



Prefeitura Municipal de
Santa Rita do Sapucaí



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

SANTA RITA DO SAPUCAÍ-MG
O VALE DA ELETRÔNICA

PROGNÓSTICO

PRODUTO 4

Versão Oficial

Itajubá, abril de 2020

RESPONSÁVEIS

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA RITA DO SAPUCAÍ - MG *Agente Executor*

Prefeito Municipal
Wander Wilson Chaves

CORPO TÉCNICO *Agentes de Supervisão*

Secretaria de Obras e
Desenvolvimento Urbano
Mário Marques Ribeiro
Flávia Murad Tavares
José Benedito Carneiro Filho
Aran Monteiro Chiarini
Ildefonso Benedito Luiz
Sebastião Rigatto Júnior
Pedro Fernandes Filho

Secretaria Municipal de Agricultura,
Pecuária e Abastecimento
Edésio Magno Magalhães
Thaís Oliveira Ribeiro

Chefe de Sistema da COPASA
José Alexandre Braga

Defesa Civil Municipal
José Aquiles da Silva

Planejamento e Desenvolvimento
Municipal
Maurílio Ribeiro Rezende

NÚCLEO GESTOR *Agentes de Representação da Sociedade Civil*

Secretaria de Saúde
Ali Abduny Rahal
Luís Antônio Ribeiro – Suplente

Associação Comercial e Empresarial
do Vale da Eletrônica - ACEVALE
Miguel Fuad Andery
Jacqueline Mússio dos Santos –
Suplente

Secretaria Municipal de Ciência e
Tecnologia
Gustavo Henrique Baracat
Celso José de Almeida Carneiro –
Suplente

Sindicato das Indústrias de
Aparelhos Elétricos, Eletrônicos e
Similares do Vale da Eletrônica -
SINDVEL
Edmar Taveira
Frederico Faria Ferrão – Suplente

Secretaria Municipal da Fazenda
Leonardo Balbino Magalhães
Adilson Luiz Batista – Suplente
Sindicato dos Produtores Rurais de
Santa Rita do Sapucaí
Leonilton Moreira
Ivan Gonçalves Ribeiro – Suplente

NEIRU – FAPEPE *Agente técnico*



NEIRU

Grupo de pesquisa e extensão vinculado à UNIFEI, o NEIRU atua no desenvolvimento de projetos na área de meio ambiente, planejamento e resiliência urbana, fornecendo suporte para a operacionalização de ações governamentais, com o intuito de criar políticas públicas que permitam a replicação de boas práticas de gestão municipal a nível nacional.

NEIRU - Núcleo Estratégico Interdisciplinar em Resiliência Urbana

Bloco L8 - Instituto de Recursos Naturais
Universidade Federal de Itajubá – Campus Prof. José Rodrigues Seabra
Telefone: (35) 3629-1017
www.neiru.org
contato@neiru.org

FAPEPE – Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão

Av. Paulo Carneiro Santiago, 472 - Pinheirinho, Itajubá - MG
Telefone: (35) 3622-3543
CEP: 37500-191
www.fapepe.org.br

UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá

Av. BPS, 1303, bairro Pinheirinho, Itajubá-MG
Telefone: (35) 3629-1101 - Fax: (35) 3622-3596
Caixa Postal: 50 - CEP: 37500 903
www.unifei.edu.br

Prefeitura Municipal de Santa Rita do Sapucaí – Minas Gerais

R. Cel. Joaquim Neto, 333 - Centro, Santa Rita do Sapucaí - MG, 37540-000
Telefone: (35) 3473-3200
www.pmsrs.mg.gov.br

APRESENTAÇÃO

O presente documento corresponde ao Produto 4 – Prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Santa Rita do Sapucaí, referente ao contrato estabelecido entre a Prefeitura Municipal de Santa Rita do Sapucaí (MG) e a Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão de Itajubá - FAPEPE, tendo como executora a Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, através do Núcleo Estratégico Interdisciplinar em Resiliência Urbana - NEIRU.

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é um instrumento de gestão regulamentado pela Lei Federal nº 11.445/07. Sua função primordial é prover o município com um planejamento dos serviços de saneamento básico, como, por exemplo, abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, manejo de água pluviais e drenagem urbana.

O PMSB deve contar com estudos técnicos de qualidade e com a participação da população do município, de modo a levar em conta todos os anseios e dúvidas existentes durante o decorrer do processo.

O Prognóstico do Plano Municipal de Saneamento Básico de Santa Rita do Sapucaí consiste no estudo de cenários e na definição dos objetivos e metas e das perspectivas técnicas para cada um dos quatro serviços de saneamento básico.

A metodologia de trabalho segue recomendações e normatizações de documentos do Ministério das Cidades e da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), sendo adaptada pela equipe do NEIRU, como apresentado a seguir.

Fase 1. Preparação e Mobilização Social

Produto 1 – Planejamento Executivo

Produto 2 – Plano de Comunicação e Mobilização Social

Fase 2. Elaboração

Produto 3 – Diagnóstico

Produto 4 – Prognóstico

Produto 5 – Programas, Projetos e Ações

Fase 3. Consolidação e Finalização do Plano

Produto 6 – Monitoramento e Indicadores de Desempenho

Produto 7 – Resumo Executivo e Normativas Técnicas

Produto 8 – Minuta de Lei do Plano Municipal de Saneamento Básico



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	5 de 190

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 METODOLOGIA DE TRABALHO.....	10
3 ESTUDO POPULACIONAL.....	13
3.1 PROJEÇÕES POPULACIONAIS.....	13
4 CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA A GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO.....	20
5 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	25
5.1 CENÁRIO ATUAL DE REFERÊNCIA.....	25
5.1.1 Caracterização do Sistema.....	25
5.1.2 Caracterização dos Serviços.....	27
5.2 DEMANDA DO SERVIÇO.....	29
5.2.1 Construção dos cenários.....	29
5.2.2 Análise comparativa dos cenários.....	45
5.3 ESTIMATIVA DA DEMANDA DE SERVIÇOS.....	49
5.3.1 Medidas Estruturantes.....	49
5.3.2 Medidas estruturais.....	49
5.4 CONCLUSÃO.....	51
6 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	53
6.1 CENÁRIO ATUAL DE REFERÊNCIA.....	53
6.1.1 Caracterização do Sistema.....	53
6.1.2 Caracterização dos Serviços.....	55
6.2 DEMANDA DO SERVIÇO.....	57
6.2.1 Construção dos cenários.....	57
6.2.2 Análise comparativa dos cenários.....	68
6.3 ESTIMATIVAS DA DEMANDA DE SERVIÇOS.....	72
6.3.1 Medidas Estruturantes.....	72
6.3.2 Medidas estruturais.....	72
6.4 CONCLUSÃO.....	73
7 SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	75
7.1 CENÁRIO ATUAL DE REFERÊNCIA.....	75
7.1.1 Caracterização do Sistema.....	75
7.1.2 Caracterização dos Serviços.....	78
7.2 DEMANDAS DO SERVIÇO.....	82
7.2.1 Construção dos cenários.....	82
7.2.2 Análise comparativa dos cenários.....	117
7.3 ESTIMATIVAS DAS DEMANDAS DO SERVIÇO.....	127
7.3.1 Resíduos domiciliares e comerciais (RDO/RCO).....	127
7.3.2 Resíduos de construção civil.....	128
7.3.3 Resíduos de serviço de saúde.....	128



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	6 de 190

7.3.4	Resíduos industriais.....	128
7.3.5	Logística reversa	128
7.3.6	Passivos ambientais	129
7.3.7	Outros resíduos (agrossilvopastoris, resíduos das operações de saneamento básico, resíduos de transporte, resíduos mineração)	130
7.3.8	Iniciativas para catadores autônomos	131
7.4	CONCLUSÃO.....	131
8	SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	134
8.1	CENÁRIO ATUAL DE REFERÊNCIA.....	134
8.1.1	Caracterização do Sistema	134
8.1.2	Caracterização dos Serviços.....	136
8.2	DEMANDA DO SERVIÇO.....	138
8.2.1	Construção dos cenários	138
8.2.2	Análise comparativa dos cenários	142
8.2.3	Influência das zonas de expansão no sistema de drenagem	145
8.3	ESTIMATIVA DAS DEMANDAS DE SERVIÇO	163
8.3.1	Demanda futura pelos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais em um horizonte de 20 anos.....	168
8.4	CONCLUSÃO.....	174
9	SISTEMA DE SANEAMENTO NA ZONA RURAL	176
9.1	ABASTECIMENTO DE ÁGUA	176
9.1.1	Cenário Atual de Referência	176
9.1.2	Estimativa da Demanda de Serviços.....	177
9.2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO	178
9.2.1	Cenário Atual de Referência	178
9.2.2	Estimativa da Demanda de Serviços.....	179
9.3	RESÍDUOS SÓLIDOS	180
9.3.1	Cenário Atual de Referência	180
9.3.2	Demandas do Serviço.....	183
9.3.3	Estimativas das Demandas do Serviço	185
9.4	MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	187
9.4.1	Cenário Atual de Referência	187
9.4.2	Estimativa da Demanda de Serviços.....	187
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	188



PLANO MUNICIPAL
DE SANEAMENTO BÁSICO
SANTA RITA DO SAPUCAÍ-MG
O VALE DA ELETRÔNICA

CAPÍTULO 1 **INTRODUÇÃO**



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	8 de 190

1 INTRODUÇÃO

Segundo dispõe no art. 19 inciso II da Lei Federal nº 11.445/07, o plano de saneamento deve estabelecer objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, admitidas soluções graduais e progressivas, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais.

Estes objetivos e metas foram definidos com base no prognóstico de cada componente do saneamento básico. Esse prognóstico tem como base o produto anterior, diagnóstico, o qual identificou, qualificou e quantificou as diversas realidades do saneamento básico e de seus impactos nas condições de vida da população de Santa Rita do Sapucaí.

Com base nas informações levantadas no diagnóstico pode-se realizar projeções e definir cenários futuros (pessimista, mais provável e otimista) para componente do saneamento básico, baseando no crescimento demográfico estimado e nas séries históricas dos dados fornecidas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

A metodologia para construção dos cenários é a mesma utilizada pelo Governo Federal na elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), onde para cada componente do saneamento básico estabeleceu-se indicadores de interesse e, posteriormente, elaborou-se uma matriz de interação relacionando hipóteses que vislumbrem horizontes variados de planejamento e, conseqüentemente, o atendimento às metas futuras propostas.

Com o objetivo de planejar o futuro de uma população em termos de desenvolvimento, expansão, uso e ocupação do solo e investimentos é fundamental conhecer as perspectivas de crescimento a qual o município poderá estar submetido. Essas perspectivas são melhor visualizadas a partir da elaboração de cenários, onde é estimada a curto, médio e longo prazo, num horizonte de 20 anos, a situação da cobertura pelos serviços de saneamento básico no município. Além disso, pode-se verificar se os sistemas existentes atendem à demanda atual e futura, e se o planejamento do desenvolvimento urbano leva em consideração a tendência nacional de crescimento.

No presente produto, os dois primeiros capítulos compõem a etapa introdutória além da metodologia de trabalho, o capítulo 3 apresenta a projeção populacional, o capítulo 4 apresenta o cenário de referência para a gestão dos serviços de saneamento e os demais capítulos apresentam as projeções, cenários, objetivos e metas para cada componente do saneamento.



PLANO MUNICIPAL
DE SANEAMENTO BÁSICO
SANTA RITA DO SAPUCAÍ-MG
O VALE DA ELETRÔNICA

CAPÍTULO 2 **METODOLOGIA DE TRABALHO**



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	10 de 190

2 METODOLOGIA DE TRABALHO

O Prognóstico do Produto 4 foi elaborado conforme metodologia utilizada na elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) e em conformidade com o Termo de Referência da FUNASA. Além de levar em consideração as peculiaridades locais mediante sugestões do Núcleo Gestor e do GT Executivo de Santa Rita do Sapucaí.

Inicialmente realizou-se um estudo da projeção populacional de Santa Rita do Sapucaí no horizonte de planejamento, 20 anos, considerando 2020 como o ano zero, ou seja, o ano em que o Plano Municipal de Saneamento Básico será aprovado. Foram feitas várias projeções com os dados dos últimos censos, utilizando metodologias diferentes e em seguida, determinou-se aquela que melhor se ajustava às expectativas de crescimento da população do município. As projeções foram feitas com a população desagregada, urbana e rural, pois ambas possuem dinâmicas de crescimento distintas.

Após a determinação da projeção populacional, fez-se uma análise do cenário de referência para a gestão dos serviços de saneamento básico. Nessa análise apresentou-se a capacidade de gestão dos serviços no município, sendo esta realizada através de uma reunião com o GT Executivo. Além da capacidade de gestão, foram analisadas as relações locais, estaduais e federais com os serviços de saneamento.

Nos capítulos seguintes realizou-se a projeção dos serviços de cada componente do saneamento. Determinando os cenários atuais, as demandas de cada serviço e os objetivos e metas.

Como unidade de planejamento para os serviços de saneamento básico em Santa Rita do Sapucaí, considerou-se sua unidade territorial, visto que um dos objetivos da Política Nacional de Saneamento Básico é a universalização dos serviços, tanto nas áreas urbanas, quanto nas rurais.

Para a elaboração dos cenários, são utilizados dados e informações coletadas na etapa de diagnóstico do município, correspondente ao Produto 3, porém, apesar de todo o extenso levantamento, muitos dados ainda não são encontrados ou fornecidos. A inexistência de dados atualizados e precisos dificultam a elaboração de um planejamento a curto, médio e longo prazo, contemplando obras e ações definitivas para os diversos problemas de saneamento básico existentes no município.

Quanto aos indicadores utilizados, eles foram estabelecidos de acordo com os utilizados no PLANSAB, no SNIS e alguns foram criados pela equipe técnica do NEIRU visto a necessidade destes. Os indicadores definidos para os componentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário têm como principal ator a população. Quanto às variáveis de resíduos sólidos, a população também possui papel importante, tendo em vista que a geração *per capita* dependerá de cada indivíduo, e, consequentemente, do volume de resíduos a serem encaminhados para o destino final. Para o componente de drenagem pluvial, as variáveis não estão diretamente relacionadas ao comportamento da sociedade, mas sim às estruturas do sistema de drenagem. Porém, o comportamento da sociedade irá influenciar diretamente no funcionamento do sistema. Neste caso, uma atitude da sociedade, devido a problemas variados, gera demanda para a Administração Pública.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	11 de 190

Após a definição dos indicadores de cada sistema, foram propostas hipóteses diversas as quais variaram em função do que se pretende planejar para um atendimento de qualidade à população, além de buscar o objetivo do Plano Nacional de Saneamento Básico, que é a universalização dos serviços. Estabelecidos os indicadores e as hipóteses, são elaborados alguns cenários possíveis de ocorrer no município com base nas variáveis técnicas estabelecidas e nas hipóteses consideradas em cada um.

Quanto ao horizonte de planejamento, considerou-se a prioridade de realização de cada cenário, conforme Termo de Referência para Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico, da Funasa (BRASIL, 2018), como Imediato (1 a 3 anos), Curto (4 a 8 anos), Médio (9 a 12 anos) e Longo Prazo (13 a 20 anos). Em escala temporal, o horizonte ficou definido como apresentado na Figura 1.



Figura 1 – Escala de cores para as metas do PMSB

Fonte: Próprios autores, 2019

O objetivo geral em cada cenário é atingir a universalização do saneamento básico, a diferença entre eles está nas metas definidas, pois cada cenário propõem um tempo diferente para que os objetivos sejam alcançados.

Após a definição dos três cenários para cada sistema, realiza-se uma análise comparativa destes a fim de determinar o cenário mais adequado a realidade do município para cada sistema. O Produto 5 deste plano será complementar a este Produto, trazendo o que deverá ser realizado, e de que forma, para que o cenário ideal seja alcançado.



PLANO MUNICIPAL
DE SANEAMENTO BÁSICO
SANTA RITA DO SAPUCAÍ-MG
O VALE DA ELETRÔNICA

CAPÍTULO 3 **ESTUDO POPULACIONAL**



3 ESTUDO POPULACIONAL

Para projetar um sistema de saneamento básico, garantindo que o mesmo atenda as demandas atuais e futuras da população é necessário estimar o crescimento populacional, para então dimensionar o sistema de acordo com a necessidade. Neste capítulo do prognóstico serão apresentados os estudos acerca das projeções populacionais para o município de Santa Rita do Sapucaí.

Foram utilizados dados censitários do IBGE dos anos 1991, 2000 e 2010, projetando as populações para o horizonte de projeto de 20 anos pelos métodos mais difundidos na literatura: crescimento aritmético, crescimento geométrico, taxa decrescente de crescimento, e curva logística. Também será feito o cálculo das projeções populacionais utilizando a ferramenta de regressão linear do Microsoft Excel. Em todos os cálculos, dimensionou-se a população agregada (todo município) e desagregada (urbana e rural).

3.1 PROJEÇÕES POPULACIONAIS

Como mencionado, para obter as projeções populacionais para o município de Santa Rita do Sapucaí foram utilizadas cinco metodologias: crescimento aritmético, crescimento geométrico, taxa decrescente de crescimento, curva logística e regressão linear.

O cálculo do crescimento pela projeção aritmética é feito através de uma taxa constante, sendo utilizado para estimativas de menor prazo. A projeção geométrica tem seu crescimento em função da população a cada instante e também é utilizado para estimativas de menor prazo. A taxa decrescente de crescimento prevê que a medida em que a cidade cresce, a taxa de crescimento torna-se menor. A população tende assintoticamente a um valor de saturação. Por fim, a curva logística segue um princípio matemático que estabelece uma curva em forma de “S” e a população tende assintoticamente a um valor de saturação. Para aplicação das fórmulas, os dados devem ser equidistantes no tempo (Von Sperling, 2014) e as fórmulas necessárias estão na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Métodos de projeção populacional

Método	Taxa de Crescimento	Fórmula da Projeção	Coefficientes
Projeção Aritmética	$\frac{dP}{dt} = K_a$	$P_t = P_0 + K_a(t - t_0)$	$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0}$
Projeção Geométrica	$\frac{dP}{dT} = K_g P$	$P_t = P_0 \cdot e^{K_g(t-t_0)}$	$K_g = \frac{\ln(P_2) - \ln(P_0)}{t_2 - t_0}$
			$P_s = \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2}$
Curva Logística	$\frac{dP}{dT} = K_1 P \frac{(P_s - P)}{P}$	$P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{K_1(t-t_0)}}$	$c = \frac{(P_s - P_0)}{P_0}$ $K_a = \frac{1}{t_2 - t_1} \ln \left[\frac{P_0(P_s - P_1)}{P_1(P_s - P_0)} \right]$



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	14 de 190

Método	Taxa de Crescimento	Fórmula da Projeção	Coefficientes
Taxa decrescente de crescimento	$\frac{dP}{dT} = K_d \frac{(P_s - P)}{P}$	$P_t = P_0 + (P_s - P_0) \cdot [1 - e^{-K_d(t-t_0)}]$	$P_s = \frac{2P_0P_1P_2 - P_1^2(P_0 + P_2)}{P_0P_2 - P_1^2}$ $K_a = \frac{\ln \left[\frac{P_0(P_s - P_2)}{P_1(P_s - P_0)} \right]}{t_2 - t_1}$

Fonte: Adaptado de Von Sperling, 2014

Onde:

- $\frac{dP}{dT}$ = taxa de crescimento da população em função do tempo;
- P_0, P_1, P_2 = populações referentes aos anos t_0, t_1, t_2 ;
- P_t = população estimada no ano t (habitantes);
- P_s = população de saturação (habitantes);
- K_a, k_g, k_1, c = coeficientes em função da população e/ou tempo.

Usando como base as populações dos anos 1991, 2000 e 2010 de Santa Rita do Sapucaí (Tabela 2), fornecidas pelo Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD; Ipea; FJP, 2013) foram projetadas as populações para o município para o horizonte de projeto de 20 anos.

Tabela 2 – Dados de entrada para projeções populacionais (em habitantes) de Santa Rita do Sapucaí

Ano	População	Urbana	Rural
t_0 1991	P_0	20091	6226
t_1 2000	P_1	25519	5745
t_2 2010	P_2	32458	5296

Fonte: Adaptado de PNUD; Ipea; FJP, 2013

As projeções foram feitas para os dados censitários desagregados em população urbana e rural e em seguida somados para obter a população do município como um todo. No caso da projeção por regressão linear, obteve-se a equação da relação dos dados censitários 1995 até 2017 e com ela foram calculadas as projeções.

O horizonte de projeção é de 20 anos, iniciando em 2020 e finalizando em 2040. Os resultados das projeções dos dados agregados e desagregados estão dispostos na Figura 2.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	15 de 190

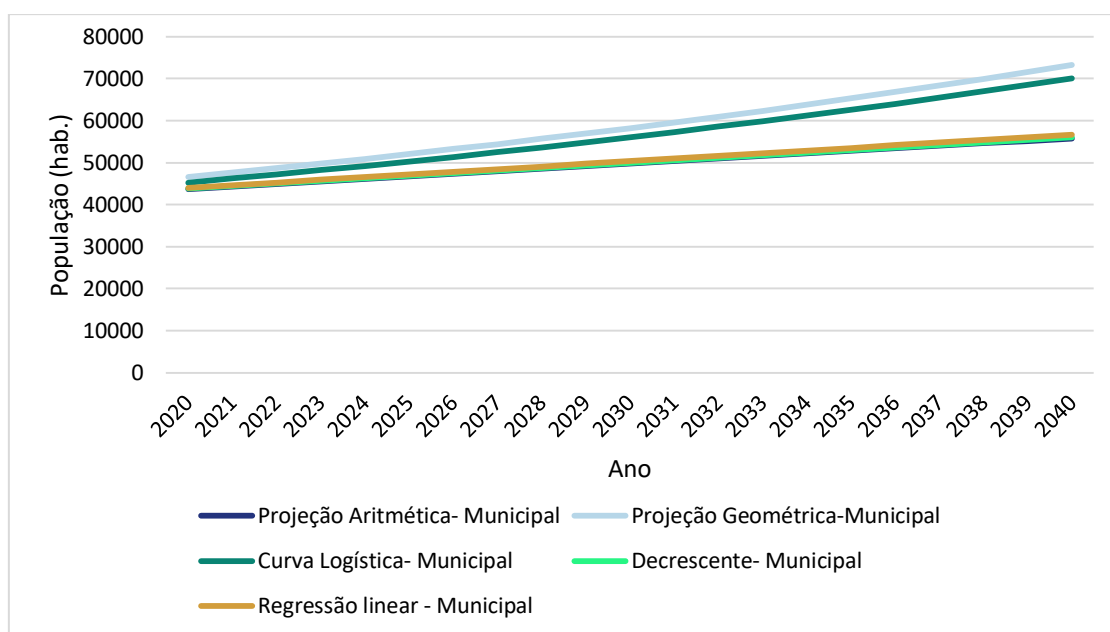


Figura 2 - Projeções populacionais para Santa Rita do Sapucaí

Fonte: Próprios autores, 2019

As projeções aritmética, decrescente e regressão linear apresentaram taxas de crescimento e população final do plano muito baixas, de modo que não acompanham as taxas de crescimento registradas pela prefeitura advindas das instalações de empresas e hospitais na cidade, logo foram descartadas.

Entre a projeção geométrica e a curva logística, ambas apresentam resultados mais elevados, porém optou-se pela segunda pois apresenta uma população final que se adequa as expectativas de crescimento econômico e expansão imobiliária do município.

As projeções para as populações urbana, rural e municipal, utilizando a metodologia da curva logística, encontram-se na Figura 3.

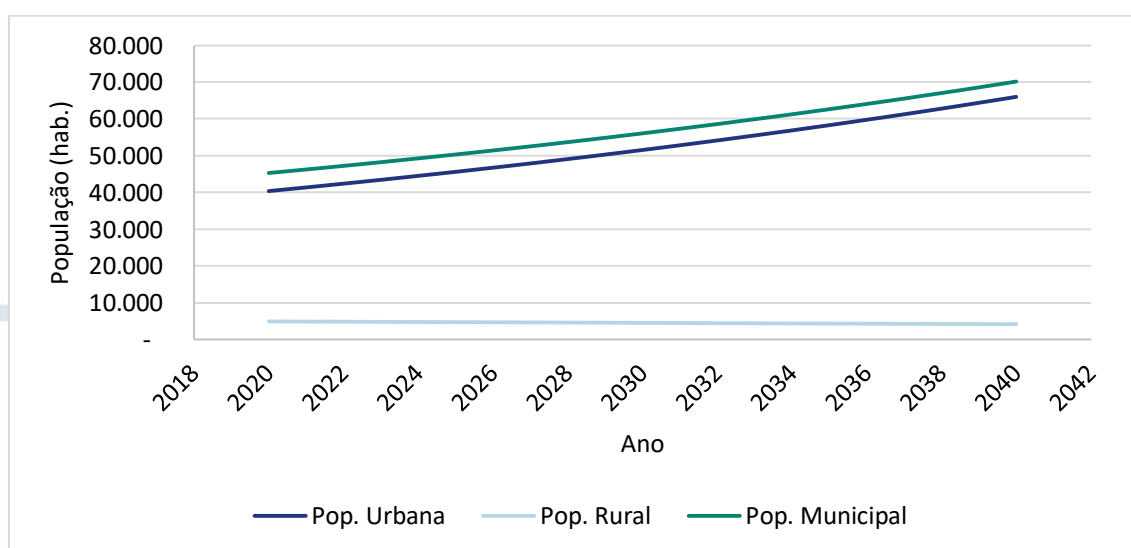


Figura 3 - Projeções para população de Santa Rita do Sapucaí para o horizonte de 20 anos

Fonte: Próprios autores, 2019



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	16 de 190

Segundo Brito (2010), definir uma margem de erro aceitável em uma projeção populacional não é uma tarefa clara e, às vezes, pode parecer subjetiva. No entanto, diversas características como tamanho da população, taxa de crescimento populacional, horizonte de projeção, entre outras, influenciam na definição de um percentual mínimo de erro.

No Brasil, os métodos de projeção populacional para pequenos municípios considerados de boa precisão têm sido aqueles em que mais da metade dos municípios apresentam um erro médio percentual entre o valor projetado e o valor observado entre -10% e 10% (JARDIM, 1995; WALDVOGEL, 1997; WALDVOGEL; CAPASSI, 1998 *apud* BRITO, 2010). Contudo, para uma pequena população, um erro de 10% pode ser aceitável, enquanto para uma grande população não. Levando isso em consideração, e o valor final da população para o município, adotou-se uma margem de erro de 5% para mais e para menos na projeção realizada na curva logística.

Os valores obtidos pela projeção logística e a +5% e a -5% desta projeção foram definidos como mais provável, pessimista e otimista, respectivamente, para fins de definição de cenários. Estes valores estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Cenários para projeção populacional (em habitantes) de Santa Rita de Sapucaí para o horizonte de projeto de 20 anos

Anos	Urbana			Rural			Municipal		
	Mais provável	Otimista	Pessimista	Mais provável	Otimista	Pessimista	Mais provável	Otimista	Pessimista
2020	40.363	38.345	42.381	4.918	4.672	5.164	45.281	43.017	47.545
2021	41.356	39.288	43.424	4.878	4.634	5.122	46.234	43.922	48.546
2022	42.376	40.257	44.495	4.837	4.595	5.079	47.213	44.852	49.574
2023	43.421	41.250	45.592	4.798	4.558	5.038	48.219	45.808	50.630
2024	44.493	42.268	46.718	4.758	4.520	4.996	49.251	46.788	51.714
2025	45.592	43.312	47.872	4.719	4.483	4.955	50.311	47.795	52.827
2026	46.720	44.384	49.056	4.680	4.446	4.914	51.400	48.830	53.970
2027	47.877	45.483	50.271	4.641	4.409	4.873	52.518	49.892	55.144
2028	49.064	46.611	51.517	4.602	4.372	4.832	53.666	50.983	56.349
2029	50.282	47.768	52.796	4.564	4.336	4.792	54.846	52.104	57.588
2030	51.532	48.955	54.109	4.526	4.300	4.752	56.058	53.255	58.861
2031	52.813	50.172	55.454	4.489	4.265	4.713	57.302	54.437	60.167
2032	54.129	51.423	56.835	4.451	4.228	4.674	58.580	55.651	61.509
2033	55.479	52.705	58.253	4.414	4.193	4.635	59.893	56.898	62.888
2034	56.864	54.021	59.707	4.377	4.158	4.596	61.241	58.179	64.303
2035	58.286	55.372	61.200	4.341	4.124	4.558	62.627	59.496	65.758
2036	59.745	56.758	62.732	4.305	4.090	4.520	64.050	60.848	67.253
2037	61.242	58.180	64.304	4.269	4.056	4.482	65.511	62.235	68.787



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	17 de 190

Anos	Mais provável	Urbana		Mais provável	Rural		Mais provável	Municipal	
		Otimista	Pessimista		Otimista	Pessimista		Otimista	Pessimista
2038	62.780	59.641	65.919	4.233	4.021	4.445	67.013	63.662	70.364
2039	64.358	61.140	67.576	4.197	3.987	4.407	68.555	65.127	71.983
2040	65.978	62.679	69.277	4.162	3.954	4.370	70.140	66.633	73.647

Fonte: Próprios autores, 2019

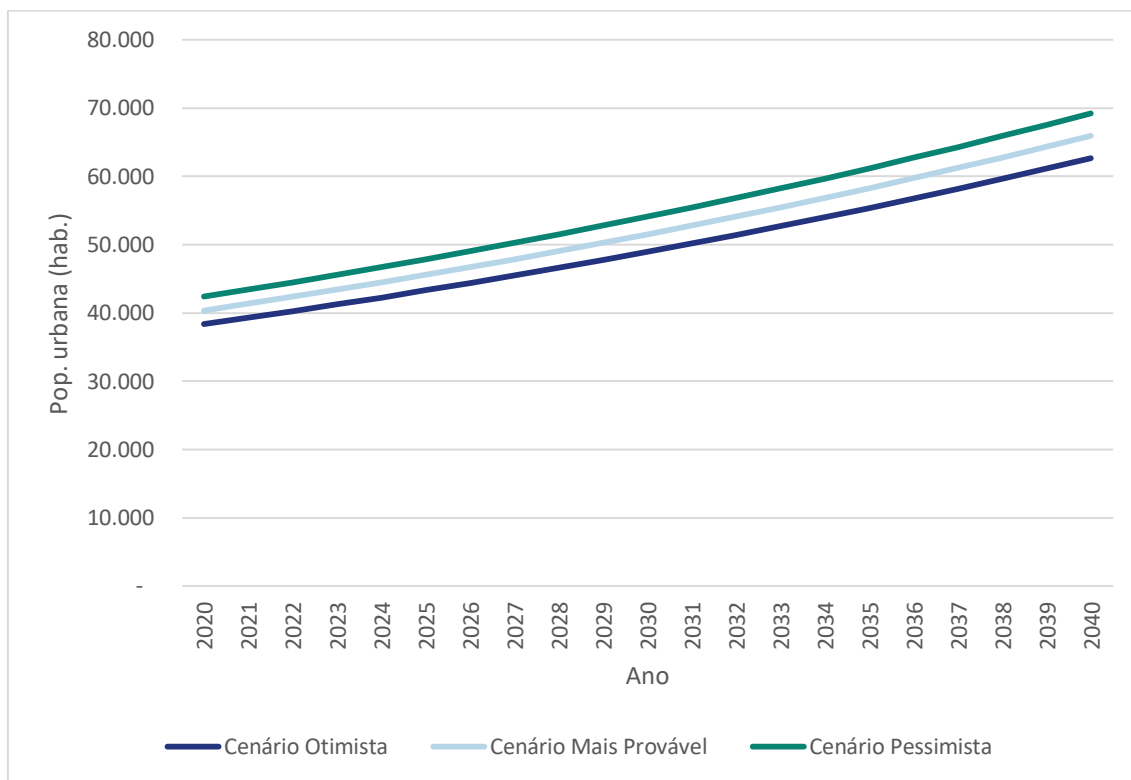


Figura 4 – Possíveis cenários para a projeção da população urbana de Santa Rita do Sapucaí

Fonte: Próprios autores, 2019



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	18 de 190

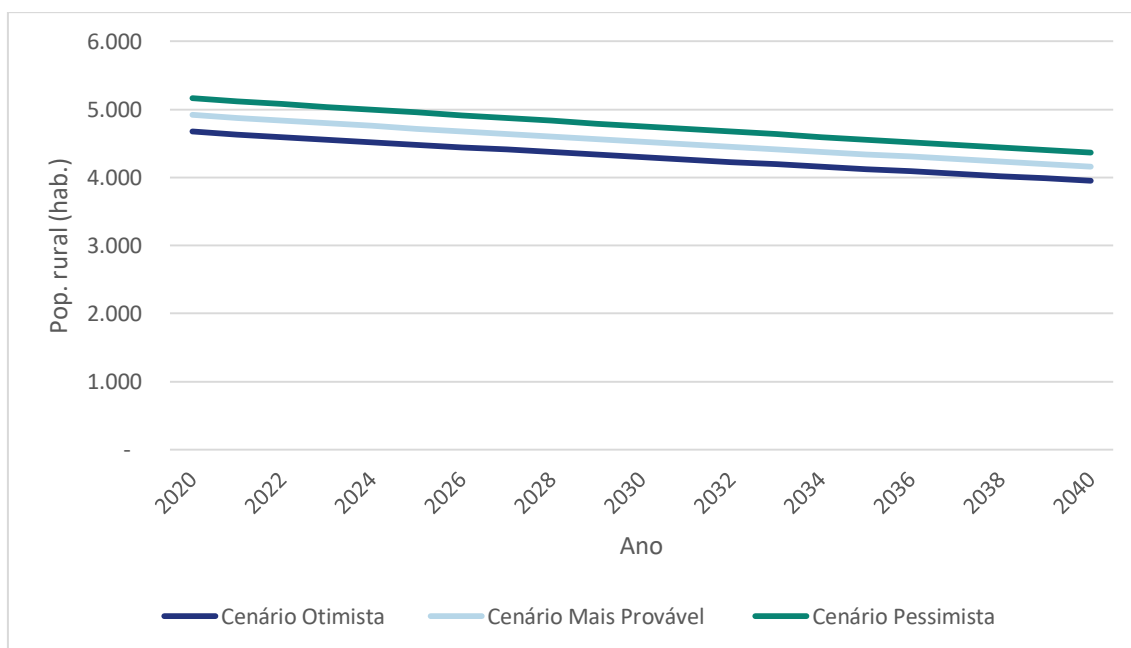


Figura 5 - Possíveis cenários para a projeção da população rural de Santa Rita do Sapucaí

Fonte: Próprios autores, 2019

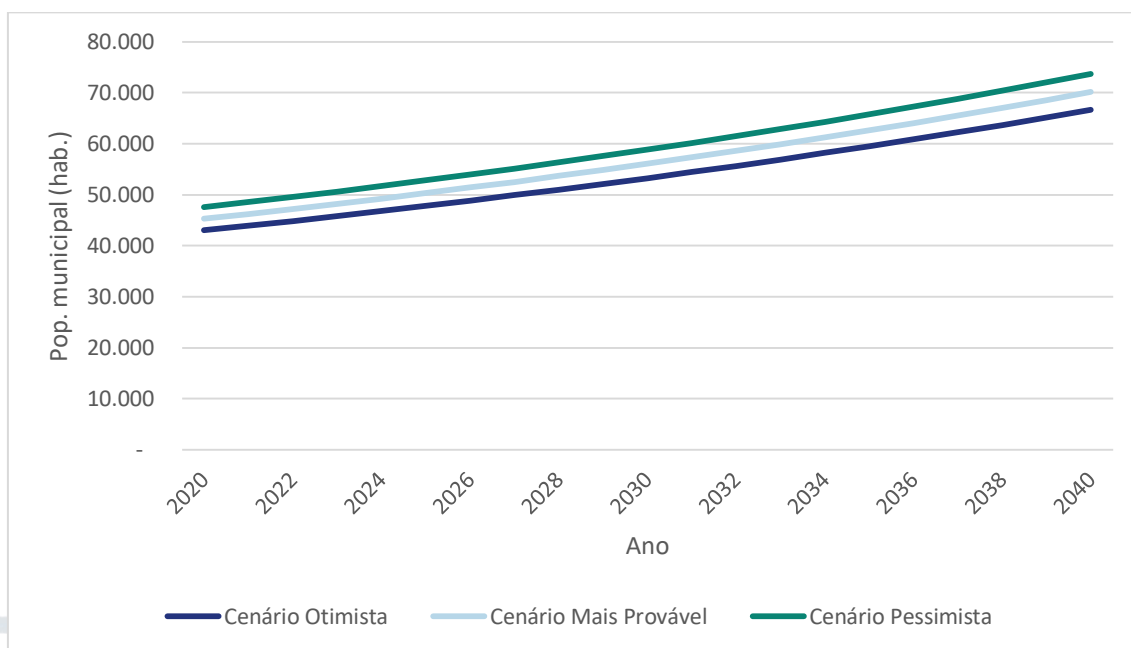


Figura 6 - Possíveis cenários para a projeção da população municipal de Santa Rita do Sapucaí

Fonte: Próprios autores, 2019



PLANO MUNICIPAL
DE SANEAMENTO BÁSICO
SANTA RITA DO SAPUCAÍ-MG
O VALE DA ELETRÔNICA

CAPÍTULO 4

CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA A GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO



4 CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA A GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

O estudo de cenários auxilia a construção da ponte entre o diagnóstico dos principais problemas identificados e a proposição das soluções para resolver estes problemas, onde essas soluções serão apresentadas por meio de programas, projeto e ações no Produto 5. Portanto, servirá para ajustar o planejamento dos serviços de saneamento básico a fim de torná-lo mais estratégico, coerente e adequado às necessidades do município em estudo a partir de uma visão mais ampla que contempla os aspectos do ambiente externo e interno.

O estudo do cenário de referência para a gestão dos serviços de saneamento básico foi baseado no quadro proposto no Termo de Referência para Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, da Funasa (BRASIL, 2018), e nele são identificadas condicionantes e o comportamento de cada uma delas, segundo algumas hipóteses pré-definidas, em três dimensões: a nacional, a estadual e a local. A partir desse alicerce, o GT Executivo analisou cada condicionante e fez suas escolhas para definir o cenário de referência. A Tabela 4 apresenta os resultados do cenário de referência no município de Santa Rita do Sapucaí, onde a hipótese contornada em vermelho representa a resposta para determinada condicionante.

Tabela 4 - Cenário de Referência para a Gestão dos Serviços de Saneamento Básico em Santa Rita do Sapucaí

D	Condicionantes	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Nacional	DO ESTADO BRASILEIRO EM GERAL Natureza política e econômica desse Estado			
	Tipo de relação federativa instituída	Bom nível de cooperação e fomento a sistemas nacionais	Bom nível de cooperação sem fomento a sistemas nacionais	Precária atuação descentralizada da União
	DA ATUAÇÃO DO ESTADO BRASILEIRO NO SANEAMENTO BÁSICO Nível de obediência à legislação vigente			
Estadual	Desenvolvimento do setor: consórcios públicos, capacitação, tecnologias apropriadas	Fomento nos 3 tipos de ações	Fomento em pelo menos 1 ação	Nenhum fomento
	DO GOVERNO ESTADUAL Da atuação do governo estadual no setor			
	Organização do setor em nível estadual, por meio de elaboração de programas, planos, projetos e estudos, observada e respeitada a titularidade municipal	Satisfatória	Regular	Insuficiente
	Nível de cooperação e de apoio ao município por meio de ações estruturantes: capacitação, assistência	Bom	Regular	Deficiente



D	Condicionantes	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
	técnica, desenvolvimento institucional e tecnológico			
	Nível de aplicação de recursos financeiros no setor, observada a legislação vigente	Adequado às necessidades	Regular	Insuficiente
Local	DO PODER PÚBLICO MUNICIPAL			
	Natureza política do Executivo Municipal/Política Pública			
	Participação Social	Consolidada	Em construção	Inexistente
	Atuação do poder público local na economia do município	Satisfatória	Regular	Deficiente
	Capacidade de gestão econômica da Prefeitura	Capacidade de investimentos e reposição	Capacidade apenas de reposição	Deficitária para investimentos e reposição
	Relação com o Poder Legislativo Municipal	Positiva consolidada	Positiva em construção	Inexistente
	DA ATUAÇÃO DO PODER PÚBLICO MUNICIPAL NO SETOR			
	Capacidade de gestão dos serviços de saneamento básico			
	Capacidade de Planejamento Participativo e Integrado	Consolidada	Em construção	Deficiente
	Nível de Regulação Pública e de Fiscalização dos serviços (existência e atendimento à legislação/integralidade)	Pleno	Parcial	Insuficiente
	Capacidade de Prestação dos Serviços (qualidade e aplicação aos 4 componentes)	Satisfatória (boa e atende aos 4 componentes)	Regular (não atende a pelo menos 1)	Deficiente (precária para os 4)
	Exercício do Controle Social	Consolidado/Instituído	Em construção	Inexistente
	Iniciativa Público-Privada	Boa	Regular	Deficiente

Fonte: Adaptado de BRASIL, 2018

De acordo com o GT Executivo, não há cooperação entre o município e a União e nenhum fomento no desenvolvimento do setor de saneamento básico a nível federal.

Em nível estadual, também não há nenhuma organização do setor por meio de programas, projetos e estudos, e o nível de cooperação e de apoio ao município por meio de ações estruturantes é deficiente, já que constatou-se que na área de Meio Ambiente da prefeitura não há nenhuma ação em relação a esse setor, sendo que apenas a COPASA, concessionária responsável pelo tratamento e abastecimento de água e pela coleta e tratamento de esgoto do município, que conta com algumas ações e programas, como o Programa Pró-Mananciais. Além disso, comentou-se que há capacitações voltadas para o saneamento e editais para concorrer a recursos no setor, porém há falha na divulgação dessas informações aos interessados tanto pelo Estado como pela própria prefeitura, e geralmente os prazos dos editais são muito curtos.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	22 de 190

Em relação ao nível de aplicação de recursos financeiros, não há conhecimento total sobre isso, sendo considerado insuficiente, pois se conhece apenas os recursos recebidos nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento, de responsabilidade da COPASA, e os recursos referentes aos sistemas de resíduos sólidos e drenagem urbana, de responsabilidade da prefeitura, são desconhecidos pela equipe do GT Executivo que estava presente.

Em nível municipal, há alguns conselhos que atuam como participação social, mas é algo ainda em construção, pois há conselhos que só fazem o mínimo da parte burocrática. A prefeitura atua de forma satisfatória na economia do município, pois parece estar sempre se articulando com os fazendeiros e empresários e, na medida do possível, os projetos são realizados.

A capacidade de gestão econômica da prefeitura é deficitária para investimentos e reposição, pois ela não arrecada o suficiente, trabalhando sempre no zero a zero. Já a relação com o Poder Legislativo Municipal é consolidada dentro do que é possível fazer, pois quando foi preciso, área de Meio Ambiente da prefeitura foi atendida rapidamente. Como foi no caso da necessidade de pleitear a verba federal de resíduos sólidos, na qual já havia o plano, mas ainda não tinham a lei. Assim, o legislativo colaborou, acelerando a burocracia e aprovando rapidamente esta lei.

Em relação a capacidade de gestão dos serviços de saneamento básico, definiu-se como deficiente a capacidade de planejamento participativo e integrado, porém não é formalizado, pois ainda há muita burocracia para a resolução de problemas o que não se adequa a urgência de muitos destes. Sempre há a comunicação entre o responsável pela drenagem urbana e a COPASA, e um aciona o outro quando a situação está crítica, trabalhando de forma reativa, ou seja, trabalham sempre tentando resolver os problemas que vão surgindo, e não de forma a prevenir esses problemas. Assim, foi sugerido a criação de um canal de comunicação mais formal, porém que não fosse tão demorado e complexo, se adequando a urgência do assunto.

Discutiu-se também a quantidade de funcionários, que é insuficiente, sendo que nem todos são capacitados e há muito serviço a ser realizado. Sugeriu-se que deveria ter uma equipe para emergências e uma outra para cumprir as atividades cotidianas de acordo com o cronograma. Comentou-se ainda que falta estrutura entre as secretarias, as atribuições de cargo e para as capacitações e materiais necessários ao trabalho, visto que há contratações de pessoal, mas estas são feitas de acordo com as secretarias que a gestão municipal dá maior prioridade.

Dessa forma, concluiu-se ainda que o nível de regulação pública e de fiscalização dos serviços se dá de forma insuficiente, mas muitos têm vontade de fazer o trabalho da maneira correta e de maneira mais definida. É preciso melhorar a articulação entre a gestão e funcionários, e as normas para fiscalização, principalmente as relacionadas ao saneamento básico, que são escassas.

A capacidade de prestação dos serviços foi colocada como regular, visto que o sistema de drenagem urbana já foi melhorado, mas ainda não está perto de ser satisfatório, pois tem muita demanda e pouco pessoal para trabalhar.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	23 de 190

Já o exercício de controle social está em construção, pois a quantidade de presentes na primeira rodada de audiência referente ao Plano Municipal de Saneamento Básico de Santa Rita do Sapucaí foi considerável, sendo um número maior que ocorreu em outras audiências, e houve questionamentos interessantes. Portanto, uma divulgação maior e mais adequada pode ajudar a aumentar essa participação da população.

Por fim, sugeriu-se a adição da condicionante “Iniciativa Público-Privada”, a qual se refere aos contratos firmados entre os setores público e privado, nos quais este, mediante pagamento, presta determinado serviço àquele, e ela foi considerada como boa.



PLANO MUNICIPAL
DE SANEAMENTO BÁSICO
SANTA RITA DO SAPUCAÍ-MG
O VALE DA ELETRÔNICA

CAPÍTULO 5

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA



5 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

5.1 CENÁRIO ATUAL DE REFERÊNCIA

Neste tópico será apresentado o cenário atual do sistema de abastecimento de água no município de Santa Rita do Sapucaí, com base no diagnóstico realizado no produto 3. Este cenário servirá como link para o presente produto e auxiliará no desenvolvimento dos estudos referentes as projeções de demandas do serviço.

5.1.1 Caracterização do Sistema

Conforme descrito no diagnóstico realizado no produto 3, o sistema de abastecimento de água do município de Santa Rita do Sapucaí é operado pela Copasa. A descrição sucinta do sistema, abrangendo captação, elevação de água bruta, tratamento, elevação de água tratada, reservação e distribuição está descrita na Tabela 5.

Tabela 5 - Características gerais do sistema de abastecimento de água de Santa Rita do Sapucaí

UNIDADE	CARACTERÍSTICA
Manancial/ Captação	Captação superficial no rio Sapucaí, realizada por balsa com uma vazão média de 110 l/s.
Elevação de água bruta	É realizada na estação de alto recalque, cerca de 250 m da captação e 500 m da estação de tratamento de água.
Estação de Tratamento de água	Localizada na área urbana de Santa Rita do Sapucaí, no bairro Jardim Santo Antônio, é do tipo modular e possui laboratório para análise da qualidade da água. Opera cerca de 19h20 tratando uma vazão de 110 l/s. Sua capacidade nominal é de 120 l/s.
Elevação de água tratada	O sistema possui 5 estações elevatórias de água tratada e 3 boosters, distribuídas em pontos estratégicos da cidade para que a água possa chegar nos pontos mais altos e mais distantes
Reservação	O sistema possui 16 reservatórios distribuídos pela cidade, com capacidade total de reservação de 4.400 m ³ .
Rede de distribuição	A rede de distribuição possui cerca de 82,5 km de extensão, com diâmetros variando de 100 a 500 mm, algumas poucas de 32 mm, também em bom estado. Há uma parte que é de ferro fundido, muito antiga, e está em situação crítica.

Além das características gerais do sistema, foram levantados os pontos fortes e fracos do sistema de abastecimento de água do município sendo eles divididos em ambiente interno e externo.

5.1.1.1 Ambiente Interno

No Ambiente Interno (Tabela 6), os panoramas podem ser controlados e dependem de ações diretas da Prefeitura e/ou da COPASA e podem ser resultados das estratégias de atuação. São análises que permitem a realização precisa de sua situação em um nível de detalhes, que possibilita definir as decisões estratégicas a serem tomadas no presente e no futuro.



Tabela 6 – Forças e fraquezas do sistema de abastecimento de água de Santa Rita do Sapucaí

Pontos fortes

Baixa incidência de problemas com a captação de água da COPASA

Vazão outorgada de 304,7 l/s com considerável folga para possíveis expansões do sistema

ETA modular com facilidade para a expansão

Processos rigorosos para a aprovação de sistemas de abastecimento em novos loteamentos, exigindo estudos completos sobre a área loteada e o sistema a ser implantado

Reservatórios em boas condições operacionais

Baixo índice de interrupções na distribuição de água pela COPASA

Baixo índice de doenças vinculada a qualidade da água

Pontos fracos

Falta de uma batimetria atualizada do trecho do rio Sapucaí onde é feita a captação de água

Operação da ETA próxima da capacidade nominal de tratamento

Descarte irregular do lodo gerado nos decantadores e na lavagem dos floculadores e filtros

Alto índice de perdas na distribuição, 34,7%

Tubulações de ferro fundido muito antigas que precisam ser substituídas

Perda do sistema de automatização da operação da rede de distribuição

Reclamações da população acerca da qualidade da água, relacionadas principalmente a cor.

Déficit de 3,8% da população urbana atendida pelo sistema de abastecimento de água, correspondendo a 1.383 habitantes

Número reduzido de funcionários na operação e manutenção do sistema

5.1.1.2 Ambiente Externo

No que se referem aos panoramas da situação dos serviços de abastecimento de água no Ambiente Externo (Tabela 7) serão apresentadas a seguir os pontos fortes (Oportunidades) e pontos fracos (Ameaças).

Ressalta-se que no Ambiente Externo, as mudanças nos panoramas não dependem diretamente de ações da Prefeitura e/ou COPASA. Entretanto, devem ser monitorados com frequência, de forma a aproveitar as oportunidades e evitar as ameaças.

Tabela 7 – Oportunidades e ameaças do sistema de abastecimento de água de Santa Rita do Sapucaí

Oportunidades

Possibilidade de investimentos para melhorias com a aprovação do Plano de Saneamento

Possibilidade de investimento de empreendedores interessados em expandir o sistema de abastecimento para que possa atender aos seus loteamentos

Ameaças

A operação da ETA é paralisada no horário de pico de consumo de energia, 18 às 22 horas, por exigência da CEMIG.

Falta de investimento, por parte da COPASA, para melhorias do sistema de abastecimento



5.1.2 Caracterização dos Serviços

Para avaliar as condições atuais dos serviços de abastecimento de água do município, foram escolhidos quatro indicadores considerados mais relevantes dentre os utilizados no diagnóstico. Estes indicadores possuem séries históricas conforme relação do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e dados fornecidos pela COPASA. Estes indicadores adotados estão relacionados na Tabela 8, juntamente com as informações necessárias para calculá-los.

Tabela 8 – Indicadores utilizados na caracterização do sistema de abastecimento de água de Santa Rita do Sapucaí

Indicador	Informações necessárias	Fórmula
IN009 - Índice de hidrometração (%)	• AG002: Quantidade de ligações ativas de água (lig.) • AG004: Quantidade de ligações ativas de água micromedidas (lig.)	$\frac{AG004}{AG002} \cdot 100$
NRA01 - Consumo médio per capita (l/dia/hab)*	• AG001: População total atendida com abastecimento de água (hab.) • AG020: Volume micromedido nas economias residenciais ativas de água (1000m³/ano)	$\frac{AG020 \cdot \left(\frac{10^6}{365}\right)}{AG001}$
IN023 - Índice de atendimento urbano (%)	• AG026: População urbana atendida com abastecimento de água (hab.) • G06A: População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água (hab.)	$\frac{AG026}{G06a} \cdot 100$
IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	• AG006: Volume de água produzido (1000m³/ano) • AG010: Volume de água consumido (1000m³/ano) • AG024: Volume de serviço (1000m³/ano)	$\frac{AG006 - AG010 - AG024}{AG006 - AG024} \cdot 100$

*Indicadores criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Fonte: SNIS, 2018

A avaliação por indicadores permite a identificação de pontos de atenção, bem como o acompanhamento da evolução do desempenho do sistema ao longo dos anos. A Tabela 9 apresenta o objetivo e a importância de cada indicador escolhido.



Tabela 9 – Objetivos e importância dos indicadores utilizados

Indicador	Objetivo	Importância
IN009 - Índice de hidrometração (%)	Avaliar quantas das ligações de água possuem micromedição	A micromedição é de extrema importância para a gestão do serviço de abastecimento uma vez que permite quantificar o volume consumido pela população e analisar o aumento ou diminuição deste ao longo dos anos, além de permitir a determinação do volume de perdas na distribuição
NRA01 - Consumo médio <i>per capita</i> (l/dia/hab)*	Avaliar o consumo médio por habitante	Este indicador traça o perfil de consumo da população atendida pelo sistema, considerando apenas economias residenciais, auxiliando no processo de gestão e planejamento de possíveis expansões do sistema de abastecimento
IN023 - Índice de atendimento urbano (%)	Avaliar quanto da população urbana é atendida pelos serviços de abastecimento de água	O contrato de concessão firmado entre a prefeitura municipal e a concessionária de serviço de abastecimento define qual a área de atuação, consequentemente a população pertencente a esta área deve ser atendida. Este indicador auxilia na mensuração do atendimento da concessionária, subsidiando possíveis cobranças.
IN049 - Índice de perdas na distribuição (%)	Avaliar o volume de perdas na distribuição em relação ao volume distribuído	Todos os sistemas de abastecimento de água possuem perdas na distribuição. Cabe ao prestador e a prefeitura municipal monitorar este volume de perdas a fim de reduzi-lo o máximo possível.

*Indicadores criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Fonte: Adaptado de SNIS, 2018

A Tabela 10 apresenta os valores atuais para os indicadores adotados.

Tabela 10 – Valores dos indicadores adotados na avaliação do sistema de abastecimento de água de Santa Rita do Sapucaí

Indicador	Valor	Avaliação	Fonte
IN009 - Índice de hidrometração (%)	99,9	Adequado	COPASA, 2019
NRA01 - Consumo médio <i>per capita</i> (l/dia/hab)*	113,31	Satisfatório	SNIS, 2018
IN023 - Índice de atendimento urbano (%)	96,75	Inadequado	SNIS, 2018
IN0049 - Índice de perdas na distribuição (%)	36,67	Inadequado	SNIS, 2018

*Indicadores criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Pelos valores dispostos na Tabela 10, verifica-se:

- **IN009 - Índice de hidrometração:** a maioria das ligações de água no sistema possuem micromedição;
- **NRA01 - Consumo médio *per capita*:** De acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde), uma pessoa necessita de um consumo mínimo de 110 litros de água por dia – essa medida supostamente seria suficiente para um indivíduo saciar a sede, cuidar apropriadamente da higiene e preparar os alimentos. Mesmo apresentando um consumo médio *per capita* abaixo da média mineira, que é de 137,5 l/dia/hab, o consumo do município está um pouco acima do valor médio estabelecido pela OMS.
- **IN023 - Índice de atendimento urbano:** O valor de 96,75% para este indicador aponta um *déficit* de 3,25%, aparentemente baixo na cobertura do sistema de abastecimento de água, mas que corresponde a uma população de 1.383 habitantes dentro da área urbana.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	29 de 190

- **IN0049 - Índice de perdas na distribuição:** Este indicador aponta o alto índice de perdas no sistema, 36,67%, podendo estar relacionado a perdas na distribuição, hidrômetros descalibrado, fraudes nas ligações etc.

5.2 DEMANDA DO SERVIÇO

5.2.1 Construção dos cenários

Na Tabela 11 é apresentada a série histórica disponível dos dados necessários para calcular os indicadores, apresentados no tópico 5.1.2, relacionados à medição dos serviços de abastecimento de água. A Tabela 12 apresenta o resultado dos indicadores para cada ano da série histórica.

Tabela 11 - Série histórica de dados referentes à produção e medição dos serviços de abastecimento de água em Santa Rita do Sapucaí

Ano de Ref.	G06A - População urbana residente do(s) município(s) com abastecimento de água	AG001 - População total atendida com abastecimento de água	AG002 - Quantidade de ligações ativas de água	AG004 - Quantidade de ligações ativas de água micromedidas	AG006 - Volume de água produzido (1000m³/ano)
2018	36.754	35.558	13.723	13.721	2.791,39
2017	36.387	35.003	13.376	13.375	2.711,37
2016	36.010	34.547	13.008	13.007	2.667,26
2015	35.614	34.152	12.671	12.669	2.657,95
2014	35.198	35.198	12.374	12.373	2.777,11
2013	34.763	34.763	11.978	11.978	2.691,42
2012	33.301	33.301	11.664	11.663	2.639,30
2011	32.887	32.887	11.252	11.252	2.680,51
2010	32.458	32.458	10.906	10.904	2.483,51
2009	30.645	33.779	10.507	10.507	2.209,66
2008	30.284	32.785	10.181	10.180	2.301,78
2007	29.031	31.993	9.900	9.899	2.343,02
2006	28.503	30.756	9.445	9.434	2.210,80
2005	28.049	29.693	9.030	9.023	2.319,70
Ano de Ref.	AG010 - Volume de água consumido (1000m³/ano)	AG020 - Volume micromedido nas economias residenciais ativas de água (1000m³/ano)	AG024 - Volume de serviço (1000m³/ano)	AG026 - População urbana atendida com abastecimento de água	Vazão industrial (1000m³/ano)
2018	1.753,88	1.470,61	13,96	35.558	283
2017	1.756,02	1.473	13,56	35.003	283
2016	1.739,42	1.460	13,34	34.547	279
2015	1.700,71	1.414	13,29	34.152	286
2014	1.834,46	1.524	13,89	35.198	310
2013	1.873,56	1.557	13,46	34.763	316
2012	1.867,01	1.561	13,2	33.301	306
2011	1.819,06	1.519	13,4	32.887	300
2010	1.745,55	1.452	12,42	32.458	294
2009	1.674,15	1.391	11,05	33.779	283
2008	1.669,71	1.365	11,51	32.785	305
2007	1.754,97	1.402	11,72	31.993	353
2006	1.662,80	1.351	11,1	30.756	312
2005	1.582,30	1.294	11,59	29.693	289

Fonte: Adaptado de SNIS, 2018



Tabela 12 - Indicadores calculados com base na série histórica

Ano	Índice de hidrometração (%)	Consumo médio per capita (l/dia/hab)	Índice de atendimento urbano (%)	Índice de perdas na distribuição (%)
2018	99,99	113,31	96,75	36,67
2017	99,99	115,31	96,20	34,73
2016	99,99	115,80	95,94	34,29
2015	99,98	113,46	95,89	35,51
2014	99,99	118,62	100,00	33,44
2013	100,00	122,73	100,00	29,89
2012	99,99	128,42	100,00	28,76
2011	100,00	126,52	100,00	31,64
2010	99,98	122,52	100,00	29,21
2009	100,00	112,82	110,23	23,73
2008	99,99	114,03	108,26	26,96
2007	99,99	120,06	110,20	24,60
2006	99,88	120,30	107,90	24,29
2005	99,92	119,35	105,86	31,29

Fonte: Adaptado de SNIS, 2018

A vazão industrial foi calculada subtraindo o volume micromedido nas economias residenciais ativas de água do volume de água consumido.

De acordo com a metodologia apresentada, e tendo em vista os indicadores definidos, a seguir serão apresentadas as possíveis relações entre os indicadores e as hipóteses plausíveis para a construção dos cenários alternativos de demanda pelos serviços de abastecimento de água.

As hipóteses foram construídas com base na série histórica de dados apresentadas acima, onde analisou-se a tendência de crescimento ou decréscimo dos indicadores e, a partir disso, definiu-se as metas de cada um e qual o período que levaria para elas serem atingidas. A Tabela 13 apresenta todas as hipóteses definidas para cada indicador.

Tabela 13 - Indicadores e hipóteses dos serviços de abastecimento de água

Indicador	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Índice de hidrometração (%)	Elevar para 100%	Manter o índice	-
Consumo médio per capita (l/dia/hab)	Reduzir para 110 L em 3 anos	Reduzir para 110 L em 12 anos	Reduzir para 110 L em 20 anos
Índice de atendimento urbano (%)	Aumentar para 100% em 3 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Índice de perdas na distribuição (%)	Diminuir para 15% em 3 anos	Diminuir para 15% em 12 anos	Diminuir para 15% em 20 anos

Fonte: Próprios autores, 2019

Como o índice de hidrometração já apresenta um valor muito alto e próximo ao ideal, considerou-se como hipóteses elevar para 100% ou manter o índice. Já as hipóteses do



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	31 de 190

consumo médio *per capita* foram elaboradas com base no determinado pela Organização das Nações Unidas (CNM, 2018), a qual fala que 110 litros de água por dia é suficiente para atender as necessidades básicas de uma pessoa. Assim, variou-se o tempo necessário para atingir essa meta entre as hipóteses.

Quanto ao índice de atendimento urbano e o índice médio de perdas na distribuição, também se variou o tempo necessário para atingir a meta entre as hipóteses. No caso do primeiro, o objetivo é de atingir 100% de atendimento urbano. No segundo, a meta para a redução das perdas foi estabelecida para 15%, considerando o potencial de redução do sistema.

A projeção da vazão industrial foi feita com base na relação desta com a vazão consumida, já que esta última é composta pela soma do volume micromedido nas economias residenciais ativas de água, do volume industrial e do volume estimado nas economias sem hidrômetro. Para o município de Santa Rita do Sapucaí, essa relação ficou em torno de 16% nos últimos anos. Assim, a partir do volume micromedido nas economias residenciais ativas de água calculado com base na população urbana e no consumo *per capita* projetado, encontrou-se a vazão industrial.

Para se determinar a produção necessária, leva-se em conta os valores médios de vazão (demanda), pois o consumo de água não é constante, logo, o volume distribuído também não. Há picos durante determinadas horas do dia, assim como em determinados períodos do ano, portanto, sempre haverá um dia onde o volume consumido será maior que os demais. Para solucionar esta demanda, utiliza-se um coeficiente que quantifica a relação entre esse dia de maior consumo diário e o consumo médio, gerando assim o “coeficiente do dia de maior consumo”, dito K1. O valor usualmente adotado no Brasil é de 1,20. Ele é utilizado para o dimensionamento de todas as unidades componentes do sistema de abastecimento de água que antecedem o reservatório de distribuição, como a captação, adutoras, elevatórias de água bruta e tratada e estações de tratamento de água.

Ao longo há diferentes valores de vazões horária, mas há uma determinada hora do dia em que a vazão de consumo será máxima. O consumo é maior nos horários de refeições e menores no início da madrugada. Para solucionar esta demanda, utiliza-se o “coeficiente da hora de maior consumo”, dito K2, que é a relação entre o máximo consumo horário verificado no dia de maior consumo e o consumo médio horário do dia de maior consumo. O valor usualmente adotado no Brasil é de 1,50 e ele é usado apenas no cálculo da rede de distribuição.

Além disso, apresenta-se em cada cenário a capacidade atual de tratamento de água da ETA de Santa Rita do Sapucaí para fins de comparação com a demanda projetada. E também a capacidade do reservatório, que é calculada de acordo com a relação de Frühling a qual diz que “os reservatórios de distribuição devem ter capacidade suficiente para armazenar o terço do consumo diário correspondente aos setores por eles abastecidos” (AZEVEDO NETTO, 1998). No caso do presente estudo, o valor calculado corresponde ao volume total de todos os reservatórios do sistema.

A partir destes dados foram elaborados três cenários para o sistema de abastecimento de água em Santa Rita do Sapucaí, variando desde o cenário mais otimista, passando por um cenário mais provável e finalizando no mais pessimista.

5.2.1.1 Cenário 1

Para o cenário 1 foi considerada a elevação do índice de hidrometração para 100% e do índice de atendimento urbano de 96,75% para 100% em até 3 anos, bem como a redução das perdas na rede de distribuição de água, de 36,67% para 15% em até 12 anos, demonstrando um reflexo de investimento, tanto na universalização do serviço à população, quanto na melhoria dos componentes do sistema de distribuição de água.

Quanto ao consumo per capita, para o cenário 1 foi estabelecida uma redução desta variável em até 3 anos, considerando a sensibilização da população no tocante ao uso racional dos recursos hídricos. A Tabela 14 apresenta as hipóteses definidas para cada indicador no cenário 1, o qual foi considerado como otimista.

Tabela 14 - Indicadores e hipóteses dos serviços de abastecimento de água para o cenário 1

Indicador	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Índice de hidrometração (%)	Elevar para 100%	Manter o índice	-
Consumo médio per capita (l/dia/hab)	Reduzir para 110 L em 3 anos	Reduzir para 110 L em 12 anos	Reduzir para 110 L em 20 anos
Índice de atendimento urbano (%)	Aumentar para 100% em 3 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Índice de perdas na distribuição (%)	Diminuir para 15% em 3 anos	Diminuir para 15% em 12 anos	Diminuir para 15% em 20 anos

Fonte: Próprios autores, 2019

1

As metas estabelecidas para este cenário e que levam em consideração os quatro indicadores no horizonte de planejamento de 20 anos do PMSB são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 - Metas estabelecidas para cada indicador no cenário 1

Indicadores	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
	2023	2028	2032	2040
Índice de hidrometração (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
Consumo médio per capita (l/dia/hab)	110,00	110,00	110,00	110,00
Índice de atendimento urbano (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
Índice de perdas na distribuição (%)	28,80	21,06	15,00	5,00

Fonte: Próprios autores, 2019

As tabelas Tabela 16 e Tabela 17 apresentam a variação das demandas conforme os 20 anos do horizonte do PMSB em função dos indicadores pré-estabelecidos para o cenário 1, levando em conta a projeção populacional já apresentada.



