores censitários publicados pelo IBGE.

Considerando o horizonte de planejamento de 20 anos, serão apresentados a seguir os quadros de crescimento populacional dos distritos.

<b>Ano</b>	<b>População total</b>	<b>População urbana</b>	<b>População rural</b>
2013	7.294	5.952	1.342
2014	7.352	6.012	1.340
2015	7.410	6.072	1.339
2016	7.469	6.132	1.337
2017	7.529	6.194	1.335
2018	7.589	6.256	1.333
2019	7.649	6.318	1.331
2020	7.711	6.381	1.329
2021	7.773	6.445	1.327
2022	7.835	6.510	1.326
2023	7.898	6.575	1.324
2024	7.962	6.641	1.322
2025	8.027	6.707	1.320
2026	8.092	6.774	1.318
2027	8.158	6.842	1.316
2028	8.225	6.910	1.314
2029	8.292	6.979	1.313
2030	8.360	7.049	1.311
2031	8.428	7.120	1.309
2032	8.498	7.191	1.307
2033	8.568	7.263	1.305
2034	8.639	7.335	1.303

QUADRO 3 - PROJEÇÃO POPULACIONAL DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)



Ano	População total	População urbana	População rural
2013	1.261	1.036	224
2014	1.271	1.047	224
2015	1.281	1.057	223
2016	1.291	1.068	223
2017	1.301	1.079	223
2018	1.312	1.089	222
2019	1.322	1.100	222
2020	1.333	1.111	222
2021	1.344	1.122	222
2022	1.355	1.134	221
2023	1.366	1.145	221
2024	1.377	1.156	221
2025	1.388	1.168	220
2026	1.400	1.180	220
2027	1.411	1.191	220
2028	1.423	1.203	219
2029	1.434	1.215	219
2030	1.446	1.228	219
2031	1.458	1.240	218
2032	1.470	1.252	218
2033	1.483	1.265	218
2034	1.495	1.277	218

QUADRO 4 - PROJEÇÃO POPULACIONAL DO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRRÉAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

### 3 OBJETIVOS E METAS

Os objetivos e as metas nortearão a projeção das demandas e a elaboração das propostas de programas, projetos e ações do PMSB. Durante o encontro de mobilização social, denominado Oficina 2 - Objetivos e Metas de Imediato, Curto, Médio e Longo Prazo, foram discutidos os objetivos e as metas do PMSB de São Pedro dos Ferros junto com os representantes do município.

Na oficina, foi possível capturar a percepção social sobre o prognóstico do saneamento municipal a partir de atividades dinâmicas e participativas, legitimando os objetivos e as metas propostos. Os resultados da Oficina serão apresentados a seguir, mas para a melhor compreensão dos termos utilizados nos planos de saneamento, será apresentado anteriormente um item com a conceituação dos seguintes termos: princípio, diretriz, objetivo, meta e ação.

#### 3.1 CONCEITUAÇÃO

De maneira simples, o planejamento é uma forma sistemática de determinar o estágio em que se está, aonde se deseja chegar e qual o melhor caminho para se chegar lá. Embora recente historicamente como forma estruturada e metodologicamente definida, o planejamento é um meio eficaz de alcançar objetivos, por meio de metas e ações, consolidados em projetos e programas. Indubitavelmente, o “planejar” também chegou ao setor de saneamento, amparado legalmente no Brasil pela Lei n. 11.445/07.

Apesar de o planejamento ser compreensível e assimilável pela linguagem coloquial, carece de definições conceituais estritas para que seus significados não sejam confundidos. Trata-se de um assunto importante, porque a falta de saneamento, sempre entendido pelos seus quatro componentes (água, esgoto, resíduos e drenagem urbana), é a principal causa de degradação ambiental e de origem de doenças de veiculação hídrica.

As definições aqui propostas são as seguintes:

- **Princípio:** causa básica, aquilo de que decorrem todas as outras proposições. Em geral, é um direito básico, expresso na constituição, como, por exemplo, o direito humano a um ambiente saudável;
- **Diretriz:** conjunto articulado de instruções ou linha que dirige. É definida por meio de políticas públicas, como a Lei n. 11.445/07, que constitui em si uma diretriz, porque almeja levar o setor de saneamento de uma situação de déficit a uma universalização da prestação dos



serviços, utilizando um instrumento, como o PMSB que define uma trajetória até alcançar o alvo;

- **Objetivo:** é um ponto concreto que se quer atingir, como a universalização dos serviços de esgotamento sanitário. É o alvo. Em geral, vem de uma diretriz mais ampla, como a implantação do serviço e da infraestrutura de coleta e tratamento de esgotos sanitários, proporcionando um ambiente saudável e sustentável. O PMSB compreende vários objetivos articulados para cada um dos componentes;
- **Meta:** detalha e especifica como se pretende alcançar o objetivo, em termos temporais e quantitativos. A meta é específica, exequível e relevante, bem como mensurável, e tem um prazo definido, como, por exemplo, a implantação de 50% do tratamento de esgotos até 2017;
- **Ação:** especifica e detalha o que será feito para se alcançar a meta pretendida, como, por exemplo, a operadora elaborar o projeto de esgotamento sanitário até 2015 e iniciar a obra em 2016. Assim, detalha o que será executado, especificando como, quando e qual é o responsável pela execução.

### 3.2 OFICINA 2 - OBJETIVOS E METAS DE IMEDIATO, CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO

A Oficina 2 - Objetivos e Metas de Imediato, Curto, Médio e Longo prazo - foi o momento em que os delegados eleitos na Oficina 1 - Diagnóstico Técnico-Participativo, em conjunto com os integrantes do Comitê de Coordenação e Comitê Executivo, definiram os objetivos e as metas do saneamento básico do município São Pedro dos Ferros, a fim de atingir a universalização dos serviços ao longo do horizonte do plano de saneamento.

A participação da sociedade nesse processo foi de relevância, já que o PMSB deve ser elaborado num horizonte de planejamento de 20 anos, avaliado anualmente e revisado a cada 4 anos.

#### A. Preparação da Oficina

A oficina foi realizada na Estação ferroviária do município de São Pedro dos Ferros - MG, iniciou-se às 19h10min, do dia 24 de julho de 2014, contou com a presença de 19 participantes, dentre eles, membros dos Comitês Executivo e de Coordenação e delegados eleitos na oficina 1 – Diagnóstico Técnico Participativo.

## B. Realização da Oficina

Depois de montados os equipamentos audiovisuais e iniciadas as ata de reunião e lista de presença, a oficina iniciou-se com a apresentação dos conceitos de objetivos e metas. Na apresentação, foram utilizados exemplos didáticos e linguagem acessível, favorecendo a participação e interação de todos os participantes (Figura 5).

Os conceitos apresentados serviram de suporte para que os participantes da oficina pudessem analisar e validar os objetivos e as metas propostos pela consultora (Quadros 5, 6, 7 e 8). Avaliando o diagnóstico e o prognóstico do município, os envolvidos no encontro comunitário puderam interagir com a atual situação do saneamento, e determinar aonde se deseja chegar num horizonte de 20 anos (Figura 6).



FIGURA 5 - ABERTURA DA OFICINA (FONTE: ACERVO DO AUTOR, 2014)



FIGURA 6 - VALIDAÇÃO DOS OBJETIVOS E METAS DO PLANO (FONTE: ACERVO DO AUTOR, 2014)





	Objetivos	Diagnóstico	Metas			
			Imediato (hoje - 2017)	Curto (2018 - 2022)	Médio (2023 - 2026)	Longo (2027 - 2034)
Distrito Sede COPASA	Universalizar o atendimento de água (%)	97	97	99	100	100
	Reduzir o índice de perdas (%)	26	26	24	22	20
	Garantir o consumo sustentável (l/hab.dia)	99	99	99	99	99
Distrito Águas Férreas Prefeitura Municipal	Universalizar o atendimento de água (%)	ND	100	100	100	100
	Reduzir o índice de perdas (%)	ND	20	20	20	20
	Garantir o consumo sustentável (l/hab.dia)	> 400	120	120	120	120

**QUADRO 5 – OBJETIVOS E METAS PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL PROPOSTOS NA OFICINA 2**

	Objetivos	Diagnóstico	Metas			
			Imediato (hoje - 2017)	Curto (2018 - 2022)	Médio (2023 - 2026)	Longo (2027 - 2034)
Distrito Sede Prefeitura Municipal	Universalizar o esgotamento sanitário (%)	0	5	40	80	100
	Garantir a eficiência de tratamento (%)	0	0	85-95	85-95	85 - 90
Distrito Águas Férreas Prefeitura Municipal	Universalizar o esgotamento sanitário (%)	0	5	40	80	100
	Garantir a eficiência de tratamento (%)	0	0	85-95	85-95	85 - 90

**QUADRO 6 – OBJETIVOS E METAS PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO PROPOSTOS NA OFICINA 2**

	Objetivos	Diagnóstico	Metas			
			Imediato (hoje - 2017)	Curto (2018 - 2022)	Médio (2023 - 2026)	Longo (2027 - 2034)
Município	Universalizar a coleta de resíduos domiciliares (%)	100	100	100	100	100
	Reduzir a geração per capita de resíduos sólidos (kg/hab.dia)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Aumentar o índice de reciclagem dos resíduos secos (%)	0	20	30	30-50	30 - 50
	Destinar adequadamente os resíduos sólidos produzidos (%)	inadequada	adequada	adequada	adequada	adequada

**QUADRO 7 – OBJETIVOS E METAS PARA O SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROPOSTOS NA OFICINA 2**



	Objetivos	Diagnóstico	Metas			
			Imediato (hoje - 2017)	Curto (2018 - 2022)	Médio (2023 - 2026)	Longo (2027 - 2034)
<b>Distrito Sede</b>	Cadastrar a rede de águas pluviais (%)	0	10	30	70	100
Prefeitura Municipal	Universalizar a drenagem de águas pluviais (%)	0	10	30	70	100
<b>Distrito Águas Férreas</b>	Cadastrar a rede de águas pluviais (%)	0	10	30	70	100
Prefeitura Municipal	Universalizar a drenagem de águas pluviais (%)	0	10	30	70	100

QUADRO 8 – OBJETIVOS E METAS PARA O SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS PROPOSTOS NA OFICINA 2

O resultado da discussão foi a consolidação dos objetivos e das metas para o saneamento básico do município São Pedro dos Ferros, que se encontra no APÊNDICE deste produto. O encerramento da oficina procedeu-se às 16h, com assinatura dos participantes e recolhimento dos quadros de prognóstico validados pelos participantes.

### C. Conclusão

Dentre os resultados da oficina, destacam-se a definição dos objetivos e das metas de imediato, curto, médio e longo prazo para universalização dos serviços de saneamento básico, a avaliação do cenário consolidado sobre o diagnóstico técnico-participativo, além da definição da visão de futuro do município.

## 4 PROJEÇÃO DAS DEMANDAS DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

O conhecimento das estruturas de saneamento existentes é imprescindível para avaliar adequadamente a demanda atual e futura, com vistas à proposição dos programas, dos projetos e das ações para o alcance dos objetivos e das metas do PMSB.

As informações coletadas na etapa de levantamento de dados de campo e na elaboração do diagnóstico subsidiaram o cálculo da demanda. Deve-se notar, entretanto, que se constatou a inexistência de cadastro e de informações detalhadas dos sistemas de saneamento, principalmente no caso dos distritos situação esta comum a muitos municípios brasileiros.

Sendo assim, os dados coletados *in loco* foram complementados com informações disponibilizadas durante a Oficina pelos Delegados e pelas informações secundárias obtidas no Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) e no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), responsável pela operação dos serviços de abastecimento de água, também disponibilizou as planilhas com as Informações Básicas Operacionais (IBO) e as Informações Básicas Gerenciais (IBG) do ano de 2013. Todos os dados disponíveis passaram por análise de validação prévia antes do cálculo das demandas atuais e futuras.

Quando os dados disponíveis ainda não eram suficientes para o cálculo, foram adotados valores médios de referência regional ou nacional, sempre levando em conta as características locais dos distritos.

A projeção das demandas considerou o horizonte de 20 anos, que foi dividido em prazos imediato (2014 a 2017), curto (2018 a 2022), médio (2023 a 2026) e longo (2027 a 2034). Adotou-se o ano de 2013 como ano-base para o início dos cálculos, considerando uma série completa anual de dados. Nessa etapa, confronta-se a capacidade das estruturas de saneamento existentes no município com as necessidades em função do número de habitantes a atender ao longo do horizonte do plano, chegando-se aos déficits em saneamento básico. Com os déficits identificados, é possível prever as consequentes necessidades de incrementos e propor alternativas para solucionar as deficiências nos sistemas de saneamento. As proposições e os investimentos previstos para a universalização serão apresentados nos produtos posteriores.

## 4.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

As demandas do serviço de abastecimento de água potável são calculadas tendo como diretriz o fornecimento de água em quantidade, qualidade e regularidade para a população do município, a partir do uso sustentável dos recursos hídricos.

No cálculo, determinam-se as vazões necessárias nas etapas de captação, tratamento, reservação e distribuição, além da estimativa das necessidades em termos de extensão de rede de água, hidrômetros e ligações prediais. Para essas determinações, serão utilizados parâmetros e critérios técnicos descritos a seguir.

### 4.1.1 Disponibilidade Hídrica

Para a gestão adequada dos recursos hídricos, visando fundamentalmente a propiciar a utilização racional das águas disponíveis, reduzir os conflitos advindos do seu uso múltiplo e subsidiar o planejamento de políticas públicas, é fundamental conhecer as disponibilidades hídricas do município.

Nos tópicos a seguir serão apresentadas análises de disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas.

#### A. Águas Superficiais

A bacia hidrográfica do rio Doce é uma área geograficamente definida, limitada pelas serra Negra e serra de Aimorés, ao norte; serra do Espinhaço, a oeste; serra da Mantiqueira, ao sul; serra do Caparaó, no limite sudeste. Tem o equivalente a 83.400 km<sup>2</sup>, compreendendo ambientes onde se desenvolvem diferentes atividades econômicas e sociais, abrangendo 228 municípios e uma população da ordem de 3,1 milhões de habitantes.

Conforme as subdivisões da bacia do Rio Doce, a Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Piranga (UPGRH Piranga – D01) tem uma extensão de 17.571,37 km<sup>2</sup>, sendo de grande representatividade na bacia do rio Doce em termos de área. É composta pelas bacias hidrográficas do rio Piranga, do rio do Carmo, do Rio Casca, do rio Matipó e por uma área incremental, que inclui outros córregos de contribuição hídrica menos representativos.

A bacia do rio Piranga, à qual está inserido o município de São Pedro dos Ferros, conta com uma área de drenagem de 6.606,57 km<sup>2</sup>. O rio Piranga nasce no município de Ressaquinha e se desenvolve por cerca de 470 km até se encontrar com o ribeirão do Carmo e formar o rio Doce. Tem como principais afluentes os rios São Bernardo, Xopotó, Turvo Limpo e Oratórios.

Para avaliar a disponibilidade hídrica dos cursos d'água na área de abrangência do município foi realizada uma análise a partir de sistema de informação geográfica (SIG) e consulta aos dados dos estudos realizados nos Planos de Bacias.

A análise realizada nesse PMSB indica possíveis mananciais que poderiam ser utilizados para abastecimento público e sua disponibilidade hídrica. Considerou-se na avaliação as vazões mínimas de referência: vazão de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de recorrência ( $Q_{7,10}$ ) e vazão com 95% de permanência no tempo ( $Q_{95}$ ). Com base nas informações disponíveis no PARH Piranga (2010), a bacia do rio Matipó tem as seguintes vazões específicas:

- Vazão mínima específica ( $q_{7,10}$ ) = 2,80 L/s.km<sup>2</sup>
- Vazão mínima específica ( $q_{95}$ ) = 4,57 L/s.km<sup>2</sup>

A estimativa da disponibilidade hídrica superficial foi realizada a partir da área de drenagem dos cursos d'água analisados, delimitada a partir de software SIG; da vazão mínima específica da bacia do rio Matipó; e da vazão outorgável no Estado de Minas Gerais, equivalente a 30% da  $Q_{7,10}$ . O resultado da análise para os cursos d'água nas proximidades da sede de São Pedro dos Ferros será apresentado no Quadro 9.

