



PLANO MUNICIPAL DE
SANEAMENTO BÁSICO

Produto D – Prospectiva e Planejamento
Estratégico

BETIM



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE BETIM							
REV	DATA	TIPO	DESCRIÇÃO	POR	VERIFICADO	AUTORIZADO	APROVADO
0	10/2017	A	PARA APROVAÇÃO				
EMISSIONES							
TIPOS		A – PARA APROVAÇÃO		C – ORIGINAL	B – REVISÃO	D - CÓPIA	
EMPRESA CONTRATADA: PROJETA CONSULTORIA E SERVIÇOS LTDA. Alameda Oscar Niemeyer, nº 500, Salas 503/507 – Vale do Sereno 34000-000 – Nova Lima – MG Tel.: (31) 3347-4405 // (31) 3347-7079							
PRODUTO: PRODUTO D: - PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO							
REFERÊNCIA: Outubro / 2017							

Arquivo: PMSB-PPE-PMB-BTM-0411-1017-REV00.doc

Execução:



Realização:



EXECUÇÃO



PROJETA CONSULTORIA E SERVIÇOS LTDA

Alameda Oscar Niemayer, 500 | Sala 503/507 |
Vale do Sereno | Nova Lima | Minas Gerais
www.projetaengenharia.eng.br

REALIZAÇÃO



MUNICÍPIO DE BETIM

Prefeito: Vittorio Medioli | Vice-Prefeito – Vinicius Resende
Rua Pará de Minas, 640 | Brasília | Betim | Minas Gerais
www.betim.mg.gov.br

Execução:



Realização:





EQUIPE TÉCNICA	
Nome	Formação
Coordenação	
Raphael Eduardo de Melo e Silva	Diretor Comercial
Guilherme Diniz – Engenheiro Civil	Gerente de Contratos
Matheus Comanducci Fernandes Neto	Responsável Técnico - Engenheiro Civil Sanitarista
Rafaela Priscila Sena do Amaral	Coordenação Executiva - Tecnóloga em Gestão Ambiental
Gracielle Muniz	Coordenação de Campo - Engenheira Ambiental e de Segurança do Trabalho
Técnicos	
Adélia Nascimento	Estagiária - Engenharia Civil
Aline Maia	Engenheira Eletricista
Aline Souza Cavalcante Pires	Engenheira Ambiental
Danilo da Silva	Engenheiro Civil
Fabiano Lopes	Engenheiro Civil
Juliana Gonçalves	Administradora
Larissa Costa Silveira	Bióloga
Michele Ribeiro	Engenheira de Produção
Roberth Bruno Oliveira e Silva	Estagiário - Engenharia Civil
Sayuri Osawa	Arquiteta Urbanista
Tayrini Campos Soares	Engenheira Civil
Tiago Rafael Marques	Estagiário – Comunicação Social
Virginia Rodrigues da Silva	Relações Públicas

Execução:



Realização:



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DO PROGNÓSTICO	1
3. PROJEÇÃO POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE BETIM.....	4
3.1. DEFINIÇÃO DO MODELO DE PROJEÇÃO A SER ADOTADO PARA CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS DE DEMANDAS PELOS SERVIÇOS.....	14
4. CENÁRIOS DE DEMANDAS.....	18
4.1. CENÁRIOS PARA OS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	18
4.1.1. <i>Metodologia de cálculo.....</i>	18
4.1.2. <i>Cenário 1 dos serviços de abastecimento de água</i>	25
4.1.3. <i>Cenário 2 dos serviços de abastecimento de água</i>	28
4.1.4. <i>Cenário 3 dos serviços de abastecimento de água</i>	31
4.1.5. <i>Avaliação conclusiva dos cenários para os serviços de abastecimento de água</i>	34
4.2. CENÁRIOS PARA OS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	35
4.2.1. <i>Metodologia de Cálculo</i>	35
4.2.2. <i>Cenário 1 dos serviços de esgotamento sanitário</i>	39
4.2.3. <i>Cenário 2 dos serviços de esgotamento sanitário</i>	42
4.2.4. <i>Cenário 3 dos serviços de esgotamento sanitário</i>	45
4.2.5. <i>Avaliação conclusiva dos cenários para os serviços de esgotamento sanitário</i>	47
4.3. CENÁRIOS PARA OS SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	47
4.3.1. <i>Metodologia de cálculo.....</i>	47
4.3.2. <i>Cenário 1 dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos... 51</i>	51
4.3.3. <i>Cenário 2 dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos... 54</i>	54
4.3.4. <i>Cenário 3 dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos... 57</i>	57
4.3.5. <i>Avaliação conclusiva dos cenários para os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.....</i>	60
4.4. CENÁRIOS PARA OS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	61
4.4.1. <i>Cenários para a Drenagem Urbana e o Manejo de Águas Pluviais.....</i>	64
4.4.2. <i>Cenário 1 dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. 65</i>	65
4.4.3. <i>Cenário 2 dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. 68</i>	68
4.4.4. <i>Cenário 3 dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. 70</i>	70
4.4.5. <i>Avaliação conclusiva dos cenários para os serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.....</i>	73

5. IDENTIFICAÇÃO DAS CARÊNCIAS NOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO.....	75
5.1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	75
5.2. ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	76
5.3. LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	77
5.4. DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	78
6. DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS E METAS DO PMSB.....	79
6.1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	79
6.2. ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	79
6.3. LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....	80
6.4. DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	81
7. ALTERNATIVAS JURÍDICO-INSTITUCIONAIS E DA GESTÃO DO SANEAMENTO BÁSICO.....	83
7.1 ALTERNATIVAS PARA A GESTÃO E PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO.....	83
7.1.1. <i>Estudo sobre modelo de Gestão.....</i>	88
7.2 ALTERNATIVAS PARA A REGULAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO.....	89
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - VARIAÇÕES DOS CENÁRIOS PROPOSTOS	2
FIGURA 2 - HORIZONTES PARCIAIS DO PMSB.....	3
FIGURA 3 - SEQUÊNCIA METODOLÓGICA DO PROGNÓSTICO	3
FIGURA 4 – CARTOGRAMA COM A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA POPULAÇÃO BETINENSE EM 2010 E EM 2038 PELO MODELO DE PROJEÇÃO GEOMÉTRICO.....	16
FIGURA 5 – CARTOGRAMA COM A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA POPULAÇÃO BETINENSE EM 2010 E EM 2038 PELO MODELO DE PROJEÇÃO ARITMÉTICO	17
FIGURA 6– FORMAS DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO PÚBLICO	84

Execução:



Realização:



LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – EVOLUÇÃO TEMPORAL DA POPULAÇÃO URBANA, RURAL E TOTAL DO MUNICÍPIO DE BETIM ENTRE 1970 A 2010	4
TABELA 2 – POPULAÇÃO TOTAL DAS REGIONAIS DO MUNICÍPIO DE BETIM ENTRE 2000 E 2010	7
TABELA 3 – SETORES CENSITÁRIOS DE REFERÊNCIA PARA AS REGIONAIS ICAIVERA E PETROVALE	8
TABELA 4 – TAXA DE CRESCIMENTO GEOMÉTRICO POPULACIONAL REGIONAL E MUNICIPAL DE BETIM....	9
TABELA 5 – TAXA DE CRESCIMENTO GEOMÉTRICO POPULACIONAL REGIONAL E MUNICIPAL DE BETIM..	11
TABELA 6 – TAXA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL GEOMÉTRICO E ARITMÉTICO DE BETIM	11
TABELA 7 – CRESCIMENTO POPULACIONAL DAS REGIONAIS CENTRO, NORTE, ALTEROSAS E PTB.....	12
TABELA 8 – CRESCIMENTO POPULACIONAL DAS REGIONAIS IMBIRUÇU, TERESÓPOLIS E CITROLÂNDIA	13
TABELA 9 – CRESCIMENTO POPULACIONAL DAS REGIONAIS VIANÓPOLIS, ICAIVERA E PETROLÂNDIA ..	14
TABELA 10 – VAZÃO CAPTADA E CAPACIDADE INSTALADA NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE BETIM	21
TABELA 11 – NÚMERO E CAPACIDADE DOS RESERVATÓRIOS DE ÁGUA TRATADA EM OPERAÇÃO NO MUNICÍPIO DE BETIM.....	24
TABELA 12 – PRINCIPAIS VALORES ADOTADOS PARA REALIZAÇÃO DO PROGNÓSTICO DOS SISTEMAS COLETIVOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BETIM	25
TABELA 13 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO 1	26
TABELA 14 – PRODUÇÃO DE ÁGUA PARA ATENDIMENTO DA POPULAÇÃO URBANA FUTURA CONSIDERANDO AS METAS ESTABELECIDAS NO CENÁRIO 1	27
TABELA 15 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO 2	28
TABELA 16 – PRODUÇÃO DE ÁGUA PARA ATENDIMENTO DA POPULAÇÃO URBANA FUTURA CONSIDERANDO AS METAS ESTABELECIDAS NO CENÁRIO 2	30
TABELA 17 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO 3	31
TABELA 18 – PRODUÇÃO DE ÁGUA PARA ATENDIMENTO DA POPULAÇÃO URBANA FUTURA CONSIDERANDO AS METAS ESTABELECIDAS NO CENÁRIO 3	33
TABELA 19 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO 1	39
TABELA 20 – GERAÇÃO DE ESGOTOS DA POPULAÇÃO URBANA FUTURA DE BETIM CONSIDERANDO AS METAS ESTABELECIDAS NO CENÁRIO	41
TABELA 21 –PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO 2	42
TABELA 22 – GERAÇÃO DE ESGOTOS DA POPULAÇÃO URBANA FUTURA DE BETIM CONSIDERANDO AS METAS ESTABELECIDAS NO CENÁRIO 2.....	44
TABELA 23 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO 3.....	45
TABELA 24 – GERAÇÃO DE ESGOTOS DA POPULAÇÃO URBANA FUTURA DE BETIM CONSIDERANDO AS METAS ESTABELECIDAS NO CENÁRIO 3.....	46
TABELA 25 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO 1	51
TABELA 26 – GERAÇÃO DE RESÍDUOS E RECUPERAÇÃO ATRAVÉS DA RECICLAGEM, CONSIDERANDO AS METAS ESTABELECIDAS NO CENÁRIO 1.....	53

Execução:



Realização:



TABELA 27– PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO 2.....	54
TABELA 28 – GERAÇÃO DE RESÍDUOS E RECUPERAÇÃO ATRAVÉS DA RECICLAGEM, CONSIDERANDO AS METAS ESTABELECIDAS NO CENÁRIO 2.....	56
TABELA 29 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO 3	57
TABELA 30 – GERAÇÃO DE RESÍDUOS E RECUPERAÇÃO ATRAVÉS DA RECICLAGEM, CONSIDERANDO AS METAS ESTABELECIDAS NO CENÁRIO 3.....	59
TABELA 31: PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO 2	68
TABELA 32 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO CENÁRIO 3	71
TABELA 33– FORMAS DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇO PÚBLICO	88

Execução:



Realização:



**Prefeitura de
BETIM**

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste Produto D: Prospectiva e Planejamento Estratégico é a formulação de cenários de planejamento para os serviços de saneamento básico, definindo objetivos e metas para o PMSB de Betim, com base nas carências atuais e demandas futuras referentes aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana e manejo de águas pluviais.

As proposições e diretrizes de intervenção indicadas neste documento, a serem adotadas ao longo do horizonte de 20 anos do Plano, visam à melhoria das condições sanitárias em que vivem as populações urbanas e rurais, à promoção da saúde pública e à proteção dos recursos hídricos e do meio ambiente, atendendo aos princípios da Política Nacional de Saneamento Básico.

As estratégias em questão incluem a criação ou adequação da estrutura municipal para o planejamento, a prestação de serviço, a regulação, a fiscalização e o controle social, assim como alternativas para a promoção da gestão associada para o desempenho das referidas funções.

2. METODOLOGIA PARA ELABORAÇÃO DO PROGNÓSTICO

A projeção populacional é o ponto de partida para a construção dos cenários de metas e demandas do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Betim. As projeções populacionais têm como objetivo subsidiar o planejamento na delimitação de cenários futuros de atuação e na formulação de políticas de curto, médio e longo prazo. Nesse sentido, foram analisadas duas projeções populacionais, sendo geométrica e aritmética, para cada uma das regionais administrativas do município.

Após a escolha da projeção populacional mais adequada à realidade do Município de Betim, partiu-se para a construção de cenários de metas com suas respectivas demandas por serviços de saneamento. Esses cenários tiveram como objetivo principal identificar e comparar as alternativas de intervenção, observado o sistema territorial, os aspectos demográficos e os aspectos operacionais específicos de cada serviço de saneamento.

A proposição dos cenários busca delimitar as alternativas prováveis, visando orientar o processo decisório, descrevendo hipóteses futuras para apoiar a decisão e a escolha de alternativas. Assim, a atividade de construção de cenários constitui um processo de

Execução:



Realização:



reflexão estratégica sobre as possibilidades de desdobramentos futuros da realidade atual e de suas implicações para a sociedade e atores envolvidos com o saneamento básico.

Foram escolhidas variáveis indicativas de aspectos operacionais e específicos para cada eixo do saneamento básico e para cada uma delas foram elaboradas hipóteses futuras otimistas, moderadas e pessimistas. Os cenários produzidos resultam da combinação das variáveis e hipóteses, sendo formulados três cenários para cada serviço: o primeiro o mais otimista e o terceiro tendendo para um futuro mais pessimista, conforme ilustrado na

Figura 1.

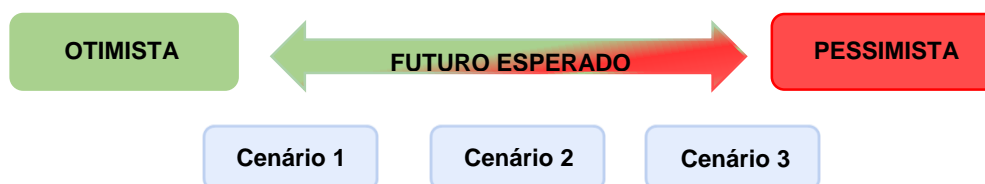


Figura 1 - Variações dos cenários propostos

É importante destacar que os cenários produzidos em um processo de planejamento visam uma descrição de um futuro possível, imaginável ou desejável, a partir de hipóteses ou possíveis perspectivas de eventos, embasadas no conhecimento da situação atual do Município. A partir dos cenários de metas, foi eleito apenas um como referência para elaboração das demandas dos serviços e subsequente definição das alternativas e dos programas e ações necessários para o atendimento dos objetivos propostos. O cenário escolhido indica um futuro possível e desejável, constituindo o ambiente para o qual se desenvolve o planejamento e suas diretrizes e estratégias, metas e investimentos necessários para alcançar o planejado. Os demais cenários apresentados são mantidos como referências para o planejamento, de tal forma que, caso o monitoramento do cenário indique desvios do cenário inicialmente escolhido no presente PMSB, correções sejam implementadas nas futuras revisões do Plano.

As demandas e metas de atendimento foram distribuídas pelo horizonte de planejamento do Plano (20 anos), sendo estratificadas em horizontes parciais, conforme apresentado a seguir e ilustrado na

Figura 2.

- Prazo Imediato: até dois anos;

Execução:



Realização:



- Curto prazo: entre 3 e 4 anos;
- Médio prazo: entre 5 e 10 anos;
- Longo prazo: entre 11 e 20 anos.



Figura 2 - Horizontes parciais do PMSB

O presente relatório se encerra com a proposição de alternativas institucionais de concepção dos sistemas de saneamento que atendam as metas, demandas e objetivos traçados. É importante destacar que não cabe a este PMSB apresentar alternativas de concepção detalhadas para cada serviço, mas sim compatibilizar as disponibilidades e necessidades desses serviços para a população, associando alternativas de intervenção e estabelecendo a concepção macro e geral dos sistemas. A metodologia geral de trabalho utilizada no presente relatório foi traçada conforme apresentado na Figura 3.

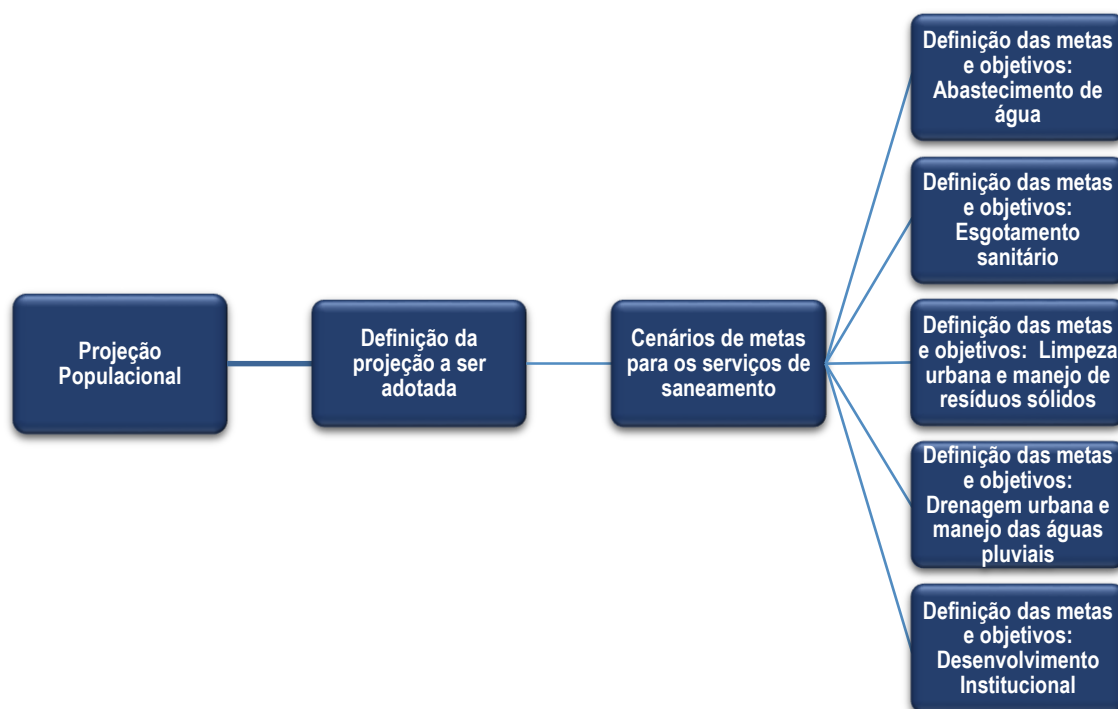


Figura 3 - Sequência metodológica do Prognóstico

Execução:



Realização:



3. PROJEÇÃO POPULACIONAL DO MUNICÍPIO DE BETIM

Suprir as necessidades básicas de uma população requer a formulação de planos e programas sociais, os quais para serem estabelecidos de maneira adequada precisam basear-se em uma previsão do tamanho desta população (Brito *et al.* 2008). Nesse sentido, as projeções populacionais despontam como um importante prognóstico no planejamento e desenvolvimento econômico, social, político e ambiental de diversos recortes espaciais.

Para o atendimento das demandas futuras dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e de resíduos sólidos no em Betim, fez-se necessário estabelecer uma análise do crescimento populacional apresentado pelo município, sendo assim procedeu-se a projeção populacional para o horizonte de 20 anos, a contar de 2018 a 2037. Os dados iniciais de referência foram extraídos das bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), correspondendo aos censos demográficos realizados nos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010. Conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Evolução temporal da população urbana, rural e total do município de Betim entre 1970 a 2010

Ano	População Urbana	População Rural	Total
1970	17.536	20.2279	37.815
1980	76.801	7.382	84.193
1991	162.143	8.791	170.934
2000	298.258	8.417	306.675
2010	375.331	2.758	378.089

Como pode ser observado na Tabela 1, Betim vivenciou entre as décadas de 1970 a década de 1990 um forte incremento populacional. Tal fato correlaciona-se a própria dinâmica populacional brasileira, marcada nesse período por um grande aumento da população, sobretudo a urbana, que a partir da década de 1970 passa ser em maior proporção. Nota-se que nesse período o presente município obteve um incremento populacional capaz de dobrar seu número de habitantes, característica observada até os anos 2000, quando houve um desaceleramento em sua taxa de crescimento. Há de se ressaltar também eventos como a instalação de grandes indústrias no município, as quais somadas ao próprio processo de metropolização de Belo Horizonte, possuíram

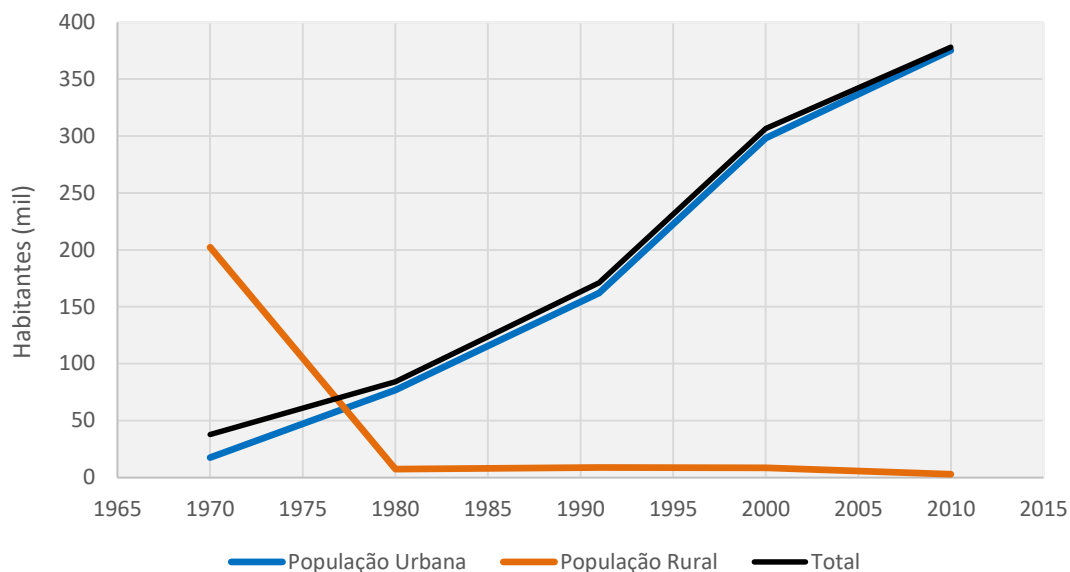
Execução:



Realização:



forte influência no crescimento populacional observado nas últimas décadas do século passado.



Embora os dados municipais apresentados forneçam um bom panorama da característica populacional desse recorte, bem como informações suficientes para se projetar a população para o horizonte pretendido, optou-se, também por se modelar o crescimento populacional em um recorte espacial que forneça maiores níveis de detalhes, tais como as unidades regionais que compõem o presente município.

Dessa forma, para se ter um melhor prognóstico sobre o município, se modelou o crescimento populacional das unidades administrativas Centro, Norte, Jardim das Alterosas, PTB, Imbiruçu, Jardim Teresópolis, Citrolândia, Vianópolis, Icaivera e Petrovale. A análise por unidades regionais busca seguir o princípio da descentralização das políticas públicas municipal, no qual um estudo específico sobre cada regional proporcionaria um controle administrativo maior sobre suas carências. A

Execução:



Realização:



Tabela 2 apresenta a população total das supracitadas regionais em relação aos últimos dois censos demográficos.

Execução:



Realização:



Prefeitura de
BETIM

Tabela 2 – População total das regionais do município de Betim entre 2000 e 2010

Unidade administrativa regional	Ano	
	2000	2010
Regional Centro	51668	58012
Regional Norte	28017	42166
Regional Jardim das Alterosas	69616	84508
Regional Icaivera	1954	10523
Regional PTB	27018	30116
Regional Petrovale	2178	6757
Regional Imbiruçu	60582	71291
Regional Jardim Terezópolis	38766	40320
Regional Citrolândia	18532	22252
Regional Vianópolis	8344	12144
Total	306675	378089

É importante destacar que as unidades Petrovale e Icaivera foram criadas, administrativamente após o censo demográfico de 2010, sendo estas provenientes do desmembramento das unidades PTB e Jardim Alterosas, respectivamente. Esta fragmentação advém do desenvolvimento dessas regiões, as quais apresentaram ao longo dos anos características discrepantes das demais áreas de suas unidades de origem. Tal heterogeneidade espacial proporcionam políticas públicas distintas, o que reflete em um planejamento específico para cada área.

Dessa forma, e em virtude da carência de dados específicos para essas duas novas unidades, foi utilizado para a estimativa de sua população dados provenientes dos setores censitários inseridos nas áreas que atualmente contemplam essas regionais. Nesse sentido foram somados a população total de cada setor inserido na área de abrangência das novas regionais, e subtraído esse montante, da população total da regional de origem.

Execução:



Realização:



Tabela 3 – Setores Censitários de referência para as regionais Icaivera e Petrovale

REGIONAL ICAIVERA		REGIONAL PETROVALE	
Setor Censitário ano de 2000	Setor Censitário ano de 2010	Setor Censitário ano de 2000	Setor Censitário ano de 2010
310670505030069	310670505030062	310670505040037	310670505040031
310670505030062	310670505030063	310670505040031	310670505040032
310670505030068	310670505030064	310670505040036	310670505040033
	310670505030065	310670505040037	310670505040036
	310670505030066	310670505040031	310670505040037
	310670505030067	310670505040036	310670505040066
	310670505030068		310670505040069
	310670505030069		310670505040071
	310670505030122		310670505040072
	310670505030123		310670505040073
	310670505030124		310670505040074
	310670505030125		310670505040068
	310670505030126		310670505040075
	310670505030127		
	310670505030128		
	310670505030129		
	310670505030133		
	310670505030134		
	310670505030136		
	310670505030138		

Estabelecido os dados de referência, a previsão populacional foi formulada através de equações matemáticas, que também podem ser resolvidas pelo método estatístico de análise de regressão linear ou não-linear. Entretanto optou-se por métodos de regressão quando se tem uma maior série histórica de dados. Visto que os dados disponíveis remetem a apenas dois censos, adotou-se os métodos algébricos para a presente análise.