Tabela 16 - Produção de água necessária para o horizonte de planejamento - Cenário 1

Ref. Ano	Ano	Pop. Total (hab.)	Pop. Urbana do município (hab.)	Índice de Atendimento Urbano	Pop. Atendida (hab.)	Índice de hidrometração	Consumo per capita (L/hab.dia)	Volume micromedido nas economias residenciais ativas de água (L/s)	Vazão Industrial (L/s)
0	2020	43.017	38.345	98,00%	37.578	99,99%	111,86	48,65	9,27
1	2021	43.922	39.288	98,65%	38.758	99,99%	111,20	49,88	9,50
2	2022	44.852	40.257	99,30%	39.975	99,99%	110,54	51,14	9,74
3	2023	45.808	41.250	100%	41.250	100%	110	52,52	10,00
4	2024	46.788	42.268	100%	42.268	100%	110	53,81	10,25
5	2025	47.795	43.312	100%	43.312	100%	110	55,14	10,50
6	2026	48.830	44.384	100%	44.384	100%	110	56,51	10,76
7	2027	49.892	45.483	100%	45.483	100%	110	57,91	11,03
8	2028	50.983	46.611	100%	46.611	100%	110	59,34	11,30
9	2029	52.104	47.768	100%	47.768	100%	110	60,82	11,58
10	2030	53.255	48.955	100%	48.955	100%	110	62,33	11,87
11	2031	54.437	50.172	100%	50.172	100%	110	63,88	12,17
12	2032	55.651	51.423	100%	51.423	100%	110	65,47	12,47
13	2033	56.898	52.705	100%	52.705	100%	110	67,10	12,78
14	2034	58.179	54.021	100%	54.021	100%	110	68,78	13,10
15	2035	59.496	55.372	100%	55.372	100%	110	70,50	13,43
16	2036	60.848	56.758	100%	56.758	100%	110	72,26	13,76
17	2037	62.235	58.180	100%	58.180	100%	110	74,07	14,11
18	2038	63.662	59.641	100%	59.641	100%	110	75,93	14,46
19	2039	65.127	61.140	100%	61.140	100%	110	77,84	14,83
20	2040	66.633	62.679	100%	62.679	100%	110	79,80	15,20



Tabela 17 - Produção de água necessária para o horizonte de planejamento - Cenário 1 (Continuação)

Ref. Ano	Ano	Demanda doméstica + Industrial (L/s)			Índice de Perdas (%)	Vazão de perdas (L/s)	Demanda total doméstica + Industrial (L/s)			Capacidade atual (l/s)	Capacidade do reservatório (m³)
		Q _{média}	Q _{máx.dia}	Q _{máx.hora}			Q _{média}	Q _{máx.dia}	Q _{máx.hora}		
0	2020	57,92	67,65	96,84	33,44%	19,37	77,29	87,02	116,21	120	2.506
1	2021	59,38	69,36	99,29	31,89%	18,94	78,32	88,30	118,23	120	2.543
2	2022	60,88	71,11	101,80	30,35%	18,48	79,36	89,59	120,27	120	2.580
3	2023	62,52	73,02	104,53	28,80%	18,00	80,53	91,03	122,54	120	2.622
4	2024	64,06	74,83	107,12	27,25%	17,46	81,52	92,28	124,57	120	2.658
5	2025	65,65	76,68	109,76	25,70%	16,87	82,52	93,55	126,63	120	2.694
6	2026	67,27	78,57	112,48	24,15%	16,25	83,52	94,82	128,73	120	2.731
7	2027	68,94	80,52	115,26	22,61%	15,58	84,52	96,10	130,85	120	2.768
8	2028	70,65	82,51	118,12	21,06%	14,88	85,52	97,39	133,00	120	2.805
9	2029	72,40	84,56	121,05	19,51%	14,13	86,53	98,69	135,18	120	2.842
10	2030	74,20	86,66	124,06	17,96%	13,33	87,53	99,99	137,39	120	2.880
11	2031	76,04	88,82	127,15	16,42%	12,48	88,53	101,30	139,63	120	2.917
12	2032	77,94	91,03	130,31	15%	11,69	89,63	102,72	142,00	120	2.958
13	2033	79,88	93,30	133,56	15%	11,98	91,86	105,29	145,55	120	3.032
14	2034	81,88	95,63	136,90	15%	12,28	94,16	107,91	149,18	120	3.108
15	2035	83,92	98,02	140,32	15%	12,59	96,51	110,61	152,91	120	3.186
16	2036	86,03	100,48	143,83	15%	12,90	98,93	113,38	156,74	120	3.265
17	2037	88,18	102,99	147,44	15%	13,23	101,41	116,22	160,66	120	3.347
18	2038	90,40	105,58	151,14	15%	13,56	103,95	119,14	164,70	120	3.431
19	2039	92,67	108,24	154,94	15%	13,90	106,57	122,14	168,84	120	3.517
20	2040	95,00	110,96	158,84	15%	14,25	109,25	125,21	173,09	120	3.606

Fonte: Próprios autores, 2019

Analisando-se a Tabela 16 e Tabela 17, verifica-se que para que este cenário ocorra, deverão ser realizados investimentos em infraestrutura e em educação ambiental, identificados em vista do aumento no atendimento urbano e na implantação de hidrômetros nas economias, e da diminuição no índice de perdas do sistema e do consumo *per capita*. Haverá uma redução de 24,49 l/s na demanda média ao final do horizonte de 20 anos no cenário 1 em relação a um cenário sem alterações dos índices atuais. Este é o cenário otimista, com a melhoria de todas as variáveis em um curto período de tempo.

Para tanto, os investimentos iniciais (imediato, curto e médio prazo) deverão ser altos a fim de verificar as melhores alternativas de atendimento do serviço. Em prazo imediato, a COPASA deverá dispender recursos para a elaboração do estudo, iniciar os trabalhos de fornecimento de água potável nas regiões ainda não beneficiadas e implantar e regular hidrômetros nas economias já atendidas e nas que serão beneficiadas. Em 2023, o serviço de abastecimento de água já atenderá toda a área urbana e junto ao comportamento da população em economizar água, a demanda de água crescerá ao longo do tempo, mas em taxas menores, devido ao aumento da população, como pode-se observar na Figura 7.

Em curto prazo, deverão ser implantadas medidas para reduzir as perdas de água na rede de distribuição. Essa redução de perdas e depois a sua manutenção ao longo dos anos, como pode ser observado na Figura 7, também contribuirá para a o crescimento da demanda de água em taxas menores, pois a sua principal variação se dará em função da população. Além disso, observa-se ainda que a capacidade de tratamento de água da ETA supre a demanda até 2038, sendo que a partir de 2039 é necessária a expansão da estação.

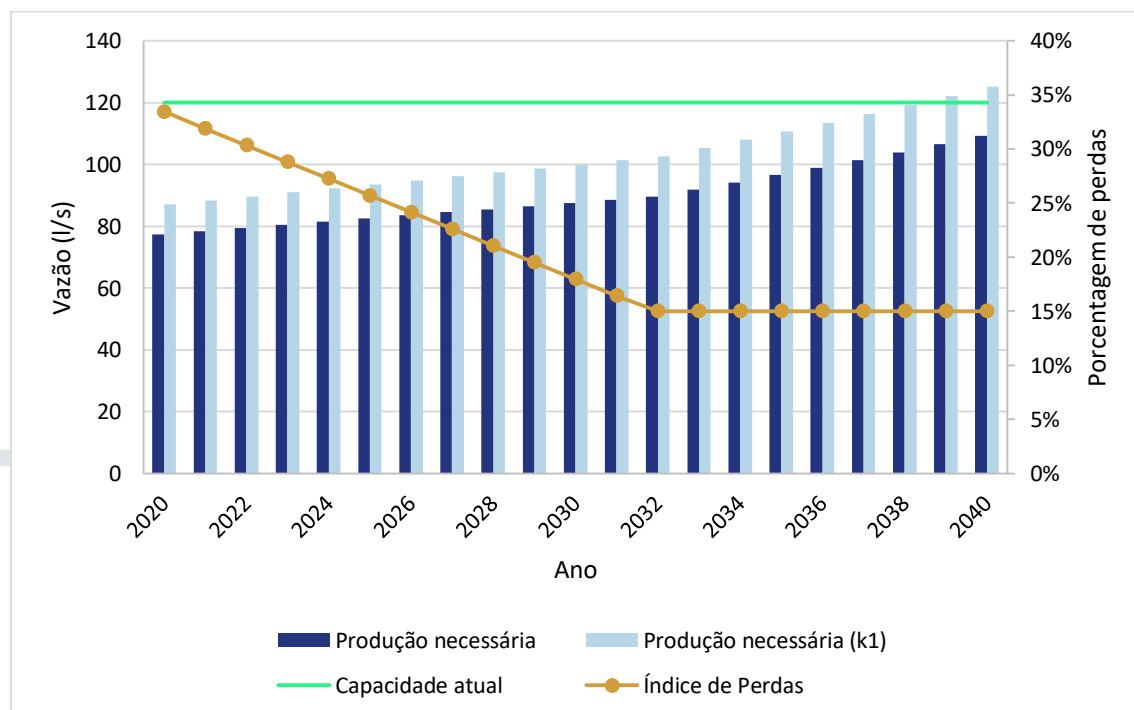


Figura 7 - Variação da produção necessária de água em função das hipóteses definidas para o cenário 1

Fonte: Próprios autores, 2019



Em relação ao volume do reservatório, a capacidade de reserva necessária para atendimento da demanda ao longo do horizonte de planejamento não superou a capacidade atual, de 4.400 m³. O grande volume de reserva atual ocorre devido a topografia da cidade a qual apresenta muitas ondulações, exigindo uma maior quantidade de reservatórios a fim de superar os desníveis do terreno e garantir o abastecimento de água com pressão nas ligações.

5.2.1.2 Cenário 2

Para o cenário 2 foi considerada a elevação do índice de hidrometração para 100% e do índice de atendimento urbano de 96,75% para 100%, bem como a redução das perdas na rede de distribuição de água, de 36,67% para 15%, todos eles em até 12 anos, demonstrando um reflexo de investimento, tanto na universalização do serviço à população, quanto na melhoria dos componentes do sistema de distribuição de água.

Quanto ao consumo per capita, para o cenário 2 foi estabelecida uma redução desta variável em até 12 anos, considerando a sensibilização da população no tocante ao uso racional dos recursos hídricos. A Tabela 18 apresenta as hipóteses definidas para cada indicador no cenário 2, o qual foi considerado como mais provável.

Tabela 18 - Indicadores e hipóteses dos serviços de abastecimento de água para o cenário 2

Indicador	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Índice de hidrometração (%)	Elevar para 100%	Manter o índice	-
Consumo médio per capita (l/dia/hab)	Reduzir para 110 L em 3 anos	Reduzir para 110 L em 12 anos	Reduzir para 110 L em 20 anos
Índice de atendimento urbano (%)	Aumentar para 100% em 3 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Índice de perdas na distribuição (%)	Diminuir para 15% em 3 anos	Diminuir para 15% em 12 anos	Diminuir para 15% em 20 anos

Fonte: Próprios autores, 2019

2

As metas estabelecidas para este cenário e que levam em consideração os quatro indicadores no horizonte de planejamento de 20 anos do PMSB são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 - Metas estabelecidas para cada indicador no cenário 2

Indicadores	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
	2023	2028	2032	2040
Índice de hidrometração (%)	99,90	99,90	100,00	100,00
Consumo médio per capita (l/dia/hab)	112,15	110,97	110,00	110,00
Índice de atendimento urbano (%)	97,83	98,99	100,00	100,00
Índice de perdas na distribuição (%)	28,80	21,06	15,00	15,00

Fonte: Próprios autores, 2019



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	37 de 190

As tabelas Tabela 20 e Tabela 22 apresentam a variação das demandas conforme os 20 anos do horizonte do PMSB em função dos indicadores pré-estabelecidos para o cenário 2, levando em conta a projeção populacional já apresentada.



Tabela 20 - Produção de água necessária para o horizonte de planejamento - Cenário 2

Ref. Ano	Ano	Pop. Total (hab.)	Pop. Urbana do município (hab.)	Índice de Atendimento Urbano	Pop. Atendida (hab.)	Índice de hidrometração	Consumo per capita (L/hab.dia)	Volume micromedido nas economias residenciais ativas de água (L/s)	Vazão Industrial (L/s)
0	2020	45.281	40.363	97,13%	39.205	99,99%	112,86	51,21	9,75
1	2021	46.234	41.356	97,36%	40.266	99,99%	112,63	52,49	10,00
2	2022	47.213	42.376	97,60%	41.357	99,99%	112,39	53,80	10,25
3	2023	48.219	43.421	97,83%	42.478	99,99%	112,15	55,14	10,50
4	2024	49.251	44.493	98,06%	43.630	99,99%	111,92	56,52	10,76
5	2025	50.311	45.592	98,29%	44.814	99,99%	111,68	57,93	11,03
6	2026	51.400	46.720	98,52%	46.031	99,99%	111,44	59,37	11,31
7	2027	52.518	47.877	98,76%	47.282	99,99%	111,21	60,86	11,59
8	2028	53.666	49.064	98,99%	48.568	99,99%	110,97	62,38	11,88
9	2029	54.846	50.282	99,22%	49.890	99,99%	110,73	63,94	12,18
10	2030	56.058	51.532	99,45%	51.250	99,99%	110,50	65,54	12,48
11	2031	57.302	52.813	99,69%	52.647	99,99%	110,26	67,19	12,80
12	2032	58.580	54.129	100%	54.129	100%	110	68,91	13,13
13	2033	59.893	55.479	100%	55.479	100%	110	70,63	13,45
14	2034	61.241	56.864	100%	56.864	100%	110	72,40	13,79
15	2035	62.627	58.286	100%	58.286	100%	110	74,21	14,13
16	2036	64.050	59.745	100%	59.745	100%	110	76,06	14,49
17	2037	65.511	61.242	100%	61.242	100%	110	77,97	14,85
18	2038	67.013	62.780	100%	62.780	100%	110	79,93	15,22
19	2039	68.555	64.358	100%	64.358	100%	110	81,94	15,61
20	2040	70.140	65.978	100%	65.978	100%	110	84,00	16,00



Tabela 21 - Produção de água necessária para o horizonte de planejamento - Cenário 2 (Continuação)

Ref. Ano	Ano	Demanda doméstica + Industrial (L/s)			Índice de Perdas (%)	Vazão de perdas (L/s)	Demanda total doméstica + Industrial (L/s)			Capacidade atual (l/s)	Capacidade do reservatório (m³)
		Q _{média}	Q _{máx.dia}	Q _{máx.hora}			Q _{média}	Q _{máx.dia}	Q _{máx.hora}		
0	2020	60,97	71,21	101,94	33,44%	20,39	81,36	91,60	122,33	120	2.638
1	2021	62,49	72,98	104,48	31,89%	19,93	82,42	92,91	124,41	120	2.676
2	2022	64,04	74,80	107,08	30,35%	19,44	83,48	94,24	126,52	120	2.714
3	2023	65,64	76,67	109,75	28,80%	18,90	84,55	95,57	128,66	120	2.753
4	2024	67,28	78,58	112,49	27,25%	18,33	85,61	96,92	130,83	120	2.791
5	2025	68,96	80,54	115,30	25,70%	17,72	86,68	98,27	133,02	120	2.830
6	2026	70,68	82,56	118,18	24,15%	17,07	87,76	99,63	135,25	120	2.869
7	2027	72,45	84,62	121,14	22,61%	16,38	88,83	101,00	137,51	120	2.909
8	2028	74,26	86,74	124,17	21,06%	15,64	89,90	102,38	139,80	120	2.948
9	2029	76,12	88,91	127,27	19,51%	14,85	90,97	103,76	142,13	120	2.988
10	2030	78,03	91,14	130,46	17,96%	14,02	92,05	105,15	144,48	120	3.028
11	2031	79,98	93,42	133,73	16,42%	13,13	93,11	106,55	146,86	120	3.069
12	2032	82,04	95,82	137,17	15%	12,31	94,35	108,13	149,48	120	3.114
13	2033	84,09	98,21	140,59	15%	12,61	96,70	110,83	153,21	120	3.192
14	2034	86,19	100,67	144,10	15%	12,93	99,11	113,59	157,03	120	3.271
15	2035	88,34	103,18	147,71	15%	13,25	101,59	116,43	160,96	120	3.353
16	2036	90,55	105,77	151,40	15%	13,58	104,14	119,35	164,99	120	3.437
17	2037	92,82	108,42	155,20	15%	13,92	106,74	122,34	169,12	120	3.523
18	2038	95,15	111,14	159,10	15%	14,27	109,43	125,41	173,37	120	3.612
19	2039	97,54	113,93	163,09	15%	14,63	112,18	128,56	177,73	120	3.703
20	2040	100,00	116,80	167,20	15%	15,00	115,00	131,80	182,20	120	3.796

Fonte: Próprios autores, 2019

Analisando-se a Tabela 20 e Tabela 22, verifica-se que neste cenário também deverão ser realizados investimentos em infraestrutura e em educação ambiental, porém a médio prazo. Haverá uma redução de 28,27 l/s na demanda média ao final do horizonte de 20 anos no cenário 2 em relação a um cenário sem alterações dos índices atuais. Este é o cenário mais provável, com a melhoria de todas as variáveis em um pouco mais da metade do horizonte de planejamento.

Para tanto, os investimentos poderão ser progressivos a fim de verificar as melhores alternativas de atendimento do serviço. Em prazo imediato, a COPASA deverá dispor recursos para a elaboração de estudos. Em curto prazo, deverá iniciar os trabalhos de fornecimento de água potável nas regiões ainda não beneficiadas e implantar e regular hidrômetros nas economias já atendidas e nas que serão beneficiadas. Além disso, deverão ser implantadas medidas para reduzir as perdas de água na rede de distribuição. Essa redução de perdas e depois a sua manutenção ao longo dos anos, como pode ser observado na Figura 8, contribuirá para a o crescimento da demanda de água em taxas menores, pois a sua principal variação se dará em função da população.

Em 2032, o serviço de abastecimento de água já atenderá toda a área urbana e junto ao comportamento da população em economizar água, a demanda de água crescerá em taxas menores devido ao aumento da população. Porém, a partir de 2037, a capacidade de tratamento de água da ETA não suprirá a demanda, sendo necessária a sua expansão, como é apresentado na Figura 8.

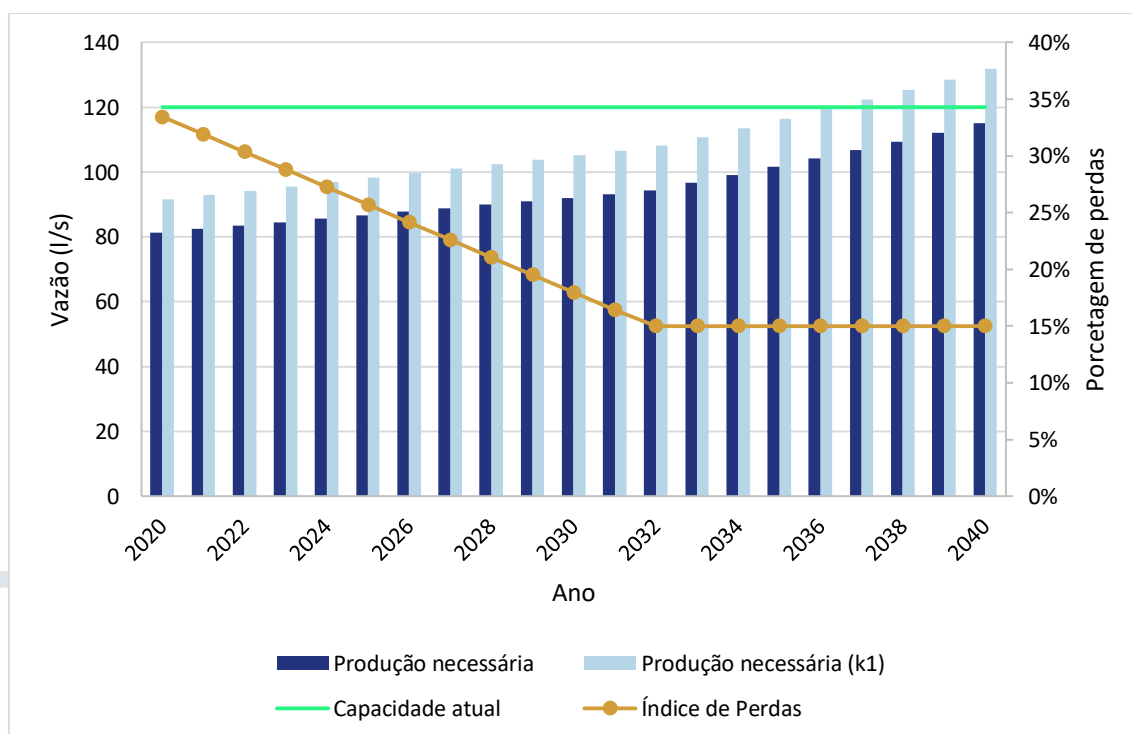


Figura 8 - Variação da produção necessária de água em função das hipóteses definidas para o cenário 2

Fonte: Próprios autores, 2019

Em relação ao volume do reservatório, a capacidade de reserva necessária para atendimento da demanda ao longo do horizonte de planejamento não superou a



capacidade atual, de 4.400 m³. O grande volume de reservação atual ocorre devido a topografia da cidade a qual apresenta muitas ondulações, exigindo uma maior quantidade de reservatórios a fim de superar os desníveis do terreno e garantir o abastecimento de água com pressão nas ligações.

5.2.1.3 Cenário 3

Para o cenário 3 foi considerada a manutenção do índice de hidrometração, a elevação do índice de atendimento urbano de 96,75% para 100% em até 20 anos, bem como a redução das perdas na rede de distribuição de água, de 36,67% para 15%, e do consumo *per capita*, considerando a sensibilização da população no tocante ao uso racional dos recursos hídricos, ambos em até 20 anos. Isso demonstra um reflexo de um considerável investimento a longo prazo, tanto na universalização do serviço à população, quanto na melhoria dos componentes do sistema de distribuição de água.

A Tabela 22 apresenta as hipóteses definidas para cada indicador no cenário 3, o qual foi considerado como mais provável.

Tabela 22 - Indicadores e hipóteses dos serviços de abastecimento de água para o cenário 3

Indicador	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Índice de hidrometração (%)	Elevar para 100%	Manter o índice	-
Consumo médio per capita (l/dia/hab)	Reduzir para 110 L em 3 anos	Reduzir para 110 L em 12 anos	Reduzir para 110 L em 20 anos
Índice de atendimento urbano (%)	Aumentar para 100% em 3 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Índice de perdas na distribuição (%)	Diminuir para 15% em 3 anos	Diminuir para 15% em 12 anos	Diminuir para 15% em 20 anos

Fonte: Próprios autores, 2019

3

As metas estabelecidas para este cenário e que levam em consideração os quatro indicadores no horizonte de planejamento de 20 anos do PMSB são apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 - Metas estabelecidas para cada indicador no cenário 3

Indicadores	Imediato	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Índice de hidrometração (%)	99,99	99,99	99,99	99,99
Consumo médio per capita (l/dia/hab)	112,65	111,90	111,30	110,00
Índice de atendimento urbano (%)	97,44	98,18	98,77	100,00
Índice de perdas na distribuição (%)	31,75	26,82	22,88	15,00

Fonte: Próprios autores, 2019

As tabelas Tabela 24 e Tabela 25 apresentam a variação das demandas conforme os 20 anos do horizonte do PMSB em função dos indicadores pré-estabelecidos para o cenário 3, levando em conta a projeção populacional já apresentada.



Tabela 24 - Produção de água necessária para o horizonte de planejamento - Cenário 3

Ref. Ano	Ano	Pop. Total (hab.)	Pop. Urbana do município (hab.)	Índice de Atendimento Urbano	Pop. Atendida (hab.)	Índice de hidrometração	Consumo per capita (L/hab.dia)	Volume micromedido nas economias residenciais ativas de água (L/s)	Vazão Industrial (L/s)
0	2020	47.545	42.381	96,99%	41.107	99,99%	113,10	53,81	10,25
1	2021	48.546	43.424	97,14%	42.183	99,99%	112,95	55,15	10,50
2	2022	49.574	44.495	97,29%	43.289	99,99%	112,80	56,52	10,77
3	2023	50.630	45.592	97,44%	44.424	99,99%	112,65	57,92	11,03
4	2024	51.714	46.718	97,58%	45.589	99,99%	112,50	59,36	11,31
5	2025	52.827	47.872	97,73%	46.786	99,99%	112,35	60,84	11,59
6	2026	53.970	49.056	97,88%	48.016	99,99%	112,20	62,35	11,88
7	2027	55.144	50.271	98,03%	49.279	99,99%	112,05	63,91	12,17
8	2028	56.349	51.517	98,18%	50.577	99,99%	111,90	65,50	12,48
9	2029	57.588	52.796	98,32%	51.911	99,99%	111,75	67,14	12,79
10	2030	58.861	54.109	98,47%	53.281	99,99%	111,60	68,82	13,11
11	2031	60.167	55.454	98,62%	54.688	99,99%	111,45	70,54	13,44
12	2032	61.509	56.835	98,77%	56.134	99,99%	111,30	72,31	13,77
13	2033	62.888	58.253	98,91%	57.620	99,99%	111,15	74,12	14,12
14	2034	64.303	59.707	99,06%	59.147	99,99%	111,00	75,99	14,47
15	2035	65.758	61.200	99,21%	60.717	99,99%	110,85	77,90	14,84
16	2036	67.253	62.732	99,36%	62.329	99,99%	110,70	79,86	15,21
17	2037	68.787	64.304	99,50%	63.986	99,99%	110,55	81,87	15,59
18	2038	70.364	65.919	99,65%	65.690	99,99%	110,39	83,93	15,99
19	2039	71.983	67.576	99,80%	67.441	99,99%	110,24	86,05	16,39
20	2040	73.647	69.277	100%	69.277	99,99%	110	88,20	16,80



Tabela 25 - Produção de água necessária para o horizonte de planejamento - Cenário 3 (Continuação)

Ref. Ano	Ano	Demanda doméstica + Industrial (L/s)			Índice de Perdas (%)	Vazão de perdas (L/s)	Demanda total doméstica + Industrial (L/s)			Capacidade atual (l/s)	Capacidade do reservatório (m³)
		Q _{média}	Q _{máx.dia}	Q _{máx.hora}			Q _{média}	Q _{máx.dia}	Q _{máx.hora}		
0	2020	64,06	74,82	107,11	34,70%	22,23	86,29	97,05	129,34	120	2.795
1	2021	65,65	76,68	109,77	33,72%	22,13	87,78	98,81	131,90	120	2.846
2	2022	67,28	78,58	112,49	32,73%	22,02	89,30	100,61	134,52	120	2.897
3	2023	68,95	80,54	115,29	31,75%	21,89	90,84	102,43	137,18	120	2.950
4	2024	70,67	82,54	118,16	30,76%	21,74	92,41	104,28	139,89	120	3.003
5	2025	72,43	84,59	121,10	29,78%	21,56	93,99	106,16	142,66	120	3.057
6	2026	74,23	86,70	124,11	28,79%	21,37	95,60	108,07	145,49	120	3.112
7	2027	76,08	88,86	127,21	27,81%	21,15	97,24	110,02	148,36	120	3.169
8	2028	77,98	91,08	130,38	26,82%	20,91	98,90	112,00	151,30	120	3.225
9	2029	79,93	93,36	133,64	25,84%	20,65	100,58	114,01	154,29	120	3.283
10	2030	81,93	95,69	136,99	24,85%	20,36	102,29	116,05	157,34	120	3.342
11	2031	83,98	98,09	140,41	23,87%	20,04	104,02	118,13	160,45	120	3.402
12	2032	86,08	100,55	143,93	22,88%	19,70	105,78	120,24	163,63	120	3.463
13	2033	88,24	103,07	147,54	21,90%	19,32	107,56	122,39	166,86	120	3.525
14	2034	90,46	105,66	151,25	20,91%	18,91	109,37	124,57	170,16	120	3.588
15	2035	92,73	108,31	155,05	19,93%	18,48	111,21	126,79	173,53	120	3.652
16	2036	95,07	111,04	158,95	18,94%	18,01	113,07	129,04	176,96	120	3.716
17	2037	97,46	113,83	162,95	17,96%	17,50	114,96	131,33	180,45	120	3.782
18	2038	99,92	116,71	167,07	16,97%	16,96	116,88	133,66	184,02	120	3.850
19	2039	102,44	119,65	171,29	15,99%	16,38	118,82	136,03	187,66	120	3.918
20	2040	105,00	122,64	175,56	15%	15,75	120,75	138,39	191,31	120	3.986

Fonte: Próprios autores, 2019

Analisando-se a Tabela 24 e Tabela 25, verifica-se que neste cenário deverão ser realizados investimentos a longo prazo em infraestrutura e em educação ambiental de forma progressiva. Haverá uma redução de 29,68 l/s na demanda média ao final do horizonte de 20 anos no cenário 3 em relação a um cenário sem alterações dos índices atuais. Este é o cenário pessimista, com a melhoria da maioria dos índices em um longo período de tempo.

Para tanto, os investimentos deverão ser graduais a fim de verificar as melhores alternativas de atendimento do serviço ao longo do período de planejamento. Em prazo imediato, a COPASA deverá dispender recursos para a elaboração de estudos. Em curto e médio prazos, deverá iniciar os trabalhos de fornecimento de água potável nas regiões ainda não beneficiadas e implantar e regular hidrômetros nas economias que serão beneficiadas. O índice de hidrometração deverá se manter o mesmo conforme há a expansão do atendimento urbano.

Além disso, deverão ser implantadas medidas para reduzir as perdas de água na rede de distribuição, contribuindo para o crescimento da demanda de água em taxas menores, pois a sua principal variação se dará em função da população, como apresentado na Figura 9.

Em 2040, o serviço de abastecimento de água atenderá toda a área urbana e junto ao comportamento da população em economizar água, a demanda de água crescerá em taxas menores devido ao aumento da população. Porém, a partir de 2032, a capacidade de tratamento de água da ETA não supre a demanda, sendo necessária sua expansão, como é apresentado na Figura 9.

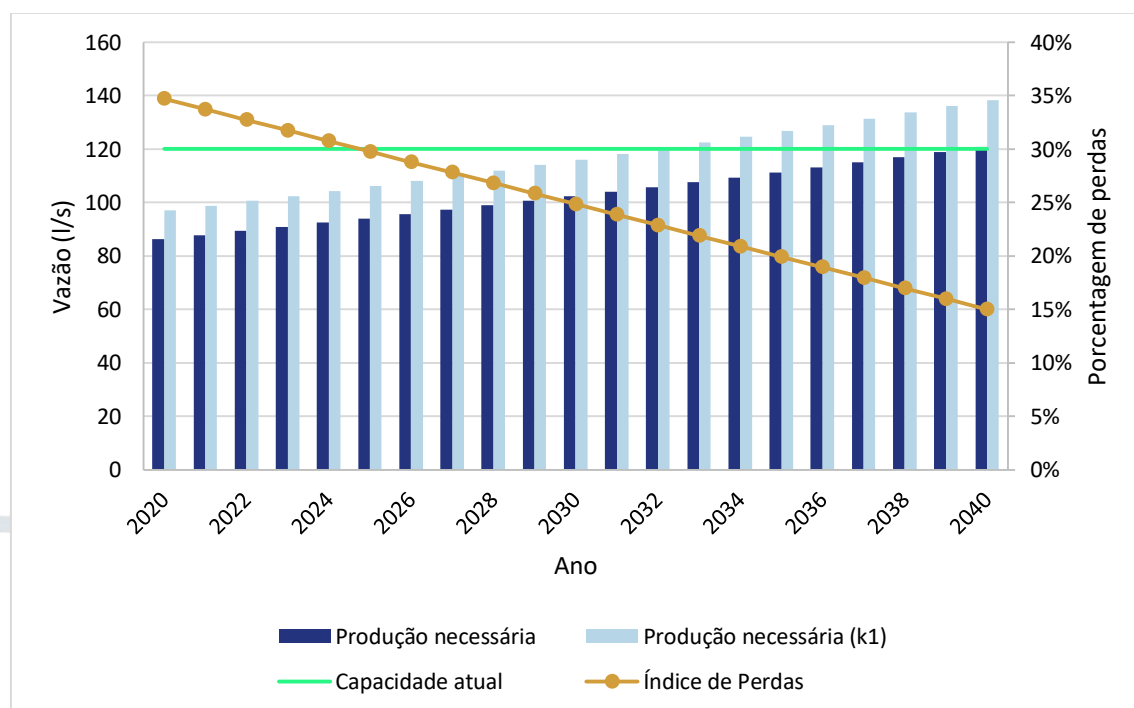


Figura 9 - Variação da produção necessária de água em função das hipóteses definidas para o cenário 3

Fonte: Próprios autores, 2019



Em relação ao volume do reservatório, a capacidade de reserva necessária para atendimento da demanda ao longo do horizonte de planejamento não superou a capacidade atual, de 4.400 m³. O grande volume de reserva atual ocorre devido a topografia da cidade a qual apresenta muitas ondulações, exigindo uma maior quantidade de reservatórios a fim de superar os desníveis do terreno e garantir o abastecimento de água com pressão nas ligações.

5.2.2 Análise comparativa dos cenários

A comparação dos três cenários apresentados tem o objetivo de apresentar o reflexo dos diferentes indicadores e hipóteses estabelecidas para o horizonte de planejamento, analisando as demandas futuras de águas com os objetivos esperados pela Administração Pública e pela população do município para os próximos anos. As Tabela 26 e Tabela 27 apresentam um resumo dos cenários.

Tabela 26 - Resumo dos indicadores conforme os cenários

Indicador	Índice de Hidrometração	Consumo Per Capita	Atendimento Urbano	Índice de Perdas
Cenário 1	Elevação	Redução em 3 anos	Elevação em 3 anos	Redução em 12 anos
Cenário 2	Elevação	Redução em 12 anos	Elevação em 12 anos	Redução em 12 anos
Cenário 3	Manutenção	Redução em 20 anos	Elevação em 20 anos	Redução em 20 anos

Fonte: Próprios autores, 2019

Tabela 27 - Resumo quantitativo dos indicadores conforme os cenários

Indicador	Ano	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Índice de Hidrometração (%)	2020	99,99	99,99	99,99
	2023	100	99,99	99,99
	2028	100	99,99	99,99
	2032	100	100	99,99
	2040	100	100	99,99
Consumo Per Capita (l/dia/hab)	2020	111,86	112,86	113,10
	2023	110	112,15	112,65
	2028	110	110,97	111,90
	2032	110	110	111,30
	2040	110	110	110
Índice de Atendimento Urbano (%)	2020	98,00	97,13	96,99
	2023	100	97,83	97,44
	2028	100	98,99	98,18
	2032	100	100	98,77
	2040	100	100	100
Índice de Perdas na Distribuição (%)	2020	33,44	33,44	34,70
	2023	28,80	28,80	31,75
	2028	21,06	21,06	26,82
	2032	15	15	22,88
	2040	15	15	15

Fonte: Próprios autores, 2019

Abaixo serão apresentadas informações em relação ao que se espera de cada um dos indicadores, conforme anseio da população, realidade da COPASA e previsões da Lei Federal de Saneamento Básico.

- **Índice de atendimento urbano do sistema de abastecimento de água**

Para Santa Rita do Sapucaí esta é uma variável que já está quase atingindo a previsão da universalização da prestação dos serviços: o índice atual é de 96,75% na área urbana. Levando em consideração a situação estipulada pelo marco regulador, a Lei nº 11.445/2007, onde o objetivo é a universalização dos serviços de saneamento básico, não se pode vislumbrar uma queda neste item. Logo, em todos os cenários, esta variável sofreu elevação, chegando ao final com 100% de atendimento.

- **Consumo per capita**

O consumo per capita atual disponibilizado pelo SNIS em Santa Rita do Sapucaí é de 113,31 l/dia/hab. Nos cenários apresentados, foram vislumbrados para este indicador a sua redução em taxas diferentes: em 3 (cenário 1), 12 (cenário 2) e 20 anos (cenário 3). Para que haja uma redução, e sua posterior manutenção, a COPASA deverá realizar programas e ações voltadas para a sensibilização da população em geral, investindo recursos em campanhas, eventos, dentre outras ações de educação ambiental, com o único objetivo de levar informações à população sobre a importância de reduzir o consumo de água, visando sempre evitar problemas futuros. Caso estas ações não sejam realizadas, a elevação do índice poderá ser uma realidade.

O índice per capita de Santa Rita do Sapucaí, comparado a outros municípios similares e aos índices brasileiro e mineiro, está abaixo da média, que gira em torno de 166 e 159 l/dia/hab, respectivamente. Além disso, como já comentado, a ONU diz que 110 l/dia é o suficiente para atender as necessidades básicas de uma pessoa, portanto, Santa Rita do Sapucaí está próxima de atingir o objetivo.

Ressalta-se ainda que, devido principalmente a situação de escassez hídrica que vem assolando o país de forma geral nos últimos anos, o consumo per capita do município diminuiu. A Figura 10 ilustra variações para os três cenários.

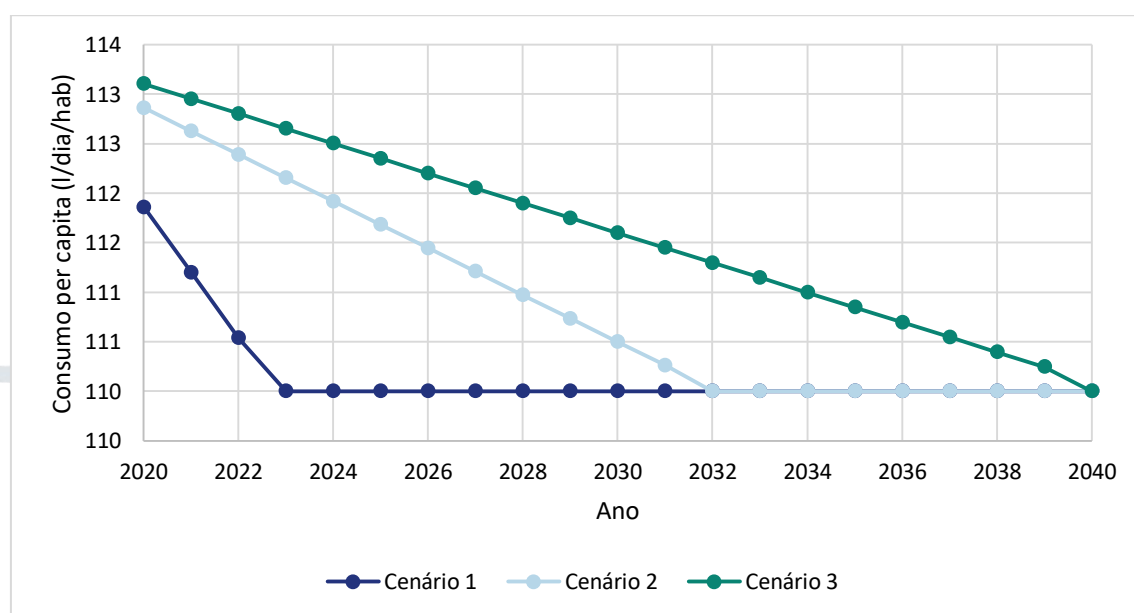


Figura 10 - Comparação entre os cenários para o indicador Consumo Per Capita
Fonte: Próprios autores, 2019

De acordo com o gráfico pode-se perceber que do cenário 1 ao cenário 3, à medida que os anos se passam, o decréscimo do consumo per capita ocorre mais lentamente até atingir o objetivo de 110 l/dia/hab. Em todos os cenários há a mudança de hábito da população e consequentemente, a redução da produção de água, porém em taxas diferentes de redução.

Com a troca e regulação de hidrômetros descalibrados, pode ser que haja um aumento do volume de água micromedido. Dessa forma, o índice de consumo per capita também pode aumentar e cabe a COPASA investir em campanhas de sensibilização para o menor consumo de água.

• Índice de perdas na distribuição

Este indicador traz como informação a quantidade de água produzida que se perde ao longo da rede de distribuição de água. Ou seja, no caso de Santa Rita do Sapucaí, a COPASA tem os custos de captação, produção da água potável para distribuição, distribuição desta água, mas não tem o retorno financeiro das perdas através da tarifação, visto que neste caminho esta água se perde ou é desviada, não havendo assim a medição através dos hidrômetros.

Outro fator é a idade dos hidrômetros, que perdem sua eficiência e precisão ao longo dos anos, podendo medir valores abaixo do real. Assim, eles devem ser sempre calibrados ou trocados conforme se aproximem do final da sua vida útil, contribuindo para a redução das perdas. Atualmente esta perda está em 36,67%, sendo que a tendência é o aumento dessas perdas pela série histórica de dados obtida no SNIS. Esta situação, em se tratando de um sistema de gestão que visa eficiência e redução de custos, é inadmissível. O sistema de abastecimento de água deverá receber manutenção e investimentos para que não haja crescimento deste índice, sendo que o ideal é a diminuição desse. A Figura 11 demonstra a variação do índice de perdas conforme os cenários propostos.

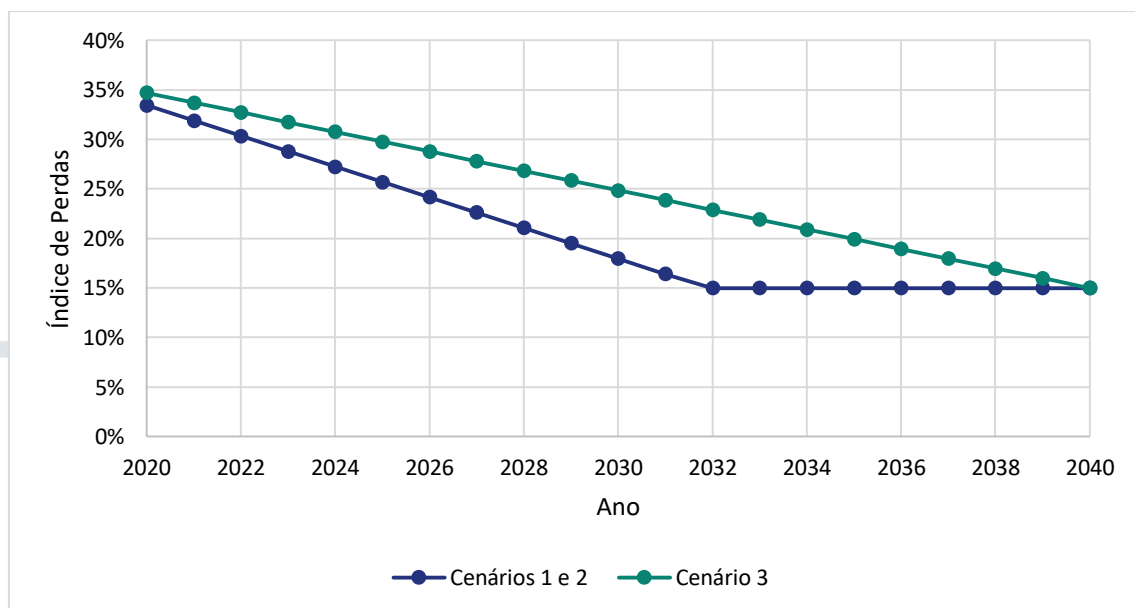


Figura 11 - Comparação entre os cenários para o indicador Índice de Perdas
Fonte: Próprios autores, 2019

Conforme comentado, mesmo a tendência ser o aumento do índice de perdas na distribuição, isto não foi considerado como hipótese, visto que a perda no sistema significa perda de recursos públicos e perda de um bem natural essencial para a manutenção da vida, a água. Portanto, considerou-se a redução do índice em taxas diferentes.

No caso, a hipótese de reduzir as perdas para 15% em 3 anos é desprezada, pois é um período muito curto para algo que demanda planejamento, tempo de execução e investimento. Dessa forma, nos cenários 1 e 2 apresentam uma queda do índice mais rápida que no cenário 3, até atingirem o índice aceitável em médio e longo prazo, respectivamente. Os investimentos e a manutenção no sistema de distribuição de água deverão ocorrer ao longo de todo o horizonte de planejamento.

- **Produção de água necessária para o abastecimento**

Para este item será considerado o valor já com o incremento de k1, pois o sistema deverá estar preparado para esta situação de maior consumo. Portanto, a Figura 12 apresenta as informações para os três cenários do consumo de água para o horizonte de planejamento proposto.

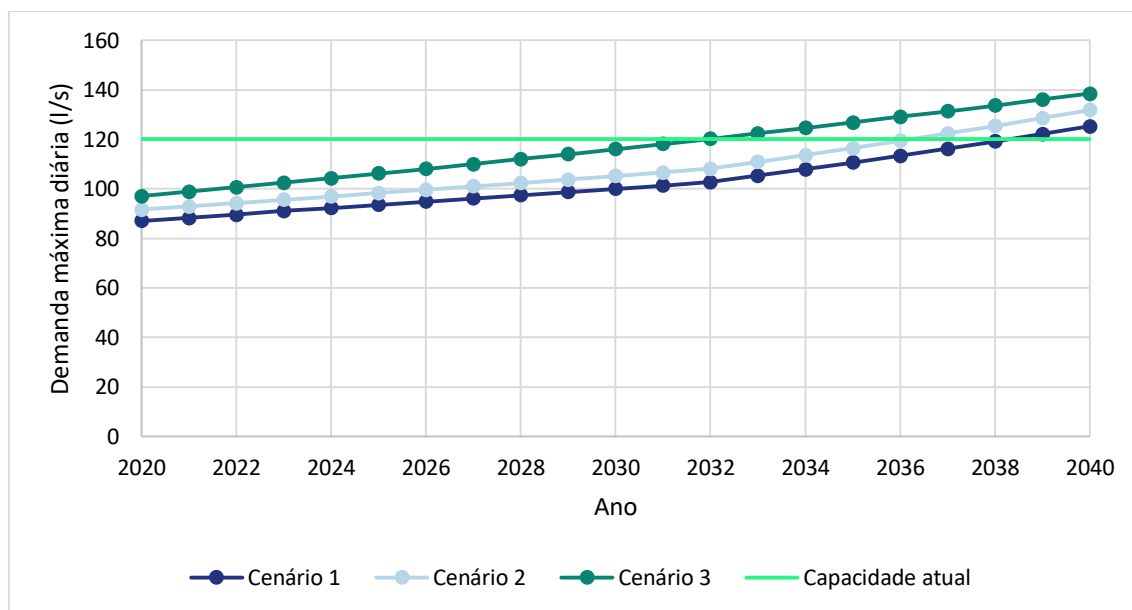


Figura 12 - Produção de água necessária para os 3 cenários com k1
Fonte: Próprios autores, 2019

Observa-se que no cenário 1, onde em todos indicadores foram aplicadas as melhores hipóteses, a produção de água será menor do que nos outros cenários, porém não é um cenário adequado, pois suas metas são muito curtas, necessitando de altos investimentos e rápida execução dos serviços, sem considerar situações emergenciais. Os cenários 2 e 3 são parecidos, porém o cenário 2 apresenta metas mais plausíveis de serem atingidas, o abastecimento de água já atenderá toda a área urbana em meio período de planejamento e há a necessidade de expansão da ETA para suprir a demanda de água apenas no final do horizonte de planejamento. No cenário 3, o atendimento urbano atinge sua totalidade apenas no final do horizonte de planejamento e no meio desse período já há a necessidade de expansão da ETA. No geral, o



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	49 de 190

crescimento da demanda de água se dará principalmente em função do crescimento da população.

Portanto, o cenário 2, considerado como mais provável, indica ser um cenário plausível e executável conforme planejamento da COPASA, e os objetivos da Política Nacional do Saneamento Básico, quando prevê eficiência e efetividade na prestação dos serviços de saneamento básico. Isso significa que a COPASA deverá investir em programas e ações educativas e de sensibilização da população para que não haja aumento do consumo per capita. Além disso, investimentos na manutenção e melhoria do sistema deverão ser realizados ao longo de todo o horizonte de planejamento.

5.3 ESTIMATIVA DA DEMANDA DE SERVIÇOS

Definido o cenário que será seguido no Plano Municipal de Saneamento, juntamente com as metas estabelecidas para a universalização do saneamento básico, realizou-se uma estimativa das melhorias no sistema necessárias para alcançar essas metas. Estas melhorias contemplam medidas estruturantes, aquelas relacionadas a gestão dos serviços, e medidas estruturais, relacionadas a infraestrutura do sistema.

5.3.1 Medidas Estruturantes

No que tange as medidas estruturantes, a COPASA se destaca pelo porte e pela sua estrutura organizacional, proporcionando uma gestão mais robusta. Outro ponto positivo na gestão da COPASA concentra-se no rigoroso processo de aprovação de sistemas de abastecimento para novos loteamentos e/ou condomínios dentro da área de cobertura. Isso faz com que os próprios empreendedores arquem com parte ou total dos gastos com expansões da rede de distribuição.

Apesar da gestão robusta, o grande número de municípios atendidos pela concessionária e a distância entre os diretores da COPASA com os poderes públicos municipais, por vezes implica em processos burocráticos e divergências de interesse, uma vez que as decisões de alocação de recursos para investimentos e melhorias do sistema são tomadas, não pelos encarregados dos sistemas municipais, mas sim pelos diretores regionais, ou gerais.

Outro ponto de atenção é a política de redução de funcionários na operação, manutenção e administração dos sistemas quem vem sendo adotada pela COPASA. Um sistema relativamente complexo como o de Santa Rita necessita de uma equipe mais completa e que tenha dedicação exclusiva. O que não ocorre atualmente, visto o número reduzido de funcionários na operação e manutenção, e a necessidade de o encarregado municipal gerir o sistema de Cachoeira de Minas, cidade vizinha.

Por fim, a perda da automatização do sistema devido ao vencimento do contrato com a empresa que dava suporte ao *software* utilizado, foi de grande retrocesso a gestão do sistema, pois reduziu o controle, e dificultou a operação e identificação de pontos de atenção do sistema.

5.3.2 Medidas estruturais

Quanto as medidas estruturais, verifica-se que dentro do cenário escolhido para que o índice de hidrometração atinja o valor de 100% dentro da meta definida, a COPASA



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	50 de 190

deve investir para que não sejam feitas novas ligações sem hidrometração e que as ligações não hidrometradas sejam gradativamente identificadas e tenham os micromedidores instalados. Essa ação colabora para a redução da estimativa de consumo e contribui para uma gestão mais eficiente do sistema, uma vez que proporciona valores mais precisos.

Quanto ao consumo *per capita* verifica-se que este encontra-se bem próximo do valor estabelecido pela ONS. Apesar do baixo valor, este índice não representa as variações de consumo dentro da população de Santa Rita do Sapucaí, uma vez que, de modo geral, os maiores consumidores são aqueles em situações econômicas mais favoráveis. Sendo assim, os principais alvos de campanhas de educação ambiental para redução de consumo deve ser os maiores consumidores, uma vez que estes apresentam um alto potencial de redução.

O índice de atendimento urbano atual indica um *déficit* de atendimento por parte da COPASA, e está em desacordo com o contrato de concessão o qual estabelece cobertura total da área urbana do município. Como as áreas que não são atendidas pela concessionária provêm de loteamentos irregulares e localizadas na periferia da cidade, a meta estabelecida prevê um atendimento de 100% em até 2032, médio prazo. Contudo para que isso aconteça, os novos loteamentos devem contar com a aprovação da prefeitura e da COPASA, a fim de evitar que este tipo de situação se repita.

Dentre os indicadores utilizados no prognóstico o mais problemático é o alto índice de perdas na distribuição. Essas perdas podem estar associadas a hidrômetros descalibrados, fraudes em ligações e a rede de distribuição da região central que é antiga e de ferro fundido, contendo pontos de vazamento. A meta de redução de 30 para 15% em 12 anos foi estabelecida levando em consideração a potencialidade de redução principalmente quanto a substituição dos hidrômetros descalibrados e identificação de fraudes em ligações. Quanto a substituição da rede antiga, esse é um processo demorado e que demanda um investimento alto, quando comparado com as demais ações. Sendo assim, sugere-se que a substituição seja feita de modo gradativo ao longo do horizonte do plano.

Por fim, verifica-se que a produção de água em todos os cenários necessitará de investimentos para cobrir a demanda da população em determinado momento. Isso implica em investimentos para aumento da capacidade de captação, adução de água bruta, tratamento e adução de água tratada.

A outorga de uso de recursos hídricos expedida pela Agência Nacional de Águas, permite uma retirada de 304,17 l/s durante 12 horas por dia que corresponde em média a 152,02 l/s por dia. Esta vazão é suficiente para atender a população durante todo o período de planejamento nos três cenários propostos. No entanto, a outorga tem validade até 8 de abril de 2028, estando sujeita a redução da vazão outorgada conforme necessidade.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	51 de 190

5.4 CONCLUSÃO

Conforme apresentado nos itens anteriores e no Produto 03, apesar do sistema de abastecimento de água ter sido identificado como o componente mais estruturado e universalizado, ele necessita de intervenções para melhoria no sistema.

Dessa forma, levando em consideração o cenário proposto como o cenário a ser trabalhado, a COPASA deverá estabelecer programas, projetos e ações voltados para a melhoria do sistema existente, principalmente no que diz respeito a trocas de redes antigas, troca e regulação do parque hidrométrico, educação e sensibilização ambiental da população, etc.

Programas voltados para a gestão, controle, manutenção e melhoria do sistema de abastecimento de água também deverão ser instituídos visando sempre à eficiência, eficácia e efetividade da prestação do serviço público, incorporados como rotina na COPASA.

Dessa forma, investimentos financeiros deverão ser realizados no sistema de abastecimento de água como um todo, levados em consideração os programas a serem propostos. Em capítulo específico estes programas serão detalhados e prazos serão estabelecidos para sua realização.

Por fim, vale ressaltar que tanto as medidas estruturais e estruturantes levantadas anteriormente são de responsabilidade da concessionária de abastecimento de água, seja ela a COPASA, ou qualquer outra empresa que caso venha a substituí-la após o fim do contrato de concessão.



PLANO MUNICIPAL
DE SANEAMENTO BÁSICO
SANTA RITA DO SAPUCAÍ-MG
O VALE DA ELETRÔNICA

CAPÍTULO 6 **SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**



6 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

6.1 CENÁRIO ATUAL DE REFERÊNCIA

6.1.1 Caracterização do Sistema

Como descrito no Diagnóstico – Produto 3, o sistema de coleta e tratamento de esgoto de Santa Rita de Sapucaí é operado pela COPASA. Esse sistema possui uma estação de tratamento de esgoto, inaugurada em 2013. O quadro resumo contendo as principais informações sobre o funcionamento do sistema encontra-se disposto na Tabela 28 abaixo.

Tabela 28 – Quadro resumo sistema de esgotamento sanitário de Santa Rita do Sapucaí

UNIDADE	CARACTERÍSTICA
Rede Coletora	A rede coletora possui 116 km de extensão com diâmetros de 100, 150 e 200 mm em tubulações de PVC. Algumas áreas centrais da cidade ainda possuem tubulações de cerâmica, pois são resquícios da antiga rede coletora, da época em que era operada pela prefeitura, antes do contrato de concessão com a COPASA.
Elevação de Esgoto	O sistema de coleta de esgoto é dividido em 8 bacias de esgotamento. Cada uma destas bacias possui uma estação elevatória responsável por recalcar o esgoto coletado até um ponto em que possa ser transportado por gravidade.
Estação de tratamento de esgoto	Localiza-se as margens da BR-459, sentido Pouso Alegre, nas coordenadas 22°14'58,55"S, 45°42'57,48"O, inaugurada em maio de 2013. A ETE opera em tempo integral e todo esgoto coletado é tratado. A capacidade nominal (máxima) desta é de 130 l/s e atualmente, são tratados cerca de 70 l/s.
Corpo receptor	Depois de tratado o esgoto é lançado no rio Sapucaí, cerca de 180 m da estação de tratamento. A mesma possui outorga expedida pela ANA com vazão e carga diária máxima de 129 l/s e 1.015,36 kg DBO/dia, respectivamente.

6.1.1.1 Ambiente Interno

De maneira a caracterizar o cenário atual dos serviços de esgotamento sanitário fez-se uso da ferramenta Análise SWOT, onde são apresentados os pontos fortes e pontos fracos para classificar o ambiente interno e ameaças e oportunidades para classificar o ambiente externo, ambos analisados sob uma perspectiva técnica.

Ao analisar o ambiente interno (Tabela 29), são considerados os fatores que podem ser controlados pela administração do sistema avaliado, no caso o sistema de esgotamento sanitário, de domínio da COPASA.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	54 de 190

Tabela 29 - Forças e fraquezas do sistema de esgotamento sanitário de água de Santa Rita do Sapucaí

Pontos fortes

O sistema de esgotamento sanitário de Santa Rita do Sapucaí é composto por 8 bacias de esgotamento.

A coleta de esgoto da área urbana de Santa Rita do Sapucaí é realizada por rede separadora absoluta.

Verifica-se que 89,97% da população urbana tem serviço de coleta de esgoto.

Os domicílios não conectados à rede coletora já foram notificados pela COPASA sobre a situação de irregularidade.

Cada bacia de esgotamento possui uma estação elevatória de esgoto (EEE) equipada com cesto retentor de sólidos na entrada do poço de sucção e no mínimo dois conjuntos motobomba, um em operação e outro reserva.

Há pequena quantidade de extravasamento de esgoto.

A ETE opera em tempo integral e todo esgoto coletado é tratado. A capacidade nominal (máxima) desta é de 130 l/s e atualmente, são tratados cerca de 70 l/s.

Para minimizar os odores do tratamento preliminar é utilizado peróxido de hidrogênio (H₂O₂) para auxiliar no controle de odores, juntamente com os filtros.

Nos últimos dois anos existe uma tendência de diminuição de reclamações e serviços executados podendo indicar uma possível melhora no funcionamento do sistema de água e esgoto.

Pontos fracos

Um problema recorrente são as ligações clandestinas de águas pluviais. O volume acrescido de água interfere na operação das estações elevatórias e prejudica o tratamento na estação de tratamento de esgoto. Isso ocorre pela mudança causada nas características do esgoto por meio da diluição e carreamento de contaminantes.

O esgoto não coletado é lançado irregularmente nos córregos que cortam a cidade e o rio Sapucaí.

As áreas centrais da cidade ainda possuem tubulações de cerâmica, pois são resquícios da antiga rede coletora.

Cerca de 10% da população da zona urbana não é atendida pela rede.

O lançamento é feito diretamente na margem do rio, sem qualquer estrutura que auxilie na mistura e diluição do esgoto tratado.

Da população total do município, 77,35% é atendida pela coleta e tratamento de esgoto. Apenas a área urbana é atendida pelo serviço, a área rural conta apenas com soluções individuais, quando existentes.

A quantidade de reclamações e solicitações de serviço chega a ser uma vez e meia a quantidade de serviços executados.

A ETE é alvo de inúmeras reclamações devido ao forte odor emitido durante o tratamento do esgoto.

Do ponto de vista técnico, a análise mostrou 9 pontos fortes e 8 pontos fracos no ambiente interno. Os pontos determinados como fortes devem ser mantidos e estimulados, enquanto os pontos considerados como fraquezas devem ser avaliados cuidadosamente de maneira a prever ações que possam corrigi-los.

6.1.1.2 Ambiente Externo

No ambiente externo, através da matriz SWOT, a análise é realizada identificando oportunidades e ameaças no sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário (Tabela 30).



Tabela 30 – Oportunidades e Ameaças do sistema de esgotamento sanitário de água de Santa Rita do Sapucaí

Oportunidades

Os custos de ligação na rede de coleta de esgoto municipal são de responsabilidade dos loteadores dos novos lotes no município.

Ameaças

Não há ligação na rede coletora das residências já notificadas pela situação irregular.

6.1.2 Caracterização dos Serviços

O serviço de esgotamento sanitário de Santa Rita do Sapucaí é de responsabilidade da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), assim como todas as atividades, equipamentos e instalações que constituem o sistema, através de concessão firmada em 4 de abril de 1998. Os serviços de coleta e tratamento de esgoto são fornecidos apenas a zona urbana do município, sendo na zona rural adotadas soluções individuais.

Para avaliar os serviços oferecidos pela COPASA ao município de Santa Rita do Sapucaí foram utilizados indicadores calculados de acordo com informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SNIS, 2017). Esses indicadores têm papel importante no planejamento e gestão do sistema de esgotamento sanitário, pois auxiliam a tomada de decisões visando a melhoria contínua do sistema. Os indicadores definidos para caracterização do sistema de esgotamento sanitário e seus cálculos estão dispostos na Tabela 31 abaixo.

Tabela 31 – Indicadores utilizados na caracterização do sistema de esgotamento sanitário de Santa Rita do Sapucaí

Indicador	Informações necessárias	Fórmula
IN016: Índice de Tratamento de Esgoto (%)	• ES005: Volume de esgoto coletado (1.000 m³/ano) • ES006: Volume de esgoto tratado (1.000 m³/ano)	$\frac{ES006}{ES005} \cdot 100$
IN047: Índice de Atendimento Urbano de Esgoto (%)	• G06B: População urbana residente do município com esgotamento sanitário • ES026: População urbana atendida com esgotamento sanitário (hab.)	$\frac{ES026}{G06B} \cdot 100$
NRE05: Índice de remoção de DBO (%)*	• E02: DBO entrada (mg/l) • E03: DBO saída (mg/l)	$\frac{E02 - E03}{E02} \cdot 100$

*Indicadores criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Fonte: Adaptado de SNIS, 2017

Esses indicadores são essenciais na identificação de pontos de atenção, auxiliando no monitoramento da evolução do desempenho do sistema ao longo dos anos. Cada indicador selecionado possui objetivos e importâncias definidas de acordo com a Tabela 32 abaixo.

Tabela 32 – Objetivos e importância dos indicadores utilizados na caracterização do sistema de esgotamento sanitário

Indicador	Objetivo	Importância
IN016: Índice de Tratamento de Esgoto (%)	Avaliar quanto do esgoto coletado recebe tratamento	A rede de coleta e transporte de esgoto deve direcionar todo o esgoto coletado para um ponto final, no caso a ETE, para que se possa proceder o tratamento adequado antes da destinação final. Este indicador deve auxiliar na avaliação do desempenho da rede. Além de monitorar a efetividade da coleta de esgoto, este indicador também aponta a existência de ligações de água pluvial na rede coletora, uma vez que se o volume de esgoto macromedido na entrada da ETE for maior que o volume de esgoto gerado (cerca de 80% do volume de água consumido), verifica-se então que o volume excedente decorre de ligações irregulares.
IN047: Índice de Atendimento Urbano de Esgoto (%)	Avaliar quanto da população urbana é atendida pelo serviço de esgotamento sanitário	O contrato de concessão firmado entre a prefeitura municipal e a prestadora de serviço de abastecimento define qual a área de atuação, consequentemente a população pertencente a esta área deve ser atendida. Este indicador auxilia na mensuração do atendimento da prestadora, subsidiando possíveis cobranças.
NRE05: Índice de remoção de DBO (%)*	Avaliar a eficácia do tratamento na remoção de matéria orgânica do efluente.	De acordo com a Resolução CONAMA nº430/2011, para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários a DBO _{5,20} deve ser no máximo de 120 mg/l, ou eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor. A outorga emitida pela Agência Nacional de Água permite uma carga máxima de lançamento de 1.015,36 kg DBO/dia a uma vazão de 129,28 l/s. Nestas condições a DBO de lançamento é de 90,9 mg/l

*Indicadores criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Fonte: Adaptado de SNIS, 2017

A Tabela 33 a seguir demonstra os valores atuais para os indicadores selecionados, bem como a avaliação desses em adequado ou inadequado.

Tabela 33 – Valores dos indicadores adotados na avaliação do sistema de esgotamento sanitário de Santa Rita do Sapucaí

Indicador	Valor	Avaliação	Fonte
IN016: Índice de Tratamento de Esgoto (%)	169	Inadequado	SNIS, 2018; COPASA, 2019
IN047: Índice de Atendimento Urbano de Esgoto (%)	91,1	Adequado	SNIS, 2018
NRE05: Índice de remoção de DBO (%)*	84,0	Adequado	ARSAE-MG, 2018

*Indicadores criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

A partir da avaliação dos índices acima dispostos, conclui-se que:

- **IN016: Índice de Tratamento de Esgoto (%):** O valor calculado para este indicador aponta um excedente de no mínimo 69% do volume de esgoto coletado, evidenciando a existência de escoamento de água pluvial para as tubulações da rede coletora.
- **IN047: Índice de Atendimento Urbano de Esgoto (%):** O valor de 91,1% para este indicador aponta um déficit aparentemente baixo na cobertura do sistema



de esgotamento sanitário, 8,9%, mas que correspondendo a uma população de 3.271 habitantes dentro da área urbana.

