



## PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXINGÓ

### PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE CAXINGÓ/PI

**Componentes:** ABASTECIMENTO DE ÁGUA / ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO / DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS  
URBANAS / LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS



### PRODUTO D

### RELATÓRIO DE PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

2017



## **MINISTÉRIO DA SAÚDE**

### **Fundação Nacional de Saúde - FUNASA**

SAUS – Quadra 04 – Bloco “N” – 5º andar, Ala Norte – Brasília/DF

CEP: 70070-040

Telefone: (61) 3314-6619/6466 Fax: (61) 3314-6253

### **Superintendência Estadual da Funasa no Piauí (Suest – PI)**

Av. João XXIII, 1317 – Jockey Club – Teresina/PI

CEP: 64049-010

Telefones: (86) 3218-8465 / 3218-8464 / 3218-8411

Telefone Núcleo Intersetorial de Cooperação Técnica (NICT): (86) 3218-8426

## **GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ**

### **Secretaria de Estado das Cidades – SECID-PI**

Avenida Joaquim Ribeiro, 835, centro-sul – Teresina/PI

CEP: 64001-480.

Telefone(s): (86) 3216-4474 / 3216-3692 – Fax: (86) 3221-4470



## **PREFEITURA MUNICIPAL DE CAXINGÓ – PI**

Rua João Santos, nº 133, Centro  
CEP: 64.228-000

### **PREFEITO**

Washington Luiz Brito de Sousa

### **COMITÊ DE COORDENAÇÃO**

Titular: José Moisés das Chagas Carvalho	Secretaria Municipal de Administração
Suplente: Ivan de Sousa Carvalho	Secretaria Municipal de Administração
Titular: Geovane Araújo Pereira	Secretaria Municipal de Obras
Suplente: Abdias José Lopes	Secretaria Municipal de Obras
Titular: Francisco das Chagas R. dos Santos	Secretaria Municipal de Saúde
Suplente: Raimundo Nonato Pereira	Secretaria Municipal de Saúde
Titular: Maria do Socorro Carvalho dos Santos	Secretaria Municipal de Educação
Suplente: Maria de Jesus Araújo Santos	Secretaria Municipal de Educação
Titular: Deoclides Neres de Sousa Filho	Secretaria Municipal de Cultura
Suplente: Jesueda Maria de Oliveira	Secretaria Municipal de Cultura
Titular: Pedro de Brito Machado	Representante da Câmara Municipal
Suplente: Bruno Almeida Silva Oliveira	Representante da Câmara Municipal
Titular: Denis de Almeida Machado	Associação de Água dos Moradores de Caxingó
Suplente: Antônio Rodrigues dos Santos	Associação de Água dos Moradores de Caxingó
Titular: Maria Edna da Silva	Representante da Sociedade Civil
Suplente: Maria dos Remédios Carvalho Castro	Representante da Sociedade Civil
Titular: Thaciana Portela Carvalho	Conselho Municipal de Saúde
Suplente: Lucas Mateus Pereira Carvalho	Conselho Municipal de Saúde
Representante do Núcleo Intersectorial de Cooperação Técnica da FUNASA (NICT)	
Representante da Secretaria de Estado das Cidades (SECID-PI)	

### **COMITÊ EXECUTIVO**

Titular: Renato Inácio Pereira Cardoso	Secretaria Municipal de Agricultura
Suplente: Laura Célia Silva	Secretaria Municipal de Agricultura
Titular: Carlos Alexandre do Nascimento	Secretaria Municipal de Saúde
Suplente: Antônio José de Oliveira de Carvalho	Secretaria Municipal de Saúde
Titular: Antônio Nunes de Carvalho	Secretaria Municipal de Educação
Suplente: Karola Portela dos Santos	Secretaria Municipal de Educação
Titular: José dos Remédios Machado de Sousa	Agente de Endemias
Suplente: Francisco Esperidião	Chefe de Limpeza Pública
Titular: Lindomar José de Oliveira Rodrigues	Secretaria Municipal de Assistência Social
Suplente: Tatiane Maria da Silva de Sousa	Secretaria Municipal de Assistência Social
Titular: Regiane Maria do Nascimento da Conceição	Representante da Sociedade Civil
Suplente: Maria de Fátima dos Santos Franco	Representante da Sociedade Civil
Afonso Luis da Silva	Engenheiro Civil – Contratado e representante da FESPSP
Laura Bernardes	Pedagoga – Contratada e representante da FESPSP
Antônia Karla Souza Mesquita	Técnica de Saúde
Bruno Damasceno Estrela	Estagiário de Engenharia



## APRESENTAÇÃO

A Política Nacional do Saneamento e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituídas pelas Leis Federais nº 11.445/2007 e nº 12.305/2010, definiram um novo paradigma para a gestão do saneamento e para o manejo de resíduos, estabelecendo desafios aos Estados e Municípios para a universalização desses serviços e para a modernização da gestão. Especialmente para os resíduos sólidos, a Política Nacional traz a ordem de prioridade de “*Não Geração, Reutilização, Reciclagem e Tratamento dos Resíduos*”, com o objetivo de dispor somente rejeitos em aterros sanitários.

A Lei nº 11.445/2007, regulamentada pelo Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, impõe a necessidade de planejamento, regulação e fiscalização por parte dos municípios, tendo como instrumento o Plano Municipal de Saneamento Básico. O Plano de Saneamento deve ser elaborado e implementado pelos municípios sendo condição de validade dos contratos que tenham por objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico, além de ser exigência para a obtenção de recursos federais.

A partir dessa lei, **saneamento básico** é definido como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e, finalmente, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Portanto, o Plano Municipal de Saneamento Básico deve conter todos os componentes do saneamento básico, sendo assim composto:

- 1) Plano Municipal de Saneamento – componente Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário – PMAE;
- 2) Plano Municipal de Saneamento – componente Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas – PMD;
- 3) Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (atendendo também a Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei Federal nº 12.305/2010).



O Plano Municipal de Saneamento Básico de Caxingó está sendo construído de forma participativa com o Comitê Técnico Municipal e a população, sendo que o diagnóstico dos sistemas existentes no município serviu de base orientadora para a definição dos objetivos, metas, programas, projetos e ações para atendimento das diretrizes das leis federais.

Dentre os produtos elaborados, é apresentado neste documento o **Produto D – Relatório de Prospectiva e Planejamento Estratégico**.



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da projeção populacional do município de Caxingó para o período 2018 - 2037.....	13
Figura 2 – Projeção das vazões demandas no horizonte de planejamento.....	21
Figura 3 – Projeção das vazões de esgoto geradas no horizonte de planejamento .....	28
Figura 4 – Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos da população total no período de 2018 – 2037 .....	36
Figura 5 – Análise SWOT – Dimensão Institucional .....	38
Figura 6 – Análise SWOT – Componente Abastecimento de Água .....	39
Figura 7 – Análise SWOT – Componente Esgotamento Sanitário .....	40
Figura 8 – Análise SWOT – Componente Drenagem Urbana .....	41
Figura 9 – Análise SWOT – Componente Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos .....	42
Figura 10 – Arranjos institucionais para a contratação da prestação dos serviços de saneamento ...	45
Figura 11 – Mapa de hidrogeologia e poços bombeando .....	52
Figura 12 – Croqui de um sistema de abastecimento de água a partir de captação superficial.....	55
Figura 13 – Croqui de um sistema de abastecimento de água a partir de captação por poço tubular .....	59
Figura 14 – Esquema de instalação de equipamento de bombeamento em poço tubular .....	61
Figura 15 – Exemplos de cisterna em polietileno e em concreto.....	65
Figura 16 – Estudo preliminar indicando o possível traçado do sistema coletor principal e de localização da estação de tratamento.....	67
Figura 17 – Sistema de Esgotamento Sanitário para áreas urbanas .....	69
Figura 18 – Solução unidomiciliar para pequenas comunidades.....	72
Figura 19 – Tanque séptico e sumidouro .....	73
Figura 20 – Tanque séptico e vala de infiltração.....	74
Figura 21 – Tanque séptico, filtro e vala de infiltração .....	75
Figura 22 – Fundos de vale e drenagem natural da área urbana de Caxingó.....	79
Figura 23 – Sistema de Drenagem Urbana superficial para áreas urbanas - sarjetas .....	81
Figura 24 – Sistema de Drenagem Urbana superficial e subterrânea para áreas urbanas .....	82
Figura 25 – Sistema de Drenagem Urbana – Lançamento em Corpo Receptor .....	82
Figura 26 – Etapas de coleta, transporte e disposição final de resíduos.....	83
Figura 27 – Principais localidades rurais no município de Caxingó .....	85
Figura 28 – Esquema do Posto de Coleta.....	87
Figura 29 – Critérios a serem observados para a definição de área para implantação de aterro de pequeno porte .....	89
Figura 30 – Isolamentos da área: físico (cercamento) e visual (barreira vegetal).....	90



Figura 31 – Especificações e volumetria de vala para aterro de pequeno porte .....	90
Figura 32 – Planta básica conceitual de aterro de pequeno porte para o município de Caxingó .....	91
Figura 33 – Detalhamento da área de apoio do aterro .....	92
Figura 34 – Áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos.....	94
Figura 35 – Modelo de Ecoponto proposto para o município de Caxingó.....	96
Figura 36 – Fluxo de materiais na coleta seletiva .....	101
Figura 37 – Desencadeamento de ações e comunicação em situações de emergências .....	117



## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Dados da evolução populacional do município de Caxingó – anos 2000 e 2010.....	12
Quadro 2 – Evolução da projeção da população total do município de Caxingó.....	13
Quadro 3 – Projeção da demanda de abastecimento de água do município de Caxingó .....	20
Quadro 4 – Aglomerados rurais e locais na zona rural do município de Caxingó .....	22
Quadro 5 – Demanda do sistema de abastecimento de água para a área rural .....	22
Quadro 6 – Projeção da demanda de esgoto sanitário do município de Caxingó .....	27
Quadro 7 – Demanda do sistema de esgotamento sanitário para a área rural .....	29
Quadro 8 – Critérios para o cálculo da demanda por microdrenagem .....	30
Quadro 9 – Projeção da demanda de drenagem urbana do município de Caxingó .....	32
Quadro 10 – Projeção da geração de resíduos sólidos urbanos pela população total no período de 2018 – 2037.....	35
Quadro 11 – Proposições para o abastecimento de água da área urbana do município de Caxingó.....	53
Quadro 12 – Proposições para o abastecimento de água da área rural do município de Caxingó.....	54
Quadro 13 – Proposições para o esgotamento sanitário da área urbana do município de Caxingó ..	66
Quadro 14 – Proposições para o esgotamento sanitário da área rural do município de Caxingó .....	68
Quadro 15 – Classificação dos dispositivos de armazenamento ou retenção.....	78
Quadro 16 – Fontes de financiamento federais para a gestão de resíduos.....	101
Quadro 17 – Normas Técnicas Relacionadas aos Resíduos Sólidos .....	109
Quadro 18 – Legislação Federal .....	111
Quadro 19 – Ações para emergências e contingência do setor de abastecimento de água .....	119
Quadro 20 – Ações para emergências e contingência do setor de Esgotamento Sanitário .....	122
Quadro 21 – Ações para emergências e contingência do setor de drenagem pluvial urbana.....	124
Quadro 22 – Ações para emergências e contingência do setor de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos .....	126



## SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
APA – Área de Proteção Ambiental  
APP – Área de Preservação Permanente  
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil)  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
EEE – Estação Elevatória de Esgoto  
ETA – Estação de Tratamento de Água  
ETE – Estação de Tratamento de Esgotos  
EEAB – Estação Elevatória de Água Bruta  
EEAT – Estação Elevatória de Água Tratada  
FESPSP – Fundação de Sociologia e Política de São Paulo  
FUNASA – Fundação Nacional de Saúde  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IPTU – Imposto Territorial Predial Urbano  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
PAEC – Plano de Ações para Emergência e Contingência  
PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico  
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos  
PRGIRS – Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos para os Municípios  
Piauienses da Bacia do Rio Paraíba  
RCC – Resíduos da Construção Civil  
RSS – Resíduos de Serviços de Saúde  
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos  
SAA – Sistema de Abastecimento de Água  
SDU – Sistema de Drenagem Urbana  
SECID – Secretaria de Estado das Cidades  
SIG – Sistema de Informação Geográfica  
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento



## SUMÁRIO

1	PROSPECTIVA DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO PARA O MUNICÍPIO DE CAXINGÓ.....	11
1.1	PROJEÇÃO POPULACIONAL PARA O MUNICÍPIO DE CAXINGÓ.....	11
1.2	DEMANDA DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO.....	14
2	PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO PARA O MUNICÍPIO DE CAXINGÓ.....	37
2.1	FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO PARA OS SISTEMAS DE SANEAMENTO POR MEIO DA ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL.....	37
2.2	ALTERNATIVAS DE GESTÃO E PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS.....	43
2.3	ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA 49	
2.4	ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO65	
2.5	ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA.....	76
2.6	ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA O SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	83
3	PROPOSIÇÃO DE PLANO DE AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS ..	114
3.1	ESTRUTURA BÁSICA PARA O PLANO DE AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS .....	114
3.2	DIRETRIZES PARA ARTICULAÇÃO E DESENCADEAMENTO DE AÇÕES E COMUNICAÇÃO EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA.....	116
3.3	ELABORAÇÃO DE MANUAL COM PROTOCOLOS DE ATUAÇÃO .....	117
3.4	AÇÕES EMERGENCIAIS E DE CONTINGÊNCIAS PARA OS SETORES DO SANEAMENTO BÁSICO.....	118
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128



## **1 PROSPECTIVA DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO PARA O MUNICÍPIO DE CAXINGÓ**

O Plano Municipal de Saneamento Básico é um importante instrumento de planejamento dos serviços de saneamento. Seu objetivo, dentre outros, é orientar a atuação do poder público – seja como prestador direto dos serviços ou na delegação a terceiros - de forma a propiciar maior eficiência e eficácia no atendimento universalizado à população.

A partir do entendimento da dinâmica do município em termos de infraestrutura e sistemas de saneamento, assim como de suas características socioeconômicas e ambientais, foi possível a construção dos estudos de prospectiva. Esses estudos foram iniciados com a projeção da evolução da população no período de planejamento de 20 anos, assim como com a análise da demanda para a universalização do abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos.

Este estudo de projeção é indispensável na construção do Plano e, a partir dos resultados de demanda, são apresentadas as alternativas e proposições para cada um dos quatro componentes do saneamento: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos.

### **1.1 PROJEÇÃO POPULACIONAL PARA O MUNICÍPIO DE CAXINGÓ**

Para a elaboração da projeção populacional do município de Caxingó, foi selecionado o método aritmético devido à disponibilidade de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e também pela indicação do Ministério do Meio Ambiente para o emprego deste método para elaboração de estudos de demanda dos sistemas de saneamento.

Para a projeção populacional, buscou-se identificar os dados relativos à população urbana e rural, residente no município, em anos de elaboração dos Censos e



Contagens da população, desenvolvidos pelo IBGE para Caxingó nos anos 2000 e 2010. Esses dados conformam o quadro a seguir.

**Quadro 1 – Dados da evolução populacional do município de Caxingó – anos 2000 e 2010**

<b>Ano</b>	<b>População Total (habitantes)</b>	<b>População Urbana (habitantes)</b>	<b>População Rural (habitantes)</b>	<b>Taxa de Urbanização</b>
2000	4.147	927	3.220	22%
2010	5.039	966	4.073	19%

Fonte: Censos IBGE (ano).

A partir dos dados identificados, foi determinada a variação anual da população, possibilitando, deste modo, o desenvolvimento da projeção da população futura e da demanda pelos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, geração de resíduos e, conseqüentemente, o dimensionamento da infraestrutura necessária para seu atendimento em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Lei Federal nº 11.445/2007, por meio da expressão:

$$P = P2 + \frac{P2 - P1}{t2 - t1} \cdot (t - t2)$$

Onde:

*P* = população futura do ano *t*;

*P2* = população do último censo;

*P1* = população do penúltimo censo;

*t2* = ano do último censo;

*t1* ano do penúltimo censo;

*t* = ano da população futura.

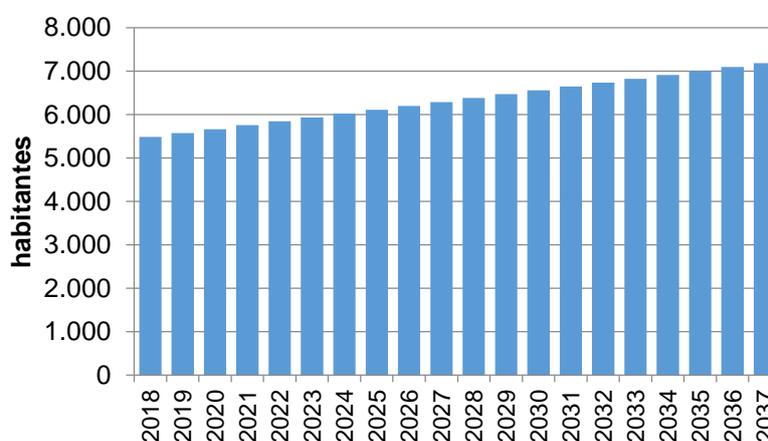
Ressalta-se que as projeções foram ponderadas em função do crescimento observado, compatibilizadas com a estimativa populacional de 2016, fornecida pelo IBGE para a população total. Deste modo, a projeção populacional do município de Caxingó no período de planejamento entre os anos de 2018 a 2037, é apresentada no quadro e na figura a seguir:

**Quadro 2 – Evolução da projeção da população total do município de Caxingó**

Ano	Total	Urbana	Rural
2018	5.484	1.025	4.459
2019	5.574	1.029	4.545
2020	5.663	1.033	4.630
2021	5.752	1.037	4.715
2022	5.841	1.041	4.801
2023	5.930	1.044	4.886
2024	6.020	1.048	4.971
2025	6.109	1.052	5.057
2026	6.198	1.056	5.142
2027	6.287	1.060	5.227
2028	6.376	1.064	5.312
2029	6.466	1.068	5.398
2030	6.555	1.072	5.483
2031	6.644	1.076	5.568
2032	6.733	1.080	5.654
2033	6.822	1.083	5.739
2034	6.912	1.087	5.824
2035	7.001	1.091	5.910
2036	7.090	1.095	5.995
2037	7.179	1.099	6.080

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

**Figura 1 – Evolução da projeção populacional do município de Caxingó para o período 2018 - 2037**



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



A estimativa populacional desenvolvida para o período de 20 anos (2018 -2037) foi empregada para o estudo de demanda dos serviços para o atendimento adequado e universal da população do município. O estudo de demanda dos serviços de saneamento é apresentado a seguir.

## **1.2 DEMANDA DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO**

Com base nas informações levantadas na fase de diagnóstico e na estimativa de projeção populacional, foi possível efetuar o cálculo da demanda dos serviços de saneamento. Neste estudo confronta-se a capacidade das estruturas existentes no município com a necessidade imposta em função do número de habitantes a serem atendidos ao longo do horizonte de planejamento do Plano.

Cabe destacar que, para os estudos de demanda buscando a universalização dos serviços de saneamento, foram adotadas as definições de localidades apresentadas a seguir, de acordo com a conceituação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017):

- a. Cidade - localidade com o mesmo nome do Município a que pertence (sede municipal) e onde está sediada a respectiva prefeitura, excluídos os municípios das capitais.
- b. Aglomerado Rural - localidade situada em área não definida legalmente como urbana e caracterizada por um conjunto de edificações permanentes e adjacentes, formando área continuamente construída, com arruamentos reconhecíveis e dispostos ao longo de uma via de comunicação.
  - b.1 Aglomerado Rural de extensão urbana - localidade que tem as características definidoras de Aglomerado Rural e está localizada a menos de 1 Km de distância da área urbana de uma Cidade ou Vila. Constitui simples extensão da área urbana legalmente definida.
  - b.2 Aglomerado Rural isolado - localidade que tem as características definidoras de Aglomerado Rural e está localizada a uma distância igual ou superior a 1 Km da área urbana de uma Cidade, Vila ou de um Aglomerado Rural já definido como de extensão urbana.



b.2.1 Povoado - localidade que tem a característica definidora de Aglomerado Rural Isolado e possui pelo menos 1 (um) estabelecimento comercial de bens de consumo frequente e 2 (dois) dos seguintes serviços ou equipamentos: 1 (um) estabelecimento de ensino de 1º grau em funcionamento regular, 1 (um) posto de saúde com atendimento regular e 1 (um) templo religioso de qualquer credo. Corresponde a um aglomerado sem caráter privado ou empresarial ou que não está vinculado a um único proprietário do solo, cujos moradores exercem atividades econômicas quer primárias, terciárias ou, mesmo secundárias, na própria localidade ou fora dela.

- c. Local - Todo lugar que não se enquadre em nenhum dos tipos referidos anteriormente e que possua nome pelo qual seja conhecido.

No caso de Caxingó, em virtude das características do município, foi adotada a seguinte divisão, tendo como base as definições do IBGE apresentadas anteriormente:

- Cidade (Sede)
- Zona rural (inclui as localidades rurais e população dispersa)

### **1.2.1 Sistema de Abastecimento de Água**

As demandas do serviço de abastecimento de água potável na área urbana são calculadas tendo como base orientadora o fornecimento de água em quantidade, qualidade e regularidade para a população. Os parâmetros e critérios para o cálculo dessa demanda são apresentados.

#### **Parâmetros e Critérios para Cálculo de Demanda**

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



a. Área da mancha urbana e arruamentos

Corresponde ao limite da área urbana, considerando as zonas de expansão. A área da mancha urbana e arruamentos foram obtidos através da análise de imagens de satélite e uso de software SIG (Sistema de Informação Geográfica ArcGis Desktop 10.4). Para o município de Caxingó foram obtidos os seguintes valores:

<b>Área urbana</b>	28,6 ha
<b>Comprimento de rua</b>	7,11 km

b. Consumo "*per capita*"

Para efeito de planejamento, pode ser adotado valor médio de consumo *per capita*. Com melhorias no sistema de abastecimento de água, tanto estruturais (expansão da rede, implantação de hidrômetros, manutenções) quanto de gestão (implantação de programas de controle de perdas, cadastro, cobrança pela água), a tendência é alcançar valores de consumo *per capita* da ordem de 120 L/hab.dia, valor este adotado no cálculo da demanda.

c. Coeficiente de variação do consumo

Em um sistema de abastecimento de água, a quantidade de água consumida varia continuamente em função do tempo, das condições climáticas, hábitos da população, entre outras. Dentre as diversas variações no consumo as mais importantes para o dimensionamento e operação dos sistemas de abastecimento de água são as variações diárias e horárias. Pela falta de série histórica de dados, a ABNT recomenda a adoção dos seguintes valores:

<b>k1= coeficiente de variação diária</b>	1,20
<b>k2= coeficiente de variação horária</b>	1,50



d. Vazões de operação

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

As expressões para o cálculo das vazões para os diversos componentes do SAA são apresentadas a seguir:

Vazão média diária

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

Onde:

$Q_m$  = vazão média [L/s]

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

$qpc$  = quota per capita produzida [L/hab.dia]

A quota produzida inclui o consumo per capita mais as perdas na distribuição, definidos neste estudo como 120 L/hab.dia e 20%, respectivamente.

Vazão média do dia de maior consumo

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

Onde:

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

$Q_m$  = vazão média [L/s]

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



### Vazão média do dia e da hora de maior consumo

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

Onde:

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

$Q_m$  = vazão média [L/s]

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

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

### Vazão necessária de captação

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

Onde:

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

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

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

Segundo Tsutiya (2004) o processo de lavagem dos filtros e decantadores consomem de 1 a 5% do volume tratado. Neste estudo adotou-se 4% de perdas na ETA e de 1% quando a captação de água for subterrânea e o tratamento ocorrer por desinfecção.

### Vazão necessária de tratamento

$$Q_t = Q_{md}$$

Onde:

$Q_t$  = vazão necessária de tratamento [L/s]

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



### Volume necessário de reservação

$$Vr = \frac{Qmd \times 86.400 \times 1/3}{1000}$$

Onde:

*Vr = volume necessário de reservação [m<sup>3</sup>]*

*Qmd = vazão média do dia de maior consumo [L/s]*

### Vazão de distribuição

$$Qd = Qmdh$$

Onde:

*Qd = vazão de distribuição [L/s]*

*Qmdh = vazão média do dia e da hora de maior consumo [L/s]*

- e. Rede de distribuição, hidrômetros e ligações prediais

Para calcular a demanda em termos de redes de distribuição, hidrômetros e ligações prediais analisou-se, por meio do emprego de softwares de geoprocessamento, a forma de construção e ocupação do solo da cidade. Partindo da diretriz de universalização considerou-se que todas as ruas do município devem possuir redes de distribuição e todos os domicílios, hidrômetros e ligações prediais.

#### 1.2.1.1 Sistema de Abastecimento de Água – Zona Urbana

As demandas para o sistema de abastecimento de água projetadas para o horizonte de 2018 a 2037 para o município de Caxingó - Zona Urbana são apresentadas no quadro a seguir.



**Quadro 3 – Projeção da demanda de abastecimento de água do município de Caxingó**

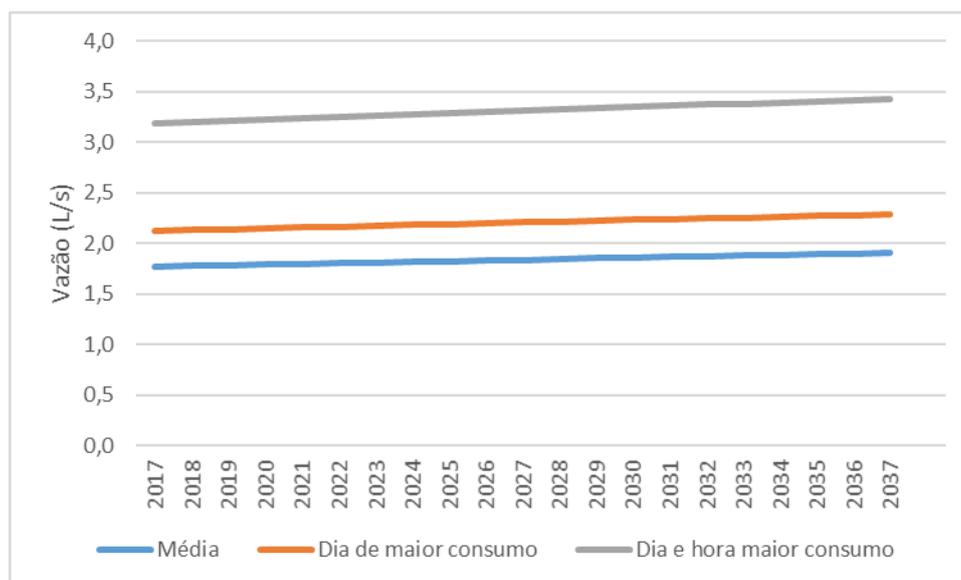
Prazo	Ano	População urbana	Domicílios urbanos	Vazão (L/s)			Vazão Necessária (L/s)		Volume necessário de reservação (m³)	Extensão de rede (km)	Hidrômetros (und)	Ligações (und)
				Média	Dia de maior consumo	Dia e hora maior consumo	Captação	Tratamento				
Entrada	2017	1.021	279	1,8	2,1	3,2	2,2	2,1	70	7,1	274	274
Imediato	2018	1.025	283	1,8	2,1	3,2	2,2	2,1	70	7,2	277	277
	2019	1.029	287	1,8	2,1	3,2	2,2	2,1	70	7,3	281	281
	2020	1.033	291	1,8	2,2	3,2	2,2	2,2	70	7,3	285	285
Curto	2021	1.037	295	1,8	2,2	3,2	2,2	2,2	70	7,4	289	289
	2022	1.041	299	1,8	2,2	3,3	2,3	2,2	70	7,5	293	293
	2023	1.044	303	1,8	2,2	3,3	2,3	2,2	70	7,6	297	297
	2024	1.048	307	1,8	2,2	3,3	2,3	2,2	70	7,6	301	301
	2025	1.052	311	1,8	2,2	3,3	2,3	2,2	70	7,7	305	305
Médio	2026	1.056	316	1,8	2,2	3,3	2,3	2,2	70	7,8	310	310
	2027	1.060	320	1,8	2,2	3,3	2,3	2,2	70	7,9	314	314
	2028	1.064	324	1,8	2,2	3,3	2,3	2,2	70	7,9	318	318
	2029	1.068	329	1,9	2,2	3,3	2,3	2,2	70	8,0	323	323
Longo	2030	1.072	333	1,9	2,2	3,4	2,3	2,2	70	8,1	326	326
	2031	1.076	338	1,9	2,2	3,4	2,3	2,2	70	8,2	331	331
	2032	1.080	343	1,9	2,3	3,4	2,3	2,3	70	8,3	336	336
	2033	1.083	347	1,9	2,3	3,4	2,3	2,3	70	8,3	340	340
	2034	1.087	352	1,9	2,3	3,4	2,4	2,3	70	8,4	345	345
	2035	1.091	357	1,9	2,3	3,4	2,4	2,3	70	8,5	350	350
	2036	1.095	362	1,9	2,3	3,4	2,4	2,3	70	8,6	355	355
	2037	1.099	367	1,9	2,3	3,4	2,4	2,3	70	8,7	360	360

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

A partir do cálculo da demanda verifica-se que a vazão média varia de 1,8 L/s a 1,9L/s entre os anos de 2018 a 2037, como demonstrado na figura a seguir. Para atender a população urbana de forma adequada as estruturas de captação, tratamento e reservação precisarão ter capacidade para 2,4 L/s, 2,3L/s e 70m<sup>3</sup>, respectivamente, no final do horizonte de planejamento. Já a rede de distribuição deve contar com uma extensão de 8,7 km.

O cálculo ainda considerou que todas as residências estarão ligadas a rede de distribuição, sendo o consumo de água medido na entrada do domicílio, prevendo-se, portanto, a necessidade de 360 ligações prediais e hidrômetros para o município de Caxingó.

**Figura 2 – Projeção das vazões demandas no horizonte de planejamento**



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

#### 1.2.1.2 Sistema de Abastecimento de Água – Zona Rural

Na zona rural do município de Caxingó foram identificadas apenas localidades consideradas pelo IBGE como “locais”, conforme Quadro 4.

**Quadro 4 – Aglomerados rurais e locais na zona rural do município de Caxingó**

Locais	Jacobina
	Morada Nova
	Assentamento Nova Morada
	Bom Jesus
	Curralinhos

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

A demanda foi calculada para cinco faixas populacionais, escolhidas a partir da análise das características da região.