Nesse sentido, para determinação da população do Município de Betim bem como de suas regionais, foi necessário determinar o coeficiente de crescimento da população. Dessa forma, foram adotados os coeficientes de crescimento geométrico e aritmético.

A taxa de crescimento geométrica pressupõe que a população do município cresce conforme progressão geométrica, não considerando o decréscimo dessa, sendo seu crescimento ilimitado. Dessa forma, obtém-se a seguinte fórmula para o cálculo de seu coeficiente.

Execução:



Realização:



$$K_g = \frac{\ln P_f - \ln P_i}{T_f - T_i}$$

Onde,

K é o coeficiente geométrico

Ln Pf é o logaritmo natural da população final

Ln Pi é o logaritmo natural da população inicial

Tf tempo final

Ti Tempo inicial

Nessa perspectiva obtêm-se os seguintes valores de referência para as regionais e o município:

Tabela 4 – Taxa de crescimento geométrico populacional regional e municipal de Betim

Recorte espacial de análise	População inicial censo ano 2000	População Final censo ano 2000	Taxa de crescimento geométrico (%)
Centro	51668	58012	1,16%
Norte	28017	42166	4,17%
Jardim das Alterosas	69616	84508	1,96%
PTB	27018	30116	1,09%
Imbiruçu	60582	71291	1,64%
Jardim Teresópolis	38766	40320	0,39%
Citrolândia	18532	22252	1,85%
Vianópolis	8344	12144	3,82%
Icaivera	1954	10523	18,3%
Petrovale	2178	6757	11,9%
Betim	306675	378089	2,12%

Vale destacar que o processo de ocupação no município de Betim não se deu de forma homogênea no tempo e espaço, o que pode refletir em regionais já consolidadas, do ponto de vista urbano e populacional, e regionais em pleno crescimento. Essa característica pode ser notada quando comparado, por exemplo, a taxa de crescimento da Regional Jardim Teresópolis, que já apresenta um processo avançado de consolidação de ocupação urbana, com a Regional Icaivera, onde o processo de ocupação é mais recente, o que reflete em uma alta taxa de crescimento observado entre os dois últimos censos.

Execução:



Realização:



Partindo-se do pressuposto que a população Betinense cresça seguindo essa taxa geométrica, apresenta-se a seguinte fórmula para estimar sua população para o horizonte definido.

$$P_t = P_i \cdot e^{K_g \cdot (T_f - T_i)}$$

Onde,

kg é o Coeficiente de crescimento geometrico

Pt é a população estimada

Pi a população no ano inicial

Tf o ano final

Ti o ano inicial

Embora o método de projeção populacional por processos aritméticos seja mais adequado a populações pequenas e em estágio inicial, optou-se apresenta-la a fim de comparações com o método geométrico. Neste método parte-se do princípio de que o crescimento populacional se efetua através de uma taxa constante, referente à população na data inicial do período de previsão e sem acúmulo periódico, evoluindo em progressão aritmética.

Para utilização do método é adotado a seguinte formula para estimar seu coeficiente bem como sua projeção populacional:

$$K_a = (P_f - P_i) / (t_f - t_i)$$

$$P_t = P_i + k_a \cdot (t_f - t_i)$$

Onde,

ka: Coeficiente de crescimento aritmético

Pt : População estimada

Pi : População no ano inicial

Pf : População no último ano

tf : Ano final

ti: Ano inicial

Execução:



Realização:



Tabela 5 – Taxa de crescimento geométrico populacional regional e municipal de Betim

Recorte espacial de análise	População inicial censo ano 2000	População Final censo ano 2000	Taxa de crescimento aritmética
Centro	51668	58012	634
Norte	28017	42166	1415
Jardim das Alterosas	69616	84508	1489
PTB	27018	30116	310
Imbiruçu	60582	71291	1071
Jardim Teresópolis	38766	40320	155
Citrolândia	18532	22252	372
Vianópolis	8344	12144	380
Icaivera	1954	10523	857
Petrovale	2178	6757	458
Betim	306675	378089	7.141

Dessa forma, apresenta-se na Tabela 6, os seguintes cenários populacionais para o município, tendo-se em consideração o método de crescimento geométrico e o aritmético:

Tabela 6 – Taxa de crescimento populacional geométrico e aritmético de Betim

Ano	Projeção população total	
	Projeção Geométrica	Projeção Aritmética
2017	437.759	435.831
2018	447.020	444.900
2019	456.476	454.161
2020	466.133	463.618
2021	475.994	473.274
2022	486.063	483.135
2023	496.346	493.205
2024	506.846	503.487
2025	517.568	513.987
2026	528.517	524.710
2027	539.698	535.659
2028	551.115	546.839
2029	562.774	558.256
2030	574.679	569.915
2031	586.836	581.820
2032	599.251	593.978
2033	611.928	606.392
2034	624.873	619.069
2035	638.092	632.014
2036	651.591	645.233
2037	665.375	658.732

Para a análise das unidades administrativas regionais foi utilizado a mesma metodologia empregada na estimativa da projeção municipal. Dessa forma, obteve-se os seguintes resultados:

Execução:



Realização:



Tabela 7 – Crescimento populacional das Regionais Centro, Norte, Alterosas e PTB

	Centro		Norte		Jardim das Alterosas		PTB	
	Geométrico	Aritmético	Geométrico	Aritmético	Geométrico	Aritmético	Geométrico	Aritmético
2011	58.688	58.646	43925	43.581	86.162	85.997	30.445	30.426
2012	59.371	59.281	45758	44.996	87.849	87.486	30.777	30.736
2013	60.063	59.915	47668	46.411	89.568	88.976	31.113	31.045
2014	60.763	60.550	49657	47.826	91.322	90.465	31.452	31.355
2015	61.470	61.184	51729	49.241	93.109	91.954	31.796	31.665
2016	62.186	61.818	53887	50.655	94.932	93.443	32.143	31.975
2017	62.911	62.453	56136	52.070	96.790	94.932	32.494	32.285
2018	63.644	63.087	58478	53.485	98.684	96.422	32.848	32.594
2019	64.385	63.722	60918	54.900	100.616	97.911	33.207	32.904
2020	65.135	64.356	63460	56.315	102.586	99.400	33.569	33.214
2021	65.894	64.990	66108	57.730	104.594	100.889	33.936	33.524
2022	66.661	65.625	68867	59.145	106.641	102.378	34.306	33.834
2023	67.438	66.259	71741	60.560	108.728	103.868	34.680	34.143
2024	68.223	66.894	74734	61.975	110.857	105.357	35.059	34.453
2025	69.018	67.528	77853	63.390	113.027	106.846	35.442	34.763
2026	69.822	68.162	81101	64.804	115.239	108.335	35.828	35.073
2027	70.635	68.797	84485	66.219	117.495	109.824	36.219	35.383
2028	71.458	69.431	88011	67.634	119.795	111.314	36.615	35.692
2029	72.290	70.066	91683	69.049	122.140	112.803	37.014	36.002
2030	73.132	70.700	95509	70.464	124.530	114.292	37.418	36.312
2031	73.984	71.334	99494	71.879	126.968	115.781	37.827	36.622
2032	74.846	71.969	103646	73.294	129.453	117.270	38.240	36.932
2033	75.718	72.603	107971	74.709	131.987	118.760	38.657	37.241
2034	76.600	73.238	112476	76.124	134.571	120.249	39.079	37.551
2035	77.492	73.872	117169	77.539	137.205	121.738	39.505	37.861
2036	78.395	74.506	122059	78.953	139.891	123.227	39.937	38.171
2037	79.308	75.141	127152	80.368	142.629	124.716	40.373	39.100

Execução:



Realização:



Tabela 8 – Crescimento populacional das Regionais Imbiruçu, Teresópolis e Citrolândia

	Imbiruçu		Jardim Teresópolis		Citrolândia	
	Geométrico	Aritmético	Geométrico	Aritmético	Geométrico	Aritmético
2011	72.461	72.362	40.479	40.475	22.663	22.624
2012	73.650	73.433	40.638	40.631	23.081	22.996
2013	74.859	74.504	40.798	40.786	23.507	23.368
2014	76.087	75.575	40.959	40.942	23.941	23.740
2015	77.336	76.646	41.120	41.097	24.383	24.112
2016	78.605	77.716	41.282	41.252	24.833	24.484
2017	79.895	78.787	41.445	41.408	25.292	24.856
2018	81.206	79.858	41.608	41.563	25.759	25.228
2019	82.539	80.929	41.772	41.719	26.234	25.600
2020	83.893	82.000	41.936	41.874	26.719	25.972
2021	85.270	83.071	42.101	42.029	27.212	26.344
2022	86.669	84.142	42.267	42.185	27.714	26.716
2023	88.091	85.213	42.434	42.340	28.226	27.088
2024	89.537	86.284	42.601	42.496	28.747	27.460
2025	91.006	87.354	42.769	42.651	29.278	27.832
2026	92.500	88.425	42.937	42.806	29.818	28.204
2027	94.018	89.496	43.106	42.962	30.369	28.576
2028	95.561	90.567	43.276	43.117	30.930	28.948
2029	97.129	91.638	43.446	43.273	31.501	29.320
2030	98.723	92.709	43.617	43.428	32.082	29.692
2031	100.343	93.780	43.789	43.583	32.674	30.064
2032	101.989	94.851	43.962	43.739	33.278	30.436
2033	103.663	95.922	44.135	43.894	33.892	30.808
2034	105.364	96.993	44.309	44.050	34.518	31.180
2035	107.093	98.063	44.483	44.205	35.155	31.552
2036	108.851	99.134	44.658	44.360	35.804	31.924
2037	110.637	100.205	44.834	44.516	36.465	32.296

Execução:



Realização:



Tabela 9 – Crescimento populacional das Regionais Vianópolis, Icaivera e Petrovale

	Vianópolis		Icaivera		Petrovale	
	Geométrico	Aritmético	Geométrico	Aritmético	Geométrico	Aritmético
2011	12.608	12.524	12.453	11.380	7.567	7.215
2012	13.091	12.904	14.736	12.237	8.474	7.673
2013	13.591	13.284	17.438	13.094	9.490	8.131
2014	14.111	13.664	20.636	13.951	10.628	8.589
2015	14.651	14.044	24.420	14.808	11.902	9.047
2016	15.211	14.424	28.898	15.664	13.328	9.504
2017	15.793	14.804	34.197	16.521	14.926	9.962
2018	16.397	15.184	40.468	17.378	16.715	10.420
2019	17.024	15.564	47.889	18.235	18.719	10.878
2020	17.675	15.944	56.670	19.092	20.963	11.336
2021	18.351	16.324	67.062	19.949	23.476	11.794
2022	19.052	16.704	79.359	20.806	26.290	12.252
2023	19.781	17.084	93.912	21.663	29.441	12.710
2024	20.537	17.464	111.132	22.520	32.971	13.168
2025	21.323	17.844	131.511	23.377	36.923	13.626
2026	22.138	18.224	155.627	24.233	41.349	14.083
2027	22.985	18.604	184.164	25.090	46.306	14.541
2028	23.864	18.984	217.935	25.947	51.857	14.999
2029	24.776	19.364	257.898	26.804	58.073	15.457
2030	25.724	19.744	305.190	27.661	65.035	15.915
2031	26.708	20.124	361.153	28.518	72.831	16.373
2032	27.729	20.504	427.378	29.375	81.562	16.831
2033	28.789	20.884	505.748	30.232	91.339	17.289
2034	29.890	21.264	598.488	31.089	102.288	17.747
2035	31.033	21.644	708.235	31.946	114.550	18.205
2036	32.220	22.024	838.105	32.802	128.281	18.662
2037	33.452	22.404	991.791	33.659	143.659	19.120

3.1. DEFINIÇÃO DO MODELO DE PROJEÇÃO A SER ADOTADO PARA CONSTRUÇÃO DOS CENÁRIOS DE DEMANDAS PELOS SERVIÇOS

O método desenvolvido para a elaboração do estudo populacional de Betim partiu do princípio que tenha ocorrido uma condição normal de crescimento populacional no intervalo de tempo analisado. Diante dos dados apresentados nota-se que tanto o modelo aritmético quanto o geométrico apresentaram respostas satisfatórias na projeção da população.

Em ambos modelos pode ser percebido um grande aumento populacional nas regionais Petrovale e Icaivera. No modelo geométrico isso se dá de forma mais rápida, principalmente em decorrência do comportamento da taxa de crescimento dessas unidades, as quais por esse método passam a ser as mais populosas no cenário

Execução:



Realização:



estabelecido para o ano de 2038. Entretanto constata-se que tanto para as regionais Petrovale quanto Icaivera, o modelo mais adequado seria o de progressão aritmética, visto o processo recente de ocupação dessas áreas e a alta taxa de crescimento populacional observada na última década, o que pelo modelo geométrico pode levar a uma superestimação da população desses recortes.

De forma geral, notou-se que o eixo centro/leste do município, formado pelas regionais Centro, Alterosas e Imbiruçu, que atualmente caracterizam-se por serem as mais populosas, continuam a expressar uma forte significância tanto no modelo aritmético, quanto no geométrico, conforme pode ser contemplado nos cartogramas da Figura 4 e Figura 6.

Diante do exposto, optou-se por utilizar **o modelo geométrico** para construção dos cenários de demanda para o município de Betim, uma vez que o mesmo apresenta um crescimento pouco maior que o aritmético, trabalhando-se, assim, com uma maior margem de segurança.

Execução:



Realização:



Prefeitura de
BETIM

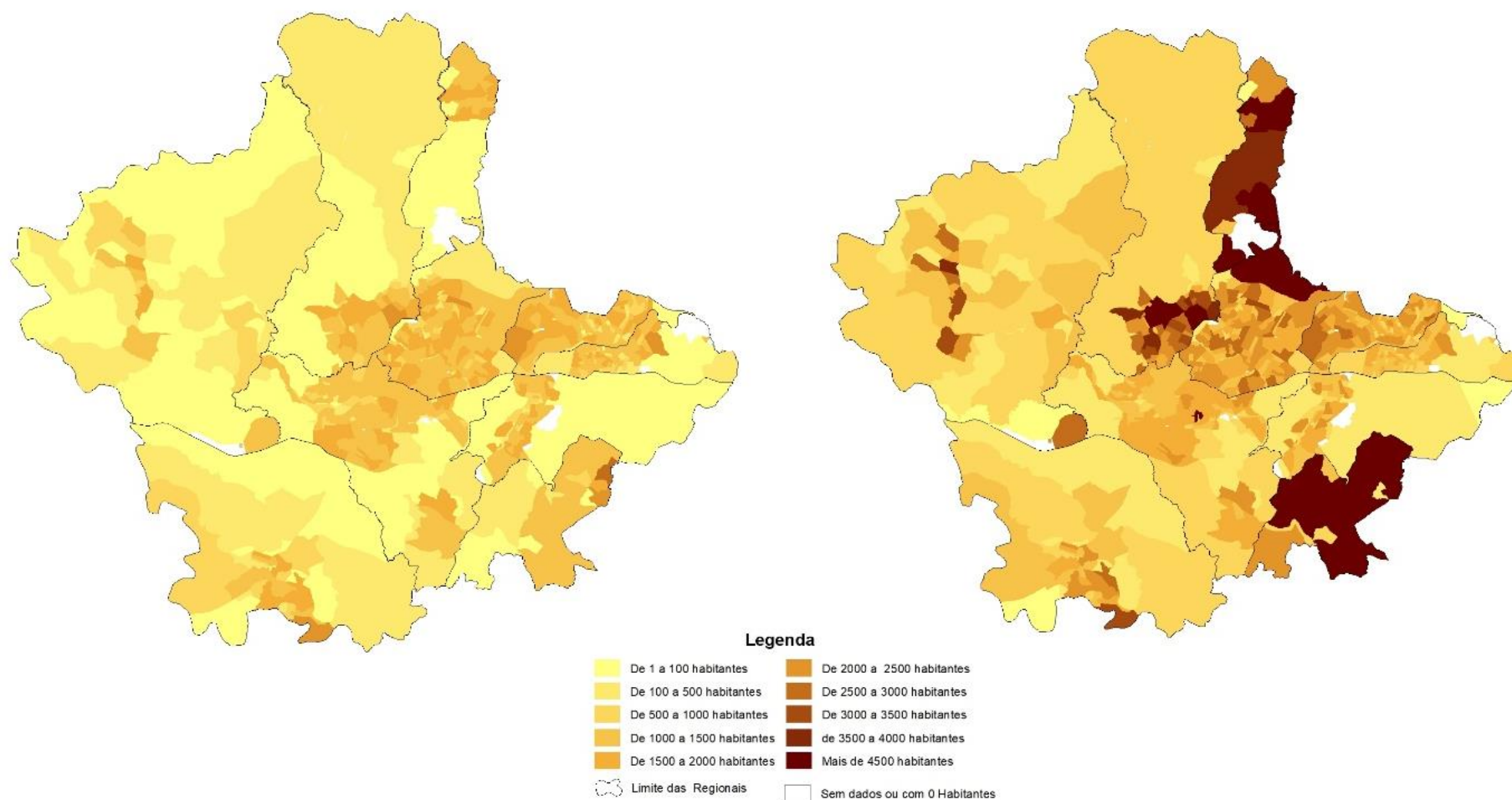


Figura 4 – Cartograma com a distribuição espacial da população Betinense em 2010 e em 2038 pelo modelo de projeção geométrico

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Execução:



Realização:



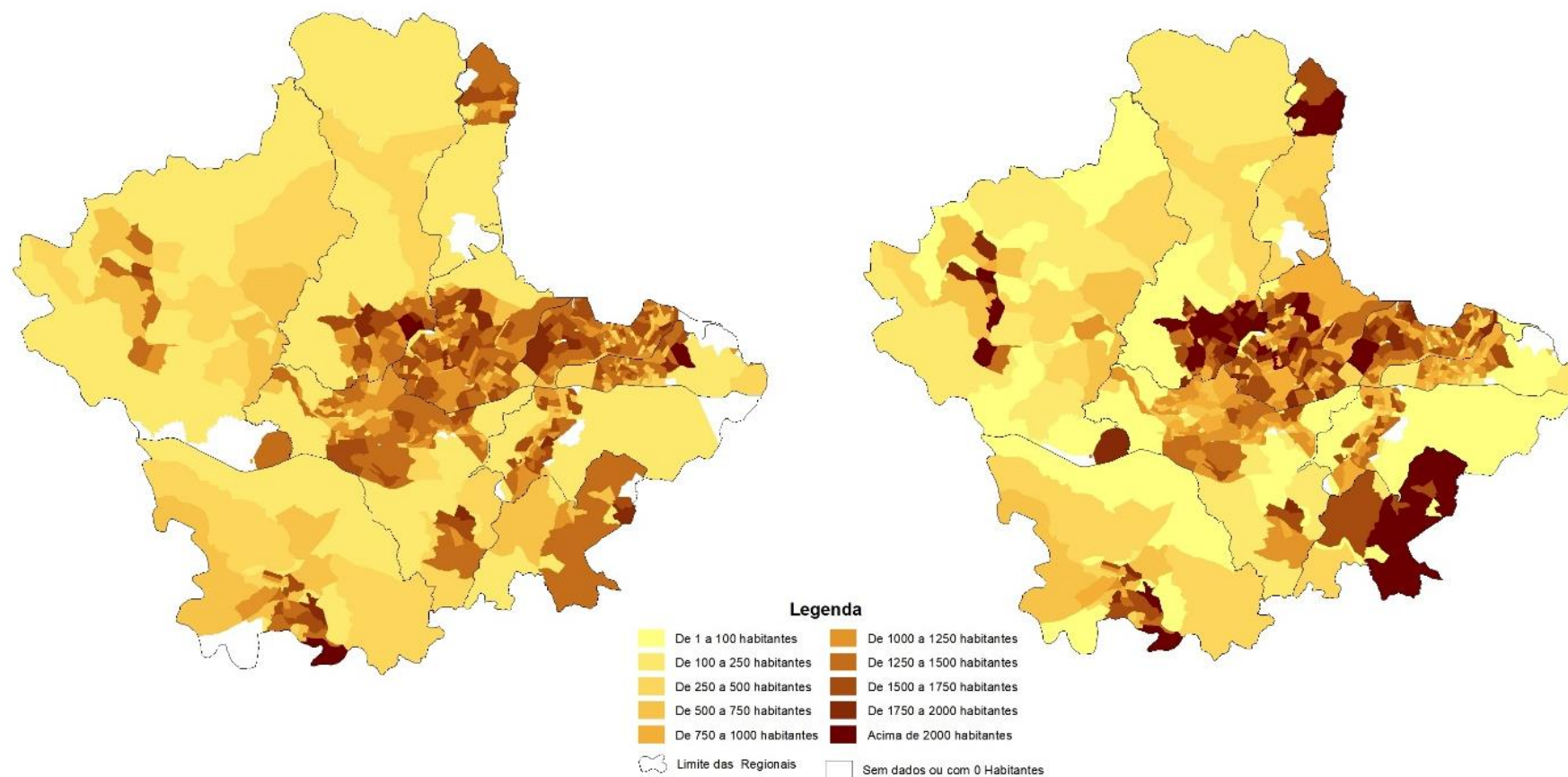


Figura 5 – Cartograma com a distribuição espacial da população Betinense em 2010 e em 2038 pelo modelo de projeção aritmético

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Execução:



Realização:



4. CENÁRIOS DE DEMANDAS

4.1. CENÁRIOS PARA OS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

No relatório do Produto C - Diagnóstico técnico participativo da situação do saneamento básico, no item referente ao abastecimento de água, foram apresentadas as condições atuais dos sistemas de abastecimento do Município de Betim, levando em consideração suas particularidades e infraestruturas de captação, reservação e distribuição de água. O prognóstico tem como objetivo avaliar a demanda por serviços de abastecimento de água de acordo com crescimento populacional em vinte anos, horizonte de planejamento do PMSB, bem como analisar se a infraestrutura existente no Município será suficiente para suprir as necessidades futuras da população.

É importante ressaltar que esse estudo de demandas futuras será realizado de forma quantitativa apenas para os sistemas de abastecimento das áreas urbanas, visto que, nas áreas rurais há uma grande imprecisão, principalmente, nos dados referentes à população atendida e vazões captadas.

4.1.1. Metodologia de cálculo

Para a determinação das demandas relativas ao abastecimento de água optou-se por avaliar apenas as localidades onde, na etapa de Diagnóstico, foram verificados sistemas coletivos de abastecimento implantados ou previstos. Para locais onde há grande dispersão dos domicílios, como nas demais áreas do Município, geralmente, a instalação de redes de distribuição de água torna-se inviável devido a necessidade de grandes extensões a serem implantadas, sendo assim, soluções individuais mostram-se mais apropriadas.

É importante ressaltar que as análises foram realizadas apenas para as populações fixas locais, atendidas pela COPASA e pela Prefeitura Municipal, sendo desconsiderada a população flutuante atraída em finais de semana, feriados prolongados e férias, o que contribui para o aumento momentâneo da demanda nos serviços de abastecimento de água.

Para estimar a demanda por produção de água e volume de reservação necessários, a seguir são descritos alguns parâmetros e critérios de projeto importantes, bem como a metodologia adotada para realização dos cálculos.

Execução:



Realização:



a) Consumo médio per capita de água (q)

O consumo médio per capita de água representa a quantidade média de água, em litros, consumida por cada habitante em um dia. Conforme relatado no Diagnóstico do PMSB/Betim (Produto C) o consumo per capita médio foi calculado para todos os sistemas gerenciados pela COPASA no Município, a partir da divisão do volume total de água consumido no mês pelo total da população atendida pelos sistemas, sendo assim, a média de consumo per capita no sistema de abastecimento de água de 124,41 L/hab.dia. Porém, optou-se por usar valores mais conservadores no estudo, uma vez que entre os anos de 2014 e 2015 houve uma grande mobilização visando a economia de água devido à crise hídrica ocorrida nesse período. Assim, o consumo *per capita* utilizado foi de 141,6 L/hab.dia, conforme o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2016, publicado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS.

b) Demanda máxima de água (Q)

O consumo de água em um local varia ao longo do dia (variações horárias), ao longo da semana (variações diárias) e ao longo do ano (variações sazonais). Segundo Von Sperling, em um dia os horários de maior consumo geralmente ocorrem no início da manhã e no início da noite. Geralmente há adoção dos seguintes coeficientes de variação da vazão média de água (CETESB, 1978; AZEVEDO NETO E ALVAREZ, 1977; ALÉM SOBRINHO E TSUTIYA, 1999):

$k_1 = 1,2$ (coeficiente do dia de maior consumo)

$k_2 = 1,5$ (coeficiente da hora de maior consumo)

$k_3 = 0,5$ (coeficiente da hora de menor consumo)

Para cálculo da demanda máxima de água, multiplica-se a população pelo consumo *per capita* estabelecido e pelo coeficiente do dia de maior consumo ($k_1 = 1,2$). Como o consumo per capita é dado em litros/habitante.dia, divide-se o total por 86.400 para achar a demanda máxima em litros/segundo. As demandas foram calculadas para o período compreendido entre 2018 e 2037 (horizonte de planejamento adotado no PMSB) por meio da Equação:

$$Q = \frac{P * k_1 * q}{86.400}$$

Sendo:

Execução:



Realização:



Q = demanda máxima diária de água (L/s);

P = população prevista para cada ano (total);

k_1 = coeficiente do dia de maior consumo = 1,20;

q = consumo médio per capita de água (L/hab.dia).