- **NRE05: Índice de remoção de DBO (%):** o valor obtido pelo relatório da ARSAE-MG é uma média do ano de 2017, no entanto todos os dados mensais desse ano atendem as normas vigentes e contam com remoção de DBO acima de 60%.

6.2 DEMANDA DO SERVIÇO

6.2.1 Construção dos cenários

Para a construção dos cenários foram utilizados os indicadores listados na Tabela 31, analisando-se as tendências de crescimento ou decréscimo ao longo dos anos. As séries históricas das informações e dos indicadores encontram-se nas Tabela 34 e Tabela 35.

Tabela 34 – Série histórica das informações e do índice de atendimento urbano de esgoto

Ano de Referência	G06B - População urbana residente do município com esgotamento sanitário	ES026 - População urbana atendida com esgotamento sanitário	IN047 - Índice de Atendimento Urbano de Esgoto
2018	36.754	33.483	91,10%
2017	36.387	32.736	89,97%
2016	36.010	32.537	90,36%
2015	35.614	32.332	90,78%
2014	35.198	35.198	100,00%
2013	34.763	34.763	100,00%
2012	33.301	33.301	100,00%
2011	32.887	32.887	100,00%
2010	32.458	32.458	100,00%
2009	30.645	32.281	100,00%
2008	30.284	31.218	100,00%
2007	29.031	30.136	100,00%
2006	28.503	29.128	100,00%
2005	28.049	28.288	100,00%
2004	27.591	27.445	99,47%
2003	26.763	26.528	99,12%
2002	26.369	25.914	98,27%
2001	25.952	25.242	97,26%

Fonte: Adaptado de SNIS, 2018



Tabela 35 – Série histórica das informações e do índice de remoção de DBO

Mês	E02: DBO entrada (mg/l)	E03: DBO saída (mg/l)	NRE05: Índice de remoção de DBO*
nov/16	238,3	30,7	87%
jan/17	231	30,1	87%
mar/17	130,3	21,6	83%
mai/17	295,7	45,1	85%
jul/17	418,3	41,6	90%
set/17	223	63,7	71%
nov/17	234,8	34,5	85%
Média	253	38	84%

*Indicadores criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Fonte: Adaptado de ARSAE, 2018

O índice de tratamento de esgoto não possui série histórica, pois considerou-se o valor médio macromedido na entrada da ETE Sapucaí informado pela COPASA (2019) e o valor de esgoto coletado informado pelo SNIS (2018). Optou-se por esses dados pois os valores fornecidos de volume de esgoto tratado pelo SNIS indicavam um índice de tratamento de esgoto de 100%, contradizendo os problemas identificados no sistema durante o diagnóstico, como o vazamento de esgoto no córrego do mosquito sob a ponte localizada na rua Feliciano Teles, e a constatação, por parte dos técnicos da COPASA, do aumento da vazão de esgoto que chega na ETE nos períodos chuvosos. O valor calculado para este indicador é de 169%.

Após a definição dos indicadores foram levantadas as hipóteses para cada um deles. Essas hipóteses servem de base para as projeções e alcance das metas de universalização do saneamento. As hipóteses levantadas para cada indicador estão apresentadas na Tabela 36 a seguir.

Tabela 36 – Variáveis e hipóteses dos serviços de esgotamento sanitário

Variáveis	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Índice de tratamento de esgoto %	Atingir 100% em 8 anos	Atingir 100% em 12 anos	Atingir 100% em 20 anos
Índice de atendimento urbano de esgoto %	Atingir 100% em 3 anos	Atingir 100% em 8 anos	Atingir 100% em 12 anos
Índice de remoção de DBO %	Manter o índice atual	-	-

Fonte: Próprios autores, 2019

O índice de tratamento de esgoto atual apresenta um valor consideravelmente alto devido ao volume de água pluvial que escoar para as tubulações da rede coletora. As hipóteses estabelecidas para este indicador visam atingir um valor de 100% para este índice em tempos diferentes. O valor estipulado tem como objetivo a redução da incidência de água pluvial na rede coletora e o vazamento, ou até mesmo o descarte irregular do esgoto doméstico.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	59 de 190

Pela Tabela 34 verifica-se que o índice de atendimento urbano sofreu uma queda no ano de 2015 e manteve este valor até 2018. As hipóteses estabelecidas visam atingir 100% de atendimento em intervalos de tempo diferentes ao longo do horizonte de planejamento.

Quanto ao índice de remoção de DBO, verifica-se que existe uma pequena oscilação dos valores da Tabela 34, mas todos estão acima de 60%. Para este indicador optou-se por manter a média de 84% como hipótese única.

Para que fosse possível gerar as projeções para o sistema de coleta e tratamento de esgoto de Santa Rita do Sapucaí diversos parâmetros e critérios de dimensionamento foram adotados. Esses dados são comumente adotados em projetos de saneamento básico, sendo definidos de acordo com o exposto:

- Contribuição per capita: tal valor é calculado de acordo com o consumo per capita de água adotado no dimensionamento do sistema de abastecimento de água, multiplicado por um coeficiente de retorno.
- Coeficiente de retorno: valor adotado que representa a porcentagem de água utilizada no abastecimento que retorna a rede coletora em forma de efluente. Esse coeficiente é de 0,8, conforme recomenda a ABNT NBR 9649/86 - Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário.
- Coeficientes de majoração de vazão: estes coeficientes representam a variação no consumo de água da população, de acordo com seus hábitos e variações climáticas. Em casos onde o município não conta com essas informações, adota-se valores de acordo com a ABNT NBR 12211/92 – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água. Para o coeficiente de máxima vazão diária K1, adota-se o valor de 1,2 e para o coeficiente de máxima vazão horária K2, adota-se o valor de 1,5.
- Taxa de contribuição de infiltração: este valor representa a vazão de água subterrânea que infiltra nas redes coletoras, coletores-tronco, interceptores e emissários, seja por meio das juntas, conexões, paredes de poços de visita, pelas estruturas das estações elevatórias ou tubos com defeito. Essa taxa varia de acordo com uma série de condições locais como nível do lençol freático, tipo de subsolo, qualidade de execução da rede, material da tubulação e tipos de juntas e conexões utilizadas. Os valores recomendados para essa taxa, segundo a ABNT NBR 9639/86 – Projeto de redes de esgoto sanitário variam de 0,05 a 1,0 l/s.km. Para o dimensionamento do sistema de Santa Rita do Sapucaí será adotado o valor de 0,2 l/s.km conforme especificações (CIMASAS, 2016).
- Vazão de despejos industriais: essa vazão pode ser obtida pela diferença entre o volume faturado e o volume micromedido de consumo de água municipal. Os dados de vazão industrial para Santa Rita do Sapucaí foram obtidos de acordo com as projeções do sistema de abastecimento de água e corrigidos com um coeficiente de retorno de 0,8, pois as indústrias do município são em grande maioria de tecnologia, não se caracterizando como indústrias hidroativas.
- Estimativa das cargas orgânicas: adotou-se um valor de 54g DBO₅/hab.dia, pois é um valor usualmente utilizado em projetos de saneamento básico (CIMASAS, 2016).

A partir dos indicadores, hipóteses e especificações dos parâmetros de projeto foram elaborados três cenários para o sistema de esgotamento no município de Santa Rita do Sapucaí. Os cenários preveem um cenário otimista, um pessimista e um mais provável. Todos elaborados conforme avaliação das necessidades, expectativas e possibilidades de aplicação.

6.2.1.1 Cenário 1

Considerando um quadro mais favorável para o avanço de condições do saneamento básico, o cenário otimista também considera a viabilidade de um conjunto de ações para a aceleração da universalização do sistema de esgotamento municipal.

O cumprimento das metas estabelecidas prevê um crescimento imediato para o município se for rigoroso. A seguir estão apresentadas as hipóteses referentes ao Cenário 1 na Tabela 37.

Tabela 37 – Variáveis e hipóteses do cenário 1 dos serviços de esgotamento sanitário

Variáveis	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Índice de tratamento de esgoto %	Atingir 100% em 8 anos	Atingir 100% em 12 anos	Atingir 100% em 20 anos
Índice de atendimento urbano de esgoto %	Atingir 100% em 3 anos	Atingir 100% em 8 anos	Atingir 100% em 12 anos
Índice de remoção de DBO %	Manter o índice atual	-	-

Fonte: Próprios autores, 2019



As metas de cada indicador para que se possa alcançar esse cenário são apresentadas na Tabela 38.

Tabela 38 – Metas e prazos para o cenário 1 dos serviços de esgotamento sanitário

Índice / Ano	Imediato 2023	Curto 2028	Médio 2032	Longo 2040
Índice de tratamento de esgoto %	143,1	100	100	100
Índice de atendimento urbano de esgoto %	100	100	100	100
Índice de remoção de DBO %	84	84	84	84

Fonte: Próprios autores, 2019

Fazendo uso destes dados e das metas definidas anteriormente, projetou-se as demandas para o horizonte do plano de vinte anos, em dados de vazão e carga orgânica, conforme Tabela 39 abaixo. Para estas estimativas, trabalhou-se com dados de projeções populacionais e de abastecimento de água (consumo per capita e vazão industrial) do cenário otimista.



Tabela 39 – Projeções das demandas para o Cenário 1 (Otimista)

Ano	Pop. Urbana (hab.)	Índice de atendimento urbano (%)	Pop. Urb. Atendida (hab.)	Contribuição per capita (L/hab.dia)	Contribuição Parcial Doméstico (L/s)			Industrial (L/s)	Extensão da rede (km)	Infiltração (L/s)	Contribuição total Doméstico + Industrial + Infiltração (L/s)			Índice de tratamento (%)	Carga Diária Total (kgDBO/dia)	Carga orgânica de efluente lançada (kgDBO/dia)
					Q média	Q máx.dia	Q máx.hora				Q média	Q máx.dia	Q máx.hora			
2020	43.017	94,7%	40.720	89,5	42,2	50,6	75,9	7,4	116,0	23,2	72,8	81,2	106,5	169%	2.199	352
2021	43.922	96,4%	42.358	89,0	43,6	52,3	78,5	7,6	120,7	24,1	75,3	84,1	110,2	160%	2.287	366
2022	44.852	98,2%	44.054	88,4	45,1	54,1	81,2	7,8	125,5	25,1	78,0	87,0	114,1	152%	2.379	381
2023	45.808	100,0%	45.808	88,0	46,7	56,0	84,0	8,0	130,5	26,1	80,8	90,1	118,1	143%	2.474	396
2024	46.788	100,0%	46.788	88,0	47,7	57,2	85,8	8,2	133,3	26,7	82,5	92,0	120,6	135%	2.527	404
2025	47.795	100,0%	47.795	88,0	48,7	58,4	87,6	8,4	136,2	27,2	84,3	94,1	123,3	126%	2.581	413
2026	48.830	100,0%	48.830	88,0	49,7	59,7	89,5	8,6	139,1	27,8	86,2	96,1	126,0	117%	2.637	422
2027	49.892	100,0%	49.892	88,0	50,8	61,0	91,5	8,8	142,1	28,4	88,1	98,2	128,7	109%	2.694	431
2028	50.983	100,0%	50.983	88,0	51,9	62,3	93,5	9,0	145,2	29,0	90,0	100,4	131,6	100%	2.753	440
2029	52.104	100,0%	52.104	88,0	53,1	63,7	95,5	9,3	148,4	29,7	92,0	102,6	134,5	100%	2.814	450
2030	53.255	100,0%	53.255	88,0	54,2	65,1	97,6	9,5	151,7	30,3	94,1	104,9	137,5	100%	2.876	460
2031	54.437	100,0%	54.437	88,0	55,4	66,5	99,8	9,7	155,1	31,0	96,2	107,3	140,6	100%	2.940	470
2032	55.651	100,0%	55.651	88,0	56,7	68,0	102,0	10,0	158,5	31,7	98,4	109,7	143,7	100%	3.005	481
2033	56.898	100,0%	56.898	88,0	58,0	69,5	104,3	10,2	162,1	32,4	100,6	112,2	147,0	100%	3.073	492
2034	58.179	100,0%	58.179	88,0	59,3	71,1	106,7	10,5	165,8	33,2	102,9	114,7	150,3	100%	3.142	503
2035	59.496	100,0%	59.496	88,0	60,6	72,7	109,1	10,7	169,5	33,9	105,2	117,4	153,7	100%	3.213	514
2036	60.848	100,0%	60.848	88,0	62,0	74,4	111,6	11,0	173,4	34,7	107,7	120,1	157,2	100%	3.286	526
2037	62.235	100,0%	62.235	88,0	63,4	76,1	114,1	11,3	177,3	35,5	110,1	122,8	160,8	100%	3.361	538
2038	63.662	100,0%	63.662	88,0	64,8	77,8	116,7	11,6	181,4	36,3	112,7	125,7	164,6	100%	3.438	550
2039	65.127	100,0%	65.127	88,0	66,3	79,6	119,4	11,9	185,5	37,1	115,3	128,6	168,4	100%	3.517	563
2040	66.633	100,0%	66.633	88,0	67,9	81,4	122,2	12,2	189,8	38,0	118,0	131,6	172,3	100%	3.598	576

Fonte: Próprios autores, 2019

Para pôr em prática este cenário, será exigido um esforço maior por parte de todos os lados envolvidos no processo, tanto a administração local, quanto uma boa articulação do setor público com o privado para obtenção dos recursos necessários.

O índice de tratamento de esgoto possui um valor muito além do ideal. Para este cenário estabeleceu-se que o valor ideal seja atingido em até 8 anos, final do curto prazo. Para tanto será necessário investimentos em identificação e reparo das redes de coleta de esgoto, a fim de reduzir os vazamentos e reduzir a quantidade de ligações de águas pluviais.

Quanto ao índice de atendimento urbano, definiu-se para este cenário que em caráter imediato, até 3 anos, toda a população será atendida por sistema de esgotamento sanitário. Para que isso ocorra, a COPASA, deve investir e/ou cobrar que os loteadores ou das residências que não estão conectados à rede de coleta se conectem.

A eficiência de redução da DBO é indicada pela Nota Técnica CRFEF 55/2017 da ARSAE, que siga a média anual igual ou superior a 70% para o tratamento de esgoto dos sistemas municipais. Portanto, como o índice atualmente atinge o valor de 84%, foi definido que este cenário deve ser manter até o seu horizonte final, pois como possui uma alta estabeleceu-se que ela deve ser mantida.

A evolução dos índices pode ser acompanhada na Figura 13. Por ela verifica-se que para este cenário a capacidade de tratamento de esgoto da ETE será insuficiente após o ano de 2035, considerando que o volume de esgoto coletado nos horários de pico, exigindo que sejam realizados investimentos para a ampliação da estação ou atenuação das vazões máximas.

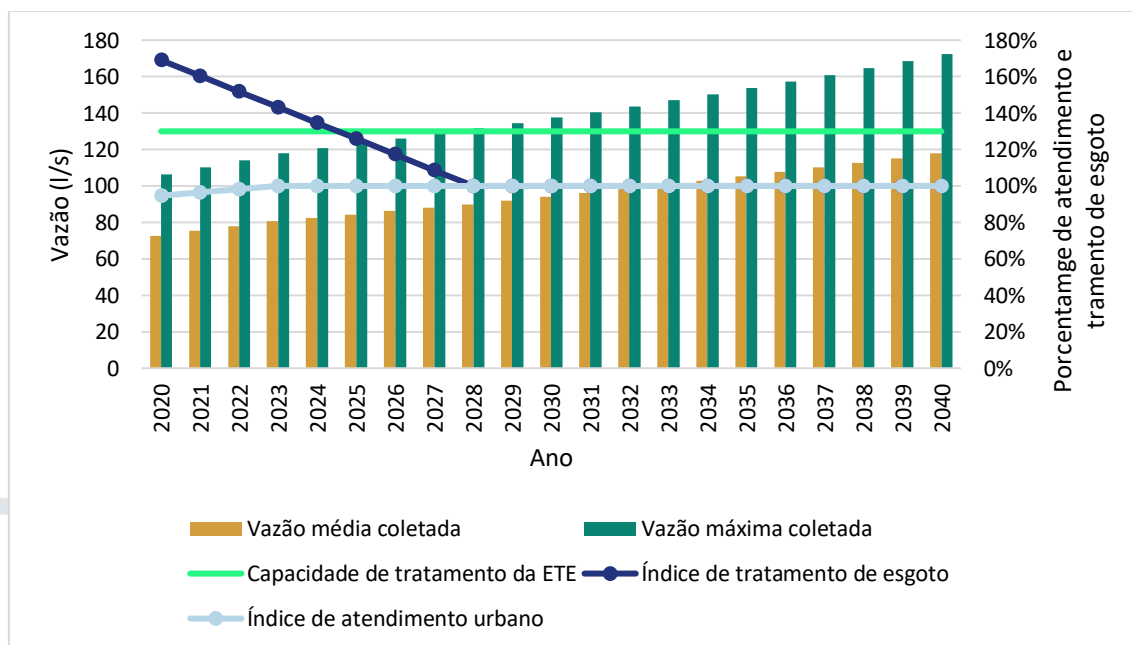


Figura 13 - Variação dos índices ao longo do horizonte de planejamento

Fonte: Próprios autores, 2019

6.2.1.2 Cenário 2

A partir de um quadro intermediário de avanço das condições de saneamento básico, o cenário 2 supõe que o conjunto de ações necessárias para aceleração do sistema de esgotamento não são possíveis de se adotar todas elas. Sendo assim, se não há o cumprimento das metas do cenário 1, já se implica o município ir para o cenário 2.

Para que este cenário seja viável, é necessário que os primeiros anos sejam reservados para a captação de recursos e reorganização municipal para atendimento das demandas. Essas variáveis e hipóteses selecionadas para os serviços de esgotamento sanitário do cenário 2 estão apresentadas na Tabela 40.

Tabela 40 – Variáveis e hipóteses do cenário 2 dos serviços de esgotamento sanitário

Variáveis	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Índice de tratamento de esgoto %	Atingir 100% em 8 anos	Atingir 100% em 12 anos	Atingir 100% em 20 anos
Índice de atendimento urbano de esgoto %	Atingir 100% em 3 anos	Atingir 100% em 6 anos	Atingir 100% em 12 anos
Índice de remoção de DBO %	Mantém o índice atual	-	-

Fonte: Próprios autores, 2019



As metas estabelecidas para cada indicador dentro do cenário 2 são apresentadas na Tabela 41.

Tabela 41 – Metas e prazos para o cenário 2 dos serviços de esgotamento sanitário

Índice / Ano	Imediato 2023	Curto 2028	Médio 2032	Longo 2040
Índice de tratamento de esgoto %	151,8	123	100	100
Índice de atendimento urbano de esgoto %	95,6	100	100	100
Índice de remoção de DBO %	84	84	84	84

Fonte: Próprios autores, 2019

Fazendo uso dos mesmos parâmetros e critérios descritos no cenário 1, projetou-se as demandas do horizonte de projeto de vinte anos em termos de vazão e carga orgânica para o cenário 2, como mostra a Tabela 42, utilizando agora dados de projeções populacionais, consumo per capita, vazão industrial e metas do cenário mais provável.



Tabela 42 – Projeções da Demanda para o Cenário 2 (Mais provável)

Ano	Pop. Urbana (hab.)	Índice de atendimento urbano (%)	Pop. Urb. Atendida (hab.)	Contribuição per capita (L/hab.dia)	Contribuição Parcial Doméstico (L/s)			Industrial (L/s)	Extensão da rede (km)	Infiltração (L/s)	Contribuição total Doméstico + Industrial + Infiltração (L/s)			Índice de tratamento (%)	Carga Diária Total (kgDBO/dia)	Carga orgânica de efluente lançada (kgDBO/dia)
					Q média	Q máx.dia	Q máx.hora				Q média	Q máx.dia	Q máx.hora			
2020	45.281	92,9%	42.057	90,3	44,0	52,7	79,1	7,8	116,0	23,2	75,0	83,7	110,1	169%	2.271	363
2021	46.234	93,8%	43.354	90,1	45,2	54,3	81,4	8,0	123,5	24,7	77,9	87,0	114,1	163%	2.341	375
2022	47.213	94,7%	44.692	89,9	46,5	55,8	83,7	8,2	127,3	25,5	80,2	89,5	117,4	158%	2.413	386
2023	48.219	95,6%	46.073	89,7	47,8	57,4	86,1	8,4	131,3	26,3	82,5	92,1	120,8	152%	2.488	398
2024	49.251	96,4%	47.498	89,5	49,2	59,1	88,6	8,6	135,3	27,1	84,9	94,7	124,3	146%	2.565	410
2025	50.311	97,3%	48.968	89,3	50,6	60,8	91,1	8,8	139,5	27,9	87,4	97,5	127,9	140%	2.644	423
2026	51.400	98,2%	50.485	89,2	52,1	62,5	93,8	9,0	143,8	28,8	89,9	100,3	131,6	135%	2.726	436
2027	52.518	99,1%	52.051	89,0	53,6	64,3	96,5	9,3	148,3	29,7	92,5	103,2	135,4	129%	2.811	450
2028	53.666	100,0%	53.666	88,8	55,1	66,2	99,3	9,5	152,9	30,6	95,2	106,3	139,3	123%	2.898	464
2029	54.846	100,0%	54.846	88,6	56,2	67,5	101,2	9,7	156,3	31,3	97,2	108,5	142,2	117%	2.962	474
2030	56.058	100,0%	56.058	88,4	57,4	68,8	103,2	10,0	159,7	31,9	99,3	110,8	145,2	111%	3.027	484
2031	57.302	100,0%	57.302	88,2	58,5	70,2	105,3	10,2	163,3	32,7	101,4	113,1	148,2	106%	3.094	495
2032	58.580	100,0%	58.580	88,0	59,7	71,6	107,4	10,5	166,9	33,4	103,5	115,5	151,3	100%	3.163	506
2033	59.893	100,0%	59.893	88,0	61,0	73,2	109,8	10,8	170,6	34,1	105,9	118,1	154,7	100%	3.234	517
2034	61.241	100,0%	61.241	88,0	62,4	74,9	112,3	11,0	174,5	34,9	108,3	120,8	158,2	100%	3.307	529
2035	62.627	100,0%	62.627	88,0	63,8	76,5	114,8	11,3	178,4	35,7	110,8	123,5	161,8	100%	3.382	541
2036	64.050	100,0%	64.050	88,0	65,2	78,3	117,4	11,6	182,5	36,5	113,3	126,4	165,5	100%	3.459	553
2037	65.511	100,0%	65.511	88,0	66,7	80,1	120,1	11,9	186,6	37,3	115,9	129,3	169,3	100%	3.538	566
2038	67.013	100,0%	67.013	88,0	68,3	81,9	122,9	12,2	190,9	38,2	118,6	132,3	173,2	100%	3.619	579
2039	68.555	100,0%	68.555	88,0	69,8	83,8	125,7	12,5	195,3	39,1	121,4	135,3	177,2	100%	3.702	592
2040	70.140	100,0%	70.140	88,0	71,4	85,7	128,6	12,8	199,8	40,0	124,2	138,5	181,4	100%	3.788	606

Fonte: Próprios autores, 2019

No cenário 2 considerou-se metas mais próximas da capacidade de execução dos ajustes necessários no sistema de esgotamento sanitário.

O alto índice de tratamento de esgoto demanda um tempo maior para que se possa atingir o seu valor ideal de 100%. Sendo assim, estabeleceu-se uma meta de médio prazo, permitindo que nos primeiros anos sejam realizados estudos, captação de recursos para então realizar as obras necessárias.

Quanto ao índice de atendimento urbano, definiu-se para este cenário uma meta de curto prazo para o atendimento de toda a população. Para que isso ocorra, a COPASA, deve investir e/ou cobrar que os loteadores ou das residências que não estão conectados à rede de coleta se conectem.

A eficiência de redução da DBO é indicada pela Nota Técnica CRFEF 55/2017 da ARSAE, que siga a média anual igual ou superior a 70% para o tratamento de esgoto dos sistemas municipais. Portanto, como o índice atualmente atinge o valor de 84%, foi definido que este cenário deve ser manter até o seu horizonte final, já que já possui uma alta eficiência e quanto maior ela é, mais difícil fica poder aumentar.

A evolução dos índices pode ser acompanhada na Figura 14. Por ela verifica-se que pra este cenário a capacidade de tratamento de esgoto da ETE será insuficiente após o ano de 2033, considerando que o volume de esgoto coletado nos horários de pico, exigindo que sejam realizados investimentos para a ampliação da estação ou atenuação das vazões máximas.

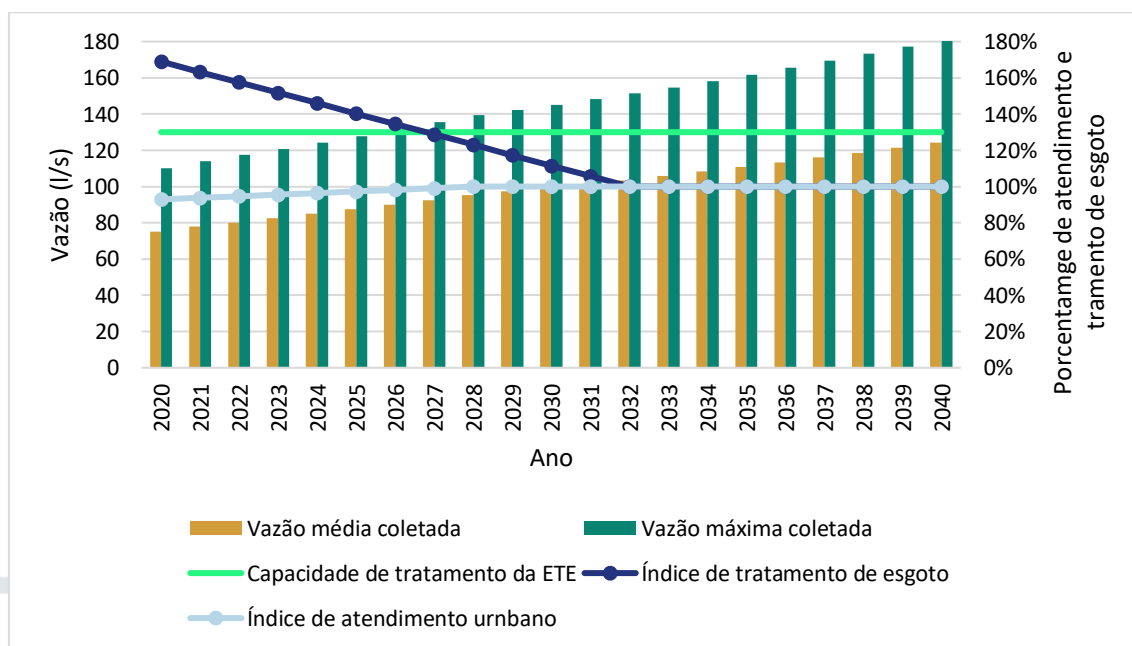


Figura 14 – Variação dos índices ao longo do horizonte de planejamento

Fonte: Próprios autores, 2019



6.2.1.3 Cenário 3

Este cenário considera um quadro desfavorável para o avanço dos parâmetros do saneamento básico do município. Nele as hipóteses consideram situações pessimistas da evolução do sistema de esgotamento sanitário. A Tabela 43 apresenta as hipóteses definidas para cada indicador no cenário 3, o qual foi considerado como mais provável.

Tabela 43 – Variáveis e hipóteses do cenário 3 dos serviços de esgotamento sanitário

Variáveis	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Índice de tratamento de esgoto %	Atingir 100% em 8 anos	Atingir 100% em 12 anos	Atingir 100% em 20 anos
Índice de atendimento urbano de esgoto %	Atingir 100% em 3 anos	Atingir 100% em 8 anos	Atingir 100% em 12 anos
Índice de remoção de DBO %	Manter o índice atual	-	-

Fonte: Próprios autores, 2019



As metas para cada indicador dentro do cenário 3 são apresentadas na Tabela 44.

Tabela 44 – Metas e prazos para o cenário 3 dos serviços de esgotamento sanitário

Índice / Ano	Imediato 2023	Curto 2028	Médio 2032	Longo 2040
Índice de tratamento de esgoto %	158,6	141,4	127,6	100
Índice de atendimento urbano de esgoto %	94,3	97,5	100	100,0
Índice de remoção de DBO %	84,0	84,0	84,0	84,0

Fonte: Próprios autores, 2019

Por fim, são estimados agora dados de vazões e carga orgânica para o horizonte de vinte anos de projeto com os dados de projeções populacionais, abastecimento de água (consumo per capita e vazão industrial) e metas do cenário pessimista, dispostas na Tabela 45.



Tabela 45 – Projeções da Demanda para o Cenário 3 (Pessimista)

Ano	Pop. Urbana (hab.)	Índice de atendimento urbano	Pop. Urb. Atendida (hab.)	Contribuição Per Capita (L/hab.dia)	Contribuição Parcial Doméstico (L/s)			Industrial (L/s)	Extensão da rede (km)	Infiltração (L/s)	Contribuição total Doméstico + Industrial + Infiltração (L/s)			Índice de tratamento de esgoto (%)	Carga Diária Total (kgDBO/dia)	Carga orgânica de efluente lançada (kgDBO/dia)
					Q média	Q máx.dia	Q máx.hora				Q média	Q máx.dia	Q máx.hora			
2020	47.545	92,4%	43.918	90,5	46,0	55,2	82,8	10,35	116,0	23,2	79,5	88,7	116,3	169%	2.372	379
2021	48.546	93,0%	45.151	90,4	47,2	56,7	85,0	10,6	128,6	25,7	83,5	93,0	121,3	166%	2.438	390
2022	49.574	93,6%	46.422	90,2	48,5	58,2	87,3	10,85	132,3	26,5	85,8	95,5	124,6	162%	2.507	401
2023	50.630	94,3%	47.733	90,1	49,8	59,7	89,6	11,12	136,0	27,2	88,1	98,1	127,9	159%	2.578	412
2024	51.714	94,9%	49.083	90,0	51,1	61,4	92,0	11,39	139,8	28,0	90,5	100,7	131,4	155%	2.650	424
2025	52.827	95,5%	50.475	89,9	52,5	63,0	94,5	11,67	143,8	28,8	92,9	103,4	134,9	152%	2.726	436
2026	53.970	96,2%	51.911	89,8	53,9	64,7	97,1	11,95	147,9	29,6	95,5	106,2	138,6	148%	2.803	449
2027	55.144	96,8%	53.391	89,6	55,4	66,5	99,7	12,24	152,1	30,4	98,1	109,1	142,4	145%	2.883	461
2028	56.349	97,5%	54.916	89,5	56,9	68,3	102,4	12,54	156,5	31,3	100,7	112,1	146,2	141%	2.965	474
2029	57.588	98,1%	56.490	89,4	58,5	70,1	105,2	12,85	160,9	32,2	103,5	115,2	150,2	138%	3.050	488
2030	58.861	98,7%	58.112	89,3	60,0	72,1	108,1	13,16	165,6	33,1	106,3	118,3	154,4	134%	3.138	502
2031	60.167	99,4%	59.784	89,2	61,7	74,0	111,0	13,49	170,3	34,1	109,2	121,6	158,6	131%	3.228	517
2032	61.509	100,0%	61.509	89,0	63,4	76,1	114,1	13,82	175,2	35,0	112,3	124,9	163,0	128%	3.321	531
2033	62.888	100,0%	62.888	88,9	64,7	77,7	116,5	14,16	179,2	35,8	114,7	127,7	166,5	124%	3.396	543
2034	64.303	100,0%	64.303	88,8	66,1	79,3	119,0	14,5	183,2	36,6	117,2	130,4	170,1	121%	3.472	556
2035	65.758	100,0%	65.758	88,7	67,5	81,0	121,5	14,86	187,3	37,5	119,8	133,3	173,8	117%	3.551	568
2036	67.253	100,0%	67.253	88,6	68,9	82,7	124,1	15,23	191,6	38,3	122,5	136,3	177,6	114%	3.632	581
2037	68.787	100,0%	68.787	88,4	70,4	84,5	126,7	15,6	196,0	39,2	125,2	139,3	181,5	110%	3.714	594
2038	70.364	100,0%	70.364	88,3	71,9	86,3	129,5	15,99	200,5	40,1	128,0	142,4	185,5	107%	3.800	608
2039	71.983	100,0%	71.983	88,2	73,5	88,2	132,3	16,38	205,1	41,0	130,9	145,6	189,7	103%	3.887	622
2040	73.647	100,0%	73.647	88,0	75,0	90,0	135,0	16,8	209,8	42,0	133,8	148,8	193,8	100%	3.977	636

Fonte: Próprios autores, 2019

Neste cenário a evolução dos indicadores até atingir as metas estabelecidas é bem mais lenta, necessitando de investimentos a longo prazo em infraestrutura e em educação ambiental de forma progressiva. Estes investimentos têm por finalidade a redução do índice de tratamento de esgoto, ao longo de todo horizonte de planejamento, e o aumento do índice de atendimento urbano de esgoto em um horizonte de médio prazo, 12 anos.

A eficiência de redução da DBO é indicada pela Nota Técnica CRFEF 55/2017 da ARSAE, que siga a média anual igual ou superior a 70% para o tratamento de esgoto dos sistemas municipais. Portanto, como o índice atualmente atinge o valor de 84%, foi definido que este cenário deve ser manter até o seu horizonte final, já que já possui uma alta eficiência e quanto maior ela é, mais difícil fica poder aumentar.

A evolução dos índices pode ser acompanhada na Figura 15. Por ela verifica-se que para este cenário a capacidade de tratamento de esgoto da ETE será insuficiente após o ano de 2030, considerando que o volume de esgoto coletado nos horários de pico, exigindo que sejam realizados investimentos para a ampliação da estação ou atenuação das vazões máximas.

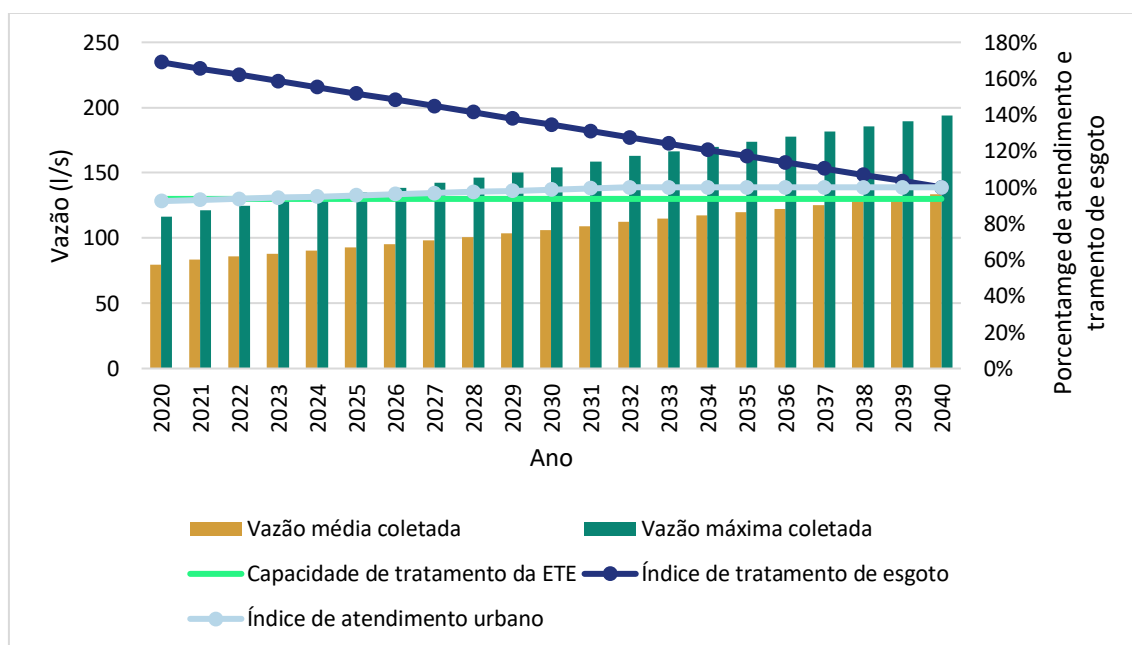


Figura 15 – Variação dos índices ao longo do horizonte de planejamento

Fonte: Próprios autores, 2019

6.2.2 Análise comparativa dos cenários

As Tabela 46 e Tabela 47 abaixo trazem, respectivamente, um resumo das hipóteses de cada cenário desenvolvido, e um resumo das metas propostas para os períodos de imediato, curto, médio e longo prazo, de maneira a melhorar a visualização e facilitar a comparação.

Tabela 46 - Resumo das hipóteses de acordo com os cenários

Indicador	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Índice de tratamento de esgoto (%)	Atingir 100% em até 8 anos	Atingir 100% em até 12 anos	Atingir 100% em até 20 anos
Índice de atendimento urbano de esgoto (%)	Atingir 100% em até 3 anos	Atingir 100% em até 8 anos	Atingir 100% em até 12 anos
Índice de remoção de DBO (%)	Manter em 84%	Manter em 84%	Manter em 84%

Fonte: Próprios autores, 2019

Tabela 47 - Resumo das metas de acordo com os cenários

Indicador	Ano	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Índice de tratamento de esgoto (%)	2023	143,1%	151,8%	158,6%
	2028	100%	123%	141,4%
	2032	100%	100%	127,6%
	2040	100%	100%	100%
Índice de atendimento urbano de esgoto (%)	2023	100%	95,6%	94,3%
	2028	100%	100%	97,5%
	2032	100%	100%	100%
	2040	100%	100%	100%
Índice de remoção de DBO (%)	2023	84%	84%	84%
	2028	84%	84%	84%
	2032	84%	84%	84%
	2040	84%	84%	84%

Fonte: Próprios autores, 2019

Abaixo serão apresentadas informações em relação ao que se espera de cada um dos indicadores, conforme anseio da população, realidade da COPASA e previsões da Lei Federal de Saneamento Básico.

- **Índice de tratamento de esgoto**

Como dito anteriormente, o volume excedente que chega à estação de tratamento de esgoto devido a ligações de águas pluviais prejudica a qualidade do tratamento, pois muda as características do esgoto, principalmente o valor da DBO. Este valor a mais não prejudica somente no tratamento, mas também na identificação de possíveis vazamentos, ou pontos de lançamento irregular de esgoto, uma vez que o volume de esgoto que sai da rede coletora é repostado pelo volume de água pluvial que entra. A Figura 16 apresenta a evolução dos indicadores ao longo dos anos.

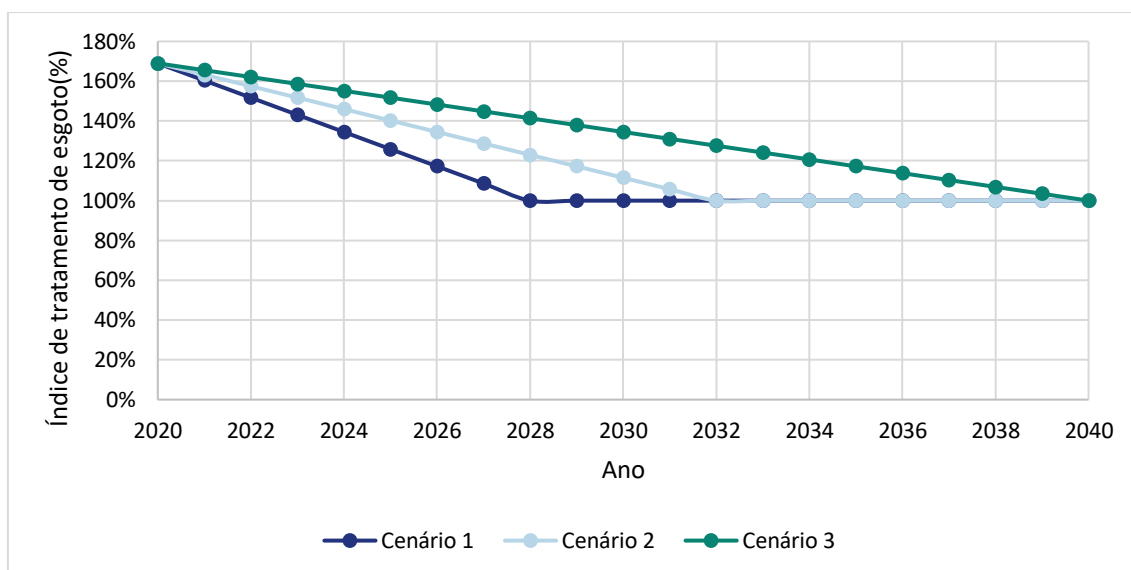


Figura 16 - Evolução do índice de tratamento de esgoto nos cenários propostos

Fonte: Próprios autores, 2019

Os cenários 1, 2 e 3 estabelecem metas diferentes para este indicador. Para o cenário 1, a meta é relativamente curta, visto que o problema enfrentado exige um nível de estudo e investimentos elevados. No cenário 3, o problema persistirá por muitos anos (20 no total), acarretando vários problemas para as tubulações, acessórios e até mesmo para a ETE. Sendo assim, o cenário 2 possui as melhores metas, proporcionando tempo suficiente para a COPASA e prefeitura municipal solucionar este problema.

• Índice de atendimento urbano

O índice de atendimento urbano possui um valor relativamente alto, visto que mais de 90% da população urbana é atendida pelo sistema de esgotamento sanitário. Contudo, este *déficit* de atendimento deve ser sanado evitando problemas com disseminação de doenças e contaminação ambiental pelo lançamento irregular de esgoto. A Figura 17 traz a evolução do indicador nos cenários propostos.

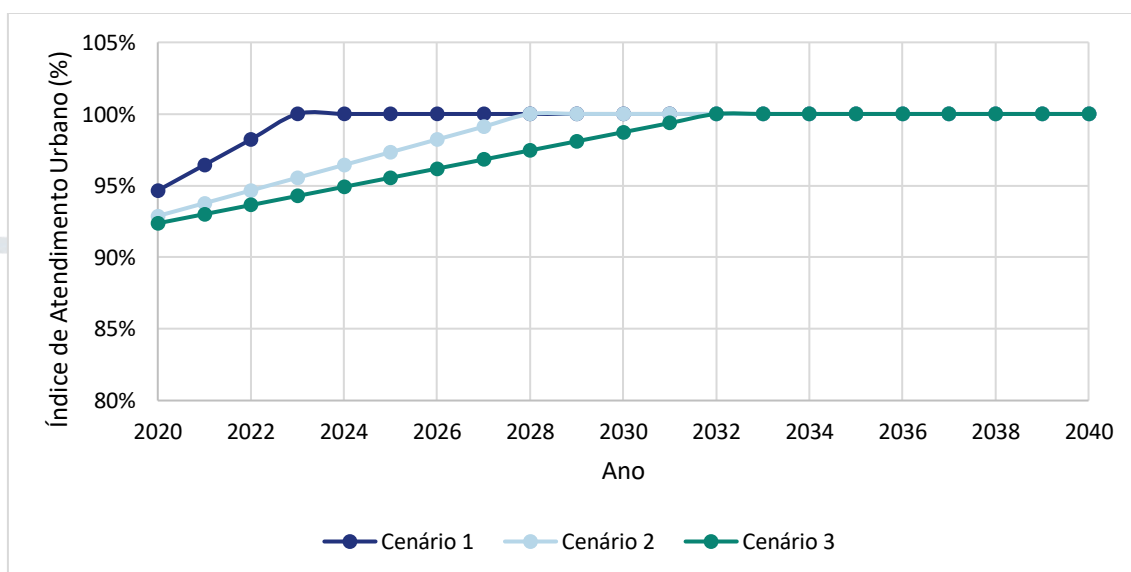


Figura 17 – Evolução do índice de atendimento urbano nos cenários propostos

Fonte: Próprios autores, 2019

Pela Figura 17 verifica-se que o prazo máximo para que o indicador atinja seu valor ideal é de 12 anos, proposto no cenário 3. No cenário 1, a meta estabelecida prevê um esforço grande por parte da prefeitura e da COPASA, pois ainda existem residências em situação de irregularidade, que não são atendidas pelo sistema de esgotamento sanitário. Desse modo, o cenário que melhor se adequa a realidade do município e da COPASA é cenário 2.

- **Índice de remoção de DBO**

O índice de remoção de DBO manteve-se o mesmo nos três cenários, pois o valor médio atual apresenta um valor reativamente alto. Elevar este valor implica em investimento em tratamentos complementares e que resultariam em pequeno ganho de eficiência. Outro ponto a ser observado é o valor da carga orgânica de efluente lançada diariamente. Em nenhum cenário este valor será superior ao valor outorgado.

- **Vazão de esgoto coletado**

A vazão coletada de esgoto foi analisada em duas situações, um valor médio e um valor máximo diário. Estes valores demonstram a variação da vazão gerada e compararam com a capacidade de tratamento da ETE. Para os três cenários a vazão média diária não superou a capacidade de tratamento, contudo a vazão máxima superou nos anos de 2034, 2032 e 2030 para os cenários 1, 2 e 3 respectivamente. Vale ressaltar que essas vazões consideram apenas a contribuição per capita, a contribuição industrial e a contribuição por infiltração de águas subterrâneas, não considerando a contribuição de águas de chuva. A evolução das vazões de esgoto é apresentada na Figura 18.

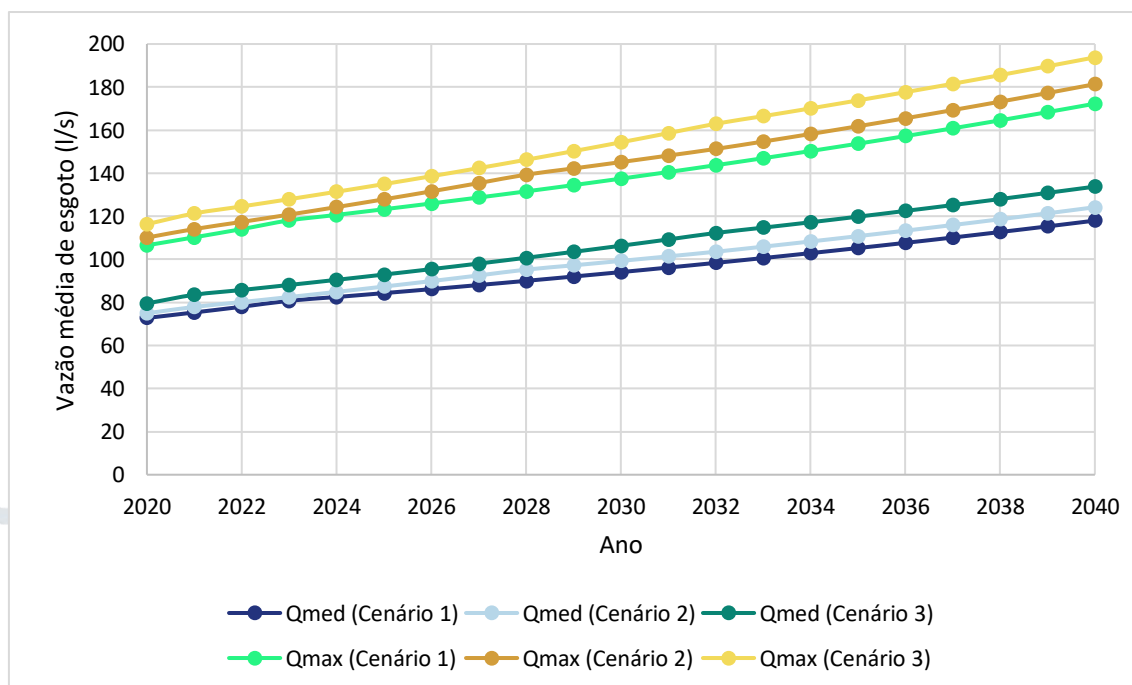


Figura 18 - Evolução das vazões médias máximas diárias para cada cenário

Fonte: Próprios autores, 2019

Observa-se na Figura 18 a considerável diferença entre a vazão média diária e a vazão máxima horária. Para fim de projetos deve-se utilizar a vazão máxima horária, pois ela



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	72 de 190

representa a situação crítica a que o sistema será submetido, evitando sobrecarga das tubulações e acessórios.

Os cenários estabelecidos anteriormente propõem uma evolução positiva dos indicadores do sistema de esgotamento sanitário, contudo para que as metas sejam alcançadas são necessários esforços diferentes em cada um deles. Pela análise dos indicadores e das vazões de esgoto, escolheu-se como cenário base para a Plano Municipal de Saneamento Básico de Santa Rita do Sapucaí o cenário 2, pois ele configura como um cenário executável dentro das metas estabelecidas, proporcionando a universalização do serviço de esgotamento sanitário para a cidade.

6.3 ESTIMATIVAS DA DEMANDA DE SERVIÇOS

Definido o cenário que será seguido no Plano Municipal de Saneamento, juntamente com as metas estabelecidas para a universalização do saneamento básico, realizou-se uma estimativa das melhorias no sistema necessárias para alcançar essas metas. Estas melhorias contemplam medidas estruturantes, aquelas relacionadas a gestão dos serviços, e medidas estruturais, relacionadas a infraestrutura do sistema.

6.3.1 Medidas Estruturantes

Como a COPASA é a concessionária de água e esgoto de Santa Rita do Sapucaí, as medidas estruturantes são as mesmas para os dois sistemas, pois a gestão é unificada e os pontos fortes e os pontos de melhora são os mesmos.

6.3.2 Medidas estruturais

Dentro das medidas estruturais serão necessários investimentos para ampliação da rede coletora, para que se possa atingir 100% de atendimento urbano de esgoto, além de exigir que os novos loteamentos tenham toda o sistema de esgotamento sanitário implantado antes dos lotes serem ocupados.

Outro ponto importante para que o completo atendimento urbano seja alcançado consiste na instituição de medidas punitivas prevista na lei que estabelece o plano de saneamento, assegurando que as economias não conectadas a rede de esgotamento sanitário o façam.

Para que o índice de tratamento de esgoto alcance a meta estabelecida a COPASA juntamente com a prefeitura municipal deverão atentar-se para duas estratégias. A primeira consiste na identificação dos possíveis vazamentos, ou ligações irregulares de esgoto das tubulações da rede coletora nas tubulações de águas pluviais, com é o caso da tubulação com vazamento de esgoto no córrego do mosquito sob a ponte localizada na rua Feliciano Teles. Em seguida, devem ser realizadas as ações de remediações para as situações de irregularidade, fazendo com que todo o esgoto coletado seja tratado.

A segunda consiste na identificação de possíveis ligações irregulares das tubulações de águas pluviais nas tubulações da rede coletora, além de cobrar que os domicílios não conectem as tubulações das calhas a caixa de esgoto, evitando que as águas pluviais que escoam pelos telhados sejam direcionadas para a rede coletora. Essas medidas



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	73 de 190

visam reduzir o volume de água excedente que chega as tubulações e acessórios da rede coletora e que também prejudica a eficiência do tratamento do esgoto.

A outorga de uso de recursos hídricos expedida pela Agência Nacional de Águas, permite uma vazão máxima de lançamento de 129,28 l/s com uma carga orgânica máxima de lançamento de 1.015,36 kg DBO/dia. Tem termos de carga orgânica o sistema atual é capaz de atender durante todo o horizonte do planejamento a exigência imposta na outorga, contudo em termos de vazão de lançamento, tanto a capacidade de tratamento da ETE, quanto a vazão máxima de lançamento serão superadas por volta do ano de 2034, exigindo investimentos na ampliação do tratamento de esgoto e readequação da vazão outorgada. Como a outorga atual tem validade até 8 de abril de 2028, ao realizar o pedido de renovação deve-se solicitar que a vazão máxima de lançamento seja ampliada. Caso não seja possível a COPASA deve buscar novos pontos de lançamento ou até mesmo a instalação de uma nova estação de tratamento de esgoto.

6.4 CONCLUSÃO

Conforme apresentado nos itens anteriores e no Produto 03, o sistema de esgotamento sanitário possui pontos de atenção, visto que uma destinação inadequada do esgoto pode acarretar uma série de impactos ambientais e para a saúde da população.

Dessa forma, levando em consideração o cenário proposto como o cenário a ser trabalhado, a COPASA deverá cumprir os programas, projetos e ações voltados para a melhoria do sistema existente, principalmente no que diz respeito a ampliação do atendimento, exigência de conexão na rede, reparo das tubulações com vazamento de esgoto e redução de ligações de águas pluviais na rede coletora.

Programas voltados para a gestão, controle, manutenção e melhoria do sistema de esgotamento sanitário também deverão ser instituídos visando sempre à eficiência, eficácia e efetividade da prestação do serviço público, incorporados como rotina na COPASA.

Dessa forma, investimentos financeiros deverão ser realizados no sistema de esgotamento sanitário como um todo, levados em consideração os programas a serem propostos. Em capítulo específico estes programas serão detalhados e prazos serão estabelecidos para sua realização.



PLANO MUNICIPAL
DE SANEAMENTO BÁSICO
SANTA RITA DO SAPUCAÍ-MG
O VALE DA ELETRÔNICA

CAPÍTULO 7

SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS



7 SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

7.1 CENÁRIO ATUAL DE REFERÊNCIA

O atual cenário do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, como esclarecido no produto 3, indica que o município de Santa Rita do Sapucaí apresenta vários problemas neste componente do saneamento básico, de modo que, em pesquisa comunitária, foi apontado como o mais problemático pela população. Assim sendo, serão retomadas, nos tópicos a seguir, as definições e classificações em formato de tabelas, para o cenário atual de referência do município.

7.1.1 Caracterização do Sistema

A caracterização do sistema atual, realizada no produto 3, se encontra resumida na Tabela 48, buscando enfatizar a destinação final de cada tipo de resíduo.

Tabela 48 - Destinação final dos resíduos no município de Santa Rita do Sapucaí

Unidade de Destinação	Local	Situação	Vencimento da licença	Tipo
Usina de Triagem	-	Não há	-	RDO, RCO e Resíduos de serviço de transporte
Usina de Compostagem	-	Não há	-	
Aterro Sanitário (CIMASAS)	Itajubá	Adequado	2028	
Assentamento de estradas rurais	Santa Rita do Sapucaí	Adequado	-	RCC
Área de transbordo e destinação final de resíduos da construção civil e volumosos	Santa Rita do Sapucaí	Inadequado	2019	RCC
Utilização agrícola (adubo)	Santa Rita do Sapucaí	Adequado	-	Capina e Poda (RPU)
Terreno em área urbana	Santa Rita do Sapucaí	Inadequado	-	Pneus e RCC
Tratamento e destinação (AGIT)	Uberlândia	Adequado	2019	RSS
Rio Sapucaí	Santa Rita do Sapucaí	Inadequado	-	Resíduos de serviços públicos de saneamento básico
Logística reversa	Santa Rita do Sapucaí	Adequado	-	Defensivos Agrícolas, Pilhas e Baterias, Óleos e Graxas e produtos eletrônicos.

Nota-se que em relação as 10 destinações listadas, apenas 5 se encontram em situação adequada ao município. Das demais, 3 estão inadequadas e 2 não existem. A inadequação corresponde a falta de educação ambiental por parte da população, bem como, pela falta de projetos de logística reversa definidos. Além da falta de um local



definido para destinação dos resíduos advindos de serviços públicos de saneamento básico.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) (2010) destaca a importância da existência de Usinas de Triagem e Compostagem localizadas no município, tendo em vista a separação de materiais para reciclagem que acarretaria na diminuição de resíduos que são encaminhados para destinação final, além de, com a prática da compostagem, estabelecer uma alternativa de reuso para os resíduos orgânicos, tais como a produção de adubos e substratos orgânicos de utilização silvicultural e agrícola. E apesar do aterro CIMASAS apresentar estrutura para a realização destas duas atividades, elas não são feitas para os resíduos advindo de Santa Rita do Sapucaí, pois estes chegam misturados ao aterro como destinação final.

Na Tabela 49 estão apresentados os programas especiais, que auxiliam no manejo adequado de cada tipo de resíduo sólido, e sua atual situação no município de Santa Rita do Sapucaí. Tendo como parâmetro algumas indicações constadas no PLANSAB.

Tabela 49 – Situação atual dos programas especiais

Programas	Situação
Coleta seletiva	Não há
Reciclagem	Não há
Compostagem	Não há
Logística Reversa	Para defensivos agrícolas, pilhas e baterias, óleos e graxas e produtos eletrônicos

Em pesquisa realizada com população, a coleta seletiva se destacou como o problema mais mencionado dentro do eixo de resíduos sólidos. O que faz com que esse problema necessite de uma atenção para solução imediata, uma vez que a coleta seletiva e a reciclagem são instrumentos chaves na busca pela redução de resíduos gerados (OLIVEIRA e JUNIOR GALVÃO, 2016).

O problema de ausência de um setor que realiza compostagem, se mostra um atraso em relação ao que se espera PNRS para os municípios, tendo em vista que a implementação de um sistema de compostagem para os resíduos orgânicos promoveria o seu reaproveitamento tanto para finalidades econômicas (adubos), como para melhorar a qualidade do solo (MMA, 2010).

Em Santa Rita do Sapucaí diagnosticou-se ações de logística reversa para a maioria dos itens indicados na Lei nº 12.305/2010, a qual visa a responsabilidade compartilhada a partir de ações que busquem viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos pelo setor empresarial, para reaproveitamento e/ou outra destinação final ambientalmente adequada. De modo que se observa programas direcionados para defensivos agrícolas, pilhas e baterias, óleos e graxas e produtos eletrônicos, no entanto falta incrementar ações para pneus e lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e luz mista.

Frente a situação atual do manejo dos resíduos sólidos no município de Santa Rita do Sapucaí, foi proposta a divisão do cenário atual em dois ambientes: Ambiente Interno e Ambiente Externo, para uma melhor análise visual dos pontos positivos e negativos



referentes aos serviços e objetos que compõem o sistema, implementando o método da matriz SWOT.

7.1.1.1 Ambiente interno

O ambiente interno se refere aos pontos fortes e fracos do atual cenário de manejo dos resíduos sólidos que estão ao alcance da prefeitura resolver e remediar, como pode ser observado na Tabela 50.

Tabela 50 – Análise das forças e fraquezas do ambiente interno do sistema

Pontos fortes

Possui um Plano Diretor participativo.

Possui Plano Municipal de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos, apesar de desatualizado.

Há controle de quilometragem da coleta regular, de modo que as rotas são definidas, otimizando este serviço.

Possui participação no Consórcio intermunicipal CIMASAS.

Processo de varrição dos logradouros é estruturado e organizado, otimizando o processo.

Possui equipamento de trituração que auxilia na utilização de parte do RPU como adubo para os agricultores.

A prefeitura coleta e destina os RCC, assim que acionada sem cobrança de taxa.

Há levantamento por parte das indústrias dos tipos de resíduos gerados (Resíduos Industriais), sua classificação e destinação final.

Em elaboração (Resíduos dos Serviços de Saúde)

Existem pessoas na cidade atuando como catadores de material reciclável, o que pode facilitar a criação de uma associação.

Possui programas e parcerias de logística reversa para resíduos como: Agrotóxico, Pilhas e Baterias, Óleos e Graxas e produtos eletrônicos.

Foram identificadas 4 empresas que comercializam materiais recicláveis, que podem promover mais incentivos dessa atividade no município.

Pontos fracos

Ausência de compostagem, que auxiliaria na diminuição dos resíduos orgânicos, que foram identificados através da composição gravimétrica, como a maioria

Não há coleta seletiva, o problema mais apontado em pesquisa comunitária, que seria base para promover a reciclagem.

Não possui lei específica ou qualquer outro programa voltado a instrução para o acondicionamento adequando do RDO e RCO.

O município não disponibiliza caçambas e/ou latões para o descarte de resíduos como pontos de coleta voluntário, para englobar regiões mais distantes onde a coleta convencional atua.

Não há um cronograma nem um sistema de controle para a realização de capinas e podas no município.

Não há uma legislação específica para os RCC nem um controle desses resíduos, de modo são encontrados em diversos pontos da cidade em que são despejados inadequadamente.

As máquinas de manejo e transporte de resíduos não apresentam bom estado.

Em elaboração (Resíduos dos Serviços de Saúde)

Não há controle da quantidade de resíduo advindos da ETA que é descartado, não há sistema de tratamento do lodo ou de recirculação de água.

Falta de programa definido de logística reversa para pneus e lâmpadas fluorescentes.

Não há sensibilização da população a respeito do descarte de resíduos, evidenciando falta de projetos de educação ambiental.

Despejo inadequado de resíduos sólidos em diversos pontos próximos à córregos e terrenos baldios, principalmente de resíduos de eletrodomésticos e de móveis.



7.1.1.2 Ambiente externo

É referente aos pontos que apresentam oportunidades e ameaças, advindas do ambiente de fora do município, que interferem no desempenho do plano municipal de saneamento básico de Santa Rita do Sapucaí, de modo que elas não estão ao alcance direto da prefeitura para resolver e remediar (Tabela 51). Portanto, esses pontos devem ser monitorados com o objetivo de aproveitar as oportunidades e contornar as ameaças.

Tabela 51 - Análise das oportunidades e ameaças do ambiente interno do sistema

Oportunidades
Investimentos advindos do segmento federal em função da atualização do plano de gestão dos Resíduos Sólidos.
Ameaças
Vencimento do contrato com a empresa que realiza o manejo dos RSS no final do ano de 2019.
Aterro CIMASAS não realizar separação e compostagem dos resíduos do município.

7.1.2 Caracterização dos Serviços

A caracterização do atual cenário dos serviços foi feita por meio de indicadores, estes que permitem a identificação de pontos que merecem destaque no sistema, assim como, possibilita o acompanhamento da evolução do desempenho ao longo dos anos. A Tabela 52 apresenta as fórmulas, com suas respectivas variáveis, para o cálculo de cada um dos indicadores.

Tabela 52 - Fórmulas e informações necessárias para os indicadores utilizados

Indicador	Informações necessárias	Fórmula
IN016 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	CO050: População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades. POP_URB: População urbana do município.	$\frac{CO050}{POP_URB} \cdot 100$
IN022 - Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta (kg/hab/dia)	CO108: Quantidade de RDO coletada pelos agentes públicos. CO109: Quantidade de RDO coletada pelos agentes privados. CS048: Quantidade anual de RDO coletados por associações ou cooperativas com parceria ou apoio da prefeitura. CO140: Quantidade de RDO coletados por outro(s) agente(s) executor(es), exceto cooperativas ou associações de catadores. CO164: Valor da população total (urbana + rural) atendida pelo serviço de coleta domiciliar direta.	$\frac{CO108 + CO109 + CS048 + CO140}{CO164} \cdot \frac{1.000}{365}$
IN031 - Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada (%)	CS009: Quantidade total de materiais recicláveis recuperados, coletados de forma seletiva ou não. CO116: Quantidade de RDO e RPU coletadas pelos agentes públicos. CO117: Quantidade de RDO e RPU coletadas pelos agentes privados. CS048: Quantidade anual de RDO coletados por associações ou	$\frac{CS009}{CO116 + CO117 + CS048 + CO142} \cdot 100$



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	79 de 190

Indicador	Informações necessárias	Fórmula
	cooperativas com parceria ou apoio da prefeitura. • CO142: Quantidade de RDO e RPU coletados por outro(s) agente(s), exceto cooperativas ou associações de catadores.	
NRR01 - Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos (%)*	• R4: Quantidade total de resíduos orgânicos coletados. • R11: Quantidade de resíduos compostados	$\frac{R11}{R4} \cdot 100$
NRR02 - Taxa de adesão da coleta seletiva (%)*	• CS050: População urbana do município atendida com a coleta seletiva porta a porta executada pela prefeitura. • R7: População do município com participação ativa na coleta seletiva.	$\frac{R7}{CS050} \cdot 100$
NRR03 - Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)*	• R8: Quantidade de programas de logística reversa presentes no município.	$\frac{R8}{6} \cdot 100$
NRR04 - Taxa de cobertura de RCC (%)*	• CC013: Quantidade de RCC coletada pela prefeitura ou por empresas contratadas por ela. • R9: Quantidade de RCC gerada no município.	$\frac{CC013}{R9} \cdot 100$
NRR05 - Taxa de recuperação de RCC (%)*	• R10: Quantidade de RCC reciclado e recuperado no município. • R9: Quantidade de RCC gerada no município.	$\frac{R10}{R9} \cdot 100$
NRR06 - Taxa de cobertura de RSS (%)*	• RS044: Quantidade total de RSS coletada pelos agentes executores. • R2: Quantidade de RSS gerada no município.	$\frac{RS044}{R2} \cdot 100$
NRR07 – Taxa de domicílios atendidos pela coleta seletiva (%)*	• R12: População urbana do município atendida com a coleta seletiva (porta a porta + pontos de entrega voluntária) • POP_URB: População urbana do município	$\frac{R12}{POP_URB} \cdot 100$

* Indicadores criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Fonte: Adaptado de SNIS, 2017

A avaliação por indicadores permite a identificação de pontos de atenção, bem como o acompanhamento da evolução do desempenho do sistema ao longo dos anos. A Tabela 53 apresenta o objetivo e a importância de cada indicador escolhido.