Corpos Hídricos	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	$Q_{95\%}$ (L/s)	$Q_{7,10}$ (L/s)	Vazão outorgável (L/s)
Bacia na confluência do córrego Volta Grande com o córrego Vista Alegre	16,21	74,08	45,39	13,62
Bacia do córrego Vista Alegre	4,15	18,97	11,62	3,49
Bacia na confluência do córrego Volta Grande com o córrego Encruzilhada	2,58	11,79	7,22	2,17
Bacia do córrego Santa Rita	2,69	12,29	7,53	2,26

QUADRO 9 – VAZÕES MÍNIMAS E OUTORGÁVEL PARA OS CURSOS D'ÁGUA ANALISADOS NO DISTRITO SEDE (FONTE:

ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

Atualmente, a água para abastecimento público da sede de São Pedro dos Ferros é captada no córrego Boa Vista/Volta Grande. Estima-se que a demanda de abastecimento de água do município no final do horizonte de planejamento seja da ordem de 20 L/s, bem acima da vazão outorgável, ou seja, caso

haja necessidade de ampliação da vazão captada, o manancial não apresenta disponibilidade hídrica, havendo risco de comprometer o abastecimento de água do município.

Os outros cursos d'água analisados apresentam, assim como o córrego Boa Vista/Volta Grande, uma vazão disponível mais modesta, não sendo indicados como alternativa para o abastecimento. Portanto, conclui-se que os mananciais superficiais próximos à mancha urbana da sede de São Pedro dos Ferros não têm vazão suficiente para atender à demanda ao longo do horizonte de planejamento, favorecendo a utilização de mananciais subterrâneos.

Assim como para a sede de São Pedro dos Ferros, foram calculadas as vazões para o curso d'água de maior interesse para a área urbana do distrito de Águas Férreas, conforme apresentado no quadro a seguir:

Corpos Hídricos	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Q <sub>95%</sub> (L/s)	Q <sub>7,10</sub> (L/s)	Vazão outorgável (L/s)
Bacia na confluência do córrego sem denominação com o córrego sem denominação (afluente do rio Casca)	2,80	12,80	7,84	2,35
Bacia do córrego Sangrado da Lagoa Dourada	5,10	23,31	14,28	4,28

QUADRO 10 – VAZÕES MÍNIMAS E OUTORGÁVEL PARA OS CURSOS D'ÁGUA ANALISADOS NO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRREAS

(FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

Estima-se que a vazão necessária para atender à demanda de abastecimento de água do distrito de Águas Férreas no final do horizonte de planejamento seja da ordem de 3 L/s. Fica evidente que a bacia na confluência do córrego sem denominação com o córrego sem denominação (afluente do rio Casca), atual manancial de abastecimento, apresenta uma vazão disponível mais modesta, ou seja, caso haja necessidade de ampliação da vazão captada o manancial não apresenta disponibilidade hídrica, havendo risco de comprometer o abastecimento de água no distrito.

O outro curso de água analisado, bacia do córrego Sangrado da Lagoa Dourada, é uma alternativa passível de utilização, uma vez que a vazão outorgável é superior à vazão necessária para atender a toda a população no final do horizonte do plano.

## B. Águas Subterrâneas

A estimativa de disponibilidade hídrica subterrânea tem por finalidade estabelecer uma ferramenta para o planejamento, na determinação de alternativas coerentes de aproveitamento das águas subterrâneas por meio de sistemas de captação mais adequados às condições de ocorrência hidrogeológica e aos volumes exploráveis, sem risco de exaustão ou dano ao sistema aquífero.

O Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce – PIRH Doce (2010) estimou os valores dos recursos exploráveis, com base nas reservas reguladoras no âmbito de cada uma das unidades de análise da bacia do rio Doce. Com relação à Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos do Piranga (UPGRH – DO1), o plano retrata a situação da disponibilidade hídrica subterrânea e indica possibilidades de aproveitamento consideráveis, notadamente para abastecimento público e individual (Quadro 11).

Aquífero	Área (km <sup>2</sup> )	Reserva Reguladora Total (m <sup>3</sup> /ano)	Reservas Reguladoras (m <sup>3</sup> /ano)	Recursos Exploráveis (m <sup>3</sup> /ano)
Granular	703	3,01 x 10 <sup>9</sup>	122 x 10 <sup>6</sup>	36,5 x 10 <sup>6</sup>
Fissurado	16.868		2.890 x 10 <sup>6</sup>	866 x 10 <sup>6</sup>

QUADRO 11 – RESERVAS EXPLORÁVEIS NA UPGRH DO1 BACIA DO RIO PIRANGA (FONTE: PLANO DE AÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DA UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DO1 – PARH PIRANGA, 2011)

Conforme descrição do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2008), no município de São Pedro dos Ferros, estão presentes os domínios hidrogeológicos Formações Cenozóicas, Cristalino e Vulcânicas.

As Formações Cenozóicas são definidas por reunir as rochas sedimentares de natureza e espessuras diversas e recobrir as rochas mais antigas. No geral, é prevista uma favorabilidade hidrogeológica baixa. Ao longo de rios de primeira ordem, existem locais onde podem adquirir grande dimensão, onde se espera uma favorabilidade hidrogeológica média a alta. As águas são predominantemente de boa qualidade química.

No domínio hidrogeológico Cristalino, são reunidos basicamente granitóides, gnaisses, migmatitos, básicas e ultrabásicas, que constituem o denominado aquífero fissural. Devido à quase inexistência de porosidade primária, a ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz por reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Dentro desse contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas, e existe uma tendência de que esse domínio seja o que apresente menor possibilidade ao acúmulo de água subterrânea dentre todos relacionados aos aquíferos fissurais.

Outro domínio hidrogeológico presente em São Pedro dos Ferros é denominado Vulcânicas, sendo constituído por rochas vulcânicas e metavulcânicas de baixo grau, de natureza básica a ácida. Esse domínio apresenta comportamento tipicamente fissural, ou seja, porosidade secundária de fendas e fraturas, sendo que algumas delas apresentam uma porosidade primária relacionada a estruturas vesiculares. Dessa forma, espera-se uma maior favorabilidade ao acúmulo de água subterrânea do que em aquíferos fissurais do tipo Cristalino ou Metassedimentos/Metavulcânicas, por exemplo.

Além desses fatores, a potencialidade de contaminação da água subterrânea é um importante indicador, pois determina a susceptibilidade de contaminação da água subterrânea por substâncias tóxicas com base nas características litológicas, falhas geológicas, profundidade modal do aquífero e condutividade elétrica da água subterrânea.

Conforme verificado no sistema de informações geográficas disponibilizado pelo SISEMA – Sistema Estadual de Meio Ambiente (GEO - Sisemanet, 2014), a potencialidade de contaminação da água subterrânea no estado de Minas Gerais é representada por cinco níveis de classificação, sendo eles em ordem crescente: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. Dessa forma, o município de São Pedro dos Ferros tem baixa potencialidade de contaminação na maior parte de seu território, apresentando média potencialidade apenas na região centro-norte.

É possível observar uma baixa favorabilidade hídrica entre os domínios hidrogeológicos onde se situa o município, porém a água proveniente de mananciais subterrâneos ainda é alternativa considerável, principalmente quando se leva em consideração o porte do município.

#### 4.1.2 Parâmetros e Critérios para o Cálculo da Demanda do SAA

Os parâmetros e critérios utilizados para o planejamento dos serviços de abastecimento de água são aqueles comumente empregados nos projetos de saneamento básico.

##### A. Área da Mancha Urbana ou Área Seleccionada

Corresponde à área atualmente ocupada pela população urbana. A área da mancha urbana é obtida por meio da análise das imagens de satélite e do uso do software SIG.





## B. Índice de Atendimento, Índice de Perdas e Quota Consumida

O índice de atendimento é a porcentagem da população beneficiada com o serviço de abastecimento de água. Para a projeção das demandas, foram consideradas as metas de universalização do abastecimento de água potável previstas em Oficina.

Da mesma forma, os valores definidos na Oficina referentes à redução de perdas e ao consumo sustentável serão utilizados na projeção do índice de perdas e da quota consumida respectivamente.

## 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 etc. Dentre as diversas variações no consumo, as mais importantes para o dimensionamento e a operação dos sistemas de abastecimento de água são as variações diárias e horárias. Pela falta de série histórica de dados, a ABNT recomenda a adoção dos seguintes valores:

k1= coeficiente do dia de maior consumo = 1,20;

k2= coeficiente da hora de maior consumo = 1,50.

## D. Vazões de Operação

O estudo de demandas tem por objeto determinar as vazões de dimensionamento das unidades de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA), que geralmente se constitui pelos seguintes componentes: captação de água bruta, estação elevatória (casa de bombas), adução, estação de tratamento de água, reservação (reservatórios) e distribuição de água potável (adutoras e rede).

As expressões usadas no cálculo das vazões para os diversos componentes do SAA serão apresentadas a seguir:

- Vazão média de água

$$Q_m = \frac{P \times q_{pc}}{86400}$$

Onde:

$Q_m$  = vazão média [L/s]

$q_{pc}$  = quota per capita [L/hab.dia]



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

A quota *per capita* é a quantidade de água produzida para atender às necessidades diárias de cada habitante, dependendo dos hábitos da população, da disponibilidade hídrica etc. É calculada em função da vazão produzida e da população atendida pelo serviço de abastecimento de água no município.

- Vazão média do dia de maior consumo

$$Q_{md} = Q_m \times k_1$$

Onde:

$Q_{md}$  = vazão média do dia de maior consumo [L/s]

$Q_m$  = vazão média [L/s]

$k_1$  = coeficiente do dia de maior consumo [adimensional]

- Vazão média do dia e da hora de maior consumo

$$Q_{mdh} = Q_m \times k_1 \times k_2$$

Onde:

$Q_{mdh}$  = vazão média do dia e da hora de maior consumo [L/s]

$Q_m$  = vazão média [L/s]

$k_1$  = coeficiente do dia de maior consumo [adimensional]

$k_2$  = coeficiente da hora de maior consumo [adimensional]

- Vazão necessária de captação

$$Q_c = Q_{md} + \text{perdas na ETA}$$

Onde:

$Q_c$  = vazão necessária de captação [L/s]



$Q_{md}$  = vazão média do dia de maior consumo [L/s]

*perdas na ETA* = água consumida na Estação de Tratamento de Água para a lavagem dos filtros e decantadores [L/s]

Segundo Tsutiya (2004), o processo de lavagem dos filtros e decantadores consome de 1 a 5% do volume tratado. Neste estudo, adotou-se 4% de perdas na ETA.

Quando a captação de água for subterrânea e o tratamento for por desinfecção, não são consideradas as perdas na ETA, ou seja, a vazão necessária de captação é igual à vazão média do dia de maior consumo ( $Q_c = Q_{md}$ ).

- Vazão necessária de produção

$$Q_p = Q_{md}$$

Onde:

$Q_p$  =vazão necessária de produção [L/s]

$Q_{md}$  = vazão média do dia de maior consumo [L/s]

- Volume necessário de reservação

$$V_r = \frac{Q_{md} \times 86.400 \times \frac{1}{3}}{1000}$$

Onde:

$V_r$  =volume necessário de reservação [m<sup>3</sup>]

$Q_{md}$  = vazão média do dia de maior consumo [L/s]

- Vazão de distribuição

$$Q_d = Q_{mdh}$$

Onde:

$Q_d$  = vazão de distribuição [L/s]

$Q_{mdh}$  = vazão média do dia e da hora de maior consumo [L/s]

### E. Rede de Distribuição, Hidrômetros e Ligações Prediais

Para a rede de distribuição, hidrômetros e ligações prediais, a projeção de demandas foi dividida em extensão de rede e unidades a serem implantadas para atender ao déficit, à expansão urbana e à manutenção.

Os déficits de rede e de ligações prediais são calculados em função do índice de atendimento e do serviço. Quanto aos hidrômetros, foram utilizadas como referência as informações disponibilizadas quanto ao índice de atendimento com hidrômetros, prevendo-se que até o final de um curto prazo (ano de 2022), todas as ligações prediais instaladas contarão com hidrômetros.

Para a expansão urbana da rede de água, foram construídos dois cenários: o tendencial e o ideal. No primeiro cenário, os parâmetros atuais foram mantidos para as redes de distribuição. Nesse cenário tendencial, os valores de projeção das redes refletem a forma de construção e ocupação do solo da cidade na região.

O segundo cenário é aquele no qual se emprega o estado da arte da tecnologia em engenharia sanitária. Supõe-se que ao longo do tempo, mesmo com um longo prazo além do horizonte desse plano (20 anos), as áreas urbanas do município contariam com redes de água em anel passando pela calçada, alimentadas também por anéis principais. São as denominadas redes por anel, setorizadas, que possibilitam a colocação de macromedidores para o controle das perdas por setor.

Para a manutenção das estruturas, estabeleceu-se uma taxa de troca e substituição anual com base em valores de referência, consoante a literatura de Tsutiya (2004):

- Rede de distribuição: 2% a.a.
- Hidrômetros: 8% a.a.
- Ligações prediais: 4% a.a.

### F. Quadro Resumo

Os principais parâmetros e critérios adotados na projeção da demanda serão apresentados no quadro-resumo a seguir.

Descrição	Valor	Unidade	Fonte
Coeficiente do dia de maior consumo (k1)	1,2	Adimensional	ABNT NBR 9.649/1986
Coeficiente da hora de maior consumo (k2)	1,5		
Perdas na ETA	4	%	ABNT NBR 12.216/1992

Volume de reservação	1/3 do volume do dia de maior consumo	m <sup>3</sup>	ABNT NBR 12.217/1994
Taxa de substituição das redes de distribuição	2	% a.a.	PIR SABESP/2011
Taxa de substituição dos hidrômetros	8	% a.a.	
Taxa de substituição das ligações prediais	4	% a.a.	

QUADRO 12 - PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SAA (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

#### 4.1.3 Dados de Entrada Consolidados

As informações referentes ao SAA do município de São Pedro dos Ferros foram obtidas em diversas fontes, a saber: levantamentos de campo, operadora do serviço, SNIS e IBGE. Como mencionado anteriormente, todos os dados disponíveis passaram por análise de validação para a projeção das demandas. Os dados de entrada consolidados do município de São Pedro dos Ferros serão apresentados nos quadros a seguir.

Descrição	Valor	Unidade	Fonte
Operadora	COPASA	-	Levantamento de campo, 2014
Índice de atendimento	97.63	%	COPASA (2013)
Ligações ativas	2.116	lig.	
Economias ativas	2.263	econ.	
Densidade de economias por ligação	1,07	econ./lig.	
Vazão média captada	13,50	L/s	Levantamento de campo, 2014
Capacidade da captação	13.50	L/s	COPASA (2013)
Vazão média produzida	9.50	L/s	
Capacidade da produção	18.50	L/s	Levantamento de campo, 2014
Média de horas de produção	24	horas	COPASA (2013)
Índice de perdas	26	%	
Volume de reservação	425	m <sup>3</sup>	Levantamento de campo, 2014
Extensão da rede	20,50	km	Estimado a partir do índice de atendimento e uso de software SIG
Índice de hidrometração	100	%	COPASA (2013)
Área da mancha urbana	92	ha	Análise de imagens de satélite por meio do SIG
Extensão de ruas	21	km	
Densidade de rede – Cenário tendencial	0,223	km/ha	Calculado em função da extensão da rede e do padrão de ocupação
Densidade de rede – Cenário ideal	0,41	Km/ha	Calculado em função das dimensões de uma quadra padrão com rede dupla
Taxa de adensamento urbano	5	%	Adotado em função das características locais

QUADRO 13 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SAA DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

Descrição	Valor	Unidade	Fonte
Operadora	Prefeitura Municipal	-	Levantamento de campo, 2014
Índice de atendimento	100	%	
Ligações ativas	303	lig.	Calculado em função do índice de atendimento
Economias ativas	324	econ.	
Densidade de economias por ligação	1,07	econ./lig.	Adotado o mesmo valor da sede (SAA)
Vazão média captada	2,97	L/s	Calculado em função das características locais
Capacidade da captação	NC	L/s	Não considerado, pois o poço está localizado em área de inundação
Vazão média produzida	0	L/s	Levantamento de campo, 2014
Capacidade da produção	0	L/s	
Funcionamento médio da captação	24	horas	Adotado em função das características locais
Índice de perdas	35,7	%	SNIS (2012)-média extraída
Volume de reservação	95	m <sup>3</sup>	Levantamento de campo, 2014
Extensão da rede	4,10	km	Estimado a partir do índice de atendimento e uso de software SIG
Índice de hidrometração	0	%	Levantamento de campo, 2014
Área da mancha urbana	16	ha	Análise de imagens de satélite por meio do SIG
Extensão de ruas	4,1	km	
Densidade de rede – Cenário tendencial	0,256	km/ha	Calculado em função da extensão da rede e do padrão de ocupação
Densidade de rede – Cenário ideal	0,41	Km/ha	Calculado em função das dimensões de uma quadra padrão com rede dupla
Taxa de adensamento urbano	5	%	Adotado em função das características locais

QUADRO 14 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SAA DO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRRÉAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

#### 4.1.4 Metas Consolidadas

Os valores inicialmente levados à Oficina com os Delegados tratavam de dados brutos. Após a análise de validação dos dados e o cálculo da demanda atual do sistema de abastecimento de água, algumas metas precisaram ser ajustadas para a projeção em função das características da região, buscando atender à melhor técnica.

