



**CRISTALINA-GO**

*PLANO MUNICIPAL DE  
SANEAMENTO BÁSICO*

## APRESENTAÇÃO

O presente documento compreende ao Produto D – Relatório da Prospectiva e Planejamento Estratégico, previsto na prestação de serviços do Termo de Referência.

Este produto contém os objetivos e metas de curto, médio e longo prazo para a universalização do saneamento básico, admitidas soluções progressivas, observado a compatibilidade com a lei orgânica do município e demais planos setoriais.

Os serviços prestados referem-se ao Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB de Cristalina, elaborado no âmbito do contrato firmado entre a Hollus Serviços Técnicos Especializados Ltda. e a Prefeitura Municipal de Cristalina – GO.

Esse relatório permitirá a formulação dos programas, projetos e ações para o Plano Municipal de Saneamento Básico de Cristalina, considerando as metas previstas no Plano Plurianual, de modo compatível com as diferentes dimensões envolvidas em cada vertente do saneamento básico.

Dessa maneira, é importante observar o que estabelece a Lei 11.445/07 e as necessidades identificadas no diagnóstico, para que possam estar de encontro com os demais planos governamentais tanto no âmbito federal como estadual.

Visando o estabelecimento contínuo das metas a atingir e, posteriormente, manter o acesso e a universalização aos serviços de saneamento básico é necessário a revisão periódica dos produtos, conforme a revisão do plano plurianual, ou seja, de 4 em 4 anos.

Devemos ressaltar que quaisquer planos que tracem diretrizes para o planejamento da cidade, em uma amplitude temporal de 20 anos, são instrumentos dinâmicos, passíveis de alterações e modificações, que visam acompanhar o desenvolvimento local e as necessidades populacionais, se readequando ao tempo e às novas políticas públicas.

## SUMÁRIO

A.	ANÁLISE SWOT .....	5
A.1	INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	6
A.2	INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	10
A.3	INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	14
A.4	INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	18
B.	CENÁRIOS, OBJETIVOS E METAS .....	24
B.1	INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	25
B.2	INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	39
B.3	INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	55
B.4	INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	62
C.	PROJEÇÃO DE DEMANDAS E PROSPECTIVAS TÉCNICAS.....	77
C.1	INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA .....	79
C.2	INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	151
C.3	INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS .....	172
C.4	INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	186
D.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	219

## INTRODUÇÃO

Através de inspeções de campo, coleta de informações, respostas das audiências públicas e entrevistas com os encarregados dos sistemas que compõem o saneamento básico de Cristalina, foi elaborado um diagnóstico da situação atual do município.

O diagnóstico concluiu a ausência de banco de dados com relação aos aspectos da operação dos sistemas, como relatórios de análise da situação operacional, cadastros de unidades operacionais, cadastro de rede de distribuição existente e croqui esquemático dos sistemas.

O sistema mais estruturado no município de Cristalina é o sistema de abastecimento de água, realizado pela Saneamento de Goiás S.A. (SANEAGO).

Constatou-se ainda a inexistência de indicadores de desempenho próprios para análise e diagnósticos internos para os sistemas de esgotamento sanitário, e para o sistema de manejo de águas pluviais e de resíduos sólidos, com a finalidade de aumentar a eficiência e identificar carências na prestação dos serviços.

Neste âmbito, o presente documento retrata um prognóstico do saneamento de Cristalina, através de três cenários distintos e hipotéticos, que transforma as incertezas do ambiente em tomadas de decisões racionalizadas, estabelecendo as demandas futuras pelos serviços ao longo do horizonte temporal deste instrumento de gestão.

## PROSPECTIVA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

No contexto de perspectivas em relação ao saneamento básico no município de Cristalina, devemos avaliar os fatores socioeconômicos, culturais, políticos e ambientais para a definição das estratégias a serem adotadas, a fim de promover a universalização dos serviços que compreendem o saneamento básico.

O planejamento estratégico como um processo contínuo de sistematização e ampliação do conhecimento de um futuro contido, tem como intuito tomar decisões atuais que envolvam riscos e, através de uma retroalimentação organizada e sistemática, medir o resultado dessas decisões em confronto com as expectativas alimentadas.

Visto isso, cabe aos atores envolvidos na promoção do saneamento básico definir as estratégias a serem seguidas, através de um planejamento envolvendo os diversos stakeholders, atendendo de forma ampla os anseios da comunidade e sanando as deficiências apontadas no diagnóstico.

Entende-se como planejamento estratégico a técnica gerencial essencial para a boa administração, que por meio da análise do ambiente de uma organização ou sociedade, é possível construir um diagnóstico de oportunidades e ameaças, e pontos fortes e fracos, para o cumprimento da sua missão.

Ele dá o Norte para que a organização aproveite novos espaços e evite riscos, gerindo recursos com maior eficiência, eficácia e efetividade, e com qualificação no atendimento das demandas da sociedade, refletindo assim diretamente na conformidade legal do sistema de gestão.

## A. ANÁLISE SWOT

A análise SWOT é uma ferramenta de reflexão, posicionamento e gestão que pode ser usada na elaboração do planejamento estratégico como forma de demonstração das análises dos ambientes externo e interno da empresa, organização ou poder público.

Representa um ponto de partida para o planejamento tendo uma percepção geral de pontos e fatores que podem contribuir ou prejudicar a execução de ações estratégicas. O objetivo da análise é contextualizar a realidade e, assim identificar os desafios a serem enfrentados para a universalização do saneamento.

A sigla é originada das palavras *strengths* (forças), *weaknesses* (fragilidades), *opportunities* (oportunidades) e *threats* (ameaças).