Tabela 53 - Objetivos e importância dos indicadores utilizados

Indicador	Objetivo	Importância
IN016 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	Analisar a abrangência da coleta convencional na área urbana	Como o PMSB visa a redução da desigualdade por meio da universalização dos serviços. Esses indicadores, em conjunto, auxiliam na identificação de pontos com déficit no fornecimento de serviços onde, em geral, são locais associados às condições favoráveis de proliferação de doenças transmissíveis decorrentes de contaminação ambiental
IN022 - Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta (kg/hab/dia)	Analisar a quantidade de RDO gerados por habitante atendido, para posteriormente comparar com outros anos.	Compreensão da quantidade gerada pela população auxiliando na busca de soluções que visem a não geração, redução ou reutilização, conforme a PNRS, 2010
IN031 - Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada (%)	Analisar a eficiência na reciclagem	Sua importância está nos monitoramentos futuros desses programas e ações que promovam a redução e reutilização dos resíduos
NRR01 - Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos (%)*	Analisa a eficiência na compostagem	Compreender a quantidade de orgânicos que não vai para a destinação final, tendo em vista o seu tratamento e destinação ambientalmente correta
NRR02 - Taxa de adesão da coleta seletiva (%)*	Analisa a porcentagem da população que tem participação ativa na coleta seletiva	É um importante indicador de sustentabilidade para a coleta seletiva que evidencia a porcentagem da população consciente ambientalmente e ativa na coleta seletiva, dentro daquelas que têm abrangência para a coleta seletiva
NRR03 - Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)*	Quantifica o número de programas para a logística reversa entre os 6 tipos obrigatórios na PNRS	A obrigatoriedade de um sistema de logística reversa para: agrotóxicos; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e produtos eletrônicos e seus componentes, visa a diminuição da contaminação ambiental por esses resíduos que muitas vezes podem ser perigosos para a saúde humana
NRR04 - Taxa de cobertura de RCC (%)*	Quantifica a cobertura da coleta de RCC no município	Certifica a porcentagem de RCC que está sendo manejado pelo poder público da cidade e seguindo para sua destinação correta
NRR05 - Taxa de recuperação de RCC (%)*	Estabelece o quanto de RCC coletado é recuperado no processo de reciclagem	Auxilia na compreensão da quantidade de RCC aproveitado e no monitoramento da quantidade que segue para destinação final
NRR06 - Taxa de cobertura de RSS (%)*	Quantifica a cobertura da coleta de RSS no município	Indica a porcentagem de RSS que apresentam recolhimento, tratamento e destinação final ambientalmente correta.
NRR07 – Taxa de domicílios atendidos pela coleta seletiva (%)*	Analisar a abrangência da coleta seletiva na área urbana	Identifica a participação da população e de áreas atendidas

* Indicadores criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Fonte: Adaptado de SNIS, 2017

Para melhor visualização da caracterização dos serviços por indicadores, aos definidos anteriormente foram adicionados indicadores qualitativos. Assim sendo, a Tabela 54 se refere aos indicadores quantitativos e a Tabela 55, aos qualitativos.



Tabela 54 - Indicadores quantitativos de serviços de manejo de resíduos sólidos

Indicadores	Valor
IN016 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	100 ^a
IN022 - Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta (kg/hab/dia)	0,635 ^b
IN031 - Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada (%)	0
NRR01 - Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos (%)*	0
NRR02 - Taxa de adesão da coleta seletiva (%)*	0
NRR03 - Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)*	66,67
NRR04 - Taxa de cobertura da coleta de RCC (%)*	0
NRR05 - Taxa de recuperação de RCC (%)*	0
NRR06 - Taxa de cobertura da coleta de RSS (%)*	100
NRR07 - Taxa de domicílios atendidos pela coleta seletiva (%)*	0

*Indicadores criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Fonte: Adaptado de SNIS, 2017; ^aPMSRS, 2019; ^bCIMASAS, 2018

Como pode-se observar na tabela anterior, referentes aos índices quantitativos, há inexistência de coleta seletiva, reciclagem e compostagem para os resíduos gerados em Santa Rita do Sapucaí. Evidencia-se, no entanto, que existem no município algumas empresas que comercializam material reciclável e apenas uma pequena porcentagem de catadores atua na cidade, mesmo sem incentivo algum por parte da prefeitura.

Em relação à logística reversa de resíduos, é notado que a cota de obrigatoriedade para os itens apontados no PNRS é quase totalmente atendida, o que evidencia um valor de 66,67% de tipos de resíduos sujeitos a um programa adequado. Porém, para que a meta básica seja atendida é necessário a criação de programas para pneus e lâmpadas.

Tabela 55 - Indicadores qualitativos de serviços de manejo de resíduos sólidos

Indicadores	Valor	Avaliação
Existência de cobrança pelo serviço de limpeza urbana	Não	Inadequado
Existência de cobrança pelo serviço de manejo dos resíduos sólidos	Não	Inadequado
Existência de Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos ou Plano semelhante	Desatualizado	Inadequado
Existência de Consórcio Intermunicipal	Sim	Adequado

Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de Santa Rita do Sapucaí, 2019

Para os indicadores qualitativos econômicos, observados na Tabela 55, é destacado que o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Santa Rita do Sapucaí se mostra em situação de desatualização, uma vez que foi elaborado no ano de 2015, porém não foi homologado como Lei Municipal pois apresenta revisão vencida. A existência desse plano é exigida para todos os municípios brasileiros, pois estabelece diretrizes que buscam melhorar a qualidade de vida da população e o ambiente ao entorno, além de significar uma condição para que o município consiga recursos federais.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	82 de 190

7.2 DEMANDAS DO SERVIÇO

Os serviços que englobam o sistema de manejo dos resíduos sólidos do município demandam melhorias, principalmente ao que se refere a gestão e ao planejamento as atividades realizadas. Tendo como referência o que é apontado pelo Ministério do Meio Ambiente (2011), uma gestão de resíduos de qualidade e adequada ao que se espera pela PNRS, Plano Nacional de Resíduos Sólidos, abrange a realização de coleta seletiva, o estímulo a comercialização de recicláveis, inclusão de catadores, compostagem, educação ambiental e adoção de sistemas ambientalmente adequado para a disposição final de rejeitos.

7.2.1 Construção dos cenários

A elaboração de cenários que estejam em sincronia com as reais necessidades e demandas da população exigiu participação social em várias etapas do processo. Deste modo, baseado em pesquisa comunitária, foram selecionadas algumas variáveis que atuarão como parâmetros para se atingir os objetivos traçados pelo plano de saneamento, seguindo o estipulado pelo art. 2º da Lei 11.445/07, o qual evidencia como fundamental a universalização, equidade, integralidade, intersetorialidade, sustentabilidade, participação e controle social.

Também, tendo como intuito diminuir a quantidade de resíduos gerados no município que seguem para a destinação final, buscou-se variáveis que atendam a qualidade de vida da população de Santa Rita do Sapucaí. São elas:

- **IN016: Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%):** Designa o percentual da população que é atendida pela coleta convencional. Em Santa Rita do Sapucaí, para este serviço, foi observado atendimento para 100% da população urbana e ausência de coleta para a população rural, o que define cobertura pela coleta convencional (RDO e RCO). Estima-se que até 2040 toda a população seja atendida direta ou indiretamente com a coleta convencional totalizando 100%.
- **NRR07: Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva (%):** Aponta a porcentagem da população que é atendida pela coleta seletiva. Tendo em vista o custo elevado de sua execução, atualmente para o município, a universalização deste serviço se mostra como um dos principais desafios para sua, mesmo que a Lei de Saneamento Básico (2007) apresenta algumas formas alternativas de cobrança para esse serviço. Para Santa Rita do Sapucaí esse índice atualmente é de 0%, espera-se que até o final do plano seja atingida 100% da população.
- **NRR02: Taxa de adesão da coleta seletiva (%):** Refere-se a porcentagem de pessoas que tem participação ativa na coleta seletiva, realizando a separação dos resíduos. A adesão é um dos indicadores de sustentabilidade para a coleta seletiva mais importante (BESSEN *et al.*, 2017). Atualmente, em Santa Rita do Sapucaí a adesão da população é de 0%, tendo em vista que não há implementação de coleta seletiva na cidade. Será considerada uma máxima, estimada para os próximos 20 anos, de 100% de adesão no município.
- **IN031: Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada**



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	83 de 190

(%): Mede a eficiência do sistema de coleta seletiva juntamente com o processo de triagem de resíduos. Este índice colabora com a meta da PNRS de diminuir ao máximo a quantidade de resíduos que vão para a disposição final. Assim como os índices de coleta seletiva e sua adesão, atualmente o município não apresenta recuperação de recicláveis. A partir das metas do PNRS, Plano Nacional de Resíduos Sólidos, estima uma recuperação de 70% para o ano de 2031. Tendo esse valor como premissa, esta porcentagem será estimada até ao final do plano em Santa Rita do Sapucaí buscando 100%.

- **NRR01: Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos (%):** Aponta a porcentagem de resíduos orgânicos produzidos que são compostados. Uma vez que aproximadamente 50% do peso dos RDOs se refere a matéria orgânica, e que esse tipo de resíduo é responsável pela geração de gás metano em aterros sanitários (WESSLER, 2014), o aproveitamento deste composto para outros destinos se mostra ecologicamente adequado, visando um menor impacto no ambiente. Em Santa Rita do Sapucaí, atualmente o valor de matéria orgânica compostada é de 0%, assim sendo, estima-se a implementação de compostagem no município para que no ano de 2031 atinja 70%. Assim como a taxa anterior, esta porcentagem será estimada até ao final do plano em Santa Rita do Sapucaí buscando 100%.
- **IN022: Massa (RDO) coletada per capita em relação à população atendida com serviço de coleta (kg/hab/dia) ou Geração per capita:** Analisa o comportamento relacionado à geração de resíduos sólidos da população, estabelecendo a média de geração por cada habitante do município na unidade de kg/hab./dia. Santa Rita do Sapucaí atualmente apresenta geração per capita de 0,635 kg/hab./dia, conforme dados fornecidos pelo CIMASAS. Sendo ideal buscar estabilizar ou mesmo diminuir esse valor, a longo prazo, por meio da implementação de programas de educação ambiental.
- **NRR04: Taxa de cobertura da coleta de RCC (%):** Analisa a porcentagem de geradores que são abrangidos pela coleta dos resíduos de construção civil. Estima-se que até ao final do projeto se mantenha 100%.
- **NRR05: Taxa de recuperação de RCC (%):** A quantidade de resíduos de construção civil gerada ainda é um dos maiores desafios para os municípios. A recuperação desses resíduos auxiliaria na diminuição da quantidade levada para disposição final, uma vez que a grande maioria se enquadra na classe A, sendo passivos de reciclagem. Atualmente a recuperação desse tipo de resíduo é zero, até o final do plano, horizonte de 20 ano, estima-se 100% de reciclagem.
- **NRR06: Taxa de cobertura da coleta de RSS (%):** Aponta a quantidade de geradores dos resíduos de serviços de saúde que são atendidos pela empresa terceirizada da prefeitura, a AGIT. Essa porcentagem está com uma taxa de 100%, a qual deve ser mantida até o final do plano.
- **NRR03: Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%):** Mede a taxa de adesão à logística reversa como um meio para a destinação correta de tipos específicos de resíduos. Como estipulado na PNRS (2007), o sistema de logística reversa é obrigatório para resíduos advindos de: agrotóxicos; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;



e produtos eletrônicos e seus componentes. Entre estes componentes, o município de Santa Rita do Sapucaí não apresenta programa de logística reversa apenas para pneus e lâmpadas, desta forma, é estimada a implantação de programas direcionadas para esses resíduos no horizonte de 20 anos.

Foram sugeridas 3 hipóteses, com base nos índices anteriormente apresentados, que fundamentam a projeção de cenários prováveis para os próximos 20 anos de atuação do plano de saneamento. A primeira hipótese propõe que todas as variáveis aumentem, em uma perspectiva positiva; a segunda sugere uma realidade em que as variáveis (apenas aquelas que se mostram passíveis de diminuição) acabem se reduzindo com o tempo; e a terceira estipula que nenhuma variável seja alterada neste período. A Tabela 56 exibe a relação entre as variáveis e as hipóteses propostas.

Tabela 56 - Relação entre variáveis e hipóteses dos serviços de manejo de resíduos sólidos

Variáveis	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	Manter a taxa em 100%	-	-
Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de adesão da coleta seletiva (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada (%)	Aumentar para 100% em 16 anos e manter	Aumentar para 100% em 20 anos	Aumentar para 88% em 20 anos
Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos (%)	Aumentar para 100% em 16 anos e manter	Aumentar para 100% em 20 anos	Aumentar para 90% em 20 anos
Geração <i>per capita</i> (kg/hab/dia)	Manter a quantidade	Elevação de 1% a cada ano	Redução de 1% a cada ano
Taxa de cobertura da coleta de RCC	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de Recuperação de RCC	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de cobertura da coleta de RSS	Manter a taxa em 100%	-	-
Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos

Fonte: Próprios Autores, 2019

De acordo com estas hipóteses, definiu-se 3 cenários prevendo situações distintas: otimista, pessimista e mais provável.

7.2.1.1 Cenário 1

O cenário 1 considerou uma perspectiva de futuro otimista, de modo que a participação social aumenta rapidamente, significando adesão próxima à 100% para a coleta seletiva no período de 8 anos, a qual se prevê implantada e recebendo apoios e incentivos da



prefeitura de Santa Rita do Sapucaí. Além de contar com a redução de 1% ao ano da geração per capita de resíduos, devido a sensibilização da população, advinda de programas de educação ambiental no município.

Nesse cenário há a elevação dos serviços prestados para o manejo dos resíduos sólidos atingindo cobertura de 100% da coleta seletiva em 8 anos. A possibilidade da coleta seletiva também irá promover aumento na recuperação de materiais recicláveis e na realização de compostagem dos resíduos orgânicos, uma vez que irá promover a separação adequada dos resíduos sólidos gerados atingindo 100% de recicláveis recuperados e de compostados no período de 16 anos.

Foi mantida a taxa de cobertura da coleta de RSS e RCC em 100% e aumentou-se a taxa de recuperação dos RCC para 100% em 8 anos. Por fim a logística reversa foi elevada para 100% em 3 anos, já que 4 dos 6 tipos de resíduos já possui um programa de logística reversa. A Tabela 57 apresenta, de uma maneira visual, as hipóteses escolhidas para cada uma das variáveis.

Tabela 57 - Hipóteses dos serviços de manejo dos resíduos sólidos para o cenário otimista

Variáveis	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	Manter a taxa em 100%	-	-
Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de adesão da coleta seletiva (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada (%)	Aumentar para 100% em 16 anos e manter	Aumentar para 100% em 20 anos	Aumentar para 88% em 20 anos
Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos (%)	Aumentar para 100% em 16 anos e manter	Aumentar para 100% em 20 anos	Aumentar para 90% em 20 anos
Geração per capita (kg/hab/dia)	Manter a quantidade	Elevação de 1% a cada ano	Redução de 1% a cada ano
Taxa de cobertura da coleta de RCC	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de Recuperação de RCC	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de cobertura da coleta de RSS	Manter a taxa em 100%	-	-
Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos

Fonte: Próprios Autores, 2019



Tendo como base o panorama do cenário 2, na Tabela 58 foi estimada as metas a curto, médio e longo prazo para as variáveis de coleta convencional, seletiva, adesão e recuperação de recicláveis, consideradas em rumo de crescimento, e para a geração *per capita*, considerando seu decrescimento.

Tabela 58 – Metas otimizadas para as variáveis alteradas ao longo dos 20 anos

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E COMERCIAIS (RDO)	Atual	Imediato	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo
	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana	100%	100%	100%	100%	100%
Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva	0%	38%	100%	100%	100%
Taxa de adesão da coleta seletiva	0%	38%	100%	100%	100%
Taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada	0%	19%	51%	76%	100%
Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos	0%	19%	51%	76%	100%
Geração <i>per capita</i> (kg/hab/dia)	0,635	0,610	0,580	0,558	0,515
RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de cobertura da coleta de RCC	0%	38%	100%	100%	100%
Taxa de Recuperação de RCC	0%	38%	100%	100%	100%
RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS)	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de cobertura da coleta de RSS	100%	100%	100%	100%	100%
RESÍDUOS GERAIS	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)	66,67%	100%	100%	100%	100%

Fonte: Próprios Autores, 2019

Conforme as metas pré-estabelecidas para o cenário 1 e levando em conta a projeção populacional já apresentada, a Tabela 59, Tabela 60 e Tabela 61 apresentam as mudanças ao longo dos 20 anos do horizonte do PMSB para os resíduos domésticos, de construção civil e de saúde, respectivamente.



Tabela 59 - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário otimista

RDO				Coleta Convencional				
Ref. ano	Ano	População total [hab.]	Geração per capita [kg/hab./dia]	Massa de resíduos gerados [kg/dia]	Taxa de cobertura do serviço de coleta em relação à população urbana [%]	População atendida [hab.]	Massa de resíduos coletados na coleta convencional [kg/dia]	Massa de resíduos não coletados [kg/dia]
Atual	2019	37.424	0,635	23.779,78	100%	37.424	23.779,78	0,00
0	2020	38.345	0,629	24.121,06	100%	38.345	24.121,06	0,00
1	2021	39.288	0,623	24.467,33	100%	39.288	24.467,33	0,00
2	2022	40.257	0,617	24.820,08	100%	40.257	24.820,08	0,00
3	2023	41.250	0,610	25.177,83	100%	41.250	25.177,83	0,00
4	2024	42.268	0,604	25.541,44	100%	42.268	25.541,44	0,00
5	2025	43.312	0,598	25.910,60	100%	43.312	25.910,60	0,00
6	2026	44.384	0,592	26.286,14	100%	44.384	26.286,14	0,00
7	2027	45.483	0,586	26.667,74	100%	45.483	26.667,74	0,00
8	2028	46.611	0,580	27.055,61	100%	46.611	27.055,61	0,00
9	2029	47.768	0,575	27.449,99	100%	47.768	27.449,99	0,00
10	2030	48.955	0,569	27.851,07	100%	48.955	27.851,07	0,00
11	2031	50.172	0,563	28.257,96	100%	50.172	28.257,96	0,00
12	2032	51.423	0,558	28.672,48	100%	51.423	28.672,48	0,00
13	2033	52.705	0,552	29.093,70	100%	52.705	29.093,70	0,00
14	2034	54.021	0,546	29.521,81	100%	54.021	29.521,81	0,00
15	2035	55.372	0,541	29.957,46	100%	55.372	29.957,46	0,00
16	2036	56.758	0,536	30.400,28	100%	56.758	30.400,28	0,00
17	2037	58.180	0,530	30.850,38	100%	58.180	30.850,38	0,00
18	2038	59.641	0,525	31.308,89	100%	59.641	31.308,89	0,00
19	2039	61.140	0,520	31.774,89	100%	61.140	31.774,89	0,00
20	2040	62.679	0,515	32.248,97	100%	62.679	32.248,97	0,00



(Continuação) - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário otimista

Coleta Seletiva											
Ref. ano	Ano	Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva [%]	População atendida [hab.]	População não atendida [hab.]	Massa de resíduos que segue para disposição final pós coleta seletiva [kg/dia]	Massa de resíduos coletados na coleta seletiva [kg/dia]	Taxa de adesão da coleta seletiva [%]	População que aderiu a coleta seletiva [hab.]	População que não aderiu a coleta seletiva [hab.]	Massa dos resíduos resultantes da adesão da coleta seletiva que segue para a TRIAGEM [kg/dia]	Massa dos resíduos resultantes da adesão da coleta seletiva que segue para a destinação final [kg/dia]
Atual	2019	0%	0	37.424	23.779,78	0,00	0%	0	0	0,00	0,00
0	2020	0%	0	38.345	24.121,06	0,00	0%	0	0	0,00	0,00
1	2021	13%	4.911	34.377	21.408,91	3.058,42	13%	614	4.297	382,30	2.676,11
2	2022	25%	10.064	30.193	18.615,06	6.205,02	25%	2.516	7.548	1.551,26	4.653,77
3	2023	38%	15.469	25.781	15.736,14	9.441,69	38%	5.801	9.668	3.540,63	5.901,05
4	2024	50%	21.134	21.134	12.770,72	12.770,72	50%	10.567	10.567	6.385,36	6.385,36
5	2025	63%	27.070	16.242	9.716,48	16.194,13	63%	16.919	10.151	10.121,33	6.072,80
6	2026	75%	33.288	11.096	6.571,54	19.714,61	75%	24.966	8.322	14.785,96	4.928,65
7	2027	88%	39.798	5.685	3.333,47	23.334,27	88%	34.823	4.975	20.417,49	2.916,78
8	2028	100%	46.611	0	0,00	27.055,61	100%	46.611	0	27.055,61	0,00
9	2029	100%	47.768	0	0,00	27.449,99	100%	47.768	0	27.449,99	0,00
10	2030	100%	48.955	0	0,00	27.851,07	100%	48.955	0	27.851,07	0,00
11	2031	100%	50.172	0	0,00	28.257,96	100%	50.172	0	28.257,96	0,00
12	2032	100%	51.423	0	0,00	28.672,48	100%	51.423	0	28.672,48	0,00
13	2033	100%	52.705	0	0,00	29.093,70	100%	52.705	0	29.093,70	0,00
14	2034	100%	54.021	0	0,00	29.521,81	100%	54.021	0	29.521,81	0,00
15	2035	100%	55.372	0	0,00	29.957,46	100%	55.372	0	29.957,46	0,00
16	2036	100%	56.758	0	0,00	30.400,28	100%	56.758	0	30.400,28	0,00
17	2037	100%	58.180	0	0,00	30.850,38	100%	58.180	0	30.850,38	0,00
18	2038	100%	59.641	0	0,00	31.308,89	100%	59.641	0	31.308,89	0,00
19	2039	100%	61.140	0	0,00	31.774,89	100%	61.140	0	31.774,89	0,00
20	2040	100%	62.679	0	0,00	32.248,97	100%	62.679	0	32.248,97	0,00



(Continuação) - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário otimista

Ref. ano	Ano	Triagem							
		Taxa de matéria orgânica (%)	Massa de resíduos orgânico que segue para TRIAGEM [kg/dia]	Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos [%]	Taxa de recicláveis (%)	Massa de resíduos recicláveis que segue para TRIAGEM [kg/dia]	Taxa de recuperação de materiais recicláveis [%]	Massa de resíduos coletados seletivamente que pode ser recuperado [kg/dia]	Massa de resíduos coletados seletivamente que não pôde ser recuperado na triagem [kg/dia]
Atual	2019	45,70%	0,00	0%	25,96%	0,00	0%	0,00	0,00
0	2020	45,70%	0,00	0%	25,96%	0,00	0%	0,00	0,00
1	2021	45,70%	174,69	6%	25,96%	99,23	6%	17,42	364,88
2	2022	45,70%	708,85	13%	25,96%	402,63	13%	141,38	1.409,88
3	2023	45,70%	1.617,89	19%	25,96%	918,97	19%	484,03	3.056,60
4	2024	45,70%	2.917,79	25%	25,96%	1.657,32	25%	1.163,91	5.221,45
5	2025	45,70%	4.624,94	32%	25,96%	2.626,99	32%	2.306,11	7.815,21
6	2026	45,70%	6.756,44	38%	25,96%	3.837,69	38%	4.042,72	10.743,23
7	2027	45,70%	9.329,77	45%	25,96%	5.299,36	45%	6.512,89	13.904,60
8	2028	45,70%	12.363,06	51%	25,96%	7.022,28	51%	9.863,26	17.192,35
9	2029	45,70%	12.543,27	57%	25,96%	7.124,64	57%	11.257,92	16.192,07
10	2030	45,70%	12.726,54	64%	25,96%	7.228,74	64%	12.691,56	15.159,50
11	2031	45,70%	12.912,48	70%	25,96%	7.334,35	70%	14.164,68	14.093,28
12	2032	45,70%	13.101,89	76%	25,96%	7.441,94	76%	15.605,09	13.067,38
13	2033	45,70%	13.294,37	82%	25,96%	7.551,27	82%	17.085,09	12.008,62
14	2034	45,70%	13.489,99	88%	25,96%	7.662,39	88%	18.605,63	10.916,18
15	2035	45,70%	13.689,06	94%	25,96%	7.775,46	94%	20.168,07	9.789,40
16	2036	45,70%	13.891,41	100%	25,96%	7.890,39	100%	21.773,09	8.627,19
17	2037	45,70%	14.097,08	100%	25,96%	8.007,22	100%	22.104,30	8.746,08
18	2038	45,70%	14.306,60	100%	25,96%	8.126,22	100%	22.432,82	8.876,07
19	2039	45,70%	14.519,54	100%	25,96%	8.247,17	100%	22.766,71	9.008,18
20	2040	45,70%	14.736,17	100%	25,96%	8.370,22	100%	23.106,39	9.142,58



(Continuação) - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário otimista

Ref. ano	Ano	Outras Destinações	Destinação Final = aterro				
		Massa de resíduos não coletados [kg/dia]	Massa de resíduos que segue para disposição final pós coleta seletiva [kg/dia]	Massa dos resíduos resultantes da adesão da coleta seletiva que segue para a destinação final [kg/dia]	Massa de resíduos coletados seletivamente que não pôde ser recuperado na triagem [kg/dia]	Massa total de resíduos enviada para a disposição final [kg/dia]	Massa total de resíduos enviada para a disposição final [t/ano]
Atual	2019	0,00	23.779,78	0,00	0,00	23.779,78	8.679,62
0	2020	0,00	24.121,06	0,00	0,00	24.121,06	8.804,19
1	2021	0,00	21.408,91	2.676,11	364,88	24.449,91	8.924,22
2	2022	0,00	18.615,06	4.653,77	1.409,88	24.678,70	9.007,73
3	2023	0,00	15.736,14	5.901,05	3.056,60	24.693,79	9.013,24
4	2024	0,00	12.770,72	6.385,36	5.221,45	24.377,53	8.897,80
5	2025	0,00	9.716,48	6.072,80	7.815,21	23.604,49	8.615,64
6	2026	0,00	6.571,54	4.928,65	10.743,23	22.243,42	8.118,85
7	2027	0,00	3.333,47	2.916,78	13.904,60	20.154,85	7.356,52
8	2028	0,00	0,00	0,00	17.192,35	17.192,35	6.275,21
9	2029	0,00	0,00	0,00	16.192,07	16.192,07	5.910,11
10	2030	0,00	0,00	0,00	15.159,50	15.159,50	5.533,22
11	2031	0,00	0,00	0,00	14.093,28	14.093,28	5.144,05
12	2032	0,00	0,00	0,00	13.067,38	13.067,38	4.769,60
13	2033	0,00	0,00	0,00	12.008,62	12.008,62	4.383,15
14	2034	0,00	0,00	0,00	10.916,18	10.916,18	3.984,41
15	2035	0,00	0,00	0,00	9.789,40	9.789,40	3.573,13
16	2036	0,00	0,00	0,00	8.627,19	8.627,19	3.148,92
17	2037	0,00	0,00	0,00	8.746,08	8.746,08	3.192,32
18	2038	0,00	0,00	0,00	8.876,07	8.876,07	3.239,77
19	2039	0,00	0,00	0,00	9.008,18	9.008,18	3.287,99
20	2040	0,00	0,00	0,00	9.142,58	9.142,58	3.337,04

Fonte: Próprios Autores, 2019



Tabela 60 - Projeção dos resíduos de construção civil para o cenário otimista

Otimista			Coleta				Triagem			Destinação final		
Ref. ano	Ano	População (hab.)	Quantidade anual gerada de RCC (t/ano)	Taxa de cobertura de RCC (%)	Quantidade anual coletada de RCC (t/ano)	Quantidade anual não coletada (t/ano)	Taxa de recuperação de RCC (%)	Quantidade anual coletada de RCC REICLADO (t/ano)	Quantidade de RCC que vai para o transbordo e aterro (t/ano)	Quantidade anual não coletada (t/ano)	Quantidade de RCC que vai para o transbordo e aterro (t/ano)	Quantidade de RCC acumulado nos 20 anos [t]
	2019	37.424	1.410,18		0,00	1.410,18			0,00	1.410,18	0,00	1.410,18
0	2020	38.345	1.870,46	0%	0,00	1.870,46	0%	0,00	0,00	1.870,46	0,00	3.280,64
1	2021	39.288	2.342,13	13%	292,77	2.049,37	13%	36,60	256,17	2.049,37	256,17	5.586,18
2	2022	40.257	2.826,63	25%	706,66	2.119,97	25%	176,66	529,99	2.119,97	529,99	8.236,14
3	2023	41.250	3.323,01	38%	1.246,13	2.076,88	38%	467,30	778,83	2.076,88	778,83	11.091,85
4	2024	42.268	3.832,21	50%	1.916,10	1.916,10	50%	958,05	958,05	1.916,10	958,05	13.966,01
5	2025	43.312	4.354,23	63%	2.721,40	1.632,84	63%	1.700,87	1.020,52	1.632,84	1.020,52	16.619,37
6	2026	44.384	4.890,03	75%	3.667,52	1.222,51	75%	2.750,64	916,88	1.222,51	916,88	18.758,76
7	2027	45.483	5.439,61	88%	4.759,66	679,95	88%	4.164,70	594,96	679,95	594,96	20.033,67
8	2028	46.611	6.003,43	100%	6.003,43	0,00	100%	6.003,43	0,00	0,00	0,00	20.033,67
9	2029	47.768	6.581,98	100%	6.581,98	0,00	100%	6.581,98	0,00	0,00	0,00	20.033,67
10	2030	48.955	7.175,73	100%	7.175,73	0,00	100%	7.175,73	0,00	0,00	0,00	20.033,67
11	2031	50.172	7.784,21	100%	7.784,21	0,00	100%	7.784,21	0,00	0,00	0,00	20.033,67
12	2032	51.423	8.409,31	100%	8.409,31	0,00	100%	8.409,31	0,00	0,00	0,00	20.033,67
13	2033	52.705	9.050,56	100%	9.050,56	0,00	100%	9.050,56	0,00	0,00	0,00	20.033,67
14	2034	54.021	9.708,43	100%	9.708,43	0,00	100%	9.708,43	0,00	0,00	0,00	20.033,67
15	2035	55.372	10.383,88	100%	10.383,88	0,00	100%	10.383,88	0,00	0,00	0,00	20.033,67
16	2036	56.758	11.076,91	100%	11.076,91	0,00	100%	11.076,91	0,00	0,00	0,00	20.033,67
17	2037	58.180	11.787,98	100%	11.787,98	0,00	100%	11.787,98	0,00	0,00	0,00	20.033,67
18	2038	59.641	12.518,53	100%	12.518,53	0,00	100%	12.518,53	0,00	0,00	0,00	20.033,67
19	2039	61.140	13.268,08	100%	13.268,08	0,00	100%	13.268,08	0,00	0,00	0,00	20.033,67
20	2040	62.679	14.037,58	100%	14.037,58	0,00	100%	14.037,58	0,00	0,00	0,00	20.033,67

Fonte: Próprios Autores, 2019



Tabela 61 - Projeção dos resíduos de serviços de saúde para o cenário otimista

Ref. ano	Ano	População (hab.)	Índices per capita de massa coletada, com acréscimo de 1% ao ano (kg/hab.ano)	Taxa de cobertura (%)	Quantidade anual coletada de RSS (kg/ano)	Quantidade anual coletada de RSS (t/ano)	Quantidade acumulada anual coletada de RSS (t/ano)
	2019	37.424	0,187	100%	7.006,23	7,01	
0	2020	38.345	0,189	100%	7.250,35	7,25	7,25
1	2021	39.288	0,191	100%	7.503,01	7,50	14,75
2	2022	40.257	0,193	100%	7.764,95	7,76	22,52
3	2023	41.250	0,195	100%	8.035,99	8,04	30,55
4	2024	42.268	0,197	100%	8.316,74	8,32	38,87
5	2025	43.312	0,199	100%	8.607,38	8,61	47,48
6	2026	44.384	0,201	100%	8.908,54	8,91	56,39
7	2027	45.483	0,203	100%	9.220,45	9,22	65,61
8	2028	46.611	0,205	100%	9.543,54	9,54	75,15
9	2029	47.768	0,207	100%	9.878,26	9,88	85,03
10	2030	48.955	0,209	100%	10.225,07	10,23	95,25
11	2031	50.172	0,211	100%	10.584,04	10,58	105,84
12	2032	51.423	0,213	100%	10.956,26	10,96	116,79
13	2033	52.705	0,215	100%	11.341,80	11,34	128,14
14	2034	54.021	0,217	100%	11.741,20	11,74	139,88
15	2035	55.372	0,220	100%	12.155,16	12,16	152,03
16	2036	56.758	0,222	100%	12.584,02	12,58	164,62
17	2037	58.180	0,224	100%	13.028,32	13,03	177,65
18	2038	59.641	0,226	100%	13.489,06	13,49	191,13
19	2039	61.140	0,228	100%	13.966,40	13,97	205,10
20	2040	62.679	0,231	100%	14.461,13	14,46	219,56

Fonte: Próprios Autores, 2019



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	93 de 190

Para que o cenário otimista ocorra é necessário um forte envolvimento, desde o início do plano, tanto da prefeitura com investimentos da administração pública e mudanças na gestão do manejo dos resíduos sólido no município como também dos próprios cidadãos de Santa Rita do Sapucaí através de mudanças rápidas de hábitos e uma adesão geral na coleta seletiva já no ano de 2028.

A visão otimista preconiza em um alto reaproveitamento dos resíduos gerados no centro de triagem, além de uma destinação ambientalmente correta dos resíduos de logística reversa e a universalização dos serviços de coleta convencional e seletiva já em 2028. A Figura 19 apresenta o comportamento ao longo do horizonte do PMSB da massa dos resíduos destinados à disposição final.

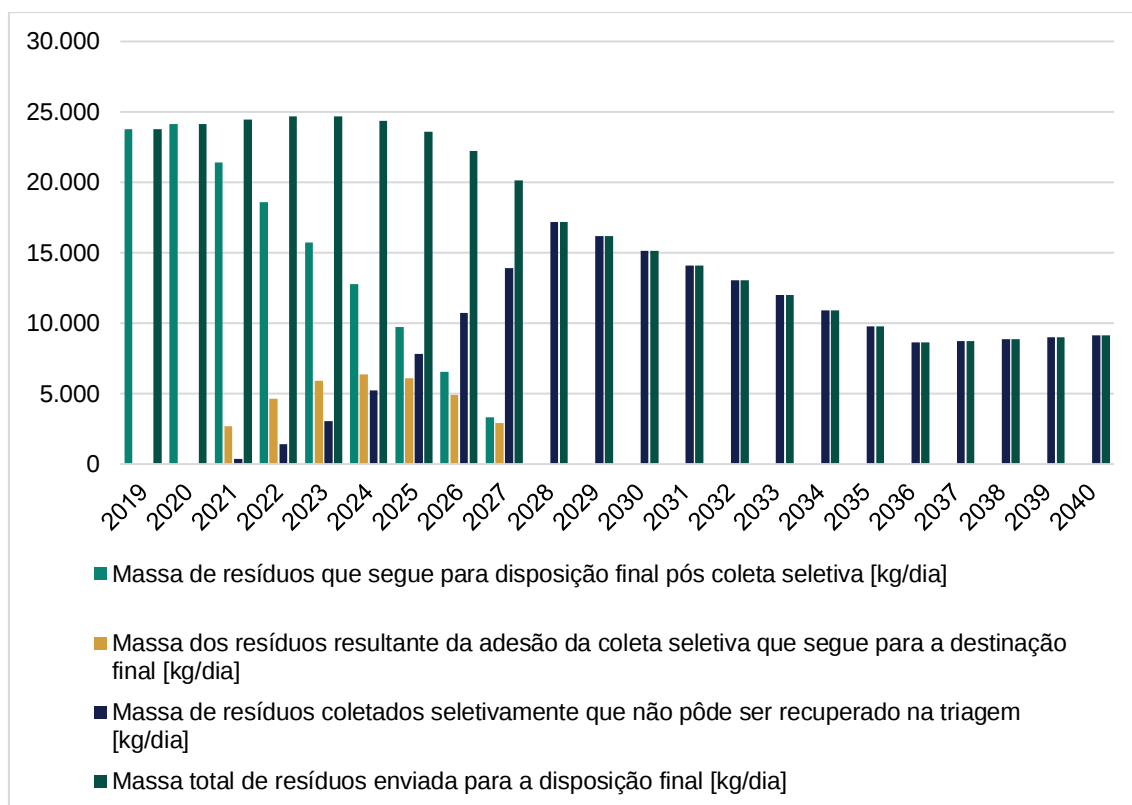


Figura 19 - Comportamento dos RDO no cenário otimista

Fonte: Próprios Autores, 2019

A Figura 19 mostra que até 2027 há resíduos que poderiam ser recuperados sendo levados para a disposição final. A partir de 2028, como a coleta seletiva atenderá a população urbana total e supondo a adesão geral, observa-se que, a partir desse ano todo o lixo levado para a disposição final consiste em rejeitos, que não conseguem mais serem recuperado na triagem.

Com base nas metas pré-estabelecidas e na projeção realizada, nota-se uma redução de 62,1% da quantidade de resíduos anual que segue para o aterro quando comparado o valor do primeiro com o último ano do plano, acumulando um total de 124.517 toneladas de resíduos domésticos e comerciais urbanos.

Já na Figura 20 evidencia a importância da realização da reciclagem para os resíduos de construção civil, uma vez que essa ação reduziu 96,47% dos resíduos coletados,



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	94 de 190

indo de 143.096,85 toneladas acumuladas ao longo do horizonte de 20 anos para 5.055,41 toneladas.

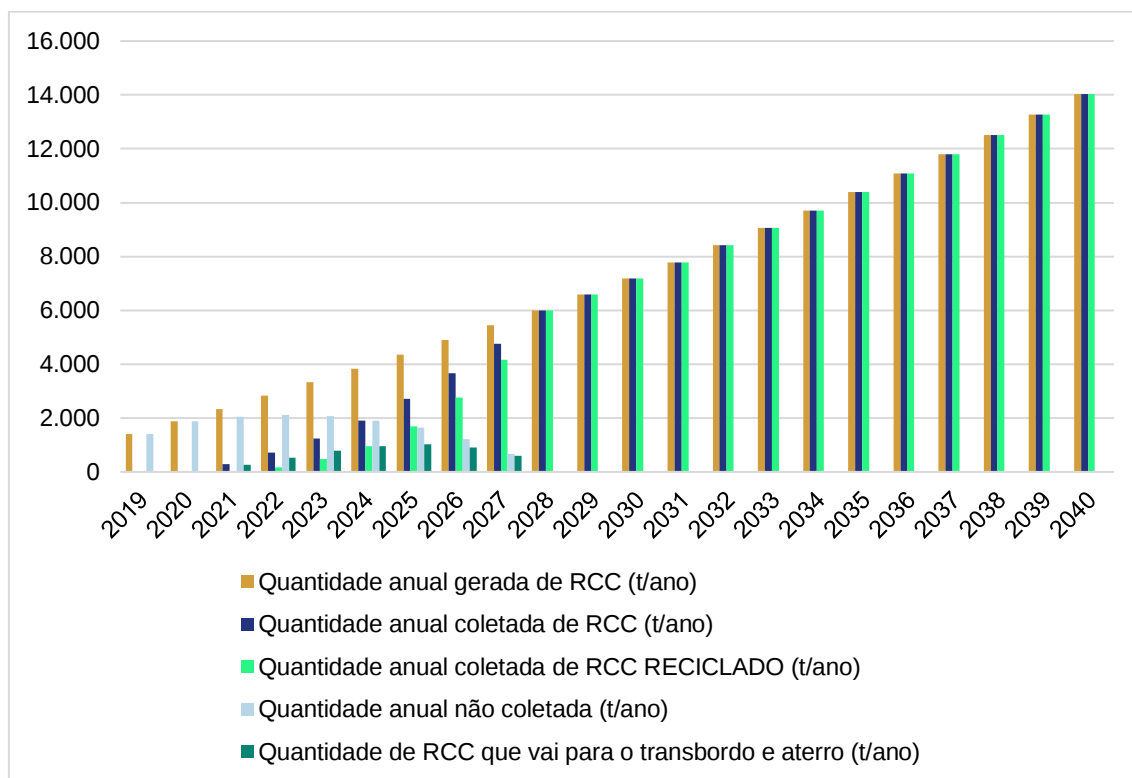


Figura 20 - Comportamento dos RCC no cenário otimista

Fonte: Próprios Autores, 2019

Por fim, realizando uma análise comparativa entre os três tipos de resíduos projetados para Santa Rita do Sapucaí (Figura 21), observa-se um total de 219,6 toneladas de RSS, 20.033,67 toneladas de RCC e 124.517,06 toneladas de RDO, totalizando 144.770,29 toneladas de resíduos que seguem para suas respectivas destinações finais.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	95 de 190

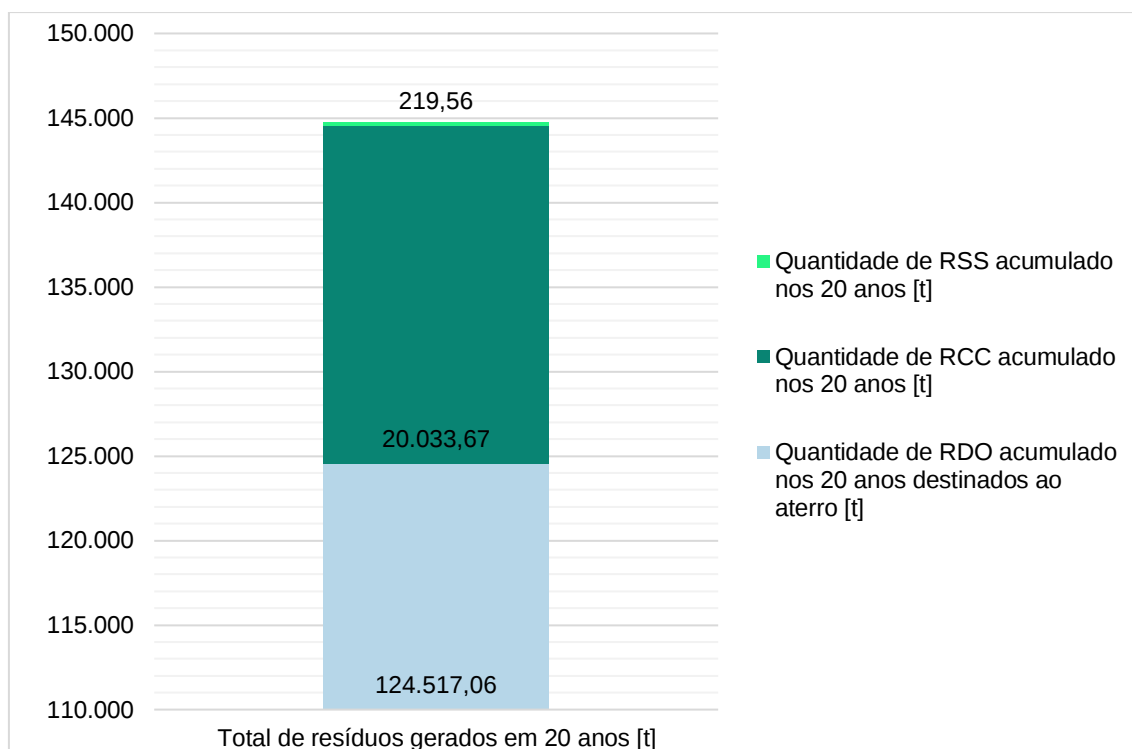


Figura 21 – Total de RSS, RCC e RDO no cenário otimista
Fonte: Próprios Autores, 2019

7.2.1.2 Cenário 2

Este cenário considerou a estimativa mais provável para o município, considerando a elevação nos índices de cobertura das coletas convencionais e a implantação das coletas seletivas, prevendo que a geração *per capita* se mantenha na mesma faixa que atualmente. Visando que programas de educação ambiental sejam implantados para que haja sensibilização da população, também se estima que o índice de resíduos destinados de forma correta seja elevado.

Quanto a adesão da população à coleta seletiva e sua cobertura, é considerado que sejam aumentadas de forma gradual, de modo que se aproximem da meta estipulada pela PNRS, mas demandem mais tempo para atingir o objetivo nacional. Consequentemente haverá aumento dos índices de recuperação de recicláveis e de compostagem de orgânicos. Observa-se na Tabela 62 uma ilustração deste cenário.



Tabela 62 - Hipóteses dos serviços de manejo dos resíduos sólidos para o cenário intermediário

Variáveis	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	Manter a taxa em 100%	-	-
Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de adesão da coleta seletiva (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada (%)	Aumentar para 100% em 16 anos e manter	Aumentar para 100% em 20 anos	Aumentar para 88% em 20 anos
Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos (%)	Aumentar para 100% em 16 anos e manter	Aumentar para 100% em 20 anos	Aumentar para 90% em 20 anos
Geração <i>per capita</i> (kg/hab/dia)	Manter a quantidade	Elevação de 1% a cada ano	Redução de 1% a cada ano
Taxa de cobertura da coleta de RCC	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de Recuperação de RCC	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de cobertura da coleta de RSS	Manter a taxa em 100%	-	-
Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos

Fonte: Próprios autores, 2019

2

Diante do que foi proposto para o cenário 2, foram estimadas as metas a curto, médio e longo prazo para as variáveis de coleta convencional, seletiva, adesão e recuperação de recicláveis, considerando sua elevação, e para a geração *per capita*, considerando sua estabilidade, na Tabela 63.



Tabela 63 - Metas mais prováveis para as variáveis alteradas ao longo dos 20 anos

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E COMERCIAIS (RDO)	Atual	Imediato	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo
	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana	100%	100%	100%	100%	100%
Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva	0%	25%	67%	100%	100%
Taxa de adesão da coleta seletiva	0%	25%	67%	100%	100%
Taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada	0%	19%	51%	73%	100%
Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos	0%	19%	51%	73%	100%
Geração per capita (kg/hab/dia)	0,635	0,635	0,635	0,635	0,635
RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de cobertura da coleta de RCC	0%	25%	67%	100%	100%
Taxa de Recuperação de RCC	0%	25%	67%	100%	100%
RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS)	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de cobertura da coleta de RSS	100%	100%	100%	100%	100%
RESÍDUOS GERAIS	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)	67%	83%	100%	100%	100%

Fonte: Próprios autores, 2019

Conforme as metas pré-estabelecidas para a cenário 2 e levando em conta a projeção populacional já apresentada, a Tabela 64, e Tabela 66 apresentam as mudanças ao longo dos 20 anos do horizonte do PMSB para os resíduos domésticos, de construção civil e de saúde, respectivamente.



Tabela 64 - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário intermediário

RDO				Coleta Convencional				
Ref. ano	Ano	População total [hab.]	Geração per capita [kg/hab./dia]	Massa de resíduos gerados [kg/dia]	Taxa de cobertura do serviço de coleta em relação à população urbana [%]	População atendida [hab.]	Massa de resíduos coletados na coleta convencional [kg/dia]	Massa de resíduos não coletados [kg/dia]
Atual	2019	39.394	0,635	25.031,34	100%	39.394	25.031,34	0,00
0	2020	40.363	0,635	25.647,05	100%	40.363	25.647,05	0,00
1	2021	41.356	0,635	26.278,02	100%	41.356	26.278,02	0,00
2	2022	42.376	0,635	26.926,14	100%	42.376	26.926,14	0,00
3	2023	43.421	0,635	27.590,14	100%	43.421	27.590,14	0,00
4	2024	44.493	0,635	28.271,30	100%	44.493	28.271,30	0,00
5	2025	45.592	0,635	28.969,61	100%	45.592	28.969,61	0,00
6	2026	46.720	0,635	29.686,36	100%	46.720	29.686,36	0,00
7	2027	47.877	0,635	30.421,53	100%	47.877	30.421,53	0,00
8	2028	49.064	0,635	31.175,76	100%	49.064	31.175,76	0,00
9	2029	50.282	0,635	31.949,69	100%	50.282	31.949,69	0,00
10	2030	51.532	0,635	32.743,95	100%	51.532	32.743,95	0,00
11	2031	52.813	0,635	33.557,91	100%	52.813	33.557,91	0,00
12	2032	54.129	0,635	34.394,11	100%	54.129	34.394,11	0,00
13	2033	55.479	0,635	35.251,91	100%	55.479	35.251,91	0,00
14	2034	56.864	0,635	36.131,96	100%	56.864	36.131,96	0,00
15	2035	58.286	0,635	37.035,51	100%	58.286	37.035,51	0,00
16	2036	59.745	0,635	37.962,57	100%	59.745	37.962,57	0,00
17	2037	61.242	0,635	38.913,78	100%	61.242	38.913,78	0,00
18	2038	62.780	0,635	39.891,04	100%	62.780	39.891,04	0,00
19	2039	64.358	0,635	40.893,72	100%	64.358	40.893,72	0,00
20	2040	65.978	0,635	41.923,08	100%	65.978	41.923,08	0,00



(Continuação) - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário intermediário

Coleta Seletiva											
Ref. ano	Ano	Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva [%]	População atendida [hab.]	População não atendida [hab.]	Massa de resíduos que segue para disposição final pós coleta seletiva [kg/dia]	Massa de resíduos coletados na coleta seletiva [kg/dia]	Taxa de adesão da coleta seletiva [%]	População que aderiu a coleta seletiva [hab.]	População que não aderiu a coleta seletiva [hab.]	Massa dos resíduos resultantes da adesão da coleta seletiva que segue para a TRIAGEM [kg/dia]	Massa dos resíduos resultantes da adesão da coleta seletiva que segue para a destinação final [kg/dia]
Atual	2019	0%	0	39.394	25.031,34	0,00	0%	0	0	0,00	0,00
0	2020	0%	0	40.363	25.647,05	0,00	0%	0	0	0,00	0,00
1	2021	8%	3.445	37.911	24.089,06	2.188,96	8%	287	3.158	182,34	2.006,62
2	2022	17%	7.060	35.316	22.440,24	4.485,89	17%	1.176	5.884	747,35	3.738,54
3	2023	25%	10.851	32.570	20.695,36	6.894,78	25%	2.712	8.139	1.723,00	5.171,77
4	2024	33%	14.825	29.668	18.851,30	9.420,00	33%	4.940	9.885	3.138,74	6.281,25
5	2025	42%	18.989	26.603	16.903,77	12.065,84	42%	7.909	11.080	5.025,42	7.040,42
6	2026	50%	23.351	23.369	14.849,12	14.837,24	50%	11.671	11.680	7.415,65	7.421,59
7	2027	58%	27.917	19.960	12.682,73	17.738,79	58%	16.278	11.639	10.343,49	7.395,30
8	2028	67%	32.696	16.368	10.400,23	20.775,52	67%	21.789	10.907	13.844,81	6.930,72
9	2029	75%	37.696	12.586	7.997,01	23.952,68	75%	28.261	9.435	17.957,32	5.995,36
10	2030	83%	42.926	8.606	5.468,24	27.275,71	83%	35.757	7.169	22.720,67	4.555,04
11	2031	92%	48.393	4.420	2.808,80	30.749,11	92%	44.342	4.050	28.175,41	2.573,70
12	2032	100%	54.107	22	13,76	34.380,35	100%	54.086	22	34.366,60	13,75
13	2033	100%	55.479	0	0,00	35.251,91	100%	55.479	0	35.251,91	0,00
14	2034	100%	56.864	0	0,00	36.131,96	100%	56.864	0	36.131,96	0,00
15	2035	100%	58.286	0	0,00	37.035,51	100%	58.286	0	37.035,51	0,00
16	2036	100%	59.745	0	0,00	37.962,57	100%	59.745	0	37.962,57	0,00
17	2037	100%	61.242	0	0,00	38.913,78	100%	61.242	0	38.913,78	0,00
18	2038	100%	62.780	0	0,00	39.891,04	100%	62.780	0	39.891,04	0,00
19	2039	100%	64.358	0	0,00	40.893,72	100%	64.358	0	40.893,72	0,00
20	2040	100%	65.978	0	0,00	41.923,08	100%	65.978	0	41.923,08	0,00



(Continuação) - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário intermediário

Ref. ano	Ano	Triagem							
		Taxa de matéria orgânica (%)	Massa de resíduos orgânico que segue para TRIAGEM [kg/dia]	Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos [%]	Taxa de recicláveis (%)	Massa de resíduos recicláveis que segue para TRIAGEM [kg/dia]	Taxa de recuperação de materiais recicláveis [%]	Massa de resíduos coletados seletivamente que pode ser recuperado [kg/dia]	Massa de resíduos coletados seletivamente que não pôde ser recuperado na triagem [kg/dia]
Atual	2019	45,70%	0,00	0%	25,96%	0,00	0%	0,00	0,00
0	2020	45,70%	0,00	0%	25,96%	0,00	0%	0,00	0,00
1	2021	45,70%	83,32	6%	25,96%	47,33	6%	8,31	174,03
2	2022	45,70%	341,50	13%	25,96%	193,97	13%	68,11	679,24
3	2023	45,70%	787,33	19%	25,96%	447,21	19%	235,55	1.487,46
4	2024	45,70%	1.434,25	25%	25,96%	814,66	25%	572,12	2.566,62
5	2025	45,70%	2.296,37	32%	25,96%	1.304,35	32%	1.145,03	3.880,40
6	2026	45,70%	3.388,58	38%	25,96%	1.924,73	38%	2.027,56	5.388,09
7	2027	45,70%	4.726,46	45%	25,96%	2.684,65	45%	3.299,43	7.044,06
8	2028	45,70%	6.326,39	51%	25,96%	3.593,42	51%	5.047,20	8.797,61
9	2029	45,70%	8.205,60	57%	25,96%	4.660,82	57%	7.364,74	10.592,58
10	2030	45,70%	10.382,21	64%	25,96%	5.897,15	64%	10.353,67	12.367,00
11	2031	45,70%	12.874,75	70%	25,96%	7.312,93	70%	14.123,30	14.052,11
12	2032	45,70%	15.703,82	73%	25,96%	8.919,85	73%	18.046,69	16.319,91
13	2033	45,70%	16.108,36	77%	25,96%	9.149,63	77%	19.352,68	15.899,24
14	2034	45,70%	16.510,50	80%	25,96%	9.378,05	80%	20.697,89	15.434,06
15	2035	45,70%	16.923,38	83%	25,96%	9.612,57	83%	22.099,13	14.936,38
16	2036	45,70%	17.347,00	87%	25,96%	9.853,19	87%	23.558,08	14.404,49
17	2037	45,70%	17.781,65	90%	25,96%	10.100,07	90%	25.076,82	13.836,96
18	2038	45,70%	18.228,21	93%	25,96%	10.353,72	93%	26.658,37	13.232,67
19	2039	45,70%	18.686,38	97%	25,96%	10.613,96	97%	28.304,14	12.589,58
20	2040	45,70%	19.156,75	100%	25,96%	10.881,14	100%	30.016,86	11.906,22



(Continuação) - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário intermediário

		Outras Destinações	Destinação Final = aterro				
Ref. ano	Ano	Massa de resíduos não coletados [kg/dia]	Massa de resíduos que segue para disposição final pós coleta seletiva [kg/dia]	Massa dos resíduos resultantes da adesão da coleta seletiva que segue para a destinação final [kg/dia]	Massa de resíduos coletados seletivamente que não pôde ser recuperado na triagem [kg/dia]	Massa total de resíduos enviada para a disposição final [kg/dia]	Massa total de resíduos enviada para a disposição final [t/ano]
Atual	2019	0,00	25.031,34	0,00	0,00	25.031,34	9.136,44
0	2020	0,00	25.647,05	0,00	0,00	25.647,05	9.361,18
1	2021	0,00	24.089,06	2.006,62	174,03	26.269,71	9.588,44
2	2022	0,00	22.440,24	3.738,54	679,24	26.858,02	9.803,18
3	2023	0,00	20.695,36	5.171,77	1.487,46	27.354,59	9.984,43
4	2024	0,00	18.851,30	6.281,25	2.566,62	27.699,18	10.110,20
5	2025	0,00	16.903,77	7.040,42	3.880,40	27.824,59	10.155,97
6	2026	0,00	14.849,12	7.421,59	5.388,09	27.658,80	10.095,46
7	2027	0,00	12.682,73	7.395,30	7.044,06	27.122,10	9.899,57
8	2028	0,00	10.400,23	6.930,72	8.797,61	26.128,56	9.536,92
9	2029	0,00	7.997,01	5.995,36	10.592,58	24.584,95	8.973,51
10	2030	0,00	5.468,24	4.555,04	12.367,00	22.390,28	8.172,45
11	2031	0,00	2.808,80	2.573,70	14.052,11	19.434,61	7.093,63
12	2032	0,00	13,76	13,75	16.319,91	16.347,42	5.966,81
13	2033	0,00	0,00	0,00	15.899,24	15.899,24	5.803,22
14	2034	0,00	0,00	0,00	15.434,06	15.434,06	5.633,43
15	2035	0,00	0,00	0,00	14.936,38	14.936,38	5.451,78
16	2036	0,00	0,00	0,00	14.404,49	14.404,49	5.257,64
17	2037	0,00	0,00	0,00	13.836,96	13.836,96	5.050,49
18	2038	0,00	0,00	0,00	13.232,67	13.232,67	4.829,93
19	2039	0,00	0,00	0,00	12.589,58	12.589,58	4.595,20
20	2040	0,00	0,00	0,00	11.906,22	11.906,22	4.345,77

Fonte: Próprios autores, 2019



Tabela 65 - Projeção dos resíduos de construção civil para o cenário intermediário

Intermediário			Coleta				Triagem			Destinação final		
Ref. ano	Ano	População (hab.)	Quantidade anual gerada de RCC (t/ano)	Taxa de cobertura de RCC (%)	Quantidade anual coletada de RCC (t/ano)	Quantidade anual não coletada (t/ano)	Taxa de recuperação de RCC (%)	Quantidade anual coletada de RCC REICLADO (t/ano)	Quantidade de RCC que vai para o transbordo e aterro (t/ano)	Quantidade anual não coletada (t/ano)	Quantidade de RCC que vai para o transbordo e aterro (t/ano)	Quantidade de RCC acumulado nos 20 anos [t]
	2019	39.394	1.410,18		0,00	1.410,18			1.410,18	1.410,18	1.410,18	2.820,36
0	2020	40.363	1.894,68	0%	0,00	1.894,68	0%	0,00	1.894,68	1.894,68	1.894,68	6.609,73
1	2021	41.356	2.391,18	8%	199,19	2.192,00	8%	16,59	2.374,59	2.192,00	2.374,59	11.176,32
2	2022	42.376	2.901,18	17%	483,34	2.417,85	17%	80,52	2.820,66	2.417,85	2.820,66	16.414,82
3	2023	43.421	3.423,68	25%	855,58	2.568,10	25%	213,81	3.209,87	2.568,10	3.209,87	22.192,80
4	2024	44.493	3.959,68	33%	1.319,37	2.640,32	33%	439,61	3.520,07	2.640,32	3.520,07	28.353,18
5	2025	45.592	4.509,18	42%	1.878,07	2.631,11	42%	782,22	3.726,96	2.631,11	3.726,96	34.711,26
6	2026	46.720	5.073,18	50%	2.535,58	2.537,61	50%	1.267,28	3.805,90	2.537,61	3.805,90	41.054,76
7	2027	47.877	5.651,68	58%	3.295,50	2.356,19	58%	1.921,60	3.730,08	2.356,19	3.730,08	47.141,03
8	2028	49.064	6.245,18	67%	4.161,79	2.083,39	67%	2.773,42	3.471,77	2.083,39	3.471,77	52.696,19
9	2029	50.282	6.854,18	75%	5.138,58	1.715,60	75%	3.852,39	3.001,79	1.715,60	3.001,79	57.413,58
10	2030	51.532	7.479,18	83%	6.230,16	1.249,02	83%	5.189,72	2.289,46	1.249,02	2.289,46	60.952,06
11	2031	52.813	8.119,68	92%	7.440,06	679,62	92%	6.817,33	1.302,35	679,62	1.302,35	62.934,03
12	2032	54.129	8.777,68	100%	8.777,68	0,00	100%	8.777,68	0,00	0,00	0,00	62.934,03
13	2033	55.479	9.452,68	100%	9.452,68	0,00	100%	9.452,68	0,00	0,00	0,00	62.934,03
14	2034	56.864	10.145,18	100%	10.145,18	0,00	100%	10.145,18	0,00	0,00	0,00	62.934,03
15	2035	58.286	10.856,18	100%	10.856,18	0,00	100%	10.856,18	0,00	0,00	0,00	62.934,03
16	2036	59.745	11.585,68	100%	11.585,68	0,00	100%	11.585,68	0,00	0,00	0,00	62.934,03
17	2037	61.242	12.334,18	100%	12.334,18	0,00	100%	12.334,18	0,00	0,00	0,00	62.934,03
18	2038	62.780	13.103,18	100%	13.103,18	0,00	100%	13.103,18	0,00	0,00	0,00	62.934,03
19	2039	64.358	13.892,18	100%	13.892,18	0,00	100%	13.892,18	0,00	0,00	0,00	62.934,03
20	2040	65.978	14.702,18	100%	14.702,18	0,00	100%	14.702,18	0,00	0,00	0,00	62.934,03

Fonte: Próprios Autores, 2019



Tabela 66 - Projeção dos resíduos de serviços de saúde para o cenário intermediário

Ref. ano	Ano	População (hab.)	Índices per capita de massa coletada, com acrécimo de 1% ao ano (kg/hab.ano)	Taxa de cobertura (%)	Quantidade anual coletada de RSS (kg/ano)	Quantidade anual coletada de RSS (t/ano)	Quantidade acumulada anual coletada de RSS (t/ano)
	2019	39.394	0,178	100%	7.006,23	7,01	
0	2020	40.363	0,180	100%	7.250,35	7,25	7,25
1	2021	41.356	0,181	100%	7.503,01	7,50	14,75
2	2022	42.376	0,183	100%	7.764,95	7,76	22,52
3	2023	43.421	0,185	100%	8.035,99	8,04	30,55
4	2024	44.493	0,187	100%	8.316,74	8,32	38,87
5	2025	45.592	0,189	100%	8.607,38	8,61	47,48
6	2026	46.720	0,191	100%	8.908,54	8,91	56,39
7	2027	47.877	0,193	100%	9.220,45	9,22	65,61
8	2028	49.064	0,195	100%	9.543,54	9,54	75,15
9	2029	50.282	0,196	100%	9.878,26	9,88	85,03
10	2030	51.532	0,198	100%	10.225,07	10,23	95,25
11	2031	52.813	0,200	100%	10.584,04	10,58	105,84
12	2032	54.129	0,202	100%	10.956,26	10,96	116,79
13	2033	55.479	0,204	100%	11.341,80	11,34	128,14
14	2034	56.864	0,206	100%	11.741,20	11,74	139,88
15	2035	58.286	0,209	100%	12.155,16	12,16	152,03
16	2036	59.745	0,211	100%	12.584,02	12,58	164,62
17	2037	61.242	0,213	100%	13.028,32	13,03	177,65
18	2038	62.780	0,215	100%	13.489,06	13,49	191,13
19	2039	64.358	0,217	100%	13.966,40	13,97	205,10
20	2040	65.978	0,219	100%	14.461,13	14,46	219,56

Fonte: Próprios Autores, 2019



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	104 de 190

O cenário intermediário, não exige envolvimento tão intenso quando o cenário 1, porém ainda sim é necessário, ao longo do horizonte de planejamento, investimento da administração pública com modificações também na gestão do manejo dos resíduos sólidos no município.

Com relação aos resíduos sólidos domésticos, o incentivo à educação ambiental é importante para auxiliar na mudança do hábito da população de Santa Rita do Sapucaí, sendo neste cenário previsto que ocorra mudanças mais lentas e graduais mantendo assim a geração *per capita* constante, apesar da estimativa do aumento na renda da população, e adesão geral da população na coleta seletiva no ano de 2032.

Ainda para o ano de 2032, o cenário 2 prevê a universalização dos serviços de coleta seletiva e convencional com um bom reaproveitamento, no centro de triagem, dos resíduos gerados. Já com relação aos resíduos de logística reversa, estima-se que até 2028 os resíduos tenham programas afirmados para a sua destinação ambientalmente correta.

A Figura 22 apresenta o comportamento ao longo do horizonte do PMSB da massa dos resíduos destinados à disposição final.