As metas consolidadas, utilizadas para a projeção das demandas do serviço de abastecimento de água, serão apresentadas no quadro a seguir.



	Objetivos	Diagnóstico	Metas			
			Imediato (hoje - 2017)	Curto (2018 - 2022)	Médio (2023 - 2026)	Longo (2027 - 2034)
<b>Distrito Sede</b>	Universalizar o atendimento de água (%)	97,6	97,6	99	100	100
	Reduzir o índice de perdas (%)	26	26	24	22	20
	Garantir o consumo sustentável (l/hab.dia)	104,5	99	99	99	99
<b>Distrito Águas Férreas</b>	Universalizar o atendimento de água (%)	100	100	100	100	100
	Reduzir o índice de perdas (%)	35,7	20	20	20	20
	Garantir o consumo sustentável (l/hab.dia)	159,1	120	120	120	120

QUADRO 15 - METAS DO SAA CONSOLIDADAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

#### 4.1.5 Planilha de Projeção de Demandas

O resultado da projeção das demandas do SAA para os distritos sede e Águas Férreas será apresentado nos quadros a seguir.

As metas consolidadas encontram-se destacadas nos quadros. Inicialmente, foram calculados os volumes e as vazões de água em função da população a atender, confrontando-se, a seguir, a capacidade das infraestruturas do SAA existentes com a infraestrutura necessária, obtendo-se, então, os déficits. Em função das deficiências identificadas na projeção das demandas, serão propostos os programas, os projetos e as ações na etapa seguinte de elaboração do PMSB do município de São Pedro dos Ferros. Posteriormente, serão também estimados os custos de implantação das proposições.

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Índice de Atend. (%)	Pop. Abastecida	Hab/dom	Ligações ativas (lig.)	Economias ativas	Volume Médio (m³/dia)		Quota produzida (L/hab.dia)	Quota consumida (L/hab.dia)	Índ. Perdas (%)	Índ. Perdas (L/lig.dia)
								Produzido	Consumido				
Entrada	2013	5.952	97,6	5.811	2,7	2.116	2.263	821	607	141,2	104,5	26,0	100,9
Imediato	2014	6.012	97,6	5.869	2,7	2.070	2.215	829	613	141,2	104,5	26,0	104,1
	2015	6.072	97,6	5.928	2,7	2.091	2.237	837	620	141,2	104,5	26,0	104,1
	2016	6.132	97,6	5.987	2,7	2.111	2.259	823	609	137,5	101,8	26,0	101,4
	2017	6.194	97,6	6.047	2,7	2.133	2.282	809	599	133,8	99,0	26,0	98,6
Curto	2018	6.256	97,9	6.125	2,6	2.201	2.356	815	606	133,1	99,0	25,6	94,8
	2019	6.318	98,2	6.203	2,6	2.209	2.386	821	614	132,4	99,0	25,2	93,7
	2020	6.381	98,5	6.283	2,6	2.237	2.416	827	622	131,6	99,0	24,8	91,7
	2021	6.445	98,7	6.363	2,6	2.266	2.447	833	630	131,0	99,0	24,4	89,7
	2022	6.510	99,0	6.445	2,6	2.295	2.479	839	638	130,3	99,0	24,0	87,8
Médio	2023	6.575	99,3	6.525	2,5	2.417	2.610	844	646	129,4	99,0	23,5	82,1
	2024	6.641	99,5	6.607	2,5	2.425	2.643	850	654	128,6	99,0	23,0	80,6
	2025	6.707	99,8	6.690	2,5	2.455	2.676	855	662	127,7	99,0	22,5	78,3
	2026	6.774	100,0	6.774	2,5	2.486	2.710	860	671	126,9	99,0	22,0	76,1
Longo	2027	6.842	100,0	6.842	2,4	2.615	2.851	866	677	126,5	99,0	21,8	72,0
	2028	6.910	100,0	6.910	2,4	2.617	2.879	871	684	126,1	99,0	21,5	71,6
	2029	6.979	100,0	6.979	2,4	2.644	2.908	877	691	125,7	99,0	21,3	70,5
	2030	7.049	100,0	7.049	2,4	2.670	2.937	883	698	125,3	99,0	21,0	69,5
	2031	7.120	100,0	7.120	2,4	2.697	2.966	889	705	124,9	99,0	20,8	68,4
	2032	7.191	100,0	7.191	2,4	2.724	2.996	895	712	124,5	99,0	20,5	67,4
	2033	7.263	100,0	7.263	2,4	2.751	3.026	902	719	124,1	99,0	20,3	66,4
	2034	7.335	100,0	7.335	2,4	2.779	3.056	908	726	123,8	99,0	20,0	65,3

(Continua)



Prazo	Ano	Captação (L/s)			Produção (L/s)				Vol. Reservação (m³)			Qmdh (L/s)
		Capacidade	Necessário	Déficit	Capacidade	Qm	Qmd	Déficit	Existente	Necessário	Déficit	
Entrada	2013	13,5	11,9	0,0	18,5	9,5	11,4	0,0	425,0	328,3	0,0	17,1
Imediato	2014		12,0	0,0		9,6	11,5	0,0		331,6	0,0	17,3
	2015		12,1	0,0		9,7	11,6	0,0		334,9	0,0	17,4
	2016		11,9	0,0		9,5	11,4	0,0		329,3	0,0	17,2
	2017		11,7	0,0		9,4	11,2	0,0		323,6	0,0	16,9
Curto	2018		11,8	0,0		9,4	11,3	0,0		326,0	0,0	17,0
	2019		11,9	0,0		9,5	11,4	0,0		328,4	0,0	17,1
	2020		11,9	0,0		9,6	11,5	0,0		330,8	0,0	17,2
	2021		12,0	0,0		9,6	11,6	0,0		333,3	0,0	17,4
	2022		12,1	0,0		9,7	11,7	0,0		335,8	0,0	17,5
Médio	2023		12,2	0,0		9,8	11,7	0,0		337,8	0,0	17,6
	2024		12,3	0,0		9,8	11,8	0,0		339,8	0,0	17,7
	2025		12,3	0,0		9,9	11,9	0,0		341,8	0,0	17,8
	2026		12,4	0,0		10,0	11,9	0,0		343,9	0,0	17,9
Longo	2027		12,5	0,0		10,0	12,0	0,0		346,2	0,0	18,0
	2028		12,6	0,0		10,1	12,1	0,0		348,6	0,0	18,2
	2029		12,7	0,0		10,2	12,2	0,0		351,0	0,0	18,3
	2030		12,8	0,0		10,2	12,3	0,0		353,3	0,0	18,4
	2031		12,8	0,0		10,3	12,4	0,0		355,8	0,0	18,5
	2032		12,9	0,0		10,4	12,4	0,0		358,2	0,0	18,7
	2033		13,0	0,0		10,4	12,5	0,0		360,6	0,0	18,8
	2034		13,1	0,0		10,5	12,6	0,0		363,1	0,0	18,9
<b>TOTAL</b>		<b>-</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,00</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,00</b>	<b>-</b>

(Continua)

Prazo	Ano	Adensamento urbano	Rede de Água (km)					Hidrômetros (und)				Ligações prediais (und)				
			Existente	Atender déficit	Expansão urb - Cen. 1	Expansão urb. - Cen. 2	Manutenção	Existente	Atender déficit	Expansão urbana	Manutenção	Existente	Atender déficit	Expansão urbana	Manutenção	
Entrada	2013	0,05	20,50					2.116					2.116			
Imediato	2014	0,05		0,00	0,00	0,00	0,00		0	0	0		0	0	0	
	2015	0,05		0,00	0,00	0,00	0,00		0	0	0		0	0	0	
	2016	0,05		0,00	0,59	1,20	0,42		7	64	175		0	64	87	
	2017	0,05		0,00	0,20	0,41	0,43		7	22	177		0	22	88	
Curto	2018	0,05		0,06	0,20	0,41	0,43		8	22	180		6	22	89	
	2019	0,05		0,06	0,21	0,42	0,44		7	22	182		6	22	90	
	2020	0,05		0,06	0,21	0,42	0,44		7	23	184		6	23	91	
	2021	0,05		0,06	0,21	0,42	0,45		8	23	187		6	23	93	
	2022	0,05		0,06	0,21	0,43	0,45		7	23	189		6	23	94	
Médio	2023	0,05		0,05	0,21	0,43	0,46		0	24	191		5	24	95	
	2024	0,05		0,05	0,22	0,44	0,46		0	24	193		5	24	96	
	2025	0,05		0,05	0,22	0,44	0,47		0	24	195		6	24	97	
	2026	0,05		0,05	0,22	0,45	0,47		0	25	197		5	25	99	
Longo	2027	0,05		0,00	0,22	0,45	0,48		0	26	199		0	26	100	
	2028	0,05		0,00	0,22	0,46	0,48		0	26	201		0	26	101	
	2029	0,05		0,00	0,23	0,46	0,49		0	26	203		0	26	102	
	2030	0,05		0,00	0,23	0,46	0,49		0	26	205		0	26	103	
	2031	0,05		0,00	0,23	0,47	0,50		0	27	208		0	27	104	
	2032	0,05		0,00	0,23	0,47	0,50		0	27	210		0	27	105	
	2033	0,05		0,00	0,24	0,48	0,51		0	27	212		0	27	106	
	2034	0,05		0,00	0,24	0,48	0,51		0	28	214		0	28	107	
		-	-	<b>0,50</b>	<b>4,54</b>	<b>9,20</b>	<b>8,88</b>	-	<b>51</b>	<b>509</b>	<b>3703</b>	-	<b>51</b>	<b>509</b>	<b>1847</b>	

QUADRO 16 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SAA DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

(Conclusão)

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Índice de Atend. (%)	Pop. Abastecida	Hab/dom	Ligações ativas (lig.)	Economias ativas	Volume Médio (m³/dia)		Quota produzida (L/hab.dia)	Quota consumida (L/hab.dia)	Índ. Perdas (%)	Índ. Perdas (L/lig.dia)
								Produzido	Consumido				
Entrada	2013	1.036	100,0	1.036	3,2	303	324	256	165	247,4	159,1	35,7	302,5
Imediato	2014	1.047	100,0	1.047	3,2	306	327	259	167	247,4	159,1	35,7	302,5
	2015	1.057	100,0	1.057	3,2	309	330	262	168	247,4	159,1	35,7	302,5
	2016	1.068	100,0	1.068	3,2	312	334	207	149	193,4	139,6	27,9	184,4
	2017	1.079	100,0	1.079	3,2	315	337	162	129	150,0	120,0	20,0	102,7
	2018	1.089	100,0	1.089	3,1	328	351	163	131	150,0	120,0	20,0	99,5
Curto	2019	1.100	100,0	1.100	3,1	329	355	165	132	150,0	120,0	20,0	100,4
	2020	1.111	100,0	1.111	3,1	332	358	167	133	150,0	120,0	20,0	100,4
	2021	1.122	100,0	1.122	3,1	335	362	168	135	150,0	120,0	20,0	100,4
	2022	1.134	100,0	1.134	3,1	339	366	170	136	150,0	120,0	20,0	100,4
	2023	1.145	100,0	1.145	3,0	353	382	172	137	150,0	120,0	20,0	97,2
Médio	2024	1.156	100,0	1.156	3,0	354	385	173	139	150,0	120,0	20,0	98,1
	2025	1.168	100,0	1.168	3,0	357	389	175	140	150,0	120,0	20,0	98,1
	2026	1.180	100,0	1.180	3,0	361	393	177	142	150,0	120,0	20,0	98,1
	2027	1.191	100,0	1.191	2,9	377	411	179	143	150,0	120,0	20,0	94,8
Longo	2028	1.203	100,0	1.203	2,9	377	415	180	144	150,0	120,0	20,0	95,7
	2029	1.215	100,0	1.215	2,9	381	419	182	146	150,0	120,0	20,0	95,7
	2030	1.228	100,0	1.228	2,9	385	423	184	147	150,0	120,0	20,0	95,7
	2031	1.240	100,0	1.240	2,9	389	428	186	149	150,0	120,0	20,0	95,7
	2032	1.252	100,0	1.252	2,9	393	432	188	150	150,0	120,0	20,0	95,7
	2033	1.265	100,0	1.265	2,9	396	436	190	152	150,0	120,0	20,0	95,7
	2034	1.277	100,0	1.277	2,9	400	440	192	153	150,0	120,0	20,0	95,7

(Continua)

Prazo	Ano	Captação (L/s)			Produção (L/s)				Vol. Reservação (m³)			Qmdh (L/s)
		Capacidade	Necessário	Déficit	Capacidade	Qm	Qmd	Déficit	Existente	Necessário	Déficit	
Entrada	2013	NC	3,7	3,7	0,0	3,0	3,6	3,6	95,0	102,6	7,6	5,3
Imediato	2014		3,7	3,7		3,0	3,6	3,6		103,6	8,6	5,4
	2015		3,8	3,8		3,0	3,6	3,6		104,6	9,6	5,5
	2016		3,0	3,0		2,4	2,9	2,9		82,6	0,0	4,3
	2017		2,3	2,3		1,9	2,2	2,2		64,7	0,0	3,4
Curto	2018		2,4	2,4		1,9	2,3	2,3		65,4	0,0	3,4
	2019		2,4	2,4		1,9	2,3	2,3		66,0	0,0	3,4
	2020		2,4	2,4		1,9	2,3	2,3		66,7	0,0	3,5
	2021		2,4	2,4		1,9	2,3	2,3		67,3	0,0	3,5
	2022		2,5	2,5		2,0	2,4	2,4		68,0	0,0	3,5
Médio	2023		2,5	2,5		2,0	2,4	2,4		68,7	0,0	3,6
	2024		2,5	2,5		2,0	2,4	2,4		69,4	0,0	3,6
	2025		2,5	2,5		2,0	2,4	2,4		70,1	0,0	3,6
	2026		2,6	2,6		2,0	2,5	2,5		70,8	0,0	3,7
Longo	2027		2,6	2,6		2,1	2,5	2,5		71,5	0,0	3,7
	2028		2,6	2,6		2,1	2,5	2,5		72,2	0,0	3,8
	2029		2,6	2,6		2,1	2,5	2,5		72,9	0,0	3,8
	2030		2,7	2,7		2,1	2,6	2,6		73,7	0,0	3,8
	2031		2,7	2,7		2,2	2,6	2,6		74,4	0,0	3,9
	2032		2,7	2,7		2,2	2,6	2,6		75,1	0,0	3,9
	2033		2,7	2,7		2,2	2,6	2,6		75,9	0,0	4,0
	2034		2,8	2,8		2,2	2,7	2,7		76,6	0,0	4,0
<b>TOTAL</b>		<b>-</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,0</b>	<b>-</b>

(Continua)



Prazo	Ano	Adensamento urbano	Rede de Água (km)					Hidrômetros (und)				Ligações prediais (und)			
			Existente	Atender déficit	Expansão urb - Cen. 1	Expansão urb. - Cen. 2	Manutenção	Existente	Atender déficit	Expansão urbana	Manutenção	Existente	Atender déficit	Expansão urbana	Manutenção
Entrada	2013	0,05	4,10					0				303			
Imediato	2014	0,05		0,00	0,00	0,00	0,00		0	0	0		0	0	0
	2015	0,05		0,00	0,00	0,00	0,00		0	0	0		0	0	0
	2016	0,05		0,00	0,12	0,21	0,08		44	9	0		0	9	0
	2017	0,05		0,00	0,04	0,07	0,09		43	3	0		0	3	0
Curto	2018	0,05		0,00	0,04	0,07	0,09		43	3	0		0	3	0
	2019	0,05		0,00	0,04	0,07	0,09		43	3	0		0	3	0
	2020	0,05		0,00	0,04	0,07	0,09		44	3	0		0	3	0
	2021	0,05		0,00	0,04	0,07	0,09		43	3	0		0	3	0
	2022	0,05		0,00	0,04	0,07	0,09		43	3	0		0	3	0
Médio	2023	0,05		0,00	0,04	0,08	0,09		0	3	27		0	3	0
	2024	0,05		0,00	0,04	0,08	0,09		0	4	27		0	4	0
	2025	0,05		0,00	0,04	0,08	0,09		0	4	27		0	4	0
	2026	0,05		0,00	0,04	0,08	0,09		0	4	28		0	4	0
Longo	2027	0,05		0,00	0,04	0,08	0,09		0	4	28		0	4	0
	2028	0,05		0,00	0,04	0,08	0,09		0	4	28		0	4	0
	2029	0,05		0,00	0,05	0,08	0,10		0	4	29		0	4	0
	2030	0,05		0,00	0,05	0,08	0,10		0	4	29		0	4	0
	2031	0,05		0,00	0,05	0,08	0,10		0	4	29		0	4	0
	2032	0,05		0,00	0,05	0,08	0,10		0	4	30		0	4	0
	2033	0,05		0,00	0,05	0,08	0,10		0	4	30		0	4	0
	2034	0,05		0,00	0,05	0,08	0,10		0	4	30		0	4	0
		-	-	0,00	0,91	1,60	1,75	-	303	74	341	-	0	74	3

QUADRO 17 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SAA DA DISTRITO DE ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

(Conclusão)



## 4.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

As demandas do serviço de esgotamento sanitário são calculadas tendo como diretrizes coletar, afastar e tratar os dejetos gerados nos domicílios urbanos do município, reduzindo, assim, os impactos negativos ao ambiente e os riscos à saúde pública da população.