**Quadro 5 – Demanda do sistema de abastecimento de água para a área rural**

Características da infraestrutura necessária	Unidade	Faixas Populacionais (habitantes)				
		150	350	500	750	1000
Vazão de captação	L/s	0,32	0,74	1,05	1,58	2,10
Diâmetro comercial da adutora	mm	50	50	50	50	50
Volume de reservação	m <sup>3</sup>	9	21	30	45	60
Vazão de tratamento	L/s	0,31	0,73	1,04	1,56	2,08
Diâmetro comercial da rede de distribuição	mm	50	50	50	50	50
Extensão da rede de distribuição	m	1.050	2.450	3.500	5.250	7.000
Hidrômetros	unid.	43	100	143	214	286
Ligações	unid.	43	100	143	214	286

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Ao todo, Caxingó possui 4.073 habitantes (IBGE, 2010) na zona rural. A tendência observada na projeção é de que essa população aumente no horizonte de planejamento. Como não existe dado censitário desagregado para os locais rurais, deverá ser realizado posteriormente um levantamento da população para a escolha das faixas adequadas.

### 1.2.2 Sistema de Esgotamento Sanitário

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



São apresentadas as estimativas de carga e concentração de DBO e coliformes fecais (termotolerantes) ao longo dos anos, decorrentes dos esgotos sanitários gerados, de acordo com os estudos de projeção populacional.

### **Parâmetros e critérios para o cálculo da demanda**

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

#### **a. Coeficiente de Retorno**

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

#### **b. Demanda Bioquímica de Oxigênio *per capita***

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

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

#### **c. Coliformes termotolerantes *per capita***

Coliformes termotolerantes são bactérias que estão presentes em grandes quantidades no intestino dos animais de sangue quente sendo, portanto, indicadores



de contaminação fecal. Em termos *per capita*, trata-se do valor médio de coliformes termotolerantes produzido por habitante dia.

Segundo Von Sperling (1996) a carga *per capita* de coliformes termotolerantes nos esgotos domésticos varia de  $10^9$  a  $10^{12}$  org/hab.dia. Neste estudo adotou-se o valor de  $10^{11}$  org/hab.dia.

d. Nutrientes *per capita*

Os esgotos podem conter altos níveis de nutrientes como nitrogênio e fósforo. A emissão em excesso pode levar ao acúmulo de nutrientes, fenômeno chamado de eutrofização, que favorece o crescimento excessivo de algas nos corpos receptores.

Segundo Von Sperling (1996) a carga *per capita* típica de nitrogênio total nos esgotos domésticos é de 8 g/hab.dia. Já de fósforo é de 2,5 g/hab.dia.

e. Vazões e carga

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

Vazão média de esgoto

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

Onde:

$Q_m$  = vazão média [L/s]

$C$  = coeficiente de retorno [adimensional]

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

$q_{pc}$  = consumo *per capita* de água [L/hab.dia]

A partir do valor da vazão média de esgoto calculam-se a vazão média de esgoto do dia de maior consumo ( $Q_{md}$ ) e a vazão média de esgoto do dia e da hora de maior



consumo (Qmdh), como apresentado, anteriormente, para água. Da mesma forma, utilizam-se os coeficientes de variação de consumo  $k_1$  e  $k_2$  para os cálculos.

### Carga de DBO

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

Onde:

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

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

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

### Carga de coliformes termotolerantes

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

Onde:

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

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

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

### Carga de nitrogênio

$$Carga_N = \frac{P \times N_{PC}}{1000}$$

Onde:

$Carga_N$  = carga de nitrogênio [g/hab.dia]

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

$N_{PC}$  = Nitrogênio total per capita [g/hab.dia]



### Carga de fósforo

$$Carga_p = \frac{P \times P_{PC}}{1000}$$

Onde:

Carga<sub>p</sub> = carga de fósforo [g/hab.dia]

P = população de início, meio e fim de plano

P<sub>PC</sub> = Fósforo total per capita [g/hab.dia]

#### *f. Rede coletora e ligações prediais*

Para calcular a demanda em termos de redes coletoras e ligações prediais analisou-se a forma de construção e ocupação do solo da cidade com o emprego de softwares de geoprocessamento. Partindo da diretriz de universalização considerou-se que todas as ruas do município devem possuir redes coletoras e todos os domicílios ligações prediais.

#### 1.2.2.1 Sistema de Esgotamento Sanitário – Zona Urbana

As demandas projetadas para o sistema de esgotamento sanitário para o município de Caxingó – Zona Urbana, para o horizonte de 2018 a 2037, são apresentadas no quadro a seguir.



**Quadro 6 – Projeção da demanda de esgoto sanitário do município de Caxingó**

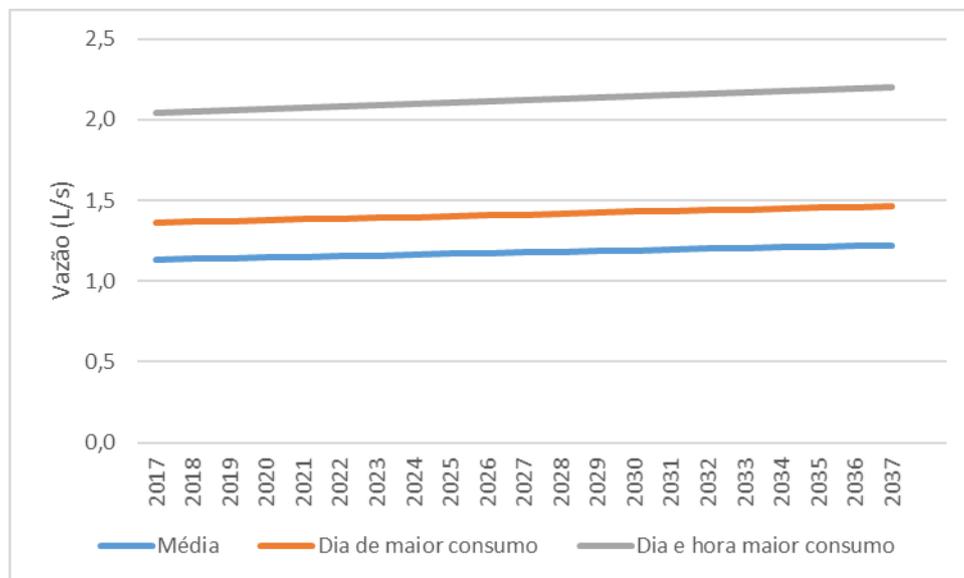
Prazo	Ano	População urbana	Domicílios urbanos	Vazão (L/s)			Volume de esgoto gerado (m³)	Carga poluidora				Extensão de rede (km)	Ligações (und)
				Média	Dia de maior consumo	Dia e hora maior consumo		DBO (kg/dia)	CF (org/dia)	Nitrogênio (kg/dia)	Fósforo (kg/dia)		
Entrada	2017	1.021	279	1,1	1,4	2,0	100	55,1	1,02E+14	8,2	2,6	7,1	274
Imediato	2018	1.025	283	1,1	1,4	2,1	100	55,4	1,03E+14	8,2	2,6	7,2	277
	2019	1.029	287	1,1	1,4	2,1	100	55,6	1,03E+14	8,2	2,6	7,3	281
	2020	1.033	291	1,1	1,4	2,1	100	55,8	1,03E+14	8,3	2,6	7,3	285
Curto	2021	1.037	295	1,2	1,4	2,1	100	56,0	1,04E+14	8,3	2,6	7,4	289
	2022	1.041	299	1,2	1,4	2,1	100	56,2	1,04E+14	8,3	2,6	7,5	293
	2023	1.044	303	1,2	1,4	2,1	110	56,4	1,04E+14	8,4	2,6	7,6	297
	2024	1.048	307	1,2	1,4	2,1	110	56,6	1,05E+14	8,4	2,6	7,6	301
	2025	1.052	311	1,2	1,4	2,1	110	56,8	1,05E+14	8,4	2,6	7,7	305
Médio	2026	1.056	316	1,2	1,4	2,1	110	57,0	1,06E+14	8,4	2,6	7,8	310
	2027	1.060	320	1,2	1,4	2,1	110	57,2	1,06E+14	8,5	2,7	7,9	314
	2028	1.064	324	1,2	1,4	2,1	110	57,5	1,06E+14	8,5	2,7	7,9	318
	2029	1.068	329	1,2	1,4	2,1	110	57,7	1,07E+14	8,5	2,7	8,0	323
Longo	2030	1.072	333	1,2	1,4	2,1	110	57,9	1,07E+14	8,6	2,7	8,1	326
	2031	1.076	338	1,2	1,4	2,2	110	58,1	1,08E+14	8,6	2,7	8,2	331
	2032	1.080	343	1,2	1,4	2,2	110	58,3	1,08E+14	8,6	2,7	8,3	336
	2033	1.083	347	1,2	1,4	2,2	110	58,5	1,08E+14	8,7	2,7	8,3	340
	2034	1.087	352	1,2	1,4	2,2	110	58,7	1,09E+14	8,7	2,7	8,4	345
	2035	1.091	357	1,2	1,5	2,2	110	58,9	1,09E+14	8,7	2,7	8,5	350
	2036	1.095	362	1,2	1,5	2,2	110	59,1	1,10E+14	8,8	2,7	8,6	355
	2037	1.099	367	1,2	1,5	2,2	110	59,3	1,10E+14	8,8	2,7	8,7	360

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

A partir do cálculo da demanda verifica-se que a vazão média de esgoto gerada no município de Caxingó varia de 1,1 L/s a 1,2 L/s entre os anos de 2018 a 2037, como demonstrado na figura a seguir.

Para atender a população urbana de forma adequada, considerando que todos os domicílios estejam ligados ao sistema de esgotamento, serão necessárias 360 ligações prediais, 8,7 km de redes coletoras e uma estação de tratamento com capacidade de 1,5 L/s, no final do horizonte de planejamento.

**Figura 3 – Projeção das vazões de esgoto geradas no horizonte de planejamento**



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

#### 1.2.2.2 Sistema de Esgotamento Sanitário – Zona Rural

A zona rural do município de Caxingó possui apenas locais rurais, já apresentados anteriormente.

A demanda foi calculada para cinco faixas populacionais, definidas a partir da análise das características da região.



**Quadro 7 – Demanda do sistema de esgotamento sanitário para a área rural**

Características da infraestrutura necessária	Unidade	Faixas Populacionais (habitantes)				
		150	350	500	750	1000
Volume gerado de esgoto	m <sup>3</sup>	14,4	33,6	48,0	72,0	96,0
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	kg DBO/dia	8	19	27	41	54
Extensão de rede	m <sup>3</sup>	1.050	2.450	3.500	5.250	7.000
Ligações	und	43	100	143	214	286

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Ao todo, Caxingó possui 4.073 habitantes (IBGE, 2010) na zona rural. A tendência observada na projeção é de que essa população aumente no horizonte de planejamento. Para atender a população rural de forma adequada deverá ser implantada infraestrutura com capacidade suficiente à faixa populacional de cada localidade. Como não existe dado censitário desagregado para os locais rurais deverá ser realizado posteriormente um levantamento da população para a escolha das faixas adequadas

### **1.2.3 Sistema de Drenagem Urbana**

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

#### **Parâmetros e critérios para o cálculo da demanda**

Os parâmetros utilizados para o cálculo da drenagem são os seguintes.



a. Área da mancha urbana ou área selecionada

Corresponde a área atualmente ocupada pela população urbana. A área da mancha urbana é obtida através da análise de imagens de satélite e uso de software SIG. Para o município de Caxingó a área da mancha urbana é igual a 28,6 ha.

b. Tipo de relevo

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

- serra: superfície ondulada com pequenas planícies aluvionais ou mesmo ausência destas;
- plano: característica marcante das áreas urbanas situadas nas planícies litorâneas, e
- Misto: onde não há predominância clara nem de superfície ondulada, constituída por morrotes e nem de planícies aluvionais.

Essas feições são importantes, porque condicionam a estrutura pela qual o serviço de microdrenagem é prestado. Por exemplo, no relevo plano, a quantidade de bocas de lobo é maior, porque a velocidade de escoamento é menor, logo também mais galerias e poços de visita são necessários. A demanda por infraestrutura em função do relevo é apresentada no quadro a seguir.

**Quadro 8 – Critérios para o cálculo da demanda por microdrenagem**

Estrutura	Perfil Topográfico			Unidade
	Ondulado	Misto	Plano	
Boca de Lobo dupla	1	2	4	und/ha
Galerias - Diâmetro variável	35	55	75	m/ha
Poços de Visita	1	1	1	und/100 m de galeria

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



A definição da categoria de relevo do município de Caxingó foi obtida a partir de análise de imagens de satélite e uso de software SIG, tendo como resultado o perfil plano.

### **Resultados do estudo de demanda para o Sistema de Drenagem Urbana**

As demandas projetadas no horizonte temporal adotado para o município de Caxingó são apresentadas no quadro a seguir.



**Quadro 9 – Projeção da demanda de drenagem urbana do município de Caxingó**

<b>Prazo</b>	<b>Ano</b>	<b>Pop. Urb.</b>	<b>Área urbana selecionada (ha)</b>	<b>Formação de resíduo (m³)</b>	<b>Bocas de lobo (und)</b>	<b>Galeria (km)</b>	<b>Poços de visita (und)</b>
Entrada	2017	1.021	28,6	690	115	2,15	22
Imediato	2018	1.025	28,7	690	115	2,16	22
	2019	1.029	28,8	696	116	2,17	22
	2020	1.033	28,9	696	116	2,18	22
Curto	2021	1.037	29,0	702	117	2,18	22
	2022	1.041	29,2	702	117	2,19	22
	2023	1.044	29,2	702	117	2,20	22
	2024	1.048	29,4	708	118	2,21	23
	2025	1.052	29,5	708	118	2,22	23
Médio	2026	1.056	29,6	714	119	2,22	23
	2027	1.060	29,7	714	119	2,23	23
	2028	1.064	29,8	720	120	2,24	23
	2029	1.068	29,9	720	120	2,25	23
Longo	2030	1.072	30,0	726	121	2,26	23
	2031	1.076	30,1	726	121	2,27	23
	2032	1.080	30,3	732	122	2,27	23
	2033	1.083	30,3	732	122	2,28	23
	2034	1.087	30,4	732	122	2,29	23
	2035	1.091	30,6	738	123	2,30	23
	2036	1.095	30,7	738	123	2,31	24
	2037	1.099	30,8	744	124	2,31	24

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



Não existe sistema de drenagem no município de Caxingó. Atualmente, as águas pluviais são conduzidas através de escoamento superficial até as áreas mais baixas, onde se infiltram. Pela falta de estruturas de microdrenagem existem áreas de alagamento e de constantes inundações.

Para atender de forma adequada e universalizar a prestação do serviço de drenagem urbana há a necessidade da implantação de 124 bocas de lobo, 2,31 km de galerias e 24 poços de visita, no final do horizonte de planejamento.

Para evitar problemas decorrentes das inundações o município deverá impedir a ocupação da várzea dos cursos d'água.

#### **1.2.4 Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos**

##### **Parâmetros e critérios para o cálculo da demanda nas zonas urbana e rural**

Para o atendimento das exigências estabelecidas pela Lei do Saneamento e, em especial, pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, foi projetada a geração de resíduos sólidos urbanos para o horizonte dos próximos 20 anos, abrangendo o período compreendido entre os anos de 2018 e 2037.

O estudo de demanda dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos tem por objetivo orientar o planejamento da gestão das atividades relacionadas a esse sistema no horizonte temporal adotado, considerando a ampliação progressiva do acesso aos serviços, com qualidade e eficiência na sua prestação e sustentabilidade econômica.

Para a adequada estimativa da geração futura de resíduos, mostra-se imprescindível a adoção de um índice *per capita* diário, referenciado em função das informações disponíveis. Para tanto, deve-se buscar compreender a dinâmica da geração *per capita* diária de resíduos pelos habitantes do município, analisando os dados e informações disponibilizadas pelos órgãos municipais responsáveis pela sua gestão.



No município de Caxingó, por não haver controle sobre a cobertura dos serviços de coleta, assim como da quantidade coletada por dia, não foi possível analisar a evolução da geração de resíduos nos últimos anos, bem como identificar interferências que permitissem estimar um índice *per capita* de geração de resíduos. Com o objetivo de identificar critérios mais adequados a realidade do município, foi realizada a consulta a diversas fontes de informações e dados técnicos relacionados com a gestão de resíduos.

O Ministério das Cidades, por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS publica anualmente o documento “*Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos*”, composto por uma base de dados que abrange aspectos operacionais, administrativos, econômico-financeiros, contábeis e de qualidade dos serviços. Essas informações são fornecidas por órgãos gestores dos serviços nos municípios participantes, sendo de natureza autodeclaratória, cabendo aos municípios a apresentação das informações empregadas no Sistema.

A edição mais recente, publicada em 2017, apresenta as informações relativas ao ano de 2015 sendo que a quantidade de resíduos gerada e informada pelos municípios é distribuída em função da população e do tempo (365 dias) obtendo assim, o índice de 0,90 kg/ habitante/dia para municípios de mesmo porte populacional de Caxingó (Faixa 1 – até 30.000 habitantes).

Considerando os pressupostos e critérios apresentados, a geração diária de resíduos sólidos urbanos para o horizonte de 2018 a 2037 é apresentada a seguir.

### **Resultados do estudo de demanda do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos**

Considerando a população estimada para o período de planejamento e o índice *per capita* adotado para o município de Caxingó, foi projetada a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) conforme apresentado no quadro a seguir. Devido à inexistência de dados municipais, o cenário elaborado não apresenta variação na quantidade *per capita* diária gerada, flutuando apenas em função da variação do número de habitantes entre os anos abrangidos.

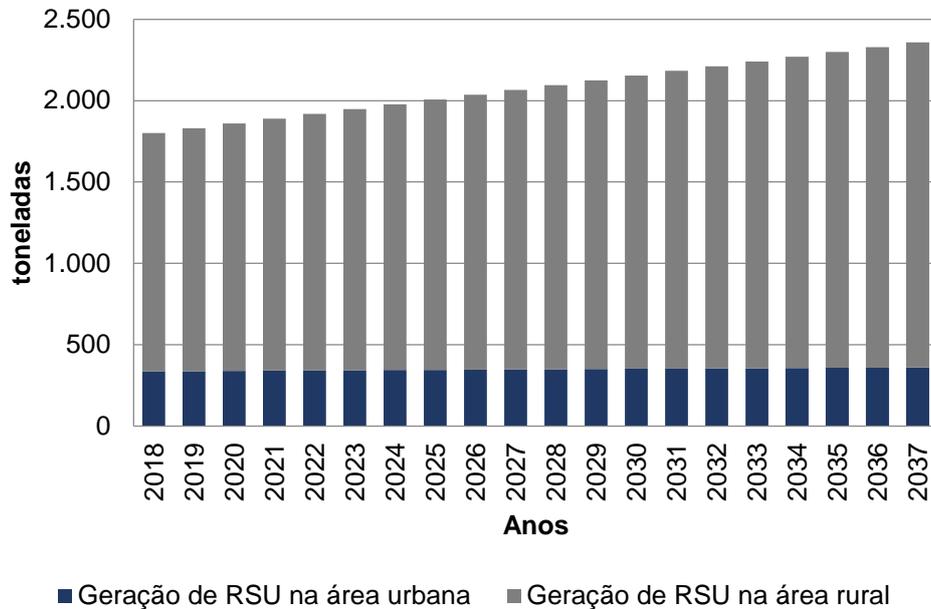
**Quadro 10 – Projeção da geração de resíduos sólidos urbanos pela população total no período de 2018 – 2037**

Ano	Caxingó (total)		Urbana		Rural	
	Habitantes	Geração de RSU (t/ano)	Habitantes	Geração de RSU (t/ano)	Habitantes	Geração de RSU (t/ano)
2018	5.484	1.802	1.025	337	4.459	1.465
2019	5.574	1.831	1.029	338	4.545	1.493
2020	5.663	1.860	1.033	339	4.630	1.521
2021	5.752	1.890	1.037	341	4.715	1.549
2022	5.841	1.919	1.041	342	4.801	1.577
2023	5.930	1.948	1.044	343	4.886	1.605
2024	6.020	1.977	1.048	344	4.971	1.633
2025	6.109	2.007	1.052	346	5.057	1.661
2026	6.198	2.036	1.056	347	5.142	1.689
2027	6.287	2.065	1.060	348	5.227	1.717
2028	6.376	2.095	1.064	350	5.312	1.745
2029	6.466	2.124	1.068	351	5.398	1.773
2030	6.555	2.153	1.072	352	5.483	1.801
2031	6.644	2.183	1.076	353	5.568	1.829
2032	6.733	2.212	1.080	355	5.654	1.857
2033	6.822	2.241	1.083	356	5.739	1.885
2034	6.912	2.270	1.087	357	5.824	1.913
2035	7.001	2.300	1.091	358	5.910	1.941
2036	7.090	2.329	1.095	360	5.995	1.969
2037	7.179	2.358	1.099	361	6.080	1.997

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Conforme apresentado, a estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos no município de Caxingó varia entre 1.802 toneladas e 2.358 toneladas no ano de 2037, considerando a manutenção dos critérios de projeção apresentados, resultando em uma variação aproximada de 30% no total gerado no período de 2018 a 2037, acompanhando o crescimento populacional observado, demonstrado graficamente na Figura 4.

**Figura 4 – Projeção da Geração de Resíduos Sólidos Urbanos da população total no período de 2018 – 2037**



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

A partir dos estudos de projeção populacional e de demandas para os serviços de saneamento é que foram organizados os programas, projetos e ações para cada sistema.



## **2 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO PARA O MUNICÍPIO DE CAXINGÓ**

A partir dos estudos de projeção populacional e de demandas dos serviços de saneamento para o município de Caxingó no horizonte de planejamento de 20 anos, foram elaboradas as estratégias de atuação para melhoria das condições dos serviços de saneamento atualmente existentes, por meio da discussão de alternativas de gestão (institucionais, de planejamento, de prestação de serviço, de regulação, de fiscalização e controle social) e para cada eixo do saneamento básico em toda a área do município. Para subsidiar essas proposições foi aplicada uma ferramenta de planejamento, conforme demonstrado no item a seguir.

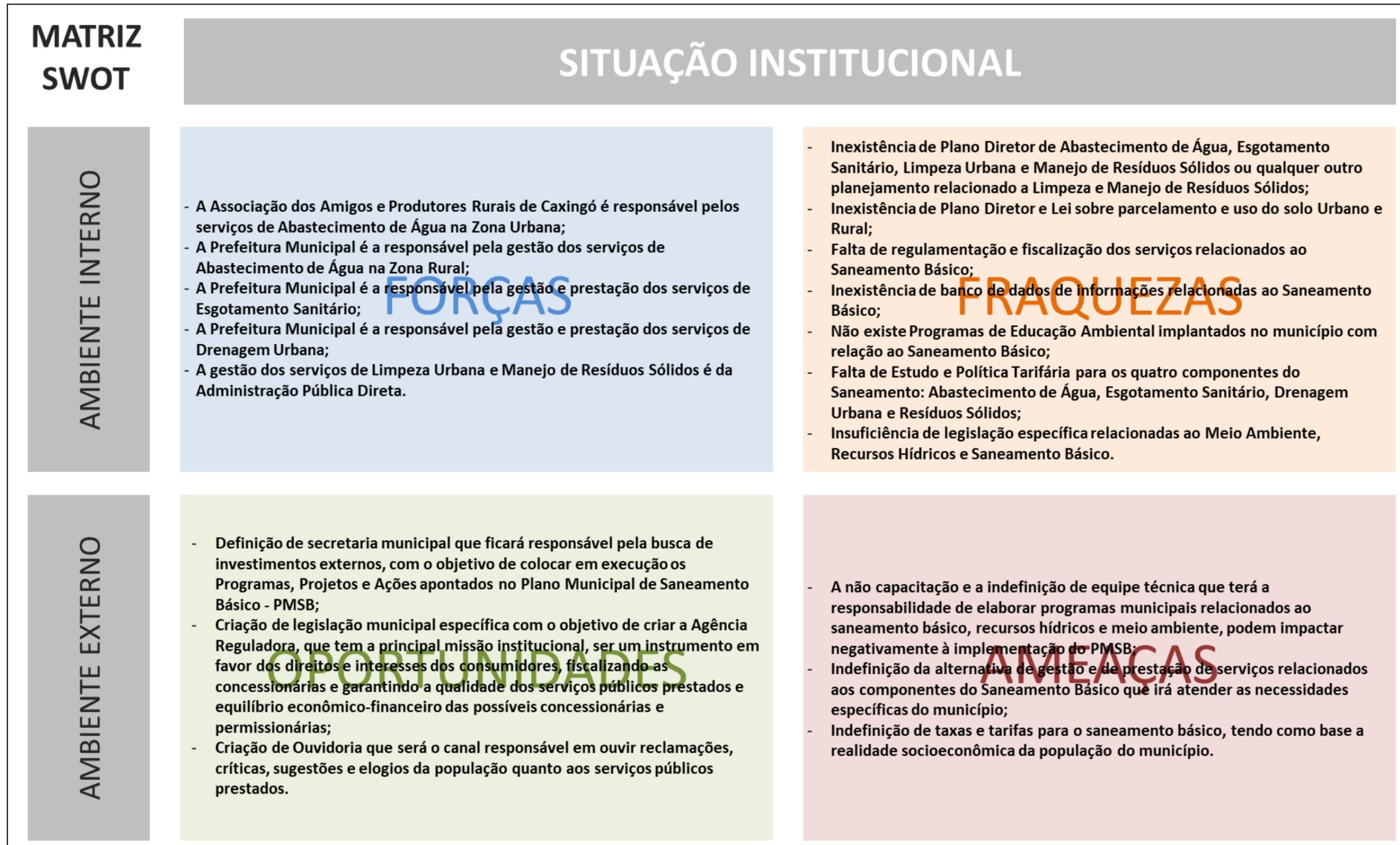
### **2.1 FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO PARA OS SISTEMAS DE SANEAMENTO POR MEIO DA ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL**

Este capítulo tem como objetivo analisar a situação atual dos sistemas de saneamento existentes frente às necessidades e demandas da população urbana e rural de Caxingó. Para esta análise foi utilizada uma ferramenta de planejamento estratégico denominada SWOT, em referência aos termos *Strengths (Forças)*, *Weaknesses (Fraquezas)*, *Opportunities (Oportunidades)* e *Threats (Ameaças)*.

Esses aspectos devem ser considerados em qualquer análise SWOT para a prospecção de estratégias que estejam compatibilizadas com as necessidades da população de acordo com as deficiências e problemas levantados na fase de diagnóstico. Assim, foi elaborada uma matriz que apresenta a reflexão sobre os sistemas existentes, suas fragilidades, potencialidades, priorizando as ações que servirão de base para a definição dos programas, projetos e ações, buscando atingir a universalização e melhoria das condições sanitárias, ambientais e de saúde no município.

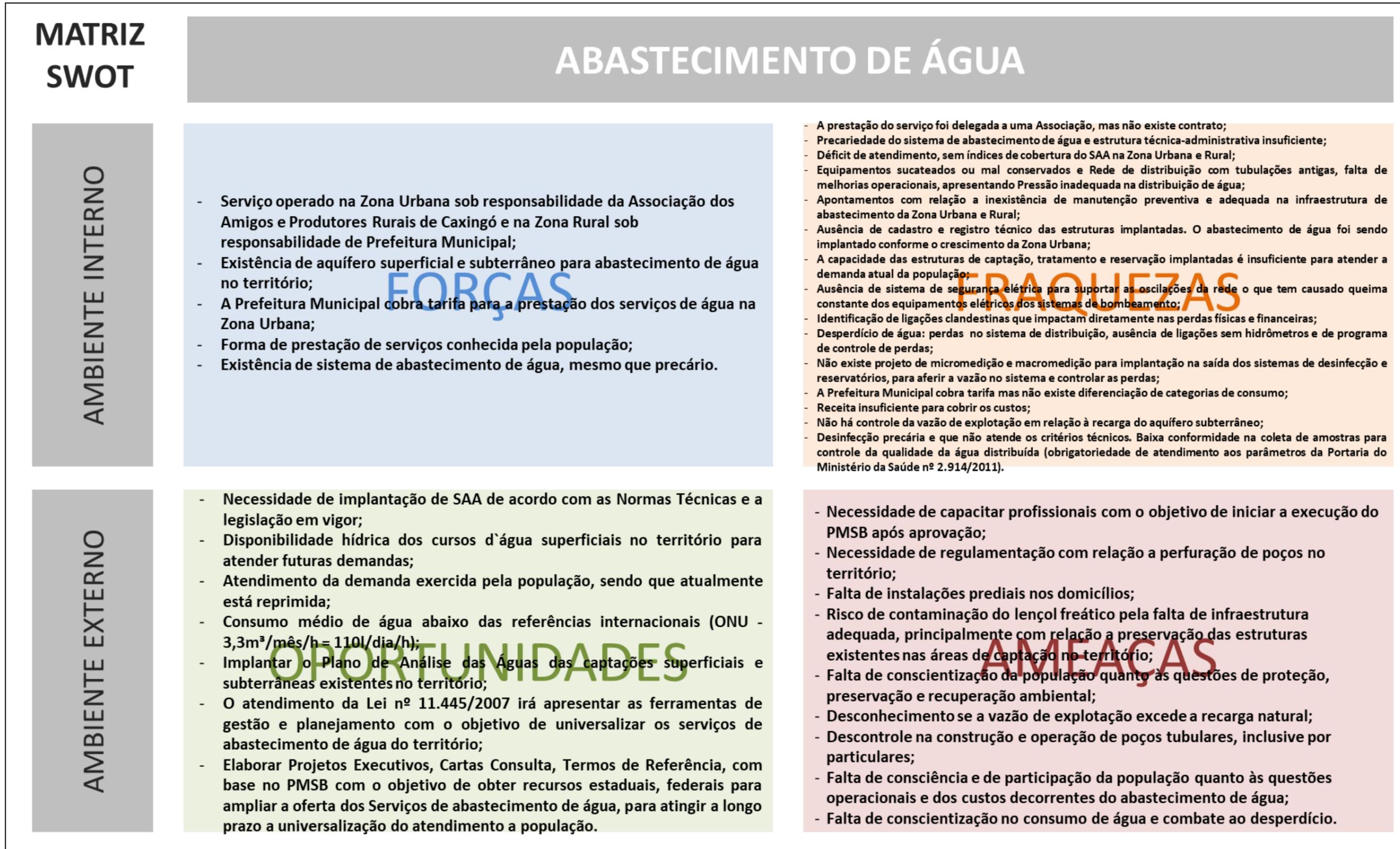
A seguir são apresentadas cinco matrizes, estruturadas para cada componente do saneamento, além da análise institucional (Figura 5 a 9).