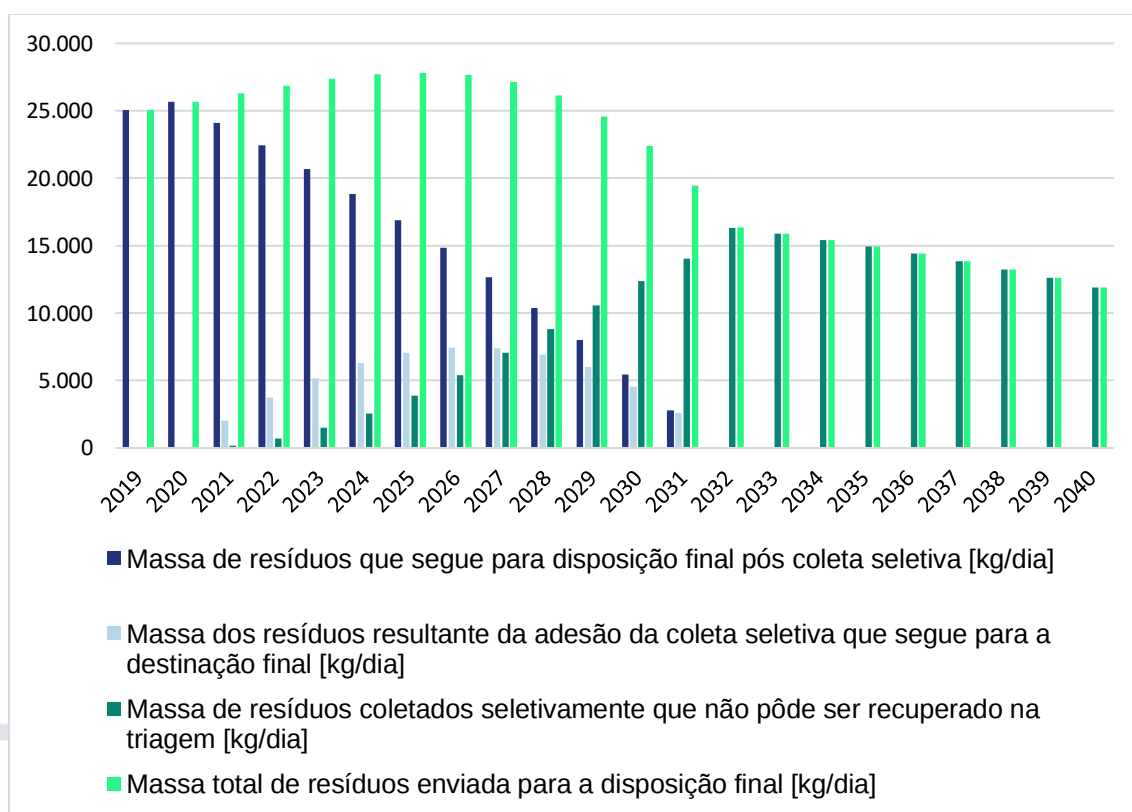


Figura 22 - Comportamento dos RDO no cenário intermediário

Fonte: Próprios Autores, 2019

Observa-se que a partir de 2032 a coleta seletiva abrangerá a população urbana e haverá a adesão de todos. Neste mesmo ano, a massa total de resíduos enviados para a disposição final se equipara à massa de resíduos coletados seletivamente que não pôde ser recuperado na triagem, ou seja, a partir desse ano todo o resíduo levado para a disposição final consiste em rejeitos.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	105 de 190

Com a execução das ações propostas, observa-se uma redução de 53,58% da massa de resíduos domésticos e comerciais urbanos que segue para a disposição final do ano zero de referência comparado com último ano do plano, acumulando um total de 159.709 toneladas de resíduos domésticos e comerciais urbanos.

A Figura 23 apresenta a importância de se realizar a reciclagem dos resíduos de construção civil, uma vez que gerou uma redução de 92,64% dos RCC coletados, ou seja, indo de 138.386,35 toneladas, sem a reciclagem, para 10.182,70 toneladas acumuladas ao final do projeto, quando realizada corretamente a reciclagem.

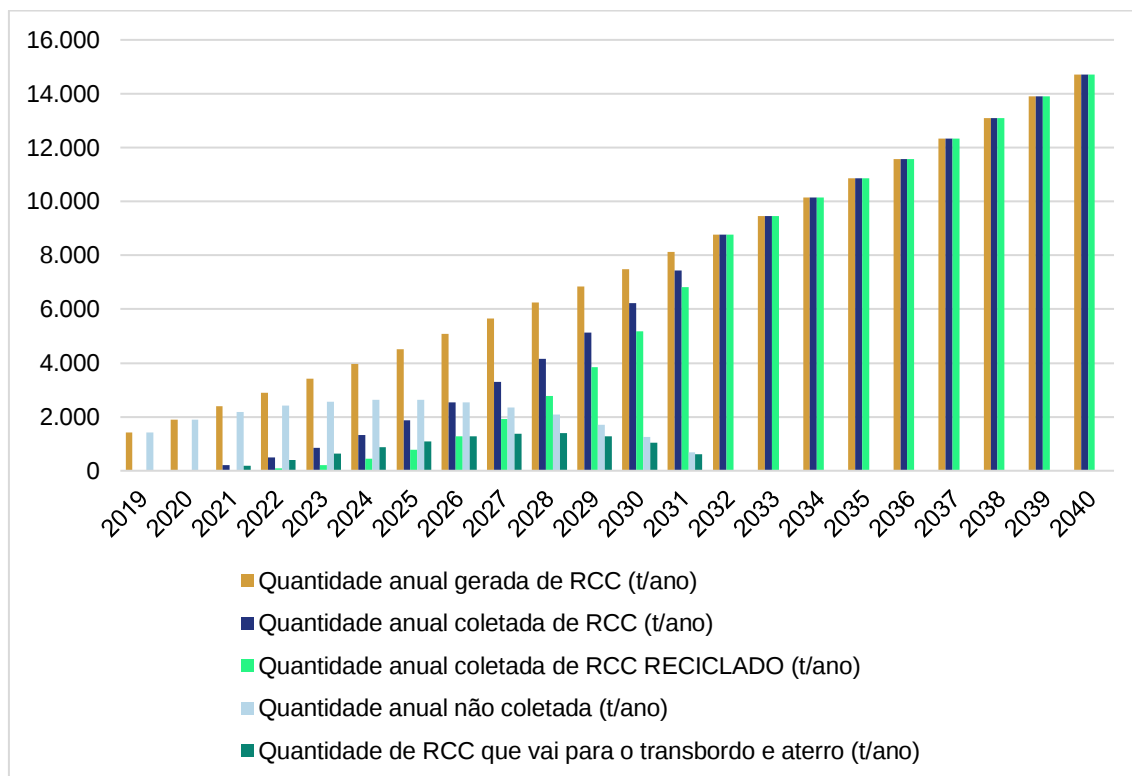


Figura 23 - Comportamento dos RCC no cenário intermediário

Fonte: Próprios Autores, 2019

Comparando os três tipos de resíduos gerados em Santa Rita do Sapucaí (Figura 24), observa-se uma predominância dos resíduos domésticos com 81,28% seguido dos resíduos de construção civil com 18,61% e apenas 0,11% de resíduos de serviços de saúde, totalizando 196.487,13 toneladas de resíduos em destinação final, isso se as metas para o cenário 2 forem cumpridas.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	106 de 190

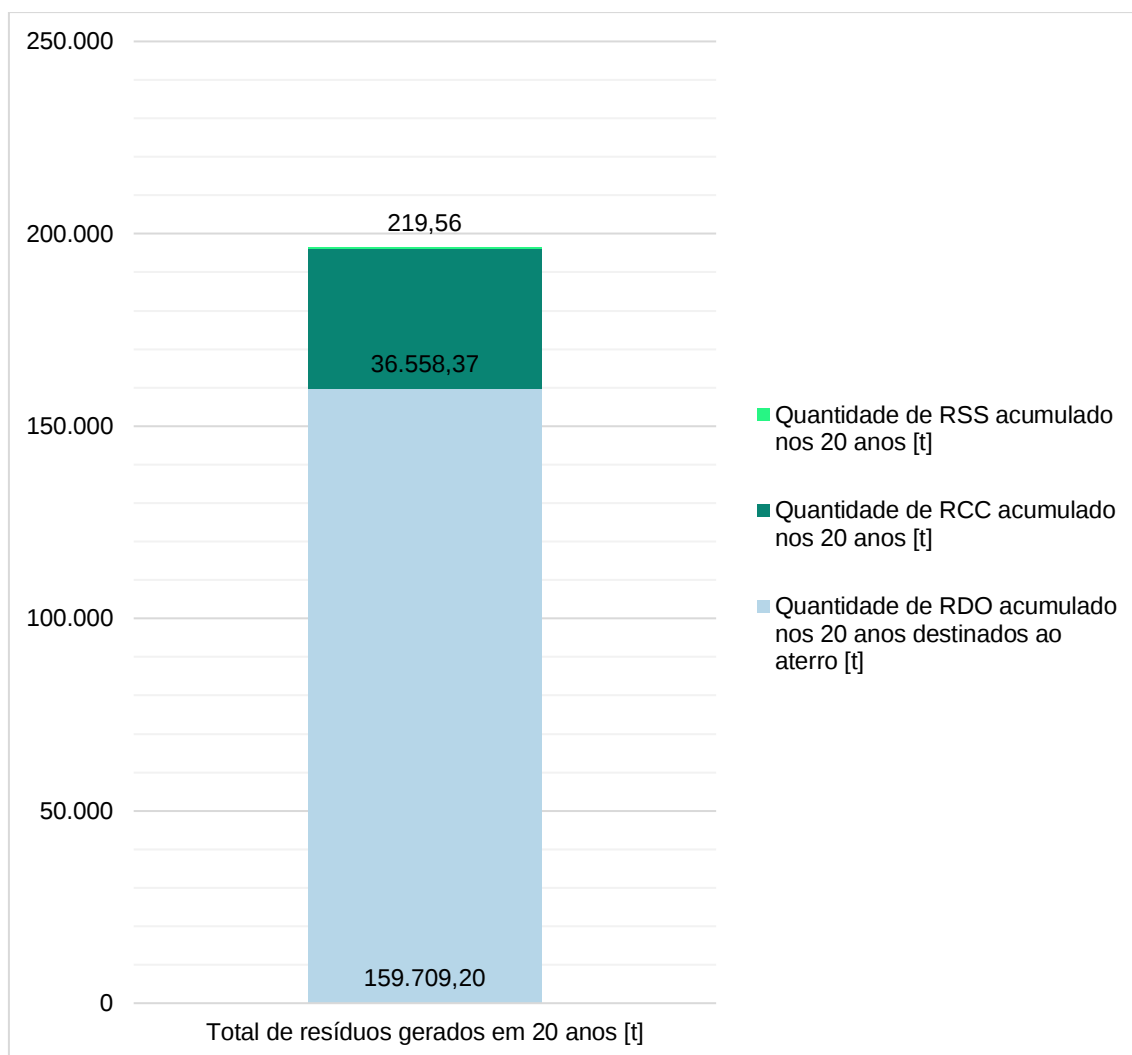


Figura 24 – Total de RSS, RCC e RDO no cenário intermediário

Fonte: Próprios Autores, 2019

7.2.1.3 Cenário 3

O último cenário considerou um futuro pessimista, no qual a participação social e incentivos à programas de redução dos resíduos gerados foram baixos. Deste modo, a implementação de 100% da coleta seletiva ocorreu lentamente.

Além disso, foi considerado o aumento populacional no período de 20 anos, o que irá gerar necessidade de incremento na cobertura da coleta convencional para manter os 100%. Com o consumismo crescente da população somado a baixa sensibilização da população, estima-se um aumento de 1% ao ano na geração *per capita* de resíduos sólidos.

Na Tabela 67 pode-se observar o esquema resultante da relação entre as hipóteses e as variáveis.



Tabela 67 - Hipóteses para os serviços de manejo dos resíduos sólidos em um cenário pessimista

Variáveis	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	Manter a taxa em 100%	-	-
Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de adesão da coleta seletiva (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada (%)	Aumentar para 100% em 16 anos e manter	Aumentar para 100% em 20 anos	Aumentar para 88% em 20 anos
Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos (%)	Aumentar para 100% em 16 anos e manter	Aumentar para 100% em 20 anos	Aumentar para 90% em 20 anos
Geração <i>per capita</i> (kg/hab/dia)	Manter a quantidade	Elevação de 1% a cada ano	Redução de 1% a cada ano
Taxa de cobertura da coleta de RCC	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de Recuperação de RCC	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de cobertura da coleta de RSS	Manter a taxa em 100%	-	-
Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos

Fonte: Próprios autores, 2019

3

Tendo como base o panorama do cenário 1, foram estimadas as metas a curto, médio e longo prazo para as variáveis de coleta convencional e de geração *per capita*, consideradas em rumo de crescimento, na Tabela 68.



Tabela 68 - Metas pessimistas para as variáveis alteradas ao longo dos 20 anos

RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES E COMERCIAIS (RDO)	Atual	Imediato	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo
	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana	100%	100%	100%	100%	100%
Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva	0%	15%	40%	60%	100%
Taxa de adesão da coleta seletiva	0%	15%	40%	60%	100%
Taxa de recuperação de materiais recicláveis em relação à quantidade total (RDO + RPU) coletada	0%	19%	51%	72%	88%
Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos	0%	19%	51%	72%	100%
Geração per capita (kg/hab/dia)	0,635	0,693	0,771	0,833	0,957
RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de cobertura da coleta de RCC	0%	15%	40%	60%	100%
Taxa de Recuperação de RCC	0%	15%	40%	60%	100%
RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS)	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de cobertura da coleta de RSS	100%	100%	100%	100%	100%
RESÍDUOS GERAIS	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)	67%	67%	83%	83%	100%

Fonte: Próprios autores, 2019

Conforme as metas pré-estabelecidas para o cenário 3 e levando em conta a projeção populacional já apresentada, a Tabela 69, Tabela 70 e Tabela 71 apresentam as mudanças ao longo dos 20 anos do horizonte do PMSB para os resíduos domésticos, de construção civil e de saúde, respectivamente.



Tabela 69 - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário pessimista

RDO				Coleta Convencional				
Ref. ano	Ano	População total [hab.]	Geração per capita [kg/hab./dia]	Massa de resíduos gerados [kg/dia]	Taxa de cobertura do serviço de coleta em relação à população urbana [%]	População atendida [hab.]	Massa de resíduos coletados na coleta convencional [kg/dia]	Massa de resíduos não coletados [kg/dia]
Atual	2019	41.364	0,635		100%			
0	2020	42.381	0,647	27.407,89	100%	42.381	27.407,89	0,00
1	2021	43.424	0,662	28.755,24	100%	43.424	28.755,24	0,00
2	2022	44.495	0,678	30.154,13	100%	44.495	30.154,13	0,00
3	2023	45.592	0,693	31.604,41	100%	45.592	31.604,41	0,00
4	2024	46.718	0,709	33.108,80	100%	46.718	33.108,80	0,00
5	2025	47.872	0,724	34.668,61	100%	47.872	34.668,61	0,00
6	2026	49.056	0,740	36.286,72	100%	49.056	36.286,72	0,00
7	2027	50.271	0,755	37.964,55	100%	50.271	37.964,55	0,00
8	2028	51.517	0,771	39.704,31	100%	51.517	39.704,31	0,00
9	2029	52.796	0,786	41.508,29	100%	52.796	41.508,29	0,00
10	2030	54.109	0,802	43.378,86	100%	54.109	43.378,86	0,00
11	2031	55.454	0,817	45.316,72	100%	55.454	45.316,72	0,00
12	2032	56.835	0,833	47.326,88	100%	56.835	47.326,88	0,00
13	2033	58.253	0,848	49.410,15	100%	58.253	49.410,15	0,00
14	2034	59.707	0,864	51.569,11	100%	59.707	51.569,11	0,00
15	2035	61.200	0,879	53.807,30	100%	61.200	53.807,30	0,00
16	2036	62.732	0,895	56.126,54	100%	62.732	56.126,54	0,00
17	2037	64.304	0,910	58.529,59	100%	64.304	58.529,59	0,00
18	2038	65.919	0,926	61.021,22	100%	65.919	61.021,22	0,00
19	2039	67.576	0,941	63.602,44	100%	67.576	63.602,44	0,00
20	2040	69.277	0,957	66.277,21	100%	69.277	66.277,21	0,00



(Continuação) - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário pessimista

Coleta Seletiva											
Ref. ano	Ano	Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva [%]	População atendida [hab.]	População não atendida [hab.]	Massa de resíduos que segue para disposição final pós coleta seletiva [kg/dia]	Massa de resíduos coletados na coleta seletiva [kg/dia]	Taxa de adesão da coleta seletiva [%]	População que aderiu a coleta seletiva [hab.]	População que não aderiu a coleta seletiva [hab.]	Massa dos resíduos resultantes da adesão da coleta seletiva que segue para a TRIAGEM [kg/dia]	Massa dos resíduos resultantes da adesão da coleta seletiva que segue para a destinação final [kg/dia]
Atual	2019	0%					0%				
0	2020	0%	0	42.381	27.407,89	0,00	0%	0	0	0,00	0,00
1	2021	5%	2.171	41.253	27.317,48	1.437,76	5%	109	2.063	71,89	1.365,87
2	2022	10%	4.449	40.045	27.138,71	3.015,41	10%	445	4.005	301,54	2.713,87
3	2023	15%	6.839	38.753	26.863,75	4.740,66	15%	1.026	5.813	711,10	4.029,56
4	2024	20%	9.344	37.374	26.487,04	6.621,76	20%	1.869	7.475	1.324,35	5.297,41
5	2025	25%	11.968	35.904	26.001,46	8.667,15	25%	2.992	8.976	2.166,79	6.500,36
6	2026	30%	14.717	34.339	25.400,71	10.886,02	30%	4.415	10.302	3.265,81	7.620,21
7	2027	35%	17.595	32.676	24.676,95	13.287,59	35%	6.158	11.437	4.650,66	8.636,93
8	2028	40%	20.607	30.910	23.822,58	15.881,72	40%	8.243	12.364	6.352,69	9.529,03
9	2029	45%	23.758	29.038	22.829,56	18.678,73	45%	10.691	13.067	8.405,43	10.273,30
10	2030	50%	27.054	27.054	21.689,43	21.689,43	50%	13.527	13.527	10.844,72	10.844,72
11	2031	55%	30.500	24.954	20.392,53	24.924,20	55%	16.775	13.725	13.708,31	11.215,89
12	2032	60%	34.101	22.734	18.930,75	28.396,13	60%	20.461	13.641	17.037,68	11.358,45
13	2033	65%	37.864	20.389	17.293,55	32.116,60	65%	24.612	13.253	20.875,79	11.240,81
14	2034	70%	41.795	17.912	15.470,73	36.098,38	70%	29.257	12.539	25.268,86	10.829,51
15	2035	75%	45.900	15.300	13.451,83	40.355,48	75%	34.425	11.475	30.266,61	10.088,87
16	2036	80%	50.186	12.546	11.225,31	44.901,24	80%	40.149	10.037	35.920,99	8.980,25
17	2037	85%	54.658	9.646	8.779,44	49.750,15	85%	46.460	8.199	42.287,63	7.462,52
18	2038	90%	59.327	6.592	6.102,12	54.919,10	90%	53.394	5.933	49.427,19	5.491,91
19	2039	95%	64.197	3.379	3.180,12	60.422,32	95%	60.987	3.210	57.401,20	3.021,12
20	2040	100%	69.277	0	0,00	66.277,21	100%	69.277	0	66.277,21	0,00



(Continuação) - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário pessimista

Ref. ano	Ano	Triagem							
		Taxa de matéria orgânica (%)	Massa de resíduos orgânico que segue para TRIAGEM [kg/dia]	Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos [%]	Taxa de recicláveis (%)	Massa de resíduos recicláveis que segue para TRIAGEM [kg/dia]	Taxa de recuperação de materiais recicláveis [%]	Massa de resíduos coletados seletivamente que pode ser recuperado [kg/dia]	Massa de resíduos coletados seletivamente que não pôde ser recuperado na triagem [kg/dia]
Atual	2019	45,70%			25,96%				
0	2020	45,70%	0,00	0%	25,96%	0,00	0%	0,00	0,00
1	2021	45,70%	32,85	6%	25,96%	18,66	6%	3,28	68,61
2	2022	45,70%	137,79	13%	25,96%	78,27	13%	27,48	274,06
3	2023	45,70%	324,94	19%	25,96%	184,57	19%	97,21	613,89
4	2024	45,70%	605,16	25%	25,96%	343,74	25%	241,40	1.082,95
5	2025	45,70%	990,11	32%	25,96%	562,39	32%	493,70	1.673,09
6	2026	45,70%	1.492,31	38%	25,96%	847,64	38%	892,92	2.372,88
7	2027	45,70%	2.125,12	45%	25,96%	1.207,08	45%	1.483,49	3.167,16
8	2028	45,70%	2.902,86	51%	25,96%	1.648,84	51%	2.315,91	4.036,78
9	2029	45,70%	3.840,86	57%	25,96%	2.181,63	57%	3.447,27	4.958,16
10	2030	45,70%	4.955,49	64%	25,96%	2.814,75	64%	4.941,87	5.902,84
11	2031	45,70%	6.264,01	70%	25,96%	3.557,99	70%	6.871,47	6.836,84
12	2032	45,70%	7.785,37	72%	25,96%	4.422,13	72%	8.799,20	8.238,48
13	2033	45,70%	9.539,19	74%	25,96%	5.418,31	74%	11.098,56	9.777,23
14	2034	45,70%	11.546,61	77%	25,96%	6.558,53	76%	13.818,01	11.450,85
15	2035	45,70%	13.830,33	79%	25,96%	7.855,70	78%	17.010,78	13.255,83
16	2036	45,70%	16.414,10	81%	25,96%	9.323,29	80%	20.734,43	15.186,56
17	2037	45,70%	19.323,33	83%	25,96%	10.975,75	82%	25.051,84	17.235,79
18	2038	45,70%	22.585,75	85%	25,96%	12.828,83	84%	30.032,32	19.394,87
19	2039	45,70%	26.229,48	88%	25,96%	14.898,48	86%	35.749,43	21.651,77
20	2040	45,70%	30.285,37	90%	25,96%	17.202,25	88%	42.284,28	23.992,93



(Continuação) - Projeção dos resíduos domésticos para o cenário pessimista

Ref. ano	Ano	Outras Destinações	Destinação Final = aterro				
		Massa de resíduos não coletados [kg/dia]	Massa de resíduos que segue para disposição final pós coleta seletiva [kg/dia]	Massa dos resíduos resultantes da adesão da coleta seletiva que segue para a destinação final [kg/dia]	Massa de resíduos coletados seletivamente que não pôde ser recuperado na triagem [kg/dia]	Massa total de resíduos enviada para a disposição final [kg/dia]	Massa total de resíduos enviada para a disposição final [t/ano]
Atual	2019						
0	2020	0,00	27.407,89	0,00	0,00	27.407,89	10.003,88
1	2021	0,00	27.317,48	1.365,87	68,61	28.751,96	10.494,47
2	2022	0,00	27.138,71	2.713,87	274,06	30.126,64	10.996,23
3	2023	0,00	26.863,75	4.029,56	613,89	31.507,20	11.500,13
4	2024	0,00	26.487,04	5.297,41	1.082,95	32.867,40	11.996,60
5	2025	0,00	26.001,46	6.500,36	1.673,09	34.174,92	12.473,84
6	2026	0,00	25.400,71	7.620,21	2.372,88	35.393,80	12.918,74
7	2027	0,00	24.676,95	8.636,93	3.167,16	36.481,05	13.315,58
8	2028	0,00	23.822,58	9.529,03	4.036,78	37.388,40	13.646,77
9	2029	0,00	22.829,56	10.273,30	4.958,16	38.061,02	13.892,27
10	2030	0,00	21.689,43	10.844,72	5.902,84	38.436,99	14.029,50
11	2031	0,00	20.392,53	11.215,89	6.836,84	38.445,25	14.032,52
12	2032	0,00	18.930,75	11.358,45	8.238,48	38.527,68	14.062,60
13	2033	0,00	17.293,55	11.240,81	9.777,23	38.311,59	13.983,73
14	2034	0,00	15.470,73	10.829,51	11.450,85	37.751,10	13.779,15
15	2035	0,00	13.451,83	10.088,87	13.255,83	36.796,52	13.430,73
16	2036	0,00	11.225,31	8.980,25	15.186,56	35.392,11	12.918,12
17	2037	0,00	8.779,44	7.462,52	17.235,79	33.477,75	12.219,38
18	2038	0,00	6.102,12	5.491,91	19.394,87	30.988,90	11.310,95
19	2039	0,00	3.180,12	3.021,12	21.651,77	27.853,01	10.166,35
20	2040	0,00	0,00	0,00	23.992,93	23.992,93	8.757,42

Fonte: Próprios autores, 2019



Tabela 70 - Projeção dos resíduos de construção civil para o cenário pessimista

Pessimista			Coleta				Triagem			Destinação final		
Ref. ano	Ano	População (hab.)	Quantidade anual gerada de RCC (t/ano)	Taxa de cobertura de RCC (%)	Quantidade anual coletada de RCC (t/ano)	Quantidade anual não coletada (t/ano)	Taxa de recuperação de RCC (%)	Quantidade anual coletada de RCC RECYCLADO (t/ano)	Quantidade de RCC que vai para o transbordo e aterro (t/ano)	Quantidade anual não coletada (t/ano)	Quantidade de RCC que vai para o transbordo e aterro (t/ano)	Quantidade de RCC acumulado nos 20 anos [t]
	2019	41.364	1.410,18		0,00	1.410,18			0,00	1.410,18	0,00	1.410,18
0	2020	42.381	1.918,91	0%	0,00	1.918,91	0%	0,00	0,00	1.918,91	0,00	3.329,09
1	2021	43.424	2.440,23	5%	122,01	2.318,22	5%	6,10	115,91	2.318,22	115,91	5.763,22
2	2022	44.495	2.975,73	10%	297,57	2.678,16	10%	29,76	267,82	2.678,16	267,82	8.709,20
3	2023	45.592	3.524,36	15%	528,65	2.995,70	15%	79,30	449,36	2.995,70	449,36	12.154,26
4	2024	46.718	4.087,16	20%	817,43	3.269,73	20%	163,49	653,95	3.269,73	653,95	16.077,93
5	2025	47.872	4.664,13	25%	1.166,03	3.498,10	25%	291,51	874,52	3.498,10	874,52	20.450,55
6	2026	49.056	5.256,33	30%	1.576,90	3.679,43	30%	473,07	1.103,83	3.679,43	1.103,83	25.233,81
7	2027	50.271	5.863,76	35%	2.052,32	3.811,44	35%	718,31	1.334,00	3.811,44	1.334,00	30.379,26
8	2028	51.517	6.486,93	40%	2.594,77	3.892,16	40%	1.037,91	1.556,86	3.892,16	1.556,86	35.828,28
9	2029	52.796	7.126,38	45%	3.206,87	3.919,51	45%	1.443,09	1.763,78	3.919,51	1.763,78	41.511,57
10	2030	54.109	7.782,63	50%	3.891,32	3.891,32	50%	1.945,66	1.945,66	3.891,32	1.945,66	47.348,55
11	2031	55.454	8.455,16	55%	4.650,34	3.804,82	55%	2.557,69	2.092,65	3.804,82	2.092,65	53.246,02
12	2032	56.835	9.146,06	60%	5.487,63	3.658,42	60%	3.292,58	2.195,05	3.658,42	2.195,05	59.099,50
13	2033	58.253	9.854,81	65%	6.405,62	3.449,18	65%	4.163,66	2.241,97	3.449,18	2.241,97	64.790,65
14	2034	59.707	10.581,93	70%	7.407,35	3.174,58	70%	5.185,15	2.222,21	3.174,58	2.222,21	70.187,43
15	2035	61.200	11.328,48	75%	8.496,36	2.832,12	75%	6.372,27	2.124,09	2.832,12	2.124,09	75.143,65
16	2036	62.732	12.094,46	80%	9.675,57	2.418,89	80%	7.740,45	1.935,11	2.418,89	1.935,11	79.497,65
17	2037	64.304	12.880,38	85%	10.948,33	1.932,06	85%	9.306,08	1.642,25	1.932,06	1.642,25	83.071,96
18	2038	65.919	13.687,83	90%	12.319,05	1.368,78	90%	11.087,14	1.231,90	1.368,78	1.231,90	85.672,64
19	2039	67.576	14.516,28	95%	13.790,47	725,81	95%	13.100,94	689,52	725,81	689,52	87.087,98
20	2040	69.277	15.366,78	100%	15.366,78	0,00	100%	15.366,78	0,00	0,00	0,00	87.087,98

Fonte: Próprios Autores, 2019



Tabela 71 - Projeção dos resíduos de serviços de saúde para o cenário pessimista

Ref. ano	Ano	População (hab.)	Índices per capita de massa coletada, com acréscimo de 1% ao ano (kg/hab.ano)	Taxa de cobertura (%)	Quantidade anual coletada de RSS (kg/ano)	Quantidade anual coletada de RSS (t/ano)	Quantidade acumulada anual coletada de RSS (t/ano)
	2019	41.364	0,169	100%	7.006,23	7,01	
0	2020	42.381	0,171	100%	7.250,35	7,25	7,25
1	2021	43.424	0,173	100%	7.503,01	7,50	14,75
2	2022	44.495	0,175	100%	7.764,95	7,76	22,52
3	2023	45.592	0,176	100%	8.035,99	8,04	30,55
4	2024	46.718	0,178	100%	8.316,74	8,32	38,87
5	2025	47.872	0,180	100%	8.607,38	8,61	47,48
6	2026	49.056	0,182	100%	8.908,54	8,91	56,39
7	2027	50.271	0,183	100%	9.220,45	9,22	65,61
8	2028	51.517	0,185	100%	9.543,54	9,54	75,15
9	2029	52.796	0,187	100%	9.878,26	9,88	85,03
10	2030	54.109	0,189	100%	10.225,07	10,23	95,25
11	2031	55.454	0,191	100%	10.584,04	10,58	105,84
12	2032	56.835	0,193	100%	10.956,26	10,96	116,79
13	2033	58.253	0,195	100%	11.341,80	11,34	128,14
14	2034	59.707	0,197	100%	11.741,20	11,74	139,88
15	2035	61.200	0,199	100%	12.155,16	12,16	152,03
16	2036	62.732	0,201	100%	12.584,02	12,58	164,62
17	2037	64.304	0,203	100%	13.028,32	13,03	177,65
18	2038	65.919	0,205	100%	13.489,06	13,49	191,13
19	2039	67.576	0,207	100%	13.966,40	13,97	205,10
20	2040	69.277	0,209	100%	14.461,13	14,46	219,56

Fonte: Próprios Autores, 2019

Ao longo do horizonte de planejamento, o cenário pessimista, também prevê investimento da administração pública com modificações também na gestão do manejo dos resíduos sólidos no município, porém com envolvimento menos intenso que os outros cenários, atingindo a maioria das metas apenas no ano de 2040.

Nesse cenário, a geração *per capita* continua aumentando, prevendo, por exemplo, um incentivo não muito eficaz da educação ambiental em Santa Rita do Sapucaí. Já a adesão geral da população na coleta seletiva ocorrerá apenas ao final do plano.

Apesar da maioria das metas serem atingidas apenas em 2040, ainda se observa reaproveitamento dos resíduos gerados no centro de triagem, uma destinação ambientalmente correta dos resíduos de logística reversa além da universalização dos serviços de coleta convencional e seletiva.

A Figura 25 apresenta o comportamento ao longo do horizonte do PMSB da massa dos resíduos destinados à disposição final.

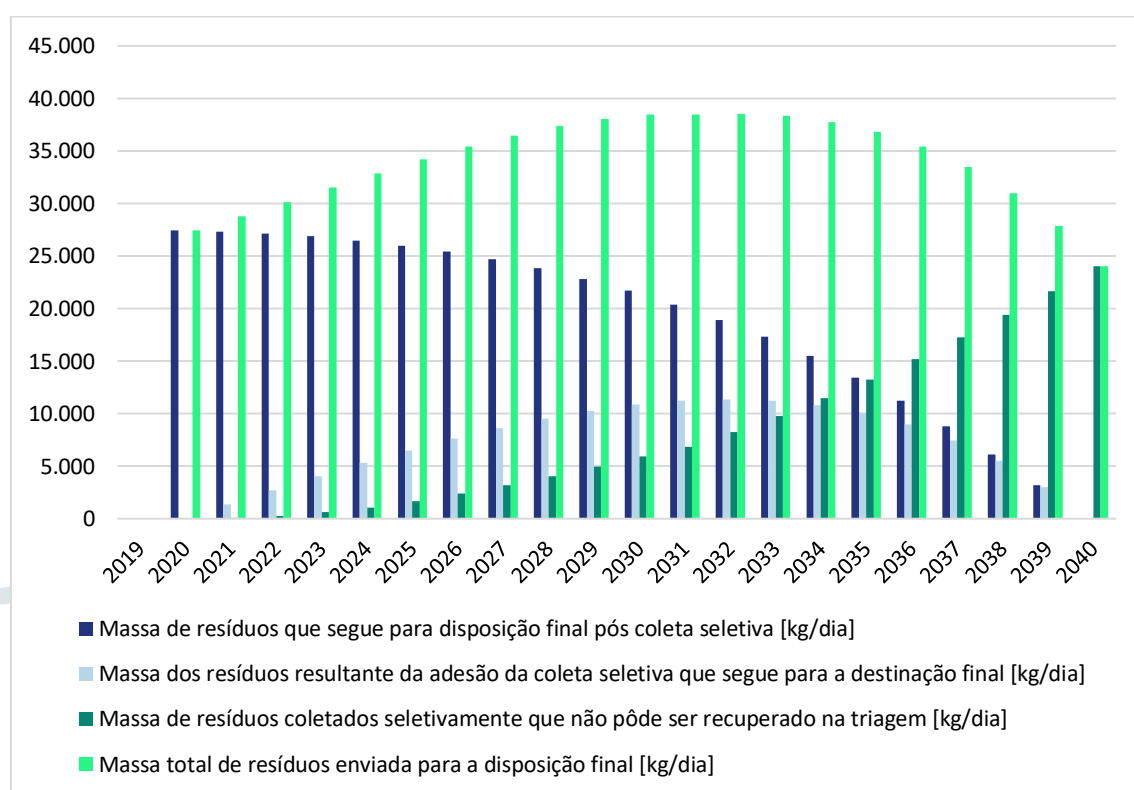


Figura 25 - Comportamento dos RDO no cenário pessimista

Fonte: Próprios Autores, 2019

Nota-se que com o aumento gradativo da cobertura da coleta seletiva, diminui-se na mesma proporção a massa de resíduos que segue para a disposição final pós coleta seletiva. Já a massa dos resíduos resultante da adesão da coleta seletiva que segue para a destinação final é inversamente proporcional a adesão e influenciada pela cobertura da coleta seletiva, por este motivo seu maior valor se encontra no ano de 2032.

A massa de resíduos coletados seletivamente que não pôde ser recuperado na triagem depende tanto da composição gravimétrica dos resíduos domésticos urbanos como também dos índices de reciclagem e compostagem.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	116 de 190

Além disso há uma redução de 12,46% da massa de resíduos anual no início do plano quando comparado a massa de resíduos que segue para a disposição final no último ano do plano, acumulando um total de 259.928,95 toneladas de resíduos domésticos e comerciais urbanos.

Com relação aos resíduos de construção civil observa-se na Figura 26 a importância de ser realizado a reciclagem deste tipo de resíduo reduzindo 76,14%, ou seja, indo de 110.801,38 toneladas coletadas para 26.440,45 toneladas coletadas que não foram recicladas acumuladas ao longo do horizonte do PMSB.

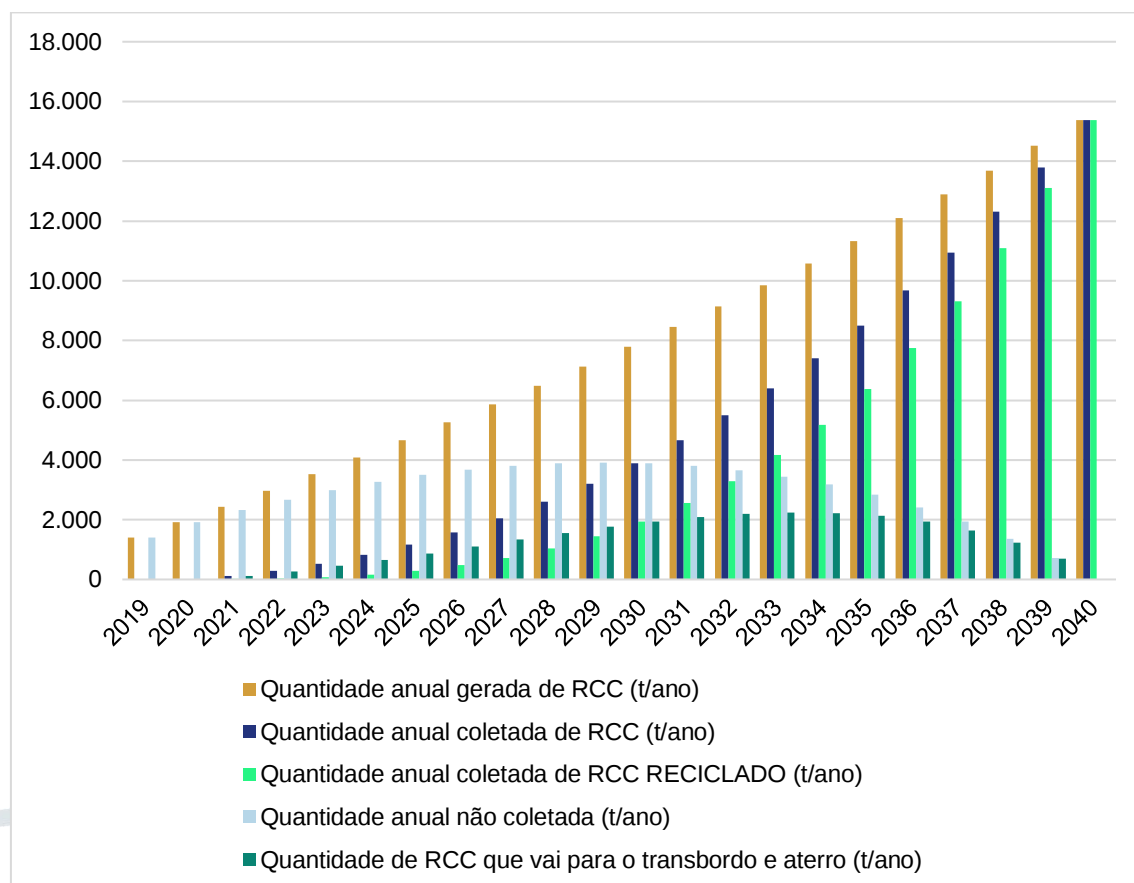


Figura 26 - Comportamento dos RCC no cenário pessimista

Fonte: Próprios Autores, 2019

Comparando os três tipos de resíduos gerados em Santa Rita do Sapucaí, serão destinados, em seus respectivos locais, um total de 347.236,49 toneladas de resíduos. Observa-se na Figura 27, a predominância dos resíduos domésticos e comerciais urbanos sendo 74,85% do total dos resíduos, seguido dos resíduos de construção civil com 25,08% e 0,06% de resíduos de serviços de saúde.

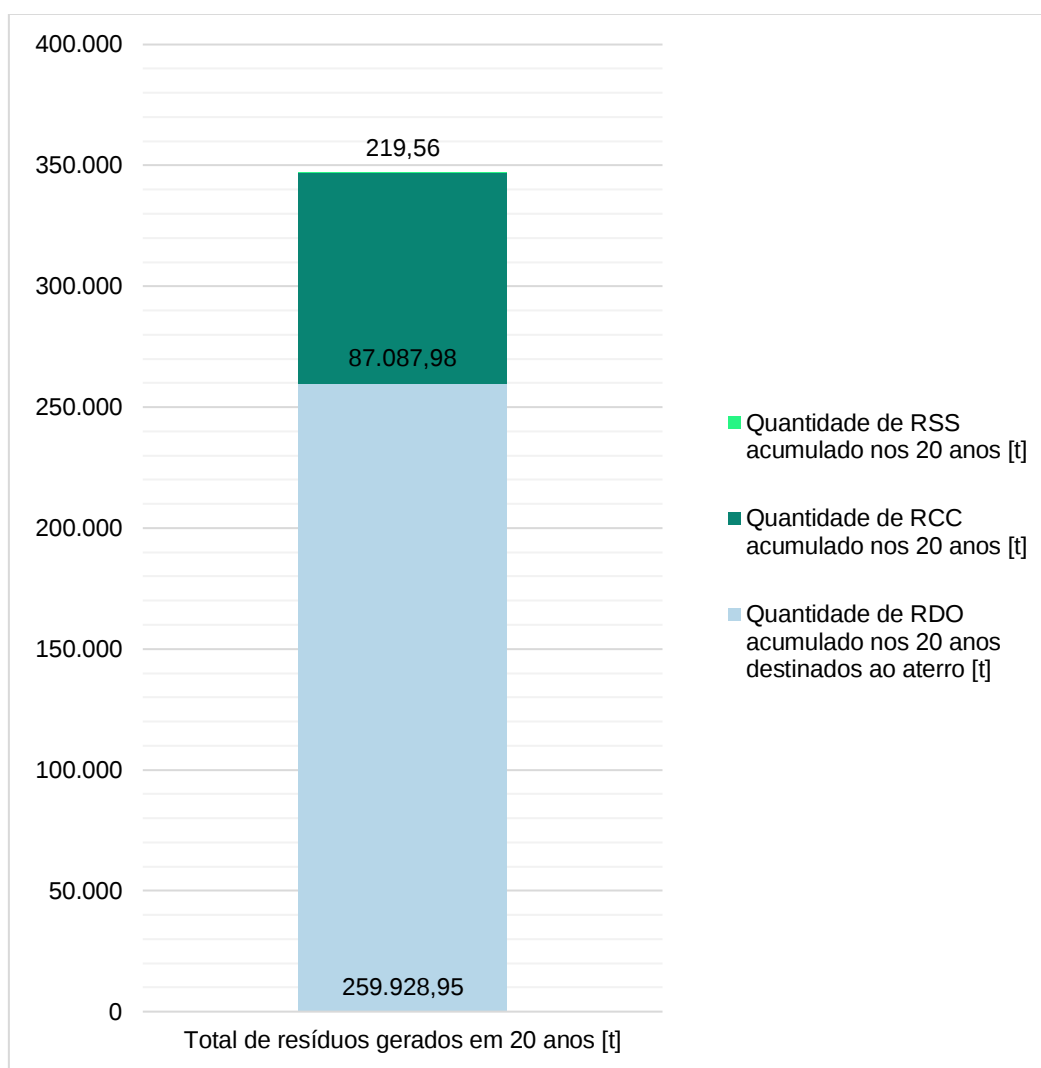


Figura 27 – Total de RSS, RCC e RDO no cenário pessimista

Fonte: Próprios Autores, 2019

7.2.2 Análise comparativa dos cenários

O objetivo da análise comparativa dos três cenários é apresentar de modo a distinguir os três possíveis cenários com suas hipóteses e indicadores já estabelecidos analisando as demandas futuras e o grau de envolvimento da administração pública e dos cidadãos para que o plano seja possível. As Tabela 72 e Tabela 73 apresentam um resumo dos cenários.

Tabela 72 – Análise comparativa dos indicadores de cada cenário

Indicadores	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Taxa de cobertura do serviço de coleta em relação à população urbana [%]	Manter a taxa em 100%	Manter a taxa em 100%	Manter a taxa em 100%
Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de adesão da coleta seletiva (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos



Indicadores	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Taxa de recuperação de materiais recicláveis (%)	Aumentar para 100% em 16 anos e manter	Aumentar para 100% em 20 anos	Aumentar para 88% em 20 anos
Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos (%)	Aumentar para 100% em 16 anos	Aumentar para 100% em 20 anos e manter	Aumentar para 90% em 20 anos
Geração per capita (kg/hab/dia)	Redução de 1% a cada ano	Manter a quantidade	Elevação de 1% a cada ano
Taxa de cobertura da coleta de RCC (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de Recuperação de RCC (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos
Taxa de cobertura da coleta de RSS (%)	Manter a taxa em 100%	Manter a taxa em 100%	Manter a taxa em 100%
Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos

Fonte: Próprios Autores, 2019

Tabela 73 – Análise quantitativa das metas para cada cenário

Indicadores	Ano	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Taxa de cobertura do serviço de coleta em relação à população urbana [%]	2019	100	100	100
	2023	100	100	100
	2028	100	100	100
	2032	100	100	100
	2040	100	100	100
Taxa domicílios atendidos pela coleta seletiva (%)	2019	0	0	0
	2023	38	25	15
	2028	100	67	40
	2032	100	100	60
	2040	100	100	100
Taxa de adesão da coleta seletiva (%)	2019	0	0	0
	2023	38	25	15
	2028	100	67	40
	2032	100	100	60
	2040	100	100	100
Taxa de recuperação de materiais recicláveis (%)	2019	0	0	0
	2023	19	19	19
	2028	51	51	51
	2032	76	73	72
	2040	100	100	88
Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos (%)	2019	0	0	0
	2023	19	19	19
	2028	51	51	51
	2032	76	73	72
	2040	100	100	90
Geração per capita (kg/hab/dia)	2019	0,635	0,635	0,635
	2023	0,610	0,635	0,693
	2028	0,580	0,635	0,771
	2032	0,558	0,635	0,833
	2040	0,515	0,635	0,957
Taxa de cobertura da coleta de RCC (%)	2019	0	0	0
	2023	38	25	15



Indicadores	Ano	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Taxa de Recuperação de RCC (%)	2028	100	67	40
	2032	100	100	60
	2040	100	100	100
	2019	0	0	0
	2023	38	25	15
	2028	100	67	40
	2032	100	100	60
Taxa de cobertura da coleta de RSS (%)	2040	100	100	100
	2019	100	100	100
	2023	100	100	100
	2028	100	100	100
	2032	100	100	100
	2040	100	100	100
	2019	67	67	67
Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado (%)	2023	100	83	67
	2028	100	100	83
	2032	100	100	83
	2040	100	100	100
	2019	100	100	100

Fonte: Próprios Autores, 2019

A partir do resumo evidenciado nas tabelas anteriores, abaixo será apresentada uma análise comparativa entre os três cenários, levando em conta estimativas otimistas e pessimistas, diante do que se é esperado na PNRS para cada um dos indicadores utilizados nesse documento, conforme a demanda do município e as previsões da Lei Federal de Saneamento Básico.

- **Taxa de cobertura do serviço de coleta em relação à população urbana**

O município de Santa Rita do Sapucaí atualmente apresenta 100% de cobertura da coleta convencional de RDO para a população urbana. Os três cenários propostos consideraram a estabilidade dessa taxa, pressupondo que a abrangência da coleta convencional continue, durante todo o período de atuação do plano de saneamento, para todos os domicílios e comércios incluídos na zona urbana. É importante considerar que para esta estabilidade aconteça, mesmo diante do aumento populacional do município, deverão acontecer investimentos em manutenção de equipamentos e estruturas, além da fiscalização de serviços, que devem acontecer de forma igual para os três cenários ao longo de 20 anos.

- **Taxa de domicílios atendidos pela coleta seletiva**

Espera-se que a taxa da cobertura pela coleta seletiva atinja o percentual de 100% até o final da implantação do plano. Cada um dos cenários demonstra um determinado período de crescimento para chegar à meta final prevista, a Figura 28 exibe um gráfico que compara a evolução dos cenários 1, 2 e 3.

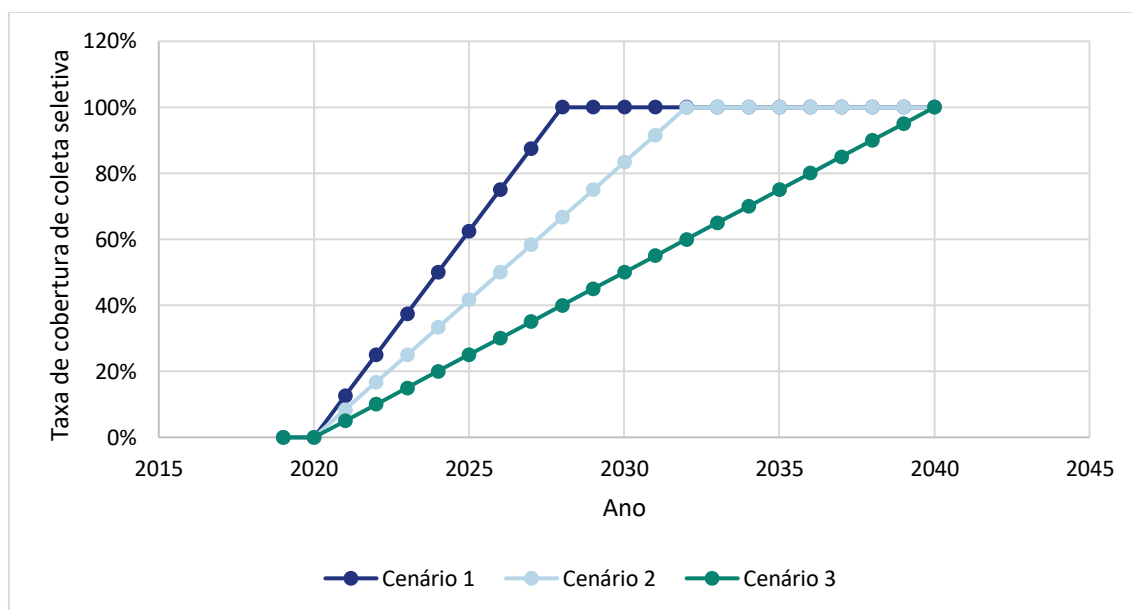


Figura 28 - Gráfico de comparação dos cenários para cobertura de coleta seletiva

Fonte: Próprios autores, 2019

No cenário 1 a meta será atingida em 8 anos, prevendo uma adesão consistente da prefeitura de Santa Rita do Sapucaí, que fará investimentos direcionados ao desenvolvimento de um programa que faça a cobertura da coleta seletiva, com abrangência para toda a região rural e urbana do município. No cenário 2 a meta de 100% de cobertura será atingida em 12 anos, considerando uma realidade mais gradual, na qual os investimentos estruturais, pelo poder público, serão feitos ao decorrer do plano.

E no cenário 3 a estimativa vê a universalização do serviço de coleta seletiva como um desafio para o município, uma vez que seu custo mais elevado pode demonstrar algum empecilho ao alcance da meta estimada. Ainda assim, este cenário prevê que a meta seja atingida em pelo menos 20 anos, por mais que seja demandado todo o período de atuação do plano para que 100% do município seja abrangido pela coleta seletiva.

- **Taxa de adesão da coleta seletiva**

A implantação da coleta seletiva na cidade conta com a atuação principal da adesão da população à coleta, para que ela aconteça de forma contínua e ativa. Têm-se como meta para o índice de adesão da população, buscando a ação colaborativa e complementar dos munícipes em relação à abrangência da coleta seletiva, 100% das residências e comércios de Santa Rita do Sapucaí. Assim sendo, espera-se que sejam promovidas campanhas de educação ambiental e de sensibilização social, buscando a conscientização da população a respeito da separação e destinação adequada de cada tipo de resíduo gerado.

A Figura 29 exibe um gráfico comparativo para os três cenários, evidenciando o tempo de alcance da meta do plano frente as visões otimista, intermediária e pessimista acerca da participação popular na coleta seletiva.

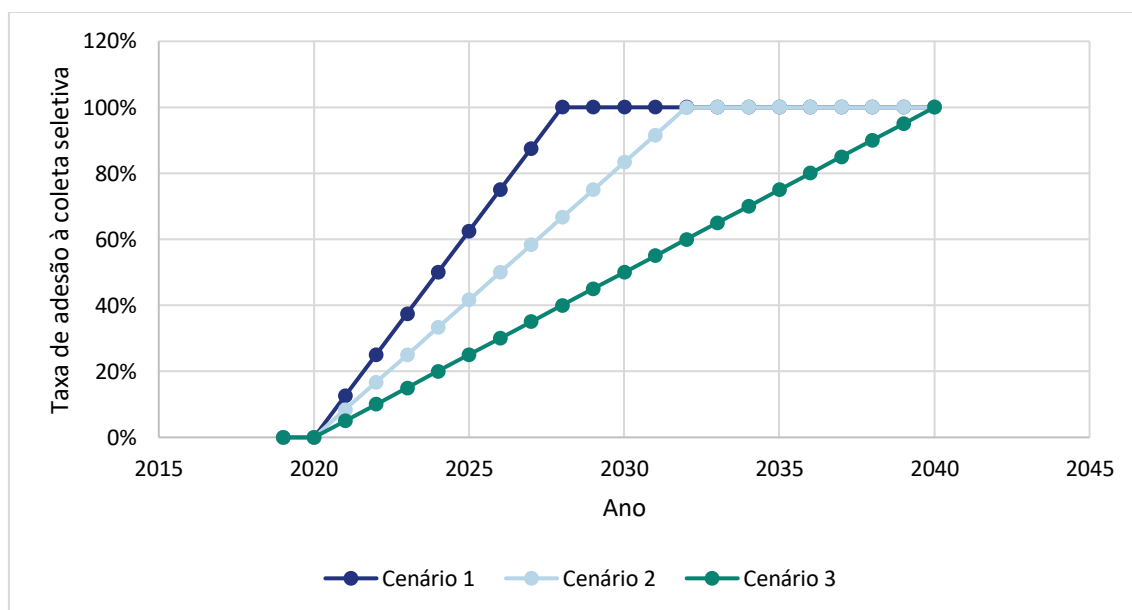


Figura 29 - Gráfico de comparação dos cenários para adesão

Fonte: Próprios autores, 2019

Diante dessa perspectiva, no que propõe o cenário 1, a meta será atingida em 8 anos, seguindo a mesma projeção feita implantação da coleta seletiva na cidade. O cenário otimista prevê que a população atuará ativamente, juntamente com a prefeitura, para a seletividade dos resíduos domésticos, em um prazo mais imediato dentro do plano.

No cenário 2 a adesão da população se mostra mais gradual, ainda acompanhando a estimativa feita para a abrangência da coleta seletiva em Santa Rita do Sapucaí, de forma que a meta total seja atingida no prazo de 12 anos, acompanhando os investimentos que serão feitos tanto para o aumento do alcance da coleta como para conscientização populacional até o ano de 2032.

O cenário 3, também dependendo da amplitude da cobertura da coleta seletiva, estima que no ano de 2040 a meta será atingida, apresentando desse modo dificuldades no crescimento da adesão à coleta pela população. Leva-se em conta que serão feitos de forma mais gradual investimentos estruturais para a coleta, assim como a promoção de educação ambiental, nas zonas urbana e rural do município durante o período de implantação do plano de saneamento.

- **Taxa de recuperação de materiais recicláveis**

Em sincronia com os indicadores de cobertura e de adesão à coleta seletiva e convencional, assim como, apresentando dependência da atuação de catadores autônomos de recicláveis, a evolução da taxa de recuperação de recicláveis tem a meta de atingir 100% de aproveitamento de recicláveis contidos nos RDO e RCO, pressupondo projeções do Plano Nacional para os Resíduos Sólidos, este que estima 70% de recuperação para o ano de 2031. Atualmente em Santa Rita do Sapucaí o aproveitamento é quase inexistente.

Os cenários apresentam diferentes propostas para a evolução deste índice, dentro de médio à longo prazo, levando em conta a dependência de outros indicadores de

abrangência. A Figura 30 exibe um gráfico comparativo dos três cenários para recuperação de recicláveis em Santa Rita.

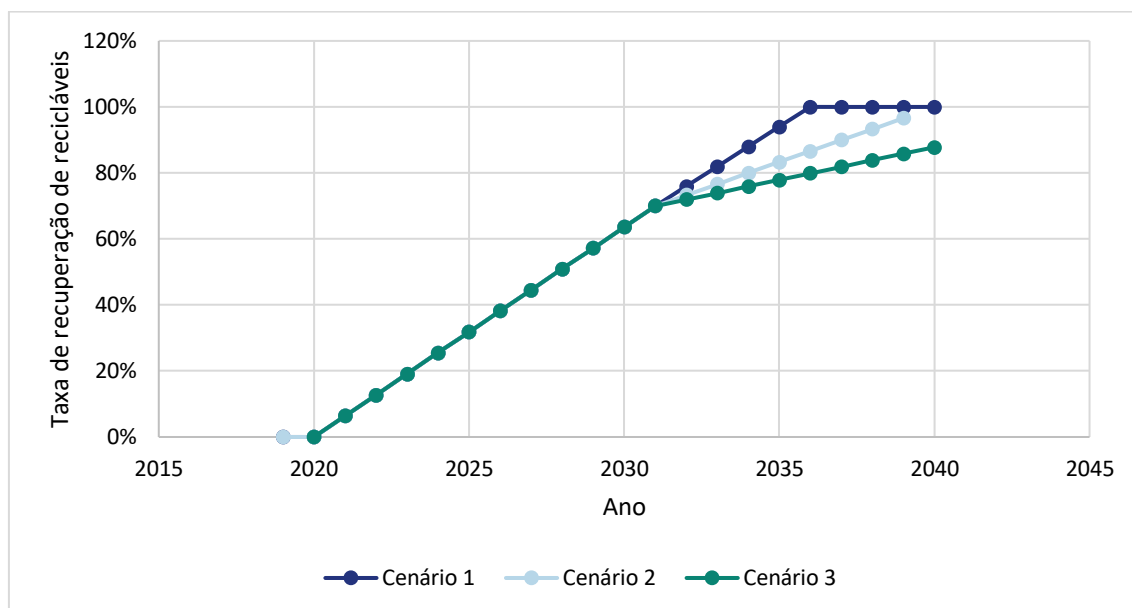


Figura 30 - Gráfico de comparação dos cenários para recuperação de recicláveis

Fonte: Próprios autores, 2019

No cenário otimista, observa-se uma proposta de alcance da meta no ano de 2036. de modo que a disponibilidade de infraestrutura, a atuação de serviços de coletas convencional e seletiva e de catadores autônomos, bem como o estabelecimento de parcerias com empresas que atuam na compra de recicláveis, serão definidos ao longo desse período da forma como se espera na projeção da PNRS, a qual estima que até 2031 os municípios atinjam 70% de recuperação de recicláveis, assim sendo, a meta irá superar a projeção estabelecida nos anos seguintes.

No cenário 2 a meta será atingida em 20 anos, projetando uma visão intermediária para o crescimento da taxa de recuperação após atingir o plano de metas determinado pela PNRS no ano de 2031. Já no cenário 3, seguindo a previsão mínima proposta pela PNRS, atingirá a 70% de recuperação de recicláveis em 11 anos, no entanto, o máximo de recuperação de recicláveis para os 20 anos de implantação do plano de saneamento será de 88%. O cenário pessimista irá evidenciar maior dificuldade na implementação de serviços e estruturas, uma vez que esse índice depende de demais eixos de resíduos sólidos.

- **Taxa de resíduos compostados em relação à quantidade total de resíduos orgânicos**

A meta da PNRS para a taxa de compostagem de resíduos orgânicos, assim como para a recuperação de recicláveis, é de 70% para o ano de 2031. Diante disso, os três cenários que foram propostos têm o objetivo de atingir essa meta e, para os próximos anos de realização do plano, alcançar 100% na taxa de compostagem em 20 anos. A Figura 31 demonstra um gráfico comparativo para a evolução da taxa de orgânicos compostados nos anos de aplicação do plano.

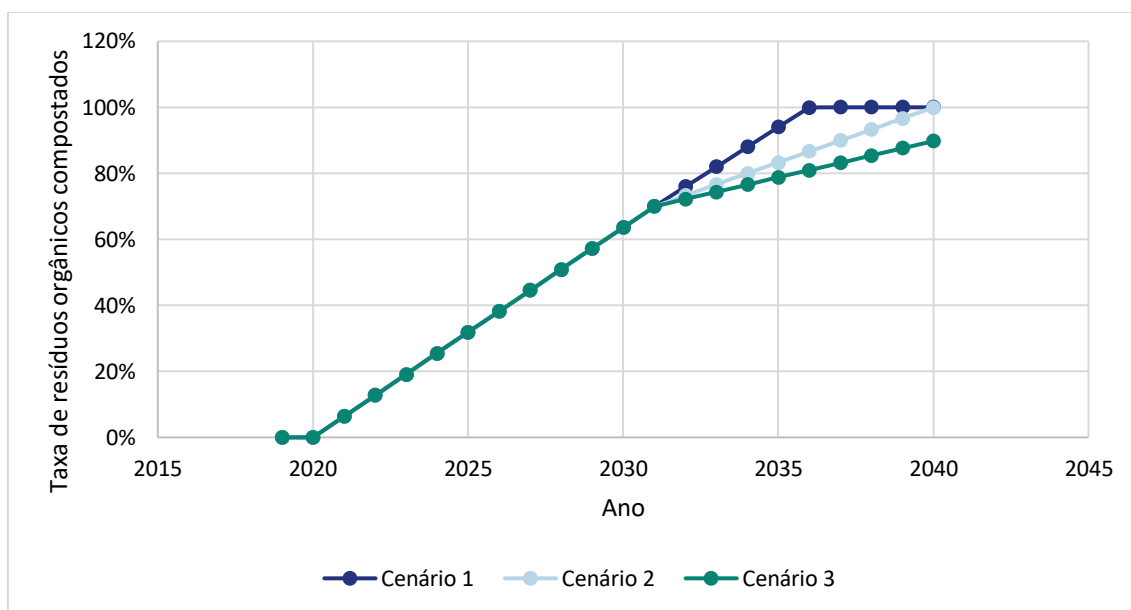


Figura 31 - Gráfico de evolução da taxa de compostagem ao longo dos anos

Fonte: Próprios autores, 2019

Como pode ser observado no gráfico, no cenário 1 a meta de 100% de compostagem de orgânicos será atingida em 16 anos, tendo como alicerce a atuação abrangente da coleta convencional e seletiva e ativa da adesão da população à este tipo de coleta, contando principalmente com investimentos direcionados para a estrutura de um centro de compostagem, como a criação de um espaço de triagem e contratação de funcionários.

No cenário 2 a meta total será alcançada em 20 anos, levando em conta as projeções da PNRS para o sudeste do país, na qual os investimentos estruturais para a compostagem irão acontecer gradualmente ao decorrer do plano. No terceiro cenário, ao final do plano, a taxa máxima de compostados será de 90% dos orgânicos recolhidos, o que mostra um cenário mais pessimista em relação aos demais, uma vez que a meta de 100% não é atingida até 2040, mas evidencia notável aproximação da taxa total, ainda cumprindo com a meta nacional para o município.

- **Geração *per capita***

A geração *per capita* atual para Santa Rita do Sapucaí é uma média de 0,635 kg/hab./dia. Diante dessa realidade, o cenário 1, em uma visão otimista para o plano de saneamento, apontando que será feita a diminuição de 1% na média de resíduos gerados pela população em cada ano. A diminuição da geração de RDO dependerá da atuação incisiva e constante de programas de sensibilização, conscientização e educação ambiental, voltada para o entendimento a respeito dos resíduos gerados pelo consumismo, levando a população a aderir à coleta seletiva e gerar menos resíduos em seu cotidiano.

No cenário 2 é previsto um panorama no qual a geração média atual será mantida, durante o período de 20 anos, apresentando um cenário intermediário de estabilidade de consumo pela população. Esse cenário se mostra coerente com a realidade de Santa Rita, e também dependerá da atuação de programas voltados para a educação ambiental no município.

Para o cenário 3, têm-se um pequeno crescimento na média de geração, de modo que o aumento de 1% ao ano irá considerar um incremento no consumo dos munícipes. A projeção se mostra mais pessimista, no entanto exibe uma tendência relevante, que demonstra um pequeno aumento, diante da realidade atual de Santa Rita do Sapucaí, que se encontra em crescimento e passível ao aumento de consumo, que gera mais resíduos. A Figura 32 mostra um gráfico comparativo para a atuação dos três cenários ao longo dos 20 anos de implementação do plano.

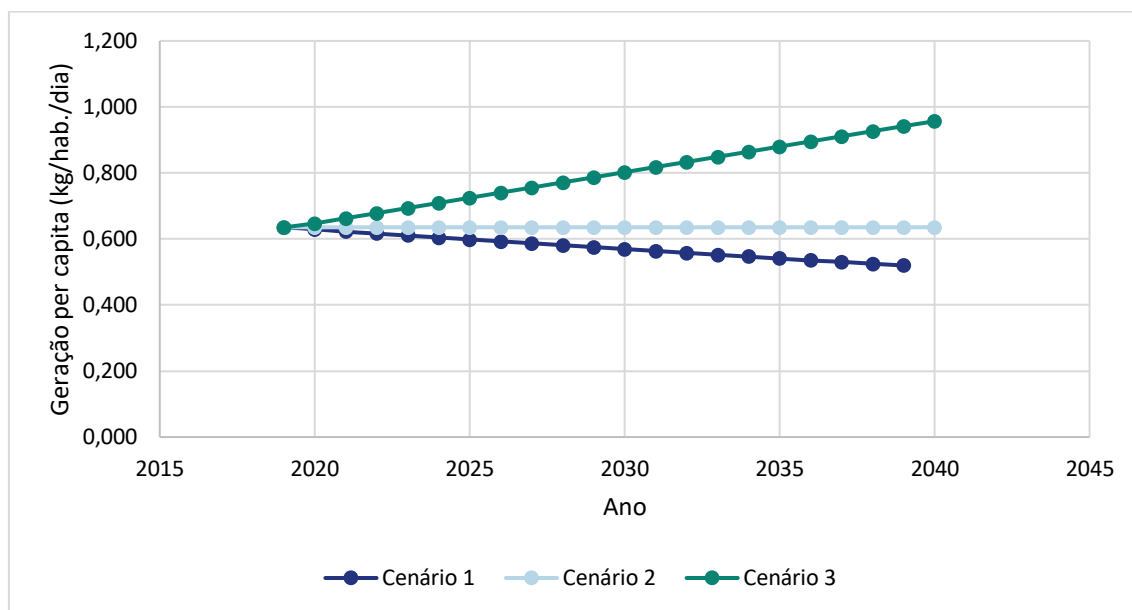


Figura 32 - Gráfico de comparação dos cenários para geração per capita

Fonte: Próprios autores, 2019

• Taxa de cobertura e recuperação de RCC

Em Santa Rita do Sapucaí as taxas de cobertura da coleta e de recuperação dos resíduos de construção civil, atualmente se encontram nulas no município. Tendo em vista a implementação de programas voltado para a coleta e recuperação de RCC, os cenários propõem uma meta de 100% para a taxa de coleta e reciclagem desses resíduos. No cenário 1 as metas estipuladas serão atingidas no ano de 2028, considerando o estabelecimento de serviços complementares à cobertura deste resíduo e contando com investimentos estruturais a curto prazo. No cenário 2 a metas serão alcançadas em 12 anos, sendo previsto pontos de coletas e o fechamento de parcerias e contratos para a reciclagem dos RCC, que acontecerão gradualmente, considerando que no panorama atual o município conta com nenhum tipo de serviço voltado para a coleta e para sua recuperação.