No cálculo, foram determinadas as variáveis quanti e qualitativas, ou seja, as vazões das etapas de coleta, afastamento e tratamento e as cargas e concentrações do esgoto bruto e tratado. Quanto aos elementos lineares, foram realizadas estimativas de extensão de rede de esgoto e ligações prediais. Para essas determinações, foram utilizados os parâmetros e critérios técnicos descritos a seguir.

### 4.2.1 Parâmetros e Critérios para o Cálculo da Demanda do SES

Os parâmetros e critérios utilizados para o planejamento dos serviços de esgotamento sanitário são aqueles comumente empregados nos projetos de saneamento básico.

#### A. Índice de Atendimento

O índice de atendimento é a porcentagem da população beneficiada com o serviço de esgotamento sanitário. Nos casos em que o sistema de esgotamento implantado for do tipo unitário e não houver o cadastro ou as informações precisas da infraestrutura, será considerado o índice de atendimento igual a 0 (zero).

Para a projeção das demandas, foram consideradas as metas de universalização do esgotamento sanitário previstas em Oficina.

#### B. Coeficiente de Retorno

O coeficiente de retorno (C) é a relação média entre os volumes de esgoto produzido e a água efetivamente consumida. Considera-se que parte da água consumida no domicílio não chega aos coletores de esgoto, pois, conforme a natureza do consumo, perde-se por evaporação, infiltração ou escoamento superficial. A norma brasileira NBR 9649/1986 recomenda o valor de 0,80 quando inexistem dados locais oriundos de pesquisas, como é o caso em questão.

### C. Taxa de Contribuição de Infiltração

A taxa de contribuição de infiltração refere-se à parcela da água presente no solo que se infiltra na rede coletora, taxa que depende de condições locais, tais como: nível do lençol freático, natureza do subsolo, qualidade da execução da rede, material da tubulação e tipo de junta utilizado. Segundo a norma ABNT NBR 9649/1996, a taxa de contribuição de infiltração varia de 0,05 a 1,0 L/s.km. Neste estudo, em função das informações disponíveis da rede coletora de esgoto, adotou-se a taxa de 0,1 L/s.km.

### D. Demanda Bioquímica de Oxigênio Per Capita

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é a quantidade de oxigênio dissolvido necessária aos microrganismos na estabilização da matéria orgânica em decomposição, sob condições aeróbias.

Em termos *per capita*, trata-se do valor médio de DBO produzido por habitante-dia. A norma ABNT NBR 12.209/1992 indica o uso da taxa de 54 gDBO/hab.dia na ausência de informações sobre as características do esgoto.

### E. Coliformes Termotolerantes Per Capita

Coliformes termotolerantes são bactérias que estão presentes em grandes quantidades no intestino dos animais de sangue quente, sendo, portanto, indicadores de contaminação fecal. Em termos *per capita*, trata-se do valor médio de coliformes termotolerantes produzido por habitante-dia.

Segundo Von Sperling (1996), a carga *per capita* de coliformes termotolerantes nos esgotos domésticos varia de  $10^9$  a  $10^{12}$ org/hab.dia. Neste estudo, adotou-se o valor de  $10^{10}$ org/hab.dia, o mesmo utilizado no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (Consórcio Ecoplan - Lume, 2010).

### F. Eficiência de Remoção de DBO e Coliformes Termotolerantes

A eficiência do sistema de tratamento dos esgotos domésticos foi discutida em Oficina com os Delegados. Em função do intervalo de eficiência apontado, adotaram-se para a projeção das demandas os seguintes valores:

- Eficiência de remoção de DBO = 90%
- Eficiência de remoção de coliformes termotolerantes = 99,99%



## G. Vazões, Carga e Concentração

As expressões para o cálculo das demandas do SES serão apresentadas a seguir:

- Vazão média de esgoto

$$Q_m = \frac{C \times P \times qpc}{86400}$$

Onde:

$Q_m$  = vazão média [L/s]

$C$  = coeficiente de retorno [adimensional]

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

$qpc$  = consumo per capita de água [L/hab.dia]

A partir do valor da vazão média de esgoto, calculam-se a vazão média de esgoto do dia de maior consumo ( $Q_{md}$ ) e a vazão média de esgoto do dia e da hora de maior consumo ( $Q_{mdh}$ ), como apresentado anteriormente para a água. Da mesma forma, foram utilizados os coeficientes de variação de consumo  $k_1$  e  $k_2$  para os cálculos.

- Vazão de infiltração

$$Q_{inf} = Ext_{rede} \times T_i$$

Onde:

$Q_{inf}$  = vazão de infiltração [L/s]

$Ext_{rede}$  = extensão da rede coletora de esgoto [km]

$T_i$  = taxa de contribuição de infiltração [L/s.km]

- Carga de DBO

$$Carga_{DBO} = \frac{P \times DBO_{PC}}{1000}$$





Onde:

$Carga_{DBO}$  = carga de DBO [Kg/dia]

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

$DBO_{PC}$  = DBO *per capita* [g/hab.dia]

- Carga de coliformes termotolerantes

$$Carga_{CF} = P \times CF_{PC}$$

Onde:

$Carga_{CF}$  = carga de coliformes termotolerantes [org/dia]

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

$CF_{PC}$  = Coliformes termotolerantes *per capita* [org/hab.dia]

- Concentração de DBO

$$Concentração_{DBO} = \frac{Carga_{DBO} \times 1000}{Q_m}$$

Onde:

$Concentração_{DBO}$  = concentração de DBO [mg/L]

$Carga_{DBO}$  = carga de DBO [Kg/dia]

$Q_m$  = vazão média de esgoto [m<sup>3</sup>/dia]

- Concentração de coliformes termotolerantes

$$Concentração_{CF} = \left( \frac{Carga_{CF}}{Q_m \times 86.400} \right) \times 0,1$$

Onde:

$Concentração_{CF}$  = concentração de coliformes termotolerantes [NMP/100 mL]

$Carga_{CF}$  = carga de coliformes termotolerantes [org/dia]

$Q_m$  = vazão média de esgoto [L/s]

## H. Rede Coletora e Ligações Prediais

A projeção de demandas para rede coletora e ligações prediais foi dividida em extensão de rede e unidades a serem implantadas para atender ao déficit, à expansão urbana e à manutenção. Os déficits de rede e de ligações prediais são calculados em função do índice de atendimento e serviço.

Para a expansão urbana da rede coletora, foram construídos dois cenários: o tendencial e o ideal. No primeiro cenário, mantêm-se os parâmetros atuais para projeção, conservando-se a tendência de construção e ocupação do solo da cidade.

O segundo cenário é aquele no qual se emprega o estado da arte da tecnologia em engenharia sanitária. Admite-se a implantação de rede coletora comum aos dois lados da rua, logo, atendendo aos domicílios opostos, cobrindo todas as ruas e contando com os elementos de inspeção necessários.

Para a manutenção das estruturas, estabeleceu-se uma taxa de troca e substituição anual com base em valores de referência, conforme a literatura de Tsutiya (2004):

- Rede coletora: 2% a.a.
- Ligações prediais: 1% a.a.

## I. Quadro Resumo

Os principais parâmetros e critérios adotados na projeção da demanda serão apresentados no quadro-resumo a seguir.

Descrição	Valor	Unidade	Fonte
Coeficiente de retorno (C)	0,8	Adimensional	ABNT NBR 9.649/1986
Taxa de contribuição de infiltração	0,1	L/s.km	
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) <i>per capita</i>	54	g/hab.dia	ABNT NBR 12.209/1992
Coliformes Termotolerantes (CF) <i>per capita</i>	10 <sup>10</sup>	org/hab.dia	Von Sperling, 1996
Eficiência de remoção de DBO	90	%	Adotado
Eficiência de remoção de CF	99,99	%	Adotado
Taxa de substituição das redes coletoras	2	% a.a.	PIR SABESP/2011
Taxa de substituição das ligações prediais	1	% a.a.	

QUADRO 18 - PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SES (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

#### 4.2.2 Dados de Entrada Consolidados

As informações referentes ao SES do município de São Pedro dos Ferros foram obtidas em diversas fontes, a saber: levantamentos de campo, operadora do serviço, SNIS e IBGE. Como mencionado anteriormente, todos os dados disponíveis passaram por análise de validação para a projeção das demandas. Os dados de entrada consolidados do município de São Pedro dos Ferros serão apresentados nos quadros a seguir.

Descrição	Valor	Unidade	Fonte
Operadora	Prefeitura Municipal	-	Levantamento de campo, 2014
Índice de atendimento	0	%	Oficina Delegados, 2014
Índice de tratamento	0	%	Levantamento de campo, 2014
Ligações ativas	0	lig.	Estimado em função do índice de atendimento
Economias ativas	0	econ.	
Densidade de economias por ligação	1,07	econ./lig.	Adotado o mesmo valor da sede (SAA)
Vazão média tratada	0	L/s	Levantamento de campo, 2014
Capacidade do tratamento	0	L/s	
Extensão da rede	0	km	Estimado em função do índice de atendimento
Densidade de rede – Cenário tendencial	0,228	km/ha	Calculado em função da extensão das ruas e do padrão de ocupação
Densidade de rede – Cenário ideal	0,20	Km/ha	Calculado em função das dimensões de uma quadra padrão com uma rede atendendo aos dois lados da rua

QUADRO 19 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SES DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

Descrição	Valor	Unidade	Fonte
Operadora	Prefeitura Municipal	-	Levantamento de campo, 2014
Índice de atendimento	0	%	Oficina Delegados, 2014
Índice de tratamento	0	%	Levantamento de campo, 2014
Ligações ativas	0	lig.	Estimado em função do índice de atendimento
Economias ativas	0	econ.	
Densidade de economias por ligação	1,07	econ./lig.	Adotado o mesmo valor da sede (SAA)
Vazão média tratada	0	L/s	Levantamento de campo, 2014
Capacidade do tratamento	0	L/s	
Extensão da rede	0	km	Estimado em função do índice de atendimento
Densidade de rede – Cenário tendencial	0,256	km/ha	Calculado em função da extensão das ruas e do padrão de ocupação

Densidade de rede – Cenário ideal	0,20	Km/ha	Calculado em função das dimensões de uma quadra padrão com uma rede atendendo aos dois lados da rua
-----------------------------------	------	-------	---

QUADRO 20 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SES DO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

### 4.2.3 Metas Consolidadas

Os valores inicialmente levados à Oficina com os Delegados são dados brutos. Após a análise de validação dos dados e o cálculo da demanda atual do sistema de esgotamento sanitário, algumas metas precisaram ser ajustadas para a realização da projeção, em função das características da região, buscando assim atender à melhor técnica.

As metas consolidadas, utilizadas na projeção das demandas do serviço de esgotamento sanitário, serão apresentadas no quadro a seguir:

	Objetivos	Diagnóstico	Metas			
			Imediato (hoje - 2017)	Curto (2018 - 2022)	Médio (2023 - 2026)	Longo (2027 - 2034)
<b>Distrito Sede</b>	Universalizar o esgotamento sanitário (%)	0	5	40	80	100
	Garantir a eficiência de tratamento (%)	0	0	85-95	85-95	85 - 90
<b>Distrito Águas Férreas</b>	Universalizar o esgotamento sanitário (%)	0	5	40	80	100
	Garantir a eficiência de tratamento (%)	0	0	85-95	85-95	85 - 90

QUADRO 21 - METAS DO SES CONSOLIDADAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

### 4.2.4 Planilha de Projeção de Demandas

O resultado da projeção das demandas do SES para os distritos sede e Águas Férreas será apresentado nos quadros a seguir.

As metas definidas em Oficina encontram-se destacadas nos quadros. Inicialmente, foram calculadas as vazões de esgoto e as cargas em função da população a atender, confrontando-se, a seguir, a capacidade das infraestruturas do SES existentes com a infraestrutura necessária, obtendo-se, então, os déficits. Em função das deficiências identificadas na projeção das demandas, serão propostos os



programas, os projetos e as ações na etapa seguinte de elaboração do PMSB do município de São Pedro dos Ferros. Posteriormente, serão também estimados os custos de implantação das proposições.

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Índice de Atend. (%)	Índ. Atend. com Trat. Esgoto (%)	Pop. Atendida	Índice de Tratamento (%)	Ligações (lig.)	Economias (econ.)	Vazão (L/s)			
									Qm	Qmd	Qmh	Qinf
Entrada	2.013	3.894	0,0	0,0	0	0,0	0	0	4,2	5,0	6,2	0,0
Imediato	2.014	3.932	0,0	0,0	0	0,0	0	0	4,2	5,0	6,3	0,0
	2.015	3.972	0,0	0,0	0	0,0	0	0	4,2	5,1	6,4	0,0
	2.016	4.011	2,5	0,0	100	0,0	35	39	4,0	4,8	6,0	0,1
	2.017	4.052	5,0	5,0	203	100,0	71	78	3,7	4,5	5,6	0,1
Curto	2.018	4.092	12,0	12,0	491	100,0	172	189	3,8	4,6	5,7	0,2
	2.019	4.133	19,0	18,7	785	100,0	275	302	3,8	4,6	5,8	0,2
	2.020	4.174	26,0	25,3	1.085	100,0	379	417	3,9	4,7	5,9	0,3
	2.021	4.216	33,0	32,0	1.391	100,0	486	535	4,0	4,7	5,9	0,4
	2.022	4.258	40,0	40,0	1.703	100,0	596	655	4,0	4,8	6,0	0,5
Médio	2.023	4.301	50,0	50,0	2.150	100,0	745	827	4,1	4,9	6,1	0,6
	2.024	4.344	60,0	60,0	2.606	100,0	903	1.002	4,1	5,0	6,2	0,7
	2.025	4.387	70,0	70,0	3.071	100,0	1.064	1.181	4,2	5,0	6,3	0,8
	2.026	4.431	80,0	80,0	3.545	100,0	1.228	1.363	4,3	5,1	6,4	0,9
Longo	2.027	4.475	82,5	82,5	3.692	100,0	1.268	1.420	4,3	5,2	6,5	0,9
	2.028	4.520	85,0	85,0	3.842	100,0	1.319	1.478	4,4	5,2	6,5	1,0
	2.029	4.565	87,5	87,5	3.995	100,0	1.372	1.536	4,4	5,3	6,6	1,0
	2.030	4.611	90,0	90,0	4.150	100,0	1.425	1.596	4,5	5,3	6,7	1,0
	2.031	4.657	92,5	92,5	4.308	100,0	1.479	1.657	4,5	5,4	6,8	1,1
	2.032	4.704	95,0	95,0	4.469	100,0	1.535	1.719	4,6	5,5	6,8	1,1
	2.033	4.751	97,5	97,5	4.632	100,0	1.591	1.782	4,6	5,5	6,9	1,1
	2.034	4.798	100,0	100,0	4.798	100,0	1.648	1.846	4,7	5,6	7,0	1,2

(Continua)