Figura 5 – Análise SWOT – Dimensão Institucional



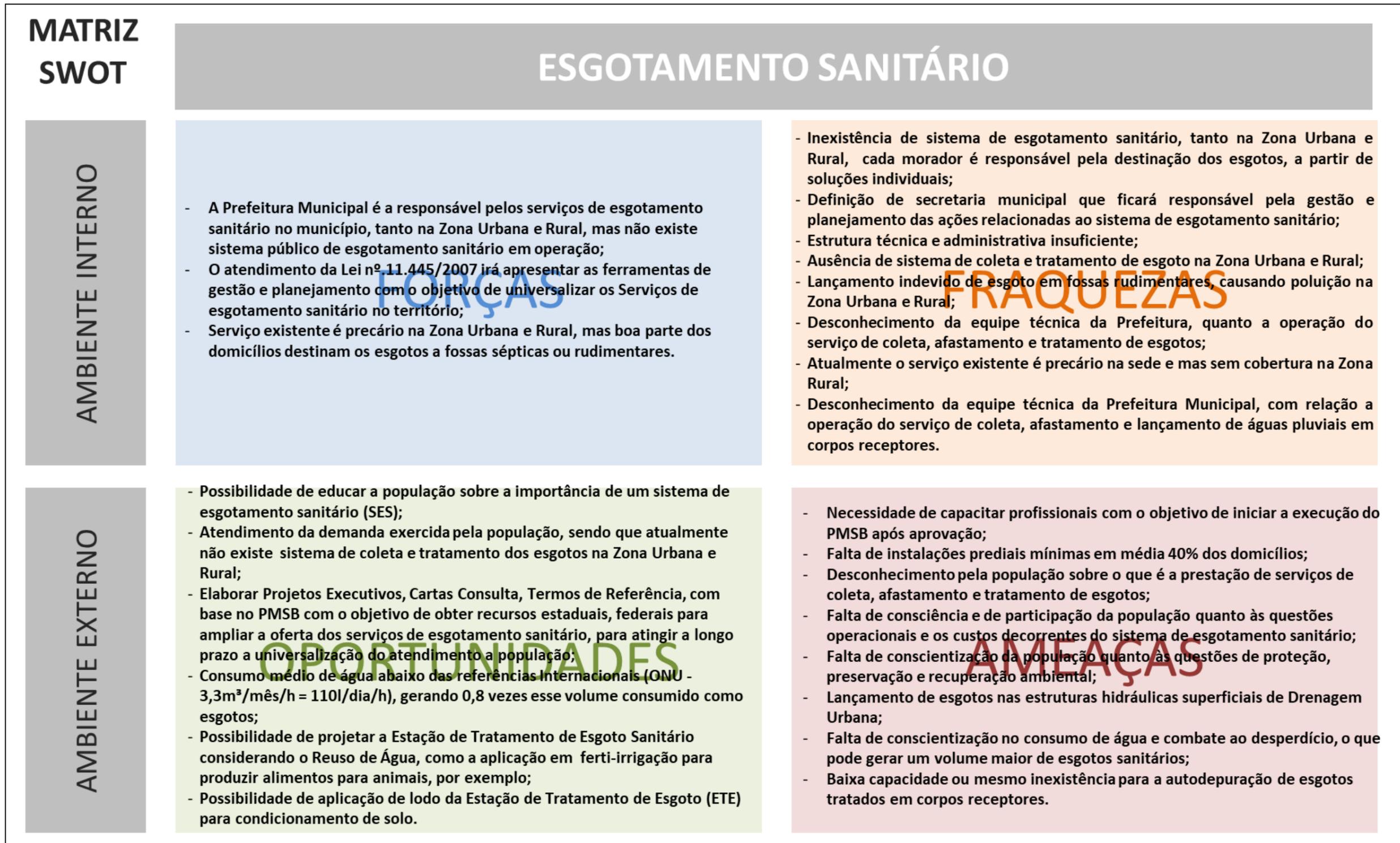
Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Figura 6 – Análise SWOT – Componente Abastecimento de Água



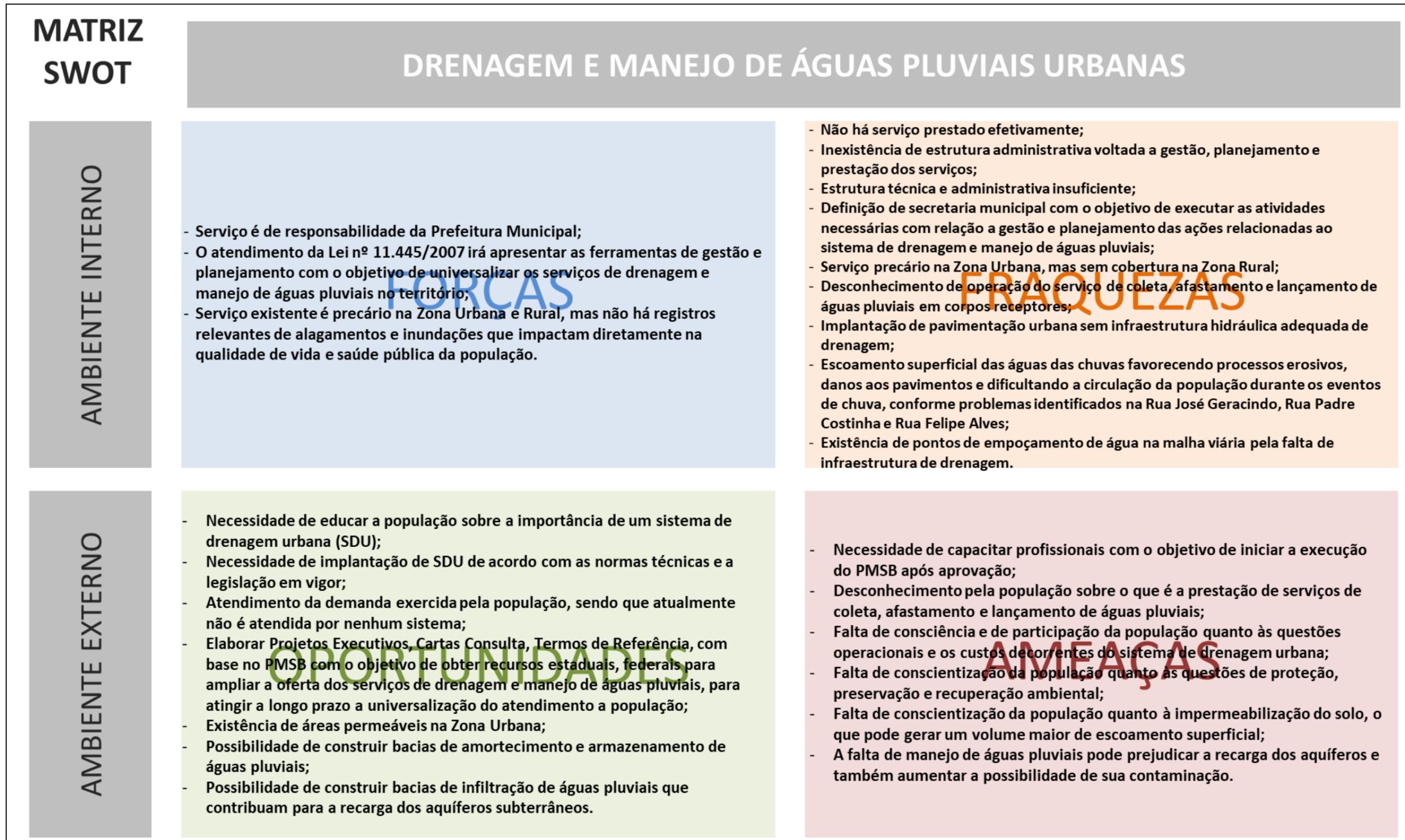
Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Figura 7 – Análise SWOT – Componente Esgotamento Sanitário



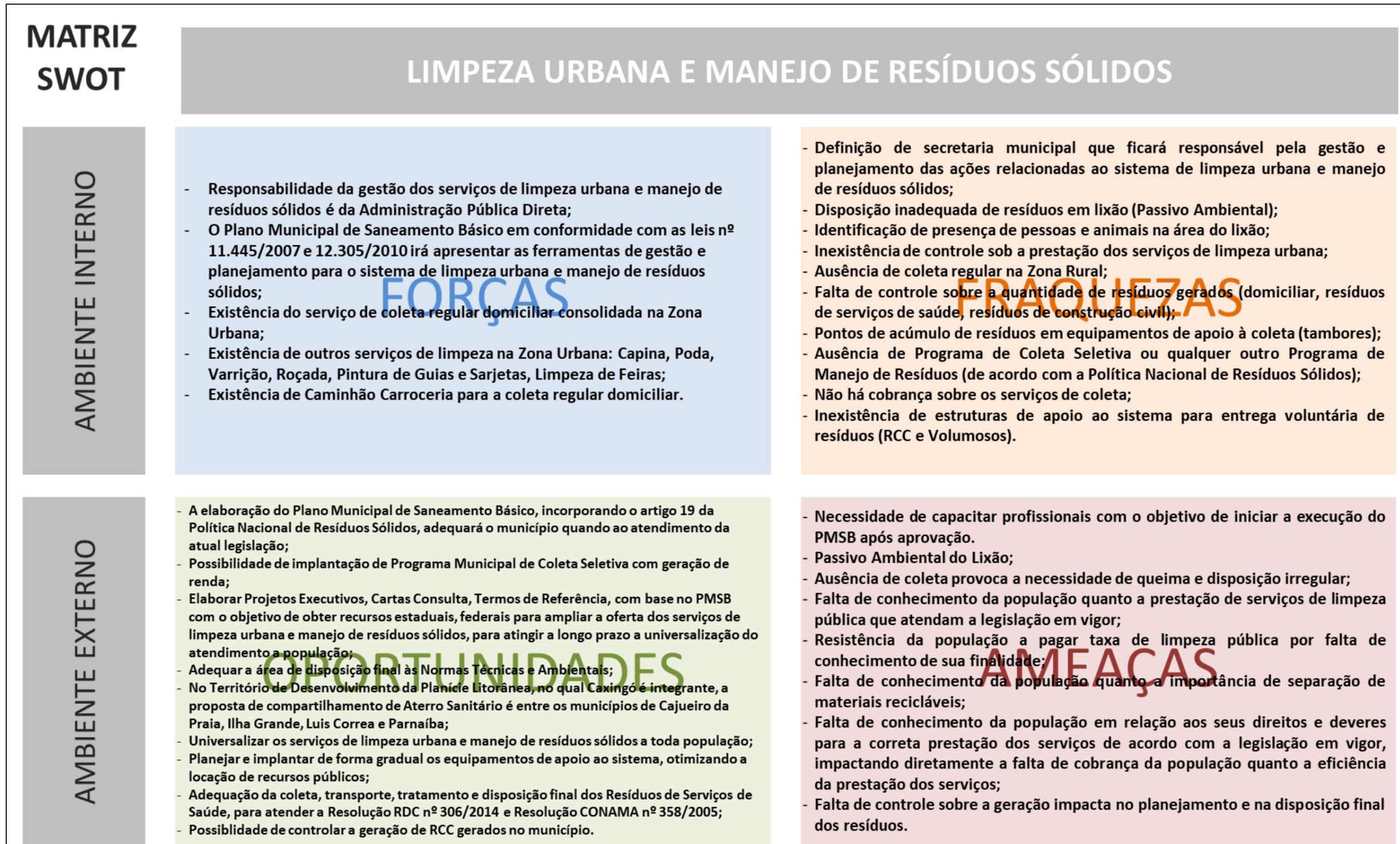
Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Figura 8 – Análise SWOT – Componente Drenagem Urbana



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Figura 9 – Análise SWOT – Componente Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



## 2.2 ALTERNATIVAS DE GESTÃO E PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS

A base legal para a regulação e os arranjos institucionais nos serviços públicos de saneamento básico é definida por um amplo aparato legal composto pela Constituição Federal (nos seus artigos 30, 175 e 241), pela Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007); pelos instrumentos para a cooperação entre entes federativos instituídos pela Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005 e seu decreto regulamentador nº 6.017/2007 e, finalmente, pela mais recente lei de resíduos sólidos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).

O artigo 241 da Constituição facultou à União, Estados, Distrito Federal e aos Municípios um novo regime de prestação de serviços públicos, a gestão associada de serviços públicos, por meio da constituição de consórcios públicos e convênios de cooperação entre os entes federados. A gestão associada de serviços públicos foi regulamentada pela Lei nº 11.107 de 6 de abril de 2005, que dispõe sobre normas gerais para a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios contratarem consórcios públicos para a realização de objetivos de interesse comum. O Decreto nº 6.017, de 17 de Janeiro de 2007, estabeleceu normas para a execução dessa Lei.

No artigo 9º, inciso II, a Lei nº 11.445/2007 define que o município, como titular dos serviços deve “*prestar diretamente ou autorizar a delegação dos serviços e definir o ente responsável pela sua regulação e fiscalização, bem como os procedimentos de sua atuação*”. O artigo 11º, inciso III, define como condição de validade dos contratos que tenham como objeto a prestação de serviços públicos de saneamento básico “*a existência de normas de regulação que prevejam os meios para o cumprimento das diretrizes desta lei, incluindo a designação da entidade de regulação e de fiscalização*”.

A Lei nº 12.305 de agosto de 2010, no capítulo I, artigo 10 “*incumbe ao Distrito Federal e aos Municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, sem prejuízo das competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais...*”.

Em seu artigo 11 é definido como diretriz: “*promover a integração da organização, do planejamento e da execução das funções públicas de interesse comum relacionadas à*



*gestão dos resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, nos termos da lei complementar estadual prevista no § 3º do art. 25 da Constituição Federal”.*

### **2.2.1 Consórcios Públicos**

O consórcio público constitui-se em um dos arranjos institucionais para a associação e coordenação entre entes federativos para a gestão de serviços públicos. A Lei nº 12.305 de 2010, no artigo 45 estabelece o incentivo aos consórcios estabelecendo a prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelas leis orçamentárias anuais.

Pela Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005 e seu decreto regulamentador nº 6.017/2007 o consórcio público poderá também constituir-se em uma autarquia interfederativa, propiciando a institucionalização e a cooperação entre municípios (e eventualmente o Estado), proporcionando que os municípios (e o Estado) compartilhem o poder decisório. A constituição de consórcio público ainda permite o fortalecimento da contratualização entre os entes consorciados; a formalização de contribuições financeiras e as responsabilidades assumidas (contrato de rateio), além de trazer maior segurança jurídica ao acordo de cooperação federativa.

Além desses aspectos o estabelecimento de consórcio permite alcançar escala e viabilidade econômico-financeira para a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, especialmente para os municípios de menor porte em função do planejamento, regulação e fiscalização.

### **2.2.2 Gestão Associada**

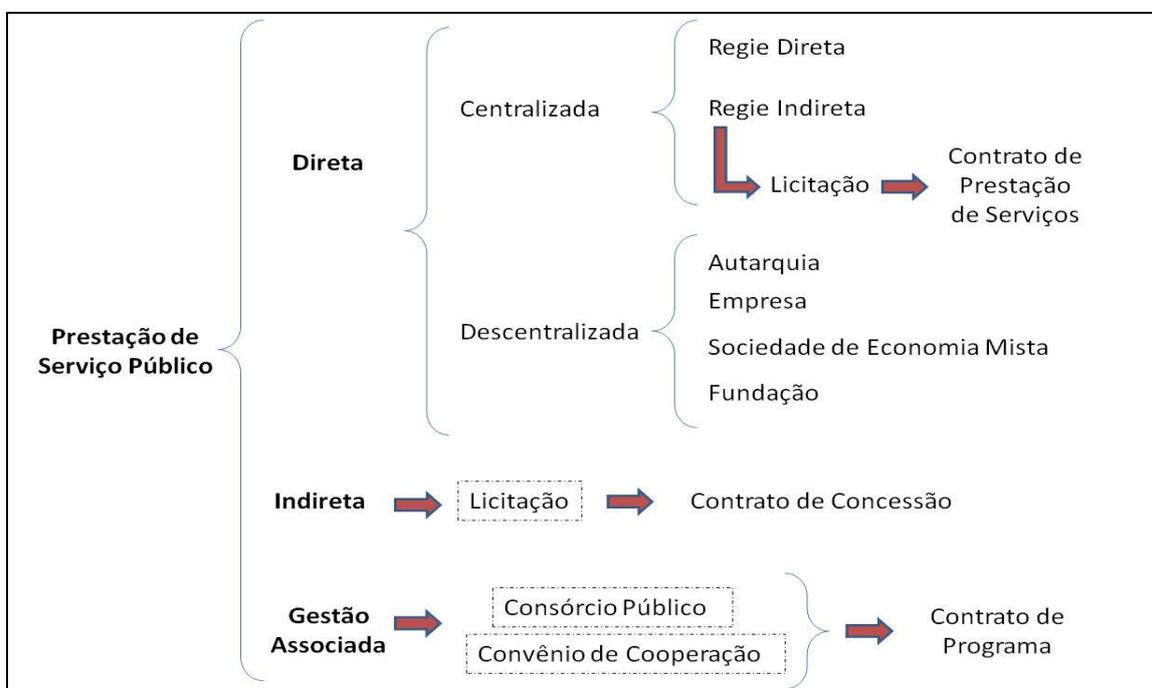
A gestão associada é uma forma de cooperação entre entes federativos, inclusive entre esferas diferentes, como a cooperação entre municípios ou entre municípios e estado, para desempenho de funções ou serviços públicos de interesse comum dos entes.

A gestão associada deve ser estabelecida em instrumento jurídico com determinação das bases de relacionamento, consórcios públicos e convênios de cooperação. O

convênio de cooperação é definida na Lei Federal nº 11.107 – Lei de Consórcios Públicos e para sua aplicação, precisa estar amparado por lei de cada um dos conveniados.

A Figura 10 apresenta as possibilidades de arranjos institucionais e de contratação direta, indireta e consorciada para a prestação dos serviços de saneamento.

**Figura 10 – Arranjos institucionais para a contratação da prestação dos serviços de saneamento**



Fonte: Ministério do Meio Ambiente (2015)

Qualquer que seja o arranjo institucional e a forma de contratação dos serviços (direta, indireta ou por gestão associada) que o município opte, a Lei nº 11.445/2007 determina que a prestação dos serviços de saneamento deverá ser baseada no planejamento e regulação, sendo esta condição necessária para a validade dos contratos, conforme apresentado a seguir.



## **Planejamento**

As Leis Federais nº 11.445/2007 e nº 12.305/2010 definem que o planejamento dos serviços de saneamento nos aspectos técnicos, operacionais, institucionais e econômicos, é obrigatório, sendo instrumento fundamental de gestão e condição necessária para a validade dos contratos que tenham como objeto a prestação desses serviços.

Por meio do Plano Municipal de Saneamento Básico, o município de Caxingó está instituindo as bases técnicas e as diretrizes que orientará os parâmetros para o planejamento dos serviços de saneamento no horizonte entre 2018 e 2037.

## **Regulação dos Serviços**

Segundo a Lei nº 11.445/2007, é responsabilidade do titular dos serviços de saneamento, definir os órgãos responsáveis pela regulação de cada um dos serviços. Nesse sentido fica a cargo do município definir o ente regulatório, bem como os procedimentos de sua atuação.

Desta forma a regulação dos serviços de saneamento poderá ser delegada pelo município a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do Estado, cabendo ao município definir a forma e os limites dessa regulação.

Os órgãos públicos responsáveis pela execução e regulação dos serviços devem editar normas relativas às dimensões técnica, econômica e social da prestação dos serviços. Em outras palavras, devem ser estabelecidos padrões e normas para que os serviços alcancem de forma eficiente as diretrizes e objetivos fixados.

As normas estabelecidas no município devem estar em consonância com a Legislação Federal, Estadual, a Legislação Mandatária do município na forma da Lei Orgânica e nas de outros planos correlatos.



## **Fiscalização dos Serviços**

Deverão ser estabelecidas normas para a prestação dos serviços de saneamento, assim como critérios e procedimentos para a execução dos serviços e a postura da população perante os seus direitos e responsabilidades.

Com base na definição de serviços adequados e em indicadores objetivos, a fiscalização deverá conferir e constatar, de forma direta ou indireta, a realização de toda a pauta de serviços, assim como a qualidade e as metas definidas no Plano Municipal de Saneamento Básico. Para tanto, a administração pública deverá ser dotada de instrumentos específicos e objetivos, de forma a permitir publicizar e dar transparência ao controle e efetividade dos serviços e prestados à população.

## **Controle Social**

O controle social deve ser estruturado desde o planejamento, estendendo-se ao controle da qualidade e à fiscalização dos serviços de saneamento. A participação da população, de forma direta, em canais específicos ou por meio de instrumentos de participação da sociedade, é fundamental no redesenho do modelo institucional de controle e fiscalização dos serviços.

De forma direta o controle social foi iniciado no processo de elaboração do Plano por meio das conferências e eventos com a população como ocorreu em Caxingó. Outros canais de participação e de diálogos permanentes podem ser desenvolvidos, através da criação de comitê de acompanhamento e reuniões sazonais nas localidades, por meio de serviço de atendimento à população, por pesquisas de opinião e outros instrumentos de participação direta que poderão ser institucionalizados pelo município, como conselhos participativos. Todos esses canais devem promover e incentivar a população a se reconhecer como atores corresponsáveis pelas mudanças no ambiente com maior participação na resolução de problemas que afetam a qualidade de vida e saúde, como é o caso do saneamento.



### **2.2.3 Definições Estratégicas para o município de Caxingó**

Com base nos princípios legais, o município deve elaborar a Política Municipal de Saneamento Básico e instituí-la por meio de projeto de lei, estabelecendo os seguintes ordenamentos:

- 1 – Definição institucional e organizacional da prestação de serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e manejo de resíduos sólidos.
- 2 – Instituição do Plano Municipal de Saneamento Básico como instrumento de gestão.
- 3 – Estabelecimento de diretrizes para arranjos institucionais com o Estado do Piauí e consorciamento intermunicipal.
- 4 – Definições técnicas gerais e estabelecimento de código de postura.
- 5 – Estabelecimento de mecanismos participativos de controle social e conselho municipal de saneamento.
- 6 – Definições dos órgãos públicos e secretarias responsáveis pela execução, fiscalização, regulação e controle dos serviços.
- 7 – Definições de diretrizes orçamentárias e mecanismos de cobrança pela prestação de serviços de saneamento – taxas e tarifas – conforme definidos no artigo 29 da Lei Federal nº 11.445/2007, inclusive para a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos e manejo de águas pluviais urbanas.



## **2.3 ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA O SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Este item apresenta os principais mananciais passíveis de utilização para o abastecimento de água na área de planejamento, definindo as alternativas para atendimento da população urbana e rural.

A prestação do serviço de abastecimento de água deve seguir as seguintes características: quantidade, qualidade, regularidade, eficiência e integralidade.

### **Quantidade**

Deve ser o suficiente para atender as necessidades básicas e de higiene. A ONU recomenda 120 L/hab.dia, o que tem sido considerado como meta para o Nordeste Brasileiro.

### **Qualidade**

Atendimento ao Padrão de Potabilidade, conforme estabelecido com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Essa Portaria dispõe sobre o padrão de potabilidade e os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano, incluindo os limites máximos admissíveis e também os pontos e a frequência de amostragem da água produzida ao final do tratamento e na rede de distribuição de água.

### **Regularidade**

Serviço disponível todo o tempo, sem variações de vazão e sem falta d'água.

### **Eficiência**

Combate ao desperdício da água, considerando também os produtos químicos utilizados no seu tratamento e o uso de energia elétrica.

### **Integralidade**

Existência de todas as unidades necessárias que compõem o sistema de abastecimento de água – SAA e nas dimensões corretas.

A implantação do sistema de abastecimento de água depende do manancial utilizado: subterrâneo e/ou superficial. Para o primeiro, são empregados poços tubulares



enquanto que para o segundo, são realizadas captações superficiais ou tomadas de água de rios, reservatórios ou lagoas.

O tratamento de água pode ocorrer conforme diversos arranjos: desde uma simples desinfecção (com adição de cloro) para o caso de captação subterrânea, ou o mais completo com floculação, decantação e filtração seguida de desinfecção por meio de cloro. Independentemente da solução técnica adotada, a água para abastecimento deve seguir rigorosamente o Padrão de Potabilidade, de acordo com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

Cabe destacar a responsabilidade do município quanto ao atendimento do padrão de qualidade da água para consumo humano:

#### *Das Competências dos Municípios*

*Art. 12. Compete às Secretarias de Saúde dos Municípios:*

*I - exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle da qualidade da água para consumo humano;*

*II - executar ações estabelecidas no VIGIAGUA, consideradas as peculiaridades regionais e locais, nos termos da legislação do SUS;*

*III - inspecionar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas no sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, notificando seus respectivos responsáveis para sanar a(s) irregularidade(s) identificada(s);*

*IV - manter articulação com as entidades de regulação quando detectadas falhas relativas à qualidade dos serviços de abastecimento de água, a fim de que sejam adotadas as providências concernentes a sua área de competência;*

*V - garantir informações à população sobre a qualidade da água para consumo humano e os riscos à saúde associados, de acordo com mecanismos e os instrumentos disciplinados no Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005;*

*VI - encaminhar ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano informações sobre surtos e agravos à saúde relacionados à qualidade da água para consumo humano;*

*VII - estabelecer mecanismos de comunicação e informação com os responsáveis pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água sobre os resultados das ações de controle realizadas;*

*VIII - executar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo humano*



*definidas no âmbito nacional e estadual;*

*IX - realizar, em parceria com os Estados, nas situações de surto de doença diarreica aguda ou outro agravo de transmissão fecal oral, os seguintes procedimentos:*

- a) análise microbiológica completa, de modo a apoiar a investigação epidemiológica e a identificação, sempre que possível, do gênero ou espécie de microorganismos;*
- b) análise para pesquisa de vírus e protozoários, quando for o caso, ou encaminhamento das amostras para laboratórios de referência nacional quando as amostras clínicas forem confirmadas para esses agentes e os dados epidemiológicos apontarem a água como via de transmissão; e*
- c) envio das cepas de Escherichia coli aos laboratórios de referência nacional para identificação sorológica;*

*X - cadastrar e autorizar o fornecimento de água tratada, por meio de solução alternativa coletiva, mediante avaliação e aprovação dos documentos exigidos no art. 14 desta Portaria.*

*Parágrafo único. A autoridade municipal de saúde pública não autorizará o fornecimento de água para consumo humano, por meio de solução alternativa coletiva, quando houver rede de distribuição de água, exceto em situação de emergência e intermitência.*

Fonte: Portaria nº 2.914/2011

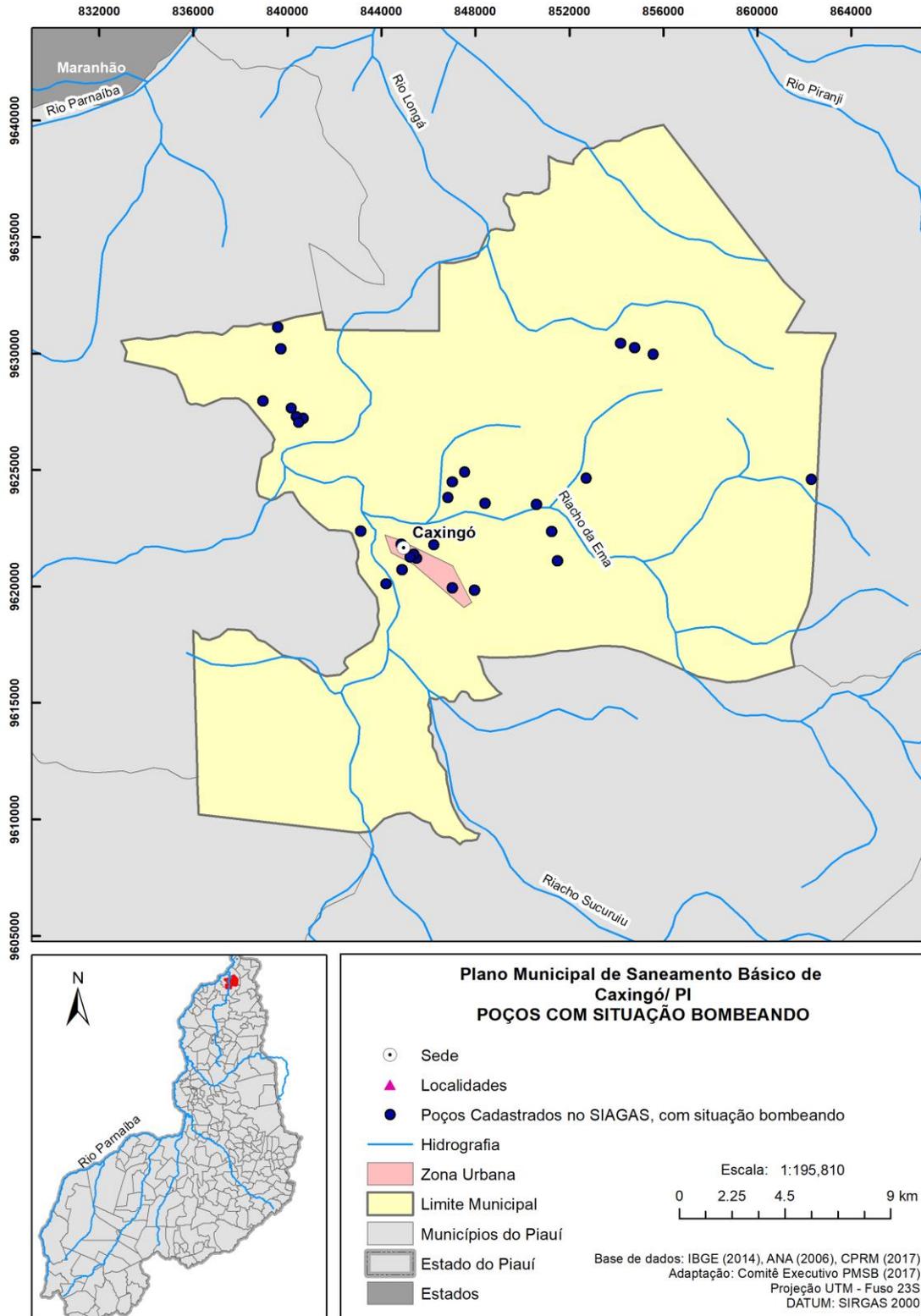
Na situação encontrada não ocorre o tratamento da água e a capacidade da estrutura de reservação não é suficiente para atender a população urbana de Caxingó, podendo resultar em riscos à saúde pública e irregularidades no abastecimento.