Destaca-se que para a realização deste Prognóstico o cálculo da demanda máxima considerou a porcentagem de atendimento dos sistemas de abastecimento ao longo dos anos, para que assim, fosse possível comparar a produção necessária com a capacidade instalada, visando levantar as ações para a universalização do acesso à água nas áreas atendidas.

c) Perdas de água (p)

De acordo com Heller e Pádua (2012), as perdas de água em um sistema de abastecimento correspondem aos volumes não contabilizados, incluindo os volumes não utilizados e os volumes não faturados. As perdas físicas ou perdas reais ocorrem através de vazamentos e extravasamentos no sistema, durante as etapas de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, assim como durante procedimentos operacionais, como lavagem de filtros e descargas na rede.

As perdas não físicas ou perdas aparentes ocorrem através de ligações clandestinas (não cadastradas) e por by-pass irregular no ramal predial (popularmente “gato”), somada aos volumes não contabilizados devido a hidrômetros parados ou com sub medição, fraudes de hidrômetros, erros de leituras e similares.

O controle e a diminuição das perdas físicas têm como consequência a diminuição de custos de produção e distribuição, uma vez que, se reduzem o consumo de energia, produtos químicos e outros. É importante ressaltar que caso seja implementado um programa de controle de perdas eficiente ao longo dos anos, a produção de água em final de plano poderá ser inferior à produção necessária em início de plano, mesmo sendo efetivada a universalização do abastecimento, sendo assim, um trabalho eficiente de redução de perdas físicas permite otimizar as instalações existentes, aumentando a oferta dos serviços, podendo assim evitar a necessidade de expansão do sistema produtor.

Segundo dados da COPASA a média de perdas no sistema de abastecimento de água, conforme relatado no Diagnóstico do PMSB/Betim (Produto C), para o período de julho de

Execução:



Realização:



2016 a julho de 2017 foi de 45,24%, tal valor será utilizado no presente prognóstico, por se tratar de um valor medido pela companhia.

d) Produção necessária

Nem toda água captada nos mananciais, superficiais ou subterrâneos, é consumida, devido à existência das perdas. Dessa forma, a vazão de produção necessária deverá ser o resultado da soma da demanda máxima de água e da vazão perdida no sistema de distribuição.

e) Disponibilidade hídrica e capacidade instalada

A disponibilidade hídrica refere-se à vazão outorgável de determinado manancial, ou seja, a vazão que o órgão ambiental permite que seja captada, de tal forma que não prejudique o curso d'água, mantendo a sua vazão ecológica, e a sua utilização por outros usuários à jusante.

Contudo, além da vazão outorgável, o potencial de atendimento de um sistema de abastecimento de água deve ser avaliado pela capacidade instalada. A capacidade instalada de um sistema de tratamento de água refere-se à vazão que esse sistema foi projetado para receber, de tal forma que o tratamento ocorra com a eficiência necessária, visando ao atendimento da Portaria do Ministério da Saúde nº 2914.

Os dados de vazão para cada um dos sistemas estão listados na

Tabela 10.

Tabela 10 – Vazão captada e capacidade instalada nos sistemas de abastecimento de Betim

Local	Sistema	Captação	Vazão captada (L/s)	Vazão outorgada (L/s)	Capacidade instalada - Acumulado (L/s)
Rua Três, s/n, Retiro do Brumado - Conceição de Itaguá - Brumadinho/MG.	Rio Manso	Superficial/ Barragem	n.i.	8.370 (méd./ano)	3.981
Rua Arquimedes, nº590, Bairro Canaã, Juatuba/MG.	Serra Azul	Superficial/ Barragem	n.i	4.940	2.454
Estrada Velha de Contagem s/n – Bairro Itacolomi - Betim	Vargem das Flores	Superficial/ Barragem	950	950	1.400

Fonte: COPASA (2017)

Execução:



Realização:



f) Avaliação do saldo ou déficit de água

Para avaliar se os sistemas de abastecimento de água atualmente instalados no Município de Betim são capazes de atender a demanda necessária, subtraiu-se a produção necessária da capacidade instalada e avaliou se houve déficit ou saldo.

g) Avaliação do volume de reserva disponível e necessário

Segundo informações levantadas na etapa de Diagnóstico (Produto C), o Município de Betim é atendido por 3 (três) sistemas, dentre estes sistema um percentual de cada para o atendimento ao município de Betim, sendo o armazenamento realizado em reservatórios locais.

Na

Execução:



Realização:

**Prefeitura de
BETIM**

Tabela 11 são apresentadas as informações dos reservatórios por localidade e sistema de abastecimento para Betim, totalizando um volume de reservação disponível de 51.185m³.

Execução:



Realização:



Tabela 11 – Número e capacidade dos reservatórios de água tratada em operação no Município de Betim

Reservatório	Localização	Sistemas que o abastecem	Capacidade (m³)	Tipo	Material	Bairros atendidos	Situação
RAT -Jardim Paulista	AV MACAU S/Nº Jardim Paulista Betim	Sistema Rio Manso	25	Elevado	Metálico		Em operação
RAT - Renascer	RUA MONTE SIÃO S/Nº Renascer /Betim	Sistema Rio Manso	200	Apoiado	Metálico		Em operação
RAT - São Jorge	Rua Voluntário da Pátria Nº315B/São Jorge - Betim	Sistema Rio Manso	680	Apoiado	Concreto	Citrolândia	Em operação
RAT - Icaivera	Rua tapeti,s/nº Icaivera /Betim	Sistema Vargem das Flores	25	Apoiado	Metálico		Em operação
RAT - Condomínio Ouro Verde	Rua Hum, Ouro verde/ Betim	Sistema Vargem das Flores	25	Elevado	Metálico	Específico para o condomínio Ouro Verde	Em operação
R-2 (Angola)	CEL. P. J. BRANDÃO, 321Bairro Angola /Betim	Sistema Serra Azul	8.000	Apoiado	Concreto		Em operação
R-3 (Betim)	RUA: OLHOS D´AGUAS, 300 Bairro Filadelfia /Betim	Sistema Serra Azul	11.200	Semi - enterrado	Concreto		Em operação
R-6 (Alvorada)	AV. UM s/nº Bairro Alvorada/Betim	Sistema Serra Azul/Rio Manso	13.545	Apoiado	Concreto		Em operação
R-07	Rua Estrada Sarzedo/Bandeirinhas	Sistema Rio Manso	10.000	Semi - enterrado	Concreto		Em operação
DTPA	Rua Manaus nº 233 Bairro Marimbá /Betim		695	Elevado/apoiado	Metálico/concreto		Em operação
R-1	Avenida Sicaba nº 505- Icaivera	Sistema Vargem das Flores	5.500	Apoiado	Concreto	Icaivera	Em operação
R-4	Estrada Vargem das Flores	Sistema Vargem das Flores	1.310	Apoiado	Concreto	Icaivera	Em operação

Para o cálculo do volume de reservação necessário, será adotada a relação de Frühling, onde os reservatórios de distribuição devem ter capacidade suficiente para armazenar um terço do consumo diário correspondente aos setores por ele abastecidos. Dessa forma, para avaliação do déficit ou saldo, subtraiu-se o volume de reservação necessário do volume de reservação disponível.

Na Tabela 12 foram sistematizados os valores adotados em cada um dos sistemas para os principais parâmetros de projeto utilizados neste Prognóstico.

Tabela 12 – Principais valores adotados para realização do prognóstico dos sistemas coletivos de abastecimento de água do Município de Betim

Prestador	Localidade	Sistema	Consumo <i>per capita</i> (L/hab.dia)	Perdas físicas no SAA (%)	Capacidade instalada (L/s)	Volume de reservação disponível (m³)
COPASA	Betim	Rio Manso/Vargem Flores/Serra Azul	141,60	45,24	7.835 L/s	51.185

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

A seguir são apresentadas as disponibilidades e necessidades em relação ao serviço de abastecimento de água para três cenários, traçados para o horizonte do plano (20 anos). Destaca-se ainda que para calcular o saldo ou déficit de água e de reservação ao longo dos anos, a capacidade instalada e o volume de reservação disponível foram mantidos constantes. Dessa forma, avaliou-se se o que existe atualmente será capaz de atender a demanda futura.

Não foi possível calcular as demandas por regional administrativa, pois, apesar de se dispor da projeção populacional de cada regional, não se dispõe dos dados necessários sobre qual sistema atende qual (is) regionais. Dessa forma, os estudos de demanda serão realizados para o município de Betim em sua totalidade.

4.1.2. Cenário 1 dos serviços de abastecimento de água

O Cenário 1 é a situação idealizada, onde seriam alavancados vultuosos investimentos, nos prazos imediato e curto, para a universalização do abastecimento de água, em quantidade e qualidade adequada. A

Execução:



Realização:



Tabela 13 a seguir apresenta as principais características deste cenário.

Tabela 13 – Principais características do Cenário 1

Variáveis	Hipótese
População	A População a ser utilizada nesse estudo é proveniente da Projeção Populacional elaborada a partir da projeção da população total (projeção geométrica), no qual se considera fatores particulares do Município que possam interferir na linha de crescimento tendencial elaborada pelo IBGE.
Porcentagem da população atendida	A Porcentagem da população atendida é caracterizada pela população efetivamente servida com os serviços de abastecimento de água, ou seja, está associada à quantidade de economias residenciais ativas de água servidas pelo prestador do serviço. Neste cenário, pressupõe-se uma intensificação dos investimentos nos prazos imediato e curto, a fim de universalizar o atendimento pelo sistema público de água o mais breve possível.
Controle de perdas – redução no Índice de perdas	O controle de perdas faz inferência à redução das perdas na distribuição de água, sendo neste cenário intensificados os investimentos nos prazos imediato e curto, de forma a reduzir significativamente os valores atuais.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

A seguir serão apresentadas as metas para as variáveis citadas acima, resultantes dos investimentos mais vultuosos nos prazos imediato e curto:

✓ **População atendida (%)**

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	95,00	100	100	100

✓ **Índice de perdas (%)**

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	43,00	39,00	32,50	29,50

A **Tabela 14** apresenta as demandas de água em função das metas pré-estabelecidas para o Cenário 1.

Execução:



Realização:



Tabela 14 – Produção de água para atendimento da população urbana futura considerando as metas estabelecidas no Cenário 1

Ano	População (hab)	Porcentagem da população atendida (%)	População atendida (hab)	Demanda máxima (L/s)	Perdas (%)	Produção necessária (L/s)	Capacidade instalada de captação (L/s)	Saldo ou Déficit de captação (L/s)	Volume de reservação disponível (m³)	Volume de reservação necessário (m³)	Saldo ou déficit de reservação (m³)
2018	447.020	92,00	411.259	808,81	45,00	1.172,78	7.835	6.662,22	51.185	33.777	17.408
2019	456.476	95,00	433.653	852,85	43,00	1.219,58	7.835	6.615,42	51.185	35.124	16.061
2020	466.133	97,00	452.150	889,23	41,00	1.253,82	7.835	6.581,18	51.185	36.111	15.074
2021	475.994	100,00	475.994	936,12	39,00	1.301,21	7.835	6.533,79	51.185	37.475	13.710
2022	486.063	100,00	486.063	955,92	37,50	1.314,40	7.835	6.520,60	51.185	37.855	13.330
2023	496.346	100,00	496.346	976,15	36,30	1.330,49	7.835	6.504,51	51.185	38.319	12.866
2024	506.846	100,00	506.846	996,80	34,80	1.343,69	7.835	6.491,31	51.185	38.699	12.486
2025	517.568	100,00	517.568	1.017,88	33,30	1.356,84	7.835	6.478,16	51.185	39.077	12.108
2026	528.517	100,00	528.517	1.039,42	32,80	1.380,35	7.835	6.454,65	51.185	39.755	11.430
2027	539.698	100,00	539.698	1.061,41	32,50	1.406,37	7.835	6.428,63	51.185	40.504	10.681
2028	551.115	100,00	551.115	1.083,86	32,20	1.432,87	7.835	6.402,13	51.185	41.267	9.918
2029	562.774	100,00	562.774	1.106,79	31,90	1.459,86	7.835	6.375,14	51.185	42.044	9.141
2030	574.679	100,00	574.679	1.130,20	31,60	1.487,35	7.835	6.347,65	51.185	42.836	8.349
2031	586.836	100,00	586.836	1.154,11	31,30	1.515,35	7.835	6.319,65	51.185	43.643	7.542
2032	599.251	100,00	599.251	1.178,53	31,00	1.543,88	7.835	6.291,12	51.185	44.464	6.721
2033	611.928	100,00	611.928	1.203,46	30,70	1.572,93	7.835	6.262,07	51.185	45.301	5.884
2034	624.873	100,00	624.873	1.228,92	30,40	1.602,51	7.835	6.232,49	51.185	46.153	5.032
2035	638.092	100,00	638.092	1.254,91	30,10	1.632,65	7.835	6.202,35	51.185	47.021	4.164
2036	651.591	100,00	651.591	1.281,46	29,80	1.663,34	7.835	6.171,66	51.185	47.905	3.280
2037	665.375	100,00	665.375	1.308,57	29,50	1.694,60	7.835	6.140,40	51.185	48.805	2.380

Legenda: Imediato Curto Médio Longo

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Execução:



Realização:



A partir das informações apresentadas, percebe-se claramente que as ações do Cenário 1 são focadas nos prazos imediato e curto. Dessa forma, nos primeiros quatro anos de vigência do PMSB, seriam implementadas ações de forma a elevar significativamente o índice de atendimento urbano e nos primeiros seis anos reduzir em pelo menos 10% as perdas no sistema de abastecimento de água. Nesse cenário, ao final do horizonte de planejamento já devem ser pensados novos projetos para atendimento da população nos anos posteriores a 2037.

É importante ressaltar que para a implementação dessas ações será necessário, além de investimentos imediatos maciços no setor, uma base de estudos e projetos já disponível para direcionamento das ações e captação de recursos. Entretanto, o que se verifica é uma inexistência de estudos e projetos focados no sistema de abastecimento de água, conforme apresentado e discutido no relatório Diagnóstico técnico participativo da situação do saneamento básico.

4.1.3. Cenário 2 dos serviços de abastecimento de água

No Cenário 2 é considerada a situação mais factível, onde a maior parte dos investimentos se dá em curto e médio prazos, sendo assim, levando em consideração um maior tempo para o planejamento e implementação das ações para a universalização dos serviços de abastecimento de água. A Tabela 15 apresenta as principais características deste cenário.

Tabela 15 – Principais características do Cenário 2

Variáveis	Hipótese
População	A População a ser utilizada nesse estudo é proveniente da Projeção Populacional elaborada a partir da projeção da população total (projeção geométrica), no qual se considera fatores particulares do Município que possam interferir na linha de crescimento tendencial elaborada pelo IBGE.
Porcentagem da população atendida	A Porcentagem da população atendida é caracterizada pela população efetivamente servida com os serviços de abastecimento de água, ou seja, está associada à quantidade de economias residenciais ativas de água servidas pelo prestador do serviço. Neste cenário, pressupõe-se uma intensificação dos investimentos em curto e médio prazos, a fim de universalizar o atendimento pelo sistema público de água.
Controle de perdas – redução no Índice de perdas	O controle de perdas faz inferência à redução das perdas na distribuição de água, sendo neste cenário intensificados os investimentos em curto e médio prazos.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Execução:



Realização:



**Prefeitura de
BETIM**

A seguir serão apresentadas as metas para as variáveis citadas acima, resultantes dos investimentos mais vultuosos nos prazos curto e médio:

✓ **População atendida (%)**

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	91,00	93,50	100,00	100,00

✓ **Índice de perdas (%)**

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	44,65	43,47	38,52	34,78

A Tabela 16 apresenta as demandas de água em função das metas pré-estabelecidas para o Cenário 2.

Execução:



Realização:



Tabela 16 – Produção de água para atendimento da população urbana futura considerando as metas estabelecidas no Cenário 2

Ano	População (hab)	Porcentagem da população atendida (%)	População atendida (hab)	Demanda máxima (L/s)	Perdas (%)	Produção necessária (L/s)	Capacidade instalada de captação (L/s)	Saldo ou Déficit de captação (L/s)	Volume de reservação disponível (m³)	Volume de reservação necessário (m³)	Saldo ou déficit de reservação (m³)
2018	447.020	90,23	403.347	793,25	45,24	1152,12	7.835	6682,88	51.185	33.182	18.003
2019	456.476	91,00	415.394	816,94	44,65	1181,71	7.835	6653,29	51.185	34.034	17.151
2020	466.133	92,00	428.843	843,39	44,06	1214,99	7.835	6620,01	51.185	34.992	16.193
2021	475.994	93,50	445.055	875,27	43,47	1255,76	7.835	6579,24	51.185	36.166	15.019
2022	486.063	95,00	461.760	908,13	42,65	1295,4	7.835	6539,6	51.185	37.308	13.877
2023	496.346	96,00	476.493	937,10	41,82	1329	7.835	6506	51.185	38.276	12.909
2024	506.846	98,00	496.710	976,86	41,00	1377,33	7.835	6457,67	51.185	39.668	11.517
2025	517.568	98,00	507.217	997,53	40,17	1398,24	7.835	6436,76	51.185	40.270	10.915
2026	528.517	99,98	528.425	1039,24	39,35	1448,13	7.835	6386,87	51.185	41.707	9.478
2027	539.698	100	539.698	1061,41	38,52	1470,26	7.835	6364,74	51.185	42.344	8.841
2028	551.115	100	551.115	1083,86	37,70	1492,43	7.835	6342,57	51.185	42.982	8.203
2029	562.774	100	562.774	1106,79	37,37	1520,41	7.835	6314,59	51.185	43.788	7.397
2030	574.679	100	574.679	1130,20	37,05	1548,91	7.835	6286,09	51.185	44.609	6.576
2031	586.836	100	586.836	1154,11	36,72	1577,94	7.835	6257,06	51.185	45.445	5.740
2032	599.251	100	599.251	1178,53	36,40	1607,5	7.835	6227,5	51.185	46.296	4.889
2033	611.928	100	611.928	1203,46	36,08	1637,61	7.835	6197,39	51.185	47.164	4.021
2034	624.873	100	624.873	1228,92	35,75	1668,27	7.835	6166,73	51.185	48.047	3.138
2035	638.092	100	638.092	1254,91	35,43	1699,5	7.835	6135,5	51.185	48.946	2.239
2036	651.591	100	651.591	1281,46	35,10	1731,3	7.835	6103,7	51.185	49.862	1.323
2037	665.375	100	665.375	1308,57	34,78	1763,68	7.835	6071,32	51.185	50.794	391

Legenda:

Imediato

Curto

Médio

Longo

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Execução:



Realização:



Diferentemente do cenário anterior, o Cenário 2 tem as ações focadas em curto e médio prazos. O crescimento da porcentagem da população atendida e a redução das perdas no sistema se dão de forma mais acelerada entre os anos de 2021 e 2026, sendo o serviços universalizado ao final do médio prazo as perdas continuam variando nos anos seguintes.

Dessa forma, no Cenário 2 prevê-se que as ações a serem implementadas deverão seguir diretrizes de estudos e projetos a serem elaborados em um curto período de tempo. Ou seja, prevê-se que os investimentos iniciais priorizem o planejamento das ações a serem tomadas neste curto prazo para resultado nos demais.

4.1.4. Cenário 3 dos serviços de abastecimento de água

O Cenário 3 considera a situação menos favorável para o Município, onde a maior parte dos investimentos se dá em longo prazo, sendo assim, há uma morosidade para a implantação de ações que visem a universalização dos serviços de abastecimento de água. A Tabela 17 apresenta as principais características deste cenário.

Tabela 17 – Principais características do Cenário 3

Variáveis	Hipótese
População	A População a ser utilizada nesse estudo é proveniente da Projeção Populacional elaborada a partir da projeção da população total (projeção geométrica), no qual se considera fatores particulares do Município que possam interferir na linha de crescimento tendencial elaborada pelo IBGE.
Porcentagem da população atendida	A Porcentagem da população atendida é caracterizada pela população efetivamente servida com os serviços de abastecimento de água, ou seja, está associada à quantidade de economias residenciais ativas de água servidas pelo prestador do serviço. Neste cenário, pressupõe-se uma intensificação dos investimentos em longo prazo, a fim de universalizar o atendimento pelo sistema público de água.
Controle de perdas – redução no índice de perdas	O controle de perdas faz inferência à redução das perdas na distribuição de água, sendo neste cenário intensificados os investimentos em longo prazo.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

A seguir serão apresentadas as metas para as variáveis citadas acima, resultantes dos

✓ População atendida (%)

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	90,23	91,50	96,00	100,00

Execução:



Realização:



✓ Índice de perdas (%)

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	45,24	45,24	44,98	40,98

A Tabela 18 apresenta as demandas de água em função das metas pré-estabelecidas para o Cenário 3.

Execução:



Realização:



Tabela 18 – Produção de água para atendimento da população urbana futura considerando as metas estabelecidas no Cenário 3

Ano	População (hab)	Porcentagem da população atendida (%)	População atendida (hab)	Demanda máxima (L/s)	Perdas (%)	Produção necessária (L/s)	Capacidade instalada de captação (L/s)	Saldo ou Déficit de captação (L/s)	Volume de reservação disponível (m³)	Volume de reservação necessário (m³)	Saldo ou déficit de reservação (m³)
2018	447.020	90,23	403.347	793,25	45,24	1.152,12	7.835,00	6.682,88	51.185	33.182	18.003
2019	456.476	90,23	411.879	810,03	45,24	1.176,49	7.835,00	6.658,51	51.185	33.883	17.302
2020	466.133	91,00	424.182	834,22	45,24	1.211,63	7.835,00	6.623,37	51.185	34.895	16.290
2021	475.994	91,50	435.535	856,55	45,24	1.244,06	7.835,00	6.590,94	51.185	35.829	15.356
2022	486.063	92,00	447.178	879,45	45,24	1.277,32	7.835,00	6.557,68	51.185	36.787	14.398
2023	496.346	92,50	459.121	902,94	45,24	1.311,43	7.835,00	6.523,57	51.185	37.770	13.415
2024	506.846	93,00	471.367	927,02	45,24	1.346,41	7.835,00	6.488,59	51.185	38.777	12.408
2025	517.568	94,00	486.514	956,81	45,18	1.389,10	7.835,00	6.445,90	51.185	40.007	11.178
2026	528.517	95,00	502.092	987,45	45,08	1.432,59	7.835,00	6.402,41	51.185	41.259	9.926
2027	539.698	96,00	518.111	1.018,95	44,98	1.477,28	7.835,00	6.357,72	51.185	42.546	8.639
2028	551.115	97,00	534.582	1.051,34	44,88	1.523,19	7.835,00	6.311,81	51.185	43.868	7.317
2029	562.774	98,00	551.519	1.084,65	44,58	1.568,20	7.835,00	6.266,80	51.185	45.165	6.020
2030	574.679	99,00	568.933	1.118,90	44,28	1.614,36	7.835,00	6.220,64	51.185	46.494	4.691
2031	586.836	100,00	586.836	1.154,11	43,98	1.661,69	7.835,00	6.173,31	51.185	47.857	3.328
2032	599.251	100,00	599.251	1.178,53	43,48	1.690,96	7.835,00	6.144,04	51.185	48.700	2.485
2033	611.928	100,00	611.928	1.203,46	42,98	1.720,71	7.835,00	6.114,29	51.185	49.557	1.628
2034	624.873	100,00	624.873	1.228,92	42,48	1.750,97	7.835,00	6.084,03	51.185	50.428	757
2035	638.092	100,00	638.092	1.254,91	41,98	1.781,73	7.835,00	6.053,27	51.185	51.314	-129
2036	651.591	100,00	651.591	1.281,46	41,48	1.813,02	7.835,00	6.021,98	51.185	52.215	-1.030
2037	665.375	100,00	665.375	1.308,57	40,98	1.844,83	7.835,00	5.990,17	51.185	53.132	-1.947

Legenda: Imediato Curto Médio Longo

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Execução:



Realização:



No Cenário 3 não há investimentos nos prazos imediato e curto, permanecendo as perdas no sistema e a população atendida do início do plano. O crescimento da porcentagem da população atendida e a redução das perdas no sistema se dão de forma reduzida a partir do médio prazo, sendo os serviços universalizado em meados do longo prazo e as perdas continuam variando nos anos seguintes de forma reduzida. Além disso, nesse cenário, há necessidade de investimentos para implantação de sistemas de reservação a partir de 2034, de forma que a população possa ser atendida, fato que não ocorreria se os investimentos em perdas fosse acelerado.