Prazo	Ano	Carga poluidora sem tratamento				Carga poluidora com tratamento			
		DBO (kg/dia)	DBO (mg/L)	CF (org/dia)	CF (NMP/100mL)	DBO (kg/dia)	DBO (mg/L)	CF (org/dia)	CF (NMP/100mL)
Entrada	2.013	210,2	585,2	3,9E+13	1,1E+07	21,0	58,5	3,9E+09	1,1E+03
Imediato	2.014	212,4	585,2	3,9E+13	1,1E+07	21,2	58,5	3,9E+09	1,1E+03
	2.015	214,5	585,2	4,0E+13	1,1E+07	21,4	58,5	4,0E+09	1,1E+03
	2.016	216,6	627,4	4,0E+13	1,2E+07	21,7	62,7	4,0E+09	1,2E+03
	2.017	218,8	677,2	4,1E+13	1,3E+07	21,9	67,7	4,1E+09	1,3E+03
Curto	2.018	221,0	674,4	4,1E+13	1,2E+07	22,1	67,4	4,1E+09	1,2E+03
	2.019	223,2	671,6	4,1E+13	1,2E+07	22,3	67,2	4,1E+09	1,2E+03
	2.020	225,4	668,8	4,2E+13	1,2E+07	22,5	66,9	4,2E+09	1,2E+03
	2.021	227,7	666,0	4,2E+13	1,2E+07	22,8	66,6	4,2E+09	1,2E+03
	2.022	229,9	663,2	4,3E+13	1,2E+07	23,0	66,3	4,3E+09	1,2E+03
Médio	2.023	232,2	659,8	4,3E+13	1,2E+07	23,2	66,0	4,3E+09	1,2E+03
	2.024	234,6	656,5	4,3E+13	1,2E+07	23,5	65,6	4,3E+09	1,2E+03
	2.025	236,9	653,1	4,4E+13	1,2E+07	23,7	65,3	4,4E+09	1,2E+03
	2.026	239,3	649,8	4,4E+13	1,2E+07	23,9	65,0	4,4E+09	1,2E+03
Longo	2.027	241,7	649,0	4,5E+13	1,2E+07	24,2	64,9	4,5E+09	1,2E+03
	2.028	244,1	648,2	4,5E+13	1,2E+07	24,4	64,8	4,5E+09	1,2E+03
	2.029	246,5	647,4	4,6E+13	1,2E+07	24,7	64,7	4,6E+09	1,2E+03
	2.030	249,0	646,6	4,6E+13	1,2E+07	24,9	64,7	4,6E+09	1,2E+03
	2.031	251,5	645,8	4,7E+13	1,2E+07	25,1	64,6	4,7E+09	1,2E+03
	2.032	254,0	645,0	4,7E+13	1,2E+07	25,4	64,5	4,7E+09	1,2E+03
	2.033	256,5	644,2	4,8E+13	1,2E+07	25,7	64,4	4,8E+09	1,2E+03
	2.034	259,1	643,3	4,8E+13	1,2E+07	25,9	64,3	4,8E+09	1,2E+03

(Continua)

Prazo	Ano	Tratamento (L/s)		Adensamento urbano	Rede geral de esgoto (km)					Ligações prediais (und)			
		Capacidade	Déficit		Existente	Atender déficit	Expansão urb - Cen. 1	Expansão urb. - Cen. 2	Manutenção	Existentes	Atender déficit	Expansão urbana	Manutenção
Entrada	2.013	0	5,0	0,05	0,0					0			
Imediato	2.014		5,0	0,05		0,00	0,00	0,00	0,00		0	0	0
	2.015		5,1	0,05		0,00	0,00	0,00	0,00		0	0	0
	2.016		4,8	0,05		0,24	0,28	0,28	0,01		23	42	1
	2.017		4,6	0,05		0,24	0,09	0,10	0,02		24	14	1
Curto	2.018		4,7	0,05		0,67	0,10	0,10	0,03		95	14	2
	2.019		4,9	0,05		0,67	0,10	0,10	0,05		97	14	3
	2.020		5,0	0,05		0,67	0,10	0,10	0,06		100	14	4
	2.021		5,1	0,05		0,67	0,10	0,10	0,08		102	15	6
	2.022		5,3	0,05		0,67	0,10	0,10	0,09		104	15	7
Médio	2.023		5,5	0,05		0,96	0,10	0,10	0,12		156	15	8
	2.024		5,6	0,05		0,96	0,10	0,10	0,14		159	15	10
	2.025		5,8	0,05		0,96	0,10	0,10	0,16		162	15	12
	2.026		6,0	0,05		0,96	0,10	0,10	0,18		165	15	14
Longo	2.027		6,1	0,05		0,24	0,10	0,11	0,19		40	15	14
	2.028		6,2	0,05		0,24	0,11	0,11	0,19		40	15	15
	2.029		6,3	0,05		0,24	0,11	0,11	0,20		41	16	15
	2.030		6,4	0,05		0,24	0,11	0,11	0,21		42	16	16
	2.031		6,5	0,05		0,24	0,11	0,11	0,21		43	16	17
	2.032		6,6	0,05		0,24	0,11	0,11	0,22		44	16	17
	2.033		6,7	0,05		0,24	0,11	0,11	0,23		45	16	18
	2.034		6,8	0,05		0,24	0,11	0,11	0,23		46	16	18
<b>TOTAL</b>			<b>6,77</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>9,61</b>	<b>2,13</b>	<b>2,15</b>	<b>2,61</b>		<b>1.528</b>	<b>314</b>	<b>199</b>

QUADRO 22 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SES DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

(Conclusão)



Prazo	Ano	Pop. Urbana	Índice de Atend. (%)	Índ. Atend. com Trat. Esgoto (%)	Pop. Atendida	Índice de Tratamento (%)	Ligações totais (lig.)	Economias totais	Vazão (L/s)			
									Qm	Qmd	Qmh	Qinf
Entrada	2013	1.036	0	0	0	0	0	0	1,5	1,8	2,3	0,0
Imediato	2014	1.047	0	0	0	0	0	0	1,5	1,9	2,3	0,0
	2015	1.057	0	0	0	0	0	0	1,6	1,9	2,3	0,0
	2016	1.068	3	3	27	0	8	8	1,4	1,7	2,1	0,0
	2017	1.079	5	5	54	100	16	17	1,2	1,4	1,8	0,0
	2018	1.089	12	12	131	100	39	42	1,2	1,5	1,8	0,1
Curto	2019	1.100	19	19	209	100	62	67	1,2	1,5	1,8	0,1
	2020	1.111	26	26	289	100	86	93	1,2	1,5	1,9	0,1
	2021	1.122	33	33	370	100	111	119	1,2	1,5	1,9	0,2
	2022	1.134	40	40	453	100	135	146	1,3	1,5	1,9	0,2
	2023	1.145	50	50	572	100	177	191	1,3	1,5	1,9	0,2
Médio	2024	1.156	60	60	694	100	212	231	1,3	1,5	1,9	0,3
	2025	1.168	70	70	818	100	250	273	1,3	1,6	1,9	0,3
	2026	1.180	80	80	944	100	289	315	1,3	1,6	2,0	0,4
	2027	1.191	83	83	983	100	311	339	1,3	1,6	2,0	0,4
Longo	2028	1.203	85	85	1023	100	321	353	1,3	1,6	2,0	0,4
	2029	1.215	88	88	1063	100	333	367	1,4	1,6	2,0	0,4
	2030	1.228	90	90	1105	100	346	381	1,4	1,6	2,0	0,4
	2031	1.240	93	93	1147	100	359	395	1,4	1,7	2,1	0,5
	2032	1.252	95	95	1190	100	373	410	1,4	1,7	2,1	0,5
	2033	1.265	98	98	1233	100	387	425	1,4	1,7	2,1	0,5
	2034	1.277	100	100	1277	100	400	440	1,4	1,7	2,1	0,5

(Continua)

Prazo	Ano	Carga poluidora sem tratamento				Carga poluidora com tratamento			
		DBO (kg/dia)	DBO (mg/L)	CF (org/dia)	CF (NMP/100mL)	DBO (kg/dia)	DBO (mg/L)	CF (org/dia)	CF (NMP/100mL)
Entrada	2013	56,0	424,3	1,0E+13	7,9E+06	5,6	42,4	1,0E+09	7,9E+02
Imediato	2014	56,5	424,3	1,0E+13	7,9E+06	5,7	42,4	1,0E+09	7,9E+02
	2015	57,1	424,3	1,1E+13	7,9E+06	5,7	42,4	1,1E+09	7,9E+02
	2016	57,7	483,7	1,1E+13	9,0E+06	5,8	48,4	1,1E+09	9,0E+02
	2017	58,2	562,5	1,1E+13	1,0E+07	5,8	56,3	1,1E+09	1,0E+03
Curto	2018	58,8	562,5	1,1E+13	1,0E+07	5,9	56,3	1,1E+09	1,0E+03
	2019	59,4	562,5	1,1E+13	1,0E+07	5,9	56,3	1,1E+09	1,0E+03
	2020	60,0	562,5	1,1E+13	1,0E+07	6,0	56,3	1,1E+09	1,0E+03
	2021	60,6	562,5	1,1E+13	1,0E+07	6,1	56,3	1,1E+09	1,0E+03
Médio	2022	61,2	562,5	1,1E+13	1,0E+07	6,1	56,3	1,1E+09	1,0E+03
	2023	61,8	562,5	1,1E+13	1,0E+07	6,2	56,3	1,1E+09	1,0E+03
	2024	62,4	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,2	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2025	63,1	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,3	56,3	1,2E+09	1,0E+03
Longo	2026	63,7	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,4	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2027	64,3	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,4	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2028	65,0	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,5	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2029	65,6	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,6	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2030	66,3	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,6	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2031	66,9	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,7	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2032	67,6	562,5	1,3E+13	1,0E+07	6,8	56,3	1,3E+09	1,0E+03
	2033	68,3	562,5	1,3E+13	1,0E+07	6,8	56,3	1,3E+09	1,0E+03
	2034	69,0	562,5	1,3E+13	1,0E+07	6,9	56,3	1,3E+09	1,0E+03

(Conclusão)

Prazo	Ano	Carga poluidora sem tratamento				Carga poluidora com tratamento			
		DBO (kg/dia)	DBO (mg/L)	CF (org/dia)	CF (NMP/100mL)	DBO (kg/dia)	DBO (mg/L)	CF (org/dia)	CF (NMP/100mL)
Entrada	2013	56,0	424,3	1,0E+13	7,9E+06	5,6	42,4	1,0E+09	7,9E+02
Imediato	2014	56,5	424,3	1,0E+13	7,9E+06	5,7	42,4	1,0E+09	7,9E+02
	2015	57,1	424,3	1,1E+13	7,9E+06	5,7	42,4	1,1E+09	7,9E+02
	2016	57,7	483,7	1,1E+13	9,0E+06	5,8	48,4	1,1E+09	9,0E+02
	2017	58,2	562,5	1,1E+13	1,0E+07	5,8	56,3	1,1E+09	1,0E+03
Curto	2018	58,8	562,5	1,1E+13	1,0E+07	5,9	56,3	1,1E+09	1,0E+03
	2019	59,4	562,5	1,1E+13	1,0E+07	5,9	56,3	1,1E+09	1,0E+03
	2020	60,0	562,5	1,1E+13	1,0E+07	6,0	56,3	1,1E+09	1,0E+03
	2021	60,6	562,5	1,1E+13	1,0E+07	6,1	56,3	1,1E+09	1,0E+03
	2022	61,2	562,5	1,1E+13	1,0E+07	6,1	56,3	1,1E+09	1,0E+03
Médio	2023	61,8	562,5	1,1E+13	1,0E+07	6,2	56,3	1,1E+09	1,0E+03
	2024	62,4	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,2	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2025	63,1	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,3	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2026	63,7	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,4	56,3	1,2E+09	1,0E+03
Longo	2027	64,3	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,4	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2028	65,0	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,5	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2029	65,6	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,6	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2030	66,3	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,6	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2031	66,9	562,5	1,2E+13	1,0E+07	6,7	56,3	1,2E+09	1,0E+03
	2032	67,6	562,5	1,3E+13	1,0E+07	6,8	56,3	1,3E+09	1,0E+03
	2033	68,3	562,5	1,3E+13	1,0E+07	6,8	56,3	1,3E+09	1,0E+03
	2034	69,0	562,5	1,3E+13	1,0E+07	6,9	56,3	1,3E+09	1,0E+03

QUADRO 23 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SES DO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRRÉAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

(Conclusão)



### 4.3 LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A demanda pelo serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é calculada tendo como diretriz promover uma solução adequada aos resíduos sólidos gerados no território do município a partir de uma gestão integrada e sustentável.

Para o cálculo, são determinadas, em função da origem dos resíduos, as quantidades geradas, coletadas, destinadas à reciclagem e compostagem e à disposição final. Para essas determinações, serão utilizados parâmetros e critérios técnicos descritos a seguir.

#### 4.3.1 Parâmetros e Critérios para o Cálculo da Demanda do SMRS

Os parâmetros e critérios utilizados para o planejamento dos serviços de manejo dos resíduos sólidos serão apresentados a seguir.

##### A. Origem dos Resíduos Sólidos

Segundo o artigo 13 da Lei n. 12.305/2010, quanto à origem, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

- a) resíduos sólidos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, da limpeza de logradouros e vias públicas e de outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: a somatória dos RSD e RLU;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, com exceção dos citados nos itens b), e), g), h) e j). Quando não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, com exceção dos citados no item c);
- f) resíduos sólidos industriais: os gerados nos processos produtivos e nas instalações industriais;
- g) resíduos de serviço de saúde: os gerados nos serviços de saúde;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, nas reformas, nos reparos e nas demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;



- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluindo os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

## B. Índice de Atendimento

Neste estudo, foram avaliados os índices de atendimento à população total do município e os serviços de coleta regular e seletiva dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD). Para a projeção das demandas, foi considerada a meta de universalização da coleta regular prevista na Oficina, e para a coleta seletiva, foi estabelecida a meta de 30% no final do médio prazo.

Também foi prevista na oficina a meta de reciclagem dos resíduos, estabelecida em 50% no longo prazo.

## C. Caracterização dos Resíduos Sólidos Urbanos

Segundo o MMA (2013), é responsabilidade da prefeitura realizar a caracterização qualitativa (quanto ao tipo de resíduo) e quantitativa (mensurando a massa e o volume) dos resíduos sólidos urbanos gerados no município, identificando ainda sua origem (bairro, bacia hidrográfica ou outra região de planejamento adotada).

Mediante a ausência de dados locais, realizou-se uma estimativa a partir de dados de municípios da região. Em consulta à publicação do MMA (2012) “Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: Manual de Orientação”, obteve-se a caracterização de resíduos sólidos urbanos de municípios mineiros. Para o presente estudo, adotou-se para a caracterização dos RSU o valor médio apresentado no Quadro 24.

Município	População total	Caracterização dos RSU (%)			Fonte
		Recicláveis	Orgânicos	Rejeitos	
Catas Altas	4.846	26,0	50,0	24,0	Lange & Simões, 2002
Comercinho	8.298	35,1	30,2	34,7	Barros, Assis & Santos, 2007
Dores de Campos	9.299	31,0	58,0	11,0	Magalhães, 2008
Itamogi	10.349	22,1	67,8	10,1	Pelegrino, 2003
Santa Cruz de Salinas	4.397	33,8	46,5	19,7	Costa, 2010
<b>MÉDIA</b>	-	<b>29,6</b>	<b>50,5</b>	<b>19,9</b>	-

QUADRO 24 - CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MUNICÍPIOS MINEIROS (FONTE: ELABORADO A PARTIR DE MMA, 2012)

#### D. Massa Per Capita

A massa *per capita* relaciona a quantidade de resíduos urbanos coletada diariamente e o número de habitantes beneficiados de determinada região. Segundo o Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos publicado pelo SNIS (2012), o indicador médio de massa coletada *per capita* de RSU no Estado de Minas Gerais é de 0,89 kg/hab.dia e na região Sudeste, de 0,96 kg/hab.dia. O estudo identificou ainda que, em cidades com até 30 mil habitantes, a variação é de 0,1 a 2,55 kg/hab.dia, com indicador médio de 0,83 kg/hab.dia.

As equações para o cálculo da massa *per capita* serão apresentadas a seguir.