Para a proposição de soluções para o município de Caxingó foram analisados possíveis mananciais para abastecimento público, tanto subterrâneos como superficiais.

O município de Caxingó possui áreas com características aquíferas que alcançam vazões de exploração entre 25 a 50 m<sup>3</sup>/h, mas predomina no território, inclusive na Sede, uma região hidrogeológica pouco produtiva ou não aquífera, o que pode influenciar em baixas vazões nos poços ali perfurados (Figura 11).

Quanto aos cursos d'água superficiais o principal e que dá nome a bacia onde se localiza o município, é o rio Longá. De maneira geral os cursos d'água dessa bacia tem baixa disponibilidade hídrica, com exceção do rio Longá que em sua foz conta com uma vazão de permanência (Q<sub>90%</sub>) igual a 2,48 m<sup>3</sup>/s (SEMAR, 2010).

Figura 11 – Mapa de hidrogeologia e poços bombeando



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



O rio Longá vem sendo utilizado para o abastecimento da sede municipal, mas em alguns períodos do ano tem sido necessário o reforço dessa captação através de um poço tubular. Deve-se notar que as estruturas implantadas atualmente são precárias resultando em água distribuída sem qualidade, quantidade e regularidade adequadas.

A proposição é a realização de reforma e adequação das estruturas existentes, devendo ser obedecidos os parâmetros da boa engenharia quanto ao projeto, construção e operação.

Analisou-se também como alternativa uma captação superficial no rio Parnaíba no município de Murici dos Portelas, que apresenta no ponto analisado uma disponibilidade hídrica ( $Q_{95\%}$ ) igual 299,9 m<sup>3</sup>/s (SNIRH, 2014). A proposição refere-se à implantação de um Sistema Integrado, ou seja, uma única captação que atenderia ambos os municípios, Caxingó e Murici dos Portelas. O ponto analisado para captação encontra-se a 27 km de distância da sede em linha reta. Em virtude da distância deve-se analisar a viabilidade técnica e econômica da execução do sistema de adução.

Com base nos mananciais disponíveis são realizadas as proposições para a área urbana e rural do município de Caxingó.

### 2.3.1 Zona Urbana

As proposições para a área urbana de Caxingó são apresentadas no quadro a seguir.

**Quadro 11 – Proposições para o abastecimento de água da área urbana do município de Caxingó**

Diretriz	Proposição
Universalização	Manter a captação superficial no rio Longá e utilizar o poço tubular como reserva estratégica. Deverá ser realizada uma reforma em ambas as estruturas para adequá-las as normas técnicas.
	Implantar sistema adequado de tratamento da água de forma a atender os padrões de potabilidade de água previstos na Portaria nº 2.914/2011.
	Implantar estrutura(s) de reservação com capacidade suficiente para atender a demanda da população.
	Implantar rede de distribuição de forma a cobrir toda a área urbana atual além de acompanhar o crescimento da cidade previsto no horizonte de planejamento.



**Continuidade do Quadro 11 – Proposições para o abastecimento de água da área urbana do município de Caxingó**

<b>Diretriz</b>	<b>Proposição</b>
Uso sustentável da água	Organizar a distribuição de água em setores de forma a permitir maior eficiência e controle dos volumes de água distribuídos e ações eficazes de controle de perdas.
	Corrigir os pontos críticos de baixa pressão para garantir que todos os setores recebam água de forma adequada.
	Implantar macromedidores na saída da ETA e Reservatórios para aferir a vazão no sistema e controlar as perdas.
	Implantar hidrômetros para avaliar o consumo dos usuários de forma a auxiliar nos programas de conscientização do uso sustentável da água.
	Realizar a manutenção das estruturas periodicamente.

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

**2.3.2 Zona Rural**

As proposições para a área rural de Caxingó são apresentadas no quadro a seguir.

**Quadro 12 – Proposições para o abastecimento de água da área rural do município de Caxingó**

<b>Diretriz</b>	<b>Proposição</b>
Universalização	Realizar estudo hidrogeológico para avaliar a capacidade dos poços instalados e a necessidade da perfuração de novos para atender a demanda da população.
	Implantar sistema adequado de tratamento da água de forma a atender os padrões de potabilidade de água previstos na Portaria nº 2.914/2011. Quando necessário, prever a instalação de sistema de dessalinização.
	Implantar estrutura de reservação com capacidade suficiente para atender a demanda da população.
	Implantar rede de distribuição para atender a população de aglomerações rurais.
	Implantar cisternas nos domicílios onde a população se encontra dispersa.
Uso sustentável da água	Implantar hidrômetros para avaliar o consumo dos usuários de forma a auxiliar nos programas de conscientização do uso sustentável da água.
	Realizar a manutenção das estruturas periodicamente.

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

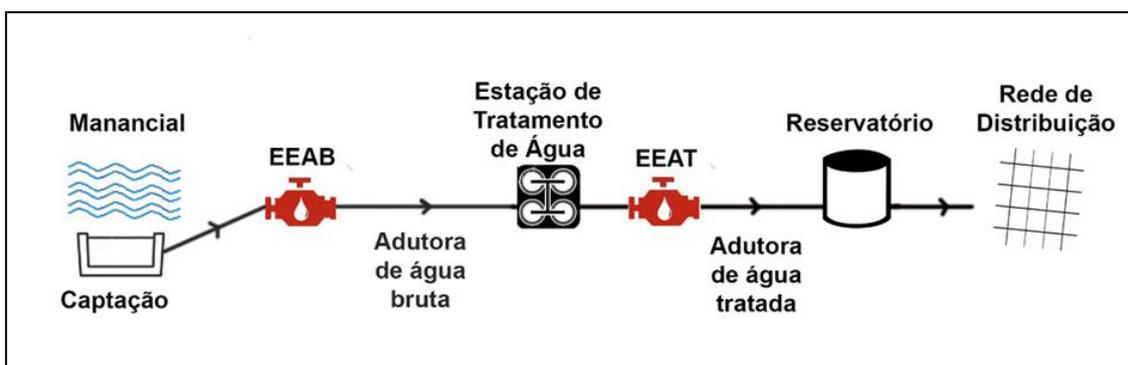
### 2.3.3 Critérios técnicos a serem observados nos sistemas de abastecimento de água

As estruturas implantadas ou a serem implantadas no município deverão atender os critérios e parâmetros da boa engenharia quanto ao projeto, operação e manutenção.

#### Sistema de Abastecimento de Água (SAA) composto de captação superficial

Quando proveniente de mananciais superficiais o sistema de abastecimento de água deverá ser composto pelas seguintes unidades: captação, tratamento, adução, reservação, rede de distribuição, hidrômetro e ligação predial. A figura a seguir apresenta um esquema básico das estruturas que devem compor esse sistema.

Figura 12 – Croqui de um sistema de abastecimento de água a partir de captação superficial



Nota: EEAB: Estação Elevatória de Água Bruta; EEAT: Estação Elevatória de Água Tratada.  
Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Os sistemas de abastecimento dotados de mananciais superficiais devem seguir as seguintes normas:

- NBR 12.211 – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água.
- NBR 12.213 – Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público.
- NBR 12.214 – Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público.
- NBR 12.215 – Projeto de adutora de água para abastecimento público.



- NBR 12.216 – Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público.
- NBR 12.217 – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público.
- NBR 12.218 – Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.
- NBR 12.586 – Cadastro de sistema de abastecimento de água

A descrição de cada estrutura que compõe o sistema de abastecimento de água a partir de mananciais superficiais é apresentada a seguir:

- **Captação:** consiste na estrutura responsável pela extração de água do manancial, a fim de torná-la disponível para seu transporte para os locais de utilização. Pode ser de diferentes formas em função do tipo de manancial. Quando se refere à captação em manancial de superfície, devem ser consideradas as características físicas do curso d'água e de suas margens, bem como as variações sazonais de vazão, uma vez que se trata de uma unidade de muita responsabilidade no sistema e sujeita à ação de intempéries.
- **Estação Elevatória de Água - EEA:** conjunto de estruturas e equipamentos destinado a energizar a água, com a finalidade de efetuar a sua elevação de nível e compensar as perdas de carga na linha, podendo ser utilizada para adução de água bruta ou tratada. No caso particular onde a pressão de montante é superior à atmosférica, a estação elevatória passa a ter a designação de Booster (estação impulsadora).
- **Adutora de Água Bruta – AAB:** canalização que transporta água da captação para a estação de tratamento, podendo funcionar por gravidade, recalque ou ambos. As adutoras de água bruta conduzem água não tratada para a Estação de Tratamento de Água (ETA) por meio da Estação Elevatória de Água Bruta.
- **Estação de Tratamento de Água – ETA:** conjunto de estruturas e equipamentos destinado a alterar as características físicas, químicas e/ou



biológicas da água captada, de forma a torná-la adequada ao uso. Para proteger a saúde da população consumidora devem ser respeitados os padrões de potabilidade da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. As principais estruturas de uma Estação de Tratamento de Água do tipo convencional são:

**Pré-desinfecção:** a primeira etapa do tratamento aplicado à água bruta que chega a ETA representada pelo processo de pré-cloração ou pré-desinfecção. Esta etapa consiste na adição de desinfectante, normalmente cloro gasoso, visando uma eliminação preliminar de microorganismos patogênicos.

**Coagulação/Floculação:** este processo tem como objetivo transformar as impurezas que se encontram em suspensão fina, em estado coloidal ou em solução em partículas maiores (flocos) para que possam ser removidas por sedimentação e/ou filtração ou, em alguns casos, por flotação. A coagulação e a floculação constituem a parte mais delicada do tratamento convencional de água para abastecimento, pois qualquer falha nessa fase pode acarretar grandes prejuízos na qualidade da água e no custo do produto distribuído à população.

**Decantação:** após passagem pelo floculador a água segue para tanques de decantação, onde passa em baixa velocidade permitindo que os flocos formados na floculação se depositem no fundo, deixando a água clarificada.

**Filtração:** nesta fase a água passa por diferentes camadas filtrantes onde ocorre a retenção dos flocos menores que não sedimentaram na decantação. A água então fica livre das impurezas e passa a ter um aspecto cristalino.

**Desinfecção final:** é o processo de tratamento que visa à eliminação dos germes patogênicos eventualmente presentes na água por meio da aplicação de agentes desinfetantes específicos.

**Fluoretação:** etapa adicional, pois o produto aplicado possui a função de colaborar para redução da incidência da cárie dentária na população.

- **Adutora de Água Tratada – AAT:** canalização que transporta água da Estação de Tratamento, para o reservatório ou para a rede de distribuição, podendo funcionar por gravidade, recalque ou ambos. Excepcionalmente, a canalização que transporta água de um reservatório ou uma adutora para outro reservatório ou rede de distribuição pode ser designada de subadutora. As adutoras são de extrema importância para o sistema de abastecimento, principalmente quando constituídas de uma só linha, já que qualquer interrupção afetará o abastecimento à população, com consequências significativas. Algumas diferenças com referências às adutoras são destacadas:

**Adutora por recalque:** utilizada quando o local de destino da água é mais elevado do que a unidade de origem, tornando-se necessário a utilização de conjunto motobomba.

**Adutoras por gravidade:** divididas em conduto livre ou conduto forçado. No primeiro caso, a água escoar sempre em declive, mantendo uma superfície livre sob o efeito da pressão atmosférica. Os condutos podem ser abertos ou fechados, não funcionando com seção plena (totalmente cheios). Na adutora por gravidade em conduto forçado a pressão interna, permanentemente superior à pressão atmosférica, permite a água mover-se, quer em sentido descendente quer em sentido ascendente, graças à existência de uma carga hidráulica.

- **Reservatório:** conjunto de estruturas e equipamentos destinado a armazenar a água, de forma a amortizar as flutuações cíclicas e sazonais de consumo, acondicionar as pressões disponíveis ou garantir a regularidade de produção e distribuição. Deve possuir capacidade de volume suficiente para acompanhar a variação horária de vazões. Os reservatórios podem ser de diferentes formas, em função de sua posição no terreno (apoiado, elevado, semienterrado,

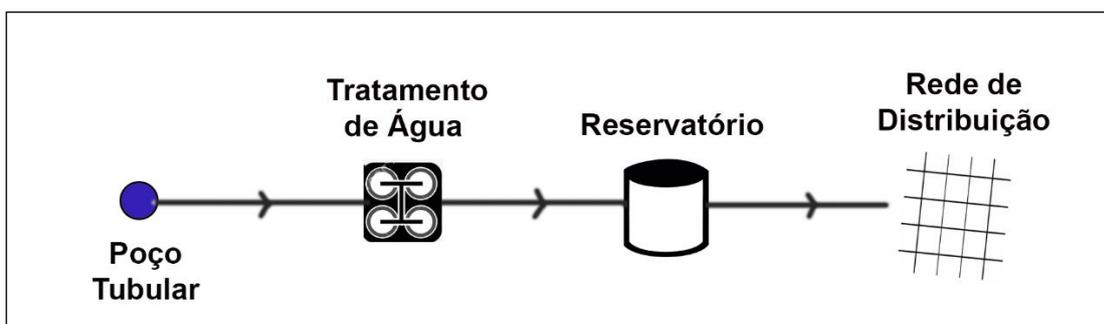
enterrado) e de sua posição em relação à rede de distribuição (de montante ou de jusante).

- **Rede de distribuição:** canalização destinada a transportar a água do reservatório ou adutora para os ramais prediais, compreendendo as linhas principais (que abrangem as linhas-tronco e os anéis) e as linhas secundárias. A rede de distribuição é composta por tubulações, conexões e peças especiais, localizadas nos logradouros públicos, com a função de distribuir água até as residências, estabelecimentos comerciais, indústrias e locais públicos. Podem assumir configurações simples até extremamente complexas, em função do porte, da densidade demográfica, da distribuição e da topografia da área abastecida.
- **Ramal predial:** canalização compreendida entre a rede de distribuição e o medidor ou controlador de vazão (hidrômetro) da instalação hidráulica do consumidor final. Esta ligação configura-se por uma derivação da água da rede de distribuição por meio de instalações assentadas na via pública ou em propriedade privada até a instalação predial.

### **Sistema de Abastecimento de Água (SAA) composto de captação subterrânea**

As estruturas básicas que compõem um sistema de abastecimento de água a partir de captação de água subterrânea são apresentadas no esquema a seguir.

**Figura 13 – Croqui de um sistema de abastecimento de água a partir de captação por poço tubular**



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



A sistemática para a definição do manancial subterrâneo visando a construção de poços para abastecimento de água, pressupõe as seguintes etapas de estudos técnicos prévios para se ter condições de definir a localização do poço e o projeto básico:

- Estudos de geologia e hidrogeológicos para definição de manancial subterrâneo;
- Estudos de locação do poço;
- Elaboração do Projeto Básico do Poço

Para a perfuração de poços tubulares devem ser seguidas as seguintes normas:

- NBR 12.211 – Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água – procedimento
- NBR 12.212 – Projeto de poço para captação de água subterrânea
- NBR 12.244 – Construção de poço para captação de água subterrânea

A área de captação deve ser totalmente cercada, impedindo a entrada de pessoas estranhas e animais. Os poços devem possuir laje de concreto na sua base com declividade do centro para as bordas, com espessura mínima de 15 cm e área não inferior a 1,0 m<sup>2</sup>. A coluna de tubos deve ficar saliente, no mínimo, 50 cm da laje.

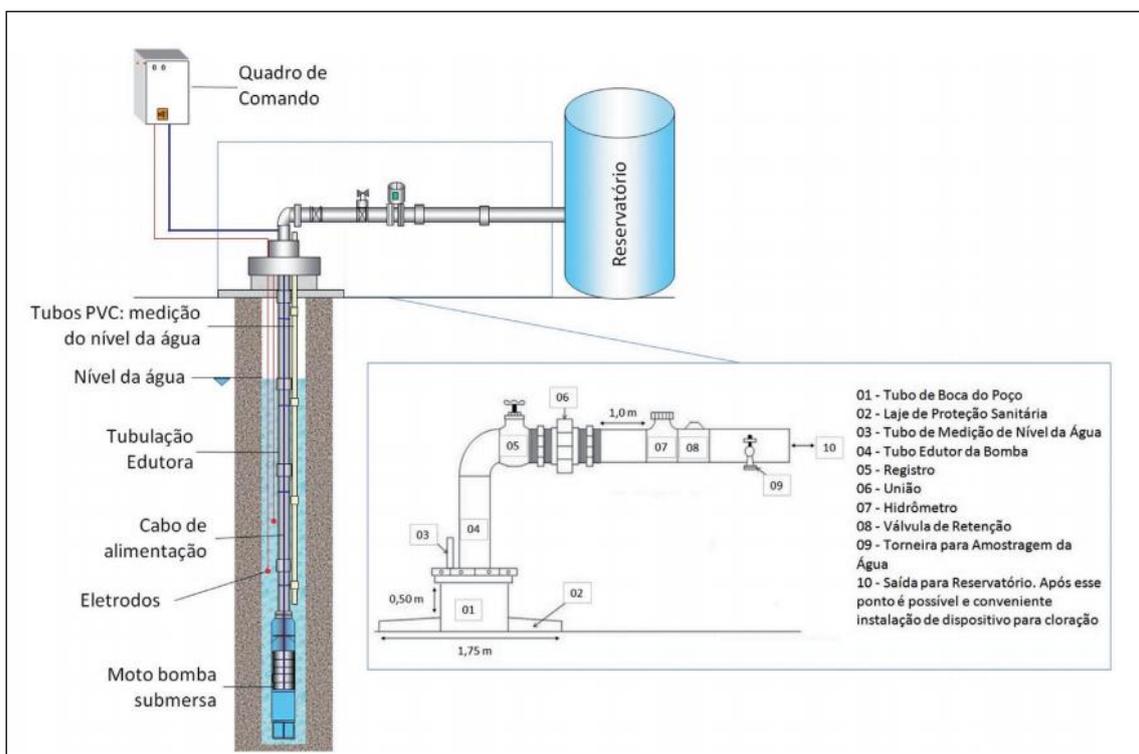
O poço tubular deverá possuir equipamentos e materiais adequados para sua plena operação (Figura 14):

- conjunto moto bomba submersível;
- quadro elétrico de comando e proteção;
- cabo elétrico que interliga a bomba no interior do poço ao quadro;
- tubulação edutora, geralmente em aço galvanizado, PVC ou até mesmo em mangueiras flexíveis. Essa tubulação conecta a bomba ao cavalete, e é por onde sai a água bombeada;
- cavalete, montado na superfície e conectado à rede adutora. Normalmente construído em material de aço galvanizado. As peças de conexão em geral

são: tubo, união, curva, registro de gaveta (controle de abertura ou fechamento do fluxo de água), ventosa (retirada de ar), saída lateral (descarga) e válvula de retenção para evitar retorno de água. O cavalete se conecta a tubulação adutora até o reservatório e não deve estar ligado diretamente à rede de distribuição.

- tubulação para medição do nível d'água, usualmente um tubo em aço ou PVC de 20 mm;
- eletrodos de proteção de níveis, instalados para ligar e desligar a bomba em função do nível de água, sendo sua operação uma proteção básica do grupo moto bomba.

**Figura 14 – Esquema de instalação de equipamento de bombeamento em poço tubular**



Fonte: GIAMPÁ & GONÇALES (2015)

Os poços tubulares quando adequadamente construídos garantem uma água de melhor qualidade comparada às águas superficiais. Mesmo assim, para que a água chegue ao consumidor final livre de microrganismos há a necessidade da sua desinfecção além da manutenção de um teor mínimo de cloro residual em toda a



extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede), conforme determina a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

Atualmente, cinco agentes de desinfecção são comumente usados no tratamento de água potável (HOWE *et. at.*, 2016):

- Cloro livre;
- Cloro combinado (também conhecido como cloramina);
- Dióxido de cloro;
- Ozônio; e
- Luz ultravioleta (UV).

O processo de desinfecção mais aplicado nos sistemas de abastecimento de água, em todo o mundo, é o que emprega o cloro ou produtos à base de cloro como agentes desinfetantes (FUNASA, 2014).

Deve-se notar que algumas técnicas de desinfecção, por sua simplicidade, não são capazes de controlar a dosagem do agente de desinfecção e o tempo de contato mínimo, sendo apenas indicadas para pequenas comunidades rurais. Como exemplo cita-se o clorador de pastilha, que apesar de ser comumente empregado nas áreas urbanas dos municípios do Estado do Piauí, deveria apenas ser utilizado como solução alternativa em pequenos sistemas rurais.

A unidade de tratamento de água a ser utilizada no município deverá obedecer às diretrizes da Norma NBR 12.216 – Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público. Para as águas provenientes de mananciais subterrâneos a norma estabelece o tratamento mínimo necessário em função do estado de proteção da bacia e da qualidade da água bruta (concentração de DBO, coliformes, pH, cloretos e fluoretos).

A escolha dependerá, portanto, da análise da situação dos poços existentes e daqueles a serem perfurados, caso haja necessidade. Os tratamentos mínimos previstos pela NBR 12.216 para as águas de mananciais subterrâneos são:



- Desinfecção e correção do pH;
- Desinfecção, correção do pH e:
  - a) Decantação simples, para água contendo sólidos sedimentáveis, quando, por meio desse processo, suas características se enquadrarem nos padrões de potabilidade; ou
  - b) Filtração, precedida ou não de decantação, para águas de turbidez natural, medida na entrada do filtro, sempre inferior a 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) e cor sempre inferior a 20 unidades, referidas aos Padrões de Platina.

### **Setorização da rede de distribuição**

A rede de distribuição precisa ser setorizada para controlar as perdas físicas e comerciais. Para realizar o controle da produção e distribuição no sistema de abastecimento é necessária a instalação de aparelho macromedidor para aferir a vazão de água que sai dos reservatórios para cada setor de abastecimento da rede de distribuição.

A setorização integra interligações de redes existentes, construções de novas redes, mapeamentos de pressão, pesquisas de vazamento, mapeamento do sistema para o bombeamento adequado às regiões da cidade, entre outras intervenções.

Esse sistema também permite a realização de manobras e intervenções, sem deixar de atender parte ou todo o sistema, delimitando a intervenção somente onde é necessário, reduzindo a população não atendida. Objetiva, ainda, minimizar a quantidade de vazamentos na rede de distribuição, além de diminuir o intervalo no desabastecimento, caso haja necessidade de algum reparo na rede.

### **Sistema de Abastecimento de Água (SAA) para áreas rurais**

Para atender a população de aglomerados da zona rural, propõem-se sistemas coletivos compostos por captação, tratamento, adução, reservação, rede de distribuição, hidrômetro e ligação predial, com configuração semelhante à de áreas urbanas consolidadas, como descrito anteriormente.



Para o tratamento da água nos pequenos aglomerados rurais, considerados nesse estudo como as localidades com população até 160 habitantes, sugere-se o uso do clorador simplificado desenvolvido pela Funasa<sup>1</sup>.

O clorador simplificado foi desenvolvido para ser utilizado em tratamento de volumes fixos de água proveniente de manancial subterrâneo, captada por meio de poços tubulares profundos, rasos ou escavados. Utiliza como desinfetante solução de hipoclorito de cálcio ou hipoclorito de sódio.

A Funasa desenvolveu dois modelos utilizados em situações diferentes de operação:

- O modelo “A” é recomendado para sistemas onde a operação é manual e o reservatório enche rapidamente. Entende-se por operação manual, quando a energia elétrica utilizada para acionar a bomba d’água provém de grupo gerador a diesel ou rede elétrica.
- O modelo “B” é recomendado para sistemas automatizados, inclusive aqueles que funcionam com energia solar; possuem pouca vazão e o reservatório demora um pouco mais para encher. Os sistemas automatizados são aqueles que funcionam sem a intervenção constante do operador do sistema. Exemplo: sistemas que funcionam com energia solar ou elétrica.

O Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades (FUNASA, 2014) traz detalhes da montagem e operação de ambos os modelos.

Para os locais da zona rural onde a população se encontre muito dispersa - e dessa forma inviabilizando a adoção de soluções coletivas - sugere-se a implantação de Cisternas Modelo Funasa<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Para maiores detalhes consultar o Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades, disponível em: [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf)

<sup>2</sup> Para maiores detalhes consultar a página da internet da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA: <http://www.funasa.gov.br>. No Programa Institucional de Melhorias Sanitárias Domiciliares podem ser obtidos especificações técnicas e projetos de diversos tipos de cisternas.

Essas cisternas têm como função o armazenamento de água de chuva coletada dos telhados das casas por meio de calhas. Uma cisterna com capacidade de até 16 mil litros pode garantir o suprimento de água para atender as necessidades básicas de uma família de 5 pessoas, por um período de 6 a 8 meses (FUNASA, 2013).

Os tipos de cisternas podem variar de acordo com os materiais utilizados (concreto, argamassa armada, polietileno) e das técnicas de construção utilizadas. Na figura a seguir são apresentados dois exemplos de modelos de cisternas.

**Figura 15 – Exemplos de cisterna em polietileno e em concreto**



Fonte: Jornal Rota 232 (2013); FUNASA (2016)

## **2.4 ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

Após o uso da água potável nas casas, comércio e na cidade como um todo, é gerado o esgoto sanitário que precisa ser coletado, afastado e tratado para evitar o contato das pessoas e conseqüentemente, doenças que podem afetar a qualidade de vida dos indivíduos.

Os serviços de coleta, afastamento e tratamento do esgoto produzido tem como objetivo a redução da morbimortalidade, principalmente a infantil, em razão das doenças e outros agravos ocasionados pela falta ou inadequação das condições de esgotamento sanitário.



Atualmente o município de Caxingó não possui sistema coletivo de esgotamento sanitário, desta forma a população destina seu esgoto prioritariamente a fossas sépticas, o que pode resultar em contaminação e poluição do ambiente, com sérios riscos a saúde pública, caso esses dispositivos não sejam adequadamente construídos e operados.

As alternativas técnicas para o sistema de esgotamento sanitário são apresentadas a seguir, para as zonas urbana e rural.

#### **2.4.1 Zona urbana**

As proposições para a zona urbana de Caxingó são apresentadas no quadro a seguir.

#### **Quadro 13 – Proposições para o esgotamento sanitário da área urbana do município de Caxingó**

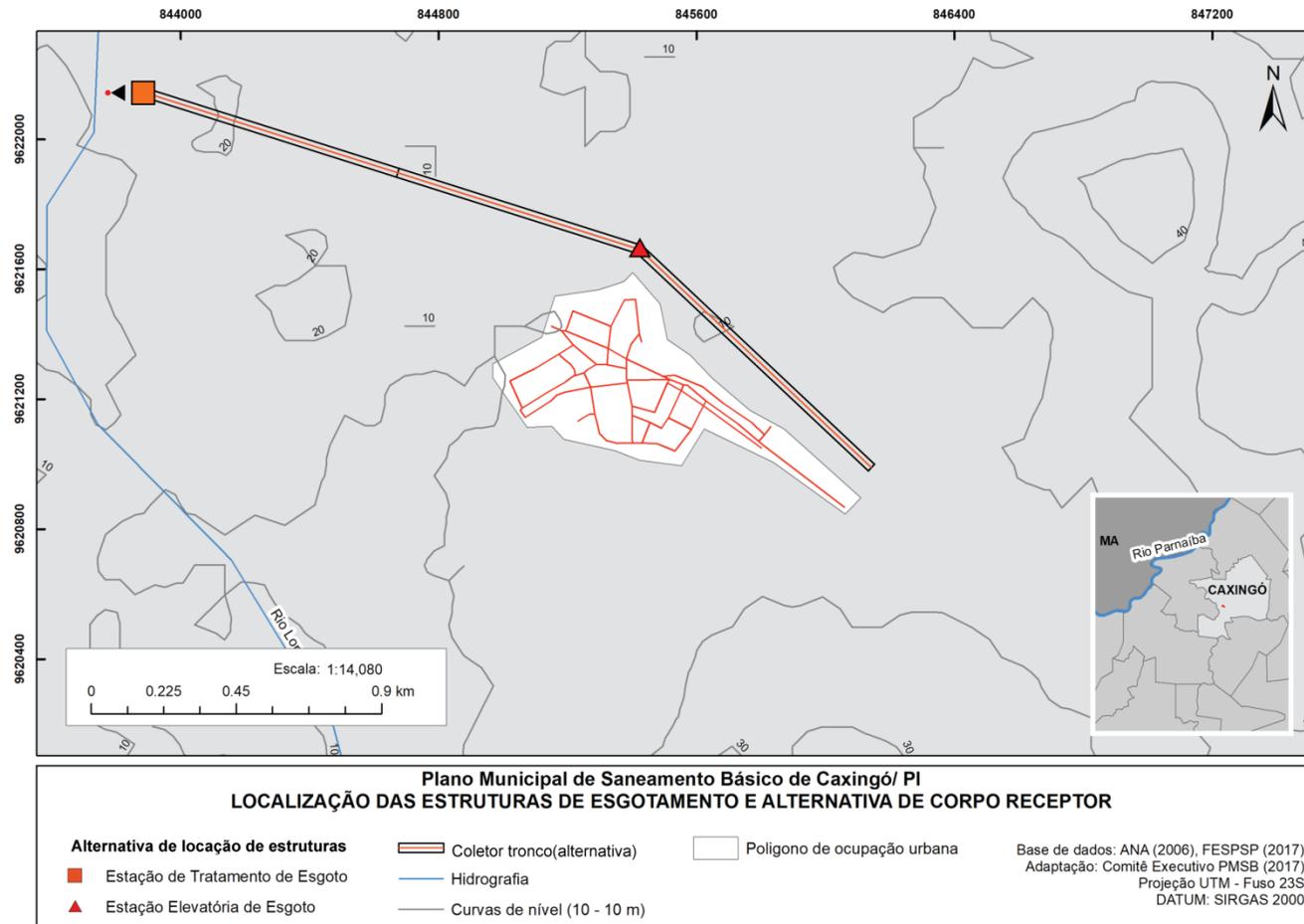
<b>Proposição</b>
Implantar sistema completo de esgotamento sanitário composto por ligação predial, rede coletora, coletor tronco, estação elevatória, tratamento e disposição final.
Quando da operação da ETE realizar o monitoramento da qualidade do esgoto bruto e tratado.
Realizar a manutenção das estruturas de forma periódica.
Não permitir a realização de ligações clandestinas de águas pluviais na rede coletora de esgoto, quando a mesma estiver implantada, por meio de fiscalização e campanhas de conscientização da população.