4.1.5. Avaliação conclusiva dos cenários para os serviços de abastecimento de água

A adoção do Cenário 1 seria uma condição a ser perseguida para a universalização do abastecimento de água em quantidade e qualidade adequadas à população, entretanto, no que pese o desejo e necessidade de ações que busquem este objetivo, o intervalo de tempo para implementação das ações necessárias nos prazos imediato e curto é pouco sustentável, tendo em vista que as etapas de estudos e planejamentos seriam atropeladas por um anseio maior de realizar as ações. Ainda que factíveis do ponto de vista de engenharia, a implementação das metas nos prazos imediato e curto (conforme o Cenário 1) esbarram nos aspectos financeiros, que vão além da vontade dos gestores e prestações e anseios da sociedade.

O Cenário 3, por sua vez, seria aquele com maiores investimentos a longo prazo, postergando a universalização do abastecimento de água e, portanto, indo na contramão das políticas atuais do país.

Portanto, na adoção de um cenário, é importante considerar a capacidade do responsável pela operação do sistema de abastecimento de água em cumprir as metas estabelecidas, em nível técnico, operacional, financeiro e administrativo, sendo assim, o Cenário 2 passa a ser o mais plausível de se adotar, tendo em vista a sustentabilidade do sistema e o planejamento prévio das ações, principalmente nas metas de redução de perdas com necessidade de investimentos, controles e melhorias no sistema atual.

Execução:



Realização:



4.2. CENÁRIOS PARA OS SERVIÇOS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Para elaboração do Prognóstico dos serviços de esgotamento sanitário no horizonte de planejamento de 20 anos, assim como no item referente ao Abastecimento de Água, tomou-se como base as carências e considerações do sistema atual de Esgotamento Sanitário (SES) do município de Betim/MG apresentadas no *Produto C – Diagnóstico Técnico Participativo* deste PMSB, sendo estes pertinentes à construção dos cenários alternativos de demandas e das metas propostas a serem executadas no município no horizonte de planejamento do Plano.

4.2.1. Metodologia de Cálculo

Em sistemas coletivos é prevista a instalação de redes coletoras para atender determinado aglomerado populacional e posterior encaminhamento de um volume maior de esgotos para tratamento, que pode ocorrer em uma estação de tratamento de esgotos (ETE) ou em sistemas mais simplificados, como fossas sépticas coletivas seguidas de filtro anaeróbio e sumidouro. Para locais onde há grande dispersão dos domicílios, como em localidades rurais, a instalação de redes coletoras pode ser tornar inviável e, assim, soluções individuais, como as fossas sépticas (principalmente as ecológicas ou econômicas), mostram-se mais apropriadas.

Destaca-se que no presente estudo não foram consideradas as vazões industriais e, portanto, as demandas são relativas apenas às vazões domésticas de esgotos. A seguir são descritos alguns parâmetros e critérios de projeto importantes, bem como a metodologia empregada para realização dos cálculos.

✓ Vazão média de contribuição

A produção de esgotos corresponde aproximadamente à vazão de água efetivamente consumida. Entende-se por consumo efetivo aquele registrado na micromedição da rede de distribuição de água, descartando-se, portanto, as perdas do sistema de abastecimento. Parte desse volume efetivo não chega aos coletores de esgoto, pois conforme a natureza de consumo perde-se por evaporação, incorporação à rede pluvial ou escoamento superficial (a exemplo de irrigação de jardins e parques, lavagem de carros, instalações não conectadas à rede, entre outros). Dessa forma, para estimar a fração da água que adentra à rede de esgotos, aplica-se o coeficiente de retorno (R), que é a relação média entre o volume de esgoto produzido e a água efetivamente consumida. O coeficiente de retorno pode variar de 40% a 100%, sendo que usualmente adota-se o valor de 80% (VON SPERLING, 2005).

Execução:



Realização:



A vazão média de esgotos foi calculada para o período compreendido entre 2018 e 2037 (horizonte de planejamento do PMSB), conforme a Equação:

$$Q_{\text{méd}} = P * q * R / 86.400$$

Sendo:

P= população prevista para cada ano (hab.);

q = consumo médio de água *per capita*(L/hab.dia);

R = coeficiente de retorno: 0,80.

Em Betim, adotou-se o consumo médio *per capita* de 141,6 L/hab.dia para os sistemas coletivos geridos pela COPASA de Betim.

Assim, para calcular a vazão média de contribuição gerada no município considerou-se a população total do mesmo.

✓ **Vazão de infiltração**

Ressalta-se que o cálculo da vazão de infiltração de um sistema de esgoto compõe uma atividade complexa e exige a avaliação de diversos parâmetros que atualmente fogem do escopo deste trabalho.

A vazão de infiltração corresponde à vazão de água que se infiltra na rede coletora através de tubos defeituosos, juntas ou paredes de poços de visita e é calculada em função da taxa de infiltração e extensão da rede, como apresentado na equação abaixo.

Vazão de infiltração (L/s) = taxa de infiltração (L/s.km) x extensão da rede (km)

Na ausência de dados específicos disponíveis, a taxa de infiltração pode ser calculada em termos de vazão por extensão de rede (VON SPERLING, 2005).

Algumas características do sistema de coleta influenciam na taxa de infiltração, como por exemplo, o diâmetro das tubulações, tipo de junta, permeabilidade do solo e posição da rede em relação ao lençol freático. Para o sistema de esgotamento sanitário de Betim, conforme constatou-se em campo e informado pela COPASA a rede coletora de esgoto sanitário no município é constituída por Material MBV e PVC, variando do diâmetro de 150 a 200 mm, posicionada acima do lençol freático.

Dessa forma, para este sistema adotou-se uma taxa de infiltração correspondente a 0,5 L/s.km, conforme sugerido por Crespo (1997 *apud* VON SPERLING, 2005) para tubulações

Execução:



Realização:



com essas características. Propôs-se a substituição das redes visando a melhoria do sistema e redução da vazão de infiltração. De acordo com Bruno & Tsutiya (1983), a melhoria na qualidade dos materiais e das juntas e o controle de execução de obras mais eficientes são fatores fundamentais na diminuição da vazão de infiltração. Assim, para projeção da vazão de infiltração, serão utilizadas taxas de infiltração de 0,2 e 0,1L/s.km, conforme a troca das tubulações existentes.

Segundo informações da COPASA, a extensão atual da rede coletora de esgotos do município de Betim é de aproximadamente 1.111,22 Km. Como a taxa de infiltração é expressa em vazão por extensão de rede, foi preciso estimar ao longo dos anos a extensão das redes coletoras. Como não foi informado pela Companhia uma projeção da extensão total da rede de esgotos do município, optou-se por utilizar a faixa sugerida por Von Sperling (2005) que varia de 1,0 a 2,0 m/hab metros para cidades com densidade populacional elevada.

✓ **Vazão média total**

A vazão média total de esgoto corresponde à vazão média de contribuição mais a vazão de infiltração. Essa vazão que deve ser considerada no cálculo de dimensionamento de coletores, interceptores e estações de tratamento.

✓ **Vazão a ser tratada**

A vazão a ser tratada foi calculada considerando a população atendida por tratamento, que no ano de 2017, conforme cálculos apresentados no Diagnóstico do PMSB/Betim - Produto C, foi de pelo menos 48,75%, não incluindo nestes o quantitativo de pessoas atendido pela ETE Nova Contagem, uma vez que não foi possível segregar a população atendida de cada município (Betim e Contagem) pela ETE. Dessa forma, para fins desse prognóstico será utilizado esse índice, devendo o mesmo ser recalculado quando a companhia dispor do dados sobre a quantidade de habitantes atendidos em Betim pela ETE Nova Contagem.

✓ **Demanda por extensão de rede tratamento de esgoto**

A demanda por rede coletora foi calculada considerando a relação de 0,0035 km de rede por habitante (Von Sperling, 2005), com base na população atendida por coleta. A demanda por tratamento de esgotos foi resultante da soma da vazão média de contribuição e da vazão de infiltração, o que representa a vazão que efetivamente chega em uma ETE ou em outro sistema de tratamento de esgotos. Destaca-se que para a realização deste prognóstico a

Execução:



Realização:



demanda calculada considerou o atendimento de 100% da população, considerando a universalização do acesso à coleta e ao tratamento de esgotos nessa área.

✓ **Capacidade instalada de tratamento**

A capacidade instalada refere-se à vazão média de tratamento projetada para final de plano do sistema de tratamento que já se encontra em operação.

Neste prognóstico, considerou-se a capacidade instalada da ETE's que atendem o município de Betim, exceto a ETE Nova Contagem, por não se saber qual a população atendida por ela em cada município (Betim e Contagem). Dessa forma, as outras sete ETEs tem capacidade instalada total de 1.145,10 L/s.

✓ **Avaliação do saldo ou déficit**

Para obter-se o saldo/déficit da extensão das redes coletoras foi subtraído o valor da extensão de rede demandada pela extensão de rede instalada, que atualmente é 1.111,22 km. No entanto, esse resultado irá merecer atenção especial, uma vez que não se sabe o número exato de pessoas residentes em áreas onde a implantação de redes não seria necessária, sendo indicado outros métodos, como a fossa séptica (caso de parte da população da Regional Vianópolis). Desta forma, o cálculo foi feito para toda a população do município, no entanto caberá a realização de um levantamento apurado para verificação do número de pessoas que não demandariam a rede de esgoto, mas sim outras técnicas condizentes com sua realidade.

Para avaliar o déficit de tratamento, subtraiu-se a vazão a ser tratada da capacidade instalada de tratamento. Destaca-se que para a realização deste prognóstico a demanda calculada considerou o atendimento de 100% da população do município, considerando a universalização do acesso à coleta e ao tratamento de esgotos.

A partir das considerações, apresentam-se os cenários plausíveis para o serviço de esgotamento sanitário do município de Betim/MG. Serão apresentadas as principais características para os três cenários definidos.

Execução:



Realização:



4.2.2. Cenário 1 dos serviços de esgotamento sanitário

Para a construção do Cenário 1, considerou-se como a situação idealizada um cenário no qual seriam realizados investimentos a curtíssimo prazo no horizonte de planejamento, entretanto este cenário exigiria um esforço elevado para atendimento dos objetivos e metas estabelecidas neste contexto. A Tabela 19 apresenta as principais características para a construção deste cenário.

Tabela 19 – Principais características do Cenário 1

Variáveis	Hipótese
População	A População a ser utilizada nesse estudo é proveniente da Projeção Populacional elaborada a partir da projeção da população total (projeção geométrica), no qual se considera fatores particulares do Município que possam interferir na linha de crescimento tendencial elaborada pelo IBGE.
Taxa de infiltração	A vazão de infiltração constitui uma parcela bastante significativa nas vazões de esgoto que percorrem as tubulações e chegam à ETE. Com a melhoria da qualidade dos materiais e juntas e controle mais eficiente da execução de obras obtém-se redução da vazão de infiltração. Neste cenário, pressupõe-se uma intensificação dos investimentos para substituição das redes antigas no prazo imediato e curto, a fim de reduzir a taxa de infiltração.
Índice de cobertura por rede de esgotos	Avalia o crescimento do índice de atendimento ao serviço de cobertura por rede de esgotamento sanitário, sendo este considerado alto, contemplando as ações de implantação da rede coletora, programas de adesão tarifária da população e ações de fiscalização, focados em um curto prazo no horizonte de planejamento.
Índice de tratamento de esgotos	O crescimento do tratamento de esgotos é elevado, sendo que, em um primeiro momento, são ampliadas as Estação de Tratamento de Esgotos para atendimento de toda população urbana, além de programas para incentivo a construção de fossas sépticas nas localidades onde essas são mais indicadas. Também são consideradas ações e programas focados na identificação de ligações cruzadas com as redes pluviais e implantação das demais instalações de tratamento de esgoto.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

As metas estabelecidas para este cenário, que levam em consideração os diferentes horizontes de planejamento, são apresentados a seguir:

✓ **Taxa de infiltração (L/s.km)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	0,2	0,1	0,1	0,1

✓ **Índice de cobertura por rede de esgotos (%)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	80,0	90,0	100	100

Execução:



Realização:



✓ **Índice de Tratamento de esgotos (%)**

Prazo Meta	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
	52	65	100	100

Como é possível observar nas tabelas acima, as ações realizadas no cenário 1 são planejadas no horizonte de planejamento a curto prazo. Assim nos primeiros cinco anos de vigência do PMSB, seriam implementadas as ações de infraestrutura de esgotamento sanitário, de modo a elevar significativamente o índice de atendimento e tratamento de esgotos da população (Tabela 20).

Portanto, ressalta-se que para tais ações descritas acima, necessitam de investimentos imediatos nos serviços de esgotamento sanitário. Para realização destas ações é imprescindível que sejam atendidas as demandas da Metodologia de Cálculo descritas no item 4.1.1 dos serviços de Abastecimento de Água, uma vez que ambos os serviços atuam em concordância.

Execução:



Realização:



Tabela 20 – Geração de esgotos da população urbana futura de Betim considerando as metas estabelecidas no Cenário

Ano	População (hab)	Porcentagem da população atendida por coleta (%)	População atendida por coleta (hab)	Porcentagem da população atendida por tratamento (%)	População atendida por tratamento (hab)	Vazão média de contribuição (L/s)	Extensão de rede por habitante (km/hab)	Extensão da rede demandada (Km)	Taxa de infiltração (L/s.km)	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão média total (L/s)	Vazão a ser tratada (L/s)	Extensão de rede coletora instalada (L/s)	Capacidade instalada de tratamento (L/s)	Saldo ou déficit de extensão de rede (Km)	Saldo ou déficit de tratamento (L/s)
2018	447.020	76,3	341.031	48,8	166.252	586,09	0,0035	1.193,61	0,2	238,72	824,81	447,89	1.111,22	1.145,10	-82,39	697,21
2019	456.476	80,0	365.180	52,0	189.893	598,49	0,0035	1.278,13	0,2	255,63	854,12	494,54	1.111,22	1.145,10	-166,91	650,56
2020	466.133	85,0	396.213	57,0	225.841	611	0,0035	1.386,75	0,2	277,35	888,50	561,49	1.111,22	1.145,10	-275,53	583,61
2021	475.994	90,0	428.394	65,0	278.456	624	0,0035	1.499,38	0,1	149,94	774,02	500,28	1.111,22	1.145,10	-388,16	644,82
2022	486.063	95,0	461.759	70,0	323.231	637	0,0035	1.616,16	0,1	161,62	798,90	568,29	1.111,22	1.145,10	-504,94	576,81
2023	496.346	100,0	496.346	75,0	372.259	651	0,0035	1.737,21	0,1	173,72	824,48	642,08	1.111,22	1.145,10	-625,99	503,02
2024	506.846	100,0	506.846	80,0	405.476	665	0,0035	1.773,96	0,1	177,40	841,93	687,55	1.111,22	1.145,10	-662,74	457,55
2025	517.568	100,0	517.568	90,0	465.811	679	0,0035	1.811,49	0,1	181,15	859,74	767,21	1.111,22	1.145,10	-700,27	377,89
2026	528.517	100,0	528.517	100,0	528.517	693	0,0035	1.849,81	0,1	184,98	877,92	849,93	1.111,22	1.145,10	-738,59	295,17
2027	539.698	100,0	539.698	100,0	539.698	708	0,0035	1.888,94	0,1	188,89	896,49	867,91	1.111,22	1.145,10	-777,72	277,19
2028	551.115	100,0	551.115	100,0	551.115	723	0,0035	1.928,90	0,1	192,89	915,46	886,27	1.111,22	1.145,10	-817,68	258,83
2029	562.774	100,0	562.774	100,0	562.774	738	0,0035	1.969,71	0,1	196,97	934,83	905,02	1.111,22	1.145,10	-858,49	240,08
2030	574.679	100,0	574.679	100,0	574.679	753	0,0035	2.011,38	0,1	201,14	954,61	924,17	1.111,22	1.145,10	-900,16	220,93
2031	586.836	100,0	586.836	100,0	586.836	769	0,0035	2.053,93	0,1	205,39	974,80	943,72	1.111,22	1.145,10	-942,71	201,38
2032	599.251	100,0	599.251	100,0	599.251	786	0,0035	2.097,38	0,1	209,74	995,42	963,69	1.111,22	1.145,10	-986,16	181,41
2033	611.928	100,0	611.928	100,0	611.928	802	0,0035	2.141,75	0,1	214,17	1.016,48	984,07	1.111,22	1.145,10	-1.030,53	161,03
2034	624.873	100,0	624.873	100,0	624.873	819	0,0035	2.187,06	0,1	218,71	1.037,99	1.004,89	1.111,22	1.145,10	-1.075,84	140,21
2035	638.092	100,0	638.092	100,0	638.092	837	0,0035	2.233,32	0,1	223,33	1.059,94	1.026,14	1.111,22	1.145,10	-1.122,10	118,96
2036	651.591	100,0	651.591	100,0	651.591	854	0,0035	2.280,57	0,1	228,06	1.082,37	1.047,86	1.111,22	1.145,10	-1.169,35	97,24
2037	665.375	100,0	665.375	100,0	665.375	872	0,0035	2.328,81	0,1	232,88	1.105,26	1.070,02	1.111,22	1.145,10	-1.217,59	75,08

Legenda: Imediato Curto Prazo Médio Prazo Longo Prazo

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Execução:



Realização:



4.2.3. Cenário 2 dos serviços de esgotamento sanitário

O cenário 2 do serviço de esgotamento sanitário, corresponde a situação mais realizável, onde a maior parte dos investimentos se dá em curto e médio prazo do horizonte de planejamento. Assim as metas e ações serão atendidas nos períodos citados, e no final do horizonte de planejamento os serviços seriam universalizados ou estariam próximos dos 100% de atendimento. As principais características deste cenário são representadas na Tabela 21.

Tabela 21 –Principais características do cenário 2

Variáveis	Hipótese
População	A População ser utilizada nesse estudo é proveniente da Projeção Populacional elaborada a partir da projeção da população total (projeção aritmética), no qual se considera fatores particulares do Município que possam interferir na linha de crescimento tendencial elaborada pelo IBGE.
Taxa de infiltração	A vazão de infiltração constitui uma parcela bastante significativa nas vazões de esgoto que percorrem as tubulações e chegam às ETEs. Com a melhoria da qualidade dos materiais e juntas e controle mais eficiente da execução de obras obtém-se redução da vazão de infiltração. Neste cenário, pressupõe-se uma intensificação dos investimentos para substituição das redes antigas a curto e médio prazo, a fim de reduzir a taxa de infiltração.
Índice de cobertura por rede de esgotos	Avalia o crescimento do índice de atendimento ao serviço de cobertura por rede de esgotamento sanitário, sendo este é considerado moderado, contemplando as ações de implantação da rede coletora, programas de adesão tarifária da população e ações de fiscalização, controle e monitoramento, focados em um curto e médio prazo no horizonte de planejamento
Índice de tratamento de esgotos	O crescimento do tratamento de esgotos é considerado moderado, ou seja, o ideal, sendo que, em um primeiro momento, são ampliadas as Estação de Tratamento de Esgotos para atendimento de toda população, além de programas para incentivo à construção de fossas sépticas nas localidades onde elas são mais indicadas. Também são consideradas ações e programas focados na identificação de ligações clandestinas com as redes pluviais.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

As metas estabelecidas para o Cenário 2, também levam em consideração os diferentes horizontes de planejamento, sendo estes representados a seguir:

✓ **Taxa de infiltração (L/s.km)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	0,5	0,2	0,1	0,1

Execução:



Realização:



✓ Índice de cobertura por rede de esgotos (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	76,3	79,0	94,0	100,0

✓ Índice de tratamento de esgotos (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	48,8	52,0	68,0	100,0

A Tabela 22, representa a vazão prevista dos esgotos a serem coletados e tratados em Betim, considerando as metas pré-estabelecidas para o Cenário 2.

Execução:



Realização:



Tabela 22 – Geração de esgotos da população urbana futura de Betim considerando as metas estabelecidas no Cenário 2

Ano	População (hab)	Porcentagem da população atendida por coleta (%)	População atendida por coleta (hab)	Porcentagem da população atendida por tratamento (%)	População atendida por tratamento (hab)	Vazão média de contribuição (L/s)	Extensão de rede por habitante (km/hab)	Extensão da rede demandada (Km)	Taxa de infiltração (L/s.km)	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão média total (L/s)	Vazão a ser tratada (L/s)	Extensão de rede coletora instalada (L/s)	Capacidade instalada de tratamento (L/s)	Saldo ou déficit de extensão de rede (Km)	Saldo ou déficit de tratamento (L/s)
2018	447.020	76,3	341.031	48,8	166.252	562,42	0,0035	1.193,61	0,5	596,80	1.159,22	805,97	1.111,22	1.145,10	-82,39	339,13
2019	456.476	76,3	348.291	48,8	169.966	574,31	0,0035	1.219,02	0,5	609,51	1.183,82	823,35	1.111,22	1.145,10	-107,80	321,75
2020	466.133	77,0	358.922	50,0	179.461	586,46	0,0035	1.256,23	0,5	628,11	1.214,57	853,90	1.111,22	1.145,10	-145,01	291,20
2021	475.994	79,0	376.035	52,0	195.538	598,87	0,0035	1.316,12	0,2	263,22	862,09	509,24	1.111,22	1.145,10	-204,90	635,86
2022	486.063	81,0	393.711	54,0	212.603	611,54	0,0035	1.377,99	0,2	275,60	887,14	543,09	1.111,22	1.145,10	-266,77	602,01
2023	496.346	83,0	411.967	56,0	230.701	624,48	0,0035	1.441,88	0,2	288,38	912,86	578,64	1.111,22	1.145,10	-330,66	566,46
2024	506.846	85,0	430.819	58,0	249.875	637,69	0,0035	1.507,87	0,2	301,57	939,26	615,95	1.111,22	1.145,10	-396,65	529,15
2025	517.568	88,0	455.459	61,0	277.829	651,18	0,0035	1.594,11	0,1	159,41	810,59	508,96	1.111,22	1.145,10	-482,89	636,14
2026	528.517	91,0	480.950	64,0	307.808	664,95	0,0035	1.683,33	0,1	168,33	833,28	555,60	1.111,22	1.145,10	-572,11	589,50
2027	539.698	94,0	507.316	68,0	344.974	679,02	0,0035	1.775,61	0,1	177,56	856,58	611,59	1.111,22	1.145,10	-664,39	533,51
2028	551.115	98,0	540.092	75,0	405.069	693,38	0,0035	1.890,32	0,1	189,03	882,41	698,67	1.111,22	1.145,10	-779,10	446,43
2029	562.774	100,0	562.774	80,0	450.219	708,05	0,0035	1.969,71	0,1	196,97	905,02	763,41	1.111,22	1.145,10	-858,49	381,69
2030	574.679	100,0	574.679	85,0	488.477	723,03	0,0035	2.011,38	0,1	201,14	924,17	815,72	1.111,22	1.145,10	-900,16	329,38
2031	586.836	100,0	586.836	90,0	528.152	738,33	0,0035	2.053,93	0,1	205,39	943,72	869,88	1.111,22	1.145,10	-942,71	275,22
2032	599.251	100,0	599.251	95,0	569.288	753,95	0,0035	2.097,38	0,1	209,74	963,69	925,99	1.111,22	1.145,10	-986,16	219,11
2033	611.928	100,0	611.928	100,0	611.928	769,90	0,0035	2.141,75	0,1	214,17	984,07	984,07	1.111,22	1.145,10	-1.030,53	161,03
2034	624.873	100,0	624.873	100,0	624.873	786,18	0,0035	2.187,06	0,1	218,71	1.004,89	1.004,89	1.111,22	1.145,10	-1.075,84	140,21
2035	638.092	100,0	638.092	100,0	638.092	802,81	0,0035	2.233,32	0,1	223,33	1.026,14	1.026,14	1.111,22	1.145,10	-1.122,10	118,96
2036	651.591	100,0	651.591	100,0	651.591	819,80	0,0035	2.280,57	0,1	228,06	1.047,86	1.047,86	1.111,22	1.145,10	-1.169,35	97,24
2037	665.375	100,0	665.375	100,0	665.375	837,14	0,0035	2.328,81	0,1	232,88	1.070,02	1.070,02	1.111,22	1.145,10	-1.217,59	75,08

Legenda: Imediato Curto Prazo Médio Prazo Longo Prazo

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Execução:



Realização:



4.2.4. Cenário 3 dos serviços de esgotamento sanitário

Para construção do Cenário 3 do serviço de esgotamento sanitário, este representa um atraso na aplicação das ações, tendo como resultado investimentos realizados a longo prazo no horizonte de planejamento, assim as ações seriam consolidadas apenas ao final do plano (Tabela 23).

Tabela 23 – Principais características do cenário 3

Variáveis	Hipótese
População	A População a ser utilizada nesse estudo é proveniente da Projeção Populacional elaborada a partir da projeção da população total (projeção aritmética), no qual se considera fatores particulares do Município que possam interferir na linha de crescimento tendencial elaborada pelo IBGE.
Taxa de infiltração	A vazão de infiltração constitui uma parcela bastante significativa nas vazões de esgoto que percorrem as tubulações e chegam às ETEs. Com a melhoria da qualidade dos materiais e juntas e controle mais eficiente da execução de obras obtém-se redução da vazão de infiltração. Neste cenário, pressupõe-se uma intensificação dos investimentos para substituição das redes antigas a longo prazo, a fim de reduzir a taxa de infiltração.
Índice de cobertura por rede de esgotos	Avalia o crescimento do índice de atendimento ao serviço de cobertura por rede de esgotamento sanitário, sendo este é considerado moderado, contemplando as ações de implantação da rede coletora, programas de adesão tarifária da população e ações de fiscalização, controle e monitoramento, focados em um curto e médio prazo no horizonte de planejamento
Índice de tratamento de esgotos	O crescimento do índice de tratamento de esgotos é considerado reduzido, assim a ampliação das ETEs terão um prolongamento temporal em médio e longo prazo, bem como as ações focadas na identificação de ligações clandestinas com as redes pluviais.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

As metas estabelecidas para este Cenário são descritas a seguir.