No cenário 3, levando em conta uma visão pessimista para o plano, as metas serão atingidas apenas no ano de 2040. Uma vez que, assim como para a recuperação de recicláveis, a reciclagem de RCC seja um obstáculo para Santa Rita do Sapucaí. O gráfico apresentado na Figura 33 compara a evolução das taxas do índice de coleta e recuperação de RCC dos três cenários no período de 20 anos.

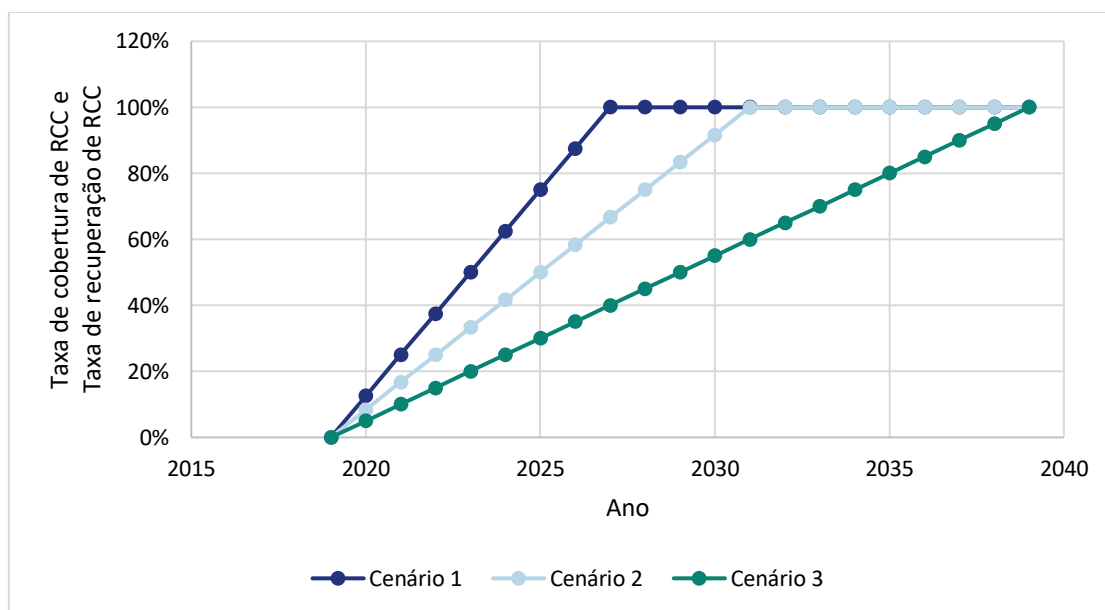


Figura 33 - Gráfico de comparação dos cenários para cobertura e recuperação de RCC
Fonte: Próprios autores, 2019

- **Taxa de cobertura da coleta de RSS**

Em Santa Rita do Sapucaí, todo o município atualmente se mostra abrangido pela coleta de resíduos de serviços de saúde. Este serviço é realizado pela empresa AGIT contratada pela prefeitura, que se responsabiliza pelos serviços de coleta e destinação final adequada para os RSS, no entanto, o acondicionamento e separação inicial dos rejeitos são realizados por seus geradores: hospitais, farmácias, centros veterinários, postos de saúde e demais empresas geradoras.

Diante do panorama do município, que se encontra positivo até o momento atual, os três cenários propostos preveem a estabilidade dessa taxa como meta para o plano, até 2040. Tendo conhecimento da realidade em que o contrato com a empresa se encontra no final, para garantir a qualidade e eficiência desse serviço, deverão ser estabelecidos contratos para o próximo ano, tendo em vista a importância da gestão correta e da destinação ambientalmente adequada dos RSS, estes que apresentam alto grau de toxicidade e periculosidade.

- **Taxa de programas de logística reversa adequadamente implantado**

Como a PNRS prevê a obrigatoriedade da implementação de programas de logística reversa para 6 tipos de resíduos passíveis de compartilhamento de responsabilidade entre consumidor e empresa, o plano prevê que essa meta seja atingida até 2040. Santa Rita do Sapucaí já conta com a atuação de 4 programas, sendo eles para: defensivos agrícolas, pilhas e baterias, óleos e graxas e produtos eletrônicos, totalizando 67% do total esperado. Assim sendo, busca-se também o estabelecimento de logística reversa para pneus e lâmpadas fluorescentes, vapor de sódio e mercúrio e de luz mista.

No cenário otimista, a meta será atingida no ano de 2028, demandando firmamento de parcerias entre população, prefeitura e empresas que produzem os compostos, para a destinação adequada de cada resíduo, neste curto prazo de atuação do plano. O segundo cenário, com uma proposta mediana, alcançará a implementação dos dois

últimos e estabilidade dos 4 presentes em 12 anos, atuando em um panorama gradual no município. E o cenário 3 atinge a meta em 20 anos, levando em conta desafios no processo de implementação dos dois programas que faltam para Santa Rita, ou mesmo para manter os que já se mostram presentes.

Na Figura 34 pode-se observar o comparativo traçado no gráfico para os cenários positivo, intermediário e pessimista, até o ano de 2040.

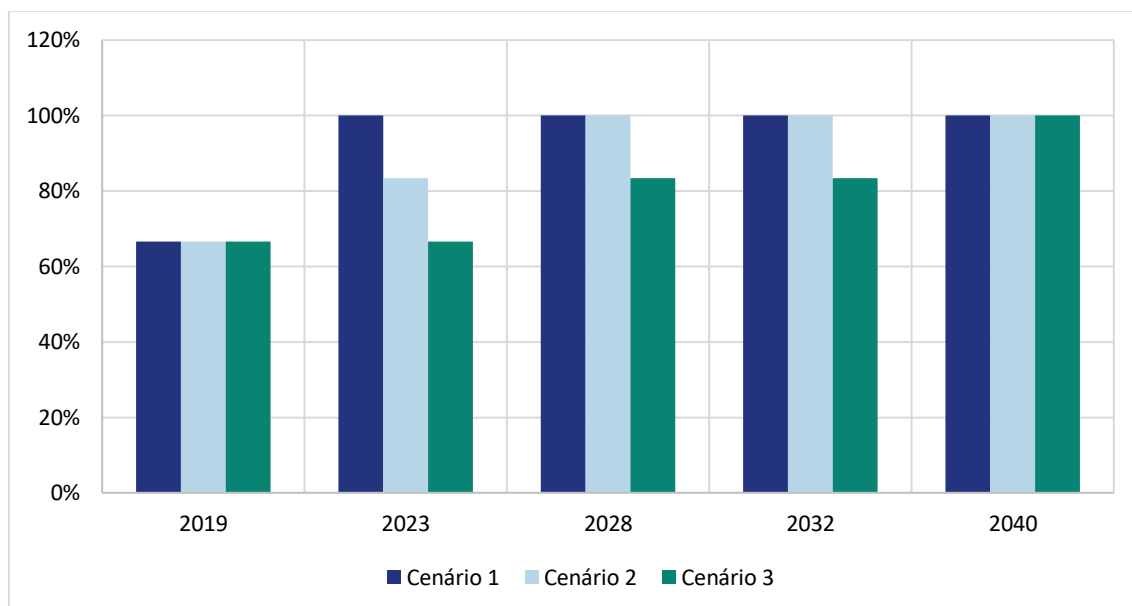


Figura 34 - Gráfico de comparação dos cenários para programas de logística reversa
Fonte: Próprios autores, 2019

A diferença entre o tempo em que se atinge cada uma das metas nos diferentes cenários reflete diretamente na quantidade final de resíduos que são levados para destinação final. A Tabela 74 demonstra alguns destes valores acumulativos para os tipos principais de resíduos.

Tabela 74 – Reflexos quantitativos dos resíduos acumulados ao longo dos 20 anos do PMSB

Quantidade acumulada de cada resíduo para o horizonte do plano [Toneladas]			Total de resíduos
Cenário 1	Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais Urbanos	124.517,06	144.770,29
	Resíduos de Construção Civil	20.033,67	
	Resíduos de Serviços de Saúde	219,56	
Cenário 2	Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais Urbanos	159.709,20	196.487,13
	Resíduos de Construção Civil	36.558,37	
	Resíduos de Serviços de Saúde	219,56	
Cenário 3	Resíduos Sólidos Domiciliares e Comerciais Urbanos	259.928,95	347.236,49
	Resíduos de Construção Civil	87.087,98	
	Resíduos de Serviços de Saúde	219,56	

Fonte: Próprios Autores, 2019

Com base na Tabela 74 observa-se uma grande quantidade de resíduos ao final do projeto para o cenário 3, quando comparado com os outros cenários observa-se que este é 43,4% maior que o do cenário 2 e 58,3% maior do que o cenário 1.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	127 de 190

Além disso, pode-se analisar os efeitos do tempo para se atingir as metas de cada cenário, do otimista para o intermediário há um aumento de 35,7% da quantidade de resíduos, correspondendo à um valor de 51.716,84, sendo o maior responsável por essa discrepância, os resíduos sólidos doméstico e comerciais urbanos, evidenciando a importância da coleta seletiva, do envolvimento da população e da ação dos estabelecimentos de triagem. Quando comparado o cenário intermediário com o pessimista, essa porcentagem é ainda maior, com um aumento de 76,7% da quantidade dos resíduos.

Apesar do cenário otimista ter se apresentado mais eficiente com relação a quantidade de resíduos acumulados ao longo dos 20 anos do PMSB, escolheu-se o cenário 2, ou seja, o intermediário, como o de referência pois é o cenário mais provável e coerente com a realidade de Santa Rita do Sapucaí para os próximos 20 anos.

Portanto, o cenário intermediário subsidiará a definição de metas, programas, projetos e ações além da definição de diretrizes e estratégias para a gestão dos resíduos municipais.

7.3 ESTIMATIVAS DAS DEMANDAS DO SERVIÇO

De acordo com as projeções e o cenário apresentados no tópico anterior, puderam ser definidas as estimativas das demandas para cada tipo de Resíduo de Santa Rita do Sapucaí, assim como para a logística reversa e o serviço de limpeza urbana.

7.3.1 Resíduos domiciliares e comerciais (RDO/RCO)

Para os resíduos domiciliares e comerciais, como a abrangência da coleta para a zona urbana é uma cobertura de 100%, pretende-se que para manter essa taxa para o município as atividades de gestão das rotas de coleta definidas, manutenção de caminhões compactadores e basculantes que realizam esse serviço e o incentivo ao uso de EPI's pelos funcionários que atuam na coleta. Visando o melhor acondicionamento dos resíduos, para que os serviços de coleta sejam facilitados, é importante a presença mais marcante de lixeiras e pontos de coleta que facilitem o serviço dos coletores.

Tendo em vista a implementação da coleta seletiva ao decorrer do plano, a participação marcante da população é esperada, principalmente no que se refere a separação dos resíduos gerados nos domicílios e comércios. A abrangência da coleta seletiva, juntamente com sua adesão pela população, demanda projetos e ações voltadas para a sensibilização social em relação a produção, acondicionamento e destinação final dos resíduos sólidos, tendo como ponto inicial os resíduos que são produzidos em casa.

Em relação ao tratamento e destinação final destes resíduos, é esperado que pontos de triagem e compostagem sejam implementados no município, de forma a proporcionar o aproveitamento de recicláveis, e de resíduos orgânicos para uma destinação ambientalmente menos impactante e que vise a diminuição da quantidade de RDO que são destinados para o aterro sanitário do CIMASAS.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	128 de 190

7.3.2 Resíduos de construção civil

No que diz respeito aos resíduos de construção civil, foram utilizados dois índices para análise dos serviços associados a estes resíduos, que são a taxa de cobertura da coleta de RCC e a taxa de recuperação de RCC. Espera-se atingir 100% em ambas as taxas no horizonte do PMSB. Uma demanda para a questão da coleta dos RCC é a distribuição de caçambas em pontos estratégicos para a coleta deles. Com relação à recuperação dos mesmos, indica-se a criação de um aterro de RCC, ou ainda mais ideal, a criação de um consórcio que faça a gestão dos mesmos e que realize os processos específicos para cada tipo de material, como à alvenaria, o concreto, argamassas, madeira, gesso etc. Para a Prefeitura, é benéfico a existência de uma instituição que faça esta gestão, para onde ela possa fazer o transporte destes resíduos. Por outro lado, a instituição ou consórcio também se beneficia, pois pode comercializar o material recebido, após realização dos procedimentos necessários.

7.3.3 Resíduos de serviço de saúde

Quanto ao resíduo de serviço de saúde, o índice que o caracteriza é a taxa de cobertura da coleta de RSS que aponta a quantidade de geradores dos resíduos de serviços de saúde que são atendidos pela empresa terceirizada da prefeitura, a AGIT. Essa porcentagem é de 100% atualmente. Este valor deve ser mantido no decorrer do horizonte do Plano e, para isso, é necessário que a Prefeitura esteja com os contratos com a empresa terceirizada, responsável pela coleta, tratamento e disposição final dos resíduos de saúde, sempre em dia. Além disso, é importante que haja fiscalização com relação ao descarte irregular de resíduos de serviços de saúde em todo o decorrer do horizonte do PMSB. Conjuntamente, ações de educação ambiental serão muito importantes para conscientizar e sensibilizar a população com relação ao perigo do descarte irregular dos resíduos de serviço de saúde.

7.3.4 Resíduos industriais

Os resíduos industriais, no município de Santa Rita do Sapucaí, são gerenciados pelas próprias empresas que o produzem, juntamente com a atuação da empresa Soluções Ambientais. Deste modo, sua classificação e destinação final é feita de acordo com a demanda de cada resíduo produzido. Entre os resíduos industriais produzidos no município estão: solventes, lâmpadas, pilhas e baterias, EPIs, RSS, papel resinado, etiquetas, plásticos e papelão, que se incluem em grande parte na logística reversa e nos RDO's. Para que estes resíduos continuem sendo destinados e gerenciados de forma correta por cada empresa, a prefeitura deve investir em fiscalizações periódicas da disposição dos resíduos feitos pelas empresas, em projetos que as auxiliem a acondicionar, tratar e dispor corretamente seus resíduos e em incentivos fiscais e de educação ambiental, que promova a sensibilização quanto a importância da redução, reciclagem e disposição final ambientalmente correta.

7.3.5 Logística reversa

Este segmento se mostra em quase total concordância com o que se espera na PNRD para o município. Tendo em vista que são esperados programas de logística reversa para os 6 principais resíduos de notável toxicidade e de tratamento bastante específicos



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	129 de 190

para sua destinação final, sendo eles: defensivos agrícolas, pilhas e baterias, óleos e graxas, produtos eletrônicos, pneus e lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e luz mista.

Em Santa Rita do Sapucaí diagnosticou-se ações de logística reversa para defensivos agrícolas, pilhas e baterias, óleos e graxas e produtos eletrônicos. Assim sendo, programas de responsabilidade compartilhada, a partir de ações que busquem a destinação final ambientalmente adequada para pneus e lâmpadas diversas ainda são demandados no município.

Para que os programas instituídos se mantenham e os que faltam sejam aplicados são necessários investimentos, parcerias e fiscalização por parte da prefeitura, além da colaboração da população consumidora desses resíduos para que a atuação dos programas conte com a adesão necessária para sua funcionalidade. Diante desta perspectiva, visa-se a promoção de campanhas que fortaleçam a importância da destinação correta de cada resíduo inserido dentro da logística reversa, assim como o contato direto com as empresas que fornecem produtos que geram estes resíduos.

7.3.6 Passivos ambientais

Tendo em vista que passivos ambientais significam obrigações financeiras, econômicas, sociais, entre outras, necessárias para preservar, recuperar e proteger o meio ambiente, no município foram identificados 4 principais atores: despejo inadequado de resíduos, aterro controlado, aterro sanitário CIMASAS e área de transbordo.

O despejo inadequado em diversos locais da cidade acontece para os mais variados tipos de resíduos, realizado principalmente pela população que não se preocupa com a destinação de cada resíduo. Na cidade foram identificados despejos em locais próximos à córregos, em beira de estradas rurais e urbanas e em lotes abandonados. O Abandono de resíduos de origem domiciliar e de construção civil em locais como esses favorecem a contaminação do ambiente, bem como a proliferação de vetores de doenças à população. Para que essa ação seja minimizada em Santa Rita do Sapucaí, conta-se com a atuação forte de programas que promovam a conscientização quanto aos tipos de resíduos e a importância da sua destinação correta, bem como a atuação da coleta convencional com a abrangência mais fortalecida para a zona rural que atualmente carece desse serviço. Principalmente, preza-se pelo ajustamento de conduta pelo município, que já recebeu multas pela disposição inadequada de entulhos em regiões que não há autorização para funcionamento como área de transbordo.

O aterro controlado existente no município, recebeu inúmeras multas e punições a respeito de sua atuação irregular como alternativa à falta de um aterro sanitário na região. Com o encerramento de suas atividades em 2015 com o início do consórcio com o CIMASAS, suas dependências demonstravam grande periculosidade a região, o que gerou a aplicação de medidas mitigadoras para o seu impacto causado. Atualmente, o local se encontra em recuperação e se regenerando. Frente a essa realidade, espera-se para o plano de saneamento que aconteçam investimentos voltados para a continuação do processo de recuperação do local.

O aterro sanitário CIMASAS, que se localiza no município de Itajubá, é atualmente a destinação final de resíduos coletados na coleta convencional da região urbana de Santa



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	130 de 190

Rita do Sapucaí. Sua estrutura se mostra de acordo com as normas previstas para um aterro sanitário, contando com fiscalização diária e segmentos de triagem, compostagem e tratamento de água contaminada pelo chorume produzido na região. Como o aterro atende a 11 municípios, algumas atividades demandam mais funcionários para que sua atividade sejam realizadas com efetividade para todo o resíduo que chega ao local, além de uma gestão mais bem definida para cada etapa dos processos realizados no aterro. Tendo em vista que a maioria dos resíduos advindos de Santa Rita não passam pela triagem e são levados diretamente para os taludes de compactação.

A estação de transbordo do município teve sua licença vencida em setembro do ano de 2019 e houve a renovação no dia 25 de setembro de 2019, com validade de dez anos. A região recebe resíduos advindos da limpeza urbana, de serviços de construção civil e demais domiciliares que sejam cabíveis à região de transbordo.

7.3.7 Outros resíduos (agrossilvopastoris, resíduos das operações de saneamento básico, resíduos de transporte, resíduos mineração)

Entre os demais resíduos gerados no município estão aqueles provindos dos serviços públicos de saneamento básico, agrossilvopastoris, de serviços de transporte, de mineração e resíduos perigosos.

Quanto aos resíduos de saneamento básico, tem-se que em Santa Rita do Sapucaí aqueles que são gerados no sistema de tratamento de água são descartados no rio Sapucaí sem nenhum tratamento. Esses resíduos incluem lodos resultantes da lavagem dos decantadores, floculadores e filtros. Frente a essa realidade, são necessárias alternativas menos impactantes para a destinação desses resíduos que são provenientes do processo de tratamento de água. Desse modo busca-se, durante o decorrer da aplicação do plano de saneamento, estabelecer métodos de tratamento e destinação adequada a esses resíduos.

Os resíduos agrossilvopastoris são divididos entre orgânicos e inorgânicos, de modo que a destinação de cada um deles deve ser feita de forma distinta. Os orgânicos advindos da atividade agropecuária apresenta em sua grande parte reutilização feita pelos próprios trabalhadores rurais, o que faz com que a gestão desses resíduos seja feita no local de sua produção, não demandando atuação da prefeitura para sua destinação final. Os resíduos inorgânicos são embalagens de agrotóxicos, fertilizantes, e de insumos veterinários para a pecuária, resíduos altamente vinculados com o programa de logística reversa direcionada para defensivos agrícolas e demandam a prefeitura a fiscalização quanto a entrega das embalagens no local correto, e a promoção da sensibilização para os trabalhadores de atividades incluídas na agropecuária quanto a destinação final desses compostos, que significam notável impacto ao ambiente.

O manejo dos resíduos de serviços de transportes é feito atualmente juntamente com a coleta convencional, serviço que se mostra bastante efetivo para quantidade de geradores e resíduos atuais. Espera-se que o serviço se mantenha para esse segmento, de modo que a prefeitura continue a prover rotas de coleta convencional para o terminal rodoviário e para o campo de aviação do município, provendo, principalmente,



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	131 de 190

infraestrutura para o acondicionamento correto dos resíduos gerados para sua coleta e destinação adequada.

Em Santa Rita do Sapucaí não há geração de resíduos minerários no município, apenas acontecem atividades de mineração para a extração de areia e cascalho. O que faz com que a prefeitura não faça registros desses materiais, nem receba notificações para ações de coletas. Até que atividades dessa natureza sejam iniciadas na região, as estimativas para a gestão do serviço devem ser voltadas apenas para o acondicionamento correto de sobras de areias e cascalhos, realizada juntamente com o manejo de RCC.

Os resíduos considerados perigosos gerados em Santa Rita do Sapucaí se enquadram nos programas de logística reversa, uma vez que são em sua grande maioria os 6 principais resíduos previstos na PNRD como obrigatórios para a responsabilidade compartilhada entre consumidor e fornecedor. Com a atuação da empresa Soluções Ambientais, o manejo, coleta e destinação adequada são realizados para os resíduos produzidos em empresas e em RDO's. É proposto que essa parceria continue a atuar no futuro da implantação do plano, e se torne ainda mais estratégica, de modo que investimentos, fiscalizações contínuas, e colaboração da população consciente da periculosidade desses resíduos para a saúde pública, facilitem o manejo desses compostos.

7.3.8 Iniciativas para catadores autônomos

Em Santa Rita do Sapucaí, existem atualmente aproximadamente 40 catadores autônomos de materiais recicláveis. Esses catadores vendem os resíduos recicláveis que coletam ao redor do município para as empresas privadas que, por sua vez, comercializam estes materiais. Uma demanda levantada no diagnóstico e prognóstico realizados diz respeito à criação de uma cooperativa de catadores. As empresas privadas que existem na área urbana de Santa Rita do Sapucaí geram risco à população ao seu redor, além de algumas sequer apresentarem alvará para realização de suas atividades. de grande benefício, apesar de ser comum que se apresente resistência no início da movimentação. A criação de uma cooperativa esbarra em questões sociais e econômicas e também na questão ambiental: existe melhora de renda para os catadores, contribuição à saúde pública, contribuição à sustentabilidade do meio ambiente, profissionalização dos catadores, geração de empregos, redução do material enviado ao CIMASAS e o fornecimento de material reciclável a um custo mais baixo para as indústrias. Enfatiza-se aqui o papel da Prefeitura Municipal do apoio à criação da cooperativa, podendo se dar em forma de doação de terreno, gestão do negócio, etc.

7.4 CONCLUSÃO

Como discutido neste capítulo, o componente de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos ainda apresenta muitas falhas de gestão e infraestrutura, necessitando de atenção de maneira que melhorias sejam feitas no horizonte do plano, objetivando a universalização do serviço.

Deste modo, tomando o cenário 2 como o cenário proposto, é importante que o prestador do serviço, neste caso a Prefeitura Municipal de Santa Rita do Sapucaí, siga os objetivos e metas estabelecidos. É importante que as taxas que já se encontram com



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	132 de 190

valor ideal, como é o caso da taxa de domicílios atendidos pela coleta convencional e de RSS sejam mantidas, sendo necessário para isso uma boa gestão dos contratos com as empresas parceiras além da manutenção da equipe e correta previsão orçamentária para estes serviços.

Como colocado nos itens anteriores, Santa Rita do Sapucaí deve investir na implementação da coleta seletiva e na recuperação dos materiais recicláveis, de maneira a solucionar uma questão ambiental, social e econômica, reduzindo os resíduos destinados ao aterro sanitário do CIMASAS. A criação de uma associação de catadores autônomos também é uma demanda que deverá ser solucionada no decorrer do PMSB. A compostagem é também vista no cenário proposto como uma demanda importante, sendo necessário envolvimento da Prefeitura e cobrança pela população para que esse objetivo seja atingido.

A logística reversa deverá ser levada também como prioridade pela gestão municipal, devendo ser estudados os mecanismos para isso. Espera-se que até 2028 a logística reversa já seja realizada para todos os setores empresariais presentes no município.

Assim sendo, são muitas as ações necessárias, especialmente no que diz respeito às ações não estruturais, como a organização e estruturação de bons programas de logística reversa e de coleta seletiva. É importante que haja bom planejamento e gestão do setor, de maneira que os recursos sejam investidos de maneira coerente e que o município consiga pleitear verbas do governo federal para a melhoria da prestação do serviço à nível municipal.

Além disso, é de extrema importância que o município detenha um PMGIRS atualizado, que englobe estudos específicos referentes ao setor, que serão a base para o desenvolvimento de projetos, investimentos e ações relacionadas ao manejo de resíduos sólidos.



PLANO MUNICIPAL
DE SANEAMENTO BÁSICO
SANTA RITA DO SAPUCAÍ-MG
O VALE DA ELETRÔNICA

CAPÍTULO 8

SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	134 de 190

8 SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

8.1 CENÁRIO ATUAL DE REFERÊNCIA

8.1.1 Caracterização do Sistema

O município de Santa Rita do Sapucaí possui algumas dificuldades a serem superadas quando se fala do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, conforme o diagnóstico elaborado no Produto 3 deste Plano. Dentre os principais inconvenientes no sistema de microdrenagem em questão pode-se ressaltar: a falta da existência de um Plano Diretor de Drenagem Urbana; a baixa quantidade de informação disponível sobre o cadastro da rede de drenagem e todos os seus componentes; falta de manutenção e limpeza dos componentes; problemas relacionados ao descarte de resíduos que influenciam na drenagem; falta de padronização das bocas de lobo e de suas grades; galerias que passam por baixo de edificações; e as ligações clandestinas de esgoto no sistema de drenagem.

Já para a macrodrenagem as situações inconvenientes ao sistema são: grande área sujeita a inundações devido a topografia da região e a capacidade de vazão do rio Sapucaí, que possui histórico de gerar ondas de cheia de grandes proporções; existência de edificações dentro das APP's estabelecidas pelo Plano Diretor Municipal; problemas com assoreamento e erosão; falta de mata ciliar; existência de áreas de risco de deslizamento de terra.

Nos tópicos a seguir, organiza-se em síntese todos os pontos fracos (mencionados como fraquezas) e fortes (mencionados como forças) do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município de Santa Rita do Sapucaí com relação ao ambiente interno e ao ambiente externo.

8.1.1.1 Ambiente interno

No panorama do ambiente interno, as fraquezas são vistas como de possível solução pela prefeitura municipal e serão abordadas especificamente no produto 5, onde serão propostos programas, projetos, ações. Já ao se tratar das forças, deve-se buscar potencializá-las ou mantê-las sempre com desígnio da melhoria contínua do sistema. A Tabela 75 apresenta as forças e fraquezas identificadas, organizadas em uma análise SWOT.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	135 de 190

Tabela 75 - Forças e fraquezas do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais de Santa Rita do Sapucaí

FORÇAS

Existência de Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei nº 86 de 2014)

Existência de um plano de contingência abrangente e detalhado

Existe Plano Diretor (Lei nº 79 de 2012)

FRAQUEZAS

O município possui regiões sujeitas a alagamento e algumas dessas com edificações presentes

Não existe um Plano Diretor de Drenagem para o município

O dimensionamento do sistema de microdrenagem não segue um padrão estabelecido, além de não estar descrito em um Plano Diretor de Drenagem

A rede de microdrenagem não possui um cadastro de seu sistema

Falta de manutenção e limpeza das bocas de lobo; Obstrução de bocas de lobo com descarte de resíduos; Bocas de lobo sem a grade de proteção adequada

A falta de padronização tanto das grades quanto das bocas de lobo dificulta a melhoria do sistema

Ligação clandestina de esgoto no sistema de drenagem

Algumas galerias estão localizadas abaixo de edificações, o que gera riscos para as residências.

Não existe nenhum plano de realização de melhorias no sistema

Nas seções onde existem pontes, há estrangulamento dos cursos d'água, diminuindo o seu fluxo de água.

Em algumas canalizações dos cursos d'água, há obstrução pela má disposição de vegetação e falta de limpeza de resíduos descartados de forma irregular

Não há pessoal específico trabalhando no sistema de drenagem

Falta de mata ciliar no entorno dos cursos d'água para sua proteção;
Riscos de assoreamento e erosão

Faltam dados para estabelecer indicadores do sistema

Não há previsão orçamentária para drenagem urbana (investimento só é feito sob demanda, e de forma a corretiva, nunca preventiva)

Existe problema de mau cheiro das bocas de lobo, uma vez que 20% da rede ainda é unitária (esgoto mais água pluvial coletados juntamente)

Foram detectadas em 2018 cerca de 400 residências com descarte de esgoto *in natura* nos córregos no município (ligações clandestinas ou na rede pluvial ou diretamente no corpo d'água)

8.1.1.2 Ambiente externo

Ainda existe o ponto de vista do ambiente externo, no qual a prefeitura não possui controle total sobre os fatores, sendo justamente isso o que difere do ambiente interno. Sendo assim, é interessante se levantar os pontos fortes e fracos por essa perspectiva, que são tratados como oportunidades e ameaças, respectivamente. Uma análise SWOT do ambiente externo é exibida na Tabela 76.

Tabela 76 – Oportunidade e Ameaças do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais de Santa Rita do Sapucaí

OPORTUNIDADES

A bacia hidrográfica que contém o município possui um Plano Diretor de Recursos Hídricos, com informações importantes sobre os corpos d'água da região, diagnósticos e projeções de demanda

O comitê de bacia do Rio Sapucaí realiza o projeto Cadastramento de Nascente que contempla o município, aumentando a proteção e mata ciliar das nascentes. Também existe o projeto Cultivando Água Boa implementado pela Itaipu binacional que atua em ações sociambientais e a segurança hídrica.

AMEAÇAS

O Plano Diretor de Recursos Hídricos encontra-se desatualizado

O Plano Diretor de Recursos Hídricos fala que não foi implementada a cobrança pelos recursos hídricos. Sendo assim, falta recurso financeiro para lidar com os problemas da bacia como um todo, o que reflete no município de Santa Rita do Sapucaí.

8.1.2 Caracterização dos Serviços

Para que uma boa caracterização do serviço seja realizada, demanda-se dados relevantes e de confiança. Como o município carece dos mesmos, um planejamento de ações a médio e longo prazo se torna tarefa difícil, sendo necessário que se invista no cadastro de sistema para que informações sejam criadas. Frente a esta situação, serão propostos a seguir alguns indicadores (Tabela 77) utilizados para definir os objetivos e metas para a melhora do sistema, idealizando a situação que o município pretende alcançar no horizonte de projeto de 20 anos.

Tabela 77 – Indicadores utilizados na caracterização do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais de Santa Rita do Sapucaí

Indicador	Informações necessárias	Fórmula
NRD01 – Cobertura da rede de drenagem (%)	D01: Extensão total de vias públicas urbanas com estruturas de drenagem (km) IE017: Extensão total de vias públicas urbanas no município (km)	$\frac{D01}{IE017} \cdot 100$
NRD03 - Índice de vias com bloquete ou paralelepípedo (%)	D02: Extensão total de vias com bloquete ou paralelepípedo na área urbana no município (km) IE017: Extensão total de vias públicas urbanas no município (km)	$\frac{D02}{IE017} \cdot 100$
NRD04 - Porcentagem vias alagáveis (%)	D03: Extensão total de vias urbanas que sofrem alagamento (km); IE017: Extensão total de vias públicas urbanas no município (km).	$\frac{D03}{IE017} \cdot 100$
NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana (%)	D01: Extensão de vias públicas urbanas com estruturas de drenagem (km); D07: Extensão de vias públicas urbanas com estruturas de drenagem cadastradas (km);	$\frac{D07}{D01} \cdot 100$



A avaliação por indicadores permite a identificação de pontos de atenção, bem como o acompanhamento da evolução do desempenho do sistema ao longo dos anos. A Tabela 78 apresenta o objetivo e a importância de cada indicador escolhido.

Tabela 78 – Objetivos e importância dos indicadores utilizados

Indicador	Objetivo	Importância
NRD01 – Cobertura da rede de drenagem (%)	Avaliar a deficiência da cobertura do sistema de drenagem	Quando se possui vias pavimentadas, essas devem conter estruturas de drenagem, sejam sarjetas adequadas ao escoamento superficial que atinge a via, ou galerias e dispositivos de coleta de águas pluviais.
NRD03 - Índice de vias com bloqueio ou paralelepípedo (%)	Avaliar o nível de impermeabilização das vias urbanas	Os bloqueios e paralelepípedos geram um escoamento superficial cerca de 10 a 20% menor do que as pavimentações asfálticas. Portanto, esse indicador auxilia a mensurar o escoamento superficial e a infiltração de águas pluviais.
NRD04 - Porcentagem vias alagáveis (%)	Apontar a quantidade de problemas relacionados aos alagamentos que se originam a partir de eventos de precipitação	Um sistema bem dimensionado e gerido deve se aproximar de zero ocorrências de alagamentos para qualquer chuva dentro do seu tempo de retorno considerado no projeto. Este indicador é importante para mensurar a eficácia das estruturas de drenagem do sistema
NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana (%)	Mostrar quanto do sistema de drenagem urbana está cadastrado em um sistema de informações	O cadastro da rede é fundamental para entender os problemas relacionados ao sistema, facilitando a identificação de pontos de manutenção ou ampliação. Novos projetos precisam estar em sintonia com a estrutura existente, assim, o cadastro da rede evita o conflito de novos projetos com as estruturas existentes

Fonte: Próprios autores, 2020

A Tabela 79 apresenta os valores atuais para os indicadores adotados.

Tabela 79 – Valores dos indicadores adotados na avaliação do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais de Santa Rita do Sapucaí

Indicador	Valor	Avaliação	Fonte
NRD01 – Cobertura da rede de drenagem (%)	7%	Inadequado	PMSRS, 2019
NRD03 - Índice de vias com bloqueio ou paralelepípedo (%)	20%	-	PMSRS, 2019
NRD04 - Porcentagem vias alagáveis (%)	50%	Inadequado	PMSRS, 2019
NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana (%)	40%	Inadequado	PMSRS, 2019



8.2 DEMANDA DO SERVIÇO

8.2.1 Construção dos cenários

Para a construção dos cenários utilizou-se da metodologia proposta pela FUNASA (2010), a qual consiste na criação de hipóteses para a evolução dos indicadores (Tabela 80). Em seguida, são definidas quais hipóteses compõem um cenário mais ou menos favorável para a melhora do sistema., definindo-se assim os possíveis cenários.

Par o sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais considerou-se duas hipóteses para cada indicador. A primeira considera que os indicadores apresentam ligeira melhora, enquanto a segunda considera significativa melhora nos valores de indicadores, de maneira que se aproximem dos valores ideais. A primeira situação se caracterizaria por uma gestão pouco eficiente, com poucos investimentos no setor e com visão estratégica não definida, enquanto a segunda estaria acoplada a uma situação de bons investimentos em ações estruturais e estruturantes e visão estratégica bem definida perante as demandas futuras.

Tabela 80 – Indicadores e hipóteses dos serviços do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais

Indicador	Hipótese 1	Hipótese 2
NRD01 – Cobertura da rede de drenagem (%)	Elevação do índice, em baixas taxas	Elevação do índice, em altas taxas
NRD03 - Índice de vias com bloquete ou paralelepípedo (%)	Manutenção do índice, observado o aumento da área urbana	Elevação do índice, observado o aumento da área urbana
NRD04 - Porcentagem vias alagáveis (%)	Redução do índice em baixas taxas, observado o aumento da área urbana	Redução do índice em altas taxas, observado o aumento da área urbana
NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana (%)	Melhora em até 80% do índice, observado o aumento da área urbana	Melhora em até 100% do índice, observado o aumento da área urbana

Fonte: Próprios autores, 2019

A partir da formulação dessas hipóteses pode-se gerar cenários, que são combinações das hipóteses levantadas, com suporte na análise atual do município e o provável desenvolvimento futuro. Ademais cada cenário possui um ponto de vista, representando o primeiro uma visão pessimista, e o segundo uma visão mais otimista.

8.2.1.1 Cenário 1

O Cenário 1, aqui denominado cenário pessimista (Tabela 81), tem como característica a ligeira melhora dos valores dos indicadores, o que indica que o poder público não vem investindo do setor de maneira a realmente melhorar a prestação do serviço.

Tabela 81 – Hipóteses do cenário 1

Indicador	Hipótese 1	Hipótese 2
NRD01 – Cobertura da rede de drenagem	Elevação do índice, em baixas taxas	Elevação do índice, em altas taxas
NRD03 - Índice de vias com bloquete ou paralelepípedo	Manutenção do índice, observado o aumento da área urbana	Elevação do índice, observado o aumento da área urbana
NRD04 - Porcentagem vias alagáveis	Redução do índice em baixas taxas, observado o aumento da área urbana	Redução do índice em altas taxas, observado o aumento da área urbana
NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana	Melhora em até 80% do índice, observado o aumento da área urbana	Melhora em até 100% do índice, observado o aumento da área urbana

1

Fonte: Próprios Autores, 2019

Assim, as metas estabelecidas para o Cenário 1, para cada um dos indicadores levantados, nos 20 anos do horizonte de planejamento do plano são apresentadas na Tabela 82.

Tabela 82 – Metas Cenário 1

Indicador	Imediato Até 2023	Curto Até 2028	Médio Até 2032	Longo Até 2040
NRD01 – Cobertura da rede de drenagem (%)	15	28	39	60
NRD03 - Índice de vias com bloquete ou paralelepípedo (%)	26	36	44	60
NRD04 - Porcentagem vias alagáveis (%)	47	42	38	30
NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana	46	56	64	80

Fonte: Próprios Autores, 2019

A Tabela 83 apresenta o desenvolvimento, ano a ano, das metas estabelecidas pelos indicadores apresentados

Tabela 83 - Variação esperada nos indicadores para o cenário 1

Ano	NRD01 – Cobertura da rede de drenagem (%)	NRD03 - Índice de vias com bloquete ou paralelepípedo (%)	NRD04 - Porcentagem vias alagáveis (%)	NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana (%)
2020	7%	20%	50%	40%
2021	10%	22%	49%	42%
2022	12%	24%	48%	44%
2023	15%	26%	47%	46%
2024	18%	28%	46%	48%
2025	20%	30%	45%	50%



Ano	NRD01 – Cobertura da rede de drenagem (%)	NRD03 - Índice de vias com bloqueio ou paralelepípedo (%)	NRD04 - Porcentagem vias alagáveis (%)	NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana (%)
2026	23%	32%	44%	52%
2027	26%	34%	43%	54%
2028	28%	36%	42%	56%
2029	31%	38%	41%	58%
2030	34%	40%	40%	60%
2031	36%	42%	39%	62%
2032	39%	44%	38%	64%
2033	41%	46%	37%	66%
2034	44%	48%	36%	68%
2035	47%	50%	35%	70%
2036	49%	52%	34%	72%
2037	52%	54%	33%	74%
2038	55%	56%	32%	76%
2039	57%	58%	31%	78%
2040	60%	60%	30%	80%

Fonte: Próprios Autores, 2019

8.2.1.2 Cenário 2

O segundo cenário é estabelecido por indicadores refletindo uma situação mais otimista (Tabela 84), onde se realiza um bom planejamento e gestão do serviço e existam investimentos no sistema, com consequentes melhorias no mesmo.

Neste cenário investimentos no cadastramento da rede de drenagem urbana são realizados já no início do horizonte do plano, de maneira a possibilitar melhor conhecimento da mesma e consequente melhor gestão do sistema. Também são previstos investimentos na rede de drenagem de maneira a aumentar a sua cobertura.

Tabela 84 – Hipóteses do cenário 2

Indicador	Hipótese 1	Hipótese 2
NRD01 – Cobertura da rede de drenagem	Elevação do índice, em baixas taxas	Elevação do índice, em altas taxas
NRD03 - Índice de vias com bloqueio ou paralelepípedo	Manutenção do índice, observado o aumento da área urbana	Elevação do índice, observado o aumento da área urbana
NRD04 - Porcentagem vias alagáveis	Redução do índice em baixas taxas, observado o aumento da área urbana	Redução do índice em altas taxas, observado o aumento da área urbana
NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana	Melhora em até 80% do índice, observado o aumento da área urbana	Melhora em até 100% do índice, observado o aumento da área urbana

Fonte: Próprios Autores, 2019



Portanto conforme a idealização do cenário 2, a Tabela 85 mostra quais são as metas para os indicadores por um ponto de vista positivo quanto ao desenvolvimento do sistema.

Tabela 85 - Meta do cenário 2

Indicador	Imediato Até 2023	Curto Até 2028	Médio Até 2032	Longo Até 2040
NRD01 – Cobertura da rede de drenagem (%)	25	57	80	100
NRD03 - Índice de vias com bloqueio ou paralelepípedo (%)	26	36	44	60
NRD04 - Porcentagem vias alagáveis (%)	41	31	26	20
NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana (%)	62	84	92	100

Fonte: Próprios Autores, 2019

No intuito de alcançar essas metas, a Tabela 86 mostra um desenvolvimento detalhado ano a ano para o cenário 2, conforme é esperado para o horizonte de projeto de 20 anos, a partir das demandas de serviço.

Tabela 86 - Variação esperada nos indicadores, devido as demandas pelo serviço, para o cenário 2

Ano	NRD01 – Cobertura da rede de drenagem (%)	NRD03 - Índice de vias com bloqueio ou paralelepípedo (%)	NRD04 - Porcentagem vias alagáveis (%)	NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana (%)
2020	7%	20%	50%	40%
2021	13%	22%	46%	48%
2022	19%	24%	44%	55%
2023	25%	26%	41%	62%
2024	32%	28%	39%	67%
2025	38%	30%	37%	72%
2026	44%	32%	35%	77%
2027	51%	34%	33%	80%
2028	57%	36%	31%	84%
2029	63%	38%	30%	86%
2030	69%	40%	28%	88%
2031	75%	42%	27%	90%
2032	80%	44%	26%	92%
2033	84%	46%	25%	93%
2034	89%	48%	24%	94%

Ano	NRD01 – Cobertura da rede de drenagem (%)	NRD03 - Índice de vias com bloqueio ou paralelepípedo (%)	NRD04 - Porcentagem vias alagáveis (%)	NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana (%)
2035	92%	50%	23%	95%
2036	95%	52%	22%	96%
2037	98%	54%	22%	97%
2038	99%	56%	22%	98%
2039	99%	58%	21%	99%
2040	100%	60%	20%	100%

Fonte: Próprios Autores, 2019

8.2.2 Análise comparativa dos cenários

Partindo dos dois cenários propostos no item anterior, é evidente que o segundo é aquele que deve ser almejado pela prefeitura municipal, atual prestadora do serviço. A Tabela 87 resume o que foi colocado nos tópicos anteriores.

Tabela 87 - Resumo Cenários

Indicador	Cenário 1	Cenário 2
NRD01 – Cobertura da rede de drenagem (%)	Elevação do índice, em baixas taxas	Elevação do índice, em altas taxas
NRD03 - Índice de vias com bloqueio ou paralelepípedo (%)	Elevação do índice, observado o aumento da área urbana	Elevação do índice, observado o aumento da área urbana
NRD04 - Porcentagem vias alagáveis (%)	Redução do índice em baixas taxas, observado o aumento da área urbana	Redução do índice em altas taxas, observado o aumento da área urbana
NRD02 - Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana (%)	Melhora em até 55% do índice, observado o aumento da área urbana	Melhora em até 100% do índice, observado o aumento da área urbana

A seguir, comparou-se as projeções de cada indicador para cada cenário proposto.

- Cobertura da rede de drenagem**

A evolução da cobertura de drenagem ao longo do horizonte de planejamento acontece de maneira bem distinta nos dois cenários, como apresentado na Figura 35. No primeiro, espera-se uma evolução mais demorada e que não alcance a totalidade, 60% no final do plano, enquanto que no segundo espera-se uma evolução alta nos primeiros anos de planejamento, atingido cerca de 60% próximo ao final do curto prazo, a fim reverter a situação atual.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	143 de 190

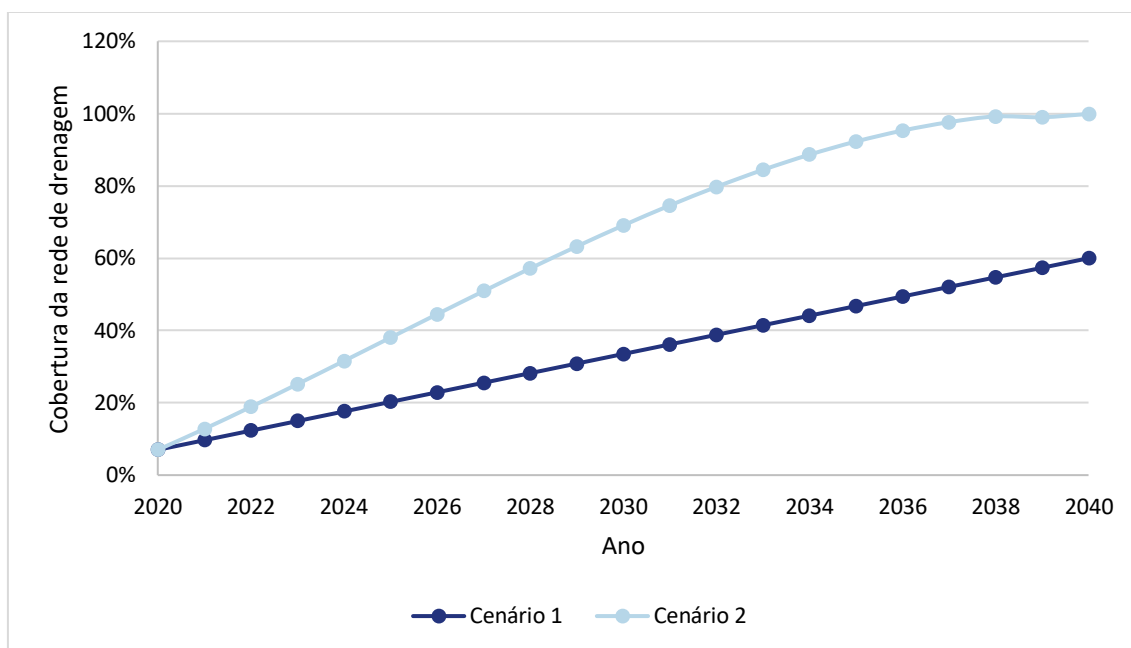


Figura 35 – Evolução da cobertura de drenagem ao longo do horizonte de planejamento

- **Índice de vias com bloqueio ou paralelepípedo**

A alta taxa de impermeabilização das vias é um dos agravantes da incidência de alagamentos. Sendo assim, nos dois cenários propõe-se o aumento da extensão de vias com bloqueios ou paralelepípedos até o valor final de 60%, sendo este crescimento a uma taxa constante (Figura 36).

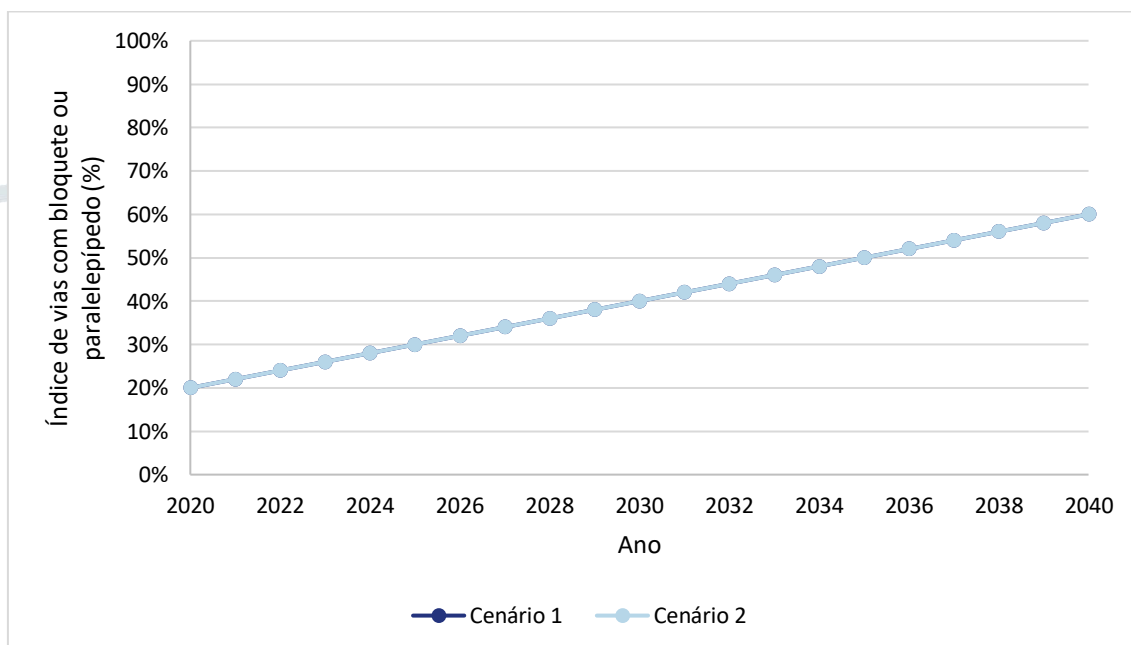


Figura 36 – Evolução do índice de vias com bloqueio ou paralelepípedo ao longo do horizonte de planejamento

- Porcentagem vias alagáveis**

Como visto anteriormente a área urbana sofre com a ausência de uma cobertura de drenagem adequada, sendo assim, a evolução deste indicador nos dois cenários está diretamente relacionada com a evolução da cobertura de drenagem. Como apresentado na Figura 37, para o cenário 1 a redução é mais lenta e atinge um valor pouco satisfatório, 30%, enquanto que o no cenário 2, a redução acontece em taxas maiores no início, chegando a 20% ao final do plano.

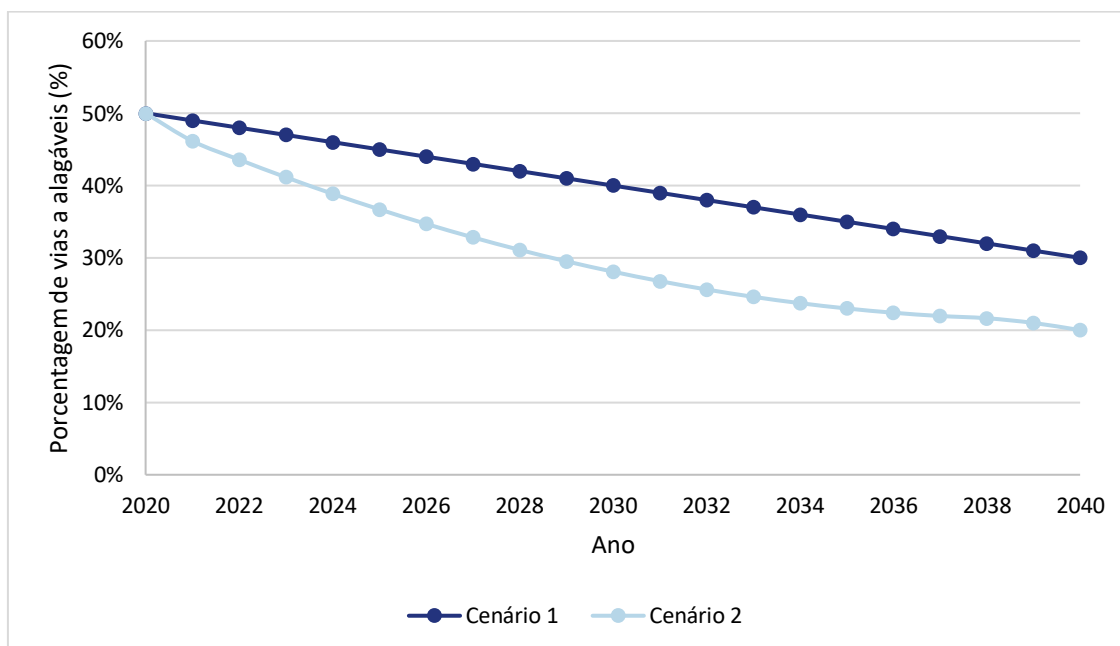


Figura 37 – Evolução da porcentagem de vias alagáveis ao longo do horizonte de planejamento

- Porcentagem de cadastramento do sistema de drenagem urbana**

Como a cadastro da estrutura de drenagem existente já é baixo, as projeções realizadas para este indicador preveem um aumento gradativo no cenário 1, até alcançar 80% ao final do plano, e um aumento com altas taxas iniciais e uma certa estabilização a partir de 2031, para o cenário 2, como visto na Figura 38. Estas projeções devem acompanhar as projeções da cobertura da rede de drenagem, a afim de evitar que a situação atual se mantenha.

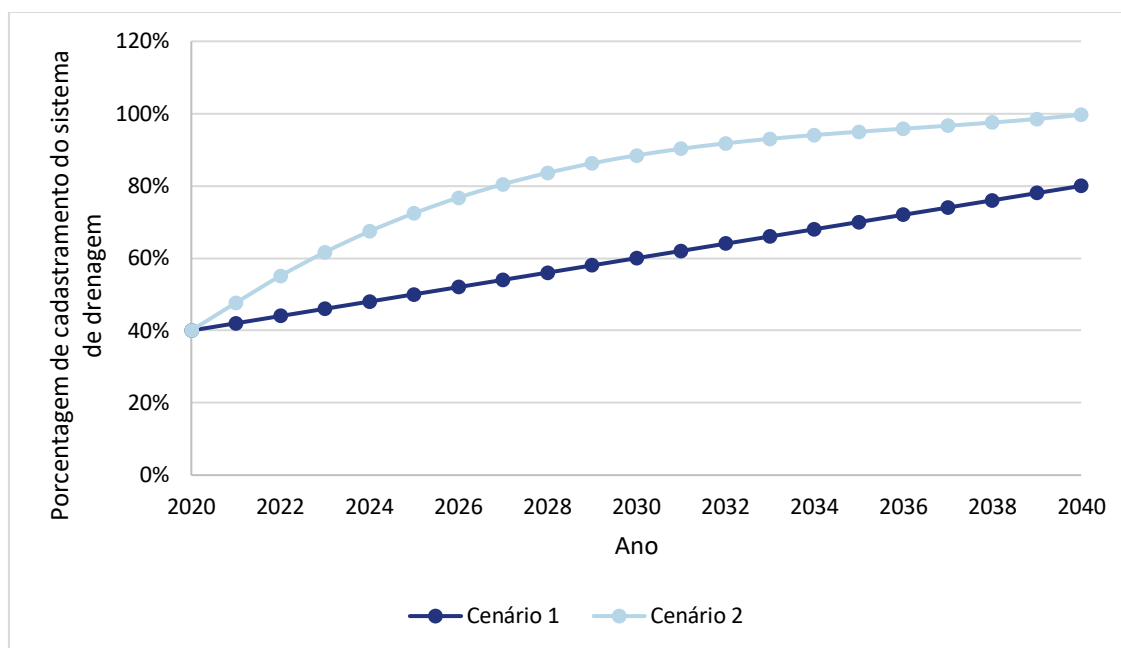


Figura 38 – Evolução da porcentagem de cadastramento da rede de drenagem ao longo do horizonte de planejamento

O cenário 1 representa uma situação de gestão e planejamento insuficientes no setor de drenagem e manejo de águas pluviais, resultando numa incompleta resolução dos problemas atuais e futuros. O cenário 2 é aquele que mais se alinha com a resolução das fraquezas levantadas no tópico 8.1.1. Neste cenário, os indicadores atingem seus valores ideais até o fim do horizonte de planejamento do plano. Para isto, devem ser previstos investimentos no sistema, mas não somente no que diz respeito às medidas estruturais, como obras de ampliação e reparo do sistema, mas também, e principalmente, no que diz respeito às medidas estruturantes, aquelas relacionadas à gestão, planejamento e fiscalização.

Sendo assim, adotou-se o cenário 2 para ser seguido na definição das metas do sistema de drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos.

8.2.3 Influência das zonas de expansão no sistema de drenagem

O prognóstico do sistema de drenagem urbana deve ser feito a partir da análise das mudanças de uso e ocupação do solo previstas para o horizonte de projeto do plano, de 20 anos. Assim, este item discorre sobre os desdobramentos previstos para as bacias hidrográficas do município (Figura 39), a saber: Ribeirão Vintém, Córrego Bela Vista, Córrego do Mosquito e Córrego “sem nome” ou canalizado. Deve-se analisar as diretrizes trazidas pelas leis municipais que regulamentam o tema, como a Lei Complementar nº 79, de 2012 e a Lei Complementar nº 86, de 2014, e os novos loteamentos e empreendimentos que se encontram na fase de instalação, atualmente totalizando mais de 10. Com relação ao plano diretor do município, implementado pela Lei Complementar nº 79/2012, deve-se enfatizar que o mesmo deve ser atualizado até o ano de 2020, mas que suas diretrizes gerais foram levadas em conta neste plano.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	146 de 190

Neste item, serão também realizadas simulações hidrológicas de maneira a entender a influência da expansão das áreas com consequente impermeabilização do solo, nos picos de vazão gerados em cada bacia e nos tempos de concentração destas bacias.

O objetivo principal de um prognóstico de drenagem urbana é entender o provável desenvolvimento futuro do sistema, e dessa forma, na procura de prever essa dinâmica, deve-se inicialmente definir o cenário atual da região de estudo, já que esta é a melhor maneira de interpretar as condições hidrológicas e a influência destas variáveis na evolução da drenagem urbana. Portanto, para a definição de tal cenário foram realizadas simulações hidrológicas das bacias que compõem o sistema de macrodrenagem do município de Santa Rita do Sapucaí, buscando observar as respostas para diferentes eventos de precipitações intensas, definindo as respostas de interesse como as vazões de pico para estas bacias.

As ferramentas utilizadas nessa tarefa são os modelos chuva-vazão, os quais permitem que as informações de um evento de precipitação sejam utilizadas para calcular um hidrograma de resposta, desde que alguns parâmetros físicos da bacia sejam definidos pelo usuário. Existem diversos tipos de modelos chuva-vazão, logo deve ser selecionado o modelo que melhor se adequa à situação de estudo, utilizando como critério: a capacidade do modelo de permitir a utilização de intervalos de duração de chuva pequenos (usualmente de 5 a 60min); a possibilidade de representar o solo de acordo com seu uso e ocupação pelo ponto de vista hidrológico (tendo em vista o potencial de permeabilidade do solo); e a capacidade de retratar mudanças, relacionadas a urbanização, no uso e ocupação do solo em cenários futuros (TUCCI, 1993).

Para a aplicação dessas simulações hidrológicas inicialmente foram selecionadas as bacias hidrográficas que compõem a macrodrenagem e foram apresentados apenas os resultados que descreveram de maneira mais adequada a realidade hidrológica da região seguindo a metodologia *Soil Conservation Service* (SCS). Posteriormente será apresentado o resultado para a simulação da bacia do Ribeirão Vintém seguindo a metodologia de Ven Te Chow.

A pedologia local é composta em sua maior parte pelo Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, que possui a característica de ser naturalmente menos permeável. Atrelando as características do solo às chuvas intensas do município, as respostas geradas pelo modelo SCS para a bacia do ribeirão Vintém, com área de 78 km², não foram coerentes nas simulações hidrológicas realizadas para esta bacia.

Sendo assim, analisando a topografia e tamanho das bacias na representatividade nas simulações, foram selecionadas as bacias do Córrego Bela Vista, Córrego do Mosquito e do Córrego canalizado para realização das simulações e definição do cenário hidrológico atual.

Para estas bacias, o modelo chuva-vazão utilizado foi o *Soil Conservation Service* (SCS), pois esse se encaixa em todos os critérios apresentados anteriormente e é amplamente reconhecido na literatura brasileira. Como interface para aplicação do modelo utilizou-se o software HEC-HMS, uma vez que este permite que se realize uma modelagem adequada e robusta, possibilitando inclusive a aplicação do método SCS para obtenção dos hidrogramas de saída. A principal vantagem de aplicação deste

software é que o usuário possui vasta flexibilidade nas simulações, podendo criar vários cenários alterando apenas os parâmetros de entrada para obter respostas de forma confiável e rápida.

Após a definição do modelo chuva-vazão, foi possível iniciar a modelagem do sistema no intuito de caracterizar o cenário hidrológico atual. O primeiro passo foi a definição da área de estudo, que conforme mencionado anteriormente, é composta pelas bacias do Córrego Bela Vista, Córrego do Mosquito e Córrego canalizado (não sendo possível considerar a simulação da bacia do Ribeirão Vintém, devido às limitações do software frente as características físicas da bacia), conforme mostra a Figura 39.

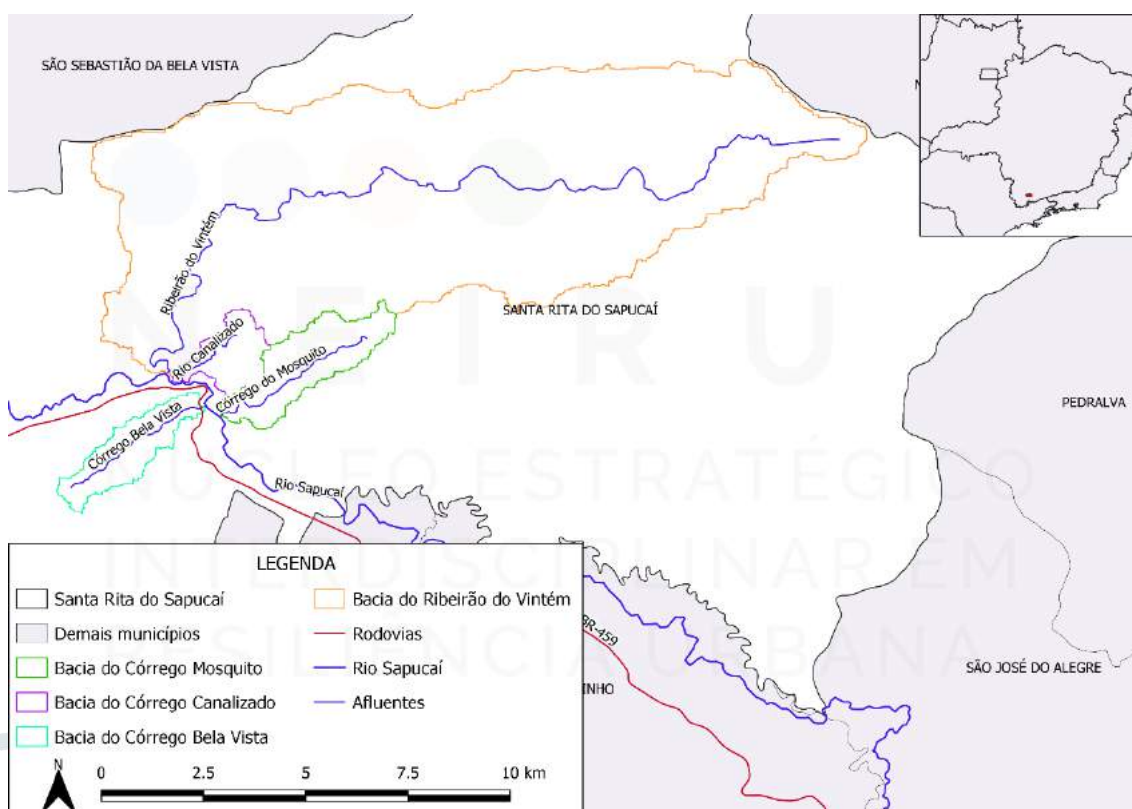


Figura 39 - Bacias hidrográficas que compõem a macrodrenagem da região

Fonte: Próprios Autores, 2019

Após a seleção da área de estudo, para preparar a modelagem conforme a metodologia SCS é indispensável a confecção de um mapa de uso e ocupação do solo, definindo tais usos segundo a perspectiva hidrológica, caracterizando a impermeabilização, como é possível se verificar na Figura 40. Nesta, observa-se que cada tipo de uso do solo apresenta um coeficiente, denominado *curve number* (CN), que representa o nível de impermeabilização, e cada tipo de solo é classificado por um grupo (conforme a sua pedologia). Logo, necessita-se conhecer o tipo de solo do local, que em conformidade com o diagnóstico é composto por Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico que se enquadra no grupo de solos C, segundo Sartori, Lombardi Neto e Genovez (2005). A Figura 41 apresenta o uso e ocupação do solo das bacias em questão.