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Analisando por meio de softwares de geoprocessamento as curvas de nível e fundos de vale existentes no município de Caxingó realizou-se uma avaliação preliminar do possível traçado das redes coletoras principais e dos coletores tronco, além da identificação da localização da estação de tratamento de esgoto (Figura 16).

Avaliou-se como possível corpo receptor o curso d'água do rio Longa.

Figura 16 – Estudo preliminar indicando o possível traçado do sistema coletor principal e de localização da estação de tratamento



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



## 2.4.2 Zona Rural

As proposições para a área rural de Caxingó são apresentadas no quadro a seguir.

### Quadro 14 – Proposições para o esgotamento sanitário da área rural do município de Caxingó

Proposição
Para a população que se encontra agrupada no território rural propõem-se implantar sistema completo de esgotamento sanitário composto por ligação predial, rede coletora, coletor tronco, estação elevatória, tratamento e disposição final.
Para a população dispersa da área rural propõem-se implantar soluções unidomiliares.
Realizar a manutenção das estruturas de forma periódica.

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

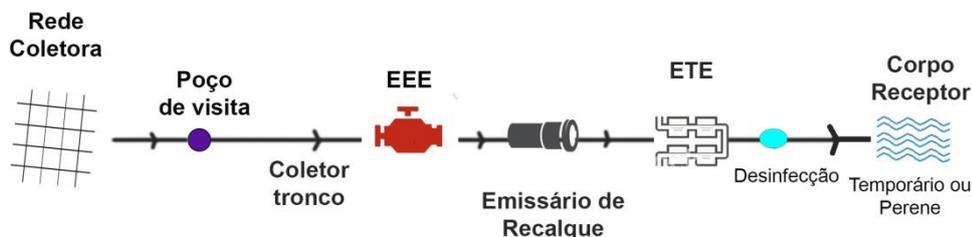
## 2.4.3 Critérios técnicos a serem observados nos sistemas de esgotamento sanitário

As estruturas implantadas ou a serem implantadas no município deverão atender os critérios e parâmetros da boa engenharia quanto ao projeto, operação e manutenção.

### Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) para zona urbana

O sistema de esgotamento sanitário deve ser composto por ligação predial, rede coletora (cor ocre, linha PVC esgoto sanitário – em PVC rígido, dimensionados para trabalharem enterrados e sem pressão), linha de recalque (Tubo PVC de FoFo, PB, JE), estação elevatória, ligações domiciliares e estação de tratamento (lagoas de estabilização anaeróbia e facultativa, ou outros processos que se adequem à realidade local). A figura a seguir apresenta um esquema básico das estruturas que devem compor o sistema de esgotamento sanitário.

**Figura 17 – Sistema de Esgotamento Sanitário para áreas urbanas**



Nota: EEE: Estação Elevatória de Esgoto; ETE: Estação de Tratamento de Esgoto  
 Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Os estudos, projetos e execução dos sistemas de esgotamento sanitário devem seguir as seguintes normas:

- NBR 9648 – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário
- NBR 9649 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário
- NBR 9814 – Execução de rede coletora de esgoto sanitário
- NBR 12.207 – Projeto de interceptores de esgoto sanitário
- NBR 12.208 – Projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário
- NBR 12.209 – Projeto de estações de tratamento de esgoto sanitário

A infraestrutura de um sistema de esgotamento sanitário é composta por unidades de coleta, transporte, tratamento e disposição final no corpo d'água. A seguir são descritas as principais estruturas.

- **Ramal Predial:** conjunto de tubos, peças, conexões e equipamentos que integra a rede pública à instalação predial do usuário. A instalação predial são os elementos internos ao imóvel de responsabilidade do proprietário ou usuário.
- **Rede Coletora:** é um conjunto constituído pelos coletores de esgoto e unidades acessórias.



- **Coletor de Esgoto:** tubulação do sistema de esgotamento sanitário que recebe a contribuição de esgoto dos ramais prediais em qualquer ponto ao longo de sua extensão.
- **Coletor Tronco:** tubulação que recebe apenas a contribuição de esgoto de outros coletores.
- **Coletor Principal:** coletor de esgoto de maior extensão dentro de uma mesma bacia.
- **Poços de Visita:** é um poço que através de abertura existente em sua parte superior, permite o acesso de pessoas e equipamentos para executar serviços de manutenção, compreendendo atividades de inspeção, conservação, reparos, desobstrução e limpeza dos condutos.
- **Estação Elevatória de Esgoto:** são instalações com o objetivo de bombear os esgotos de um ponto baixo para outro de cota mais elevada, permitindo que a partir desse ponto, os esgotos possam fluir por gravidade. As Estações Elevatórias são utilizadas quando as profundidades das tubulações tornam-se elevadas, devido à baixa declividade do terreno e devido à necessidade de se transpor uma elevação do terreno.
- **Emissários:** são canalizações destinadas a conduzir os esgotos a um destino conveniente sem receber contribuições ao longo do seu percurso.
- **Estação de Tratamento de Esgotos:** conjunto de instalações destinadas à depuração dos esgotos, antes do seu lançamento nos cursos d' água, evitando a deterioração da qualidade dessa água e conseqüente ameaça à saúde da população.
- **Emissário Final:** canalização que recebe o efluente tratado pela Estação de Tratamento de Esgoto em sua extremidade a montante e conduz para o corpo



receptor até o ponto de lançamento, onde este esgoto tratado é lançado ao meio ambiente.

- **Corpo Receptor:** é o curso ou massa de água onde é lançado o efluente final do Sistema de Esgotamento Sanitário.

As instalações pertencentes ao sistema de esgotamento sanitário são representadas por estruturas operacionais relacionadas à operação e manutenção do sistema. As unidades administrativas que também compõem as instalações são locais com estrutura e equipamentos necessários para o desenvolvimento de ações de controle e para o suprimento de recursos necessários para o desenvolvimento das atividades de expansão e operação. Por último, o Sistema de Esgotamento Sanitário conta ainda com unidades de gestão para o exercício de planejamento, coordenação e aplicação das políticas relacionadas ao sistema de esgotamento sanitário.

### **Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) para zona rural**

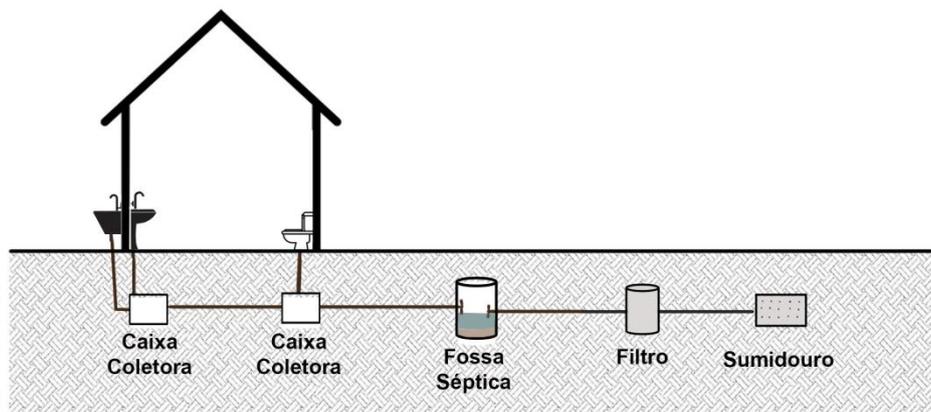
Para atender a população de aglomerados da zona rural propõem-se sistemas coletivos compostos por ligação predial, rede coletora e tratamento, com configuração semelhante à de áreas urbanas consolidadas, como descrito anteriormente.

Para os locais na zona rural com menos de 150 habitantes ou onde a população encontra-se dispersa inviabilizando a adoção de soluções coletivas, sugere-se a implantação de soluções unidomiliares como fossas sépticas e sumidouros. Para os tanques sépticos existem as seguintes normativas:

- NBR 7229 – Projeto construção e operação de sistemas de tanques sépticos
- NBR 13.969 – Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos

A figura a seguir apresenta um esquema básico das estruturas que compõem as soluções unidomiliares ou para pequenas comunidades.

**Figura 18 – Solução unidomiciliar para pequenas comunidades**



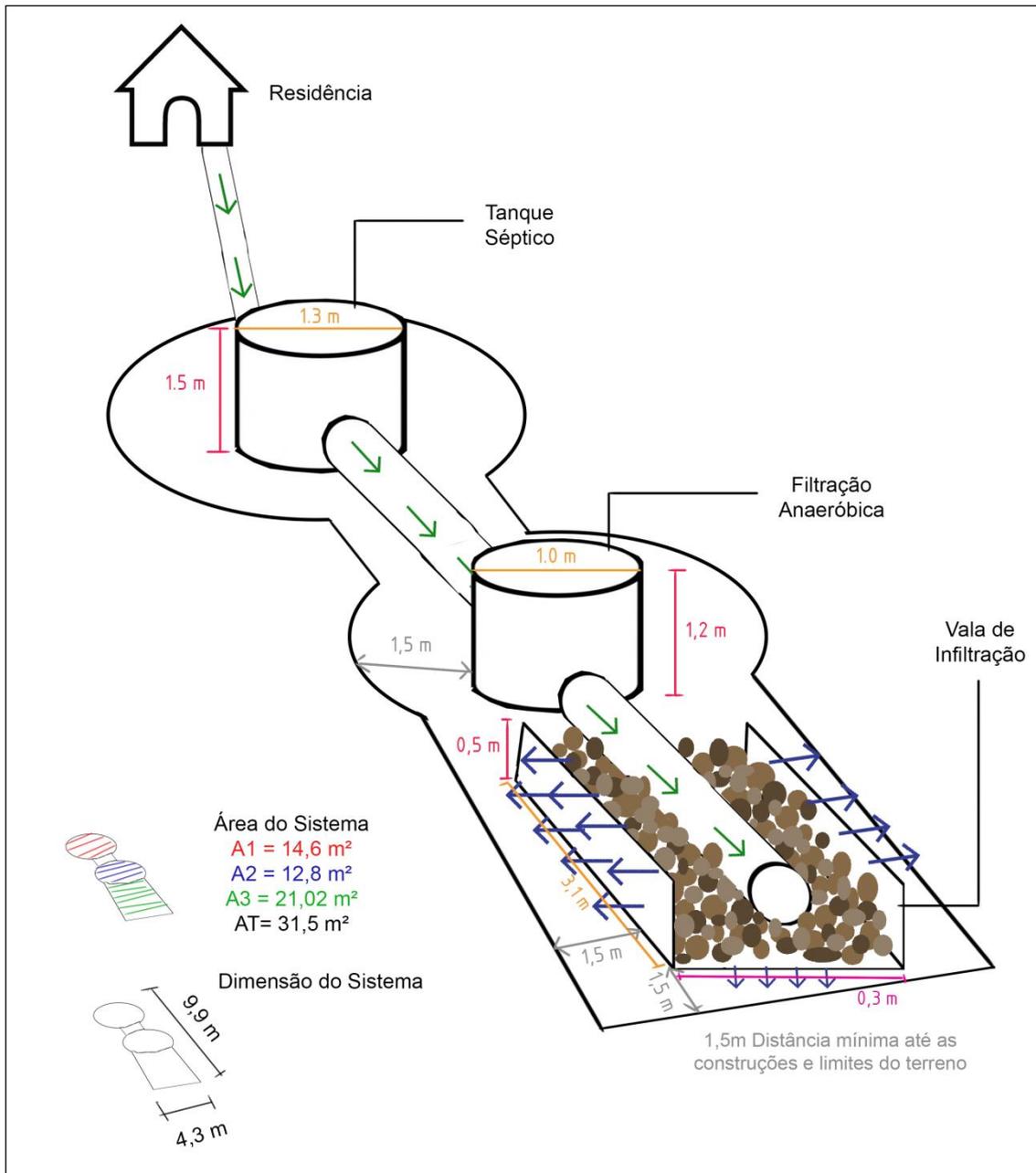
Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Para a implantação das soluções unidomiciliares o terreno deve possuir espaço suficiente para a instalação e acesso para manutenção das estruturas. Os esquemas a seguir ilustram a área necessária para os dispositivos conforme a configuração.





Figura 21 – Tanque séptico, filtro e vala de infiltração



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Eventualmente é possível utilizar fossas sépticas maiores que atendam um grupo de casas, mas a população não pode ser maior que 100 pessoas, porque seria necessária uma área muito grande para promover a infiltração do esgoto tratado no solo.



## **2.5 ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA**

A infraestrutura de drenagem urbana tem por finalidade efetuar o manejo das águas pluviais, evitando danos à saúde pública e prejuízos às atividades econômicas, causados pelas inundações. Outro objetivo importante é evitar o empoçamento das águas das chuvas, que podem favorecer a disseminação de enfermidades como a dengue e a febre amarela. Trata-se do componente do saneamento mais frágil tecnicamente, pois não há normas brasileiras para sua regulação.

As unidades convencionais de drenagem são compostas por dois sistemas distintos que são planejados e projetados sob critérios diferenciados: o sistema inicial de drenagem, a microdrenagem, e o sistema de macrodrenagem, responsável pelo escoamento das águas dos vales por onde escoam os cursos d'água urbanos.

O sistema de microdrenagem ou coletor de águas pluviais é aquele composto pelos pavimentos das ruas, sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões. O sistema é dimensionado para o escoamento de vazões de 2 a 10 anos de período de retorno. Quando bem projetado e com manutenção adequada, praticamente elimina as inconveniências ou as interrupções das atividades urbanas que decorrem das inundações e das interferências de enxurradas. Esse serviço é tipicamente municipal e é o primeiro a receber as águas pluviais e encaminhá-las aos corpos receptores.

O sistema de macrodrenagem é constituído, em geral, por canais (abertos ou de contorno fechado) de maiores dimensões, projetados para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno. Do seu funcionamento adequado, depende a prevenção ou minimização dos danos às propriedades, dos danos à saúde e perdas de vida das populações atingidas, seja em consequência direta das águas, seja por doenças de veiculação hídrica.

Esse sistema encaixa-se no contexto do controle do escoamento superficial direto, tendo tradicionalmente como base o enfoque orientado para o aumento da condutividade hidráulica do sistema de drenagem. O emprego apenas dessa solução ameaça transferir o problema do escoamento para jusante, resultando em inundações



em áreas que anteriormente não sofriam com tal perturbação. É o caso de canalizações que aceleram as águas para jusante, aumentando a vazão de cheia, o que possivelmente acentua os danos causados por inundação.

As tendências atuais compreendem alternativas compensatórias de drenagem urbana. O enfoque é a redução do aumento do volume do escoamento superficial, provocado pela urbanização e respectiva impermeabilização, por meio de retenção de águas pluviais ou infiltração durante ou logo após o evento chuvoso que provoca escoamento superficial.

Esse enfoque é mais indicado às áreas urbanas ainda em desenvolvimento, sendo utilizado também em áreas de urbanização mais consolidadas, desde que existam locais (superficiais ou subterrâneos) adequados para a implantação do citado armazenamento. Este conceito não dispensa, contudo, a suplementação por sistemas de micro e macrodrenagem.

A função básica dos dispositivos de armazenamento é a de retardar as águas precipitadas sobre uma dada área, de modo a contribuir para a redução das vazões de pico de cheias em pontos a jusante. Os dispositivos de armazenamento compreendem dois tipos distintos que são os de controle na fonte e os de controle a jusante.

Os dispositivos de controle na fonte são instalações de pequeno porte colocadas próximas ou no local de origem do escoamento superficial de modo a permitir uma utilização mais eficiente da rede de drenagem a jusante. Dada a sua função, são estruturas hidráulicas dispersas sobre a bacia hidrográfica. Os dispositivos de controle a jusante, ao contrário do anterior, envolvem um menor número de locais de armazenamento. As obras de armazenamento podem, por exemplo, estar localizadas no extremo de jusante de uma bacia de drenagem de porte apreciável, ou mesmo numa sub-bacia de porte também expressivo. São unidades mais concentradas no território de uma bacia.

Há, ainda, dispositivos que se enquadrariam em ambos os tipos. O quadro a seguir, dá uma visão geral dos diferentes tipos normalmente utilizados.

**Quadro 15 – Classificação dos dispositivos de armazenamento ou retenção**

Controle na fonte	Disposição local	- Leitos de infiltração - Bacias de percolação - Pavimentos porosos
	Controle de entrada	- Telhados - Estacionamentos
	Detenção na origem	- Valas - Depressões secas - Lagos escavados - Reservatórios de concreto - Reservatório tubular
Controle a jusante	Detenção em linha	- Rede de galerias - Reservatório tubular - Reservatórios de concreto - Túnel em rocha - Reservatório aberto
	Detenção lateral	- Reservatórios laterais

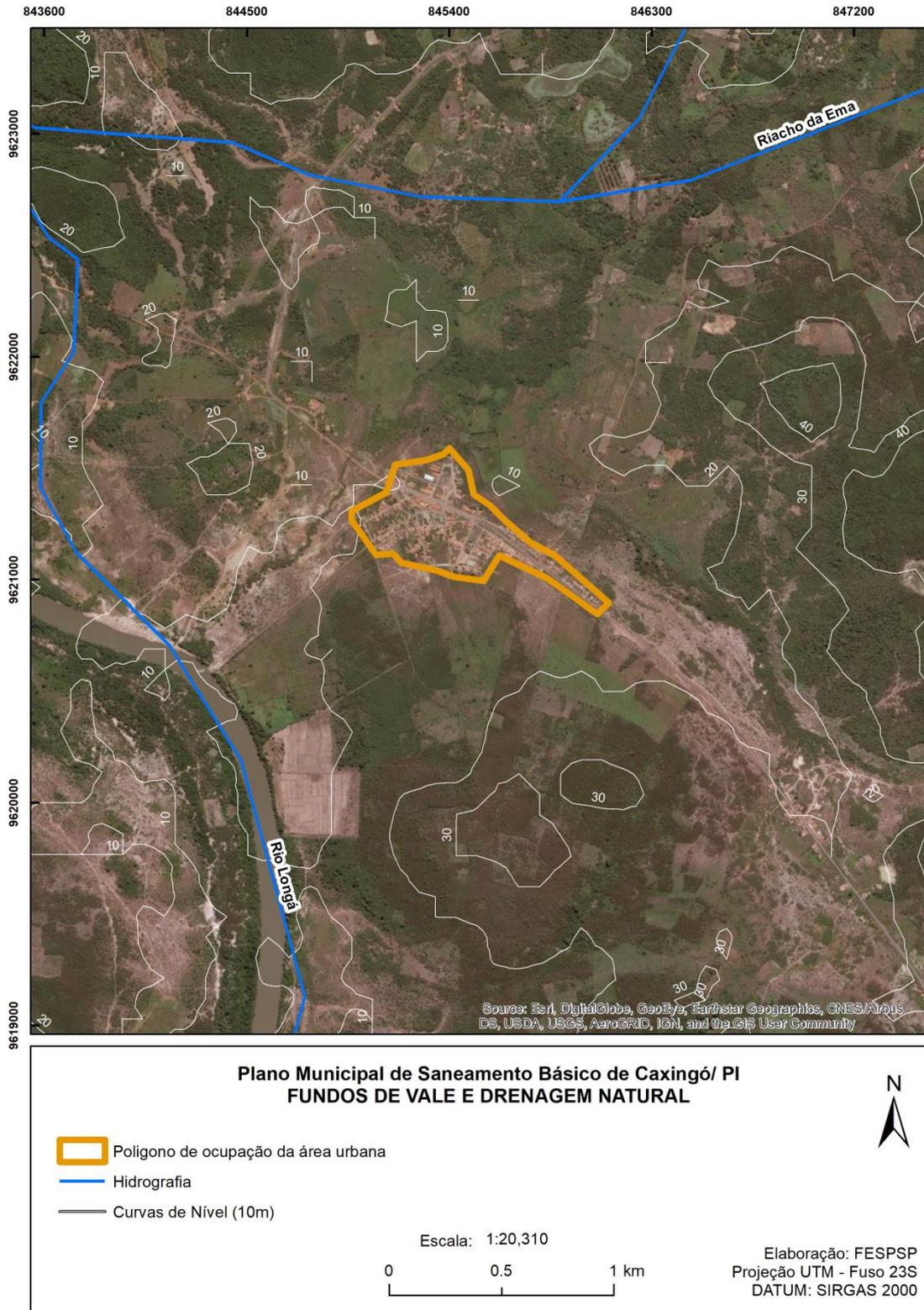
Fonte: Ramos et. al. (1999)

Segundo Canholi (2005), para a conveniente seleção entre as muitas alternativas possíveis dentro do planejamento de drenagem urbana, é necessário escolher uma política de atuação que determine as decisões presentes e futuras. Visando à consolidação dessas políticas, é preciso dispor de critérios gerais de projetos, operação e manutenção. Também são importantes os dados físicos, hidráulicos e hidrológicos da bacia, de uso e ocupação da área em estudo e de qualidade da água (pontuais e difusos), além da regulamentação para a aprovação de projetos no âmbito da bacia (escopo mínimo, eficiências, custos e aspectos ambientais), dos planos de financiamento (agências internacionais, recursos locais) e das políticas fiscais (taxa de melhorias ou descontos em IPTU para incentivar prática de conservação).

Em suma, o planejamento é necessário para dar solução adequada às águas pluviais urbanas para que se alcancem os objetivos propostos e não aumente o risco da população do município e mesmo de outros a jusante.

O município de Caxingó atualmente não possui sistema de drenagem urbana. As águas pluviais são conduzidas através de escoamento superficial até as áreas mais baixas, onde se infiltram ou ficam empoadas. O escoamento superficial ocorre no sentido dos fundos de vale dos cursos d'água próximos à área urbana, o rio Longá e o riacho da Ema. Pela falta de estruturas de microdrenagem, identificaram-se áreas sujeitas a alagamentos e constantes inundações.

Figura 22 – Fundos de vale e drenagem natural da área urbana de Caxingó



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



Os fundos de vale presentes na área urbana deverão ter sua vegetação preservada conforme previsto no Código Florestal. Por se tratarem de áreas sujeitas à inundação não devem ser ocupadas por moradias, cabendo ao poder público desenvolver mecanismos de controle e fiscalização.

Para garantir a qualidade da água dos cursos d'água que cortam a área urbana são importantes a coleta e o afastamento dos esgotos gerados no município, através da implantação de coletores tronco ao longo dos fundos de vale, além da implantação de um sistema de coleta de resíduos sólidos eficaz e regular. Tais ações, junto com um programa educacional que envolva a comunidade, evitarão o lançamento de esgotos e resíduos nos corpos d'água.

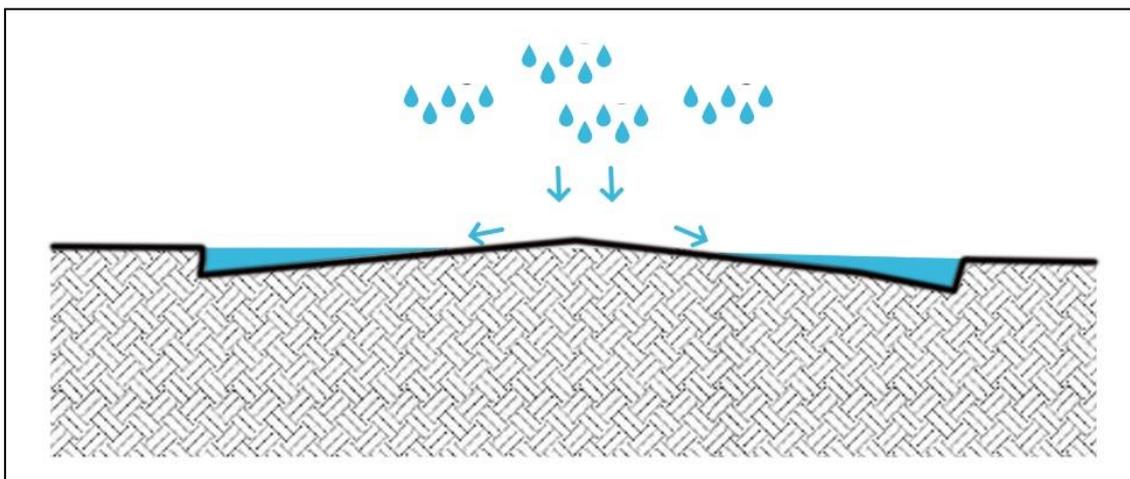
Para atender de forma adequada e universalizar a prestação do serviço, se faz necessária a implantação de um sistema de drenagem urbana, que para atender os parâmetros da boa engenharia, deverá conter os seguintes componentes:

- **Sarjetas:** canais longitudinais, em geral triangular, situado entre a guia e a pista de rolamento, destinado a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até os pontos de coleta (boca de lobo);
- **Sarjetões:** canais de seção triangular situado nos pontos baixos ou nos encontros dos leitos viários das vias públicas, destinados a conectar sarjetas ou encaminhar efluentes destas para os pontos de coleta;
- **Bocas de lobo:** estruturas hidráulicas para captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas e sarjetões. Em geral situam-se sob o passeio ou sob a sarjeta;
- **Galerias:** condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento. Tecnicamente denominada de galerias tendo em vista serem construídas com diâmetro mínimo de 400 mm;

- **Condutos de ligação:** também denominados de tubulações de ligação, são destinados ao transporte da água coletada nas bocas coletoras até às galerias pluviais;
- **Poços de visita:** são câmaras visitáveis situadas em pontos previamente determinados, destinadas a permitir a inspeção e limpeza dos condutos subterrâneos;
- **Trecho de galeria:** partes da galeria situada entre dois poços de visita consecutivos;
- **Caixas de ligação** (também denominadas de caixas mortas): são caixas de alvenaria subterrâneas não visitáveis, com finalidade de reunir condutos de ligação ou estes à galeria

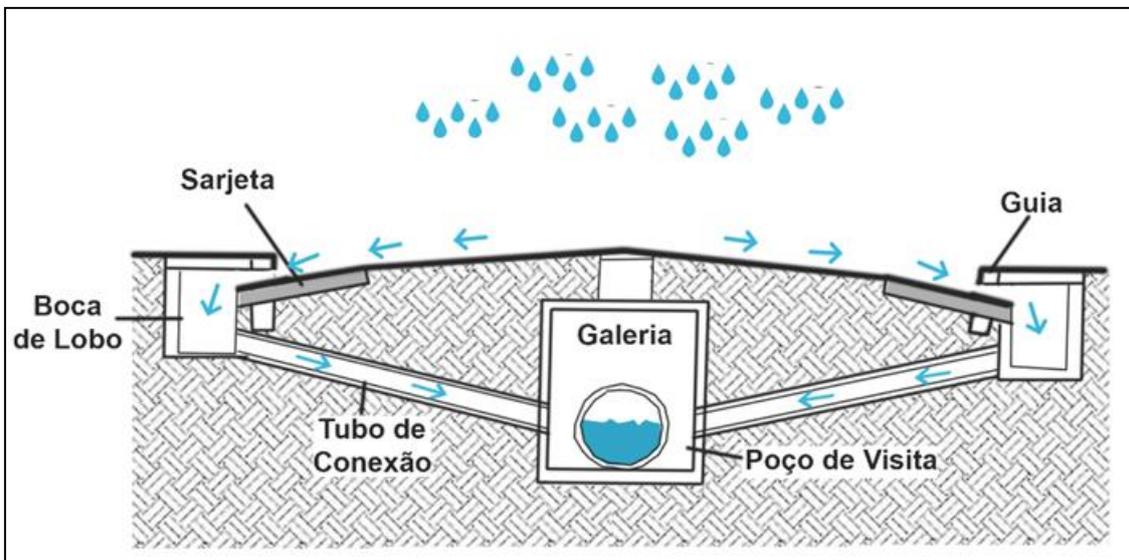
As figuras a seguir ilustram o sistema proposto:

**Figura 23 – Sistema de Drenagem Urbana superficial para áreas urbanas - sarjetas**



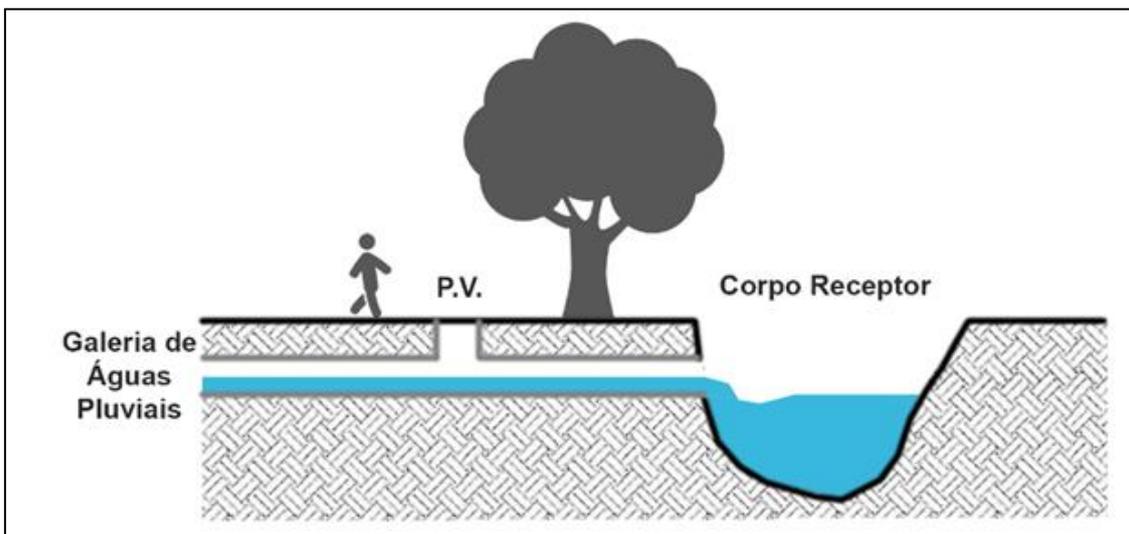
Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Figura 24 – Sistema de Drenagem Urbana superficial e subterrânea para áreas urbanas



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Figura 25 – Sistema de Drenagem Urbana – Lançamento em Corpo Receptor



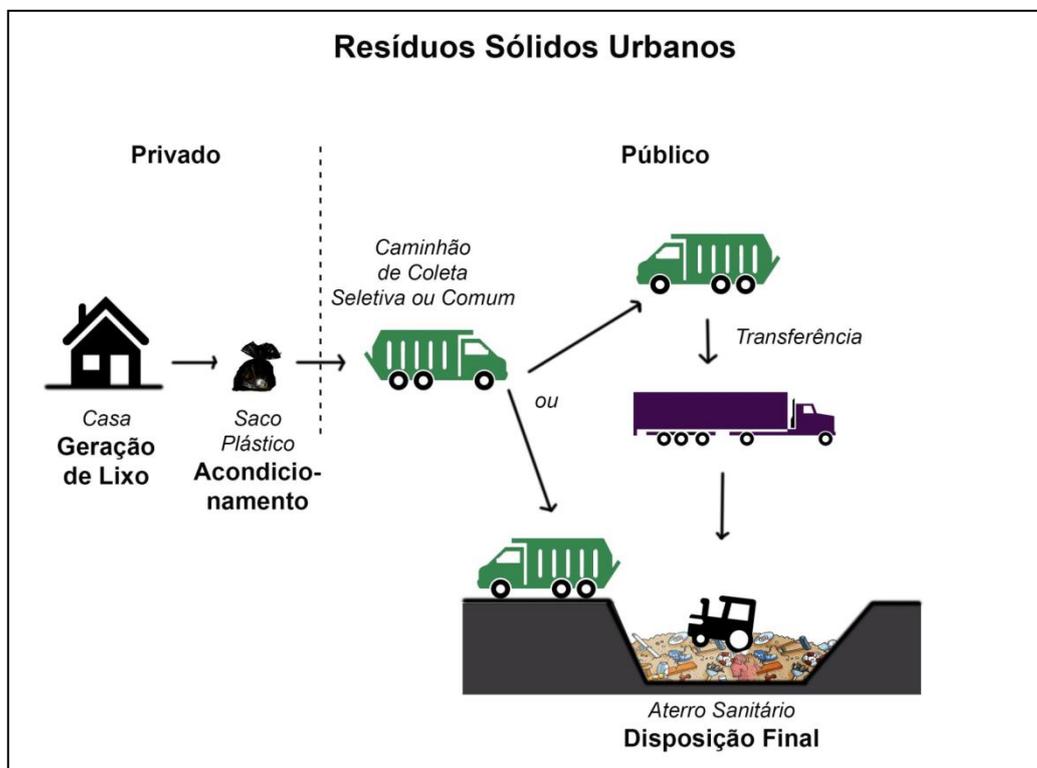
Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

## 2.6 ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA O SISTEMA DE LIMPEZA URBANA E MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O Sistema de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos compreende o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final dos resíduos domésticos e dos originários da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (Lei Federal nº 11.445/2007). Assim como os demais serviços de saneamento, devem ser prestados de forma adequada e contínua, com qualidade e eficiência conforme regras estabelecidas, buscando a segurança ambiental e de saúde pública.