✓ **Taxa de infiltração (L/s.km)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	0,5	0,2	0,2	0,2

✓ **Índice de cobertura por rede de esgotos (%)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	76,3	78,0	82,0	94,0

✓ **Índice de tratamento de esgotos (%)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	48,8	49,0	54,0	85,0

A seguir a Tabela 24 apresenta a vazão de esgotos a serem coletados e tratados em Betim, considerando assim, as metas pré-estabelecidas para o Cenário 3.

Execução:



Realização:



Tabela 24 – Geração de esgotos da população urbana futura de Betim considerando as metas estabelecidas no Cenário 3

Ano	População (hab)	Porcentagem da população atendida por coleta (%)	População atendida por coleta (hab)	Porcentagem da população atendida por tratamento (%)	População atendida por tratamento (hab)	Vazão média de contribuição (L/s)	Extensão de rede por habitante (km/hab)	Extensão da rede demandada (Km)	Taxa de infiltração (L/s.km)	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão média total (L/s)	Vazão a ser tratada (L/s)	Extensão de rede coletora instalada (L/s)	Capacidade instalada de tratamento (L/s)	Saldo ou déficit de extensão de rede (Km)	Saldo ou déficit de tratamento (L/s)
2018	447.020	76,3	341.031	48,8	166.252	562,42	0,0035	1.193,61	0,5	596,80	1.159,22	805,97	1.111,22	1.145,10	-82,39	339,13
2019	456.476	76,3	348.291	48,8	169.966	574,31	0,0035	1.219,02	0,5	609,51	1.183,82	823,35	1.111,22	1.145,10	-107,80	321,75
2020	466.133	76,3	355.659	48,8	173.561	586,46	0,0035	1.244,81	0,5	622,40	1.208,86	840,77	1.111,22	1.145,10	-133,59	304,33
2021	475.994	78,0	371.275	49,0	181.924	598,87	0,0035	1.299,46	0,2	259,89	858,76	488,78	1.111,22	1.145,10	-188,24	656,32
2022	486.063	79,0	383.989	49,0	188.154	611,54	0,0035	1.343,96	0,2	268,79	880,33	505,52	1.111,22	1.145,10	-232,74	639,58
2023	496.346	79,0	392.113	50,0	196.056	624,48	0,0035	1.372,40	0,2	274,48	898,96	521,15	1.111,22	1.145,10	-261,18	623,95
2024	506.846	80,0	405.476	50,5	204.765	637,69	0,0035	1.419,17	0,2	283,83	921,52	541,45	1.111,22	1.145,10	-307,95	603,65
2025	517.568	80,0	414.054	51,0	211.167	651,18	0,0035	1.449,19	0,2	289,84	941,02	555,52	1.111,22	1.145,10	-337,97	589,58
2026	528.517	82,0	433.383	52,0	225.359	664,95	0,0035	1.516,84	0,2	303,37	968,32	586,91	1.111,22	1.145,10	-405,62	558,19
2027	539.698	82,0	442.552	54,0	238.978	679,02	0,0035	1.548,93	0,2	309,79	988,81	610,46	1.111,22	1.145,10	-437,71	534,64
2028	551.115	83,0	457.425	55,0	251.583	693,38	0,0035	1.600,99	0,2	320,20	1.013,58	636,73	1.111,22	1.145,10	-480,77	508,37
2029	562.774	84,0	472.730	56,5	267.092	708,05	0,0035	1.654,56	0,2	330,91	1.038,96	666,95	1.111,22	1.145,10	-543,34	478,15
2030	574.679	85,0	488.477	59,0	288.201	723,03	0,0035	1.709,67	0,2	341,93	1.064,96	704,53	1.111,22	1.145,10	-598,45	440,57
2031	586.836	87,0	510.547	62,0	316.539	738,33	0,0035	1.786,91	0,2	357,38	1.095,71	755,63	1.111,22	1.145,10	-675,69	389,47
2032	599.251	88,5	530.337	65,0	344.719	753,95	0,0035	1.856,18	0,2	371,24	1.125,19	804,95	1.111,22	1.145,10	-744,96	340,15
2033	611.928	89,5	547.675	69,0	377.895	769,90	0,0035	1.916,86	0,2	383,37	1.153,27	858,82	1.111,22	1.145,10	-805,64	286,28
2034	624.873	91,0	568.634	73,0	415.102	786,18	0,0035	1.990,22	0,2	398,04	1.184,22	920,30	1.111,22	1.145,10	-879,00	224,80
2035	638.092	92,0	587.044	77,0	452.023	802,81	0,0035	2.054,65	0,2	410,93	1.213,74	979,64	1.111,22	1.145,10	-943,43	165,46
2036	651.591	93,0	605.979	81,0	490.842	819,80	0,0035	2.120,93	0,2	424,19	1.243,99	1.041,74	1.111,22	1.145,10	-1.009,71	103,36
2037	665.375	94,0	625.452	85,0	531.634	837,14	0,0035	2.189,08	0,2	437,82	1.274,96	1.106,69	1.111,22	1.145,10	-1.077,86	38,41

Legenda: Imediato Curto Prazo Médio Prazo Longo Prazo

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Execução:



Realização:



4.2.5. Avaliação conclusiva dos cenários para os serviços de esgotamento sanitário

Avaliando os três Cenários aplicados neste Prognóstico, considera-se a adoção do Cenário 1 o mais aplicável na gestão e planejamento das ações para os serviços de esgotamento sanitário. Entretanto o intervalo de tempo sugerido para execução das obras e ações é considerado muito curto, exigindo esforços que ultrapassam a realidade do município de Betim, sobrecarregando o orçamento nas primeiras etapas do horizonte de planejamento.

Ao contrário do Cenário 1, o Cenário 3 ilustra uma realidade mais pessimista no que diz respeito aos investimentos previstos para o horizonte de planejamento. Neste Cenário a universalização dos serviços de esgotamento sanitário não seria alcançada, tornando-se inviável a utilização deste Cenário, devido ao planejamento das ações não condizer com as políticas públicas aplicadas ao saneamento básico nem aos anseios da população.

Sendo assim, o Cenário mais condizente com a realidade do município seria o Cenário 2, sendo suas metas as mais aplicáveis no município de Betim, uma vez que este possibilita a sustentabilidade do sistema e planejamento adequado das ações e metas estabelecidas no horizonte de planejamento do PMSB.

4.3. CENÁRIOS PARA OS SERVIÇOS DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A partir da elaboração do Produto C – Diagnóstico Técnico Participativo referente ao Plano Municipal de Saneamento Básico de Betim foi possível avaliar a situação atual referente a prestação e índices de atendimento dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos do Município.

Também a partir do Diagnóstico Técnico Participativo, dos dados coletados e informações extraídas dele, serão elaborados cenários dentro do Prognóstico que visam uma prospecção de melhorias do atendimento dos serviços prestados referentes ao eixo limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos num horizonte de 20 anos.

4.3.1. Metodologia de cálculo

Para a determinação das demandas por serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos foram adotados, a relação entre os valores correspondentes à produção *per capita* dos mesmos e a “população projetada” para todos os anos do horizonte de planejamento.

Execução:



Realização:



**Prefeitura de
BETIM**

Tais valores servirão de base para a determinação das metas e elaboração dos projetos do sistema de coleta e tratamento desses tipos de resíduos.

A partir de carências relacionadas ao sistema atual, foram identificadas variáveis que devem ser consideradas no estabelecimento de cenários de planejamento que visam suas melhorias.

Estas são descritas a seguir.

✓ **Massa de RSU gerados e coletados**

Para a projeção dos quantitativos totais de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados utilizou-se como componente do cálculo a taxa de geração conforme apresentado no Diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Betim (Produto C). De acordo com o apresentado no documento a geração *per capita* média no Município de Betim é de 0,619 kg/hab./dia. Além da taxa geração, foram considerados os quantitativos populacionais com base na projeção elaborada para o presente PMSB. Sendo assim, a equação utilizada no cálculo tanto da massa de RSU gerado quanto da massa coletada é apresentada a seguir.

$$\text{Massa de RSU gerados} = (\text{geração } \textit{per capita} \text{ de resíduos}) \times \text{população}$$

Massa de RSU coletados

$$= (\text{geração } \textit{per capita} \text{ de resíduos}) \times \text{população atendida por coleta}$$

✓ **Índice de cobertura do serviço de coleta convencional dos RSD e de Coleta Seletiva**

Para apresentação dos índices de cobertura pelos serviços de coleta convencional de RSD e de coleta seletiva, o ponto de partida foram os índices atuais de abrangência desses serviços apresentados no Diagnóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Betim (Produto C).

De acordo com informações da Prefeitura Municipal de Betim, atualmente 99% de todo o território do município é atendido pelos serviços de coleta convencional dos RSD. Em relação aos serviços de coleta seletiva, o mesmo também existe, e atende a aproximadamente 56% da população do município (239.197 habitantes)¹. Desta forma,

¹ Para cálculo desse percentual foram utilizados os dados populacionais dos setores censitários abrangidos pelo sistema de coleta seletiva, conforme mapa de coleta apresentado pelo prestador do serviço, obtendo-se assim uma população aproximada de 239.197 habitantes, que corresponde a 56% da população total (427.146 habitantes).

Execução:



Realização:



serão considerados estes índices iniciais para a cobertura dos serviços de coleta convencional dos RSD e coleta seletiva, respectivamente.

É apresentada a seguir a equação utilizada para cálculo do quantitativo da população atendida tanto pelos serviços de coleta convencional quanto pelos serviços de coleta seletiva.

$$\text{População atendida} = \frac{\text{População (total)} \times \text{Índice de atendimento}}{100}$$

✓ **Taxa de recuperação de recicláveis**

De acordo com estatísticas do Plano Metropolitano de Resíduos Sólidos (PMRS), o potencial de reaproveitamento de materiais recicláveis no município é de 30% do quantitativo total gerado. Apesar de apresentar grande potencial de reciclagem, dificilmente ele é todo aproveitado. Em bons sistemas de coleta seletiva, o percentual de recuperação dos RSD não ultrapassa os 10%.

Sendo assim, foi calculado a massa de resíduos recuperados, baseada na taxa de recuperação de recicláveis apresentada. Para tanto, foram estabelecidas metas progressivas de 0% a 30% para a taxa de recuperação e estas foram multiplicadas pela massa de resíduos coletados, conforme equação apresentada a seguir.

$$\begin{aligned} \text{Massa de resíduos recicláveis recuperados} = \\ \text{Massa total de RSD coletado} \times \text{Taxa de recuperação de recicláveis} \end{aligned}$$

✓ **Índice de Atendimento pelos Serviços de Limpeza Pública**

O serviços de limpeza pública como varrição, capina, poda e roçada são realizados apenas na Sede do Município de Betim, no entanto, atualmente não se dispõe do percentual de atendimento destes serviços. Sendo assim, no presente Plano não serão inseridas metas para este serviço, devendo-se antes de qualquer coisa, realizar um levantamento das áreas atendidas e daquelas que necessitam dos serviços (considerando que em algumas regiões o serviço não é necessário, a exemplo de áreas rurais). Somente após esse levantamento deverão ser estabelecidas as metas de atendimento para os mesmos, partindo-se do atual índice de atendimento.

A equação a ser utilizada para o cálculo desse índice é apresentada a seguir.

$$\text{Índice – Limpeza Pública} = \frac{\text{População atendida pelos serviços}}{\text{População que necessita dos serviços}} \times 100$$

Execução:



Realização:



✓ **Resíduos da Construção Civil**

Para se obter as projeções de geração de RCC e RV será adotada a taxa de geração apresentada no Plano Metropolitano de Gestão Integrada de Resíduos com Foco em Resíduos de Serviços de Saúde e Resíduos da Construção Civil e Volumosos (2016), para esse tipo de resíduo. De acordo com o estudo, a taxa média de geração de RCC e RV por habitante é de 0,955 kg/hab/dia ou 0,35 toneladas/hab.ano.

Atualmente, estão instalados no Município de Betim, Unidades de Recebimento de Pequenos volumes (URPVs), as quais dispõem de caçambas para depósito do material destinado a esses locais. Além disso, existem empresas privadas que realizam a coleta e destinação do RCC. Para se calcular a capacidade adequada a ser instalada para o recolhimento/recebimento desses materiais deve-se considerar o peso específico dos resíduos da construção civil, que é de aproximadamente 1.200 kg/m³ (ABES, 2006), o volume do caminhão utilizado na coleta e a taxa de geração dos resíduos, conforme equações a seguir.

$$\text{Taxa de geração de RCC e RV} = 0,35 \times \text{População Área Urbana}$$

$$\text{Capacidade de coleta: RCC e RV} = \text{Peso específico resíduo} \times \text{Volume do equipamento}$$

✓ **Destinação final adequada dos resíduos sólidos urbanos**

Como mencionado no Diagnóstico Técnico Participativo de Betim, o Município tem atualmente como forma de disposição final dos resíduos sólidos urbanos um Aterro sanitário e realiza a coleta seletiva em parte do município. Dessa forma, para cálculo da massa de resíduos encaminhada para disposição final, utilizou-se equação que considera a massa de resíduos coletados e a taxa de recuperação dos resíduos recicláveis, conforme apresentado a seguir.

$$\text{Massa de resíduos para disposição}$$

$$= \text{Massa de RSD coletado} - \text{Massa de recicláveis recuperados}$$

Execução:



Realização:



4.3.2. Cenário 1 dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos

O Cenário 1 é a situação idealizada na qual seriam aplicados investimentos em curto prazo para a adequação dos serviços inerentes à limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Para tal, a cobertura dos serviços de coleta seletiva e de limpeza pública seriam ampliados, além da efetivação de programas para a implantação da coleta seletiva e consequentemente para aumento da taxa de recuperação de recicláveis e redução da massa de resíduos gerados. Haveria a implantação de programas para um correto gerenciamento de resíduos da construção civil, sendo estas ações realizadas em um breve espaço temporal. A Tabela 25 – Principais características do Cenário 1 apresenta as principais características deste cenário.

Tabela 25 – Principais características do Cenário 1

Variáveis	Hipótese
Índice de cobertura do serviço de coleta dos RSD	O índice de cobertura é caracterizado pela população efetivamente atendida com a coleta de resíduos e com regularidade adequada, ou seja, está associada à população efetivamente contemplada pela coleta do lixo. O índice de cobertura relatado pela Prefeitura Municipal de Betim atualmente foi de 99% do território municipal, sendo que neste cenário, pressupõe-se o alcance de 100% em curto prazo.
Índice de cobertura pelos serviços de coleta seletiva e Taxa de recuperação de recicláveis	No Município de Betim o serviço de coleta seletiva atende 56% da população do Município, atendendo apenas alguns bairros de 4 regionais administrativas: Alterosas, Centro, Imbiruçu e Norte. Desta forma, serão abordadas metodologias que visam a ampliação e melhorias contínuas de tais serviços em curto prazo.
Abrangência dos serviços de Limpeza Pública	Tem por objetivo a ampliação dos serviços limpeza pública já existente no Município como varrição, capina, poda e roçada. Tal cenário objetiva um maior atendimento em curto prazo, uma vez que as maiores reclamações em todas as regionais administrativas estão relacionadas a ausência ou insuficiência de limpeza urbana.
Resíduos da Construção Civil	Caracteriza-se pela implantação e ampliação de ações para gerenciamento dos resíduos da construção civil em curto prazo, através da implantação de novas URPVs e disponibilização de equipamentos para recolhimento destes resíduos.
Destinação Final Adequada dos Resíduos Sólidos Urbanos	Prevê medidas que visam a redução em curto prazo dos resíduos destinados ao aterro sanitário utilizado pelo município.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

As metas estabelecidas para este cenário, que levam em consideração os diferentes horizontes de planejamento, são apresentadas a seguir.

Execução:



Realização:



✓ Índice de cobertura do serviço de coleta dos RSD (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	99,5	100	100	100

✓ Índice de cobertura pelos serviços de coleta seletiva (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	59,0	70,0	100,0	100,0

✓ Taxa de recuperação de recicláveis (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	5,0	10,0	20,0	30,0

✓ Abrangência dos serviços de Limpeza Pública (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	*1	*1	*1	*1

*1 Devido a falta de dados referentes aos índices de atendimento dos serviços de limpeza pública, a projeção deste serviço não pode ser calculada. Posteriormente, este índice deverá ser levantado pelo prestador de serviço e somente a partir deste poderão ser estipuladas suas metas de atendimento.

✓ Eliminação de locais de disposição inadequada dos Resíduos da Construção Civil (RCC) e Resíduos Volumosos (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	5,0	10,0	40,0	100,0

✓ Metas para redução da geração de resíduos (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	2,0	5,0	23,0	50,0

Na Tabela 26 é possível observar uma prospecção das variáveis mencionadas para os 20 anos do horizonte de planejamento do PMSB. Nela também é apresentada a projeção referente à massa gerada de resíduos da construção civil, além da massa de resíduos gerada para disposição final, sendo que neste cenário, todas as metas apresentadas são cumpridas em um breve espaço temporal.

Execução:



Realização:



Tabela 26 – Geração de resíduos e recuperação através da reciclagem, considerando as metas estabelecidas no Cenário 1

Ano	Pop. total (hab)	Índice de cobertura coleta convencional de RSD (%)	Pop. Atendida coleta convencional (%)	Índice de cobertura da coleta seletiva (%)	Pop. Atendida coleta seletiva	Índice de cobertura do serviço de Limpeza Pública (%)	Metas para redução da geração de resíduos (%)	Massa gerada de Resíduos da Construção Civil (t/ano)	Massa total de RSD gerado (kg/d)	Índice de massa de resíduos sólidos coletados (%)	Massa total de RSD coletado (kg/d)	Taxa de recuperação de recicláveis (%)	Massa de resíduos recicláveis recuperados (kg/d)	Massa de resíduos para disposição final (kg/d)
2018	447.020	99,0%	442.550	56,0%	250.331	*1	0,0%	156.457,00	276.705,38	90,0%	249.034,84	0,0%	0,00	249.034,84
2019	456.476	99,5%	454.194	59,0%	269.321	*1	2,0%	156.571,27	276.907,47	93,0%	257.523,95	5,0%	12.876,20	244.647,75
2020	466.133	100,0%	466.133	65,0%	302.986	*1	3,0%	158.252,15	279.880,24	96,0%	268.685,03	8,0%	21.494,80	247.190,23
2021	475.994	100,0%	475.994	70,0%	333.196	*1	5,0%	158.268,01	279.908,27	99,0%	277.109,19	10,0%	27.710,92	249.398,27
2022	486.063	100,0%	486.063	78,0%	379.129	*1	8,0%	156.512,29	276.803,16	100,0%	276.803,16	13,0%	35.984,41	240.818,75
2023	496.346	100,0%	496.346	86,0%	426.858	*1	10,0%	156.348,99	276.514,36	100,0%	276.514,36	15,0%	41.477,15	235.037,20
2024	506.846	100,0%	506.846	94,0%	476.435	*1	14,0%	152.560,65	269.814,40	100,0%	269.814,40	16,0%	43.170,30	226.644,10
2025	517.568	100,0%	517.568	100,0%	517.568	*1	17,0%	150.353,50	265.910,91	100,0%	265.910,91	17,0%	45.204,85	220.706,06
2026	528.517	100,0%	528.517	100,0%	528.517	*1	20,0%	147.984,76	261.721,62	100,0%	261.721,62	19,0%	49.727,11	211.994,51
2027	539.698	100,0%	539.698	100,0%	539.698	*1	23,0%	145.448,61	257.236,26	100,0%	257.236,26	20,0%	51.447,25	205.789,01
2028	551.115	100,0%	551.115	100,0%	551.115	*1	26,0%	142.738,79	252.443,74	100,0%	252.443,74	21,0%	53.013,18	199.430,55
2029	562.774	100,0%	562.774	100,0%	562.774	*1	29,0%	139.849,34	247.333,55	100,0%	247.333,55	21,0%	51.940,04	195.393,50
2030	574.679	100,0%	574.679	100,0%	574.679	*1	32,0%	136.773,60	241.893,88	100,0%	241.893,88	21,0%	50.797,72	191.096,17
2031	586.836	100,0%	586.836	100,0%	586.836	*1	35,0%	133.505,19	236.113,46	100,0%	236.113,46	23,0%	54.306,10	181.807,37
2032	599.251	100,0%	599.251	100,0%	599.251	*1	38,0%	130.037,47	229.980,55	100,0%	229.980,55	25,0%	57.495,14	172.485,41
2033	611.928	100,0%	611.928	100,0%	611.928	*1	41,0%	126.363,13	223.482,22	100,0%	223.482,22	25,0%	55.870,56	167.611,67
2034	624.873	100,0%	624.873	100,0%	624.873	*1	44,0%	122.475,11	216.605,98	100,0%	216.605,98	27,0%	58.483,61	158.122,36
2035	638.092	100,0%	638.092	100,0%	638.092	*1	47,0%	118.366,07	209.338,84	100,0%	209.338,84	29,0%	60.708,26	148.630,58
2036	651.591	100,0%	651.591	100,0%	651.591	*1	50,0%	114.028,43	201.667,41	100,0%	201.667,41	29,0%	58.483,55	143.183,86
2037	665.375	100,0%	665.375	100,0%	665.375	*1	50,0%	116.440,63	205.933,56	100,0%	205.933,56	30,0%	61.780,07	144.153,49

*1 Devido a falta de dados referentes aos índices de atendimento dos serviços de limpeza pública, a projeção deste serviço não pode ser calculada. Posteriormente, este índice deverá ser levantado pelo prestador de serviço e somente a partir deste poderão ser estipuladas suas metas de atendimento.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Legenda: ImediatoCurtoMédioLongo

4.3.3. Cenário 2 dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos

No Cenário 2 foram estabelecidas metas para um planejamento de execução a curto e médio prazo, tendo em vista maiores dificuldades que deverão ser enfrentadas pelo Município, como disponibilidade orçamentária e maior necessidade de tempo para planejamento e implantação das ações (Tabela 27).

Tabela 27– Principais características do Cenário 2

Variáveis	Hipótese
Índice de cobertura do serviço de coleta dos RSD	O índice de cobertura é caracterizado pela população efetivamente atendida com a coleta de resíduos e com regularidade adequada, ou seja, está associada à população efetivamente contemplada pela coleta do lixo. O índice de cobertura relatado pela Prefeitura Municipal de Betim atualmente foi de 99% do território municipal, sendo que neste cenário, pressupõe-se o alcance de 100% em curto prazo.
Índice de cobertura pelos serviços de coleta seletiva e Taxa de recuperação de recicláveis	No Município de Betim o serviço de coleta seletiva atende 56% da população do Município, atendendo apenas alguns bairros de 4 regionais administrativas: Alterosas, Centro, Imbiruçu e Norte. Desta forma, serão abordadas metodologias que visam a ampliação e melhorias contínuas de tais serviços em médio prazo.
Abrangência dos serviços de Limpeza Pública	Tem por objetivo a ampliação dos serviços limpeza pública já existente no Município como varrição, capina, poda e roçada. Tal cenário objetiva um maior atendimento em curto e médio prazo, uma vez que as maiores reclamações em todas as regionais administrativas estão relacionadas a ausência ou insuficiência de limpeza urbana.
Resíduos da Construção Civil	Caracteriza-se pela implantação e ampliação de ações para gerenciamento dos resíduos da construção civil em curto e médio prazo, através da implantação de novas URPVs e disponibilização de equipamentos para recolhimento destes resíduos.
Destinação Final Adequada dos Resíduos Sólidos Urbanos	Prevê medidas que visam a redução em curto e médio prazo dos resíduos destinados ao aterro sanitário utilizado pelo município.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

As metas estabelecidas para este cenário, que levam em consideração os diferentes horizontes de planejamento, são apresentadas a seguir.

✓ **Índice de cobertura do serviço de coleta dos RSD (%)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	99,5	100,0	100,0	100,0

Execução:



Realização:



✓ Índice de cobertura pelos serviços de coleta seletiva (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	58,0	62,0	90,0	100,0

✓ Taxa de recuperação de recicláveis (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	1,0	2,0	10,0	20,0

✓ Abrangência dos serviços de Limpeza Pública (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	*1	*1	*1	*1

*1 Devido a falta de dados referentes aos índices de atendimento dos serviços de limpeza pública, a projeção deste serviço não pode ser calculada. Posteriormente, este índice deverá ser levantado pelo prestador de serviço e somente a partir deste poderão ser estipuladas suas metas de atendimento.

✓ Eliminação de locais de disposição inadequada dos Resíduos da Construção Civil (RCC) e Resíduos Volumosos (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	3,0	6,0	30,0	90,0

✓ Metas para redução da geração de resíduos (%)

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	0,5	1,5	10,0	30,0

Na Tabela 28 é possível observar uma prospecção das variáveis mencionadas na para os 20 anos do horizonte de planejamento do PMSB. Nela também é apresentada a projeção referente à massa gerada de resíduos da construção civil, além da massa de resíduos gerada para disposição final, sendo que neste cenário, todas as metas apresentadas são cumpridas de forma escalonada do período imediato ao médio prazo.