- Massa coletada *per capita* de RSD

$$Massa\ coletada\ per\ capita_{RSD} = \frac{Massa\ coletada}{Pop_{tot} \times Ia}$$

Onde:

*Massa coletada per capita*<sub>RSD</sub> = massa coletada *per capita* de resíduos sólidos domiciliares [kg/hab.dia]

*Massa coletada* = massa coletada de resíduos sólidos domiciliares [kg/dia]

*Pop<sub>tot</sub>* = população total [hab]

*Ia* = índice de atendimento com coleta [%]

A quantidade média atual de massa coletada de resíduos sólidos domiciliares é obtida nos levantamentos de campo. Na ausência de informações, a massa coletada é estimada considerando a massa coletada *per capita* igual a 0,5 kg/hab.dia, valor utilizado no Plano Preliminar de Regionalização



da Gestão de Resíduos Sólidos para o Estado de Minas Gerais (2009). Para a projeção da demanda, adotou-se a meta prevista na Oficina.

- Massa gerada *per capita* de RSD

$$\text{Massa gerada per capita}_{RSD} = \text{Massa coletada per capita}_{RSD} \times \text{Pop}_{tot}$$

Onde:

$\text{Massa gerada per capita}_{RSD}$  = massa gerada *per capita* de resíduos sólidos domiciliares [kg/hab.dia]

$\text{Massa coletada per capita}_{RSD}$  = massa coletada *per capita* de resíduos sólidos domiciliares [kg/hab.dia]

$\text{Pop}_{tot}$  = população total [hab]

- Massa *per capita* de RLU

$$\text{Massa per capita}_{RLU} = \frac{\text{Massa}_{RLU}}{\text{Pop}_{tot}}$$

Onde:

$\text{Massa per capita}_{RLU}$  = massa *per capita* de resíduos de limpeza urbana [kg/hab.dia]

$\text{Massa}_{RLU}$  = massa coletada e/ou gerada de resíduos de limpeza urbana [kg/dia]

$\text{Pop}_{tot}$  = população total [hab]

A quantidade média atual de massa gerada de resíduos de limpeza urbana é obtida nos levantamentos de campo. Na ausência de informações do operador, adotou-se o seguinte valor de referência (MMA, 2012):

$$\text{Massa}_{RLU} = 15\% \text{ da Massa gerada}_{RSD}$$

- Massa *per capita* de RSU

$$\text{Massa per capita}_{RSU} = \text{Massa gerada per capita}_{RSD} + \text{Massa per capita}_{RLU}$$



Onde:

$Massa\ per\ capita_{RSU}$  = massa *per capita* de resíduos sólidos urbanos [kg/hab.dia]

$Massa\ gerada\ per\ capita_{RSD}$  = massa gerada *per capita* de resíduos sólidos domiciliares [kg/hab.dia]

$Massa\ per\ capita_{RLU}$  = massa *per capita* de resíduos de limpeza urbana [kg/hab.dia]

- Massa *per capita* de RSS

$$Massa\ per\ capita_{RSS} = \frac{Massa_{RSS}}{Pop_{tot}}$$

Onde:

$Massa\ per\ capita_{RSS}$  = massa *per capita* de resíduos de serviço de saúde [kg/hab.dia]

$Massa_{RSS}$  = massa coletada e/ou gerada de resíduos de serviço de saúde [kg/dia]

$Pop_{tot}$  = população total [hab]

A quantidade média atual de massa gerada de resíduos de serviço de saúde foi obtida nos levantamentos de campo. Na ausência de informações do operador, adotou-se o seguinte valor de referência (MMA, 2012):

$$Massa_{RSS} = 0,5\% \text{ da } Massa\ gerada_{RSU}$$

- Massa *per capita* de RCC

$$Massa\ per\ capita_{RCC} = \frac{Massa_{RCC}}{Pop_{tot}}$$

Onde:

$Massa\ per\ capita_{RCC}$  = massa *per capita* de resíduos de construção civil [kg/hab.dia]

$Massa_{RCC}$  = massa coletada e/ou gerada de resíduos de construção civil [kg/dia]

$Pop_{tot}$  = população total [hab]



A quantidade média atual de massa gerada de resíduos de construção civil foi obtida nos levantamentos de campo. Na ausência de informações do operador, adotou-se o seguinte valor de referência (MMA, 2012):

$$Massa_{RCC} = 520,0 \text{ kg/hab.ano}$$

- Resíduos de logística reversa obrigatória

A estimativa da quantidade de resíduos de logística reversa gerada no município é efetuada considerando-se os seguintes indicadores (MMA, 2012):

- Pilhas = 4,34 und/hab.ano
- Baterias = 0,09 und/hab.ano
- Pneus = 2,9 kg/hab.ano
- Eletroeletrônicos = 2,6 kg/hab.ano
- Lâmpadas fluorescentes = 4,0 und/dom

## E. Quadro Resumo

Os principais parâmetros e critérios adotados na projeção da demanda serão apresentados no quadro-resumo a seguir.

Descrição	Valor	Unidade	Fonte
Caracterização dos RSU - resíduos recicláveis	29,6	%	MMA, 2012
Caracterização dos RSU - resíduos orgânicos	50,5	%	
Caracterização dos RSU - rejeitos	19,9	%	
Massa gerada de RLU	15	% dos RSD	
Massa gerada de RSS	0,5	% dos RSU	
Massa gerada de RCC	520,0	kg/hab.ano	
Quantidade gerada de pilhas	4,34	und/hab.ano	
Quantidade gerada de baterias	0,09	und/hab.ano	
Quantidade gerada de pneus	2,9	kg/hab.ano	
Quantidade gerada de eletroeletrônicos	2,6	kg/hab.ano	
Quantidade gerada de lâmpadas fluorescentes	4,0	und/dom	

QUADRO 25 - PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SMRS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

### 4.3.2 Dados de Entrada Consolidados

As informações referentes ao Sistema de Manejo de Resíduos Sólidos (SMRS) do município de São Pedro dos Ferros foram obtidas em diversas fontes, a saber: levantamentos de campo, operadora do serviço, SNIS e IBGE. Como mencionado anteriormente, todos os dados disponíveis passaram por análise de validação para a projeção das demandas. Os dados de entrada consolidados do município de São Pedro dos Ferros serão apresentados nos quadros a seguir.

Descrição	Valor	Unidade	Fonte
Operadora	Prefeitura	-	Levantamento de campo, 2014
Índice de atendimento com coleta regular	100	%	Oficina Delegados, 2014
Índice de atendimento com coleta seletiva	0	%	Levantamento de campo, 2014
Índice de reciclagem	0	%	Oficina Delegados, 2014
Índice de compostagem	ND	%	Não disponível
Caracterização dos RSU - resíduos recicláveis	ND	%	
Caracterização dos RSU - resíduos orgânicos	ND	%	
Caracterização dos RSU - rejeitos	ND	%	
Massa de RSD coletada	4.274	kg/dia	Calculado em função da quota <i>per capita</i> consolidada
Massa de RSS coletada	ND	kg/dia	Não disponível
Massa de RCC coletada	ND	kg/dia	

QUADRO 26 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SMRS NO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DOS FERROS

(FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

### 4.3.3 Metas Consolidadas

Os valores inicialmente levados à Oficina com os Delegados são dados brutos. Após a análise de validação dos dados e do cálculo da demanda atual do sistema de manejo de resíduos sólidos, algumas metas precisaram ser ajustadas para a projeção em função das características da região, buscando atender à melhor técnica.

As metas consolidadas, utilizadas para a projeção das demandas do serviço de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, serão apresentadas no quadro a seguir.

	Objetivos	Diagnóstico	Metas			
			Imediato (hoje - 2017)	Curto (2018 - 2022)	Médio (2023 - 2026)	Longo (2027 - 2034)
<b>Município</b>	Universalizar a coleta de resíduos domiciliares (%)	100	100	100	100	100
	Reduzir a geração per capita de resíduos sólidos (kg/hab.dia)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Aumentar o índice de reciclagem dos resíduos secos (%)	0	20	30	40	50
	Destinar adequadamente os resíduos sólidos produzidos (%)	inadequada	adequada	adequada	adequada	adequada

**QUADRO 27 - METAS DO SMRS CONSOLIDADAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)**

#### 4.3.4 Planilha de Projeção de Demandas

O resultado da projeção das demandas do SMRS para o município de São Pedro dos Ferros será apresentado no quadro a seguir.

As metas definidas em Oficina encontram-se destacadas nos quadros, sendo a projeção da quantidade gerada de resíduos por origem realizada a partir do valor da massa *per capita*. Em função da quantidade gerada de resíduos, será possível nas etapas seguintes de elaboração do presente PMSB definir os programas, os projetos e as ações do município de São Pedro dos Ferros. Posteriormente, serão também estimados os custos de implantação das proposições.

Prazo	Ano	Pop. Total (hab)	Índ. Atend. Coleta regular(%)	Índ. Atend. Coleta seletiva (%)	Índice de reciclagem (%)	Índice de compostagem (%)	Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD)			
							Massa per capita (kg/hab.dia)	Gerado		Coletado
								kg/dia	t/ano	kg/dia
Entrada	2013	8.555	100,0	0,0	0,0	ND	0,500	4.274,00	1.560,01	4.274,00
Imediato	2014	8.623	100,0	0,0	0,0	0,0	0,500	4.307,82	1.572,35	4.307,82
	2015	8.691	100,0	0,0	0,0	0,0	0,500	4.341,99	1.584,83	4.341,99
	2016	8.760	100,0	2,7	10,0	2,6	0,500	4.378,29	1.598,07	4.378,29
	2017	8.830	100,0	5,5	20,0	5,3	0,500	4.414,97	1.611,46	4.414,97
Curto	2018	8.900	100,0	8,2	22,0	7,9	0,500	4.450,24	1.624,34	4.450,24
	2019	8.972	100,0	10,9	24,0	10,5	0,500	4.485,88	1.637,35	4.485,88
	2020	9.044	100,0	13,6	26,0	13,2	0,500	4.521,88	1.650,49	4.521,88
	2021	9.117	100,0	16,4	28,0	15,8	0,500	4.558,26	1.663,77	4.558,26
	2022	9.190	100,0	19,1	30,0	18,4	0,500	4.595,02	1.677,18	4.595,02
Médio	2023	9.264	100,0	21,8	32,5	21,1	0,500	4.632,15	1.690,73	4.632,15
	2024	9.339	100,0	24,5	35,0	23,7	0,500	4.669,67	1.704,43	4.669,67
	2025	9.415	100,0	27,3	37,5	26,3	0,500	4.707,57	1.718,26	4.707,57
	2026	9.492	100,0	30,0	40,0	28,9	0,500	4.745,87	1.732,24	4.745,87
Longo	2027	9.569	100,0	30,0	41,3	31,6	0,500	4.784,56	1.746,36	4.784,56
	2028	9.647	100,0	30,0	42,5	34,2	0,500	4.823,65	1.760,63	4.823,65
	2029	9.726	100,0	30,0	43,8	36,8	0,500	4.863,14	1.775,05	4.863,14
	2030	9.806	100,0	30,0	45,0	39,5	0,500	4.903,04	1.789,61	4.903,04
	2031	9.887	100,0	30,0	46,3	42,1	0,500	4.943,36	1.804,32	4.943,36
	2032	9.968	100,0	30,0	47,5	44,7	0,500	4.984,08	1.819,19	4.984,08
	2033	10.050	100,0	30,0	48,8	47,4	0,500	5.025,23	1.834,21	5.025,23
	2034	10.134	100,0	30,0	50,0	50,0	0,500	5.066,80	1.849,38	5.066,80

(Continua)

Prazo	Ano	Resíduos de Limpeza Urbana (RLU)			Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)										
		Massa per capita (kg/hab.dia)	Gerado		Massa per capita (kg/hab.dia)	Gerado		Acumulado (t)	Estimativa da composição (kg/dia)			Destinação (kg/dia)			Taxa de desvio (%)
			kg/dia	t/ano		kg/dia	t/ano		Recicláveis	Orgânicos	Rejeitos	Reciclagem	Compostagem	Disposição final	
Entrada	2013	0,075	641,10	234,00	0,575	4.915,10	1.794,01	1.794,01	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
Imediato	2014	0,075	646,17	235,85	0,575	4.953,99	1.808,21	3.602,22	1.466,38	2.501,77	985,84	0,00	0,00	4.953,99	0,0
	2015	0,075	651,30	237,72	0,575	4.993,29	1.822,55	5.424,77	1.478,01	2.521,61	993,66	0,00	0,00	4.993,29	0,0
	2016	0,075	656,74	239,71	0,575	5.035,03	1.837,79	7.262,55	1.490,37	2.542,69	1.001,97	149,04	66,91	4.819,08	4,3
	2017	0,075	662,25	241,72	0,575	5.077,22	1.853,18	9.115,74	1.502,86	2.563,99	1.010,37	300,57	134,95	4.641,70	8,6
Curto	2018	0,075	667,54	243,65	0,575	5.117,78	1.867,99	10.983,73	1.514,86	2.584,48	1.018,44	333,27	204,04	4.580,47	10,5
	2019	0,075	672,88	245,60	0,575	5.158,76	1.882,95	12.866,68	1.526,99	2.605,17	1.026,59	366,48	274,23	4.518,05	12,4
	2020	0,075	678,28	247,57	0,575	5.200,17	1.898,06	14.764,74	1.539,25	2.626,08	1.034,83	400,20	345,54	4.454,42	14,3
	2021	0,075	683,74	249,56	0,575	5.242,00	1.913,33	16.678,07	1.551,63	2.647,21	1.043,16	434,46	417,98	4.389,56	16,3
Médio	2022	0,075	689,25	251,58	0,575	5.284,27	1.928,76	18.606,82	1.564,14	2.668,56	1.051,57	469,24	491,58	4.323,45	18,2
	2023	0,075	694,82	253,61	0,575	5.326,97	1.944,34	20.551,17	1.576,78	2.690,12	1.060,07	512,45	566,34	4.248,18	20,3
	2024	0,075	700,45	255,66	0,575	5.370,12	1.960,09	22.511,26	1.589,55	2.711,91	1.068,65	556,34	642,29	4.171,48	22,3
	2025	0,075	706,14	257,74	0,575	5.413,71	1.976,00	24.487,26	1.602,46	2.733,92	1.077,33	600,92	719,45	4.093,33	24,4
Longo	2026	0,075	711,88	259,84	0,575	5.457,75	1.992,08	26.479,34	1.615,49	2.756,16	1.086,09	646,20	797,84	4.013,71	26,5
	2027	0,075	717,68	261,95	0,575	5.502,24	2.008,32	28.487,66	1.628,66	2.778,63	1.094,95	671,82	877,46	3.952,96	28,2
	2028	0,075	723,55	264,09	0,575	5.547,20	2.024,73	30.512,39	1.641,97	2.801,33	1.103,89	697,84	958,35	3.891,01	29,9
	2029	0,075	729,47	266,26	0,575	5.592,61	2.041,30	32.553,69	1.655,41	2.824,27	1.112,93	724,24	1.040,52	3.827,85	31,6
	2030	0,075	735,46	268,44	0,575	5.638,50	2.058,05	34.611,74	1.669,00	2.847,44	1.122,06	751,05	1.123,99	3.763,46	33,3
	2031	0,075	741,50	270,65	0,575	5.684,86	2.074,97	36.686,72	1.682,72	2.870,85	1.131,29	778,26	1.208,78	3.697,82	35,0
	2032	0,075	747,61	272,88	0,575	5.731,69	2.092,07	38.778,78	1.696,58	2.894,51	1.140,61	805,88	1.294,91	3.630,91	36,7
	2033	0,075	753,78	275,13	0,575	5.779,01	2.109,34	40.888,12	1.710,59	2.918,40	1.150,02	833,91	1.382,40	3.562,70	38,4
2034	0,075	760,02	277,41	0,575	5.826,82	2.126,79	43.014,91	1.724,74	2.942,54	1.159,54	862,37	1.471,27	3.493,18	40,1	

(Continua)