Na Figura 26 é apresentado o sistema de coleta de resíduos em um município, com as etapas de acondicionamento, coleta e transporte até a disposição final.

Figura 26 – Etapas de coleta, transporte e disposição final de resíduos



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



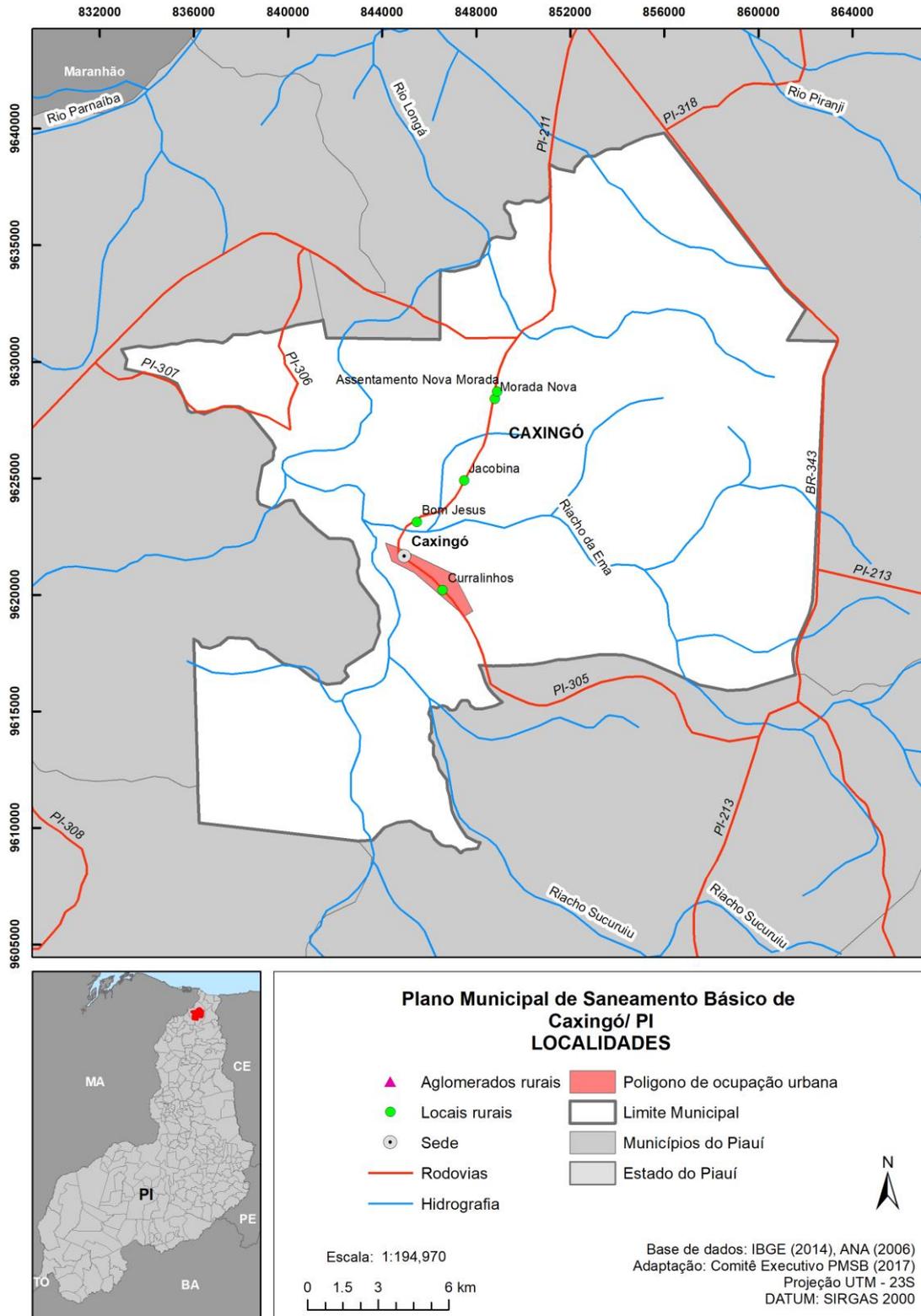
A universalização dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos é uma das diretrizes da Lei nº 11.445/2007 e, para seu atendimento, é indispensável que os serviços sejam ofertados a todos os munícipes, independente se sua moradia está localizada na área urbana ou rural.

### **2.6.1 Universalização da Coleta Regular de Resíduos**

O primeiro serviço que deve ser universalizado é a coleta de resíduos. No caso do município de Caxingó, esse serviço é prestado apenas na sede sendo que nas localidades rurais a população dispõe os materiais gerados em terrenos baldios ou próximos às casas. O serviço de coleta deve ser ampliado a essas comunidades, evitando que a disposição inadequada de resíduos cause problemas ambientais e de saúde pública, interferindo inclusive na qualidade da água que serve para abastecimento humano.

A logística de coleta é um desafio a ser enfrentado no município, pois a sua população encontra-se quase que na sua totalidade dispersa (80%, de acordo com IBGE 2010) nas localidades que compõem o seu território (Figura 27). Dessa forma, é necessário primeiramente avaliar as particularidades de cada local e elaborar um plano estratégico para ampliação do atendimento da coleta.

Figura 27 – Principais localidades rurais no município de Caxingó



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

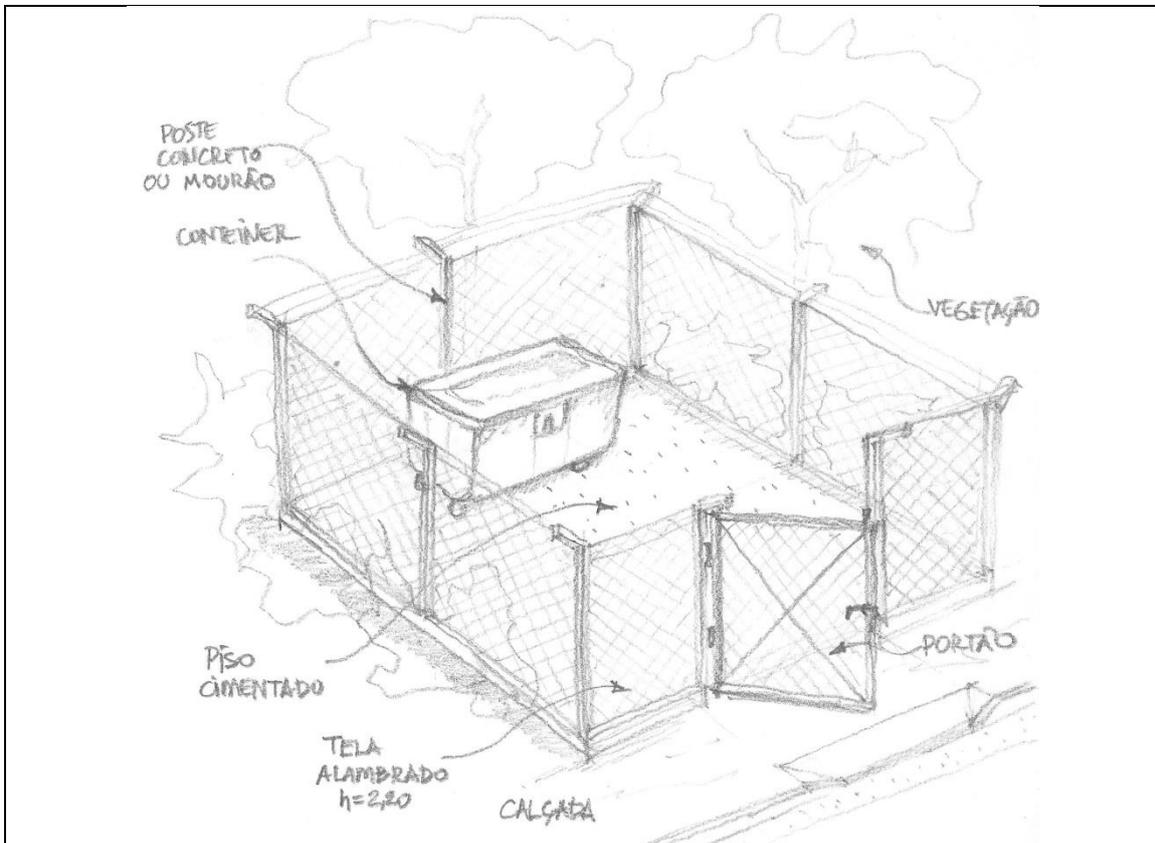


Por sua estrutura geográfica diferenciada e pela existência de possíveis áreas de difícil acesso, deverão ser utilizados equipamentos adaptados à realidade do município, atentando-se para os períodos de chuva que podem dificultar ou impedir o acesso dos equipamentos de coleta. Para tanto, são propostos equipamentos de pequeno porte (motocicletas ou tratores com carroceria) considerando o peso específico médio dos resíduos “soltos” em torno de  $250 \text{ kg/m}^3$ .

Cabe destacar que a coleta deverá ser realizada semanalmente ou a cada 15 dias, conforme a geração de resíduos em cada área. Para que a coleta possa ser realizada em períodos mais extensos, é necessário que o acondicionamento dos resíduos seja feita de forma mais eficiente possível, permitindo a oferta desse serviço, com qualidade e higiene. Em situações que impeçam a coleta porta-a-porta é proposta a implantação de Postos de Coleta conforme figura esquemática apresentada a seguir (Figura 28).

Esses espaços devem ter aproximadamente de 2 a 3  $\text{m}^2$  possibilitando o manejo dos resíduos e o seu acondicionamento temporário em caçambas de 1  $\text{m}^3$ . Essa área deve ser cercada com tela de alambrado para evitar a ação de animais de pequeno e médio porte. Além da área cercada, o piso deve ser concreto para facilitar o transporte da caçamba e a limpeza dessa estrutura.

**Figura 28 – Esquema do Posto de Coleta**



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

É importante que os gestores e técnicos públicos concebam esses espaços de comum acordo com a população local, possibilitando a resolução do problema da falta de coleta de forma participativa e coletiva. Esses espaços poderão ser gerenciados pela própria comunidade, cabendo ao poder público a coleta regular dos resíduos, conforme demanda. Assim, o envolvimento da população possibilita o maior controle sobre a universalização da coleta, com a adoção de medidas que atendam de forma plena as proposições deste Plano.

### **2.6.2 Implantação de sistema adequado de disposição final – Estudo de Concepção para aterro de pequeno porte**

A disposição inadequada de resíduos no ambiente tem efeitos negativos diretos sobre a saúde e a qualidade de vida da população. Os chamados lixões são locais de disposição descontrolada de resíduos, que não atendem aos critérios técnicos de



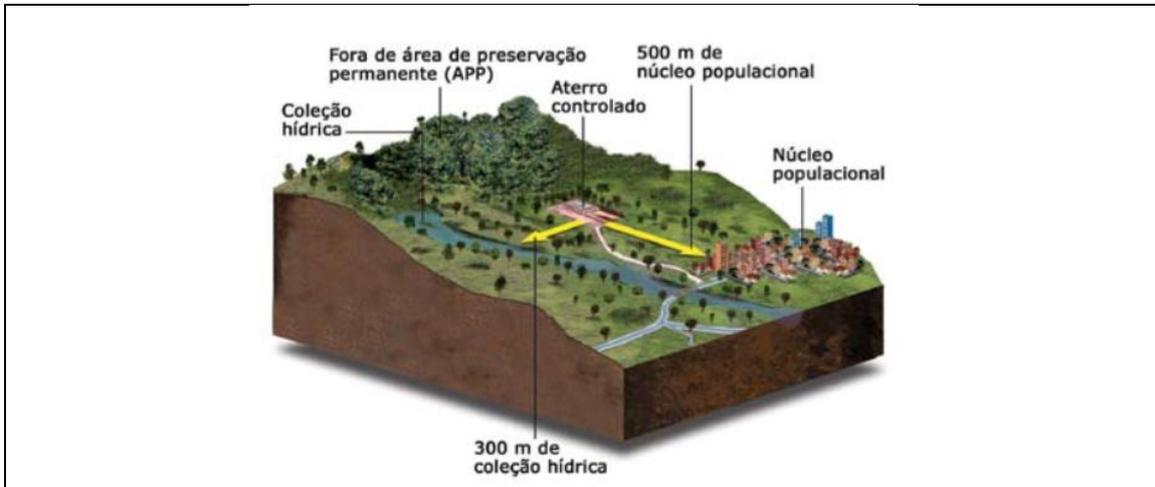
engenharia que permitem o confinamento dos materiais sem causar graves danos ao ambiente. A erradicação desses locais é prevista na Política Nacional de Resíduos que tinha como meta o encerramento dessas áreas no Brasil até o ano de 2014. Por inúmeros motivos técnicos, econômicos e de gestão, este quadro não foi modificado a contento e, no Estado do Piauí, essa situação é ainda comumente encontrada. Em Caxingó, a área de disposição de resíduos é considerada inadequada, conforme apresentado no Capítulo “*Caracterização do Sistema e da Infraestrutura da Limpeza Urbana e Manejo e Resíduos Sólidos*”.

Pela inadequação da atual área de disposição de resíduos deverá ser definido um novo local para a implantação de aterro sanitário de pequeno porte, a partir de levantamentos geotécnicos e ambientais. No curto prazo é apontada uma solução com base em técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos em valas e trincheiras escavadas abaixo do nível natural do terreno. Esse tipo de disposição atende municípios com geração diária de até 10 toneladas, como ocorre em Caxingó. A área a ser escolhida deve obedecer aos seguintes critérios (Figura 29):

- Apresentar relevo plano, com tamanho suficiente para propiciar uma vida útil mínima de 10 anos para recebimento de resíduos e para a implantação de cercamento, cinturão verde e sistema de escoamento de águas pluviais;
- Estar distante 500 metros de núcleos habitacionais e 200 metros de qualquer corpo d’água superficial;
- Com lençol freático a, no mínimo, 3,0 metros abaixo do fundo das valas;
- Não estar localizado em área de proteção ambiental.

As especificações para implantação e operação de aterro de pequeno porte para adequar a disposição de resíduos no município de Caxingó foram obtidas das seguintes referências: FEAM (2008), CETESB (2010), RESOLUÇÃO CONAMA nº 404 (2008).

**Figura 29 – Critérios a serem observados para a definição de área para implantação de aterro de pequeno porte**



Fonte: FEAM (2008)

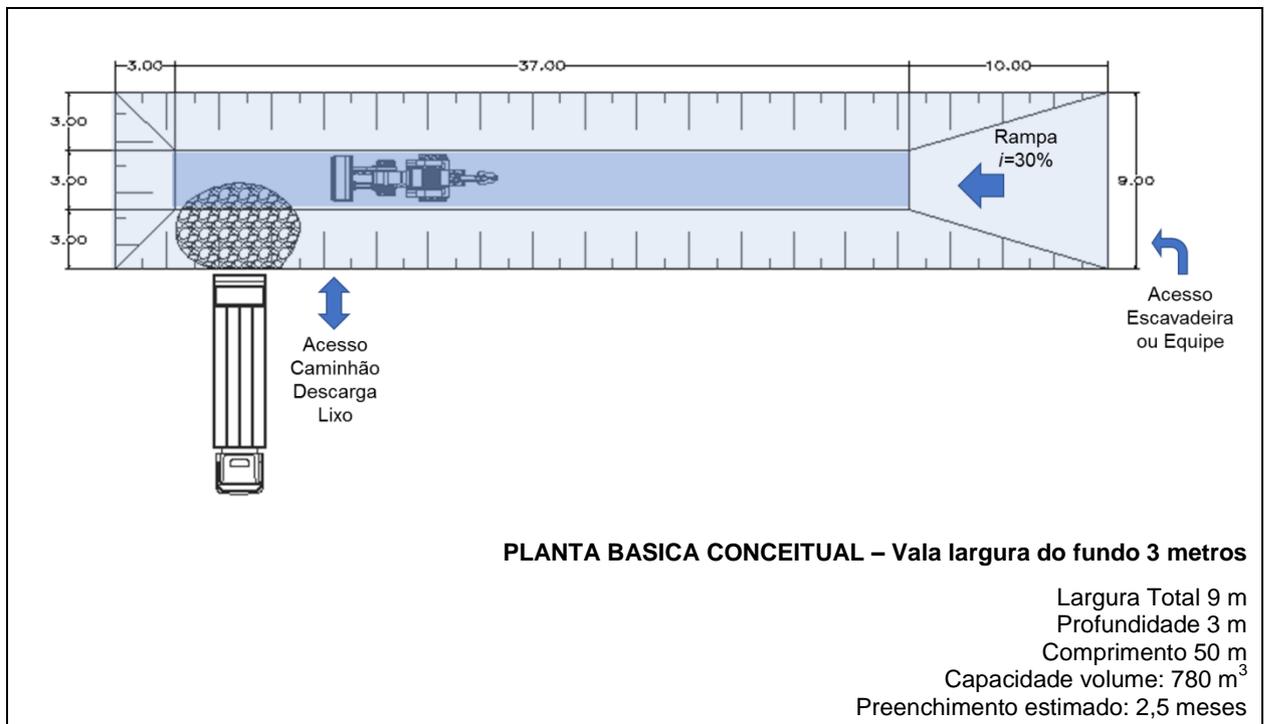
O mapeamento e a definição de potenciais áreas deverão considerar essas condições para a elaboração do projeto básico e executivo por profissional qualificado. O projeto executivo deve atentar-se para as seguintes exigências:

- 1) Implantação de sistema de drenagem pluvial com encaminhamento das águas coletadas para estruturas de dissipação e sedimentação;
- 2) Isolamento da área, com portaria e cerca de alambrado, conforme modelo apresentado na Figura 30;
- 3) Acesso em boas condições durante todos os períodos do ano;
- 4) Isolamento visual por meio de barreira vegetal (cinturão verde, composto de arbustos e árvores);
- 5) Dimensões das valas (3,0 metros de profundidade x 3,0 metros de largura no fundo x 50 metros de comprimento), conforme modelo conceitual e especificações apresentadas na Figura 31;
- 6) Dependendo das características do solo, é recomendada a utilização de mantas impermeabilizantes no fundo das valas.
- 7) Vida útil planejada para o aterro.

**Figura 30 – Isolamentos da área: físico (cercamento) e visual (barreira vegetal)**



**Figura 31 – Especificações e volumetria de vala para aterro de pequeno porte**

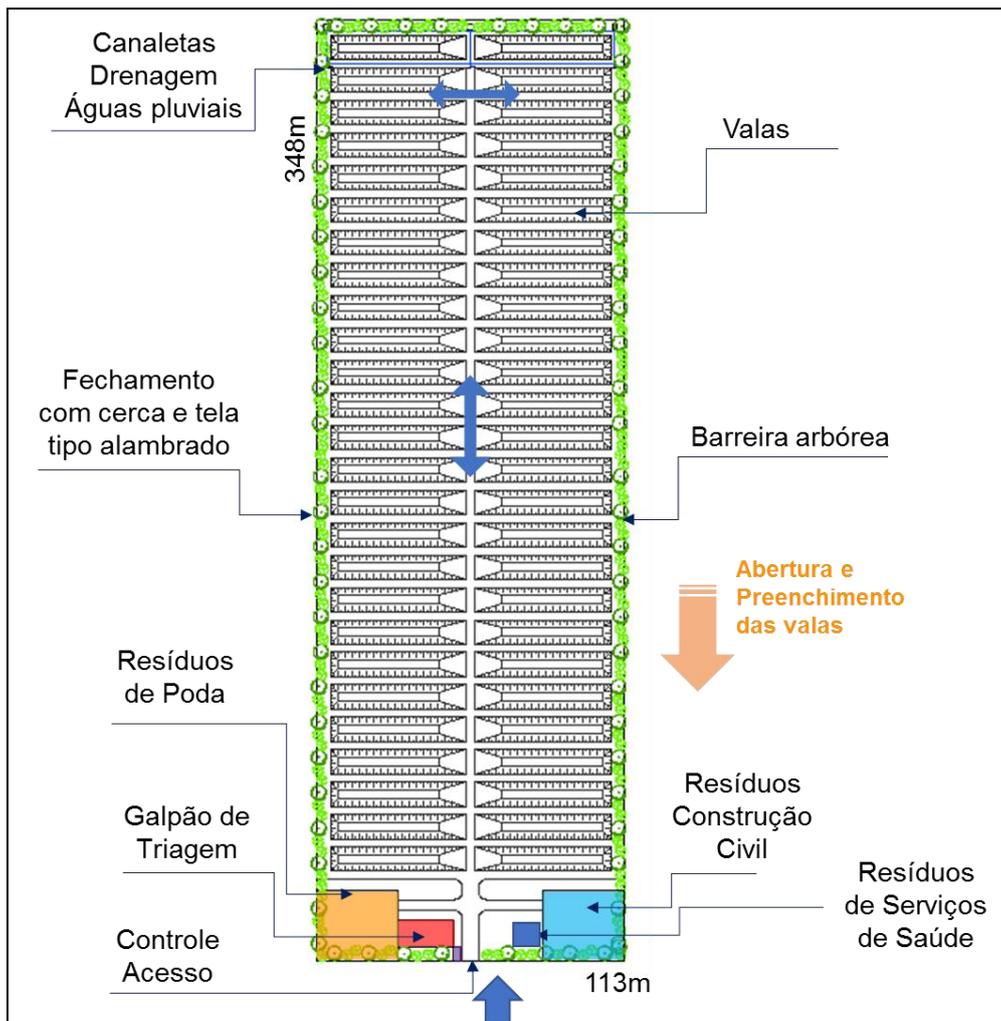


Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Considerando as dimensões apresentadas, a Figura 32 traz uma planta básica conceitual de aterro de pequeno porte para o município de Caxingó tendo como orientação as seguintes premissas:

- Vida útil: 10 anos;
- População atendida: 5.000 a 10.000 habitantes (dependendo da universalização dos serviços de coleta);
- Presença de áreas de apoio para manejo de Resíduos da Construção Civil (RCC), para Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) e Resíduos de Poda e outros materiais;
- Previsão de área futura para instalação de galpão de triagem de materiais recicláveis.

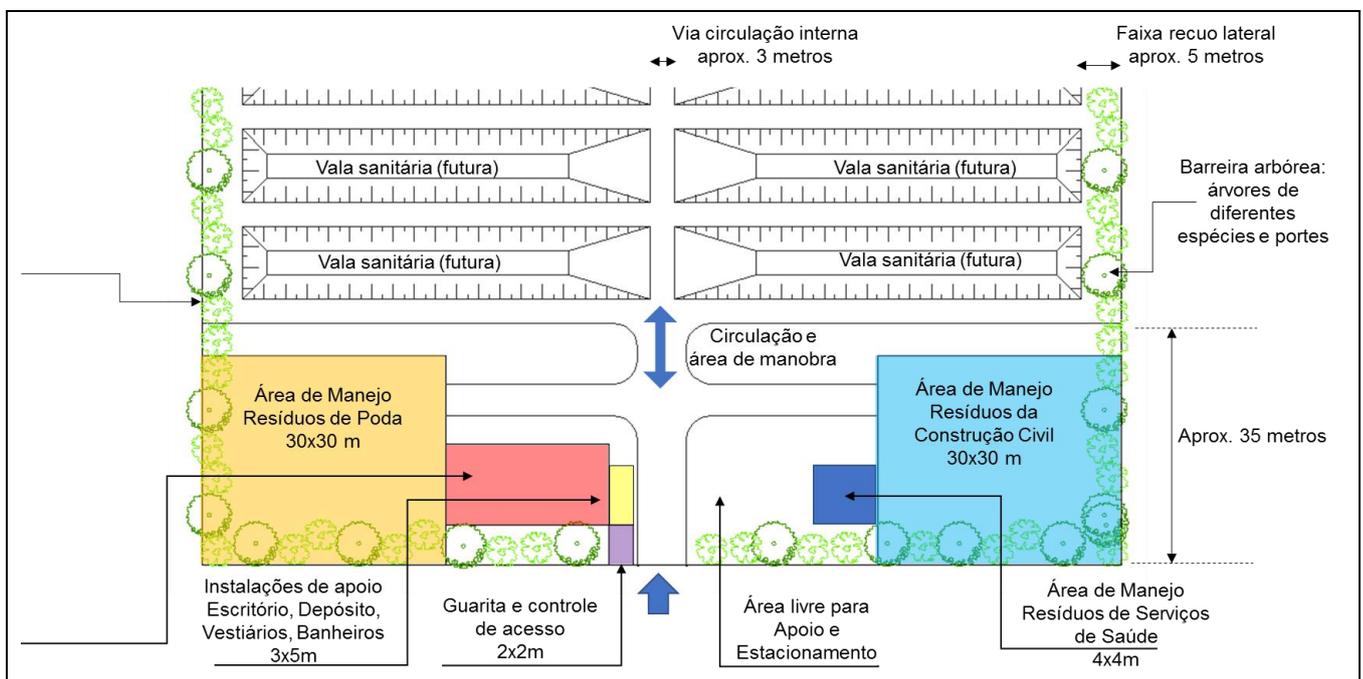
**Figura 32 – Planta básica conceitual de aterro de pequeno porte para o município de Caxingó**



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Atendidas as premissas apresentadas, será necessária uma área total de 40.000 m<sup>2</sup> (113 m x 348 m), para a implantação de 52 valas (com uso aproximado de 5 valas/ano). Na Figura 33 é possível visualizar as estruturas de apoio para manejo de outros resíduos como de Construção Civil (entulhos ou outros materiais dessa natureza), Resíduos de Serviços de Saúde, Poda e Materiais Recicláveis.

**Figura 33 – Detalhamento da área de apoio do aterro**



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Cabe destacar, que para empreendimento de pequeno porte como o proposto, os procedimentos de licenciamento ambiental deverão ser simplificados de acordo com critérios e diretrizes da Resolução CONAMA nº 404, de 11 de novembro de 2008. Para médio e longo prazos deverá ser estudada uma solução regional de disposição final de resíduos, a ser implementada por meio de consórcio intermunicipal, para o equacionamento definitivo e sustentável dessa questão.