Execução:



Realização:



Tabela 28 – Geração de resíduos e recuperação através da reciclagem, considerando as metas estabelecidas no Cenário 2

Ano	Pop. total (hab)	Índice de cobertura coleta convencional de RSD (%)	Pop. Atendida coleta convencional (%)	Índice de cobertura da coleta seletiva (%)	Pop. Atendida coleta seletiva	Índice de cobertura do serviço de Limpeza Pública (%)	Metas para redução da geração de resíduos (%)	Massa gerada de Resíduos da Construção Civil (t/ano)	Massa total de RSD gerado (kg/d)	Índice de massa de resíduos sólidos coletados (%)	Massa total de RSD coletado (kg/d)	Taxa de recuperação de recicláveis (%)	Massa de resíduos recicláveis recuperados (kg/d)	Massa de resíduos para disposição final (kg/d)
2018	447.020	99,0%	442.550	56,0%	250.331	*1	0,0%	156.457,00	276.705,38	90,0%	249.034,84	0,5%	1.245,17	247.789,67
2019	456.476	99,5%	454.194	58,0%	264.756	*1	0,5%	158.967,77	281.145,85	91,0%	255.842,72	1,0%	2.558,43	253.284,30
2020	466.133	100,0%	466.133	60,0%	279.680	*1	1,0%	161.515,08	285.650,96	91,5%	261.370,63	1,5%	3.920,56	257.450,07
2021	475.994	100,0%	475.994	62,0%	295.116	*1	1,5%	164.098,93	290.220,68	92,0%	267.003,03	2,0%	5.340,06	261.662,97
2022	486.063	100,0%	486.063	66,0%	320.802	*1	2,5%	165.869,00	293.351,17	93,0%	272.816,59	3,0%	8.184,50	264.632,09
2023	496.346	100,0%	496.346	70,0%	347.442	*1	3,5%	167.640,86	296.484,84	95,0%	281.660,60	4,0%	11.266,42	270.394,17
2024	506.846	100,0%	506.846	75,0%	380.135	*1	5,0%	168.526,30	298.050,79	97,0%	289.109,27	5,0%	14.455,46	274.653,80
2025	517.568	100,0%	517.568	80,0%	414.054	*1	6,5%	169.374,13	299.550,24	99,0%	296.554,74	6,5%	19.276,06	277.278,68
2026	528.517	100,0%	528.517	85,0%	449.239	*1	8,0%	170.182,47	300.979,86	100,0%	300.979,86	8,0%	24.078,39	276.901,47
2027	539.698	100,0%	539.698	90,0%	485.728	*1	10,0%	170.004,87	300.665,76	100,0%	300.665,76	10,0%	30.066,58	270.599,18
2028	551.115	100,0%	551.115	95,0%	523.559	*1	12,0%	169.743,42	300.203,36	100,0%	300.203,36	12,0%	36.024,40	264.178,96
2029	562.774	100,0%	562.774	100,0%	562.774	*1	14,0%	169.394,97	299.587,11	100,0%	299.587,11	13,5%	40.444,26	259.142,85
2030	574.679	100,0%	574.679	100,0%	574.679	*1	16,0%	168.955,63	298.810,09	100,0%	298.810,09	21,0%	62.750,12	236.059,97
2031	586.836	100,0%	586.836	100,0%	586.836	*1	18,0%	168.421,93	297.866,22	100,0%	297.866,22	23,0%	68.509,23	229.356,99
2032	599.251	100,0%	599.251	100,0%	599.251	*1	20,0%	167.790,28	296.749,10	100,0%	296.749,10	25,0%	74.187,27	222.561,82
2033	611.928	100,0%	611.928	100,0%	611.928	*1	22,0%	167.056,34	295.451,08	100,0%	295.451,08	16,0%	47.272,17	248.178,90
2034	624.873	100,0%	624.873	100,0%	624.873	*1	24,0%	166.216,22	293.965,25	100,0%	293.965,25	18,0%	52.913,75	241.051,51
2035	638.092	100,0%	638.092	100,0%	638.092	*1	26,0%	165.265,83	292.284,42	100,0%	292.284,42	20,0%	58.456,88	233.827,54
2036	651.591	100,0%	651.591	100,0%	651.591	*1	28,0%	164.200,93	290.401,08	100,0%	290.401,08	20,0%	58.080,22	232.320,86
2037	665.375	100,0%	665.375	100,0%	665.375	*1	30,0%	163.016,88	288.306,99	100,0%	288.306,99	20,0%	57.661,40	230.645,59

*1 Devido a falta de dados referentes aos índices de atendimento dos serviços de limpeza pública, a projeção deste serviço não pode ser calculada. Posteriormente, este índice deverá ser levantado pelo prestador de serviço e somente a partir deste poderão ser estipuladas suas metas de atendimento.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Legenda: ImediatoCurtoMédioLongo

Execução:



Realização:



4.3.4. Cenário 3 dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos

No Cenário 3 prevalece uma situação de morosidade das ações resultando em investimentos com maior intensidade em longo prazo. Nesse cenário também são consideradas as mesmas variáveis dos demais cenários, porém com atendimento dos serviços em menor abrangência e com índices não tão satisfatórios como idealizado nos demais cenários.

A Tabela 29 apresenta as principais características deste cenário.

Tabela 29 – Principais características do Cenário 3

Variáveis	Hipótese
Índice de cobertura do serviço de coleta dos RSD	O índice de cobertura é caracterizado pela população efetivamente atendida com a coleta de resíduos e com regularidade adequada, ou seja, está associada à população efetivamente contemplada pela coleta do lixo. O índice de cobertura relatado pela Prefeitura Municipal de Betim atualmente foi de 99% do território municipal, sendo que neste cenário, pressupõe-se o alcance de 100% em médio prazo.
Índice de cobertura pelos serviços de coleta seletiva e Taxa de recuperação de recicláveis	No Município de Betim o serviço de coleta seletiva atende 56% da população do Município, atendendo apenas alguns bairros de 4 regionais administrativas: Alterosas, Centro, Imbiruçu e Norte. Desta forma, serão abordadas metodologias que visam a ampliação e melhorias contínuas de tais serviços em longo prazo.
Abrangência dos serviços de Limpeza Pública	Tem por objetivo a ampliação dos serviços limpeza pública já existente no Município como varrição, capina, poda e roçada. Tal cenário objetiva um maior atendimento somente em longo prazo.
Resíduos da Construção Civil	Caracteriza-se pela implantação e ampliação de ações para gerenciamento dos resíduos da construção civil em médio e longo prazo, através da implantação de novas URPVs e disponibilização de equipamentos para recolhimento destes resíduos.
Destinação Final Adequada dos Resíduos Sólidos Urbanos	Prevê medidas que visam a redução longo prazo dos resíduos destinados ao aterro sanitário utilizado pelo município.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

As metas estabelecidas para este cenário, que levam em consideração os diferentes horizontes de planejamento, são apresentadas a seguir.

✓ **Índice de cobertura do serviço de coleta dos RSD (%)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	99,0	99,6	100,0	100,0

Execução:



Realização:



✓ **Índice de cobertura pelos serviços de coleta seletiva (%)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	56,0	57,0	60,0	70,0

✓ **Taxa de recuperação de recicláveis (%)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	0,5	1,1	3,5	13,5

✓ **Abrangência dos serviços de Limpeza Pública (%)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	*1	*1	*1	*1

*1 Devido a falta de dados referentes aos índices de atendimento dos serviços de limpeza pública, a projeção deste serviço não pode ser calculada. Posteriormente, este índice deverá ser levantado pelo prestador de serviço e somente a partir deste poderão ser estipuladas suas metas de atendimento.

✓ **Eliminação de locais de disposição inadequada dos Resíduos da Construção Civil (RCC) e Resíduos Volumosos (%)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	1,0	3,0	15,0	60,0

✓ **Metas para redução da geração de resíduos (%)**

Prazo	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Meta	0,0	0,1	2,0	12,0

Na Tabela 30 é possível observar uma prospecção das variáveis mencionadas na Tabela 29 para os 20 anos do horizonte de planejamento do PMSB. Nela também é apresentada a projeção referente à massa gerada de resíduos da construção civil, além da massa de resíduos gerada para disposição final, sendo que neste cenário, todas as metas apresentadas são cumpridas em longo prazo e não há universalização de alguns dos serviços essenciais, como limpeza pública.

Execução:



Realização:



Tabela 30 – Geração de resíduos e recuperação através da reciclagem, considerando as metas estabelecidas no Cenário 3

Ano	Pop. total (hab)	Índice de cobertura coleta convencional de RSD (%)	Pop. Atendida coleta convencional (%)	Índice de cobertura da coleta seletiva (%)	Pop. Atendida coleta seletiva	Índice de cobertura do serviço de Limpeza Pública (%)	Metas para redução da geração de resíduos (%)	Massa gerada de Resíduos da Construção Civil (t/ano)	Massa total de RSD gerado (kg/d)	Índice de massa de resíduos sólidos coletados (%)	Massa total de RSD coletado (kg/d)	Taxa de recuperação de recicláveis (%)	Massa de resíduos recicláveis recuperados (kg/d)	Massa de resíduos para disposição final (kg/d)
2018	447.020	99,0%	442.550	56,0%	250.331	*1	0,0%	156.457,00	276.705,38	90,0%	249.034,84	0,5%	1.245,17	247.789,67
2019	456.476	99,0%	451.911	56,0%	255.627	*1	0,0%	159.766,60	282.558,64	90,0%	254.302,78	0,5%	1.271,51	253.031,27
2020	466.133	99,3%	462.870	56,0%	261.034	*1	0,0%	163.146,55	288.536,33	91,0%	262.568,06	0,8%	2.100,54	260.467,51
2021	475.994	99,6%	474.090	57,0%	271.317	*1	0,1%	166.431,30	294.345,65	91,0%	267.854,54	1,1%	2.946,40	264.908,14
2022	486.063	100,0%	486.063	57,0%	277.056	*1	0,2%	169.781,81	300.271,25	91,5%	274.748,19	1,5%	4.121,22	270.626,97
2023	496.346	100,0%	496.346	58,0%	287.881	*1	0,3%	173.199,94	306.316,46	91,5%	280.279,56	1,9%	5.325,31	274.954,25
2024	506.846	100,0%	506.846	58,0%	293.971	*1	0,5%	176.509,12	312.168,99	92,5%	288.756,31	2,3%	6.641,40	282.114,92
2025	517.568	100,0%	517.568	59,0%	305.365	*1	1,0%	179.337,31	317.170,85	92,5%	293.383,03	2,7%	7.921,34	285.461,69
2026	528.517	100,0%	528.517	59,0%	311.825	*1	1,5%	182.206,24	322.244,74	93,5%	301.298,83	3,1%	9.340,26	291.958,57
2027	539.698	100,0%	539.698	60,0%	323.819	*1	2,0%	185.116,41	327.391,60	93,5%	306.111,15	3,5%	10.713,89	295.397,26
2028	551.115	100,0%	551.115	61,0%	336.180	*1	3,0%	187.103,54	330.905,98	94,5%	312.706,15	4,5%	14.071,78	298.634,37
2029	562.774	100,0%	562.774	62,0%	348.920	*1	4,0%	189.092,06	334.422,82	96,0%	321.045,91	5,5%	17.657,52	303.388,38
2030	574.679	100,0%	574.679	63,0%	362.048	*1	5,0%	191.080,77	337.939,99	97,5%	329.491,49	6,5%	21.416,95	308.074,54
2031	586.836	100,0%	586.836	64,0%	375.575	*1	6,0%	193.069,04	341.456,39	99,0%	338.041,83	7,5%	25.353,14	312.688,69
2032	599.251	100,0%	599.251	65,0%	389.513	*1	7,0%	195.056,20	344.970,82	100,0%	344.970,82	8,5%	29.322,52	315.648,30
2033	611.928	100,0%	611.928	66,0%	403.872	*1	8,0%	197.040,82	348.480,76	100,0%	348.480,76	9,5%	33.105,67	315.375,09
2034	624.873	100,0%	624.873	67,0%	418.665	*1	9,0%	199.022,05	351.984,71	100,0%	351.984,71	10,5%	36.958,39	315.026,32
2035	638.092	100,0%	638.092	68,0%	433.903	*1	10,0%	200.998,98	355.481,05	100,0%	355.481,05	11,5%	40.880,32	314.600,73
2036	651.591	100,0%	651.591	69,0%	449.598	*1	11,0%	202.970,60	358.968,00	100,0%	358.968,00	12,5%	44.871,00	314.097,00
2037	665.375	100,0%	665.375	70,0%	465.763	*1	12,0%	204.935,50	362.443,07	100,0%	362.443,07	13,5%	48.929,81	313.513,26

*1 Devido a falta de dados referentes aos índices de atendimento dos serviços de limpeza pública, a projeção deste serviço não pode ser calculada. Posteriormente, este índice deverá ser levantado pelo prestador de serviço e somente a partir deste poderão ser estipuladas suas metas de atendimento.

Fonte: Projeta Engenharia (2017)

Legenda: ImediatoCurtoMédioLongo

Execução:



Realização:



4.3.5. Avaliação conclusiva dos cenários para os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos

A partir dos diferentes cenários elaborados referentes a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, foi possível avaliar qual deles atende de melhor forma as necessidades do Município, considerando as potencialidades e carências identificadas relacionadas aos prazos para cumprimento de cada um, orçamentos disponíveis para cada serviço e demais peculiaridades.

Observando os objetivos e atendimento de serviços do Cenário 1, este seria a condição ideal para a prestação adequada dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos à população de Betim, entretanto, o intervalo de tempo para implementação das ações necessárias em curto prazo é pouco sustentável, tendo em vista que as etapas de estudos e planejamentos seriam atropeladas por um desejo maior de realizar as ações. Além disso, as metas em curto prazo estabelecidas no Cenário 1 esbarram nos aspectos financeiros, que vão além da vontade dos gestores e anseios da sociedade.

Por outro lado, o Cenário 3 seria aquele com menores investimentos a médio e longo prazo, postergando a melhoria do manejo de resíduos, indo, portanto, na contramão das políticas e legislação que regem os serviços de saneamento, a exemplo da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Para escolha de um cenário, é importante considerar a capacidade do órgão operador em cumprir as metas estabelecidas em nível técnico, operacional, financeiro e administrativo, e ainda, em uma unidade territorial condizente com a realidade local. De posse do exposto, o Cenário 2 passa a ser o mais plausível de se alcançar, tendo em vista a sustentabilidade do sistema.

Execução:



Realização:



4.4. CENÁRIOS PARA OS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

No Diagnóstico Técnico Participativo do eixo de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais foram apresentadas as condições atuais do sistema de drenagem do Município de Betim, levando em consideração suas particularidades e capacidades estruturais. Betim não existe um cadastro técnico da rede de drenagem pluvial urbana. Durante as visitas técnicas foi possível identificar que apesar do amplo sistema de drenagem disponível no município, existem pontos subdimensionados dos elementos de macrodrenagem e microdrenagem.

O município possui um cronograma de manutenção preventiva para limpeza e conservação das estruturas de macrodrenagem. Contudo, no que se refere ao sistema de microdrenagem são executadas apenas manutenção corretiva. Durante as visitas técnicas foi constatado que alguns dos elementos do sistema de drenagem encontravam-se com suas estruturas deterioradas, algumas apresentando sinais de entupimento, devido à obstrução da rede em decorrência do acúmulo de sedimentos e/ou resíduos sólidos.

Dentre os principais problemas relacionados à drenagem pluvial urbana do município, estão os extravasamentos das calhas dos córregos, ocupação de várzeas, transbordo de bacias de retenção, inundações nas proximidades das confluências dos cursos d'água e os alagamentos, principalmente em áreas mais adensadas. Outro ponto que deve ser observado é a ocupação de áreas sujeitas a processos erosivos e movimentação de massa, tais locais devem ser estudados, com o intuito de minimizar os potenciais riscos à integridade física, danos materiais e patrimoniais nos domicílios.

Devido à falta de dados disponíveis, será utilizado um desenvolvimento teórico como metodologia para a construção dos cenários do serviço de drenagem urbana no Município. De modo a avaliar o desempenho de políticas específicas e das ações públicas a serem implementadas, optou-se pela adoção de cinco indicadores que permitirão o monitoramento das ações ao longo do tempo para o serviço de drenagem urbana e manejo de águas pluviais no Município de Betim.

✓ Unidade de planejamento e gestão

O gerenciamento de bacias urbanas esbarra na interação de uma ou mais bacias hidrográficas comum a mais de um município, no caso de Betim, as bacias do Leito do

Execução:



Realização:



Rio Paraopeba, e sub-bacias do Rio Betim, Córrego Vianópolis, do Ribeirão Sarzedo e Córrego Goiabinha, que percorrem mais de um município. Na maioria dos municípios os serviços de drenagem urbana ainda são executados de forma desintegrada, não considerando as contribuições à jusante e à montante do mesmo. Considerando essas contribuições, é impraticável a delimitação do espaço territorial do município de Betim como unidade de planejamento do manejo de águas pluviais, visto que suas bacias hidrográficas interagem com os municípios vizinhos. Assim, faz-se necessário o estabelecimento de normas de comum acordo quanto à gestão das águas urbanas entre os municípios, considerando uma visão integrada das sub-bacias das quais estes fazem parte.

✓ **Cobertura domiciliar de sistemas de drenagem**

Trata-se do percentual de domicílios situados em vias com sistema de drenagem implantado (sarjetas, bocas coletoras/grelhas, poços de visita, galerias de pequeno, médio e grande porte, bueiros, pontes, entre outros) em relação ao número total de domicílios, conforme equação apresentada a seguir.

Cobertura domiciliar =

$$\frac{N^{\circ} \text{ de domicílios localizados em ruas com sistema de drenagem} \times 100}{N^{\circ} \text{ total de domicílios na área urbana}}$$

Este indicador permitirá avaliar a proporção de domicílios na área urbana servidos por sistema de drenagem pluvial e avaliar o desenvolvimento da rede de drenagem ao longo do tempo, além de estimar a população das áreas que não possuem cobertura por esse tipo de serviço.

Conforme dito anteriormente, um dos fatores que limitam o desenvolvimento e cálculo deste indicador é a limitação da base de dados existentes no município, sendo que para sua utilização é imprescindível uma atualização do cadastro do sistema de drenagem.

Trata-se do percentual de domicílios situados em vias com sistema de drenagem implantado (sarjetas, bocas coletoras/grelhas, poços de visita, galerias de pequeno, médio e grande porte, bueiros, pontes, entre outros) em relação ao número total de domicílios.

✓ **Limpeza e manutenção preventiva dos sistemas de drenagem**

Execução:



Realização:



A quantidade de resíduos sólidos que chega à drenagem depende da eficiência dos serviços urbanos e de fatores diversos, como: frequência e cobertura da coleta de lixo, frequência da limpeza de ruas, ligações de esgoto sanitário na estrutura de drenagem, dentre outros. O planejamento integrado das ações é essencial para a minimização das inundações, melhoria da qualidade das águas e consequentemente melhoria da saúde pública. Além de um planejamento integrado com os setores responsáveis pela limpeza urbana e esgotamento sanitário, é necessária a inspeção e limpeza das estruturas de drenagem.

Esta variável trata do volume de resíduos sólidos retirados dos elementos de drenagem pluvial, ou seja, limpeza das estruturas de macrodrenagem e microdrenagem no período considerado, preferencialmente, anual, de acordo a equação apresentada a seguir.

Limpeza de sistemas de drenagem pluvial =

$$\frac{\text{Volume de sedimento/resíduos retirados (m}^3\text{)}}{\text{Período de referência (número de meses ou ano)}}$$

Além dos resíduos sólidos identificados nas estruturas de drenagem, devemos levar em consideração o estado de conservação da estrutura física do sistema e se há degradação e deterioração.

Este indicador proporcionará uma avaliação da quantidade de material transportado pela microdrenagem e macrodrenagem, e o reflexo na redução de sua capacidade de escoamento. Deverá ser planejado, uma gestão e avaliação de políticas públicas, para adequação e funcionamento dos serviços de manutenção do sistema de drenagem urbana e de outros serviços inerentes ao saneamento, que interferem no funcionamento do mesmo.

✓ **Incidência de domicílios acometidos por inundações e alagamentos**

Este indicador busca avaliar a quantidade de extravasamento das águas pluviais nos canais de drenagem para as áreas marginais acarretando em potencial risco a integridade física, danos materiais e patrimoniais nos domicílios, ao longo do tempo. Pode ser calculado conforme demonstrado a seguir:

Alagamentos no município=

$$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ de domicílios acometidos por inundações e alagamentos}}{\text{Período considerado (ano)}}$$

Execução:



Realização:



Este indicador fará acompanhamento de controle do volume das cheias nos corpos hídricos, ao longo do tempo. Apresentará auxílios para o planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas e ainda da Defesa Civil. A sua implementação esbarra na inexistência de áreas de inundações que permita sua adoção imediata, devido à expansão territorial futura, esse indicador estará relacionado a implementação de sistemas de drenagem de acordo com o surgimento de novas áreas impermeabilizadas.

✓ **Áreas acometidas por processos erosivos**

Este indicador busca avaliar a quantidade de áreas susceptíveis a erosão do município, devido ao uso e ocupação dos solos, que contribui para o aparecimento de feições erosivas de diferentes formas, tamanhos e processos, acarretando em potencial risco a integridade física, danos materiais e patrimoniais nos domicílios, ao longo do tempo.

Este indicador propiciará um acompanhamento da capacidade efetiva das medidas de controle em retardar os picos de erosão ao longo do tempo. Desta forma irá apresentar subsídios para o planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas e ainda da Defesa Civil, no que concerne a problemas decorrentes dos processos erosivos.

A implementação deste indicador também esbarra na inexistência de dados confiáveis que permita sua adoção imediata. O cálculo deve ser realizado basicamente pela relação da área total dos processos erosivos e da área total do município, conforme equação apresentada a seguir.

Índice de áreas acometidas por processos erosivos =

$$\frac{\text{Área total acometida por processos erosivos (Km}^2\text{)}}{\text{Área total do município (Km}^2\text{)}}$$

4.4.1. Cenários para a Drenagem Urbana e o Manejo de Águas Pluviais

Conforme mencionado anteriormente, devido à escassez de dados ligados à drenagem urbana de Betim, utilizar cálculos matemáticos, projetando os horizontes de planejamento, não apresentaria embasamento suficiente que possibilitasse projetar cenários realísticos, visto que não se tem um dimensionamento das condições atuais.

Execução:



Realização:



Como os dados levantados são insuficientes para a medição dos indicadores da situação atual, serão estabelecidas metas percentuais, que visam a melhoria em relação à condição atual, que porventura deverá ser mensurada em estudo específico, a ser desenvolvido futuramente. Neste Prognóstico optou-se pela apresentação de três cenários, conforme descrito a seguir.

4.4.2. Cenário 1 dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

Para a construção do Cenário 1, considerou-se como a situação idealizada um cenário no qual a economia brasileira apresentasse um desenvolvimento razoável a curto prazo, durante o qual seriam feitas as reformas estruturais necessárias, principalmente na área de infraestrutura econômica, o que permitiria o desenvolvimentos de tecnologias apropriadas e ambientalmente sustentáveis, capazes de contribuir com a ascensão de investimentos públicos em saneamento básico no País, dando condição para adequação e ampliação dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município de Betim, considerando um curto prazo para execução das ações. Entretanto, este cenário exigiria um esforço elevado para atendimento dos objetivos e metas estabelecidas neste contexto.

Variáveis	Hipótese
Unidade de planejamento e gestão	Trata-se da unidade a ser utilizada para planejamento e gestão das ações referente à drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Neste cenário, considera-se que as ações serão planejadas e executadas considerando uma visão integrada da bacia hidrográfica, tendo essa unidade como planejamento e gestão.
Cobertura domiciliar de sistemas de drenagem	Trata-se do percentual de domicílios situados em ruas com sistemas de drenagem urbana (Sarjetas, bocas coletoras/grelhas, poços de visita, galerias de pequeno, médio e grande porte, pontes). Neste cenário, pressupõe-se uma intensificação dos investimentos nos prazos imediato e curto, a fim de universalizar o atendimento pelo sistema público de drenagem urbana o mais breve possível. No Cenário 1, serão consideradas metas para aumentar o índice de moradias atendidas pelo sistema de drenagem urbana, onde as ações terão prazos escalonados dentro do horizonte de planejamento do PMSB, e a cobertura se dará 100% a médio prazo, no entanto, as ações serão iniciadas e intensificadas no prazo imediato e curto.
Limpeza e manutenção preventiva dos sistemas de drenagem	Trata-se de um planejamento, para adequação e funcionamento dos serviços de limpeza e manutenção das estruturas de drenagem, com objetivo de evitar futuros problemas relacionados a seu estado de conservação. No Cenário 1, serão consideradas como meta, um plano de limpeza e manutenção de maneira preventiva onde as ações terão prazos contínuos e permanentes, a partir do prazo imediato, pelo fato dos serviços de manutenção e limpeza manter interface direta com outros serviços inerentes ao saneamento.