Utilização ou cobertura do solo	Grupo de solos			
	A	B	C	D
Zonas cultivadas: sem conservação do solo	72	81	88	91
com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições	68	79	86	89
Baldios em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições	30	58	71	78
Bosques ou zonas com cobertura ruim	45	66	77	83
Floresta: cobertura boa	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições				
Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
Com relva de 50% a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios	89	92	94	95
Zonas industriais	81	88	91	93
Zonas residenciais				
Lotes de (m ²)	% média impermeável			
<500	65	77	85	90
1000	38	61	75	83
1300	30	57	72	81
2000	25	54	70	80
4000	20	51	68	79
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.	98	98	98	98
Arruamentos e estradas				
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Paralelepípedos	76	85	89	91
Terra	72	82	87	89

Figura 40 - Valores de CN de acordo com o uso do solo, separados por grupos

Fonte: TUCCI, 1993.

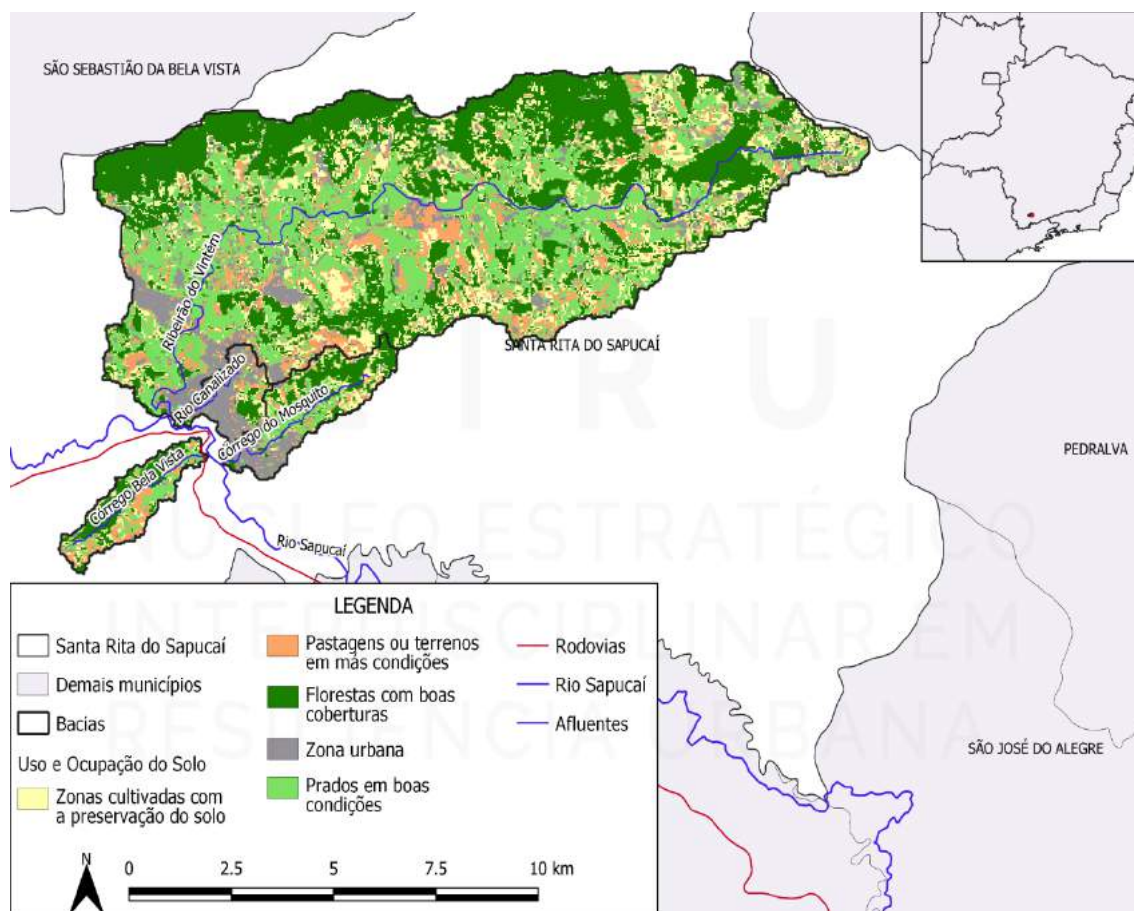


Figura 41 - Uso e ocupação de solo para as bacias que influenciam a macrodrenagem da área urbana do município de Santa Rita do Sapucaí

Fonte: Próprios Autores, 2019

A demarcação desse uso e ocupação do solo tem o propósito de gerar um CN médio, calculado como a média ponderada, utilizando como parâmetros a área e o CN de cada uso. A delimitação mostrada na Figura 41 foi criada com o apoio do software de geoprocessamento, QGis, sendo possível dessa maneira obter o valor da área de cada tipo de uso. Por conseguinte, calculou-se o CN médio como mostra a Tabela 88.

Tabela 88 - Valor das áreas para cada uso e ocupação do solo e o valor do CN das bacias em questão

Bacia Córrego Bela Vista		
Tipo de uso	Área (km²)	CN
Zonas cultivadas com conservação do solo	0,40	78
Pastagens ou terrenos em más condições	0,61	86
Florestas: Boas coberturas	1,29	70
Zona Urbana < 500m²: 65% impermeável	0,19	90
Prados em boas condições	0,83	71
Total	3,3	
CN médio	75	
Bacia Córrego Canalizado		
Tipo de uso	Área (km²)	CN
Zonas cultivadas com conservação do solo	0,17	78
Pastagens ou terrenos em más condições	0,30	86
Florestas: Boas coberturas	0,28	70
Zona Urbana < 500m²: 65% impermeável	1,45	90
Prados em boas condições	0,19	71



Total	2,4
CN médio	85
Bacia Córrego do Mosquito	
Tipo de uso	Área (km²)
Zonas cultivadas com conservação do solo	0,92
Pastagens ou terrenos em más condições	0,41
Florestas: Boas coberturas	1,56
Zona Urbana < 500m²: 65% impermeável	1,08
Prados em boas condições	0,81
Total	4,77
CN médio	78

Fonte: Próprios autores, 2019

Também é necessário estabelecer como parâmetro de entrada no software de simulação o *Lag Time*, calculado como 60% do tempo de concentração da bacia hidrográfica. Ainda, o tempo de concentração pode ser calculado por consideráveis equações, porém a que melhor representa as bacias pequenas como este caso de estudo é o método de Kirpich (SILVEIRA, 2005). A Tabela 89 apresenta os resultados do tempo de concentração para cada bacia.

Tabela 89 - Tempo de concentração e Lag time das bacias e os parâmetros necessários para cálculo

Bacia Córrego Bela Vista	
Comp. da drenagem principal (km)	3,91
Declividade (S) [m/m]	0,0884
Tc (Kirpich) [horas]	0,482
Tc (Kirpich) [Minutos]	28,92
Lag time [minutos]	17,35
Bacia Córrego Canalizado	
Comp. da drenagem principal (km)	1,95
Declividade (S) [m/m]	0,009
Tc (Kirpich) [horas]	0,671
Tc (Kirpich) [Minutos]	40,28
Lag time [minutos]	24,17
Bacia Córrego do Mosquito	
Comp. da drenagem principal (km)	4,58
Declividade (S) [m/m]	0,053
Tc (Kirpich) [horas]	0,665
Tc (Kirpich) [Minutos]	39,90
Lag time [minutos]	23,94

Fonte: Próprios autores, 2019

Um dos principais dados de entrada da simulação hidrológica é a chuva de projeto, que foi calculada conforme a metodologia SCS. Previamente, foi obtida a equação de chuva intensa de Santa Rita de Sapucaí, para isso o utilizou-se o software Pluvio 2.1. Neste,



o usuário declara o município que objetiva conhecer a equação de chuva intensa e então o software fornece os coeficientes que a definem. Para Santa Rita do Sapucaí, os coeficientes foram $k = 700,951$; $a = 0,183$; $b = 20,350$; e $c = 0,647$. Ademais, foi preciso estabelecer o tempo de retorno da chuva e o tempo de duração em concordância com o tipo de projeto. Para esse estudo foi utilizada a duração de 30min para a bacia do Córrego Bela Vista, 40 min para a bacia do córrego canalizado e 40 min para o Córrego do Mosquito, todos com intervalos de 2min. Para o tempo de retorno escolheu-se as opções de 2, 5 e 10 anos, já que essa variação possibilita uma interpretação do comportamento da bacia frente a distintos eventos de precipitações intensas.

Desta forma foram calculadas três chuvas de projeto, da seguinte maneira: inicialmente calculou-se as intensidades de chuva (**i**) para cada intervalo de duração, na sequência calculou-se a chuva acumulada (**Pac**) referente a cada intervalo de duração. Com estes valores obteve-se a diferença de altura de chuva (**ΔP**) entre os intervalos de duração, e finalmente organizou-se estes valores de forma a representarem um evento de precipitação real, com o pico no centro do hietograma. Os resultados dessa etapa são apresentados nas Tabela 90, Tabela 91 e Tabela 92.

Tabela 90 - Chuva de projeto com tempo de retorno de 2, 5 e 10 anos para a bacia do córrego Bela Vista

Duração (min)	TR=10 anos				Duração (min)	TR=5 anos				Duração (min)	TR=2 anos			
	I (mm/h)	Pac (mm)	ΔP (mm)	Chuva de projeto		I (mm/h)	Pac (mm)	ΔP (mm)	Chuva de projeto		I (mm/h)	Pac (mm)	ΔP (mm)	Chuva de projeto
2,0	143,1	4,8	4,8	1,9	2,0	126,1	4,2	4,2	1,6	2,0	106,6	3,6	3,6	1,4
4,0	135,4	9,0	4,3	2,0	4,0	119,3	8,0	3,7	1,8	4,0	100,9	6,7	3,2	1,5
6,0	128,7	12,9	3,8	2,3	6,0	113,3	11,3	3,4	2,0	6,0	95,8	9,6	2,9	1,7
8,0	122,7	16,4	3,5	2,6	8,0	108,1	14,4	3,1	2,3	8,0	91,4	12,2	2,6	1,9
10,0	117,4	19,6	3,2	3,0	10,0	103,4	17,2	2,8	2,6	10,0	87,5	14,6	2,4	2,2
12,0	112,7	22,5	3,0	3,5	12,0	99,2	19,8	2,6	3,1	12,0	83,9	16,8	2,2	2,6
14,0	108,4	25,3	2,8	4,3	14,0	95,5	22,3	2,4	3,7	14,0	80,7	18,8	2,1	3,2
16,0	104,5	27,9	2,6	4,8	16,0	92,0	24,5	2,3	4,2	16,0	77,8	20,8	1,9	3,6
18,0	100,9	30,3	2,4	3,8	18,0	88,9	26,7	2,1	3,4	18,0	75,2	22,6	1,8	2,9
20,0	97,7	32,6	2,3	3,2	20,0	86,0	28,7	2,0	2,8	20,0	72,7	24,2	1,7	2,4
22,0	94,6	34,7	2,2	2,8	22,0	83,4	30,6	1,9	2,4	22,0	70,5	25,9	1,6	2,1
24,0	91,9	36,7	2,0	2,4	24,0	80,9	32,4	1,8	2,1	24,0	68,4	27,4	1,5	1,8
26,0	89,3	38,7	1,9	2,2	26,0	78,6	34,1	1,7	1,9	26,0	66,5	28,8	1,4	1,6
28,0	86,9	40,5	1,9	1,9	28,0	76,5	35,7	1,6	1,7	28,0	64,7	30,2	1,4	1,4
30,0	84,6	42,3	1,8	1,8	30,0	74,5	37,3	1,6	1,6	30,0	63,0	31,5	1,3	1,3



Tabela 91 - Chuva de projeto com tempo de retorno de 2, 5 e 10 anos para a bacia do córrego canalizado

TR=10 anos					TR=5 anos					TR=2 anos				
Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	ΔP (mm)	Chuva de projeto	Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	ΔP (mm)	Chuva de projeto	Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	ΔP (mm)	Chuva de projeto
2,0	143,1	4,8	4,8	1,5	2,0	126,1	4,2	4,2	1,3	2,0	106,6	3,6	3,6	1,1
4,0	135,4	9,0	4,3	1,6	4,0	119,3	8,0	3,7	1,4	4,0	100,9	6,7	3,2	1,2
6,0	128,7	12,9	3,8	1,8	6,0	113,3	11,3	3,4	1,6	6,0	95,8	9,6	2,9	1,3
8,0	122,7	16,4	3,5	1,9	8,0	108,1	14,4	3,1	1,7	8,0	91,4	12,2	2,6	1,4
10,0	117,4	19,6	3,2	2,2	10,0	103,4	17,2	2,8	1,9	10,0	87,5	14,6	2,4	1,6
12,0	112,7	22,5	3,0	2,4	12,0	99,2	19,8	2,6	2,1	12,0	83,9	16,8	2,2	1,8
14,0	108,4	25,3	2,8	2,8	14,0	95,5	22,3	2,4	2,4	14,0	80,7	18,8	2,1	2,1
16,0	104,5	27,9	2,6	3,2	16,0	92,0	24,5	2,3	2,8	16,0	77,8	20,8	1,9	2,4
18,0	100,9	30,3	2,4	3,8	18,0	88,9	26,7	2,1	3,4	18,0	75,2	22,6	1,8	2,9
20,0	97,7	32,6	2,3	4,8	20,0	86,0	28,7	2,0	4,2	20,0	72,7	24,2	1,7	3,6
22,0	94,6	34,7	2,2	4,3	22,0	83,4	30,6	1,9	3,7	22,0	70,5	25,9	1,6	3,2
24,0	91,9	36,7	2,0	3,5	24,0	80,9	32,4	1,8	3,1	24,0	68,4	27,4	1,5	2,6
26,0	89,3	38,7	1,9	3,0	26,0	78,6	34,1	1,7	2,6	26,0	66,5	28,8	1,4	2,2
28,0	86,9	40,5	1,9	2,6	28,0	76,5	35,7	1,6	2,3	28,0	64,7	30,2	1,4	1,9
30,0	84,6	42,3	1,8	2,3	30,0	74,5	37,3	1,6	2,0	30,0	63,0	31,5	1,3	1,7
32,0	82,5	44,0	1,7	2,0	32,0	72,7	38,8	1,5	1,8	32,0	61,5	32,8	1,3	1,5
34,0	80,5	45,6	1,6	1,9	34,0	70,9	40,2	1,4	1,6	34,0	60,0	34,0	1,2	1,4
36,0	78,7	47,2	1,6	1,7	36,0	69,3	41,6	1,4	1,5	36,0	58,6	35,2	1,2	1,3
38,0	76,9	48,7	1,5	1,6	38,0	67,8	42,9	1,3	1,4	38,0	57,3	36,3	1,1	1,2
40,0	75,3	50,2	1,5	1,5	40,0	66,3	44,2	1,3	1,3	40,0	56,1	37,4	1,1	1,1

Tabela 92 - Chuva de projeto com tempo de retorno de 2, 5 e de 10 anos para a bacia do córrego do Mosquito

TR=10 anos					TR=5 anos					TR=2 anos				
Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)
2,0	143,1	4,8	4,8	1,5	2,0	126,1	4,2	4,2	1,3	2,0	106,6	3,6	3,6	1,1
4,0	135,4	9,0	4,3	1,6	4,0	119,3	8,0	3,7	1,4	4,0	100,9	6,7	3,2	1,2
6,0	128,7	12,9	3,8	1,8	6,0	113,3	11,3	3,4	1,6	6,0	95,8	9,6	2,9	1,3
8,0	122,7	16,4	3,5	1,9	8,0	108,1	14,4	3,1	1,7	8,0	91,4	12,2	2,6	1,4
10,0	117,4	19,6	3,2	2,2	10,0	103,4	17,2	2,8	1,9	10,0	87,5	14,6	2,4	1,6
12,0	112,7	22,5	3,0	2,4	12,0	99,2	19,8	2,6	2,1	12,0	83,9	16,8	2,2	1,8
14,0	108,4	25,3	2,8	2,8	14,0	95,5	22,3	2,4	2,4	14,0	80,7	18,8	2,1	2,1
16,0	104,5	27,9	2,6	3,2	16,0	92,0	24,5	2,3	2,8	16,0	77,8	20,8	1,9	2,4
18,0	100,9	30,3	2,4	3,8	18,0	88,9	26,7	2,1	3,4	18,0	75,2	22,6	1,8	2,9
20,0	97,7	32,6	2,3	4,8	20,0	86,0	28,7	2,0	4,2	20,0	72,7	24,2	1,7	3,6
22,0	94,6	34,7	2,2	4,3	22,0	83,4	30,6	1,9	3,7	22,0	70,5	25,9	1,6	3,2



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	153 de 190

TR=10 anos						TR=5 anos					TR=2 anos				
Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	Duração (min)	I (mm/h)	Pac (mm)	
24,0	91,9	36,7	2,0	3,5	24,0	80,9	32,4	1,8	3,1	24,0	68,4	27,4	1,5	2,6	
26,0	89,3	38,7	1,9	3,0	26,0	78,6	34,1	1,7	2,6	26,0	66,5	28,8	1,4	2,2	
28,0	86,9	40,5	1,9	2,6	28,0	76,5	35,7	1,6	2,3	28,0	64,7	30,2	1,4	1,9	
30,0	84,6	42,3	1,8	2,3	30,0	74,5	37,3	1,6	2,0	30,0	63,0	31,5	1,3	1,7	
32,0	82,5	44,0	1,7	2,0	32,0	72,7	38,8	1,5	1,8	32,0	61,5	32,8	1,3	1,5	
34,0	80,5	45,6	1,6	1,9	34,0	70,9	40,2	1,4	1,6	34,0	60,0	34,0	1,2	1,4	
36,0	78,7	47,2	1,6	1,7	36,0	69,3	41,6	1,4	1,5	36,0	58,6	35,2	1,2	1,3	
38,0	76,9	48,7	1,5	1,6	38,0	67,8	42,9	1,3	1,4	38,0	57,3	36,3	1,1	1,2	
40,0	75,3	50,2	1,5	1,5	40,0	66,3	44,2	1,3	1,3	40,0	56,1	37,4	1,1	1,1	

Para a melhor visualização pode-se observar os hietogramas de projeto, que foram realizados apenas organizando os dados das chuvas de projeto apresentados anteriormente, como mostram a Figura 42, Figura 43 e Figura 44.

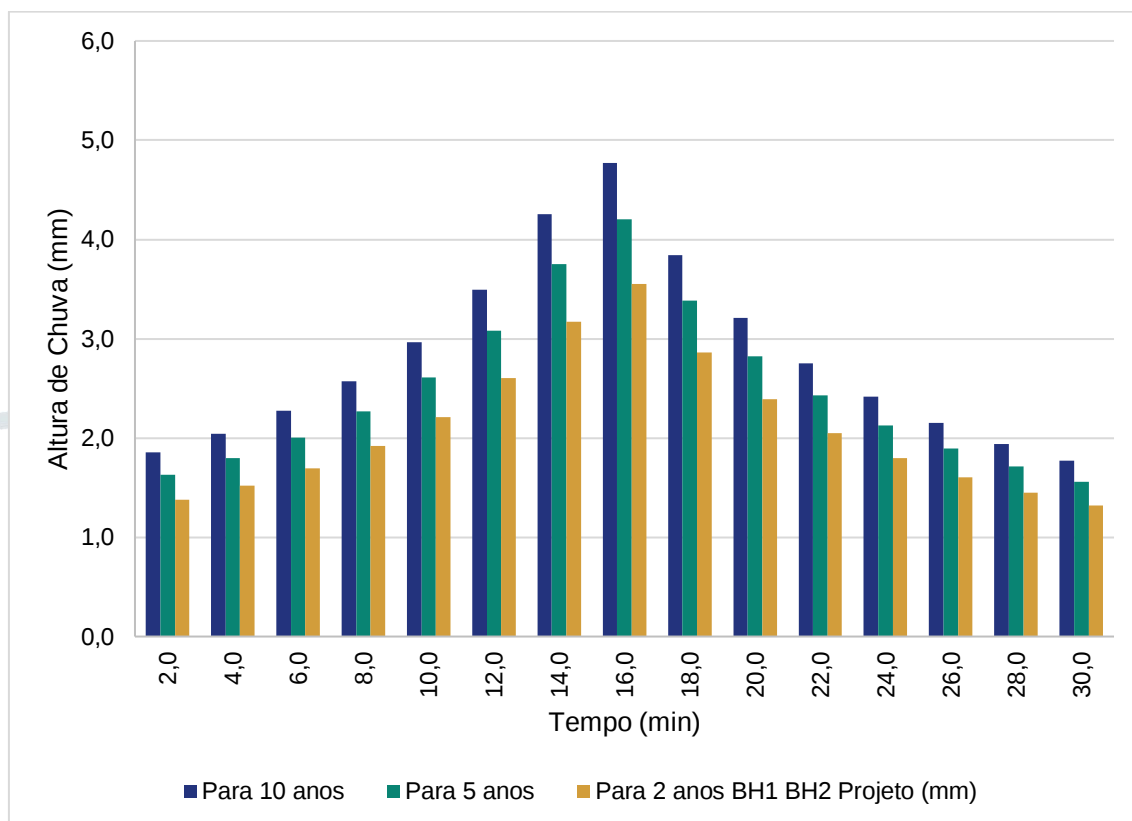


Figura 42 - Hietograma de projeto para os tempos de retorno de 2, 5 e 10 anos na bacia do córrego Bela Vista



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	154 de 190

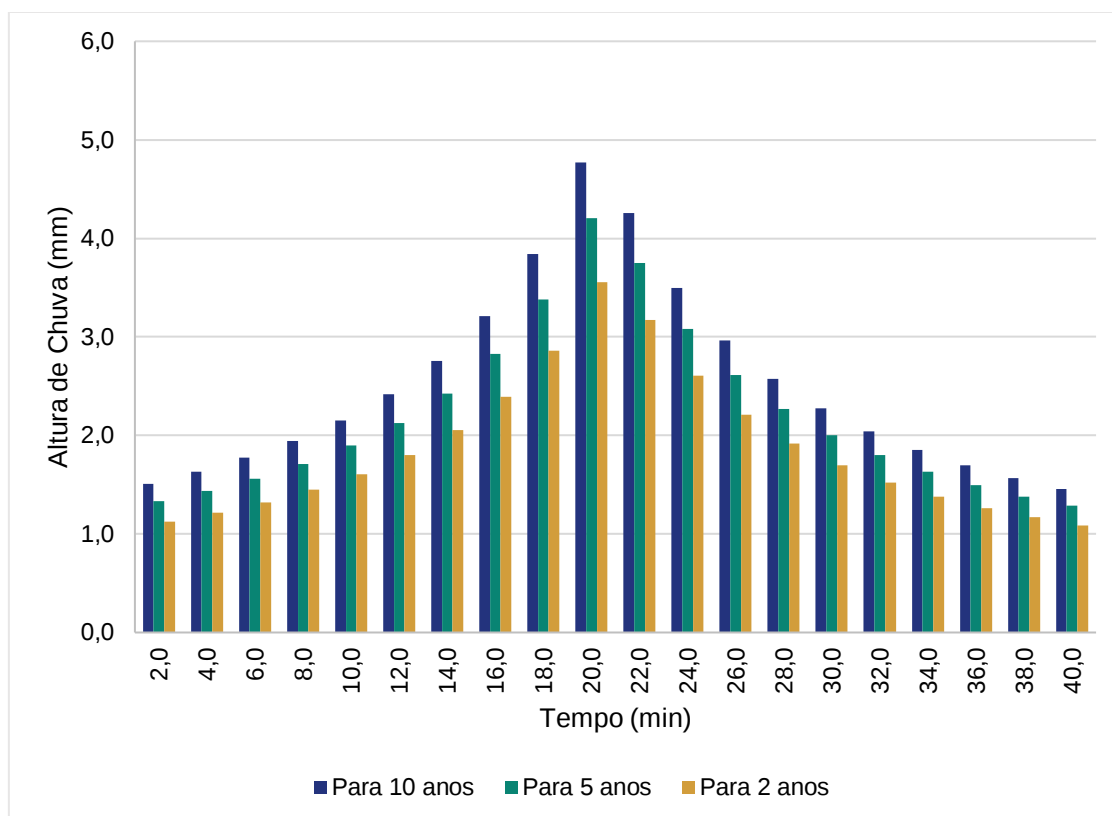


Figura 43 - Hietograma de projeto para os tempos de retorno de 2, 5 e 10 anos na bacia do córrego canalizado

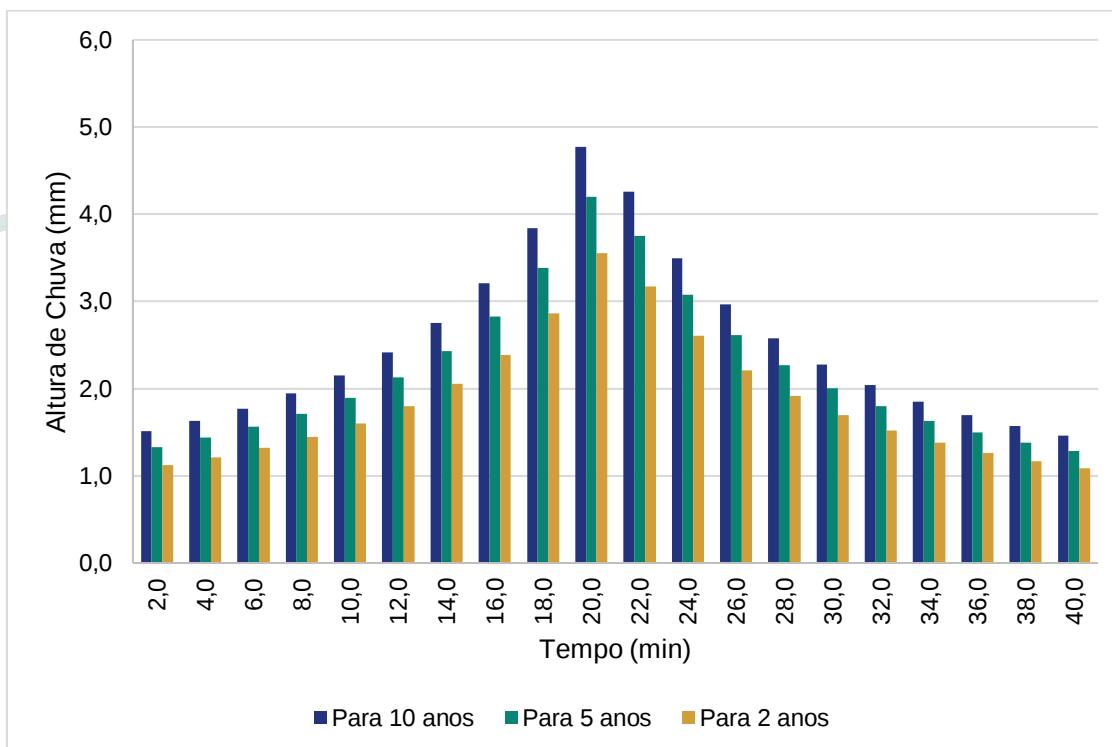


Figura 44 - Hietograma de projeto para os tempos de retorno de 2, 5 e 10 anos na bacia do córrego do Mosquito



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	155 de 190

Conforme foram obtidos todos os parâmetros de entrada necessários para gerar as simulações, as mesmas foram realizadas e os hidrogramas de saída para cada bacia são apresentados nas Figura 45, Figura 46 e Figura 47.

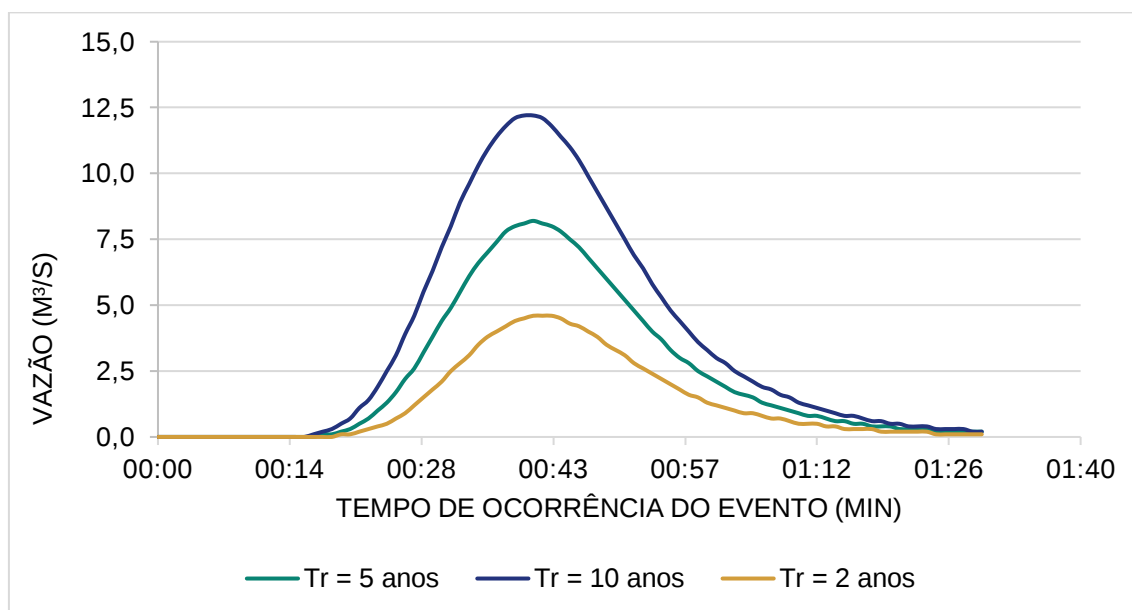


Figura 45 - Hidrograma de saída para a bacia do córrego Bela Vista de acordo com o tempo de retorno do evento de precipitação

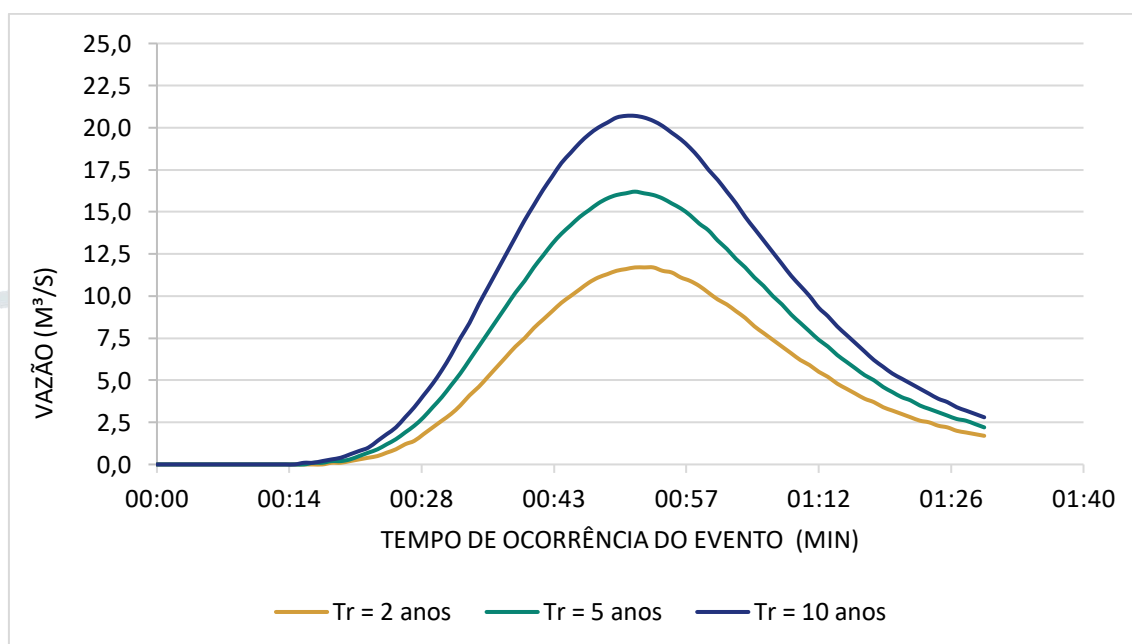


Figura 46 - Hidrograma de saída para a bacia do córrego canalizado de acordo com o tempo de retorno do evento de precipitação

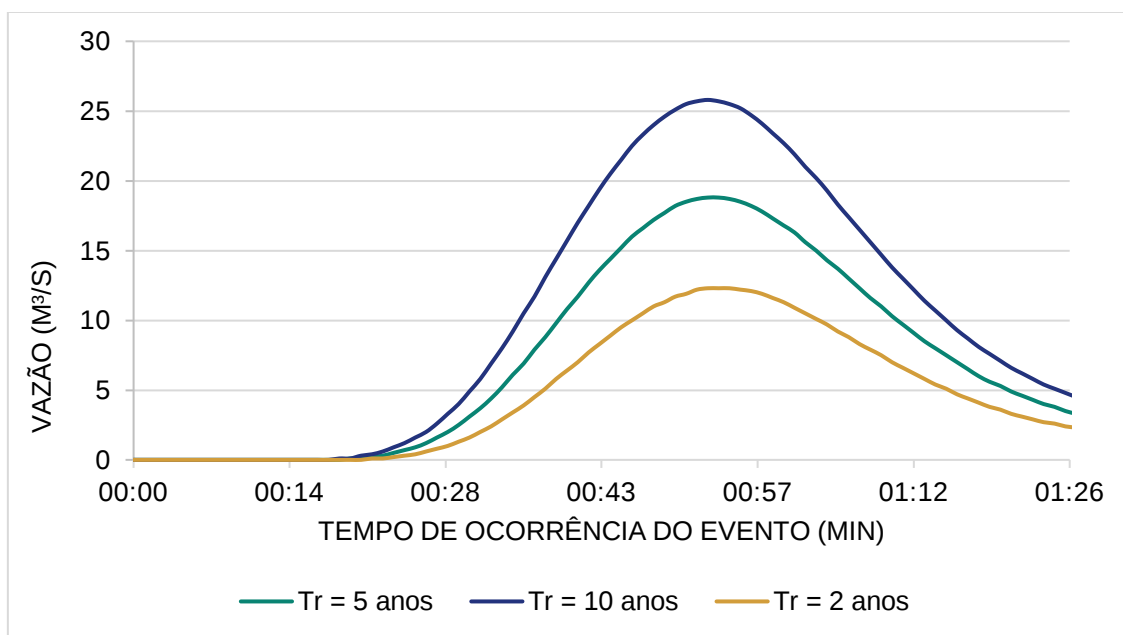


Figura 47 - Hidrograma de saída para a bacia do córrego do Mosquito de acordo com o tempo de retorno do evento de precipitação

Por fim, as vazões de pico de cada hidrograma de saída foram organizadas conforme a Tabela 93.

Tabela 93 - Vazões de pico para cada bacia que influencia a macrodrenagem de Santa Rita do Sapucaí

Bacias	Vazões de Pico (m³/s)		
	Tr = 2 anos	Tr = 5 anos	Tr = 10 anos
Córrego Bela Vista	4,6	8,2	12,2
Córrego canalizado	11,7	16,2	20,7
Córrego do Mosquito	12,3	18,8	25,8

Conforme a explicação dada anteriormente, a bacia do ribeirão Vintém possui características físicas tais que impedem bons resultados de simulação quando se utiliza o método SCS. Dessa maneira buscou-se utilizar outro modelo chuva-vazão, o método proposto por Ven Te Chow.

Esse modelo é amplamente utilizado para a estimativa de vazões máximas, que são adotadas como vazões de projeto para obras hidráulicas. Para aplicar esse método, deve-se ter como base as chuvas intensas que atingem a bacia de interesse, e a partir disso, a metodologia segue a hipótese de um hidrograma unitário considerando que a transformação da chuva para vazão é regida por equações lineares. Logo, as vazões máximas são proporcionais às chuvas efetivas.

A vazão máxima nesse caso é calculada pela seguinte equação:

$$Q_{max} = \frac{A * Y * X * Z}{3,6}$$



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	157 de 190

Onde:

Q_{max} = Vazão máxima [m^3/s];

A = Área da bacia hidrográfica em questão [km^2];

Y = Fator climático [adimensional]. Quando se utiliza a equação de chuva intensa do local de estudo este fator é igual a 1;

X = Fator de deflúvio que é representado por Re/td , precipitação excedente dividido pelo tempo de duração da chuva [mm/h];

Z = Fator de redução do tempo de pico.

Sendo assim foram realizados os seguintes passos para a determinação das vazões de pico na bacia do ribeirão Vintém, conforme os tempos de retorno adotados:

- Selecionou-se alguns tempos de duração (td) de chuva para entender a interferência dessa variável (embora no fim foi considerado a vazão de pico com o tempo de duração de chuva igual ao tempo de concentração da bacia calculado pela equação de Kirpich);
- Calculou-se a intensidade de chuva (im) utilizando a equação de chuvas intensas para o município de Santa Rita do Sapucaí, com os coeficientes $k = 700,951$; $a = 0,183$; $b = 20,350$; e $c = 0,647$;
- Obteve-se a chuva total $R = im.td$, para cada tempo de duração de chuva e conforme o tempo de retorno adotado (igualmente o item anterior os tempos de retornos selecionados para estudo foram 2, 5 e 10 anos);
- Obteve-se a precipitação excedente (Re) a partir da chuva total e do número de deflúvio, estimado com base no uso e ocupação do solo;
- Obteve-se o coeficiente de deflúvio (X), utilizando $X = Re/td$;
- Calculou-se a razão td/tp , para que fosse possível obter o valor de Z, observando o gráfico do fator de redução;
- Finalmente foi calculada a vazão máxima para a bacia do ribeirão Vintém conforme a equação da Q_{max} apresentada anteriormente.

Para a verificação detalhada do método recomenda-se a leitura do trabalho proposto por Nunes e Fiori (2007).

Para a definição do uso e ocupação do solo da bacia do ribeirão Vintém utilizou-se o mesmo mapa apresentado na Figura 41, porém as classificações foram adaptadas conforme a metodologia de Ven Te Chow, os valores obtidos são apresentados na Tabela 94.



Tabela 94 - Uso e ocupação do solo da bacia do ribeirão Vintém, classificada conforme o modelo de Ven Te Chow

Bacia do Ribeirão Vintém (Grupo hidrológico A)		
Tipo de uso	Área (km²)	N
Edificações com muitas superfícies livres	3,86	57
Edificações com superfícies livres	3,98	61
Zonas florestais e vegetação densa	4,89	36
Edificação não muito densa	4,21	77
Campos e áreas verdes	13,37	30
Total	30,30	45
N médio (A)	45	
Bacia do Ribeirão Vintém (Grupo hidrológico C)		
Tipo de uso	Área (km²)	N
Edificações com muitas superfícies livres	10,10	81
Edificações com superfícies livres	3,68	83
Zonas florestais e vegetação densa	22,72	73
Edificação não muito densa	2,94	90
Campos e áreas verdes	7,74	71
Total	47,17	76
N médio (C)	76	
N médiop total	64	

A seguir os resultados da simulação são apresentados conforme a Tabela 95.

Tabela 95 - Vazões máximas simuladas pelo método de Ven Te Chow para a bacia do ribeirão Vintém

Tr = 2 anos	td(min)	td(h)	im(mm/h)	R (mm)	RE (mm)	X	td/Tp	Z	Q (m³/s)
	120	2	32,5	64,95	7,38	3,69	0,20	0,18	14,30
	150	2,5	28,6	71,62	9,97	3,99	0,25	0,21	18,02
	180	3	25,8	77,38	12,43	4,14	0,30	0,25	22,29
	210	3,5	23,6	82,49	14,77	4,22	0,36	0,29	26,34
	240	4	21,8	87,09	17,00	4,25	0,41	0,31	28,36
	270	4,5	20,3	91,30	19,14	4,25	0,46	0,36	32,95
	td(min)	td(h)	im(mm/h)	R (mm)	RE (mm)	X	td/Tp	Z	Q (m³/s)
Tr = 5 anos	120	2	38,4	76,80	12,17	6,09	0,20	0,18	23,58
	150	2,5	33,9	84,70	15,83	6,33	0,25	0,21	28,61
	180	3	30,5	91,51	19,24	6,41	0,30	0,25	34,52
	210	3,5	27,9	97,54	22,45	6,42	0,36	0,29	40,04
	240	4	25,7	102,99	25,48	6,37	0,41	0,31	42,51
	270	4,5	24,0	107,97	28,36	6,30	0,46	0,36	48,83
	td(min)	td(h)	im(mm/h)	R (mm)	RE (mm)	X	td/Tp	Z	Q (m³/s)
Tr = 10 anos	120	2	43,6	87,19	17,05	8,53	0,20	0,18	33,03
	150	2,5	38,5	96,15	21,70	8,68	0,25	0,21	39,23
	180	3	34,6	103,88	25,99	8,66	0,30	0,25	46,62
	210	3,5	31,6	110,74	30,00	8,57	0,36	0,29	53,49
	240	4	29,2	116,92	33,75	8,44	0,41	0,31	56,30
	270	4,5	27,2	122,57	37,30	8,29	0,46	0,36	64,22
	td(min)	td(h)	im(mm/h)	R (mm)	RE (mm)	X	td/Tp	Z	Q (m³/s)

Organizando as informações anteriores tem-se como cenário hidrológico atual para a bacia do Ribeirão Vintém os dados apresentados na Figura 48.

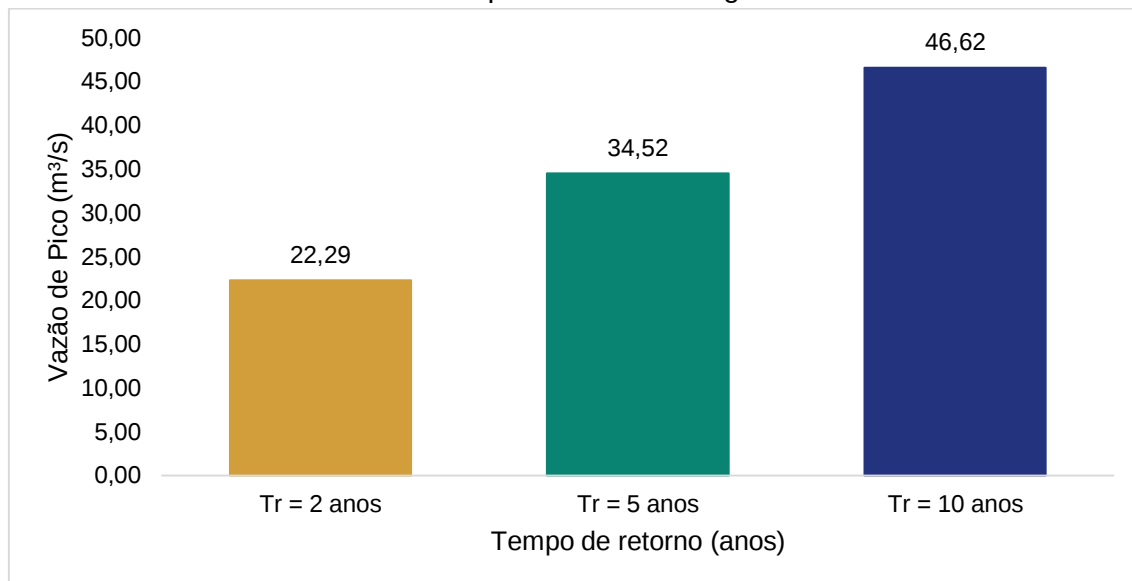


Figura 48 - Vazões de pico considerando o tempo de concentração da bacia como o tempo de duração de chuva

Logo, as vazões de pico mostradas na Tabela 93, caracterizam o cenário hidrológico atual e servem de parâmetro para a verificação de futuras mudanças no uso e ocupação do solo.

8.2.3.1 Influência dos novos empreendimentos no sistema de drenagem urbana

Conforme informado pela prefeitura, existem alguns novos loteamentos que pretendem ser instalados no município. Em concordância com as informações descritas neste documento é reconhecido que os novos empreendimentos alteram as condições de uso e ocupação do solo, sendo assim locais onde o solo possui uma certa capacidade de infiltração passam a ser ocupados por superfícies impermeabilizantes, como é a característica da urbanização.

As áreas de ocupação dos futuros empreendimentos foram organizadas de uma maneira visual em um mapa, sobrepondo o mapa de uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas que compõem a macrodrenagem da região. Tal mapa é apresentado na Figura 49.

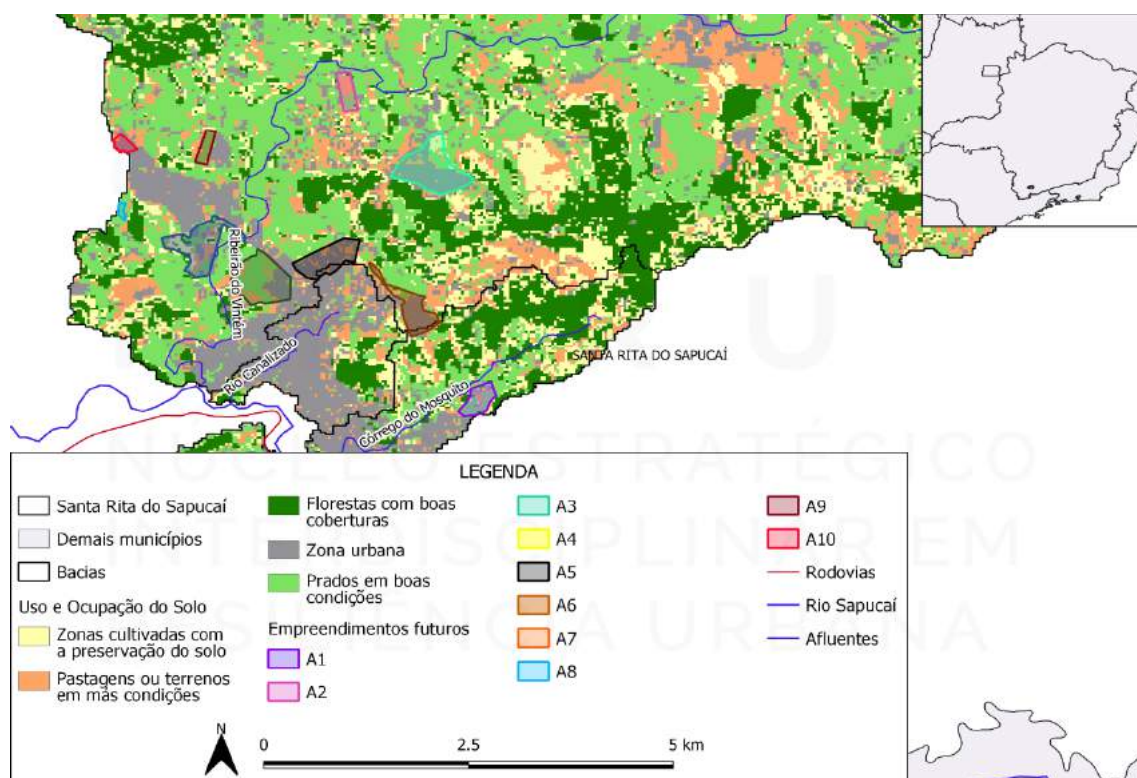


Figura 49 - Áreas dos futuros empreendimento sobrepondo o mapa de uso e ocupação pelo ponto de vista hidrológico

Ao se verificar a Figura 49, notou-se que apenas o empreendimento identificado como A1 está na bacia do córrego do Mosquito, todos os outros se encontram na bacia do ribeirão Vintém. Quando se verificou a influência da área A1 na bacia do córrego do Mosquito foi identificado que a mudança é insignificante do ponto de vista hidrológico, já que o valor do CN para este caso se manteve, mesmo considerando a urbanização desse local.

Sendo assim a única mudança considerável foi observado na bacia do ribeirão Vintém. Para este, foi substituído o atual uso e ocupação do solo nas áreas dos futuros empreendimentos por regiões urbanizadas. Essa substituição gerou uma diferença no número de deflúvio (N), coeficiente que define o nível de impermeabilização do solo para o modelo chuva-vazão proposto por Ven Te Chow. A Tabela 96 compara a mudança no uso e ocupação do solo causada pelos novos empreendimentos se estes se concretizarem. Nesta as classificações de uso e ocupação do solo foram adaptadas para que as mesmas classificações realizadas no método SCS tivessem uma relação com a classificação de uso de solos proposta por Ven Te Chow.



Tabela 96 - Comparação do uso e ocupação do solo entre o cenário atual e futuro na bacia do ribeirão Vintém

Bacia do Ribeirão Vinhedo

CENÁRIO ATUAL			CENÁRIO FUTURO		
Grupo hidrológico A					
Tipo de uso	Área (km²)	N	Tipo de uso	Área (km²)	N
Edificações com muitas superfícies livres	3,86	57	Edificações com muitas superfícies livres	3,68	57
Edificações com superfícies livres	3,98	61	Edificações com superfícies livres	3,72	61
Zonas florestais e vegetação densa	4,89	36	Zonas florestais e vegetação densa	4,89	36
Edificação não muito densa	4,21	77	Edificação não muito densa	5,31	77
Campos e áreas verdes	13,37	30	Campos e áreas verdes	12,73	30
Área total (km²)	30,3		Área total (km²)	30,3	
N médio	45		N médio	46	

Grupo hidrológico C					
Tipo de uso	Área (km²)	N	Tipo de uso	Área (km²)	N
Edificações com muitas superfícies livres	10,10	81	Edificações com muitas superfícies livres	10,10	81
Edificações com superfícies livres	3,68	83	Edificações com superfícies livres	3,68	83
Zonas florestais e vegetação densa	22,72	73	Zonas florestais e vegetação densa	22,72	73
Edificação não muito densa	2,94	90	Edificação não muito densa	2,94	90
Campos e áreas verdes	7,74	71	Campos e áreas verdes	7,74	71
Área total (km²)	47,2		Área total (km²)	47,2	
N médio	76		N médio	76	
N médio total	64,0		N médio total	64,5	

Utilizando o novo valor de número de deflúvio foram realizadas as novas simulações, que representam as mudanças que irão influenciar o regime de escoamento da bacia do ribeirão Vintém. A Figura 50 apresenta os resultados.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	162 de 190

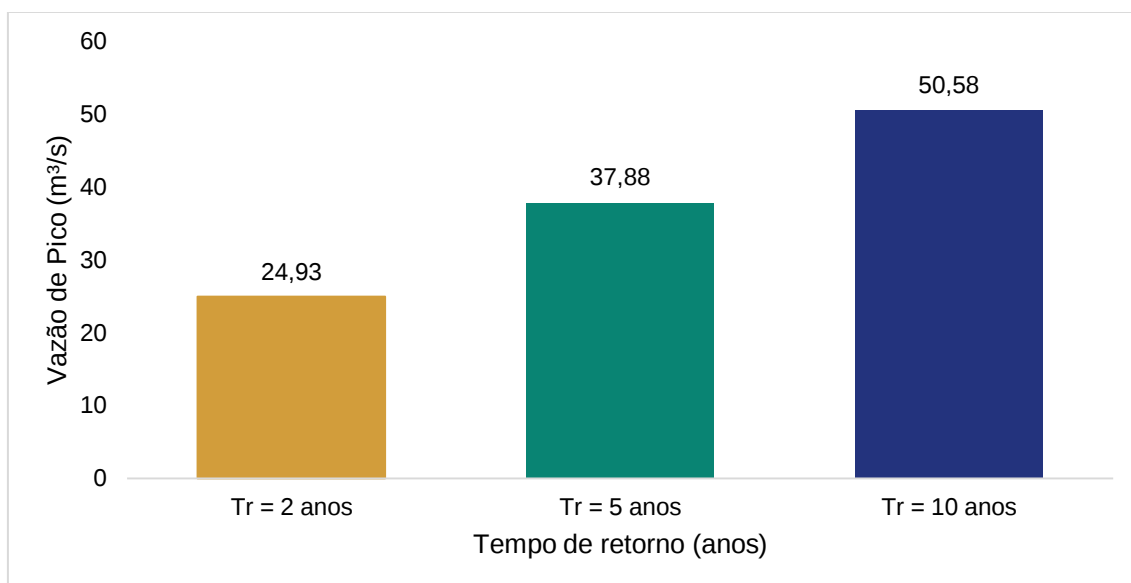


Figura 50 - Vazões simuladas pelo modelo de Ven Te Chow para a bacia do ribeirão Vintém, considerando um cenário futuro

Ainda se faz interessante comparar estes valores obtidos com os valores apresentados no cenário hidrológico atual, para entender a magnitude das mudanças nas vazões de pico da bacia do ribeirão Vintém, tal comparação é apresentada pela Figura 51 e Tabela 97.

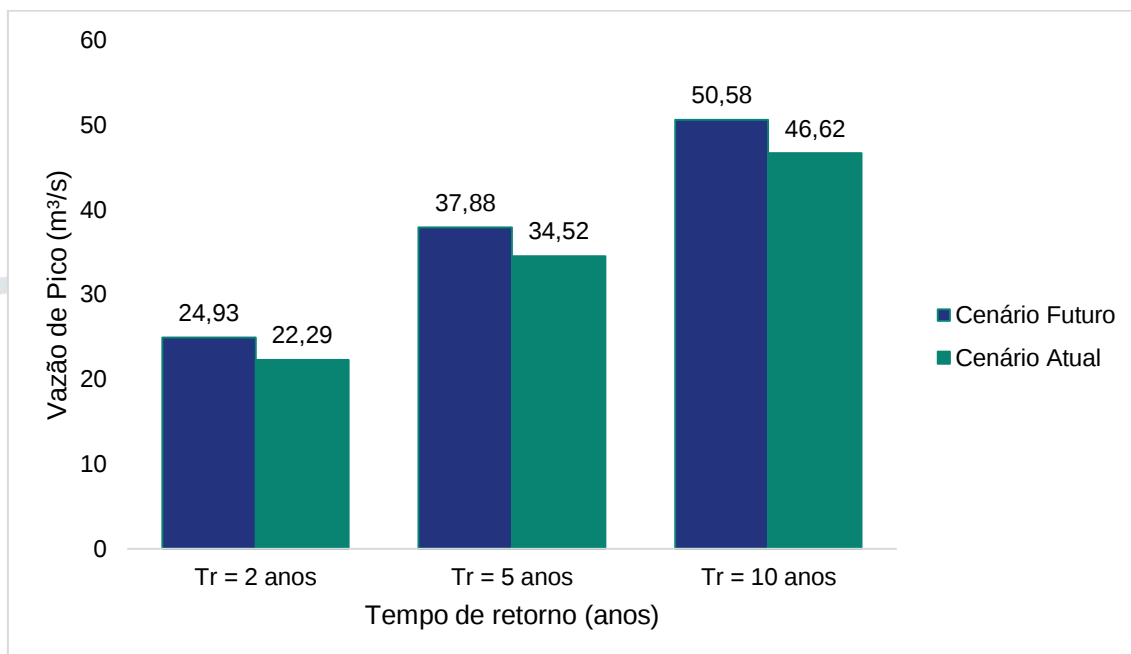


Figura 51 - Comparação das vazões antes e após a instalação dos empreendimentos na bacia do ribeirão Vintém



Tabela 97 - Verificação da magnitude da mudança de vazão que se apresentará na bacia do ribeirão Vintém

Bacias	Vazões de Pico (m³/s)		
	Tr = 2 anos	Tr = 5 anos	Tr = 10 anos
Cenário Atual			
Ribeirão Vintém	22,9	34,52	46,62
Cenário Futuro			
Ribeirão Vintém	24,93	37,88	50,58
Aumento de Vazão	9%	10%	8%

A partir dos dados apresentados anteriormente verifica-se que uma alteração no uso e ocupação do solo pode gerar um aumento de 10% no escoamento superficial. Isto implica que os locais que apresentam os problemas relacionados a drenagem urbana na bacia do ribeirão Vintém estarão ainda mais propensos a passar por essa situação. O aumento do escoamento superficial também atua em carrear mais partículas para os canais de drenagem locais, aumentando o assoreamento.

Portanto, pode-se caracterizar como demandas futuras a necessidade de propor para os loteamentos que em seus locais mais baixos sejam instaladas bacias de retenção ou detenção, pois, dessa forma, as estruturas interceptarão parte do escoamento superficial, compensando parte do aumento máximo de 10% verificado, e ainda servirão como um elemento urbanístico, paisagístico e áreas de lazer para o local. Como medidas não estruturais existem demandas pela definição de porções dos terrenos das áreas urbanas que deverão permanecer permeáveis. Ainda, futuramente, pode-se incentivar a construção de telhados verdes e locais com pavimentos permeáveis.

Como conclusão ressalta-se que mudanças no uso e ocupação da área urbana são representativas, podendo aumentar as vazões de pico e dessa forma acentuar problemas existentes. Dessa forma, há uma demanda por estudos hidrológicos para todos os empreendimentos futuros, e a necessidade de definir as medidas estruturais e não estruturais de forma antecipada a instalação.

8.3 ESTIMATIVA DAS DEMANDAS DE SERVIÇO

Ao se analisar os 4 eixos do saneamento, estudando como se dão suas demandas, o eixo da drenagem urbana é o que mais se distancia dos demais na análise a ser feita. Isto porque, enquanto os outros 3 eixos têm seus acréscimos na demanda vinculados ao aumento populacional, a drenagem urbana é afetada principalmente pela impermeabilização da área analisada. Pode haver a influência do aumento populacional, mas uma análise do crescimento da cidade deve ser feita, de maneira a entender se, juntamente com o aumento populacional, a área urbana está se verticalizando (construção de novos edifícios, sem grande influência na drenagem urbana), ou horizontalizando (área impermeabilizada de fato crescendo).

Os municípios que possuem um plano diretor já apresentam as diretrizes de uso e ocupação do solo, bem como o eixo de crescimento municipal, o que facilita a análise necessária para entender as possíveis demandas relacionadas à drenagem urbana. O Plano Diretor de Santa Rita do Sapucaí foi aprovado em novembro de 2012 como a Lei Complementar nº 79. O macrozoneamento proposto pelo plano diretor conta com 13

macrozonas, apresentadas na Figura 52. A ZEU – Zona de Expansão Urbana se espalha nos extremos da área urbana, com grande área na direção de Pouso Alegre; outra área na bacia do ribeirão Vintém, que já vem sendo bastante ocupada por novos loteamentos; e outra grande área na bacia do córrego do Mosquito e bacia do rio Sapucaí, com declividade alta, não se configurando por isso como boa área para ocupação, especialmente com relação à criação de áreas de risco e redução de área permeáveis nas áreas mais altas das bacias.

Percebe-se pela análise das fotos de satélite que o crescimento do município tem se dado especialmente para a área conhecida como Nova Cidade, com a criação de novos loteamentos na região. Esta área faz parte da bacia do ribeirão Vintém, que atualmente já apresenta problemas nas suas pontes, tendo sido citados pelos moradores nas visitas *in loco*.

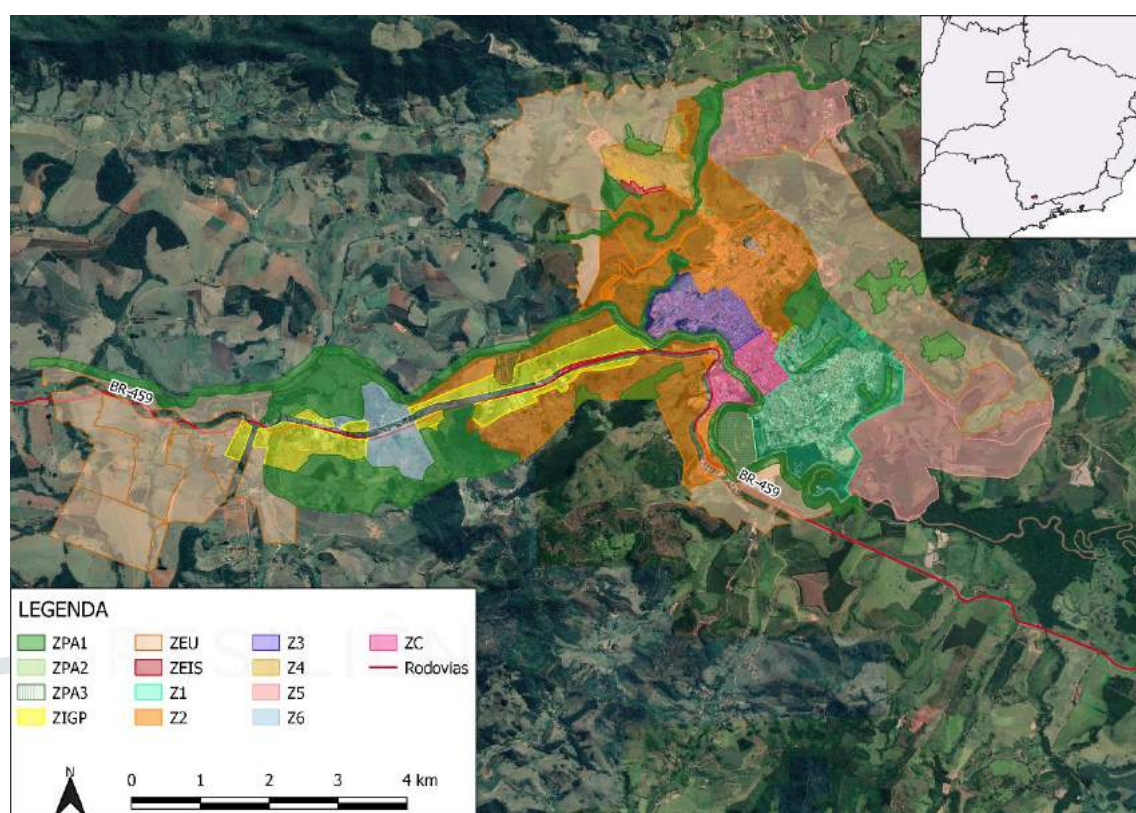


Figura 52 - Macrozoneamento de acordo com o Plano Diretor de Santa Rita do Sapucaí
Fonte: PMSRS, 2012

Os parâmetros urbanísticos das macrozonas do plano diretor são: a taxa de ocupação mínima, o coeficiente de aproveitamento máximo, taxa de ocupação máxima, taxa de permeabilidade mínima, tamanho mínimo do lote e número de pavimentos máximos. Alguns deles são apresentados na

Tabela 98.



Tabela 98 - Parâmetros urbanísticos Plano Diretor de Santa Rita do Sapucaí

Macrozoneamento	Uso predominante	Área mínima do lote	Taxa de ocupação máxima	Taxa de Ocupação Mínima	Taxa de Permeabilidade mínima
Zona Urbana 1 – Z1	Residencial Unifamiliar	250 m ²	70%	10%	15%
Zona Urbana 2 – Z2	Residencial	250 m ²	70%	10%	15%
Zona Urbana 3 – Z3	Misto	250 m ²	60 – 80%	10%	15%
Zona Urbana 4 – Z4	Residencial	125 m ²	80%	10%	15%
Zona Urbana 5 – Z5	Residencial unifamiliar de baixa densidade populacional	600 m ²	40%	5%	40%
Zona Urbana 6 – Z6	Residencial	250 m ²	60%	10%	30%
Zona Central – ZC	Uso residencial multifamiliar e misto	250 m ²	60 – 80%	10%	15%
Zona de Entorno da Praça Santa Rita – ZEP	-	-	60 – 80%	-	15%
Zonas de Preservação Ambiental – ZPA	-	-	2% (ZPA2) 60% (ZPA3)	-	95% (ZPA2) 15% (ZPA3)
Zona Industrial – ZI	Industrial	600 m ²	60%	-	20%
Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS	-	125 m ²	80%	-	10%
Zona Rural – ZRU	-	-	-	-	-

Um dos parâmetros mais importantes na análise da demanda do sistema de drenagem urbana é a taxa de permeabilidade. De acordo com o plano diretor (PMSRS, 2012), a taxa de permeabilidade se “destina a prover cobertura do terreno com vegetação ou qualquer outro material permeável que contribua para o equilíbrio climático e propicie o alívio para o sistema público de drenagem urbana”. Ainda, as áreas denominadas permeáveis não podem ser utilizadas como áreas de estacionamento.

Embora a taxa de permeabilidade seja de extrema importância para a drenagem urbana, na prática, essa taxa nem sempre é respeitada. A prefeitura municipal alega que faz a conferência do cumprimento da taxa de permeabilidade no momento de certificar o imóvel com o Habite-se.

O Habite-se é uma certificação dada pela prefeitura municipal que atesta que o imóvel está em conformidade com o projeto e leis municipais, e está pronto para ser habitado e/ou utilizado. Acontece que, após a emissão do Habite-se, não são realizadas fiscalizações e os munícipes acabam impermeabilizando a área sem que a prefeitura tenha qualquer tipo de controle sobre isso. Este é um ponto de atenção do sistema atual de drenagem urbana: a taxa não pode ser negligenciada, pois os efeitos são de grandes dimensões para o sistema municipal.

Como visto, o plano diretor é um importante instrumento a ser analisado para entender como pode se dar a evolução das demandas referentes à drenagem urbana no município. Além dele, o Plano Diretor de Drenagem Urbana também é um plano que, quando existente, deve ser levado em consideração. O município de Santa Rita do Sapucaí não possui Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Em 2014 foi aprovada a Lei Complementar nº 86, que estabelece as normas de parcelamento e ocupação do solo em Santa Rita do Sapucaí e é lei complementar ao Plano Diretor Municipal.