### 2.6.3 Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos

Dentre as exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos para o Plano Municipal de Saneamento Básico está a identificação de áreas favoráveis para disposição final



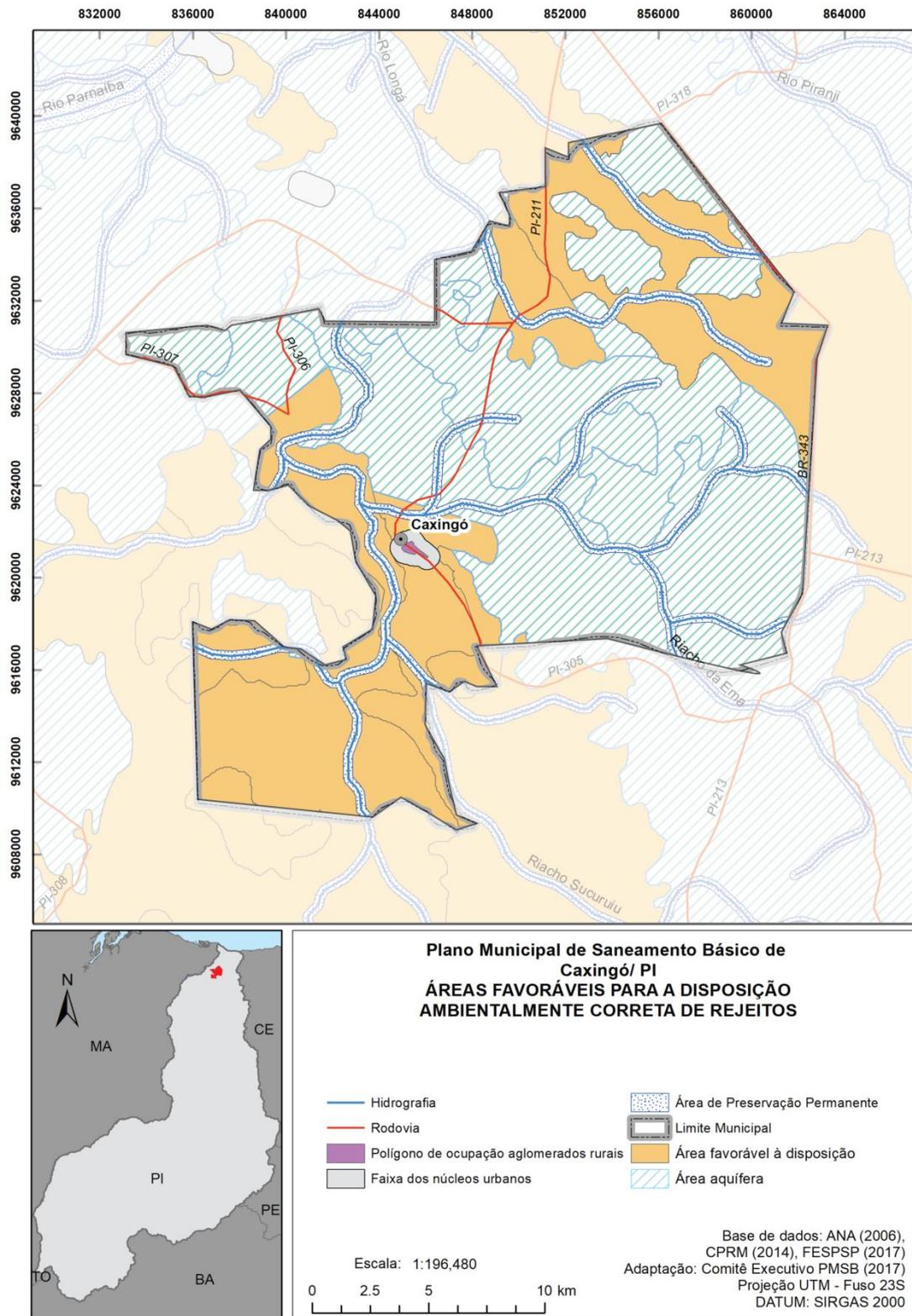
ambientalmente adequada de rejeitos. Essa discussão, apresentada no item anterior, considerou a concepção de um aterro de pequeno porte baseada em aspectos técnicos conceituais.

Para a identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos no município de Caxingó, foram consideradas as seguintes particulares locais:

- a) Presença de localidades e distância do polo gerador;
- b) Condições de acesso;
- c) Áreas não-aquíferos;
- d) Rede hídrica;
- e) Aspectos ambientais gerais e,
- f) Áreas de Proteção Ambiental (APPs).

O resultado do cruzamento desses aspectos resultou na situação apresenta na figura a seguir.

**Figura 34 – Áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos**



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



#### **2.6.4 Regulamentação do Manejo de Resíduos da Construção Civil (RCC)**

Juntamente com a adequação da disposição final, o manejo correto dos Resíduos da Construção Civil (RCC) representa um dos maiores desafios da limpeza pública nos municípios brasileiros. Esses materiais, quando gerados e dispostos de forma irregular, podem causar uma série de impactos no ambiente e na paisagem urbana. Por outro lado, quando manejados de forma correta, além de não causar impactos econômicos no orçamento municipal com ações corretivas de limpeza, podem servir de material estrutural para vias e até matéria-prima para construções públicas.

Caxingó, mesmo sendo um município de pequeno porte e com expansão urbana reduzida, é importante planejar a gestão de RCC ao longo do tempo já que o Ministério do Meio Ambiente e ICLEI (BRASIL, 2012) apontam que 75% da geração destes resíduos no Brasil está atrelada a pequenos e médios eventos construtivos, considerados muitas vezes, informais.

Portanto, o município de Caxingó tem a oportunidade de se antever a situações de geração de RCC e disposição de forma irregular no município. Além disso, muitas vezes o RCC está relacionado a Resíduos Volumosos<sup>3</sup>, pois na prática estes resíduos possuem a mesma forma de manejo, transporte e destinação final.

Com o intuito de organizar o manejo dos resíduos de construção civil e volumosos no município de Caxingó, é proposta a implantação de equipamento público denominado Ecoponto. Ecopontos são instalações físicas definidas pela NBR 15.112 (2004) como áreas de transbordo e triagem de pequeno porte, integrantes do sistema público de limpeza urbana, destinadas a entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos de construção civil e resíduos volumosos (normalmente até 1m<sup>3</sup>).

Esses espaços devem ser devidamente sinalizados, dotados de portão e cercamento, com o objetivo de evitar o acesso de pessoas estranhas e animais. Os resíduos recebidos devem ter um local de armazenamento temporário, sendo classificados pela

---

<sup>3</sup> Resíduos volumosos - constituídos por peças de grandes dimensões como móveis e utensílios domésticos inservíveis, grandes embalagens, podas e outros resíduos de origem não industrial e não coletados pelo sistema de recolhimento domiciliar convencional. Os componentes mais constantes são as madeiras e os metais. Os resíduos volumosos estão definidos nas normas brasileiras que versam sobre resíduos da construção e, normalmente são removidos das áreas geradoras juntamente com os RCC.

sua natureza, e acondicionados em locais diferenciados segundo suas características, operação e estocagem.

Esses espaços possuem a função primordial de permitir que o cidadão deposite seus resíduos de construção civil e volumosos de maneira adequada, concentrando-os em um espaço que possibilite a triagem, a segregação e o encaminhamento correto dos diferentes tipos de resíduos recebidos.

Na Figura 35 é possível visualizar um modelo de Ecoporto que pode ser implantado no município de Caxingó, com área aproximada de 300 m<sup>2</sup>.

**Figura 35 – Modelo de Ecoporto proposto para o município de Caxingó**



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

A implantação de espaços públicos para recebimento voluntário de materiais tem como o objetivo não só o manejo integrado de resíduos no município, mas também o disciplinamento da população quanto ao seu descarte.

Esses espaços podem funcionar, ainda, como apoio ao programa de coleta seletiva a ser implantado futuramente servindo como base para acondicionar os resíduos secos para posterior triagem e acondicionamento. Dependendo da disponibilidade de



espaço, o Eco ponto poderá abrigar contiguamente um galpão de triagem de materiais recicláveis.

Finalmente, a regulamentação da gestão de RCC e volumosos deve vir acompanhada de iniciativas municipais relacionadas à educação, comunicação e criação de normas e leis que coíbam o descarte irregular de resíduos, com descrição objetiva de responsabilidades, incluindo penalizações quando do seu não atendimento.

Cabe ressaltar ainda que o Estado do Piauí conta com a Lei nº 6849/2016 que institui a Política de Reciclagem da Construção Civil e Demolição que visa incentivar a utilização de materiais reciclados oriundos do processo de construção civil e demolição. Os art. 2º e 3º desta Política apresentam que o poder executivo estadual poderá estimular a criação de cooperativas populares e indústrias que possam processar materiais provenientes de entulhos da construção civil, cedendo inclusive áreas públicas para o desenvolvimento destas atividades. O art. 3º ainda destaca a possibilidade do poder executivo estadual:

[...]

V - regular e disciplinar a implantação de um sistema de coleta eficiente de entulhos e outros detritos da construção civil e demolição, minimizando o problema da disposição clandestina, estabelecendo os locais de deposição regular desses materiais destinados à reciclagem por empreendimentos autorizados nos termos desta Lei (inciso V, art. 3º da Lei Estadual nº 6849/2016).

### **2.6.5 Regulamentação do Manejo de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)**

Por apresentarem composição variada e potencial patogênico, os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) requerem métodos diferenciados de manejo, tratamento e disposição final, sempre considerando a sua periculosidade, de acordo com as propriedades físicas, químicas e biológicas.

As normativas que norteiam o manejo dos resíduos de serviço de saúde são a Resolução ANVISA nº 306/2004 e a Resolução CONAMA nº 358/2005. Para que o manejo desses resíduos seja o mais adequado possível, as etapas de gerenciamento devem iniciar na fonte geradora, com a correta segregação e acondicionamento



desses resíduos. Essas ações contribuem para a minimização dos riscos aos profissionais nas unidades de saúde e os impactos no ambiente.

A RDC ANVISA e a Resolução CONAMA estabeleceram e definiram a classificação, as competências, as responsabilidades, as regras e os procedimentos para o gerenciamento dos RSS, desde a geração até a disposição final. Cabe destacar que esse gerenciamento é de responsabilidade dos estabelecimentos geradores de serviços de saúde, cabendo aos órgãos públicos, dentro de suas competências, a gestão, a regulamentação e a fiscalização. Ressalta-se ainda que, pelo princípio da responsabilidade compartilhada, além dos estabelecimentos geradores de RSS, o poder público também deve assumir responsabilidades pelos resíduos de serviços de saúde (BRASIL, 2006).

O poder público municipal por meio da Vigilância Sanitária, juntamente com ANVISA, Ministério do Meio Ambiente, SISNAMA e demais órgãos estaduais, tem como função regular e fiscalizar o cumprimento das regulamentações quanto ao correto gerenciamento dos RSS, incluindo a elaboração e implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde.

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde é um documento que descreve as ações relativas ao manejo dos resíduos sólidos, observadas as características e riscos, e que contempla aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final, bem como as ações de proteção à saúde e ao meio ambiente (BRASIL, 2006). O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde deve obedecer a critérios técnicos, legislações sanitárias e ambientais, além das normas locais de coleta e transporte de resíduos gerados nos estabelecimentos de serviços de saúde.

Portanto, cabe à prefeitura municipal estabelecer critérios para o controle e o acompanhamento da implementação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde por parte das unidades geradoras que, no caso de Caxingó, são as Unidades Básicas de Saúde, localizadas no Centro e em Cajazeiras.



Considerando a complexidade e altos custos dos sistemas adequados de tratamento dos RSS, cabe ao município estabelecer convênios e/ou consórcios regionais para a implantação de soluções sustentáveis.

### **2.6.6 Programa Municipal de Coleta Seletiva**

A universalização da coleta e a correta destinação dos resíduos constituíram ao longo dos anos, os principais objetivos do gerenciamento de resíduos nos municípios brasileiros. Atualmente, além desses objetivos, o correto gerenciamento requer programas que contribuam para diminuir a quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários, visto que, além de ser uma atividade onerosa para o município, impede que os materiais reaproveitáveis e recicláveis retornem ao ciclo produtivo.

Essa discussão avançou no Brasil por conta da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que dentre seus instrumentos, traz o incentivo à coleta seletiva e ao desenvolvimento de cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis. A implantação de programas de coleta seletiva e o desenvolvimento desses grupos trazem uma nova responsabilidade perante a geração e descarte de resíduos, possibilitando seu reaproveitamento e valorização com geração de renda e inclusão social.

Embora no município de Caxingó as prioridades estejam concentradas na necessidade de universalizar a coleta de resíduos nas localidades rurais e adequar a área de disposição de resíduos, a médio e longo prazo deverá ser planejado, organizado e implantado um programa municipal de coleta seletiva com o intuito de atender às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos quanto à ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: *não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e por último, a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.*

O Programa de Coleta Seletiva deverá prever o recolhimento diferenciado de materiais recicláveis presentes nos resíduos sólidos, previamente separados nos domicílios e comércios do município (fontes geradoras) para posterior encaminhamento à reciclagem.



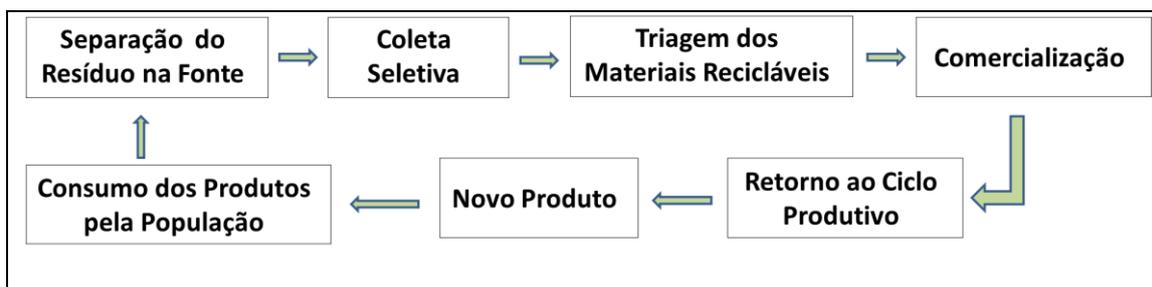
Para alcançar esse propósito, o poder público poderá promover ações direcionadas à criação de mercados locais e regionais para os materiais recicláveis e reciclados e incentivar a criação e o desenvolvimento de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis que realizam a coleta e a separação, o beneficiamento e o reaproveitamento desses materiais. Para tanto, algumas etapas deverão ser cumpridas para a implantação de um programa municipal de coleta seletiva, a saber:

- pesquisa de percepção junto à população local para levantar anseios e demandas quanto à implantação de programa municipal de coleta seletiva;
- organização de grupos de trabalhadores interessados no programa;
- busca de parcerias com escolas e comércios;
- elaboração de projeto e busca por recursos estaduais e/ou federais;
- incubação, formação e capacitação dos grupos de trabalhadores (cooperativa);
- instituição de marco legal (decreto da prefeitura instituindo o programa);
- integração dos diversos órgãos ligados à Prefeitura Municipal (Saúde, Meio Ambiente, Obras, Assistência Social);
- implantação de equipamentos de apoio (contêineres, Eco ponto);
- elaboração da logística da coleta;
- construção de galpão de triagem (projeto, obras);
- elaboração do memorial descritivo (infraestrutura, equipamentos);
- elaboração e implementação de programa Educação Ambiental e Sanitária;
- estabelecimento de metas de coleta seletiva e recuperação de materiais recicláveis;
- avaliação do programa por meio de indicadores quali-quantitativos.

Em Caxingó está prevista a implantação de um programa municipal de coleta seletiva em até 08 anos, devendo o município avaliar previamente as potencialidades de comercialização dos diferentes materiais na região, considerando até mesmo a parceria com municípios próximos, como Joaquim Pires. Essa questão é de fundamental importância para o escoamento dos materiais separados pela população e posteriormente triados pelo Programa. Caso haja dificuldade neste fluxo, a separação dos materiais pela população e pelos próprios trabalhadores poderá ser prejudicada, causando impactos negativos e muitas vezes, irreversíveis. O fluxo

desses materiais, portanto, deverá sempre obedecer a coleta dos materiais separados previamente pela população, triados pelos trabalhadores do programa e comercializados com agentes beneficiadores ou mesmo pequenas indústrias que utilizam esses materiais como matéria-prima (Figura 36).

**Figura 36 – Fluxo de materiais na coleta seletiva**



Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)

Quanto à participação do poder público local na coleta seletiva ressalta-se que, enquanto titular dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, caberá à administração a responsabilidade de estruturar o Programa Municipal definindo setores e roteiros de coleta, a implantação de equipamentos de apoio como Eco ponto e contêineres para entrega voluntária de materiais recicláveis, apoio às associações e cooperativas de catadores quanto à capacitação e instalação de infraestrutura adequada para triagem dos recicláveis e busca de parcerias para escoamento dos materiais triados. O poder público poderá buscar recursos estaduais e federais para a implantação do Programa por meio de financiamentos não-reembolsáveis. Alguns órgãos federais que disponibilizam recursos para a gestão de resíduos são apresentados (Quadro 16):

**Quadro 16 – Fontes de financiamento federais para a gestão de resíduos**

Órgão	Programa	Site
Ministério do Meio Ambiente	Fundo Nacional de Meio Ambiente	<a href="http://www.mma.gov.br/apoio-a-projetos/fundo-nacional-do-meio-ambiente">http://www.mma.gov.br/apoio-a-projetos/fundo-nacional-do-meio-ambiente</a>
	Fundo Clima	<a href="http://www.mma.gov.br/apoio-a-projetos/fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima">http://www.mma.gov.br/apoio-a-projetos/fundo-nacional-sobre-mudanca-do-clima</a>
Ministério da Saúde / Fundação Nacional da Saúde (FUNASA)	Programa de Resíduos Sólidos	<a href="http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/residuos-solidos/">http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/residuos-solidos/</a>



### Continuidade do Quadro 16 – Fontes de financiamento federais para a gestão de resíduos

Órgão	Programa	Site
Ministério das Cidades / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – (SNSA)	Programa Saneamento Básico	<a href="http://www.cidades.gov.br/saneamento-cidades/progrmas-e-acoes-snsa">http://www.cidades.gov.br/saneamento-cidades/progrmas-e-acoes-snsa</a>
Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS)	Programa Resíduos Sólidos	<a href="http://acesso.mte.gov.br/ecosolidaria/programa-economia-solidaria-em-desenvolvimento/">http://acesso.mte.gov.br/ecosolidaria/programa-economia-solidaria-em-desenvolvimento/</a>
Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)	Fundo Social	<a href="http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/Fundo_Social/index.html">http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/Fundo_Social/index.html</a>

Fonte Ministério do Meio Ambiente (2016)

#### 2.6.7 Responsabilidades pelo Gerenciamento de Resíduos Sólidos (art. 20 da Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei 12.305/2010)

Dentre os avanços trazidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, está a responsabilização da gestão de resíduos oriundos de Grandes Geradores. Conforme a essa lei, a administração pública do município de Caxingó - enquanto titular do serviço - é responsável pelo planejamento, organização e prestação direta ou indireta dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, cabendo aos Grandes Geradores a gestão de seus próprios resíduos.

Não há enquadramento de Grandes Geradores em Caxingó, cabendo a apuração detalhada das atividades econômicas existentes no município e a formulação de lei específica para a responsabilização desses geradores, conforme prevê a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A criação de legislação específica para o enquadramento de Grandes Geradores pode prever linhas de corte considerando a quantidade gerada por unidade. Nesse caso, o município pode estabelecer duas ou mais classificações visando um enquadramento mais adequado de geradores comerciais e prestadores de serviços, dividindo-os por faixa de geração.

O enquadramento dos Grandes Geradores no município também é justificado, pois a Política Nacional de Resíduos Sólidos aponta a possibilidade de remuneração pelos



serviços de coleta. No caso dos resíduos gerados em estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, o parágrafo único do artigo 13 da Lei nº 12.305/2010 estabelece que, quando os resíduos são caracterizados como não perigosos, os mesmos podem ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal, entretanto, o parágrafo 2º do artigo 27, traz que:

Nos casos abrangidos pelo art. 20, as etapas sob responsabilidade do gerador que forem realizadas pelo poder público serão devidamente remuneradas pelas pessoas físicas ou jurídicas responsáveis, observado o disposto no § 5º do art. 19 (§ 2º, artigo 27, Política Nacional de Resíduos Sólidos).

Nesse caso, o município de Caxingó pode a seu critério, se responsabilizar pela coleta, transporte e destinação final dos resíduos com características similares aos domiciliares (Classe II da NBR 10.004/2004), mas que não ultrapasse uma quantidade diária estipulada pela legislação municipal. Em situações em que a quantidade for maior, os geradores deverão se responsabilizar pela contratação dos serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos gerados, ou tributados de forma diferenciada do pequeno gerador quando esses serviços forem realizados pela coleta pública.

Para o município de Caxingó atender a esses artigos específicos, uma das diretrizes propostas é o enquadramento desses geradores por meio de legislação municipal, para a sua devida definição e classificação.

### **2.6.8 Responsabilidades e limites de participação do poder público na Logística Reversa**

O artigo 33 da Lei nº 12.305/2010 trata que são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens.
- II - pilhas e baterias.
- III - pneus.



IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens.

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista.

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

A Logística Reversa está sendo implementada nos diversos segmentos, por meio dos acordos setoriais que estão em processo de discussão entre o Governo Federal, os setores empresariais e os demais atores envolvidos. O acordo setorial é um ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, com o objetivo de implantar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

Os acordos e regulamentações da logística reversa dependem de arranjos a serem construídos nas esferas estadual e federal, cabendo aos municípios o acompanhamento das discussões e adequação aos acordos assumidos, baseado na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

### **2.6.9 Programa de Educação Ambiental e Sanitária**

A educação ambiental é definida na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) como *“processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”* (BRASIL, 1999).

A Educação Ambiental deve trazer uma perspectiva global de ação, relacionando a sociedade e a natureza, remetendo-se para o exercício da cidadania. Essa temática é determinante para a consolidação de sujeitos cidadãos que entendam não somente a importância do ambiente e dos cuidados necessários, mas também do fortalecimento da cidadania coletiva e a corresponsabilidade das ações executadas.

Para tanto, deve-se buscar a ampliação do envolvimento público por meio de iniciativas que possibilitem um maior nível de consciência ambiental da população, garantindo a informação e a consolidação institucional dos canais já criados para a participação. Cabe ao poder público do município de Caxingó repensar os meios de



diálogo já existentes e criar outros canais institucionais para que se aumente a cooperação social e a participação em decisões.

A participação efetiva da população é um dos grandes desafios a ser superado em qualquer situação, e como prevê a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal 11.445/2007), essa participação deve ocorrer também nos processos de planejamento, implementação e avaliação de serviços públicos de saneamento. Essa garantia de participação é dada por meio do controle social - um instrumento legal de participação, pelo qual os indivíduos e grupos sociais poderão atuar na gestão dos serviços públicos e condução das políticas públicas e programas de saneamento.

Nesses processos de educação, o envolvimento direto da população fornece resultados mais eficazes, já que os indivíduos são os principais interessados na transformação da realidade na qual estão inseridos. Ao identificar e analisar a situação vivenciada, como problemas decorrentes de falta de água, disposição inadequada de resíduos sólidos ou ineficiência/ausência de serviços adequados, a população pode superar a condição de simples beneficiária (passiva) das ações, passando a adotar um papel ativo e consciente quanto aos benefícios diretos e indiretos advindos das soluções para os problemas identificados (TOLEDO, 2015).

Dessa forma, é necessário oferecer subsídios e criar condições para a mobilização social e a participação, sendo um dos primeiros passos para desenvolver noções de cidadania e a confiança na sua própria capacidade de transformação da realidade, a partir do fortalecimento do poder desses indivíduos como sujeitos sociais. Isso porque, a partir do momento que as pessoas superam a busca de soluções individuais para seus problemas - recorrendo a alternativas coletivas - a mobilização social ganha força (TOLEDO, 2015).

Esse processo de mobilização ocorreu durante toda a construção do Plano Municipal de Saneamento Básico de Caxingó, conforme explicitado no Capítulo “*Capacitação de técnicos e gestores municipais e controle social*”.

Entretanto, o controle social deverá ter continuidade e ser fortalecido na medida em que o Plano Municipal for implementado. A população deve ser amplamente informada



e comunicada sobre os programas, prazos e responsabilidades mútuas e divididas com o poder público, tornando-se protagonista desse processo, a partir da reflexão e tomada de decisão para a mudança da sua realidade.

Nesse sentido é proposto para o município de Caxingó, a elaboração de Programa de Educação Ambiental e Sanitária envolvendo conjuntamente a temática ambiental, de saneamento e de saúde. Esse programa poderá ser construído de forma cooperada entre professores, agentes de saúde, representantes das comunidades e demais envolvidos. Esse programa deverá ser permanente e aplicado de forma contínua nas escolas, postos de saúde e instituições religiosas.

O documento produzido de forma participativa entre Ministério das Cidades, Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Educação, Ministério da Integração Nacional, Ministério da Saúde (Funasa – Fundação Nacional de Saúde) e Fiocruz, denominado “*Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento*” traz orientações e referências metodológicas para o desenvolvimento de ações articuladas de educação ambiental e mobilização social, que tenham como características a participação popular na avaliação e no comprometimento com mudanças estruturantes em saneamento, exatamente o que busca o Plano Municipal de Saneamento Básico (BRASIL, 2009). Muitas das ações propostas neste documento puderam ser aplicadas na etapa de elaboração do Plano, como por exemplo, o diagnóstico participativo que teve apoio dos moradores das diversas localidades existentes no município. Para a construção do Programa de Educação Ambiental e Sanitária do município de Caxingó poderão ser consultados ainda, os seguintes documentos de referência:

- Formação de agentes populares de educação ambiental na agricultura familiar: ações para a sustentabilidade no campo (MMA, 2015).
- Formação de agentes populares de educação ambiental na agricultura familiar. O planeta Terra: um sistema vivo (MMA, 2015).
- Aqui é onde eu moro, aqui nós vivemos: escritos para conhecer, pensar e praticar o município educador sustentável (MMA, 2005).



- Publicações no Portal do Ministério da Educação (<http://portal.mec.gov.br/pnaes/194-secretarias-112877938/secad-educacao-continuada-223369541/13639-educacao-ambiental-publicacoes>)

Além da construção do Programa de Educação Ambiental e Sanitária, poderão ser utilizadas mídias específicas como jornal comunitário, carro de som e rádio para divulgação de campanhas ambientais e de saneamento voltadas a melhorias das condições locais, seja na zona urbana ou rural. A capacitação de agentes comunitários de saúde para esclarecimentos e divulgação de boas práticas em saúde e saneamento, também poderá ser uma estratégia importante de informação e educação que deverá acompanhar a implantação das infraestruturas sanitárias no município.

#### **2.6.10 Cooperação Intermunicipal para consorciamento de apoio técnico profissional para a gestão de resíduos sólidos urbanos**

Visando a sustentabilidade da gestão de resíduos, este Plano Municipal propõe a estruturação de consórcio intermunicipal com a finalidade primeira de apoio técnico à gestão de resíduos no município com a contratação de técnicos especialistas (engenheiro responsável e demais técnicos) para assessoria na implantação de programas e projetos apresentados no Plano.

A pauta de apoio técnico inclui, desde a implantação e operação do aterro de pequeno porte, como também a universalização da coleta em todas as localidades, a elaboração de projeto e busca de financiamentos para a implementação do Programa de Coleta Seletiva, até a implementação de soluções definitivas para o tratamento e disposição final de resíduos domiciliares, resíduos de serviços de saúde (RSS) e de construção civil (RCC).

Esse modelo de cooperação pode estar apoiado por órgãos do Estado do Piauí, tanto com aporte técnico ou mesmo financeiro, no sentido de contribuir com a implementação de soluções estratégicas para a gestão de resíduos suprimindo a fragilidade institucional e financeira dos municípios de pequeno porte, como é o caso de Caxingó.



A proposta de consórcios públicos já foi apontada como estratégica no *Plano Regional de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos para os Municípios Piauienses da Bacia do Rio Parnaíba* (2015) para a implantação de aterros de pequeno porte em valas para municípios com a geração de até 10 toneladas/dia de resíduos sólidos domiciliares ou conjunto de municípios com geração de 10 a 20 toneladas/dia.

Para a implantação dos consórcios conforme definição do Plano de Regional deve ser considerada a estruturação gradual da infraestrutura administrativa e logística para o seu funcionamento, de forma a minimizar os desafios “quanto à falta de recursos financeiros dos pequenos municípios que não possuem quadro técnico e nem expertise para conduzir o processo de gestão” (p. 132).

Para implantação dos Consórcios são apontadas as seguintes estratégias:

- Reuniões regionais para definições dos objetivos, abrangência e estrutura do Consórcio, assim como assinatura do protocolo de intenções dos municípios de consorciamento;
- Aprovação de leis municipais de autorização e adesão ao Consórcio e contratos de programa;
- Estruturação técnica, gerencial e estatutário do Consórcio, com elaboração dos estatutos e definição dos procedimentos administrativos e orçamentários do Consórcio;
- Formalização e instituição legal do Consórcio, com elaboração dos instrumentos de formalização jurídica dos consórcios, eleição de Diretoria e contratação de corpo técnico;
- Planejamento do processo de implantação operacional e financeira do consórcio e gestão consorciada, identificando e implementando programas e projetos assim como os seus custos operacionais e gerenciais.

Com base nestas definições, para o município de Caxingó, é proposta a busca do consorciamento para compartilhamento de assistência técnica e apoio na implementação dos programas e projetos do Plano, estruturando de forma sustentável as soluções definitivas no médio e longo prazo para os sistemas de tratamento e destinação final dos resíduos.



### **2.6.11 Procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos**

De acordo com as diretrizes da Lei nº 11.445/2007, os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, assim como os demais serviços de saneamento, devem ser prestados de forma adequada, com qualidade e eficiência.

Considerando o art.6, § 1 da Lei de Concessões (Lei Federal nº 8987/1995), serviço adequado “*é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas*”. Isso significa sob o ponto de vista técnico, que os serviços devem ser prestados conforme regras estabelecidas, de forma contínua e eficiente, buscando a segurança ambiental e de saúde pública.

A Política Nacional de Resíduos estabelece que o Plano de Gestão Integrada deve definir os procedimentos operacionais e especificações mínimas a serem adotados nos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, incluída a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. O Brasil apresenta um conjunto de normas técnicas, resoluções e leis que regem, direta ou indiretamente, a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e que estabelecem parâmetros de serviços adequados para este setor, conforme apresentado nos Quadros a seguir.