Execução:



Realização:



Incidência de domicílios acometidos por inundações e alagamentos no Município	Trata-se de um planejamento de ações de monitoramento e controle do volume das cheias nos corpos hídricos, ao longo do tempo. Levando em consideração outras medidas que interferem nas causas das inundações e enchentes, como a falta de cobertura dos sistemas de drenagem, limpeza e manutenção dessas estruturas. No Cenário 1, será considerada como ações imediata o mapeamento de áreas susceptíveis a eventos de inundações e alagamentos, bem como metas para controle do extravasamento das águas pluviais nas áreas marginais dos cursos d'água, medidas de monitoramento e alerta para evitar danos materiais, patrimoniais e integridade física nas áreas sujeitas ao potencial risco, onde as ações terão prazos escalonados dentro do horizonte de planejamento do Plano, atentando no final do cenário de planejamento 100% da população municipal.
Incidência de domicílios acometidos por processos erosivos no Município	Trata-se de um planejamento que busca avaliar a quantidade de áreas susceptíveis a erosão do município, devido ao uso e ocupação do solo, e retirada da cobertura vegetal do mesmo, o que contribui para o aparecimento de feições erosivas de diferentes formas, tamanhos e processos. No Cenário 1 serão consideradas como metas, o mapeamento dessas áreas susceptíveis aos processos erosivos, medidas de controle, preservação e recuperação das áreas, afim de evitar processos erosivos, sendo as ações realizadas e potencializadas até o médio prazo, porém dando continuidade de forma permanente as ações e metas previstas dentro do horizonte de planejamento do PMSB (do imediato ao longo prazo).

✓ Cobertura domiciliar de Sistemas de drenagem (%)

Como citado anteriormente, no município de Betim não existe o cadastro da rede de drenagem, impossibilitando a identificação da quantidade de domicílios atendidos pelo sistema. Diante dessa fragilidade de dados, será proposto para o município como primeira ação o cadastro de rede de drenagem para possíveis levantamentos e projeções desta variável. A nível de entendimento, colocaremos no Cenário 1, meta a médio prazo para universalização da cobertura domiciliar dos sistemas de drenagem.

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	*	*	100	100

*Valor desconhecido a ser levantado futuramente

✓ Incremento da limpeza e manutenção preventiva dos sistemas de drenagem (%)

No município de Betim o índice de manutenção preventiva é considerado baixo, realizado de forma insuficiente. No município não há um plano de manutenção preventiva para os sistemas de drenagem urbana. No Cenário 1 será considerada como meta, em prazo Imediato, um planejamento do qual preverá ações constantes, e a curto, médio e longo prazo de limpeza e manutenção preventiva, contemplando as áreas cobertas por sistemas de drenagem, e ocorrendo a universalização do serviço a longo prazo.

Execução:



Realização:



Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	65	75	95	100

✓ **Áreas e domicílios acometidos por inundações e alagamentos (%)**

Conforme especificado no diagnóstico do PMSB de Betim, em decorrência do crescimento urbano do município, com o surgimento de mais áreas impermeabilizadas, contribuiu diretamente para o colapso do sistema e a recorrência de problemas relacionados ao extravasamento da calha dos córregos, transbordo de bacias de retenção, inundações nas proximidades das confluências dos cursos de água, ocasionando inundações e alagamentos em vários pontos do município, atingindo diversas casas e comércios, ocasionando assim diversos prejuízos humanos e materiais. Contudo, propõe-se que em prazos imediato e curto, deverá ser feito um plano de controle de cheias e mapeamento das áreas sujeitas a inundações no município, a médio prazo, deverão ser realizadas a ampliação do número de áreas temporárias para o retardo da vazão hídrica e fiscalização da lei de uso e ocupação de solo, em áreas próximas ao leito dos rios, a longo prazo o percentual de redução das áreas e domicílios acometidos por inundações e alagamentos será de 100%.

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	*	75	95	100

*Valor desconhecido a ser levantado futuramente

✓ **Áreas acometidas por processos erosivos**

Em linhas gerais, os principais tipos de riscos constatados são os de movimentação de massa, como erosão e escorregamento de talude. Portanto, no Cenário 1 serão consideradas como meta, em prazo imediato, a elaboração de estudo com o levantamento de áreas susceptíveis a esses processos, a realização de um planejamento de medidas de controle, preservação e recuperação da cobertura do solo em áreas onde existem incidências de voçorocas e processos erosivos. As ações deverão ser executadas a curto e médio prazo e deverão ser continuas, sendo que a longo prazo as medidas de controle já estarão presentes em 100% da malha urbana do município.

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	45	55	70	100

Execução:



Realização:



4.4.3. Cenário 2 dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

O cenário 2 do serviço de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, corresponde a uma situação mais realista, apresentando um conjunto menos ambicioso de metas de curto, médio e longo prazo. Considera-se que a economia crescerá a taxas mais baixas que o cenário 1. No que diz respeito a economia brasileira, considera-se que haverá flutuações cambiais e aperto monetário para o controle da inflação, a após esse momento apresentará uma tendência crescente de investimentos, ainda que menor considerando as expectativas do cenário 1. Neste cenário considera que haverá maior dificuldade de destinação dos recursos federais para o saneamento básico. Espera-se que haverá uma redução no papel do Estado com participação do setor privado em funções públicas essenciais, e fraca cooperação entre os entes federados. Esse cenário aponta para dificuldades na implementação de políticas e na realização das reformas estruturais moderadas. Entretanto, espera-se que o Estado consolidará com avanços na capacidade de gestão de suas políticas com aspectos compensatórios ou reativos na área social, ambiental e regional, aplicando tecnologias sustentáveis de forma dispersa. E no que diz respeito aos recursos hídricos, será intensificada a adoção de estratégias de conservação de mananciais de mecanismo de desenvolvimento limpo, com aplicação das condições de acesso a esses recursos. Assim as metas e ações serão atendidas nos períodos escalonados, porém não considerando a universalização devido as dificuldades apresentadas para planejamento e execuções das ações deste cenário, entretanto, apresentaria um índice satisfatório de atendimento dos serviços de drenagem. As principais características deste cenário são representadas na tabela abaixo.

Tabela 31: Principais características do Cenário 2

Variáveis	Hipótese
Unidade de planejamento e gestão	Trata-se da unidade a ser utilizada para planejamento e gestão das ações referente à drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Neste cenário, considera-se que as ações serão planejadas e executadas considerando uma visão integrada, considerando como unidade de planejamento e gestão as sub-bacias hidrográficas e sua integração com os municípios à montante e a Jusante de Betim.
Cobertura domiciliar de sistemas de drenagem	Trata-se do percentual de domicílios situados em ruas com sistemas de drenagem urbana (Sarjetas, bocas coletoras/grelhas, poços de visita, galerias de pequeno, médio e grande porte, pontes). No Cenário 2, serão consideradas metas para aumentar o índice de moradias atendidas pelo sistema de drenagem urbana, onde as ações terão prazos maiores dentro do horizonte de planejamento do PMSB, em função da falta de recursos humanos e financeiros para execução das obras, nesse cenário a cobertura dos serviços atingirá 87% a longo prazo, no entanto, as ações serão iniciadas no prazo imediato.

Execução:



Realização:



Limpeza e manutenção preventiva dos sistemas de drenagem	Trata-se de um planejamento, para adequação e funcionamento dos serviços de limpeza e manutenção das estruturas de drenagem, com objetivo de evitar futuros problemas relacionados a seu estado de conservação. No Cenário 2, serão consideradas como meta, um plano de limpeza e manutenção de maneira preventiva, onde o planejamento ocorrerá em prazo imediato e curto. Devido a carência de corpo técnico e recurso financeiro, as ações serão desenvolvidas a médio e longo prazo, atingindo 90% dos sistemas de drenagem no final do horizonte de planejamento do PMSB.
Incidência de domicílios acometidos por inundações e alagamentos no Município	Trata-se de um planejamento de ações de monitoramento e controle do volume das cheias nos corpos hídricos, ao longo do tempo. Levando em consideração outras medidas que interferem nas causas das inundações e enchentes, como a falta de cobertura dos sistemas de drenagem, limpeza e manutenção dessas estruturas. No Cenário 2, serão consideradas como metas, o mapeamento das áreas sujeitas a inundações e alagamentos, que será executado em prazo imediato e curto, devido à falta de mão de obra técnica, as obras de controle do extravasamento das águas pluviais nas áreas marginais dos cursos d'água, medidas de monitoramento e alerta serão executadas a curto e longo prazo, em função da falta de recursos humanos e financeiro.
Incidência de domicílios acometidos por processos erosivos no Município	Trata-se de um planejamento que busca avaliar a quantidade de áreas susceptíveis a erosão do município, devido ao uso e ocupação do solo, e retirada da cobertura vegetal do solo, que contribui para o aparecimento de feições erosivas de diferentes formas, tamanhos e processos. No Cenário 2 serão consideradas como metas de curto prazo, o levantamento das áreas sustentáveis a processos erosivos no município, as medidas de preservação e revegetação na cobertura do solo, afim de evitar processos erosivos, ocorrerão a curto, médio e longo prazo, escalonados durante o período de planejamento do PMSB.

✓ Cobertura domiciliar de sistemas de microdrenagem (%)

Assim como no Cenário 1, diante da fragilidade de dados, será proposto para o município como primeira ação o cadastro de rede de drenagem para possíveis levantamentos e projeções desta variável. A nível de entendimento, será considerado no Cenário 2 o índice de atendimento de 87% como meta a longo prazo para cobertura domiciliar dos sistemas de drenagem, não considerando assim a universalização devido as dificuldades apresentadas para planejamento e execuções das ações deste cenário.

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	*	*	*	87

*Valor desconhecido a ser levantado futuramente

✓ Incremento na limpeza e manutenção preventiva dos sistemas de drenagem (%)

No Cenário 2 serão consideradas em prazo imediato e curto o planejamento da execução das ações e a médio e longo prazo a execução das mesmas, considerando

Execução:



Realização:



que nesse cenário haverá falta de mão de obra e equipamentos próprios para limpeza e manutenção.

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	15	30	75	90

✓ **Áreas e domicílios acometidos por inundações e alagamentos (%)**

Para esta variável, em prazos imediato e curto, deverá ser feito um plano de controle de cheias e mapeamento das áreas sujeitas a inundações no município, a médio e longo prazo devido à dificuldade de contratação de mão de obra e falta de recursos financeiros serão feitas obras de bacias de detenções para o retardo da vazão hídrica, e fiscalização da lei de uso e ocupação de solo. Portanto o município terá como meta redução em 78% das áreas acometidas por alagamentos.

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	*	45	60	78

*Valor desconhecido a ser levantado futuramente

✓ **Áreas acometidas por processos erosivos**

Para esta variável no Cenário 2, serão consideradas como meta, em prazo imediato e curto a realização de um mapeamento das áreas sujeitas a processos erosivos e planejamento de medidas de controle. Já a execução das ações de preservação e recuperação da cobertura do solo em áreas onde existem incidências de processos erosivos, devido à falta de corpo técnico haverá um atraso para o início dessas ações, que serão executadas a médio e longo prazo, porém no final do horizonte de planejamento ainda haverá áreas sujeitas a processos erosivos.

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	*	25	45	70

4.4.4. Cenário 3 dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

O Cenário 3 considera uma situação menos favorável para o município, onde a maior parte dos investimentos se dá em longo prazo, sendo assim, há uma morosidade para a implantação de ações que visem a universalização dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais no território municipal.

Execução:



Realização:



No cenário 3 a economia mundial e o desempenho da economia brasileira são semelhantes ao cenário 2. A economia continua apresentando algumas imprecisões e inconsistências que não estimulam os investimentos privados. No cenário 3 se prevê a redução do papel do Estado, com ampliação da participação do setor privado na prestação de serviços de funções essenciais e a pouca aplicação de marcos regulatórios. A resistência e as dificuldades políticas para realização de reformas estruturais manifestam-se também na administração pública, sem avanços na capacidade de gestão das políticas governamentais, em decorrência da ineficiência e das distorções da máquina governamental. Embora neste cenário as políticas governamentais permaneçam contínuas e estáveis e o Estado mantenha capacidade de gestão das políticas públicas, o resultado é o desperdício dos recursos públicos e a limitada eficácia das políticas e dos projetos governamentais. A inovação tecnológica também terá poucos investimentos, não sendo capaz de impulsionar a renovação dos processos produtivos. A política ambiental será implementada de forma desorganizada e dispersa, com alguns resultados pontuais. As ações governamentais no setor de aplicações de tecnologias sustentáveis tornam-se ineficaz, à medida que as instituições de gestão ambiental permanecem frágeis e sem capacidade técnica e gerencial. No que diz respeito aos recursos hídricos, há adoção parcial de estratégias de conservação de mananciais e de mecanismos de desenvolvimento limpo, resultando em desigualdade no acesso a esses recursos. Contudo, o cenário 3 não apresenta níveis satisfatórios dos serviços de saneamento básico e não atinge a universalização dos serviços para os munícipes. Na tabela a seguir são apresentadas as principais características deste cenário.

Tabela 32 – Principais características do Cenário 3

Variáveis	Hipótese
Unidade de planejamento e gestão	Trata-se da unidade a ser utilizada para planejamento e gestão das ações referente à drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Neste cenário, considera-se que as ações serão planejadas e executadas considerando uma visão apenas em escala municipal, tendo essa unidade como planejamento e gestão.
Cobertura domiciliar de sistemas de drenagem	Trata-se do percentual de domicílios situados em ruas com sistemas de drenagem urbana (Sarjetas, bocas coletoras/grelhas, poços de visita, galerias de pequeno, médio e grande porte, pontes). No Cenário 3, serão consideradas metas para aumentar o índice de moradias atendidas pelo sistema de drenagem urbana, onde as ações serão realizadas a médio e longo prazos dentro do horizonte de planejamento do PMSB, em função da falta de recursos humanos e financeiros para execução das obras. Esse cenário não atingirá a universalização.

Execução:



Realização:



Limpeza e manutenção preventiva dos sistemas de drenagem	Trata-se de um planejamento, para adequação e funcionamento dos serviços de limpeza e manutenção das estruturas de drenagem, com objetivo de evitar futuros problemas relacionados a seu estado de conservação. No Cenário 3, serão consideradas como meta, um plano de limpeza e manutenção de maneira preventiva, onde o planejamento ocorrerá em curto e médio prazo, devido a carência de corpo técnico, e as ações serão desenvolvidas a longo prazo, atingindo 65% dos sistemas de drenagem .
Incidência de domicílios acometidos por inundações e alagamentos no Município	Trata-se de um planejamento de ações de monitoramento e controle do volume das cheias nos corpos hídricos, ao longo do tempo. Levando em consideração outras medidas que interferem nas causas das inundações e enchentes, como a falta de cobertura dos sistemas de drenagem, limpeza e manutenção dessas estruturas. No Cenário 3, serão consideradas como metas, o mapeamento das áreas sujeitas a inundações e alagamentos, que será executado em curto e médio prazo, devido à falta de mão de obra técnica, as obras de controle do extravasamento das águas pluviais nas áreas marginais dos cursos d'água, medidas de monitoramento e alerta serão executadas a longo prazo, em função da falta de recursos humanos e financeiro.
Incidência de domicílios acometidos por processos erosivos no Município	Trata-se de um planejamento que busca avaliar a quantidade de áreas susceptíveis a erosão do município, devido ao uso e ocupação do solo, e retirada da cobertura vegetal do solo, que contribui para o aparecimento de feições erosivas de diferentes formas, tamanhos e processos. No Cenário 3 serão consideradas como metas de curto e médio prazo, o levantamento das áreas suscetíveis a processos erosivos no município, as medidas de preservação e revegetação na cobertura do solo, afim de evitar processos erosivos, ocorrerão a médio e longo prazo, considerando o período de planejamento do PMSB.

✓ Cobertura domiciliar de sistemas de microdrenagem (%)

Assim como nos demais Cenário, diante da fragilidade de dados, será proposto para o município como primeira ação o cadastro de rede de drenagem para possíveis levantamentos e projeções desta variável. Será considerado no Cenário 3 o índice de atendimento de 70% como meta a longo prazo para cobertura domiciliar dos sistemas de drenagem, não considerando assim a universalização devido as dificuldades apresentadas para planejamento e execuções das ações deste cenário.

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	*	*	*	70

*Valor desconhecido a ser levantado futuramente

✓ Incremento na limpeza e manutenção preventiva dos sistemas de drenagem (%)

No Cenário 3 serão consideradas em prazo curto e médio o planejamento da execução das ações e longo prazo a execução das mesmas, considerando que nesse cenário haverá falta de mão de obra e equipamentos próprios para limpeza e manutenção.

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
-------	----------	-------	-------	-------

Execução:



Realização:



Meta	0	25	40	65
------	---	----	----	----

✓ **Áreas e domicílios acometidos por inundações e alagamentos (%)**

Para esta variável, em prazos curto e médio, deverá ser feito um plano de controle de cheias e mapeamento das áreas sujeitas a inundações no município, a longo prazo devido à dificuldade de contratação de mão de obra e falta de recursos financeiros serão feitas obras de áreas temporárias para o retardo da vazão hídrica, e fiscalização da lei de uso e ocupação de solo, portanto o município terá como meta de redução em 65% das áreas acometidas por alagamentos.

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	*	20	45	65

*Valor desconhecido a ser levantado futuramente

✓ **Áreas acometidas por processos erosivos (%)**

Para esta variável no Cenário 3, serão consideradas como metas, em prazo curto e médio um planejamento de medidas de controle. Considerando à falta de corpo técnico e de recursos financeiros, as ações de preservação e recuperação da cobertura do solo serão executadas a longo prazo, e no final do horizonte de planejamento ainda haverá áreas sujeitas a processos erosivos.

Prazo	Imediato	Curto	Médio	Longo
Meta	*	30	50	70

4.4.5. Avaliação conclusiva dos cenários para os serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

Foram apresentados três cenários que visam melhorias em relação à condição atual dos Sistemas de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais do Município de Betim.

No Cenário 1 serão implementadas ações que proporcionarão uma melhoria contínua dos serviços em prazos escalonados dentro do horizonte de planejamento do PMSB (imediato ao longo prazo), considerando como unidade de planejamento a bacia hidrográfica do Rio Paraobepa e sua integração com os municípios à montante e a Jusante de Betim. No período inicial serão priorizadas ações de planejamento e estruturação dos serviços e no período de curto, médio e longo prazo ocorrerão maiores investimentos para execução das ações planejadas, atingindo-se assim a universalização do serviço de drenagem a longo prazo.

Execução:



Realização:



Já no Cenário 2, o planejamento e a estruturação das ações se darão de forma mais efetiva a partir do curto e médio prazo, devido a carência de corpo técnico a execução das ações se dará a médio e longo prazo, devido às dificuldades que o município enfrentará com a falta de recursos (materiais, humanos e orçamentários). Além disso, a unidade de planejamento a ser considerada serão as sub-bacias, levando em consideração a interação com os municípios à montante e a Jusante de Betim. Neste cenário os serviços de drenagem não serão universalizados. Porém, alcançariam os índices satisfatórios de atendimento.

Já no cenário 3, ilustra uma realidade mais pessimista no que diz respeito aos investimentos previstos para o horizonte de planejamento do PMSB, as ações serão realizadas de forma morosa, a longo prazo e com pouco recurso financeiro e falta de mão de obra, não havendo a universalização dos serviços. Nesse cenário a unidade de planejamento a ser considerada é apenas o território municipal, não havendo uma visão integrada no contexto de bacia hidrográfica.

Na adoção de um cenário é importante considerar a capacidade do órgão operador em cumprir as metas estabelecidas, em nível técnico, operacional, financeiro e administrativo, e ainda, a unidade de planejamento a ser considerada, deve ser condizente com a realidade municipal. Portanto, diante dos três cenários apresentados, neste PMSB considera-se como adequado a adoção do Cenário 2, tendo em vista que este cenário prevê melhorias significativas para os serviços prestados referente a drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município de Betim, levando em consideração as limitações técnicas, operacionais e financeiras do município, chegando próximo a universalização dos serviços (objetivo da Política Nacional de Saneamento). Outro ponto relevante é a definição das sub-bacias como unidade de planejamento das ações, isso contribui para que estas se deem de maneira integrada, e o planejamento e execução das ações sejam distribuídos em prazos escalonados (imediato ao longo), não postergando as ações para prazos distantes ou acumulando-as no período inicial.

Execução:



Realização:



5. IDENTIFICAÇÃO DAS CARÊNCIAS NOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO

Neste item são lembradas as carências dos sistemas de abastecimento de água do Município de Betim, identificadas no Produto C - Diagnóstico técnico participativo da situação do saneamento básico. Essas informações foram complementadas com as novas deficiências previstas após considerar o crescimento populacional e a distribuição espacial desse crescimento até o ano de 2037, que representa o último do ano do horizonte para o qual este PMSB está sendo elaborado.

5.1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Diante das informações levantadas foram identificadas as principais carências dos serviços prestados pela COPASA no município de Betim, em relação à prestação dos serviços de Esgotamento Sanitário no município:

- ✓ Ausência de atendimento em áreas não regularizadas pela Prefeitura de Betim, as quais possui grande número de moradores, áreas em que a concessionária local justifica não poder fornecer o serviço antes da regularização das mesmas;
- ✓ Necessidade de ampliação da rede de abastecimento (Arquipélago Verde, Decamão, Bandeirinhas, Gorduras, Granjas São João, Pedreira e Pingo D'água/Centro; Cruzeiro, Fernão Dias e Parque Ipiranga/Citrolândia; Icaivera; Duque de Caxias/Alterosa; Guanabara/PTB);
- ✓ Grande número de ligações clandestinas em área não regularizadas, principalmente nas áreas não regularizadas;
- ✓ Áreas atendidas por caminhões pipas, nas quais há algumas reclamações sobre a qualidade da água;
- ✓ Interrupções frequentes no abastecimento (Vila Nova e Vila Rica/Citrolândia, Icaivera e Petrovale);
- ✓ Vazamentos constantes na rede;
- ✓ Grande expansão urbana em condomínios verticais, o que pode impactar na reservação projetada;

Execução:



Realização:



- ✓ Necessidade de ampliação da reservação nos últimos anos do horizonte de planejamento.

5.2. ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Diante das informações levantadas foram identificadas as carências dos serviços prestados pela COPASA no município de Betim, em relação a prestação dos serviços de Esgotamento Sanitário no município. As carências citadas no Produto C referente ao eixo de esgotamento sanitário refletem na melhoria da qualidade de vida da população e prestação dos SES, portanto suprir estas carências no período de execução do PMSB corresponde à promoção do desenvolvimento sustentável municipal. Algumas das situações mais críticas identificadas foram:

- ✓ Diversos bairros utilizando fossas rudimentares em todas as regionais;
- ✓ Lançamento de efluente na rede pluvial em todas as regionais;
- ✓ Lançamento de efluente em cursos d'águas em todas as regionais;
- ✓ Áreas irregulares e loteamentos clandestinos, os quais não possuem rede esgotamento sanitário;
- ✓ Áreas que possuem a rede coletora e a população não realiza a ligação na rede lançando seus efluentes na rede de água pluvial ou em rios e córregos sem o devido tratamento;
- ✓ Áreas de expansão urbana com características rurais o qual é inviável a instalação de rede de esgotamento sanitário, sendo necessário alternativas como sistema de tratamento por fossas sépticas individuais ou compartilhadas;
- ✓ Déficit na extensão de rede desde o início do horizonte de planejamento;
- ✓ Necessidade de ampliação da capacidade instalada de tratamento nos últimos anos do horizonte de planejamento.

Execução:



Realização:



5.3. LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Durante a elaboração do Diagnóstico técnico participativo deste PMSB, foram identificadas carências relacionadas aos serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos tanto pelos técnicos da equipe da Projeta Engenharia quanto pela população, durante a realização das oficinas setoriais e geral no Município de Betim. Além disso, com base no prognóstico foi possível identificar as demandas futuras para os serviços. Estas carências são descritas a seguir.

- ✓ Necessidade de ampliação dos serviços de limpeza pública (especificamente varrição e capina) em todas as regionais administrativas, sendo a capina apontada como prioritária nas regionais Centro e Icaivera;
- ✓ Necessidade de ações para redução do acúmulo de entulho e dos pontos de descarte inadequado de resíduos em todas as regionais administrativas, sendo essa questão apontada como prioritária pela população nas regionais Alterosas, Citrolândia, Imibiruçu, Norte, Petrovale e PTB;
- ✓ Ausência de coleta de lixo apontada pela população na Regional Teresópolis;
- ✓ Necessidade de instalação de lixeiras em todas as regionais administrativas, deficiência apontada como prioritária na regional Vianópolis;
- ✓ Necessidade ampliação dos serviços de coleta seletiva para todos os bairros das regionais administrativas;
- ✓ Falta de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) de resíduos recicláveis;
- ✓ Inexistência de programas para gerenciamento de alguns resíduos com logística reversa obrigatória;
- ✓ Necessidade de adequação dos abrigos para armazenamento temporário dos RSS em algumas unidades de saúde;

Para que essas carências sejam supridas serão estabelecidos objetivos para o eixo de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, a serem cumpridos mediante o estabelecimento de programas e ações.

Execução:



Realização:



5.4. DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Conforme apresentado no Diagnóstico Técnico Participativo do eixo de Serviço de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais, no Município de Betim notou-se algumas carências as quais são novamente descritas a seguir, com o objetivo de embasar o prognóstico.