Outro documento que a prefeitura municipal dispõe é o Plano de Contingência de Enchentes, de 2018/2019, sendo este documento recente e de elaboração da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil – COMPDEC. O documento trata de ações preventivas e emergenciais, no caso de eventos de chuva, que são divididas em: prevenção de desastres, preparação para emergências e desastres, resposta aos desastres e reconstrução. A existência de documentos deste nível mostra que o município tem instrumentos que trazem diretrizes e auxiliam os órgãos nas respostas de eventos de chuva de alta intensidade. Além disso, a defesa civil municipal também tem, de forma detalhada, o mapeamento de todas as áreas de risco, relacionadas ou aos deslizamentos de terra ou às áreas alagáveis. Uma reprodução das áreas de risco de deslizamento e rolamento de blocos levantadas pela defesa civil foi realizada na Figura 53.

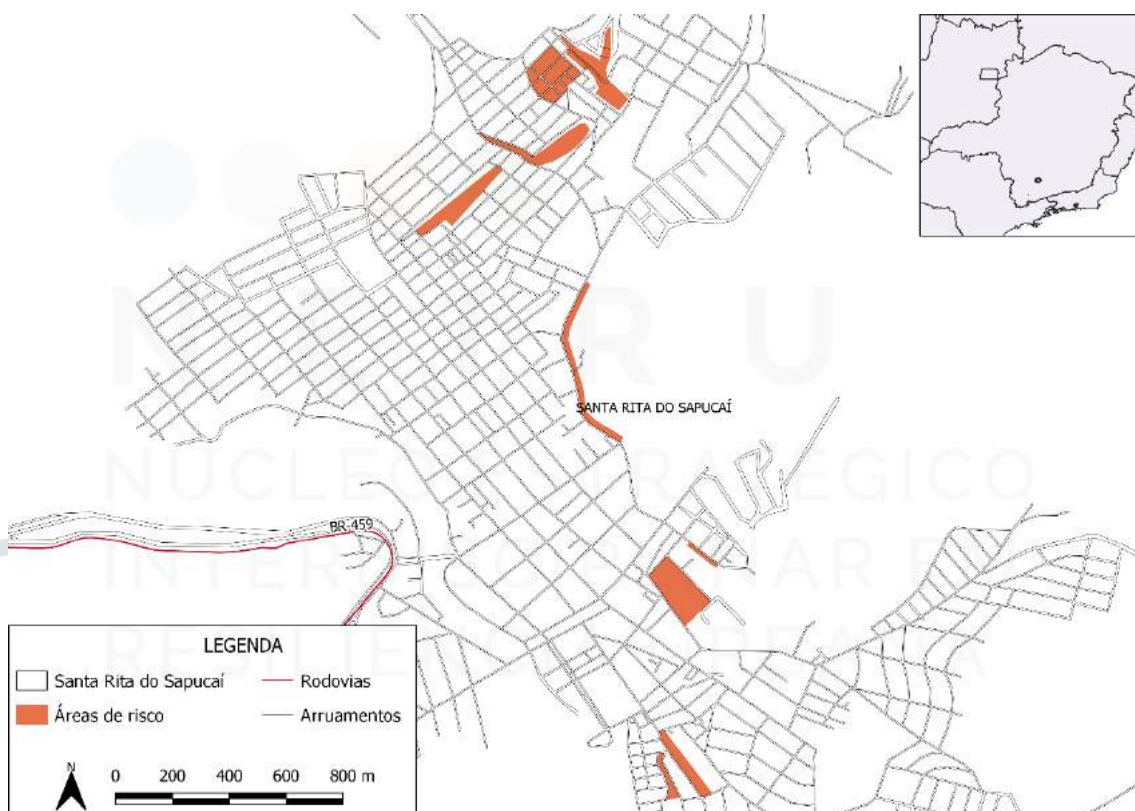


Figura 53 – Áreas de Risco
Fonte: SANTA RITA DO SAPUCAÍ, 2018

Ademais, Santa Rita do Sapucaí conta com um documento elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, em 2014, intitulado “Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa”, resultado de convênio firmado entre a Casa Civil da Presidência da República em consonância com os Ministérios da Integração Nacional, Ministério das Cidades, Ministério de Ciência e Tecnologia, Ministério da Defesa e o Ministério de Minas e Energia. Este documento definiu os setores de risco do município.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	167 de 190

Com relação à rede de drenagem municipal, é visível a sua falta de padronização com bocas de lobo e dispositivos de drenagem dispostos sem qualquer tipo de padrão, dificultado o trabalho de limpeza e desobstrução dos dispositivos, manutenção e também a realização de cálculos de dimensionamento da rede de microdrenagem. Adicionalmente, a rede apresenta ligações clandestinas de esgoto ligadas a ela, causando mau cheiro e grande impacto ambiental nos corpos hídricos do município. Na realidade, a prefeitura considera que 20% da rede ainda seja unitária, o que quer dizer que o esgoto e as águas pluviais são coletados em uma mesma tubulação. Atualmente a legislação brasileira fornece a diretriz de construções de sistemas separadores absolutos, onde as águas pluviais e os esgotos são transportados por diferentes redes.

Ainda com relação à rede de microdrenagem, as visitas de campo e conversa com moradores e com a própria prefeitura indicaram a existência de galerias abaixo de edificações, fato que gera risco para as residências do local. Assim, são diversos os investimentos necessários para solucionar as questões relacionadas à microdrenagem municipal.

Com relação à macrodrenagem, foi detectado que em muitos pontos a mata ciliar dos cursos d'água não estão preservadas. A questão dos resíduos sólidos também tem influência nos sistemas de drenagem, uma vez que existem muitos casos de descarte irregular dos mesmos, como é o caso dos grandes descartes no bairro Jardim Beira Rio, que acabam por entupir os dispositivos de engolimento do escoamento da microdrenagem e poluir os corpos d'água municipais, da macrodrenagem. Grande exemplo é o córrego canalizado, canalizado desde a área alta do município, entre o bairro Novo Horizonte e Anchieta, que fica novamente à céu aberto, ao fim da rua João Carlos de Alcântara. Neste ponto, a saída da tubulação se encontra entupida, com cheiro forte e com grande quantidade de resíduos ao seu redor. A área ainda conta com diversas residências, causando um problema ambiental e social. Dali, o córrego canalizado flui até encontrar o rio Sapucaí. Outro ponto que necessita atenção é o córrego do Mosquito, que recebe esgoto de diversas propriedades localizadas em suas margens, sendo o problema já abertamente discutido, uma vez que estas residências já foram notificadas pela COPASA.

Como já mencionado, Santa Rita do Sapucaí é um município que cresceu dentro da várzea do rio Sapucaí, e por isso tem 50% de sua área classificada como área alagável. Assim, o município possui regiões sujeitas à alagamento e algumas dessas com edificações presentes. Deve haver fiscalização constante para que novas edificações não ocupem as margens dos corpos hídricos do município.

Com relação a bacia do rio Sapucaí, os seus terrenos são ocupados basicamente por pastagens e remanescentes de matas de araucárias e matas de galeria. De acordo com o Plano de Contingência (SANTA RITA DO SAPUCAÍ, 2018), para que uma enchente aconteça no município, é necessário a permanência de chuvas frontais sobre a bacia, com durações superiores a 24 horas e precipitações acumuladas acima de 50mm.

Além disso, deve se dar atenção ao ribeirão Vintém, que nasce na Serra da Manoela e vem em direção à área urbana, passando pelo Portal da Serra e pela Nova Cidade, ponto onde extravasamentos já vem acontecendo em eventos de chuva. O ribeirão Vintém também se torna afluente do rio Sapucaí um pouco mais adiante. A defesa civil



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	168 de 190

informou que faz o monitoramento de chuva no alto da Serra da Manoela, e que fornece alerta em casos de eventos com possibilidade de enchentes do ribeirão na área urbana.

Finalmente, um ponto essencial para a descrição do atual cenário do sistema de drenagem urbana do município diz respeito à falta de gestão e planejamento do serviço. Primeiramente, não há uma equipe focada somente no serviço de drenagem. A equipe que atualmente lida com a drenagem tem uma grande lista de outros afazeres que precisa também realizar no dia-a-dia. Basicamente, todos os serviços de dentro da secretaria de obras ficam sob responsabilidade da equipe, que acaba não podendo focar no serviço de drenagem urbana, que tanto precisa de atenção. Além disso, não é feita previsão orçamentária para a drenagem urbana e todo investimento realizado é feito conforme necessidade e demanda. Assim, o contexto é de uma gestão corretiva e não de uma gestão preventiva, como deveria ser.

Além disso, a Prefeitura apresenta também problemas por não ter todo o sistema cadastrado em uma plataforma SIG. São algumas as galerias mapeadas, mas não se sabe com clareza quais os diâmetros delas nem exatamente onde se iniciam. A falta de dados do sistema impossibilita a real análise dele, não sendo possível a determinação de alguns indicadores de controle, nem tampouco ações específicas na rede sem que seja necessário “quebrar a rua”. Planejar sem ter conhecimento da situação atual se torna ação complexa, além de trazer erros na tomada de decisão.

Com o grande número de novos loteamentos no município, um crescimento significativo da área impermeável deve ser esperado pela gestão municipal. Embora os loteamentos, para que sejam aprovados, devam construir suas redes de drenagem, a rede municipal é também fortemente afetada pelo escoamento superficial gerado nestas áreas.

8.3.1 Demanda futura pelos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais em um horizonte de 20 anos

Como colocado no tópico anterior, o conhecimento minucioso do próprio sistema é ponto inicial para a construção do cenário atual e posterior cenário futuro. Para a previsão de demanda de um sistema de drenagem urbana as informações espaciais e temporais das bacias hidrográficas de influência são essenciais, além das informações relacionadas a infraestrutura do sistema. Os dados sobre hidrografia, pedologia, clima e geomorfologia foram já apresentados no Produto 3 deste plano, e foram utilizados como informações de entrada para o Prognóstico. A partir dos resultados apresentados pelo tópico anterior, algumas demandas foram levantadas e serão apresentadas a seguir.

8.3.1.1 Demandas relacionadas ao manejo e controle dos escoamentos superficiais

Em uma bacia hidrográfica sem ocupação humana, chamada de natural, as águas pluviais, resultantes de eventos de chuva, geram pequenos picos de cheia, pequenos volumes escoados e maior vazão de base, com volume significativo sendo infiltrado no solo e contribuindo para o lençol freático, aumentando a perenidade dos canais fluviais. Ao contrário, nas bacias já urbanizadas, os picos de cheia resultantes de eventos de chuva são maiores, assim como os volumes escoados. O tempo de concentração acaba



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	169 de 190

sendo também reduzido, assim como a vazão de base, resultante da redução da quantidade de escoamento infiltrada.

O controle deste excesso de escoamento gerado por bacias edificadas e impermeabilizadas é uma demanda importante nos espaços urbanos. É comum em países em desenvolvimento que a infraestrutura necessária não acompanhe o crescimento da urbanização, o que pode advir de fatores políticos, financeiros e também da própria gestão e planejamento das cidades.

Além disso, vale lembrar que o controle de escoamento superficial gera também o controle do arraste de partículas, reduzindo os problemas causados pela erosão e lixiviação do solo, ou seja, o controle da qualidade da água escoada.

São algumas as possíveis soluções dadas para o manejo e controle de escoamentos superficiais. Entre elas estão a proteção das matas ciliares, ponto já levantado no tópico anterior como crítico no município de Santa Rita do Sapucaí. As matas ciliares, além da sua importância enquanto habitats para diversas espécies, têm também uma série de contribuições para o controle dos escoamentos superficiais, entre elas: desaceleração e controle da descarga hidráulica que alcança o corpo d'água (importante agente contra inundações); remoção das partículas e impurezas da água, antes que essa alcance o curso d'água (importante agente contra assoreamento); e o armazenamento de água, que não apenas favorece o controle das inundações como também a manutenção do manancial. Assim, faz-se necessário verificar as demandas de serviço atreladas as matas ciliares da região, especialmente tendo em vista as futuras mudanças no uso e ocupação do solo previstas na área urbana do município.

Basicamente, a ideia de controlar o escoamento superficial está totalmente relacionada com medidas que aumentem a infiltração. Quanto mais água é infiltrada, menos é escoada superficialmente. As soluções abaixo são propostas pelos autores Miguez, Veról e Rezende (2016) para o controle do escoamento superficial:

- **Pavimentos permeáveis:** É uma técnica que prevê a instalação de uma superfície que permite a infiltração da água, porém, ao invés de transportar a água diretamente para o solo, a superfície encaminha a água para um reservatório (usualmente construído com material geotêxtil ou granular como pedras) logo abaixo do terreno. Portanto, a água vai sendo liberada do reservatório poroso para o solo em pequenos intervalos, atrasando os escoamentos. Devem ser instalados em grandes áreas que não sofrem com tráfego intenso, como interior de lotes, quadras, entre outros;
- **Valas de infiltração:** São depressões ou canais abertos no solo, que possuem o objetivo de captar o escoamento superficial e armazená-lo temporariamente. Dessa maneira aumentam o tempo de concentração da bacia e reduzem a velocidade do escoamento superficial. Locais de menores declividade são mais indicados para a aplicação das valas, bem como locais próximos as estradas. Este componente da drenagem urbana pode apresentar cobertura vegetal, sendo considerado de baixo custo;
- **Trincheiras de infiltração:** São instaladas se escavando uma certa profundidade do terreno e recheando com material poroso, como materiais granulares, seixos, entre outros. São muito versáteis e recomendadas para



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	170 de 190

locais como áreas comerciais e residenciais, apresentando densidade populacional de média a alta, desde que o solo seja permeável e permita uma razoável taxa de infiltração;

- **Telhados verdes:** Tecnologia que aplica vegetação sobre superfícies construídas. No geral, as superfícies construídas que não possuem pavimento poroso não contribuem para a infiltração, logo os telhados verdes têm a intenção de compensar este fato e aumentar a permeabilidade, reduzindo e atrasando o escoamento superficial (já que aumenta a taxa de infiltração). Quando são aplicados sobre lajes, devem apresentar uma estrutura construtiva que possibilite conduzir o excedente de água sem causar os problemas do excesso da umidade na estrutura, usualmente se utiliza uma camada impermeabilizante entre a laje e o substrato;
- **Bacias de detenção:** Constituem-se de um reservatório de armazenamento de água para períodos de curta duração, dessa forma reduzem a vazão de pico que alcança o exutório. A bacia de detenção permanece seca quando inexistente o escoamento superficial, já quando a precipitação alcança a bacia de contribuição ela se enche com o volume provindo do escoamento superficial, liberando-o aos poucos por um orifício, e dessa forma também permite a infiltração. De modo geral, entende-se que essa estrutura apenas redistribui as vazões, porque a taxa de infiltração é baixa e o objetivo é atrasar o escoamento. É uma boa solução para parques, podendo criar áreas de recreação;
- **Bacia de retenção:** São reservatórios que formam um lago permanente e objetivam reter o escoamento superficial. Aqui não existe um orifício, já que a intenção é manter o volume originado pelo escoamento superficial até que se dê a infiltração, e posteriormente ao evento, a evaporação, ou seja, a estrutura funciona como um lago e pode ser utilizado em parques como áreas de recreações.

Algumas destas soluções são aplicáveis à nível do lote, enquanto outras já devem ser pensadas como medidas de controle à nível da bacia. Normalmente, a combinação de várias medidas gera resultados muito positivos. As soluções distribuídas na bacia, como reservatório de lote, telhados verdes e pavimentos permeáveis são geralmente indicadas para áreas já muito urbanizadas, onde grandes obras não podem ser mais realizadas.

As demandas específicas para cada sub-bacia existente no município são apresentadas a seguir:

- **Ribeirão Vintém:** esta bacia é a que mais está sofrendo com a expansão urbana. De todos os novos loteamentos, a grande maioria se localiza nesta bacia, que tem uma área total de 78km². Atualmente, já são recorrentes problemas de inundações nos pontos de estrangulamento do ribeirão, já na área urbana. Assim, sugere-se estudo específico de soluções para esta sub-bacia. O controle na impermeabilização de novas áreas é uma medida importante.
- **Córrego do Mosquito:** essa bacia, de acordo com o zoneamento do plano diretor, ainda poderá sofrer grandes ocupações. É importante que se tenha controle das mesmas. Além disso, o córrego do Mosquito é fortemente afetado pelas ligações clandestinas de esgoto, causando mau cheiro intenso na área



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	171 de 190

urbana. Uma demanda de curto prazo é a eliminação das ligações clandestinas, que causam grande prejuízo ambiental aos recursos hídricos e naturais do município.

- Córrego “sem nome” ou canalizado: essa bacia já se encontra quase que inteiramente impermeabilizada. Sendo assim, medidas não estruturais e medidas de controle de escoamento na fonte, como os telhados verdes, cisternas, e rebaixamento de área no lote tornam-se uma demanda importante para o controle do escoamento desta sub-bacia. Além disso, uma demanda a ser resolvida em curto prazo é o assoreamento das galerias dessa sub-bacia. O córrego canalizado, canalizado em quase toda sua extensão, fica novamente a céu aberto já na área baixa do município e causa problemas ambientais e até de saúde pública, pois apresenta água quase parada perto de diversas moradias da região, onde se proliferam animais e a população descarta seus resíduos sólidos.
- Rio Sapucaí: na bacia do rio Sapucaí é importante que as matas ciliares sejam mantidas e que novas áreas não sejam ocupadas na região considerada alagável. O controle do uso e ocupação do solo é muito importante para que se evite eventos com prejuízos para a população.

8.3.1.2 Medidas não estruturais

Tendo em vistas as alterações no uso do solo já previstas pelo Plano Diretor de Santa Rita do Sapucaí, discutidas no tópico anterior, a necessidade de que se apliquem medidas não estruturais se torna cada vez mais incontestável. As medidas não estruturais, ou ainda chamadas de medidas estruturantes, são aquelas que fornecem suporte político e gerencial para a sustentabilidade da prestação dos serviços. De acordo com o PLANSAB (BRASIL, 2013) podem estar relacionadas ao aperfeiçoamento da gestão, em todas as suas dimensões, ou à melhoria cotidiana e rotineira da infraestrutura física do sistema.

De acordo com as diretrizes nacionais, trazidas pelo PLANSAB, deve-se deslocar o foco tradicional do saneamento, sempre pautado na realização de obras físicas, para medidas estruturantes, entendendo que o fortalecimento destas ações é que vai assegurar aumento da eficiência, efetividade e sustentação aos investimentos nas medidas estruturais. Essa transição é apresentada na Figura 54, onde se observa a gradativa substituição dos esforços para a implantação de medidas estruturais para outros que valorizem fortemente as estruturantes.

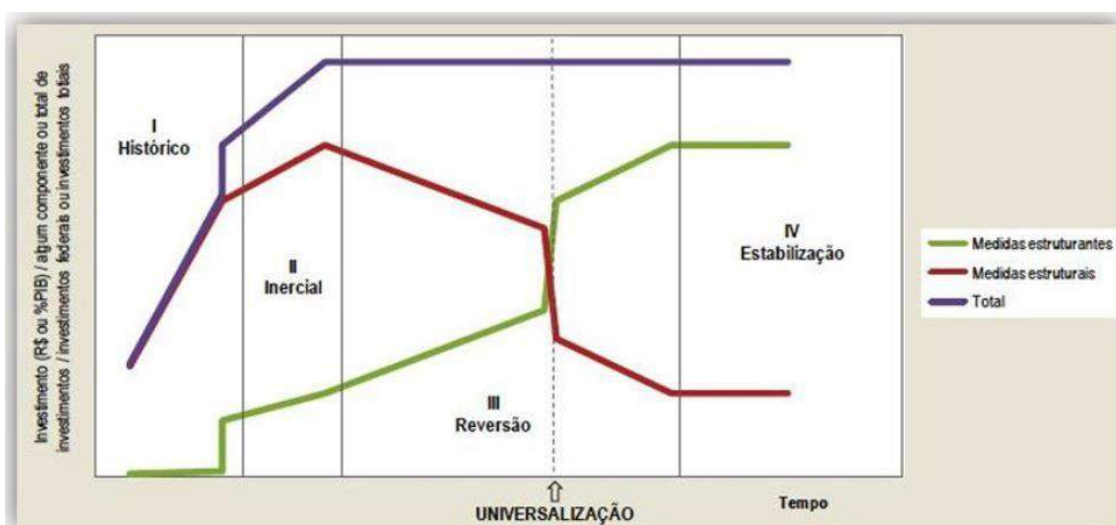


Figura 54 - Evolução temporal dos investimentos em medidas estruturais e estruturantes segundo o PLANSAB

Fonte: PLANSAB (BRASIL, 2014)

O PLANSAB defende que as medidas estruturantes se mantenham em crescimento até o atingimento da universalização do serviço. Basicamente, conforme Figura 54, a universalização se dará em 4 etapas/momentos, a saber: o histórico, no qual tem prevalecido a lógica de priorização das medidas estruturais; o inercial, em que ainda haverá forte influência da lógica histórica; o da reversão, quando passa a haver progressiva ênfase às medidas estruturantes; e finalmente o da estabilização, posteriormente à universalização.

De forma abrangente, pode-se dizer que as medidas não estruturais ou estruturantes são divididas em medidas de educação ambiental, aprovação de novas legislações que regulem a prestação do serviço, assim como o uso e ocupação do solo da região, e ações de planejamento e gestão, como a instituição de planos e ações de emergência. Além disso, deve-se também citar a questão da fiscalização, tanto do cumprimento das leis de uso e ocupação do solo, como com relação à prestação do serviço.

Atualmente, a equipe da prefeitura alega que não possui equipe suficiente para cumprir com as demandas da fiscalização. A falta de fiscalização coloca em risco o sistema, pois é cada vez mais sobrecarregado sem que a prefeitura sequer tenha conhecimento disso. A necessidade de uma equipe capacitada, que conheça o município, suas peculiaridades e o comportamento da população, que foque nas ações de fiscalização é uma demanda atual e continuará sendo uma demanda no horizonte do Plano de Saneamento, até que essa necessidade seja sanada. A questão das matas ciliares, respeito à área de APP de topo de morro e de margem de cursos d'água, do cumprimento da taxa de permeabilidade dos lotes são exemplos de pontos que merecem atenção na fiscalização.

Com relação às ações de educação ambiental, as demandas são cada vez mais crescentes. Um programa de educação ambiental bem estruturado à nível municipal, nas escolas do município e do estado são um exemplo de ação a ser tomada. Com relação à drenagem urbana, por exemplo, são muitos os casos de ações dos munícipes que influenciam negativamente o sistema e que poderiam ser reduzidas com a



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	173 de 190

educação ambiental. Os resíduos sólidos, que muitas vezes são descartados de maneira irregular pela população influenciam fortemente o sistema de drenagem, que acaba entupido, não cumprindo seu papel de engolir o escoamento gerado e aumentando a probabilidade de alagamentos. Além disso, a pavimentação das áreas dos lotes que deveriam ser permeáveis, através do cumprimento da taxa de permeabilidade é frequentemente vista. Conforme conversa com a equipe da prefeitura municipal, é comum que os proprietários pavimentem todo o seu lote após obterem o Habite-se. Embora, neste caso, a fiscalização seja muito mais eficiente, é necessário que juntamente a ela se realize ações de educação ambiental, de maneira que o município entenda que esta ação afeta todo o sistema coletivo de drenagem, e que sua ação reflete no todo.

Outra demanda importante diz respeito ao cadastramento do sistema. O traçado da rede de microdrenagem ainda é falho, estando o prestador do serviço sem as informações necessárias para a tomada de decisão. Com as áreas de expansão previstas, que demandarão maior cobertura da rede, são importantes que o município detenha o cadastro da rede de drenagem. Assim, as atividades relacionadas ao cadastro são fundamentais, e ocorrerão ao longo de todo horizonte de projeto para cada nova instalação. O cadastro completo da rede facilita o estudo da capacidade do sistema de drenagem urbana, de maneira a tornar mais claro a influência das áreas de expansão na rede.

Além disso, no processo de cadastramento da rede, é natural que se encontre falhas da mesma e estruturas e dispositivos já obsoletos, que também deverão ser objeto de melhoria do decorrer do horizonte do PMSB. Assim, se origina também a demanda da adequação do sistema, trazendo cada vez mais a sua padronização. Essa ação é também estrutural.

Outra demanda não estrutural diz respeito à cobrança referente à oferta do serviço de drenagem urbana. Os sistemas de drenagem são imprescindíveis para a saúde pública das cidades, mas são extremamente custosos aos seus gestores, necessitando de renovações e ampliações, além de pessoal capacitado para lidar com as questões relacionadas à gestão e prestação do serviço, questões já abordadas neste plano.

A sobrecarga de um sistema de drenagem é dada pela impermeabilização da propriedade ou lote, que gera mais escoamento quanto maior sua área impermeável. Assim, conforme a Política Nacional de Saneamento Básico, a arrecadação referente ao serviço de drenagem deve ser feita em função da área impermeável de um lote. Assim, é importante que o prestador do serviço, no caso de Santa Rita do Sapucaí, a Prefeitura Municipal por meio da Secretária de Obras, comece a estruturar um sistema de arrecadação referente ao sistema, uma vez que a sustentabilidade econômico financeira dos serviços é um dos princípios da Política.

Como pôde ser visto neste tópico, com o desenvolvimento do ambiente urbano e as novas áreas de expansão, pode-se dizer que as demandas pelos instrumentos de gestão e planejamento serão cada vez maiores.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	174 de 190

8.4 CONCLUSÃO

Dos quatro eixos do saneamento básico, em Santa Rita do Sapucaí, aquele que menos apresenta ações de planejamento e gestão é o da drenagem urbana. A falta de um cadastro da rede, levantamento dos dispositivos existentes, planejamento orçamentário e ações preventivas demonstram a fragilidade do serviço.

Em suma, este prognóstico ressalta inicialmente todas as deficiências do sistema de drenagem urbana do município. A partir da verificação das situações que se apresentam atualmente, foram elucidadas as principais demandas relacionadas a drenagem urbana para o horizonte de projeto, baseando-se nos indicadores e nas informações obtidas no Produto 3 – Diagnóstico.

Dessa forma, é nítido que o sistema de drenagem urbana não possui a capacidade de realizar sua função, de maneira adequada e abrangente, no período atual, devido as condições do sistema de microdrenagem e macrodrenagem (detalhada em todo este capítulo). Como consequência, o sistema necessita de investimentos financeiros significativos para que no horizonte de planejamento este venha a se adequar as necessidades da população.

Diante de todas as alterações no uso e ocupação no solo, foram expostas as prováveis demandas por serviço, que se concentram em medidas estruturais e não estruturais, sendo algumas medidas mais custosas do que outras, porém todas são passíveis de serem implementadas.

Todo o conjunto de informações apresentadas até o momento mostram que o sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais é o mais precário dentro os componentes do saneamento básico. Além de que o município possui grandes dificuldades relacionadas a macrodrenagem, uma vez que a sua localização geográfica e sua topografia contribuem para os problemas atrelados a inundações, com o transbordamento do rio Sapucaí. Este fato sustenta a condição de necessidade iminente de melhoria do sistema, aumento de investimento neste setor, e traz como prioridade a aplicação de todas as medidas apresentadas neste capítulo, no intuito de se alcançar os objetivos da Política Nacional de Saneamento Básico.



PLANO MUNICIPAL
DE SANEAMENTO BÁSICO
SANTA RITA DO SAPUCAÍ-MG
O VALE DA ELETRÔNICA

CAPÍTULO 9

SISTEMA DE SANEAMENTO NA ZONA RURAL



9 SISTEMA DE SANEAMENTO NA ZONA RURAL

9.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

9.1.1 Cenário Atual de Referência

Neste tópico será apresentado o cenário atual do sistema de abastecimento de água na área rural do município de Santa Rita do Sapucaí, com base no diagnóstico realizado no produto 3.

9.1.1.1 Características do Sistema

Conforme descrito no diagnóstico realizado no produto 3, o sistema de abastecimento de água da área rural do município de Santa Rita do Sapucaí não é operado pela Copasa, sendo de responsabilidade da prefeitura. A descrição sucinta do sistema está descrita na Tabela 99.

Tabela 99 – Características gerais do sistema de abastecimento de água na área rural de Santa Rita do Sapucaí

UNIDADE	CARACTERÍSTICA
Manancial/ Captação	Ocorre em sua maior parte através de poço ou nascentes na propriedade
Tratamento	Apenas 11% realiza cloração, jogando cal virgem, cloro ou apenas fazendo a limpeza da mina e caixas d'água mensalmente.

Além das características gerais do sistema, foram levantados os pontos fortes e fracos do sistema de abastecimento de água do município sendo eles divididos em ambiente interno e externo.

9.1.1.2 Ambiente Interno

No Ambiente Interno (Tabela 100), os panoramas podem ser controlados e dependem de ações diretas da Prefeitura e podem ser resultados das estratégias de atuação. São análises que permitem a realização precisa de sua situação em um nível de detalhes, que possibilita definir as decisões estratégicas a serem tomadas no presente e no futuro.

Tabela 100 – Forças e fraquezas do sistema de abastecimento de água na área rural de Santa Rita do Sapucaí

Pontos fortes
O sistema de abastecimento de água na área rural do município é realizado através de captação de água por meio de poços, minas e cisternas.
Abundância de fontes de abastecimento para as residências da zona rural do município, principalmente nascentes.
A água é utilizada para todos os fins.
A maioria da população rural não apresentou nenhuma doença relacionada ao consumo da água ou diarreia.
No Bom Retiro e no bairro Capituva já realizaram análise da água para garantir a sua utilização e confirmaram que estava boa para ser utilizada.
Pontos fracos
A área rural do município não possui cobertura pelos serviços de abastecimento de água atendida pela COPASA.
Na maioria das comunidades rurais não há o controle da qualidade da água captada para o consumo humano, através de análises de potabilidade, de modo a atender os padrões determinados pelo Ministério da Saúde.



Em relação à qualidade da água e tratamento, apenas 11% da população entrevistada realiza cloração, jogando cal virgem, cloro ou apenas fazendo a limpeza da mina e caixas d'água mensalmente.

No Bairro Piedade foi relatado por um entrevistado que houve uma época em que todos na região tiveram virose, no Pouso Campo outro entrevistado relatou que, mesmo com o filtro de barro para filtrar água de beber, já apresentaram algumas vezes e no Bom Retiro e Balaio disseram que raramente isso acontece.

De todos os entrevistados, 51% utilizam filtro de barro para filtração da água para beber, porém alguns dos entrevistados disseram que não utilizam mais.

Falta de programas e ações de educação ambiental voltados a zona rural do município no que tange práticas adequadas de captação e tratamento de água.

9.1.1.3 Ambiente Externo

No que se referem aos panoramas da situação dos serviços de abastecimento de água no Ambiente Externo serão apresentadas, na Tabela 101, os pontos fortes (Oportunidades) e pontos fracos (Ameaças).

Tabela 101 – Oportunidades e ameaças do sistema de abastecimento de água na área rural de Santa Rita do Sapucaí

Oportunidades	Ameaças
Possibilidade de investimentos para melhorias com a aprovação do Plano de Saneamento.	Risco de contaminação das nascentes e dos cursos d'água que abastecem as residências da zona rural.

Ressalta-se que no Ambiente Externo, as mudanças nos panoramas não dependem diretamente de ações da Prefeitura. Entretanto, devem ser monitorados com frequência, de forma a aproveitar as oportunidades e evitar as ameaças.

9.1.2 Estimativa da Demanda de Serviços

Definido o cenário que será seguido no Plano Municipal de Saneamento, juntamente com as metas estabelecidas para a universalização do saneamento básico, realizou-se uma estimativa das melhorias no sistema necessárias para alcançar essas metas. Estas melhorias contemplam medidas estruturantes, aquelas relacionadas a gestão dos serviços, e medidas estruturais, relacionadas a infraestrutura do sistema.

9.1.2.1 Medidas estruturantes

No que tange as medidas estruturantes, a Prefeitura é a responsável pelo abastecimento de água no município como um todo, portanto, na área rural, ela deve introduzir meios de garantir uma boa qualidade de água a população. Dessa forma, a Prefeitura deve voltar sua atenção para ações que visam a melhoria e controle da qualidade da água utilizada bem como ações de educação ambiental para a população que utiliza dessa água.

9.1.2.2 Medidas estruturais

Quanto as medidas estruturais, verifica-se que é necessário o controle e monitoramento da qualidade da água utilizada pela população rural visto que há atividades agropecuárias que utilizam agrotóxicos que contaminam as nascentes e os cursos d'água utilizados. Além disso, a proteção, recuperação e conservação das nascentes



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	178 de 190

também são necessárias já que muitas ficam desprotegidas devido a criação de pasto para a pecuária. Esses fatores podem contaminar as águas superficiais e subterrâneas e, conseqüentemente, os poços perfurados na região, inviabilizando, portanto, o uso da água para consumo humano.

Dessa forma, é necessário que haja investimentos em programas e projetos que contribuam para conservação das nascentes e manutenção da quantidade e qualidade das águas. Essas ações devem incentivar a população rural a ajudar a preservar a água, como por exemplo, o Programa Produtor de Água, criado pela Agência Nacional de Águas (ANA), que estimula, principalmente, os produtores rurais a investirem em melhores técnicas e práticas conservacionistas que geram menor impacto nos recursos hídricos. Esse programa usa como instrumento o Pagamento por Serviços Ambientais, no qual o produtor rural recebe apoio técnico e financeiro para implementar essas práticas conservacionistas. Portanto, ele tem um ganho econômico na sua produção e contribui para a melhoria na quantidade e qualidade da água da região (ANA, 2018).

Outra meio é através do Programa Socioambiental de Proteção e Recuperação de Mananciais – Pró-Mananciais pelo qual a COPASA, em parceria com as comunidades locais, prefeitura, representantes de escolas públicas, órgãos estaduais e ONGs, entre outros, realizam ações que objetivam “proteger e recuperar as microbacias hidrográficas e as áreas de recarga dos aquíferos dos mananciais utilizados para a captação de água para abastecimento público das cidades operadas pela Copasa”, visando a melhoria da qualidade e quantidade dos recursos hídricos e favorecendo a sustentabilidade ambiental, econômica e social (COPASA, 2018).

A articulação da Prefeitura com a Emater-MG (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais) é também importante visto que esta tem o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável por meio de serviços, programas e ações na área rural a fim de assegurar uma melhor qualidade de vida a população (EMATER, s.d.).

9.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO

9.2.1 Cenário Atual de Referência

Neste tópico será apresentado o cenário atual do sistema de esgotamento sanitário na área rural do município de Santa Rita do Sapucaí, com base no diagnóstico realizado no produto 3. Este cenário servirá como base para o presente produto e vai auxiliar no desenvolvimento dos estudos referentes as projeções de demandas do serviço.

9.2.1.1 Características do Sistema

Conforme descrito no diagnóstico realizado no produto 3, o sistema de esgotamento sanitário da área rural do município de Santa Rita do Sapucaí é de responsabilidade dos próprios moradores, sendo em sua maioria feito por fossas negras ou descartado em corpos hídricos. Há alguns casos de fossas sépticas.

Além das características gerais do sistema, foram levantados os pontos fortes e fracos do sistema de esgotamento sanitário do município sendo eles divididos em ambiente interno e externo.



9.2.1.2 Ambiente Interno

No Ambiente Interno (Tabela 102), os panoramas podem ser controlados e dependem de ações diretas da Prefeitura, podendo ser resultado das estratégias de atuação. São análises que permitem definir as decisões estratégicas a serem tomadas no presente e no futuro.

Tabela 102 – Forças e fraquezas do sistema de esgotamento sanitário na área rural de Santa Rita do Sapucaí

Pontos Fortes	Pontos fracos
Há separação de água negra e cinza	Maioria fossas negras ou descarte em corpo hídrico
	Poucos moradores fazem a separação de água negra e cinza
	Falta de conscientização dos moradores quanto a necessidade de descartar de maneira adequada os efluentes

Fonte: Próprios autores, 2019

9.2.1.3 Ambiente Externo

No que se referem aos panoramas da situação dos serviços de esgotamento sanitário no Ambiente Externo serão apresentadas, na Tabela 103, os pontos fortes (Oportunidades) e pontos fracos (Ameaças).

Tabela 103 – Oportunidades e ameaças do sistema de abastecimento de água na área rural de Santa Rita do Sapucaí

Oportunidades	Ameaças
Possibilidade de investimentos para melhorias com a aprovação do Plano de Saneamento	Risco de contaminação dos cursos d'água que abastecem as residências da zona rural devido ao despejo de esgoto nos corpos hídricos

Fonte: Próprios autores, 2019

Ressalta-se que no Ambiente Externo, as mudanças nos panoramas não dependem diretamente de ações da Prefeitura. Entretanto, devem ser monitorados com frequência, de forma a aproveitar as oportunidades e evitar as ameaças.

9.2.2 Estimativa da Demanda de Serviços

Definido o cenário que será seguido no Plano Municipal de Saneamento, juntamente com as metas estabelecidas para a universalização do saneamento básico, realizou-se uma estimativa das melhorias no sistema necessárias para alcançar essas metas. Estas melhorias contemplam medidas estruturantes, aquelas relacionadas a gestão dos serviços, e medidas estruturais, relacionadas a infraestrutura do sistema.

9.2.2.1 Medidas estruturantes

No que tange as medidas estruturantes, a Prefeitura é a responsável pelo esgotamento sanitário no município como um todo, podendo atribuir essa função por meio de concessão, como a COPASA, que atende a área urbana, ou realizar ela mesma o serviço, como no caso da área rural.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	180 de 190

Dessa forma, a Prefeitura deve voltar sua atenção para ações que visem a implementação de sistemas individuais ou coletivos, se adequando a realidade da área rural, garantindo melhoria e controle da qualidade do serviço fornecido, bem como ações de educação ambiental para a população.

9.2.2.2 Medidas estruturais

Quanto as medidas estruturais, é de suma importância investir em programas e projetos que atendam a área rural, desenvolvendo soluções inteligentes e ambientalmente adequadas, tanto individuais quanto coletivas, de acordo com as necessidades de cada região. Instituições como a Embrapa e Funasa possuem projetos e iniciativas interessantes nessa área.

O Programa Nacional de Saneamento Rural, da Funasa, disponibiliza suas diretrizes para consulta pública, de forma a orientar aqueles responsáveis por planejar e executar ações de saneamento voltadas para as populações de áreas não urbanas, sejam elas de caráter gerencial, educativo, de mobilização e participação social, ou de construção de soluções técnicas. Isso vale para todas as áreas do saneamento, seja de abastecimento de água, esgotamento sanitário, de manejo dos resíduos ou da água da chuva (FUNASA, 2017).

Há também o programa Saneamento Brasil Rural, criado em 2019 e gerenciado pela FUNASA, elaborado em parceria com várias instituições e entes do setor saneamento, cujo objetivo é atender quase 40 milhões de pessoas das áreas rurais do país até 2038 (FUNASA, 2019).

Já a Embrapa fornece diversas cartilhas com materiais e procedimentos para montagem de sistemas como biodigestores, fossas sépticas ecológicas, jardins filtrantes, etc. As diversas soluções disponíveis permitem a escolha adequada a cada situação.

A Emater-MG (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais) é também importante, pois esta tem o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável por meio de serviços, programas e ações na área rural a fim de assegurar uma melhor qualidade de vida a população (EMATER, s.d.). Logo, parcerias entre a Emater e a prefeitura trariam grandes benefícios para a universalização do saneamento.

9.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

9.3.1 Cenário Atual de Referência

O presente cenário do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos para a zona rural do município de Santa Rita do Sapucaí, como anteriormente exposto no produto 3, evidencia problemas bastante representativos, no que se refere a gestão básica de coleta dos resíduos gerados nessa região. Tendo em vista que este panorama que merece destaque dentro do eixo de gestão de resíduos, será retomada a referência atual para o município.

9.3.1.1 Características do sistema

A Tabela 104 resume a caracterização do sistema atual, buscando enfatizar a destinação final de cada tipo de resíduo gerado nesta região.



Tabela 104 - Destinação final dos resíduos rurais de Santa Rita do Sapucaí

UNIDADE	CARACTERÍSTICA
RDO/RCO	Não existem rotas de coleta convencional para a zona rural
RCC	Aqueles gerados na zona rural são coletados pela prefeitura sob solicitação dos geradores. Utilizados no assentamento de estradas rurais
RSS	Aqueles gerados na zona rural são encaminhados para o Centro de Saúde Santa Rita para coleta pela AGIT
Resíduos Agrossilvopastoris	Orgânicos: geridos no próprio local pelos trabalhadores rurais Inorgânicos: embalagens de defensivos agrícolas encaminhados para ponto de coleta

Fonte: Adaptado de PMSRS, 2019

Para os resíduos gerados no ambiente rural, nota-se que há falta de abrangência da coleta convencional de RDO para toda a região rural, um dos serviços mais básicos, dentro do plano de saneamento básico, para a gestão de resíduos de um município.

Para o atual panorama o manejo dos resíduos sólidos na zona rural do município de Santa Rita do Sapucaí, foi feita a divisão do cenário atual em dois ambientes: Ambiente Interno e Ambiente Externo, para uma melhor análise visual dos pontos positivos e negativos referentes aos serviços que compõem o sistema, implementando o método da matriz SWOT.

9.3.1.2 Ambiente interno

Se refere aos pontos fortes e fracos, do cenário atual para os resíduos sólidos rurais, que estão ao alcance da prefeitura resolver e remediar, como pode ser observado na Tabela 105.

Tabela 105 – Análise das forças e fraquezas do ambiente interno do sistema rural

Pontos fortes
Autogestão de resíduos agrossilvopastoris orgânicos
Encaminhamento dos RSS para um ponto de coleta adequado na zona urbana
Trabalhadores rurais encaminham embalagens de defensivos agrícolas para o programa de recolhimento em logística reversa para agrotóxicos.
Pontos fracos
A coleta de RDO e RCO não abrange a população rural.
Despejo inadequado de resíduos sólidos em beira de estradas rurais.

9.3.1.3 Ambiente externo

Apresentam oportunidades e ameaças, advindas do ambiente de fora do município, que interferem no desempenho do plano para a zona rural em Santa Rita do Sapucaí (Tabela 106). No caso, não há ameaças. Elas não estão ao alcance direto da prefeitura para resolver e remediar, assim sendo devem ser monitoradas, com o objetivo de aproveitar as oportunidades e contornar as ameaças.

Tabela 106 - Análise das oportunidades e ameaças do ambiente interno do sistema

Oportunidades

Investimentos advindos do segmento federal em função da atualização do plano de gestão dos Resíduos Sólidos.

9.3.1.4 Características dos serviços

A caracterização do atual do cenário rural será feito pelos indicadores de coleta convencional de RDO, com o objetivo de acompanhar a evolução de desempenho ao longo dos anos desse importante serviço que se mostra em déficit para a zona rural. A Tabela 107 apresenta o objetivo, a importância e a fórmula utilizada por este indicador escolhido.

Tabela 107 - Objetivos e importância dos indicadores utilizados

Indicador	Objetivo	Importância
IN016 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	Analisar a abrangência da coleta convencional na área urbana	Como o PMSB visa a redução da desigualdade por meio da universalização dos serviços. Esses indicadores, em conjunto, auxiliam na identificação de pontos com déficit no fornecimento de serviços onde, em geral, são locais associados às condições favoráveis de proliferação de doenças transmissíveis decorrentes de contaminação ambiental
NRR09 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população rural do município (%)*	Analisar a abrangência da coleta convencional na área rural	
IN015 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (%)	Quantificar o total de habitantes do município que são atendidas pela coleta de RDO.	O contrato de concessão firmado entre a prefeitura municipal e a concessionária de serviço de abastecimento define qual a área de atuação, consequentemente a população pertencente a esta área deve ser atendida. Este indicador auxilia na mensuração do atendimento da concessionária, subsidiando possíveis cobranças.

*Indicador criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Fonte: SNIS, 2019

Foram selecionados apenas os indicadores de coleta convencional para caracterizar a zona rural, uma vez que os demais indicadores explicitados no prognóstico para resíduos sólidos, sendo eles: taxas de coleta seletiva, logística reversa, cobertura e recuperação de RCC e RSS, incluem uma projeção para todo o município, mesclando sua atuação para as zonas urbana e rural, indicando totalidade do município.

Assim sendo, para os três indicadores escolhidos e definidos, com o intuito de melhor caracterizar do serviço da coleta convencional, utilizou-se de fórmulas, com suas respectivas variáveis, para o cálculo de cada um deles, como apresentado na Tabela 108.

Tabela 108 - Fórmulas e informações necessárias para os indicadores utilizados

Indicador	Informações necessárias	Fórmula
IN016 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	CO050: População urbana atendida no município, abrangendo o distrito-sede e localidades. POP_URB: População urbana do município.	$\frac{CO050}{POP_URB} \cdot 100$



Indicador	Informações necessárias	Fórmula
NRR09 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população rural do município (%)*	R1: População rural do atendida no município*. POP_RUR: População rural do município.	$\frac{R1}{POP_RUR} \cdot 100$
IN015 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (%)	CO164: Valor da população total (urbana + rural) atendida pelo serviço de coleta domiciliar direta. POP_TOT: População total do município.	$\frac{CO164}{POP_TOT} \cdot 100$

* Indicadores e dados criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Fonte: SNIS, 2019

Quanto a separação do índice de coleta convencional, para as zonas urbana e rural, observada na Tabela 109, é possível observar que apesar da cobertura total para a zona urbana, há falta de abrangência para coleta dos RDO na região rural, de forma que o cálculo dos índices indica que nenhuma pessoa é atendida. No total têm-se que a porcentagem da população do município atendida pela coleta direta/indireta de RDO e RCO é 77,37%.

Tabela 109 - Indicadores que compõem a taxa de domicílios atendidos pela coleta convencional

Indicadores	Valor
IN016 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana (%)	100
NRR09 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população rural do município (%)*	0
IN015 - Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município (%)	77,37

* Indicadores criados pelo NEIRU para complementar os utilizados pelo SNIS

Fonte: SNIS, 2019

9.3.2 Demandas do Serviço

Se embasando em pesquisa comunitária, foram sugeridos diferentes cenários para que os objetivos do plano do saneamento fossem traçados, seguindo o estipulado pelo art. 2º da Lei 11.445/07, o qual evidencia como fundamental a universalização, equidade, integralidade, intersetorialidade, sustentabilidade, participação e controle social. Será apresentado a seguir projeções para o indicador de coleta seletiva na zona rural.

9.3.2.1 Construção dos cenários

Buscando diminuir a quantidade de resíduos gerados que seguem para a destinação final, assim como proporcionar para os resíduos domésticos rurais destinação ambientalmente correta, com o intuito atender à necessidade rural e melhorar a qualidade de vida da população que vive nesse ambiente utilizou-se como parâmetro a taxa de domicílios rurais atendidos pela coleta convencional.

Esta taxa, designa o percentual da população rural que é atendida pela coleta convencional. Em Santa Rita do Sapucaí, para este serviço, foi observada ausência de coleta para a população rural, o que define apenas 75,75% de cobertura pela coleta convencional para todo município (RDO e RCO). Estima-se que a longo prazo toda a

população rural seja atendida direta ou indiretamente com a coleta convencional totalizando 100%.

Foi elaborado três cenários para este índice dentro dos próximos 20 anos de atuação do plano de saneamento. A primeira hipótese propõe uma perspectiva positiva; a segunda sugere uma realidade intermediária e a terceira estipula um cenário pessimista. A Tabela 110 exibe as hipóteses propostas em cada um dos cenários, e a Tabela 111 destaca a projeção feita ao longo dos 20 anos.

Tabela 110 - Relação entre variáveis e hipóteses dos serviços de manejo de resíduos sólidos

Variáveis	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população rural do município (%)	Aumentar para 100% em 8 anos	Aumentar para 100% em 12 anos	Aumentar para 100% em 20 anos

Fonte: Próprios Autores, 2019

Tabela 111 - Metas para a taxa de atendimentos da coleta convencional na área rural para cada cenário ao longo dos 20 anos

Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população rural do município	Atual	Imediato	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo
	2019	2021-2023	2024-2028	2029-2032	2033-2040
Cenário 1	0%	38%	100%	100%	100%
Cenário 2	0%	25%	67%	100%	100%
Cenário 3	0%	15%	40%	60%	100%

Fonte: Próprios autores, 2019

Com base na meta de atingir 100% de cobertura convencional para zona rural, o primeiro cenário considerou um aumento significativo da participação social e um notável envolvimento da prefeitura com investimentos imediatos feitos pela administração pública, para que ocorra mudanças na gestão do manejo de resíduos sólidos no município. Desse modo, em uma visão otimista, esse cenário visa atingir a meta de 100% de abrangência da coleta convencional na área rural em 8 anos, para que essa coleta obtenha rotas definidas e periódicas, assim como é feito na zona urbana de Santa Rita do Sapucaí.

O cenário 2, tendo em vista o aumento gradual do atendimento da coleta convencional, propõe que a abrangência de 100% na zona rural aconteça em 12 anos. Exigindo um envolvimento menos intenso de investimentos estruturais ao longo do horizonte do plano de saneamento. E para o cenário pessimista, a universalização da coleta convencional na região rural é atingida apenas no ano de 2040, demonstrando um crescimento mais lento da abrangência no decorrer do plano, de modo que os investimentos terão mais dificuldade de serem direcionados.

A Figura 55 apresenta um gráfico comparativo dos três cenários com relação a taxa de cobertura pela coleta convencional proposta na Tabela 111.

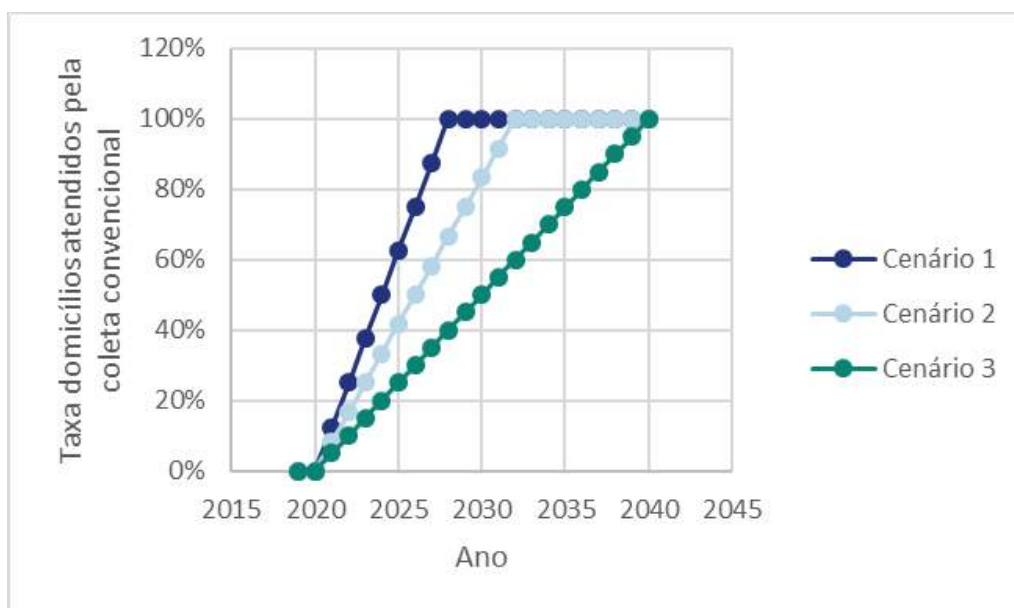


Figura 55 - Gráfico de comparação dos cenários para cobertura de coleta convencional

Como observado na projeção realizada, o cenário 1 atingirá a meta em um período mais emergente, o cenário 2, em uma realidade mais gradativa, atinge 100% de atendimento em uma projeção mais provável para o município, já no cenário 3 a meta é atingida apenas ao final do plano.

Tendo em vista esse panorama e a ideia de que, independente da variação populacional no município, deverão acontecer investimentos em manutenção, equipamentos e estruturas ao longo de 20 anos, escolheu-se o cenário intermediário, como referência para a atuação do plano de saneamento no eixo de resíduos sólidos. Pois esse cenário se mostra o provável e coerente com a realidade da área rural de Santa Rita do Sapucaí. Mesmo que o cenário otimista se mostre mais eficiente dentro da visão prevista no PMSB, ainda assim, o cenário intermediário subsidiará a definição de metas, programas, projetos e ações além da definição de diretrizes e estratégias para a gestão dos resíduos municipais.

9.3.3 Estimativas das Demandas do Serviço

A partir das projeções e dos cenários apresentados para a coleta convencional, foram definidas as estimativas das demandas para cada tipo de resíduo gerado na região rural de Santa Rita do Sapucaí, como pode-se observar a seguir.

9.3.3.1 Resíduos domiciliares e comerciais

Tendo em vista que esse serviço não é oferecido para a população rural do município, objetiva-se ampliar as rotas de abrangência, que já se mostra total no ambiente urbano, para as regiões rurais que tenham domicílios e demais comércios locais. Além de buscar oferecer pontos de coleta voluntários em pontos que as rotas se mostrem de difícil acesso, principalmente em períodos de chuvas constantes e em locais que o caminho impede a chegada de caminhões coletores.

Deve-se proporcionar meios de acondicionamento dos resíduos na zona rural, para que os serviços de coleta sejam facilitados, sendo feitos pela distribuição de lixeiras e pontos



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	186 de 190

de coletas voluntárias que facilitem o serviço dos coletores. Ao decorrer do plano, a participação marcante da população é esperada, principalmente no que se refere a separação dos resíduos gerados nos domicílios e comércios, para a atuação da coleta seletiva e a adesão dos moradores, também da zona rural. Além da participação popular servir como estímulo para a prefeitura direcionar investimentos em serviços de coleta, triagem e recuperação de RDO gerados pelos munícipes.

9.3.3.2 Resíduos de construção civil

Para o melhor acondicionamento de RCC, para que os serviços de coleta feitos pela prefeitura sejam otimizados, demanda-se a distribuição de caçambas em pontos estratégicos, buscando evitar a disposição inadequada desses resíduos. Com relação à recuperação dos mesmos, segundo a prefeitura, parte do material é eventualmente utilizado para assentamento de estradas rurais, assim sendo, é importante que o aproveitamento seja feito de forma mais adequada e eficiente, com o estabelecimento de programas específicos, como apontado no prognóstico apresentado anteriormente para RCC.

9.3.3.3 Resíduos de serviço de saúde

Como o manejo dos resíduos de serviço de saúde, realizado pela empresa AGIT, evidencia seu índice atual de cobertura da coleta de RSS para todos os geradores do município, incluindo a área rural, espera-se que esse valor seja mantido para os próximos 20 anos. Para isso, a prefeitura precisa manter a constância de contratos com a empresa terceirizada, essa que realiza os serviços de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos de saúde, ou mesmo com outras empresas, que ofereçam serviços de mesma qualidade.

Além disso, a fiscalização desses serviços é fundamental para que o estabelecimento de contrato seja sempre feito com uma empresa que faça sempre serviços que estejam de acordo com as leis ambientais vigentes. Juntamente com essas ações, são necessários programas de educação ambiental voltados também para a comunidade rural, tendo em vista que a conscientização desses munícipes irá evitar o crescimento da porcentagem de descartes irregulares dos resíduos de serviço de saúde na zona rural.

9.3.3.4 Resíduos agrossilvopastoris

Estes resíduos são divididos entre orgânicos e inorgânicos, e apresentam destinações feitas de forma distinta. Os orgânicos advindos da atividade agropecuária têm gestão feita no local de sua produção, feita pelos próprios trabalhadores rurais. O que faz com que não seja demandada a atuação da prefeitura para sua destinação final. Os resíduos inorgânicos produzidos na zona rural são embalagens de agrotóxicos, fertilizantes, e de insumos veterinários para a pecuária, resíduos altamente vinculados com o programa de logística reversa direcionada para defensivos agrícolas e demandam a prefeitura a fiscalização quanto a entrega das embalagens no local correto, e a promoção da sensibilização para os trabalhadores de atividades incluídas na agropecuária quanto a destinação final desses compostos, que significam notável impacto ao ambiente.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	187 de 190

9.3.3.5 Passivos ambientais

Quanto aos passivos ambientais atuantes na zona rural, têm-se o despejo inadequado de variados tipos de resíduos, realizado principalmente pela população que não se preocupa com a destinação de cada resíduo. No ambiente rural foram notados resíduos de origem domiciliar e de construção civil em beira de estradas. Para que essa ação seja minimizada, conta-se com a atuação forte de programas que promovam a conscientização da importância da destinação correta dos resíduos, bem como a atuação consistente da coleta convencional e de RCC com a abrangência mais fortalecida para a zona rural.

9.4 MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

9.4.1 Cenário Atual de Referência

Neste tópico será apresentado o cenário atual do sistema de manejo de águas pluviais na área rural do município de Santa Rita do Sapucaí, com base no diagnóstico realizado no produto 3.

O serviço de drenagem na área rural se limita ao manejo de águas pluviais para fins de conservação e manutenção de estradas de chão batido, já que são áreas com maior nível de permeabilidade do solo quando comparadas às áreas urbanizadas.

Em Santa Rita do Sapucaí, conforme informado por moradores entrevistados, o principal problema é a formação de lama nas estradas de chão batido em épocas de chuva, prejudicando a circulação e locomoção dos moradores. No entanto, na maior parte do tempo, a condição das estradas pode ser considerada como boa e, em alguns pontos, há estruturas de drenagem para o direcionamento da água pluvial para córregos próximos e para minimizar os danos nas estradas.

9.4.2 Estimativa da Demanda de Serviços

A partir do cenário apresentado, realizou-se uma estimativa das melhorias no sistema necessárias para alcançar os objetivos e metas do plano. Estas melhorias contemplam medidas estruturantes, aquelas relacionadas a gestão dos serviços, e medidas estruturais, relacionadas a infraestrutura do sistema.

A prefeitura é a responsável pelo manejo de águas pluviais no município como um todo, portanto, na área rural, ela deve introduzir meios de garantir estradas em boas condições para não prejudicar a locomoção da população local. Dessa forma, a prefeitura deve voltar sua atenção para ações que visam a manutenção dessas estradas, principalmente um pouco antes e durante as épocas de chuva, onde o cenário se agrava devido a formação de lama, e para evitar a formação de buracos e valas ao longo do caminho, o que pode causar acidentes.

Portanto, é necessário que haja investimentos em programas e projetos que possam mapear os pontos críticos nas estradas rurais a fim de permitir um adequado planejamento e implantação das ações que contribuam para um melhor escoamento das águas pluviais e melhor locomoção da população.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	188 de 190

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. INTRODUÇÃO, METODOLOGIA E ESTUDO POPULACIONAL

IBGE. **Panorama – Santa Rita do Sapucaí**. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/santa-rita-do-sapucaí/pesquisa/23/22787?detalhes=true>. Acesso em: 21 out. 2019.

PNUD; Ipea; FJP. **Santa Rita do Sapucaí, MG**. 2013. Disponível em: http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/santa%20rita%20do%20sapuca%C3%AD_mg. Acesso em: 21 out. 2019.

Von Sperling, M. TIM-1 - ESTUDOS POPULACIONAIS. In: **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Vol. 1. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG. 4a ed., 472 p. Disponível em: <http://www.etg.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/09/tim1-2018-2-estudos-populacionais-texto-apoio.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.

4. CENÁRIO DE REFERÊNCIA PARA A GESTÃO DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (Funasa). **Termo de Referência para Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico**. Brasília: Funasa, 2018. 187 p.

5. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de Hidráulica**. 8 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/higorafael9/apostila-manual-de-hidraulica-azevedo-netto>. Acesso em: 17 fev. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS – CNM. **Brasileiro consome, em média, 154 litros de água por dia, aponta ONU**. 2018. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/brasileiro-consome-em-media-154-litros-de-agua-por-dia-aponta-onu>. Acesso em: 20 dez. 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Série Histórica. 2017. Disponível em: <http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 20 dez. 2019.

6. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. ARSAE-MG. Relatório de fiscalização operacional nº 01/2018: Serviços de esgotamento sanitário da sede municipal de Santa Rita do Sapucaí. Belo Horizonte: ARSAE-MG, 2018. Disponível em: http://www.arsae.mg.gov.br/images/documentos/Rf_tec_op_ses_santa_rita_do_sapucaí.pdf. Acesso em 09 dez. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12211: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água – Procedimento. Rio de Janeiro. 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário - Procedimento. Rio de Janeiro. 1986.

BRASIL. **Decreto nº 7217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília, DF, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm. Acesso em 19 dez 2019.

BRASIL. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em 09 dez 2019.

CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DOS MUNICÍPIOS DA MICRORREGIÃO DO ALTO SAPUCAÍ PARA ATERRO SANITÁRIO. CIMASAS. **Planos Municipais e Regional de Saneamento Básico dos Municípios Entes do Consórcio CIMASAS**: Produto 3



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	189 de 190

Prognósticos e Alternativas para a universalização, condicionantes, diretrizes, objetivos e metas de Itajubá-MG. Revisão 1. Itajubá: CIMASAS; FAPEPE; UNIFEI, 2016.

COPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS. COPASA. Informações fornecidas por entrevistas e questionários para a elaboração do PMSB de Santa Rita do Sapucaí. [s.l.], 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Censo – Amostras domicílios. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/santa-rita-do-sapucaí/pesquisa/23/47427>. Acesso em: 06 dez. 2019.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Brasília. dez. 2013.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. SNIS. Informações e Indicadores Municipais Consolidados – Água e Esgoto, Santa Rita do Sapucaí. [s.l.], 2017b. Disponível em: <http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 25 set. 2019.

7. SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

BESSEN, G. R. Gestão da coleta seletiva e de organização de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade. 2017. Disponível em: http://www.iee.usp.br/pics/sites/default/files/livro_GestaoColetaSeletivaIEE-USP-edicao-pd.pdf. Acesso em: 14 nov. 2019.

BRASIL, 2010. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 08 nov. 2019.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos. Projeto internacional de cooperação técnica para a melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil – BRA/OEA/08/001. 2010.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Planos Estaduais de Resíduos Sólidos: Orientações Gerais. 2011. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/pers_orientacoesmma_28_06_11_125.pdf. Acesso em: 14 nov. 2019.

OLIVEIRA, T. B.; GALVÃO JUNIOR, A. C. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. Eng. Sanit. Ambient. Brasília, v. 21, n. 1, p. 55-64, 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA RITA DO SAPUCAÍ. Informações fornecidas pelos funcionários. 2019. [s.l.].

WESSLER, L. P. Construção de cenários futuros para o gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares do município de Gravataí-RS. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental. Criciúma. 2014.

8. SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUA PLUVIAIS

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB**. 2013. Disponível em: http://www.cecol.fsp.usp.br/dcms/uploads/arquivos/1446465969_Brasil-PlanoNacionalDeSaneamentoB%C3%A1sico-2013.pdf. Acesso em: 20 nov. 2019.

MIGUEZ, M. G., VERÓL, A. P., & REZENDE, O. M. (2016). **Drenagem Urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade** (1 ed. ed.). Rio de Janeiro: Elsevier

NUNES, Fabrizia Gioppo; FIORI, Alberto Pio. A utilização do método de Ven Te Chow – Soil Conservation Service (SCS) na estimativa da vazão máxima da bacia hidrográfica do rio atuba. **Geografar**, Curitiba, v. 2, n. 2, p.139-155, dez. 2007. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/geografar/article/view/12104/8463>. Acesso em: 19 dez. 2019.

SANTA RITA DO SAPUCAÍ. **Plano de Contingência 2009/2010**. Prefeitura Municipal De Santa Rita Do Sapucaí-Mg. Comdec: Coordenadoria Municipal De Defesa Civil.



PRODUTO 4	DATA	CÓDIGO	REVISÃO	FOLHA
PROGNÓSTICO	19/04/2020	NEIRU19-FAP-PMSB-P04VO	01	190 de 190

TUCCI, C.E.M. (1993). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. UFRGS, Porto Alegre-RS, 943p.

9. SISTEMA DE SANEAMENTO NA ZONA RURAL

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Produtor de Água**. 2018. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/programa-produtor-de-agua>. Acesso em: 09 jan. 2020.

BRASIL, 2010. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 08 nov. 2019.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS (COPASA). **Programa Pró Mananciais**. 2018. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/meio-ambiente/pro-mananciais>. Acesso em: 09 jan. 2020.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS (EMATER-MG). **A Emater-MG**. s.d. Disponível em: http://www.emater.mg.gov.br/portal.do?flagweb=novosite_pagina_interna&id=3. Acesso em: 09 jan. 2020.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. FUNASA. **Funasa lança Programa Saneamento Brasil Rural**. 2019. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/web/guest/home/-/asset_publisher/iHdKjCvMf50A/content/governo-federal-lanca-programa-saneamento-brasil-rural. Acesso em: 14 jan. 2020.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. FUNASA. **Programa Nacional de Saneamento Rural disponibiliza suas diretrizes para consulta pública**. 2017. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/home/-/asset_publisher/iHdKjCvMf50A/content/programa-nacional-de-saneamento-rural-disponibiliza-suas-diretrizes-para-consulta-publica?inheritRedirect=false. Acesso em: 14 jan. 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA RITA DO SAPUCAÍ. PMSRS. Informações fornecidas pelos funcionários. 2019. [s.l.].