#### **Normas Técnicas**

As principais normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) relativas à temática constam no Quadro 17:

**Quadro 17 – Normas Técnicas Relacionadas aos Resíduos Sólidos**

<b>Norma ABNT</b>	<b>Descrição</b>
NBR 7500	Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos
NBR 8.849	Aterro controlado de Resíduos Sólidos Urbanos - procedimentos
NBR 8.418	Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos
NBR 8.419	Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos

### Continuidade do Quadro 17 – Normas Técnicas Relacionadas aos Resíduos Sólidos

<b>Norma ABNT</b>	<b>Descrição</b>
NBR 9.190	Sacos plásticos para acondicionamento de lixo. Classificação
NBR 9191	Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio
NBR 10.004	Resíduos sólidos. Classificação
NBR 10.005	Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos
NBR 10.006	Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos
NBR 10.007	Amostragem dos resíduos
NBR 10.157	Aterro de resíduos sólidos perigosos. Critérios para projetos, construção e operação
NBR 12.807	Resíduos de Serviços de Saúde - Terminologia
NBR 12.808	Resíduos de Serviços de Saúde - Classificação
NBR 12.810	Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde – Procedimento
NBR 12.235	Armazenamento de resíduos perigosos
NBR 13.896	Aterros de Resíduos Não Perigosos - Critérios para Projeto, Implantação e Operação.
NBR 15.112	Área de Transbordo e Triagem – projeto/implantação/operação
NBR 15.113	Aterro de Inertes - projeto/implantação/operação
NBR 15.114	Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR 15.115	Agregados de Resíduos da Construção Civil – camadas de pavimentação – procedimentos
NBR 15.116	Agregados de Resíduos da Construção Civil pavimentação e concreto – requisitos
NBR 10.703	Degradação do Solo - Terminologia
NBR 12.988	Líquidos Livres - Verificação em Amostra de Resíduo
NBR 15.849	Aterro Pequeno Porte – localização/projeto/implantação
NBR 11.175	Incineração de Resíduos Sólidos Perigosos - Padrões de Desempenho (antiga NB 1265)
NBR 13.894	Tratamento no Solo ( <i>Landfarming</i> )
NBR 7.821	Armazenamento de Petróleo e seus Derivados Líquidos e Álcool Carburante
NBR 11.174	Armazenamento de Resíduos Classe II - Não Inertes e III - Inertes (Antiga NB-1264)
NBR 13.221	Transporte Terrestre de Resíduos
NBR 7.501	Transporte terrestre de produtos perigosos - Terminologia
NBR 7.503	Ficha de Emergência para o Transporte de Cargas Perigosas
NBR 12.809	Manuseio de Resíduos de Serviços de Saúde - Procedimento
NBR 13.853	Coletor para Resíduos de Serviço da Saúde perfurocortante
NBR 14.652	Coletor transportador rodoviário de Resíduos de Serviço da Saúde – construção/inspeção
NBR 9.191	Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio

### Continuidade do Quadro 17 – Normas Técnicas Relacionadas aos Resíduos Sólidos

Norma ABNT	Descrição
NBR 15.051	Laboratório clínico - gerenciamento de Resíduos
NBR 12.980	Coleta, varrição e acondicionamento de Resíduos Sólidos Urbanos – terminologia
NBR 13.463	Coleta de Resíduos Sólidos
NBR 13.591	Compostagem – terminologia
NBR 8.843	Aeroporto – gerenciamento de Resíduos Sólidos
NBR 14.283	Resíduos em solo – biodegradação - método respirométrico
NBR 14.599	Requisitos de segurança para coletores/compactadores de carregamento traseiro e lateral
NBR 15.448	Embalagens plásticas degradáveis ou de fontes renováveis – requisitos, métodos de ensaio
NBR 16.725	Resíduos Químicos – informações e ficha para rotulagem
NBR 13.334	Contentor metálico para coleta de Resíduos Sólidos
NBR 15.911	Contentor móvel de plástico destinado à coleta de Resíduos Sólidos Urbanos e Resíduos de Serviço da Saúde
NBR 13.332	Implementos rodoviários – coletor/compactador - terminologia
NBR 14.879	Implementos rodoviários – coletor/compactador – definição de volume

### Instrumentos Legais

No Quadro 18 são apresentados os principais instrumentos legais referentes à questão dos resíduos sólidos no Brasil.

### Quadro 18 – Legislação Federal

Título	Tema
Constituição Federal, Capítulo VI	Meio ambiente
Constituição Federal, art. 24, XII	Determina que a União, os estados e o Distrito Federal tem competência concorrente para legislar sobre a defesa e a proteção da saúde
Constituição Federal, art. 30	Competência privativa dos municípios para organizar e prestar os serviços públicos de interesse local
Portaria nº 53/79, do Ministério do Interior	Dispõe sobre a destinação final de resíduos sólidos
Decreto nº 2.668	Proíbe o depósito e lançamento de resíduos em vias, logradouros públicos e em áreas não edificadas, institui padrões de recipientes para acondicionamento de lixo, e dá outras providências
Lei nº 6.938/81	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação
Resolução CONAMA nº 1/86	Define impacto ambiental

### Continuidade do Quadro 18 – Legislação Federal

<b>Título</b>	<b>Tema</b>
Resolução CONAMA nº 358/2005	Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários
Resolução CONAMA nº 237/97	Dispõe sobre o licenciamento ambiental
Resolução CONAMA nº 401/2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
Resolução nº 264/99	Dispõe sobre o licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos
Resoluções CONAMA nº 416/2009	Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 348/02	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA nº 313/02	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais
Resolução CONAMA nº 316/02	Dispõe sobre procedimentos e critérios para funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos
RDC ANVISA nº 306/04	Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde
Resolução CONAMA nº 334/03	Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos
Resolução CONAMA nº 358/05	Tratamento e disposição final dos resíduos sólidos de serviços de saúde (revoga a Res. nº 5/93)
Resolução CONAMA nº 362/05	Estabelece diretrizes para o recolhimento e destinação de óleo lubrificante usado ou contaminado
Resolução CONAMA nº 404/08	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterros sanitários de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos
Decreto Federal 4954/2004	Aprova regulamento da Lei 6894 que dispõe sobre a inspeção e fiscalização sobre a produção e comércio de fertilizantes, inoculantes, corretivos ou biofertilizantes destinados à agricultura
Lei nº 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico
Lei nº. 11.107/2005 e Decreto regulamentador nº 6.017/07	Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos
Lei nº 12.305/2010	Política Nacional de Resíduos Sólidos
Decreto nº 7.404/2010	Regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos
Resolução CONAMA 275/2001	Código de cores para a coleta seletiva.
Resolução CONAMA 308/2002	Licenciamento ambiental de sistemas de disposição final dos resíduos sólidos urbanos gerados em municípios de pequeno



### Continuidade do Quadro 18 – Legislação Federal

<b>Título</b>	<b>Tema</b>
	porte
Resolução CONAMA 6/1991	Dispõe sobre o tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.
Resolução RDC ANVISA 41/2002	Procedimentos para licenciamento ambiental de aterros de resíduos inertes e da construção civil

De acordo com as orientações e princípios das políticas vigentes no setor de resíduos sólidos urbanos, cabe ao município de Caxingó, atender as regras e normas técnicas, resoluções e leis que regem, direta ou indiretamente, a prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, atentando-se para a segurança e qualidade ambiental.



### **3 PROPOSIÇÃO DE PLANO DE AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS**

A proposição de ações de emergências e contingências na área de saneamento, prevista no art. 19º da Lei 11.445/2007, identifica e prioriza riscos que envolvem os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólido e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Estas ações, vinculadas a uma estrutura de plano, estabelecem medidas de gestão dos sistemas em casos de emergência, no sentido de mitigar e solucionar satisfatoriamente estes eventos.

O presente capítulo tem por objetivo apresentar elementos técnicos, ambientais e sociais a serem considerados para a conformação de um plano de ações de emergência e contingência, voltado a evitar e/ou minimizar impactos ambientais, decorrentes de possíveis problemas ocasionados pela interrupção temporária ou prestação inadequada dos serviços de saneamento.

A definição de impacto ambiental adotada decorre da Resolução 001/86 do CONANA, conformando qualquer alteração de propriedade física, química e biológica do meio ambiente, causada pela ação humana que, direta ou indiretamente, afeta a saúde, a segurança e o bem-estar da população. A obrigatoriedade de definição de ações de emergência e contingência é afirmada na Lei Federal nº 11.445/2007 e reafirmada na Política Nacional de Resíduos Sólidos, que exige a apresentação de ações preventivas e corretivas a serem praticadas, no âmbito do manejo dos resíduos.

A existência de um plano para lidar com as possíveis situações de emergência ou contingência que venham a surgir, diminui consideravelmente o tempo de resposta a eventuais problemas, garantindo mais segurança para a população.

#### **3.1 ESTRUTURA BÁSICA PARA O PLANO DE AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS**

O plano de ações para emergências e contingências deverá contar com uma estrutura básica constituída por responsáveis pela implantação, coordenação e



acompanhamento. Esta estrutura poderá ser apoiada por um comitê municipal instituído para tais fins, composto por agentes envolvidos nos serviços, pela sociedade em geral e membros de conselhos de políticas públicas municipais.

#### **a) Comitê Municipal para Ações de Emergência e Contingência**

Poderá ser composto por membros representantes das seguintes instituições, sociedade civil e poder público:

- Concessionária, quando houver (AGESPISA e/ou empresas privadas que prestam serviços de saneamento no município);
- Secretaria Municipal de Obras ou departamento responsável pelo controle de obras no município;
- Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente ou departamento responsável pelo controle ambiental no município;
- Secretaria Municipal de Saúde, responsável pelas ações de vigilância ambiental/sanitária;
- Conselho Municipal de Saúde, quando houver;
- Sociedade Civil;
- Defesa Civil Municipal;
- Corpo de Bombeiros.

O Comitê terá como principal atribuição desenvolver a gestão do Plano de Ações para Emergências e Contingências (PAEC) de forma descentralizada e participativa, observando as perspectivas de proteger os mananciais, colaborar na segurança hídrica e garantir a saúde da população do município de Caxingó, resultando em uma função considerada de relevante interesse público.

#### **b) Brigada Municipal para Ações de Emergências e Contingências**

Deverá ser criada uma brigada municipal composta por representantes/trabalhadores da empresa prestadora de serviços do saneamento, das secretarias municipais elencadas e de representantes residentes do município, para atuação nas ações voltadas a minimização dos danos ocasionados por emergências e contingências, bem



como situações consideradas críticas. Os membros da Brigada deverão ser treinados pela defesa civil do município ou de outros municípios na região, atuando juntamente com o Comitê Municipal. O Comitê dimensionará a equipe da Brigada e ficará também responsável por sua convocação, bem como pela elaboração dos critérios de participação e de atuação dos membros da Brigada.

### **c) Cadastros de Profissionais e Autoridades de Referência**

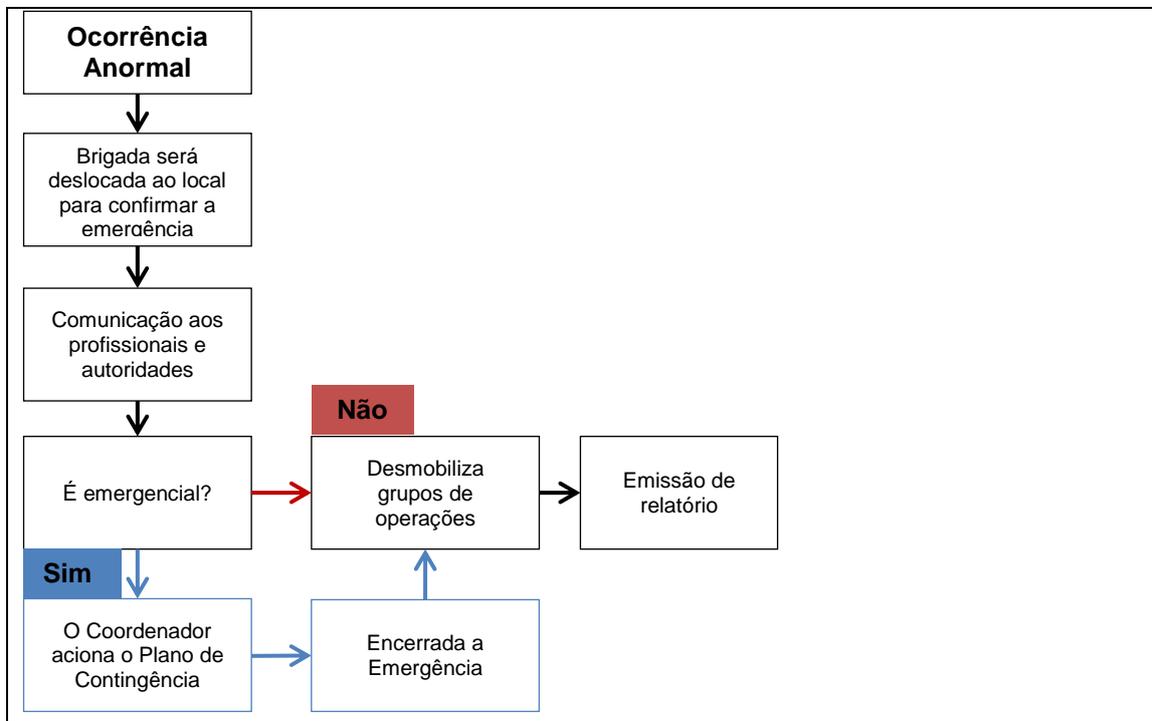
O Comitê deverá manter um cadastro de profissionais especializados atuantes no município ou fora dele para auxiliarem em questões técnicas demandadas em situações de emergências e contingências. O Comitê deverá apontar a forma de contribuição de cada profissional (sanitaristas, geólogos, hidrólogos, epidemiologistas, engenheiros, biólogos e outros que exerçam atividade de suporte aos serviços de saneamento básico).

Além desse cadastro, é importante que os profissionais responsáveis pelas ações rotineiras de vigilância e controle no município forneçam relatórios mensais sobre os serviços de saneamento prestados no município e que, por sua vez, deverão ser repassados ao Comitê.

## **3.2 DIRETRIZES PARA ARTICULAÇÃO E DESENCADEAMENTO DE AÇÕES E COMUNICAÇÃO EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA**

Na ocorrência de anormalidade em quaisquer sistemas do saneamento básico, a comunicação do fato deve seguir uma sequência de medidas que visem rapidez e eficiência em sanar as anormalidades que caracterizam a situação, conforme ilustra a Figura 37.

**Figura 37 – Desencadeamento de ações e comunicação em situações de emergências**



Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico de Ji-Paraná/RO. Plano setorial de abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário (2012).

### 3.3 ELABORAÇÃO DE MANUAL COM PROTOCOLOS DE ATUAÇÃO

Para ação, ou conjunto de ações similares, o Comitê para Ações de Emergências e Contingências deverá elaborar um protocolo de atuação específico. Protocolo é considerado um conjunto de regras, padrões e especificações técnicas que vão regular as ações, ou conjunto de ações, em casos de emergências ou contingências. É uma descrição detalhada de como e por que cada ação será conduzida, registrada formalmente em um manual específico. Neste Manual devem figurar informações de todas as etapas previstas para o contingenciamento da situação enfrentada, considerando:

- Como caracterizar a ocorrência ou o fato gerador da emergência e contingência;
- Quais pessoas devem ser informadas;
- Quem vai centralizar e fornecer as informações sobre o tema;



- Quais são os responsáveis para atuar em cada etapa do processo – diagnóstico, prevenção, correção;
- Qual é a cadeia hierárquica de deliberações sobre a situação em pauta;
- Para onde devem ser encaminhadas as pessoas que necessitam de cuidados especiais;
- Quais são os insumos e equipamentos que devem estar estocados;
- Qual é a legislação aplicada ao tema que deve ser atendida; e
- Quais cuidados necessários ao acolhimento das pessoas que estão precisando de apoio.

Deverá existir um conjunto de protocolos para ações preventivas, outro de ações para o atendimento emergencial e um terceiro de ações para a readequação dos sistemas que tenham passado por avarias e adversidades.

Os protocolos devem ser elaborados e periodicamente revisados por uma equipe técnica formalmente designada pelo Comitê para Ações de Emergências e Contingências permitindo o seu aperfeiçoamento e a detecção e correção de erros, com base nas experiências acumuladas no município, ou mesmo fora dele.

Os protocolos deverão conter normas de procedimento para atuação de todos os atores envolvidos nos processos instituídos pelas ações de emergência e contingência.

### **3.4 AÇÕES EMERGENCIAIS E DE CONTINGÊNCIAS PARA OS SETORES DO SANEAMENTO BÁSICO**

A seguir são apresentadas as ações emergenciais e de contingências para os componentes do saneamento básico no município de Caxingó.

**Quadro 19 – Ações para emergências e contingência do setor de abastecimento de água**

Ocorrência	Origem	Órgão competente	Prevenção	Ação para Emergência e Contingência
Racionamento	Paralisações por falhas de manutenção e operação dos sistemas	Empresa concessionária dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.  Secretaria Municipal responsável por obras.	Bacia Hidrográfica de captação: proibições e limitações aos usos do solo, registro de produtos químicos utilizados na bacia de contribuição, controle de atividade humana dentro dos limites da bacia, controle de descargas de águas residuárias, fiscalização regular na bacia hidrográfica e prevenção de atividades poluidoras clandestinas.	<p>Desenvolvimento de plano de emergência que especifique:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Os responsáveis pela coordenação das medidas; definição de equipes, equipamentos, veículos e procedimentos para a pronta atuação na correção do problema;</li> <li>Estabelecimento de esquemas alternativos para o abastecimento de água em caso de emergência.</li> </ul> <p>Plano de comunicação para alertar e informar a população, os órgãos responsáveis e secretarias envolvidas.</p> <p>Contratar obras emergenciais de reparos.</p> <p>Criar projeto de ação em conjunto com os órgãos de gestão de recursos hídricos para o controle do uso da água dos mananciais utilizados para o abastecimento.</p>
	Desastres naturais: secas e cheias	Secretaria Municipal responsável por Agricultura e Meio Ambiente;  Secretaria Municipal de Saúde, responsável pelas ações de vigilância ambiental/sanitária.  Conselho Municipal de Saúde.	Manancial de captação: garantia de capacidade de armazenamento de água tanto para momentos de seca quanto de cheia, localização e proteção adequada dos mananciais, estabelecimento de programa de monitoramento e implementação de vigilância analítica destinada a identificar, no menor tempo possível, anormalidades nas características físico-químicas e biológicas na água.	
	Contaminação por acidentes	Defesa Civil Municipal.	Tratamento: capacitação dos operadores da ETA, com o objetivo de possibilitar a caracterização físico-química e microbiológica da água; controle de produtos químicos usados no tratamento para sua otimização e garantia de dosagens eficientes; disponibilização de fornecimento de energia em caso de parada; prevenção de sabotagem e atividades ilegais não autorizadas.	



**Continuidade do Quadro 19 – Ações para emergências e contingência do setor de abastecimento de água**

Ocorrência	Origem	Órgão competente	Prevenção	Ação para Emergência e Contingência
	Danos aos sistemas por ações propositais humanas		Distribuição: manutenção programada, controle da concentração residual de desinfetante na rede, disponibilização de fornecimento de energia em caso de parada, garantia de pressão adequada na rede, prevenção de sabotagem e atividades ilegais não autorizadas.	
Aumento de demanda temporária	Incremento populacional transitório decorrente de feriados e datas festivas	<p>Empresa concessionária dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.</p> <p>Secretaria Municipal responsável por obras.</p> <p>Secretaria Municipal responsável por Agricultura e Meio Ambiente.</p> <p>Secretaria Municipal de Saúde, responsável pelas ações de vigilância ambiental/sanitária.</p> <p>Conselho Municipal de Saúde.</p> <p>Defesa Civil Municipal.</p>	<p>Dimensionamento de sistema que suporte aumento da demanda, reservação de água e plano de alerta em caso de interrupção.</p>	<p>Planejamento de sistema de reservação para garantir o suprimento de água no período em apreço;</p> <p>Executar rodízio de abastecimento conforme plano que deve ser estabelecido pela operadora;</p> <p>Agendamento dos eventos para que haja a prevenção e planos de operação para o atendimento a população flutuante;</p> <p>Veiculação de campanha para uso racional de água no período de aumento da demanda.</p>



**Continuidade do Quadro 19 – Ações para emergências e contingência do setor de abastecimento de água**

Ocorrência	Origem	Órgão competente	Prevenção	Ação para Emergência e Contingência
Interrupção temporária dos serviços	Falhas no fornecimento de energia elétrica ou de bombas e motores	Empresa Concessionária dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.	Treinamentos, capacitação de recursos humanos e programa permanente de educação ambiental.	<p>Desenvolver plano de emergência que contemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formas de comunicação dos problemas às secretaria envolvidas;</li> <li>• Disponibilização de equipe para atendimento agilizado para sanar os problemas;</li> <li>• Realização de manutenção corretiva, com equipes treinadas para diminuir o tempo de intermitência no serviço.</li> </ul>
	Paralisações por falhas de manutenção e operação dos sistemas	<p>Secretaria Municipal responsável por obras.</p> <p>Secretaria Municipal responsável por Agricultura e Meio Ambiente.</p> <p>Secretaria Municipal de Saúde, responsável pelas ações de vigilância ambiental/sanitária.</p> <p>Conselho Municipal de Saúde.</p> <p>Defesa Civil Municipal.</p>	Realizar monitoramento e controle operacional nos sistemas.	

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



**Quadro 20 – Ações para emergências e contingência do setor de Esgotamento Sanitário**

Ocorrência	Causas	Órgão competente	Prevenção	Ação para Emergência e Contingência
Interrupção temporária dos serviços	Riscos de poluição de cursos d'água e lençol freático pelo transbordamento de esgoto bruto das Estações de Tratamento devido falhas no fornecimento de energia elétrica ou de bombas e motores.	Empresa Concessionária dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.  Secretaria Municipal responsável por obras.	Técnicos de manutenção devidamente capacitados e treinados; existência de programa sistematizado de manutenção de redes; Programa permanente de educação ambiental contemplando aspectos sanitários.	Desenvolver plano de emergência que contemplem: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicação dos problemas às secretarias envolvidas;</li> <li>• Disponibilizar equipe para atendimento agilizado para sanar os problemas;</li> <li>• Realização de manutenção corretiva, com equipes treinadas para diminuir o tempo de espera para a execução dos reparos.</li> <li>• Instalar equipamento reserva.</li> </ul>
	Paralisações por falhas de manutenção e operação dos sistemas.	Secretaria Municipal responsável por Agricultura e Meio Ambiente.	Realizar monitoramento e controle operacional nos sistemas.	
	Acidente com trabalhadores durante a operação do serviço	Secretaria Municipal de Saúde, responsável pelas ações de vigilância ambiental/sanitária.	Plano de proteção ao trabalhador e segurança no ambiente de trabalho; utilização de EPI.	Desenvolver Planos de emergência que contemple: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de atendimento médico à equipe;</li> <li>• Alocar equipe para atendimento permanente no local da ocorrência;</li> <li>• Comunicação dos problemas às secretarias envolvidas.</li> </ul>
	Danos aos sistemas de esgotamento sanitário devido ações humanas propositais ou por movimentação do solo decorrente de chuvas intensas	Conselho Municipal de Saúde.  Defesa Civil Municipal.	Disponibilidade de sistemas de prevenção de atos de sabotagem e de atividades clandestinas.	



**Continuidade do Quadro 20 – Ações para emergências e contingência do setor de Esgotamento Sanitário**

Ocorrência	Causas	Órgão competente	Prevenção	Ação para Emergência e Contingência
	Explosões em atmosferas contendo metano e gás sulfídrico, tais como em reatores anaeróbios, e espaços confinados, como poços de visitas.		Averiguação prévia da concentração de oxigênio e da presença de gases tóxicos antes de se adentrar em espaços confinados, providenciando exaustão/ventilação adequadas; Treinamento de trabalhadores quanto às medidas preventivas.	
Aumento de demanda temporária	Incremento populacional transitório decorrente de feriados e datas festivas.	<p>Empresa Concessionária dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.</p> <p>Secretaria Municipal responsável por obras.</p> <p>Secretaria Municipal responsável por Agricultura e Meio Ambiente.</p> <p>Secretaria Municipal de Saúde, responsável pelas ações de vigilância ambiental/sanitária.</p> <p>Conselho Municipal de Saúde e Defesa Civil Municipal.</p>	Dimensionamento de sistema que suporte aumento da demanda.	Desenvolver plano de emergência que contemple a realização da manutenção corretiva, diminuindo tempo de espera para a execução dos reparos em função do aumento da demanda.

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



**Quadro 21 – Ações para emergências e contingência do setor de drenagem pluvial urbana**

Ocorrência	Origem	Órgão competente/Acionar	Ação para Emergência e Contingência
Alagamentos localizados	Boca de lobo assoreado/ obstruído ou sub-dimensionamento da rede existente.	Defesa Civil	Comunicar órgãos competentes sobre o alagamento e acionar o socorro e desobstrução.
		Corpo de Bombeiros	
		Secretaria de obras e responsáveis pela limpeza pública	Sensibilizar e mobilizar a comunidade por meio de iniciativas de educação ambiental para evitar o lançamento de resíduos em via pública e sistemas de drenagem.
Processos erosivos	Inexistência ou ineficiência de rede de drenagem urbana.	Secretaria de Obras.	Elaborar e implantar projetos de drenagem urbana a iniciar prioritariamente nas áreas afetadas por processos erosivos.
	Inexistência ou ineficiência de dissipadores de energia.	Secretaria de Obras.	Construir ou readequar sistemas dissipadores de energia.
	Inexistência de APPs/Áreas desprotegidas.	Secretaria Municipal de Meio Ambiente.	Recompor APPs dos principais corpos hídricos, principalmente daqueles que recebem contribuição da drenagem urbana.
Secretaria de Obras		Executar obras de contenção de talude e aterros. Ampliar a fiscalização e o monitoramento de área de recomposição de APPs.	
Mal cheiro exalado pelo sistema de drenagem	Interligação clandestina de esgoto nas galerias pluviais	Secretaria Municipal de Obras	Comunicar órgãos competentes sobre a possibilidade de existência de ligações clandestinas de esgotos na rede de drenagem urbana para posterior detecção do ponto de lançamento, regularização da ocorrência e aplicação de penalidades.
	Resíduos lançados nas bocas de lobo		Sensibilizar e mobilizar a comunidade por meio de iniciativas de educação ambiental para evitar o lançamento de resíduos em via pública e sistemas



**Continuidade do Quadro 21 – Ações para emergências e contingência do setor de drenagem pluvial urbana**

Ocorrência	Origem	Órgão competente/Acionar	Ação para Emergência e Contingência
			de drenagem.
	Ineficiência da limpeza das bocas de lobo		Intensificar frequência de limpeza e manutenção do sistema de drenagem.
Inundações e risco de deslizamento	Eventos climáticos extremos	Defesa Civil Corpo de bombeiros	Cadastro de famílias atingidas, transporte, manutenção e organização de abrigos e serviços básicos de saúde.

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



**Quadro 22 – Ações para emergências e contingência do setor de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos**

Ocorrência	Origem	Órgão competente/Acionar	Ações para Emergência e Contingência
Paralisação dos serviços de coleta regular	Greve dos funcionários ou outro fator administrativo	Secretaria ou Departamento responsável pelos serviços de limpeza	Acionar funcionários e equipamentos de outros departamentos municipais para efetuarem a limpeza dos locais críticos.
		Serviço de fiscalização da Prefeitura Secretaria de Educação Secretaria de Saúde	Realizar campanha de comunicação, visando mobilizar a sociedade para manter a cidade limpa, no caso de paralisação da temporária dos serviços.  Contratar empresa especializada em caráter de emergência para execução dos serviços interrompidos.
Interrupção do acesso ao local de disposição de resíduos ou problemas de operação do aterro	Excesso de chuvas	Secretaria ou Departamento responsável pelos serviços de limpeza	Obter autorização para utilizar (ou construir) caminhos alternativos.  Identificar área de disposição final ambientalmente adequada alternativa para o recebimento temporário dos resíduos gerados no município
	Explosão, incêndio, vazamentos tóxicos e desabamentos no aterro	Secretaria ou Departamento responsável pelos serviços de limpeza Defesa Civil Corpo de bombeiros	Interdição imediata da área afetada  Obras de contenção  Identificar área de disposição final ambientalmente adequada alternativa para o recebimento temporário dos resíduos gerados no município
Invasão e ocupação de áreas contaminadas		Serviço de fiscalização da Prefeitura e Defesa Civil Municipal.  Órgãos de segurança pública.	Desocupar área invadida  Relocação (provisória ou permanente) da população



**Continuidade do Quadro 22 – Ações para emergências e contingência do setor de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos**

Ocorrência	Origem	Órgão competente/Acionar	Ações para Emergência e Contingência
Paralisação dos serviços de coleta e destinação dos resíduos de serviços de saúde	Greve ou problemas operacionais	Serviço de fiscalização da Prefeitura Municipal. Secretaria ou Departamento responsável pelos serviços de limpeza Secretaria de Saúde	Contratar empresa especializada em caráter de emergência para execução dos serviços interrompidos
Disposição inadequada de resíduos		Serviço de fiscalização da Prefeitura. Secretaria ou Departamento responsável pelos serviços de limpeza	Notificar, multar e/ou imputar sanções cabíveis ao autor do despejo. Recolher e dar destinação correta aos resíduos.
Acidentes com produtos perigosos		Secretaria Municipal de Saúde. Defesa Civil e Corpo de Bombeiros. Polícia Civil e Polícia Rodoviária (Se pertinente).	Isolar e sinalizar área. Identificar e tipificar o produto perigoso. Determinar limpeza/remoção e destinação adequada do produto. Determinar e acompanhar a recuperação ambiental da área. Identificar, notificar, multar e/ou imputar as sanções cabíveis ao autor do acidente.

Fonte: Comitê Executivo de Caxingó (2017) / Sistematização: FESPSP (2017)



#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, T. Município de Gravatá Agreste de Pernambuco, receberá cisternas da FUNASA. 2013. Disponível em: <http://rota232.com.br/municipio-de-gravata-agreste-de-pernambuco-recebera-cisternas-da-funasa>. Acesso em: 08 jun. 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento. Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento -- Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2009.

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

FUNASA. Especificações técnicas para a construção de melhorias sanitárias domiciliares – Cisternas. 2013. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/melhorias-sanitarias-domiciliares/>

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Aqui é onde eu moro, aqui nós vivemos: escritos para conhecer, pensar e praticar o município educador sustentável / Carlos Rodrigues Brandão. – 2. ed. – Brasília: MMA, Programa Nacional de Educação Ambiental, 2005. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/\\_arquivos/mes\\_livro.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/mes_livro.pdf)

MMA - Ministério do Meio Ambiente Formação de agentes populares de educação ambiental na agricultura familiar: volume 7 – Ações para a sustentabilidade no campo / Alex Barroso Bernal e Adriana de Magalhães Chaves Martins, Organizadores. Brasília: MMA, 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/educacao-ambiental/category/153-programa-de-educacao-ambiental-e-agricultura-familiar>

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Formação de agentes populares de educação ambiental na agricultura familiar: volume 4 – O planeta Terra: um sistema vivo / Alex Barroso Bernal e Adriana de Magalhães Chaves Martins, Organizadores. Brasília: MMA, 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/educacao-ambiental/category/153-programa-de-educacao-ambiental-e-agricultura-familiar>



RAMOS, C. L.; BARROS, M. T .L.; PALOS, J. C. F. (coord.). Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no Município de São Paulo. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo e Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – CTH, 1999. Disponível em: <<http://www.fcth.br/public/cursos/canaismares/md.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2017.