- ✓ **Cadastro técnico dos Sistemas de Drenagem:** Como já mencionado neste documento, o Município de Betim não possui o cadastro técnico do seu Sistema de Drenagem, impossibilitando a identificação das estruturas de macro e microdrenagem. O cadastro técnico possibilita a verificação da capacidade hidráulica do sistema de drenagem, e consequentemente as indicações das possíveis insuficiências.
- ✓ **Plano Diretor de Drenagem Urbana:** O município de Betim não dispõe do Plano Diretor de Drenagem Urbana, impossibilitando desenvolver mecanismos para planejar e administrar a infraestrutura pertinente à gestão das águas pluviais urbanas.
- ✓ **Plano de manutenção preventiva:** Conforme mencionado anteriormente, a limpeza e manutenção dos sistemas de drenagem no município são realizadas na sua maior parcela de maneira corretiva. Apenas no sistema de macrodrenagem são realizadas algumas manutenções corretivas, antes dos períodos chuvosos, mas o número de ações nesse setor são insuficientes, tornando o município susceptível a problemas relacionados a inundações e alagamentos.
- ✓ **Áreas vulneráveis a alagamentos e inundações:** Betim possui algumas áreas suscetíveis a alagamentos e inundações. Portanto deverá ser feito um plano de controle de cheias e mapeamento das áreas sujeitas a inundações no município, atualização do estudo de implantação de bacias de retenção para o retardo da vazão hídrica e fiscalização da lei de uso e ocupação de solo, em áreas próximas ao leito dos rios.
- ✓ **Áreas vulneráveis a processos erosivos:** Deverão ser catalogadas quantas moradias existem em áreas de risco sujeito a processos erosivos, realizando um planejamento da área territorial a ser expandida, e conforme o crescimento da malha urbana, serem feitas obras de contenção das encostas e barrancos, a fim de evitar riscos de deslizamentos.

Execução:



Realização:



6. DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS E METAS DO PMSB

O Planejamento é uma forma sistemática de determinar o estágio em que se encontra determinado serviço, aonde se deseja chegar e qual o melhor caminho para se chegar, sendo o estabelecimento de objetivos e metas uma forma viável de se alcançar o que foi traçado. Sendo assim, nos itens a seguir são apresentados os objetivos e as metas que nortearão a elaboração das propostas de programas, projetos e ações do PMSB de Betim.

6.1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Baseado no levantamento e nas análises das carências do eixo de Abastecimento de água foi possível traçar os objetivos para a universalização do abastecimento no Município de Betim:

- Regularização fundiária de bairros sem atendimento de água;
- Adequar os serviços prestados às legislações ambientais vigentes em relação à outorga, regularização ambiental de ocupações a beira de córregos, rios e áreas de riscos;
- Identificar as áreas em processo de regularização, as quais já são passíveis de implantação de rede de abastecimento de água (para a concessionária);
- Preservação/Manutenção das estruturas de captação e reservação para conservação do atendimento da demanda conforme crescimento populacional.

6.2. ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Os objetivos estabelecidos foram elaborados a partir da avaliação das carências do Serviço de Esgotamento Sanitário, conforme já descrito no item referente à identificação das carências diagnosticadas tanto no levantamento dos dados em campo, quanto nas informações levantadas junto à população nas oficinas setoriais e gerais realizadas no município, além dos cenários de possíveis de planejamento. A seguir são apresentados os objetivos para planejamento no horizonte de 20 anos.

- Ampliar os SES, considerando a demanda atual e futura, tendo em vista a ampliação da rede coletora 100% da área urbana;

Execução:



Realização:



- Priorizar a ampliação do atendimento do SES da população situada às margens dos cursos d'água, com objetivo de diminuir a carga poluidora lançada nos mananciais;
- Implementar programas de fiscalização das ligações clandestinas na rede pluvial e demais destinações irregulares de esgoto;
- Criar instrumentos normativos acerca da regulação dos serviços prestados pela COPASA para o eixo de esgotamento sanitário, bem como a criação de legislação que obrigue a população a se ligar na rede coletora de esgotos;
- Criar e implantar programas de incentivo e assistência à construção de fossas sépticas ou fossas ecológicas nas localidades afastadas (a exemplo de algumas áreas em Vianópolis), bem como implementar programas de monitoramento das estruturas e nos demais locais onde não seja possível implantação da rede coletora e tratamento coletivo do esgoto;
- Controlar e orientar a desativação de fossas rudimentares com objetivo de substituir por ligação na rede coletora ou por fossas sépticas/fossas ecológicas, minimizando os riscos de contaminação ambiental.

6.3. LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Os objetivos estabelecidos foram elaborados a partir da avaliação das carências do Serviço de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos, conforme já descrito no item referente à identificação das carências diagnosticadas. O objetivo geral para o eixo de resíduos sólidos é alcançar a universalização plena dos serviços de limpeza urbana e garantir a gestão integrada dos resíduos sólidos, assegurando um serviço de qualidade à toda população. Dessa forma, a seguir são apresentados os objetivos específicos para o planejamento no horizonte de 20 anos.

- Ampliar e melhorar os serviços de limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos;
- Garantir a segurança dos funcionários alocados nos serviços de limpeza pública e manejo de resíduos;
- Incluir os catadores de materiais recicláveis, assegurando renda, saúde e qualidade de vida;

Execução:



Realização:



- Desenvolver sistemas de gerenciamento voltados para o controle, reaproveitamento e reciclagem dos RCC;
- Desenvolver sistemas para recebimentos de resíduos de diversos tipos em pontos de entrega voluntária;
- Assegurar o correto gerenciamento dos RSS nas unidades de saúde públicas e privadas, bem como dos demais estabelecimentos relacionados aos serviços de saúde;
- Controlar e assegurar o cumprimento dos acordos setoriais desenvolvidos pela União para os resíduos com Logística Reversa Obrigatória;
- Capacitar os funcionários envolvidos no manejo dos diversos tipos de resíduos gerados (RSD, RCC, RV, RSS e Resíduos com Logística Obrigatória);
- Implantar programas de educação ambiental voltados à população do município;
- Criar instrumentos normativos voltados à limpeza pública e manejo dos resíduos sólidos;
- Assegurar a destinação final ambientalmente adequada dos diversos tipos de resíduos gerados no município.

6.4. DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O planejamento é uma forma sistemática de determinar o estágio em que se encontra determinado serviço, aonde se deseja chegar e qual o melhor caminho para se chegar, sendo o estabelecimento de metas uma forma viável de se alcançar os objetivos traçados. A seguir são apresentados os objetivos que nortearão a elaboração das propostas de programas, projetos e ações do PMSB.

- Realizar melhorias e otimização da rede de drenagem;
- Estabelecer mecanismos de regulação e controle do uso e ocupação do solo;
- Ampliar o atendimento por serviços de drenagem a toda a população do perímetro urbano;
- Planejar e executar manutenção preventiva no sistema de microdrenagem;

Execução:



Realização:



- Planejar e ampliar manutenção preventiva no sistema de macrodrenagem;
- Controlar as áreas vulneráveis a processos erosivos;
- Controlar as áreas vulneráveis a inundações e alagamentos.

Execução:



Realização:



**Prefeitura de
BETIM**

7. ALTERNATIVAS JURÍDICO-INSTITUCIONAIS E DA GESTÃO DO SANEAMENTO BÁSICO

7.1 ALTERNATIVAS PARA A GESTÃO E PRESTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO

Escolher o modelo de gestão adequado à realidade local é o primeiro passo para organizar os serviços de saneamento básico de um Município, constituindo um titular destinado a coordenar as atividades relacionadas à administração, operação, manutenção e expansão dos serviços, de tal forma que a prestação destes seja executada adequadamente, atendendo aos requisitos legais e às demandas da população.

A titularidade de um serviço público nada mais é do que uma competência administrativo-constitucional, ou seja, consiste em ser o responsável pela prestação de um serviço público. Essa titularidade pode ser de forma direta ou indireta.

A administração direta consiste em uma gestão centralizada, onde a Prefeitura assume diretamente por meio dos seus órgãos a prestação de serviços. Já na administração indireta, o poder público transfere a execução dos serviços para autarquias, entidades estatais, instituídas sob forma de empresas públicas ou sociedades de economia mista, ou, ainda, concede os serviços para empresas privadas, caracterizando, em todos os casos, uma gestão descentralizada.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2011), é possível desmembrar a operação dos serviços de saneamento básico, entregando cada segmento de serviços a um operador diferente. Sendo que o ente para qual fora delegada a operação de abastecimento de água não necessariamente deve prover os serviços de esgotamento sanitário. Até mesmo a operação da rede de abastecimento de água pode se dar de forma independente do controle das atividades de captação, tratamento e adução de água.

Essa divisão da prestação dos serviços pode ser interessante, sobretudo no caso de um conjunto de Municípios pequenos, que dificilmente seriam capazes de arcar com altos investimentos necessários à construção de uma represa, adutora, estação de tratamento de água ou estação de tratamento de esgoto, podendo, em alguns casos, compartilhar esses equipamentos e instalações, ganhando a escala necessária para viabilizá-los economicamente (IPEA, 2011).

Execução:



Realização:



Na maioria dos Municípios integrantes de regiões metropolitanas (77%), a responsabilidade da prestação é de um prestador regional. Na maior parte do restante dos Municípios, a responsabilidade do serviço é de uma empresa de direito público (BRITTO, 2013).

Na Figura 6 é apresentado um organograma com as principais formas de prestação de serviço público.

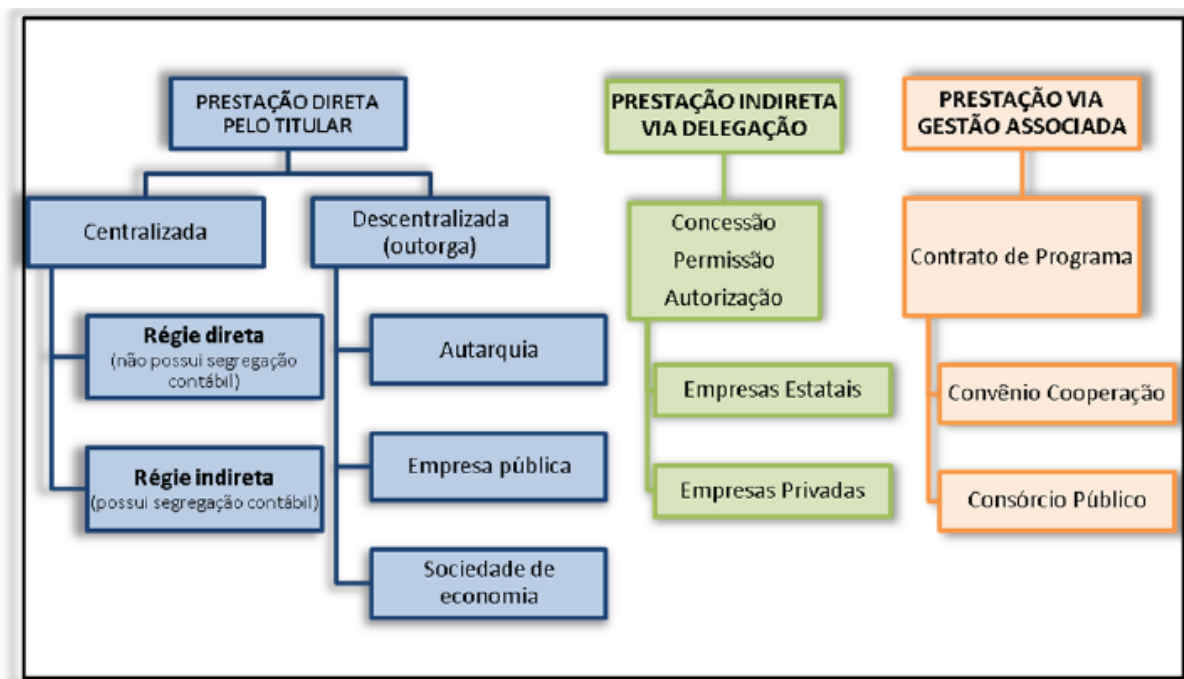


Figura 6– Formas de prestação de serviço público

Fonte: Adaptado Ribeiro (2007) apud Ministério das Cidades

Dentre as principais alternativas para a gestão dos serviços de saneamento básico destacam-se: a Concessão comum; a Parceria Público-Privada; Consórcios Públicos e Autarquias e Departamentos de Secretarias Municipais.

✓ **Concessão Comum**

Está disciplinada na Lei 8987/1995. Consiste na transferência da execução de um serviço público pelo poder concedente, pensando na administração pública, a pessoa jurídica ou consórcio de empresas.

A concessão do serviço público necessita de licitação prévia, a fim de atender ao princípio da impessoalidade. A concessão do serviço público depende de licitação e modalidade a ser adotada é a de concorrência. Nessa modalidade o que será aferido (medido), quais

Execução:



Realização:



requisitos serão aplicados: a melhor técnica e o menor preço, a empresa que apresentar a menor tarifa, menor preço público para a prestação do serviço.

Após a autorização da lei e o processo de licitação, será celebrado um contrato administrativo entre concedente e concessionária, particular. Não é possível fazer uma concessão de serviço público sem prazo determinado.

Outra cláusula importante é a cláusula da política tarifária, que será o valor da tarifa ou preço público cobrado, não podendo cobrar taxa. Excepcionalmente, o poder concedente pode fazer alguns repasses de recurso público ao concessionário. A receita que este terá, portanto, será o preço público ou tarifa + excepcionalmente recurso público.

✓ **Parceria Público Privada - PPP**

A Parceria Público-Privada (PPP), conforme disposto no art. 2º da Lei Federal nº 11.079/2004, é o contrato administrativo de concessão, na modalidade patrocinada ou administrativa.

A concessão patrocinada, tratada na lei nº 8.987/1995, é aquela em que as tarifas cobradas dos usuários não são satisfatórias para compensar os investimentos realizados pelo parceiro privado. Com isso, o poder público complementa a remuneração do parceiro privado por meio de aportes regulares de recursos orçamentários (contraprestações do poder público).

Já a concessão administrativa é aquela em que não é possível ou conveniente a cobrança de tarifas dos usuários de tais serviços, sendo a remuneração do parceiro privado integralmente proveniente de aportes regulares de recursos orçamentários do poder público, com o qual o parceiro privado tenha um contrato de concessão.

Em uma PPP, o agente privado é remunerado exclusivamente pelo governo ou por uma combinação de tarifas cobradas dos usuários dos serviços mais recursos públicos, diferentemente da concessão comum. O Contrato de uma PPP não pode ser inferior a R\$ 20 milhões e deve ter duração mínima de 5 anos e máxima de 35 anos, podendo a empresa privada firmar contrato com o governo federal, estadual ou municipal. A contratação deve ser objeto de licitação na modalidade de concorrência.

Em qualquer tipo de concessão poderá o poder concedente intervir na concessão, com o fim de assegurar a adequação na prestação do serviço, bem como o fiel cumprimento das normas contratuais, regulamentar e legal pertinente.

Execução:



Realização:



✓ **Consórcios Públicos**

Os consórcios públicos, tratados na Lei Federal nº 11.107/2005, são parcerias formadas exclusivamente por entes da federação para a realização de objetivos de interesse comum. Desse modo, é possível amortizar os custos fixos e os investimentos sobre uma base maior de usuários, reduzindo o custo unitário da prestação dos serviços.

Podem ser constituídos por associações públicas ou pessoas jurídicas de direito privado. Caso de direito público, são integrantes da administração indireta de todos os entes consorciados; se forem de direito privado, deverão seguir as normas do direito público no que concerne à realização de licitação, celebração de contratos, prestação de contas e admissão de pessoal, e será regido pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

Segundo a Lei Federal nº 11.107/2005, os consórcios públicos podem emitir documentos de cobrança e exercer atividades de arrecadação de tarifas e outros preços públicos pela prestação de serviços ou pelo uso ou outorga de uso de bens públicos por eles administrados ou, mediante autorização específica, pelo ente federado consorciado. Contudo, devem receber recursos financeiros apenas dos entes consorciados, não podendo contratar operações de crédito.

Além disso, desempenham um instrumento importante na coordenação entre as políticas de saneamento, recursos hídricos, desenvolvimento urbano e saúde pública, embora a cooperação entre essas áreas, dependa mais de um planejamento governamental elaborado do que da formação de novas organizações estatais.

Alguns dos principais benefícios do consórcio público são: ampliação do atendimento aos cidadãos; maior eficiência do uso dos recursos públicos; realização de ações inacessíveis a uma única Prefeitura; criação de melhores condições de negociação com os governos estadual e federal e com entidades da sociedade, empresas ou agências estatais.

✓ **Autarquia Municipal**

Diversos Municípios criam órgãos próprios para a gestão do saneamento, sendo uma das opções as autarquias.

As autarquias são entes administrativos autônomos, considerados como um prolongamento do poder público, criadas por lei específica, com personalidade jurídica de direito público, patrimônio próprio e atribuições outorgadas na forma da lei, sendo o seu princípio fundamental a descentralização.

Execução:



Realização:



Usualmente, são chamados de Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), Superintendência de Água e Esgoto (SAE) ou Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE).

De acordo com Brasil (2003), cabe à autarquia, que possui total autonomia jurídica, exercer todas as atividades relacionadas e inerentes à prestação dos serviços de saneamento, a administração, a operação, a manutenção e a expansão dos serviços. A integração de todas as atividades em um só órgão torna mais eficiente o processo de gestão e evita o compartilhamento dos poderes, diferentemente do que ocorre no modelo de administração direta.

Para as autarquias são conservados os mesmos privilégios reservados aos entes públicos, tais como a imunidade de tributos e encargos, prescrição de dívidas passivas em cinco anos, impenhorabilidade de bens e condições especiais em processos jurídicos, entre outros. Sendo assim, o principal estímulo para essa decisão é a imunidade tributária atribuída constitucionalmente a essas pessoas de direito público. No entanto, as autarquias também estão sujeitas aos mesmos processos de controle da administração direta, tendo a obrigatoriedade de submeter suas contas e atos administrativos ao Poder Executivo, à Câmara Municipal e aos Tribunais de Contas (BRASIL, 2003).

✓ Departamento Municipal

O modelo de gestão por administração direta funciona através do intermédio de um Departamento Municipal, órgão técnico especializado, criado por uma lei de reorganização da administração pública. Este modelo é baseado na distribuição das atividades entre os diversos setores que integram o aparelho administrativo da Prefeitura, com o objetivo de reduzir custos administrativos.

Dessa forma, o Departamento Municipal fica responsável pela execução das atividades inerentes à prestação dos serviços, enquanto outras atividades como a movimentação de pessoal, a aquisição de bens e serviços, a contabilidade e assessoria jurídica são distribuídas para setores já existentes na Prefeitura, apoiando as atividades do Departamento.

Na Tabela 33 são demonstradas as diferenças nos principais aspectos das autarquias e departamentos.

Execução:



Realização:



Tabela 33– Formas de prestação de serviço público

Aspectos	Departamentos	Autarquias
Criação e Extinção	Lei de organização da administração pública	Lei específica
Personalidade Jurídica	Direito público	Direito público
Ordenador de despesas	Prefeito municipal	Diretoria da autarquia
Regime jurídico de pessoal	Quadro da Prefeitura estatutário ou CLT	Quadro próprio estatutário ou CLT
Autonomia financeira	Nenhuma	Total
Autonomia administrativa	Compartilhada	Total
Prestação de contas	Tribunal de contas da União	Tribunal de contas do Estado
Tributos	Isento	Isento

7.1.1. Estudo sobre modelo de Gestão

Em estudo de Heller, Coutinho e Mingot (2006), foram avaliados, comparativamente, os diferentes modelos de gestão do saneamento encontrados nos Municípios do Estado de Minas Gerais. Foram analisados 600 Municípios, que representam 70% do Estado de Minas Gerais, sendo 1998 o ano de referência.

Para a análise foram utilizados 11 indicadores, sendo os mesmos divididos entre: caracterização do sistema de saneamento, indicadores vitais, sociais e urbanos. Foram analisados os modelos de gestão elencados a seguir e obtidas as seguintes considerações sobre cada um deles:

- Autarquias municipais – foi o modelo que teve maior porcentagem de domicílios atendidos com rede de distribuição de água. Este modelo foi mais utilizado por Municípios com maior recurso financeiro (maior renda per capita);
- SAAEs administrados pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) – exceto pela menor renda per capita, o grupo apresentou semelhanças com o grupo das Autarquias;
- SAAEs que interromperam a administração da FUNASA – também semelhante ao grupo das Autarquias;

Execução:



Realização:



- COPASA-MG – apresentaram cobertura por rede de abastecimento e esgotamento sanitário comparável à das Autarquias. Também se caracterizaram pela maior quantidade de ligações hidrometradas. Além disso, apresentaram menor alocação de pessoal nas atividades fim e maior alocação de pessoal nas atividades meio. Foi verificado um maior comprometimento da renda familiar, ou seja, tarifas mais onerosas. Por outro lado, os Municípios deste grupo apresentaram menor renda per capita;
- Prefeitura Municipal – apresentaram as menores taxas de cobertura por abastecimento de água, contudo, o índice de cobertura de esgoto foi semelhante aos outros grupos;
- Novos Municípios (criados após 1989) - independentemente do modelo adotado, apresentaram os piores indicadores de cobertura de saneamento.

Por fim, o estudo concluiu que o modelo de gestão pelas companhias estaduais, o mais incentivado nos últimos 30 anos, obteve bons índices de cobertura de abastecimento de água e coleta de esgoto, boa eficiência na hidrometração das ligações, racionalização do número de trabalhadores nas atividades fim e bons indicadores operacionais.

Por outro lado, enfatiza um bom desempenho do modelo por meio de autarquia, que se mostrou, se não superior em alguns aspectos, equivalente ao da companhia estadual, o que permite concluir que a proximidade com os usuários e a administração municipal, a integração com outras políticas públicas e a estrutura administrativa descentralizada, podem compensar os recursos obtidos pela companhia estadual.

7.2 ALTERNATIVAS PARA A REGULAÇÃO E FISCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO

É de competência do Município (titular) a regulação e a fiscalização da prestação dos serviços de saneamento, podendo tais atividades ser exercidas pelo próprio Município ou ainda ser autorizada a sua delegação a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do respectivo Estado, conforme disposto na Lei Federal nº. 11.445/2007.

De acordo com os artigos 14 e 15 da referida Lei, na prestação regionalizada dos serviços públicos de saneamento básico – aquela em que há um único prestador para vários Municípios e uniformidade de fiscalização e regulação dos serviços – a regulação e a fiscalização poderão ser exercidas por órgão ou entidade da Federação, com delegação

Execução:



Realização:



através de convênio de cooperação entre os entes ou ainda, por consórcio de direito público integrado pelos titulares.

Portanto, fica a critério do titular exercer a regulação e a fiscalização diretamente ou delegar tais atividades a uma entidade reguladora estadual ou consorciada.

No Estado de Minas Gerais existe a Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE-MG) – autarquia especial caracterizada pela autonomia administrativa, financeira, técnica e patrimonial, de personalidade jurídica de direito público, vinculada à Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional e Política Urbana (SEDRU) – que exerce a atividade de fiscalização, acompanhando as ações da prestadora nas áreas técnica, operacional, contábil, econômica, financeira, tarifária e de atendimento aos usuários. A ARSAE-MG é a entidade responsável pela regulação e fiscalização dos serviços prestados pela COPASA.

Portanto, cabe ao Município cobrar que a fiscalização por parte da ARSAE seja feita com base nos termos estabelecidos nas normas legais pertinentes. Ademais, a Lei 18.309/09, que cria a ARSAE/MG, além de estabelecer normas relativas aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário e de dar outras providências, estabelece, no inciso XII, art. 6º, que compete a ARSAE/MG manter serviço gratuito de atendimento telefônico para recebimento de reclamações dos usuários.

Execução:



Realização:



8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALÉM SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M. T. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. Escola Politécnica, USP, São Paulo. 1999. 547 p.

AZEVEDO NETTO, J. M.; ALVAREZ, G. A. **Manual de hidráulica**. 6ª. ed. São Paulo, Ed. Edgard Blücher LTDA. 2 v. 1977. 668 p.

BRASIL. **Lei Federal nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs. 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº. 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 4 de outubro de 2017.

_____. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. 2010.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Criação e Organização de Autarquias Municipais de Água e Esgoto**. Manual de Orientações. 2ª ed. Brasília: Funasa, 2003. 136 p.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)**. Brasília, dezembro de 2013b. 173 p.

BRITTO, A. L. **A governança metropolitana do saneamento: desafios e perspectivas**. Programa de Pós-Graduação em Urbanismo. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Apresentação. IPEA. Conferência do Desenvolvimento, 2013. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=2758ae57-cbd0-4b3f-9162-ddaf028c379f&groupId=10157>. Acesso em: 4 de outubro de 2017.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO (CETESB). **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. v. 1, 2ª. ed. São Paulo, 1978.

HELLER, L.; COUTINHO, M. L.; MINGOTI, S. A. **Diferentes Modelos de Gestão de Serviços de Saneamento Produzem os Mesmos Resultados? Um Estudo**

Execução:



Realização:



Comparativo em Minas Gerais com Base em Indicadores. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 11, n. 4, pp. 325-336, out/dez 2006.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Orgs.). **Abastecimento de água para consumo humano.** 2. ed., rev. e atual. 2 v. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. 857 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMIA APLICADA (IPEA). **Saneamento Básico no Brasil: Desenho Institucional e Desafios Federativos.** Rio de Janeiro, 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** (2005). 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. 452 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 1).

Execução:



Realização:



Prefeitura de
BETIM