Prazo	Ano	Resíduos Sólidos de Saúde (RSS)			Resíduos de Construção Civil (RCC)		
		Massa per capita (kg/hab.dia)	Geração		Massa per capita (kg/hab.dia)	Geração	
			kg/dia	t/ano		kg/dia	t/ano
Entrada	2013	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Imediato	2014	0,00287	24,77	9,04	0,999	8.615,64	3.144,71
	2015	0,00287	24,97	9,11	0,999	8.683,98	3.169,65
	2016	0,00287	25,16	9,19	0,999	8.753,02	3.194,85
	2017	0,00287	25,38	9,26	1,000	8.826,36	3.221,62
Curto	2018	0,00288	25,59	9,34	1,000	8.900,49	3.248,68
	2019	0,00288	25,79	9,41	1,000	8.971,76	3.274,69
	2020	0,00288	26,00	9,49	1,000	9.043,77	3.300,98
	2021	0,00288	26,21	9,57	1,000	9.116,52	3.327,53
	2022	0,00288	26,42	9,64	1,000	9.190,03	3.354,36
Médio	2023	0,00288	26,63	9,72	1,000	9.264,30	3.381,47
	2024	0,00288	26,85	9,80	1,000	9.339,33	3.408,86
	2025	0,00288	27,07	9,88	1,000	9.415,14	3.436,53
	2026	0,00288	27,29	9,96	1,000	9.491,73	3.464,48
Longo	2027	0,00288	27,51	10,04	1,000	9.569,12	3.492,73
	2028	0,00288	27,74	10,12	1,000	9.647,30	3.521,26
	2029	0,00288	27,96	10,21	1,000	9.726,28	3.550,09
	2030	0,00288	28,19	10,29	1,000	9.806,09	3.579,22
	2031	0,00288	28,42	10,37	1,000	9.886,71	3.608,65
	2032	0,00288	28,66	10,46	1,000	9.968,16	3.638,38
	2033	0,00288	28,90	10,55	1,000	10.050,46	3.668,42
	2034	0,00288	29,13	10,63	1,000	10.133,60	3.698,76

(Continua)

Prazo	Ano	Resíduos de logística reversa obrigatória									
		Pilhas		Baterias		Pneus		Eletroeletrônicos		Lâmpadas Fluorescentes	
		und/hab.ano	und/ano	und/hab.ano	und/ano	kg/hab.ano	t/ano	kg/hab.ano	t/ano	und/dom	und/ano
Entrada	2013	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Imediato	2014	4,34	37.422	0,09	776	2,90	25,01	2,60	22,42	4,00	10.778
	2015	4,34	37.719	0,09	782	2,90	25,20	2,60	22,60	4,00	10.864
	2016	4,34	38.019	0,09	788	2,90	25,40	2,60	22,78	4,00	10.950
	2017	4,34	38.322	0,09	795	2,90	25,61	2,60	22,96	4,00	11.037
Curto	2018	4,34	38.628	0,09	801	2,90	25,81	2,60	23,14	4,00	11.484
	2019	4,34	38.937	0,09	807	2,90	26,02	2,60	23,33	4,00	11.576
	2020	4,34	39.250	0,09	814	2,90	26,23	2,60	23,51	4,00	11.669
	2021	4,34	39.566	0,09	820	2,90	26,44	2,60	23,70	4,00	11.763
	2022	4,34	39.885	0,09	827	2,90	26,65	2,60	23,89	4,00	11.858
Médio	2023	4,34	40.207	0,09	834	2,90	26,87	2,60	24,09	4,00	12.352
	2024	4,34	40.533	0,09	841	2,90	27,08	2,60	24,28	4,00	12.452
	2025	4,34	40.862	0,09	847	2,90	27,30	2,60	24,48	4,00	12.554
	2026	4,34	41.194	0,09	854	2,90	27,53	2,60	24,68	4,00	12.656
Longo	2027	4,34	41.530	0,09	861	2,90	27,75	2,60	24,88	4,00	13.199
	2028	4,34	41.869	0,09	868	2,90	27,98	2,60	25,08	4,00	13.307
	2029	4,34	42.212	0,09	875	2,90	28,21	2,60	25,29	4,00	13.416
	2030	4,34	42.558	0,09	883	2,90	28,44	2,60	25,50	4,00	13.526
	2031	4,34	42.908	0,09	890	2,90	28,67	2,60	25,71	4,00	13.637
	2032	4,34	43.262	0,09	897	2,90	28,91	2,60	25,92	4,00	13.749
	2033	4,34	43.619	0,09	905	2,90	29,15	2,60	26,13	4,00	13.863
	2034	4,34	43.980	0,09	912	2,90	29,39	2,60	26,35	4,00	13.977

QUADRO 28 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SMRS DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DOS FERROS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

(Conclusão)

#### 4.4 DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

A função da drenagem urbana é destinar adequadamente as águas pluviais, combatendo as inundações e evitando o empoçamento da água, pois ambos podem causar diversos prejuízos, desde danos físicos, custos de emergência e prejuízos financeiros até a disseminação de doenças de veiculação hídrica e perda de vidas.

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 de ocupação do espaço urbano, das condições climáticas e das 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, devendo ser considerados na demanda ou no estudo de vazões.

Os critérios e parâmetros utilizados para o cálculo da demanda do sistema de drenagem urbana do município de São Pedro dos Ferros serão apresentados a seguir.

##### 4.4.1 Parâmetros e Critérios para o Cálculo da Demanda do SDU

Na área urbana, os escoamentos superficiais classificam-se basicamente em dois tipos - águas dispersas, quando o fluxo encontra-se difuso sobre o terreno, e águas confinadas, quando há um leito definido para o escoamento. Também são classificados quanto à presença de água - perene, quando há escoamento em todas as estações climáticas, e temporários, como as linhas de drenagem que apresentam água somente durante os eventos climáticos.

Em geral, para o escoamento difuso e temporário, projeta-se a microdrenagem urbana, responsável por coletar, afastar e descarregar as águas pluviais em corpos receptores adequados. Essa estrutura é composta por sarjeta, sarjetão, bocas de lobo, poços de visita e galerias, sendo de maneira geral uma característica típica do município.

Já os escoamentos perenes em leitos definidos nos fundos de vale têm as estruturas hidráulicas que compõem a macrodrenagem urbana para dar conta da água. Normalmente, essas estruturas são do tipo canalização, mas outras formas também seriam possivelmente utilizadas, como as bacias de retenção. Embora intervenções sejam propostas no âmbito do município com o objetivo de reurbanizar áreas e combater inundações, a ação e a correção geralmente extrapolam seus limites.

Os parâmetros e critérios utilizados para o cálculo da demanda de macrodrenagem e microdrenagem serão apresentados a seguir.





## A. Macrodrenagem

As dimensões e a tipologia, tanto da micro 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 das estruturas hidráulicas por onde passam essas águas dependem do cálculo apurado dessa vazão, que pode ser obtida a partir de dois métodos:

1. Dados de Postos fluviométricos: os grandes rios apresentam registros que possibilitam o cálculo das vazões de cheia, assim como a consulta a outros trabalhos conduzidos na região de estudo podem servir de fonte para os valores dessas vazões máximas ou da cota de inundação observada em eventos excepcionais;

2. Determinação da vazão máxima a partir de modelos matemáticos. Na literatura específica (PMSJRP/FESPSP, 2014), esse método divide-se em duas categorias: sintéticos e estatísticos.

Neste estudo, foram utilizados dados de postos fluviométricos presentes na Bacia do Rio Doce, consultados a partir do Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB) da Agência Nacional de Águas (ANA).

Segundo a ANA (2007), a localização das estações de medição ocorre em função da importância dos rios para o aproveitamento hidrelétrico e para o abastecimento público, além da finalidade de assegurar a oferta e confiabilidade das informações, o que resulta na ampliação da rede e da abrangência nas múltiplas sub-bacias do território nacional.

Foram analisadas as informações de vazão registradas em 24 postos fluviométricos. Como o intuito da macrodrenagem é avaliar as vazões de inundação, verificou-se na série histórica a maior vazão máxima anual registrada. Em função da área de drenagem dos postos, calculou-se a vazão máxima específica a partir da seguinte fórmula:

$$q_{max} = \frac{Q_{máx}}{A}$$

Onde:

$q_{máx}$  = vazão específica máxima [L/s.km<sup>2</sup>]

$Q_{máx}$  = vazão máxima registrada no posto fluviométrico [L/s]

$A$  = área da bacia [km<sup>2</sup>]

O Quadro 29 sumariza as principais informações dos postos fluviométricos e a vazão máxima específica calculada.

Posto fluviométrico	Rio	Município	Série histórica		Área de drenagem (km²)	Vazão máxima registrada (m³/s)	Vazão específica (L/s.km²)
			Período	Anos			
56005000	Rio Piranga	Caranaíba	mai/1937 a dez/1954	17,7	87	8,42	96,78
56520000	Ribeirão Vermelho	Raul Soares	jan/1944 a abr/2010	66,3	163	33,81	207,42
56050000	Rio Xopotó	Alto Rio Doce	ago/1938 a dez/1965	27,4	222	62,6	281,98
56470000	Ribeirão Pernambuco	Caputira	jun/1941 a dez/1957	16,6	238	16,2	68,07
56500000	Rio Santana	Abre Campo	dez/1939 a dez/1981 e set/1989 a dez/2013	66,4	273	199,4	730,40
56983000	Rio José Pedro	Durandé	ago/1938 a jul/2014	75,5	384	55,17	143,67
56385000	Rio Casca	São Miguel do Anta	set/1965 a jun/2014	49,3	523	85,4	163,29
56337000	Rio Galaxo do Norte	Barra Longa	jun/1938 a jul/2014	76,6	529	840,74	1.589,30
56960000	Rio Manhuaçu	Manhuaçu	abr/1936 a dez/1960 e jan/1963 a dez/1983	45,8	550	667,75	1.214,09
56010000	Rio Piranga	Conselheiro Lafaiete	abr/1939 a dez/1965	26,7	558	81,3	145,70
56460000	Rio Matipó	Matipó	out/1965 a dez/1981 e jan/1989 a jul/2014	41,8	616	115	186,69
56960005	Rio Manhuaçu	Manhuaçu	jun/1983 a dez/2001 e jan/2005 a jul/2014	28,2	1.070	846	790,65
56484998	Rio Matipó	Raul Soares	out/1976 a jun/2014	37,8	1.350	470	348,15
56400000	Rio Casca	Jequeri	abr/1938 a dez/1965	27,8	1.370	233	170,07
56335001	Rio do Carmo	Acaiaca	jul/1975 a dez/2005 e dez/2007 a jul/2014	37,2	1.370	630	459,85
56485000	Rio Matipó	Raul Soares	mai/1936 a nov/1977	41,7	1.390	225,27	162,06
56967000	Rio Manhuaçu	Santana do Manhuaçu	jun/1941 a dez/1965	24,6	1.520	563,6	370,79
56510000	Rio Matipó	Raul Soares	jan/1982 a jul/2014	32,6	1.870	625	334,22
56415000	Rio Casca	Rio Casca	jun/1930 a dez/1955 e jan/1957 a jun/2014	83,1	2.030	584,6	287,98
56075000	Rio Piranga	Porto Firme	jun/1938 a jul/2014	76,2	4.260	754	177,00
56110000	Rio Piranga	Ponte Nova	jan/1936 a jul/1975	39,6	6.210	1041	167,63
56425000	Rio Doce	São José do Goiabal	nov/1981 a jul/2014	32,8	10.100	1782,8	176,51
56430000	Rio Doce	São José do Goiabal	jul/1968 a fev/1978	9,7	12.800	781	61,02
56539000	Rio Doce	Córrego Novo	set/1974 a jul/2014	39,9	15.900	2224	139,87

QUADRO 29 – POSTOS FLUVIOMÉTRICOS UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DA VAZÃO MÁXIMA (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)



Como a área da bacia interfere no amortecimento do pico de cheia, os postos fluviométricos foram classificados em função da sua área de drenagem em quatro faixas: 1 a 1.000 km<sup>2</sup>, 1.001 a 2.000 km<sup>2</sup>, 2.001 a 8.000 km<sup>2</sup> e bacias maiores de 8.001 km. Para cada faixa, calculou-se, com base nos dados dos postos fluviométricos, as vazões máximas específicas (Quadro 30).

Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	q <sub>MÁX</sub> (L/s.km <sup>2</sup> )
1 a 1.000	439,0
1.001 a 2.000	377,0
2.001 a 8.000	211,0
> 8.001	126,0

QUADRO 30 – VAZÃO MÁXIMA ESPECÍFICA POR FAIXA DE ÁREA DE DRENAGEM (elaborado pelo autor, 2014)

As bacias de drenagem que incidem na área urbana do município foram delimitadas com o uso de software SIG, sendo então calculadas as vazões de cheia a partir da seguinte equação:

$$Q_{máx} = A \times q_{max}$$

Onde:

$Q_{máx}$  = vazão máxima da bacia urbana analisada [L/s]

A = área da bacia [km<sup>2</sup>]

$q_{max}$  = vazão específica máxima [L/s.km<sup>2</sup>]

## B. Microdrenagem

No cálculo da microdrenagem, as seguintes variáveis foram contempladas:

### B.1 Área da Mancha Urbana ou Área Seleccionada

Corresponde à área atualmente ocupada pela população urbana. A área da mancha urbana é obtida por meio da análise de imagens de satélite e do uso do software SIG.



## B.2 Tipo de Relevo

O relevo é definido em função das unidades geomorfológicas observadas, e para efeito de estimativa do serviço de microdrenagem, é considerado de acordo com um padrão que garanta o benefício da população. As áreas urbanas dividem-se basicamente em três categorias de relevo:

- serra: superfície ondulada com ou sem pequenas planícies aluvionais;
- plano: característica marcante das áreas urbanas situadas nas planícies litorâneas;
- misto: quando não há predominância clara nem de superfície ondulada, constituída por morrotes, nem de planícies aluvionais.

Essas feições são importantes porque condicionam a estrutura pela qual o serviço de microdrenagem é prestado. Por exemplo, no relevo plano, a quantidade de bocas de lobo é maior porque a velocidade de escoamento é menor, logo, também mais galerias e poços de visita são encontrados.

Como referência, foi adotada a diretriz da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, indicando 4 (quatro) bocas de lobo por quadra, aqui adotada com área igual a 1,0 ha. Para os municípios com relevo ondulado, adota-se 1 (uma) boca de lobo por quadra e para o misto, 2 (duas). Assim, proporcionalmente se obtém o comprimento médio de galeria e respectivos poços de visita.

## B.3 Índice de Atendimento e Cadastro do Sistema de Drenagem Urbana

Em microdrenagem, diferentemente dos outros serviços de saneamento, o índice de atendimento refere-se à área urbana contemplada com a infraestrutura. Nos casos em que o sistema de drenagem não contar com cadastro ou informações precisas da infraestrutura existente, será considerado o índice de atendimento igual a 0 (zero).

Para a projeção das demandas, foram consideradas as metas de universalização da drenagem de águas pluviais previstas em Oficina.

## B.4 Manutenção das Unidades

Para a manutenção das estruturas, estabeleceu-se uma taxa de reforma anual com base em valores de referência na literatura (PMSJRP/FESPSP, 2014):

- Boca de lobo: 10% a.a.
- Galerias: 5% a.a.
- Poços de visita: 5% a.a.

## B.5 Quadro Resumo

Os principais parâmetros e critérios adotados na projeção da demanda serão apresentados no quadro-resumo a seguir.

Descrição		Valor	Unidade	Fonte
Vazão específica máxima	1 a 1.000 km <sup>2</sup>	439,0	L/s.km <sup>2</sup>	Análise dados de postos fluviométricos
	1.001 a 2.000 km <sup>2</sup>	377,0		
	2.0001 a 8.000 km <sup>2</sup>	211,0		
	>8.001 km <sup>2</sup>	126,0		
Relevo de serra - Construção de Bocas de lobo		1,0	und/ha	PMDU Vale do Ribeira, 2009
Relevo misto- Construção de Bocas de lobo		2,0	und/ha	
Relevo plano - Construção de Bocas de lobo		4,0	und/ha	
Relevo de serra - Construção de Galerias		35	m/ha	
Relevo misto- Construção de Galerias		55	m/ha	
Relevo plano - Construção de Galerias		75	m/ha	
Construção de Poços de visita		1,0	und/100 m de galeria	
Reforma de bocas de lobo		10	% a.a.	
Reforma de galerias		5	% a.a.	
Reforma de poços de visita		5	% a.a.	
Relevo de serra - Resíduo removido na limpeza de bocas de lobo		2,0	m <sup>3</sup> /boca de lobo	
Relevo misto - Resíduo removido na limpeza de bocas de lobo		4,0	m <sup>3</sup> /boca de lobo	
Relevo plano - Resíduo removido na limpeza de bocas de lobo		6,0	m <sup>3</sup> /boca de lobo	

QUADRO 31 - PARÂMETROS E CRITÉRIOS PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SDU (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

### 4.4.2 Dados de Entrada Consolidados

As informações referentes ao Sistema de Drenagem Urbana (SDU) do município de São Pedro dos Ferros foram obtidas durante os levantamentos de campo. Como mencionado anteriormente, todos os dados disponíveis passaram por análise de validação para a projeção das demandas. Os dados de entrada consolidados do município de São Pedro dos Ferros serão apresentados nos quadros a seguir.

Descrição	Valor	Unidade	Fonte
Operadora	Prefeitura	-	Levantamento de campo, 2014
Índice de atendimento	0	%	Oficina Delegados, 2014
Cadastro da rede	0	%	
Bocas de lobo existentes	0	und	Estimado em função do índice de atendimento
Extensão de galerias de águas pluviais	0	km	
Poços de visita existentes	0	und	

**QUADRO 32 - DADOS DE ENTRADA PARA O CÁLCULO DA DEMANDA DO SDU DO DISTRITO SEDE E NO DISTRITO ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)**

#### 4.4.3 Metas Consolidadas

Os valores inicialmente levados à Oficina com os Delegados são dados brutos. Após a análise de validação dos dados e o cálculo da demanda atual do sistema de drenagem urbana, algumas metas precisaram ser ajustadas para a projeção em função das características da região, buscando atender à melhor técnica.

As metas consolidadas, utilizadas para a projeção das demandas do serviço de drenagem urbana, serão apresentadas no quadro a seguir.

	Objetivos	Diagnóstico	Metas			
			Imediato (hoje - 2017)	Curto (2018 - 2022)	Médio (2023 - 2026)	Longo (2027 - 2034)
<b>Distrito Sede</b>	Cadastrar a rede de águas pluviais (%)	0	10	30	70	100
	Universalizar a drenagem de águas pluviais (%)	0	10	30	70	100
<b>Distrito Águas Férreas</b>	Cadastrar a rede de águas pluviais (%)	0	10	30	70	100
	Universalizar a drenagem de águas pluviais (%)	0	10	30	70	100

**QUADRO 33 - METAS DO SDU CONSOLIDADAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)**

#### 4.4.4 Planilha de Projeção de Demandas

O resultado do cálculo das vazões máximas para as áreas urbanas do município de São Pedro dos Ferros será apresentado no Quadro 34.



Bacia	Distrito	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Vazão máxima (L/s)
Bacia na confluência do córrego Volta Grande com o córrego Vista Alegre	Sede	16,21	7.116,19
Bacia do córrego sem denominação afluente do Rio Casca	Águas Férreas	2,86	1.255,54

QUADRO 34 - VAZÕES MÁXIMAS PARA AS BACIAS DOS CURSOS D'ÁGUA URBANOS DO MUNICÍPIO DE SÃO PEDRO DOS FERROS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

O resultado da projeção das demandas do SDU em termos de microdrenagem para os distritos sede e Águas Férreas será apresentados nos quadros a seguir.

As metas definidas em Oficina encontram-se destacadas nos quadros. Para cada estrutura avaliada - bocas de lobo, galerias e poços de visita -, obtém-se o quantitativo das unidades a serem implantadas para atender ao atual déficit, para acompanhar a expansão urbana do município e para efetuar a manutenção.

Em função das deficiências identificadas na projeção das demandas, serão propostos os programas, os projetos e as ações na etapa seguinte de elaboração do PMSB do município de São Pedro dos Ferros. Posteriormente, serão também estimados os custos de implantação das proposições.

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Adensamento	Área urbana selec. (ha)	Índice de Atend. (%)	Bocas de lobo (und)			
						Existente	Atender déficit	Expansão urbana	Manutenção
Entrada	2013	5.952	0,05	92,00	0	0			
Imediato	2014	6.012	0,05	92,97	0		0	0	0
	2015	6.072	0,05	93,94	0		0	0	0
	2016	6.132	0,05	94,93	5		9	6	0
	2017	6.194	0,05	95,92	10		9	2	0
Curto	2018	6.256	0,05	96,93	14		8	2	0
	2019	6.318	0,05	97,94	18		7	2	0
	2020	6.381	0,05	98,97	22		7	2	0
	2021	6.445	0,05	100,00	26		8	2	0
	2022	6.510	0,05	101,05	30		7	2	0
Médio	2023	6.575	0,05	102,11	40		19	2	9
	2024	6.641	0,05	103,17	50		18	2	11
	2025	6.707	0,05	104,25	60		18	2	13
	2026	6.774	0,05	105,34	70		19	2	16
Longo	2027	6.842	0,05	106,44	74		7	2	16
	2028	6.910	0,05	107,55	78		7	2	17
	2029	6.979	0,05	108,67	81		6	2	18
	2030	7.049	0,05	109,80	85		7	2	19
	2031	7.120	0,05	110,95	89		7	2	20
	2032	7.191	0,05	112,10	93		7	2	21
	2033	7.263	0,05	113,27	96		7	2	22
	2034	7.335	0,05	114,45	100		7	2	23
<b>TOTAL</b>							<b>184</b>	<b>42</b>	<b>205</b>

(Continua)



Prazo	Ano	Galeria de águas pluviais (km)				Poços de visita (und)				Formação de resíduo (m³)
		Existente	Atender déficit	Expansão urbana	Manutenção	Existente	Atender déficit	Expansão urbana	Manutenção	
Entrada	2013	0,00				0				
Imediato	2014		0,00	0,00	0,00		0	0	0	0
	2015		0,00	0,00	0,00		0	0	0	0
	2016		0,25	0,16	0,00		3	2	0	60
	2017		0,26	0,05	0,00		2	1	0	104
Curto	2018		0,20	0,06	0,00		2	1	0	144
	2019		0,20	0,06	0,00		3	1	0	180
	2020		0,20	0,06	0,00		2	1	0	216
	2021		0,21	0,06	0,00		2	1	0	256
	2022		0,20	0,06	0,00		2	1	0	292
Médio	2023		0,50	0,06	0,13		5	1	2	376
	2024		0,51	0,06	0,16		5	1	2	456
	2025		0,51	0,06	0,19		5	1	2	536
	2026		0,50	0,06	0,21		5	1	2	620
Longo	2027		0,19	0,06	0,23		2	1	3	656
	2028		0,19	0,06	0,24		2	1	3	692
	2029		0,19	0,06	0,25		2	1	3	724
	2030		0,19	0,06	0,26		1	1	3	760
	2031		0,19	0,06	0,28		2	1	3	796
	2032		0,19	0,06	0,29		2	1	3	832
	2033		0,19	0,06	0,30		2	1	3	868
	2034		0,19	0,06	0,31		2	1	4	904
		-	<b>5,06</b>	<b>1,23</b>	<b>2,85</b>	-	<b>51</b>	<b>20</b>	<b>33</b>	-

QUADRO 35 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SDU DO DISTRITO SEDE (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

(Conclusão)

Prazo	Ano	Pop. Urbana	Adensamento	Área urbana selec. (ha)	Índice de Atend. (%)	Bocas de lobo (und)			
						Existente	Atender déficit	Expansão urbana	Manutenção
Entrada	2013	1.036	0,05	16,00	0	0			
Imediato	2014	1.047	0,05	16,17	0		0	0	0
	2015	1.057	0,05	16,34	0		0	0	0
	2016	1.068	0,05	16,51	5		2	1	0
	2017	1.079	0,05	16,68	10		1	0	0
Curto	2018	1.089	0,05	16,86	14		1	0	0
	2019	1.100	0,05	17,03	18		2	0	0
	2020	1.111	0,05	17,21	22		1	0	0
	2021	1.122	0,05	17,39	26		1	0	0
	2022	1.134	0,05	17,57	30		2	0	0
Médio	2023	1.145	0,05	17,76	40		3	0	1
	2024	1.156	0,05	17,94	50		3	0	2
	2025	1.168	0,05	18,13	60		3	0	2
	2026	1.180	0,05	18,32	70		3	0	2
Longo	2027	1.191	0,05	18,51	74		2	0	3
	2028	1.203	0,05	18,70	78		1	0	3
	2029	1.215	0,05	18,90	81		1	0	3
	2030	1.228	0,05	19,10	85		1	0	3
	2031	1.240	0,05	19,30	89		1	0	3
	2032	1.252	0,05	19,50	93		2	0	3
	2033	1.265	0,05	19,70	96		1	0	3
	2034	1.277	0,05	19,90	100		1	0	3
<b>TOTAL</b>							<b>32</b>	<b>1</b>	<b>31</b>

(Continua)

Prazo	Ano	Galeria de águas pluviais (km)				Poços de visita (und)				Formação de resíduo (m³)
		Existente	Atender déficit	Expansão urbana	Manutenção	Existente	Atender déficit	Expansão urbana	Manutenção	
Entrada	2013	0,00				0				
Imediato	2014		0,00	0,00	0,00		0	0	0	0
	2015		0,00	0,00	0,00		0	0	0	0
	2016		0,04	0,03	0,00		1	0	0	12
Curto	2017		0,05	0,01	0,00		0	0	0	16
	2018		0,03	0,01	0,00		0	0	0	20
	2019		0,04	0,01	0,00		1	0	0	28
	2020		0,03	0,01	0,00		0	0	0	32
	2021		0,04	0,01	0,00		0	0	0	36
Médio	2022		0,03	0,01	0,00		1	0	0	44
	2023		0,09	0,01	0,02		1	0	0	56
	2024		0,09	0,01	0,03		1	0	0	68
	2025		0,09	0,01	0,03		0	0	0	80
Longo	2026		0,09	0,01	0,04		1	0	0	92
	2027		0,03	0,01	0,04		1	0	0	100
	2028		0,03	0,01	0,04		0	0	0	104
	2029		0,03	0,01	0,04		0	0	0	108
	2030		0,04	0,01	0,05		1	0	0	112
	2031		0,03	0,01	0,05		0	0	0	116
	2032		0,03	0,01	0,05		0	0	0	124
	2033		0,04	0,01	0,05		1	0	0	128
2034		0,03	0,01	0,05		0	0	0	132	
		<b>-</b>	<b>0,88</b>	<b>0,21</b>	<b>0,49</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-</b>

QUADRO 36 - PROJEÇÃO DA DEMANDA DO SDU DO DISTRITO DE ÁGUAS FÉRREAS (FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2014)

(Conclusão)



## 5 SISTEMAS ALTERNATIVOS DE SANEAMENTO BÁSICO

As demandas pelos serviços públicos de saneamento básico nas componentes de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas para os distritos legalmente constituídos foram apresentadas na seção anterior.

Em função da existência do sistema público implantado e da disponibilidade de informações, foi possível efetuar também o cálculo da demanda para a Distrito rural de Águas Férreas

Deve-se notar que, conforme o artigo quinto da Lei n. 11.445/2007, não constitui serviço público a ação de saneamento executada por meio de soluções individuais, desde que o usuário não dependa de terceiros para operar os serviços, bem como as ações e os serviços de saneamento básico de responsabilidade privada, incluindo o manejo de resíduos sólidos de responsabilidade do gerador.

Para os pequenos aglomerados rurais e a população dispersa rural presente no município, não atendidos atualmente por serviços de saneamento básico, serão propostas alternativas coletivas e individuais, como, por exemplo, poços tubulares e sistema de desinfecção para o abastecimento de água e o emprego de fossas sépticas, filtros e sumidouros para o tratamento dos esgotos sanitários. Essas proposições serão apresentadas em maiores detalhes nos próximos produtos, nos quais, inclusive, serão previstos os custos médios de implantação.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Sistema de Informações Hidrológicas -Hidroweb**. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 08 out. 2014.

ANTICO, Cláudia. **Deslocamentos populacionais no Vale do Paraíba: crescimento e expansão urbana da região de São José dos Campos**. 1997. 188 f. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Estadual de Campinas.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12.209**: Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1992, 12p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12.216**: Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992, 18p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12.217**: Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994, 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9.649**: Projeto de Redes Coletoras de esgoto sanitário - procedimento. Rio de Janeiro, 1986, 7p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em 08 ago. 2014.

BRASIL. Decreto n. 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei n. 11.445/07. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 jun. 2010.

BRASIL. Decreto n. 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei n. 12.305/2010, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 2010.

BRASIL. **Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <<http://legislacao.planalto.gov.br>>. Acesso em 17 mar. 2014.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 ago. 2010.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO PAULO - SABESP. **Planos Integrados Regionais (PIR)**: Relatório Síntese. São Paulo: Diretoria Metropolitana, 2011.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. **Informações Básicas Operacionais - IBO/ Indicadores Básicos Gerenciais - IBG**. Localidade, São Pedro dos Ferros. DCL/DPSE/DTVP. 2013.

CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce**. Volumes I a III. Relatório Final. Contrato n. 043/2008 IGAM. Jun. 2010.

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

FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO - FESP. **Plano Municipal de Drenagem Urbana de São José do Rio Preto**. São Paulo, PMSJRP/FESPSP, 2014.

GEO - SISEMANET. Disponível em <<http://www.geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/>>. Acesso em 08.10.2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Banco de Dados Agregados SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 08 ago. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010: características urbanísticas do entorno dos domicílios**. Rio de Janeiro, 2010.

MARDEGAN, Gláucia Elisa. **A origem do município de Leme-SP, e uma breve análise da sua dinâmica populacional nos anos de 1980, 1990, 2000 e 2010**. 2013. 45 f. Monografia apresentada à Universidade Estadual de Campinas para obtenção do Bacharelado em Geografia.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Orientações para elaboração de Plano Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PGIRS para municípios com população inferior a 20 mil habitantes**. Brasília, 2013. 62p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Planos de Gestão de Resíduos Sólidos: manual de orientação**. Brasília, 2012. 157p.

OJIMA, Ricardo. **Análise comparativa da dispersão urbana nas aglomerações urbanas brasileiras: elementos teóricos e metodológicos para o planejamento urbano e ambiental**. 2007. 166 tese de doutorado apresentada à Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Demografia.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2012**. Brasília, 2014. 164p.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos - 2012**. Brasília, 2014. 143p.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: DEHS, 2004. 643 p.

VESTANA, L. R. et. al. **Vazão ecológica e disponibilidade hídrica na bacia das Pedras, Guarapuava-PR. Ambi-Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 212-227, 2012.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade da água e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: editora, 1996. 243p.

## 7 APÊNDICE – REGISTRO DA OFICINA

Abastecimento de Água Potável						
	Objetivos	Diagnóstico	Metas			
			Imediato (hoje - 2017)	Curto (2018 - 2022)	Médio (2023 - 2026)	Longo (2027 - 2034)
Distrito Sede	Universalizar o atendimento de água (%)	97	97	99	100	100
			672.555,25	2.252.593,02	1.428.946,37	252.208,22
COPASA	Redução do número de perdas (%)	26	26	24	22	20
	Consumo sustentável (l/hab.dia)	99	99	99	99	99
Distrito Águas Férreas	Universalizar o atendimento de água (%)	ND	100	100	100	100
			870.265,83	70.270,79	87.838,49	43.919,24
Prefeitura Municipal	Redução do número de perdas (%)	ND	20	20	20	20
	Consumo sustentável (l/hab.dia)	> 400	120	120	120	120

**Comentários:** A meta para o município está viável, utilizando e mantendo a manutenção em 2% a custo fixo.

+ No Distrito no imediato, devido ter um consumo exorbitante, não tem água tratada. E por questões de Saúde Pública.

*Andressa*  
*Roselene de Oliveira Alcantara*  
*Priscila*  
*Marina*  
*Patrícia*  
*Luciana*  
*Marina*  
*Patrícia*  
*Elisângela PE*









**Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos**

	Objetivos	Diagnóstico	Metas			
			Imediato (hoje - 2017)	Curto (2018 - 2022)	Médio (2023 - 2026)	Longo (2027 - 2034)
Município	Universalizar a coleta de resíduos domiciliares (%)	100	100	100	100	100
	Redução da geração per capita de resíduos sólidos (kg/hab.dia)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Aumento do índice de reciclagem dos resíduos secos (%)	0	20	30	30-50	30 - 50
	Destinação adequada dos resíduos sólidos produzidos (%)	inadequada	adequada R\$ 17.954.252,93 R\$ 9.888.484,16	adequada	adequada	adequada

**Comentários:** 100% não é nossa realidade, precisamos um planejamento dessa coleta, após consulta popular. Sugestão de Padronização do horário de coleta, diário. Assim podendo evitar a contaminação da população por resíduos presentes no lixo.  
→ Os demais itens estão vivos.

*Handwritten signatures and names:*  
 D. Silva, R.P. Profeta, Rosilene de Oliveira, Maria Helena, F. Silva, P. Silveira, Anderson, P. Silva, Clisangela P.C., M. Silva.