A matriz SWOT no contexto do Plano Municipal de Saneamento Básico (Figura 1) traça uma análise da situação atual dos eixos temáticos presentes no plano, pois os objetivos devem ser formulados a partir da análise das ameaças e oportunidades, e das forças e das fragilidades.

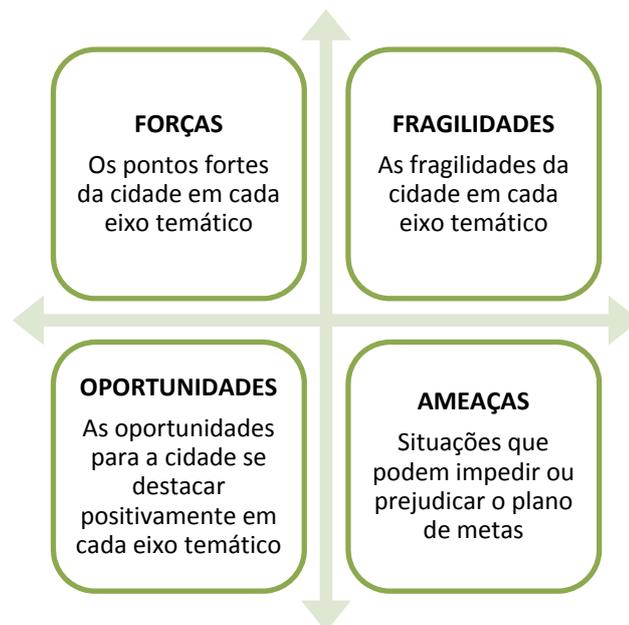


Figura 1 - Matriz SWOT.

## A.1 INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A infraestrutura de abastecimento de água é o eixo mais estruturado no município em estudo, sendo administrado em sua quase totalidade pela Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO), sociedade de economia mista responsável pela prestação desse serviço à população da Cidade de Cristalina. O distrito de Campos Lindos possui sistemas individuais como poços e cisternas e o sistema no povoado de São Bartolomeu é operado pela prefeitura de Cristalina.

Mesmo sendo a vertente do saneamento mais estruturado, o sistema apresenta suas deficiências, que foram apresentadas na etapa anterior do PMSB, o Diagnóstico Técnico-Participativo, que levantou os diferentes aspectos relacionados a infraestrutura de abastecimento de água do município de Cristalina.

As Tabela 1,

Tabela 2,

Tabela 3 e Tabela 4 listam os itens de reflexão utilizados na construção da análise SWOT, bem como a classificação e a descrição de como isso afeta a infraestrutura de abastecimento de água.

**Tabela 1 - Forças do Sistema de Abastecimento de Água.**

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
FORÇAS	Qualidade da água	A água tratada na ETA, está atendendo os padrões de qualidade exigidas pela legislação. Os poços utilizados para o abastecimento de água da zona urbana apresentam boa qualidade de água.
	Base de dados e informações do SAA	A SANEAGO disponibiliza os dados e informações referentes ao Sistema de Abastecimento de Água através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
	Micromedição	O sistema de abastecimento de água de Cristalina conta com medidores individuais quase na totalidade das economias ligadas à rede de abastecimento operada pela SANEAGO.
	Tarifação dos serviços	As tarifas cobradas pelo serviço de abastecimento de água cobrem as despesas da SANEAGO referentes aos materiais e mão-de-obra utilizados neste sistema.

**Tabela 2 - Fraquezas do Sistema de Abastecimento de Água.**

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
<b>FRAQUEZAS</b>	Recursos Financeiros escassos	O município não tem disponibilidade financeira para promover melhorias e ampliações no sistema de abastecimento de água. Essa limitação está relacionada às formas como o Governo Federal disponibiliza recursos para o setor e às condições econômico-financeiras ainda precárias dos operadores, que por sua vez, se justificam em função da baixa eficiência operacional e de gestão.
	Cobertura insuficiente do sistema de abastecimento de água	O Índice de atendimento para o abastecimento de água em Janeiro de 2016 foi de 83,8% da população.
	Falta de manutenção preventiva na rede	Uma das fraquezas é a inexistência de rotina operacional que defina cronogramas de manutenções preventivas na rede,
	Ausência de programas ambientais	O município não dispõe de programas de conscientização da população perante o uso da água, seu manuseio e racionamento.
	Estado Físico das instalações do SAA	Estruturas e equipamentos das unidades do SAA estão mal conservadas, com sinais de desgaste e alguns danos aparentes, como ferrugem, infiltração e vazamentos.
	Falta de monitoramento das águas subterrâneas na zona rural	Não há nenhum tipo de tratamento, estudo ou monitoramento da qualidade das águas subterrâneas que são utilizadas pela população rural.
	Captação no Córrego Embira acima da vazão outorgável do manancial	O Córrego Embira está sendo explorado no limite de sua capacidade, sendo captado vazão superior a máxima outorgável do manancial.

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
	Alto índice de Perdas no sistema	De acordo com dados da concessionária SANEAGO, o índice de perdas do sistema de abastecimento de água é de 33,43% (média dos meses de 2015).
	Falta de água potável no distrito de Campos Lindos	Há falta de água potável no Distrito de Campos Lindos devido ao abastecimento ser realizado de forma individualizada por cisternas, em sua maioria localizadas próximas a fossas.

**Tabela 3 - Oportunidades do Sistema de Abastecimento de Água.**

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
<b>OPORTUNIDADES</b>	Programas de Apoio	São oferecidos diversos programas de apoio para a construção e melhoria dos sistemas de saneamento, um dos mais proficientes é o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) que está em sua segunda etapa, tendo como principal intermediador a Caixa Econômica Federal (CEF).
	Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB)	O PNSB Estabelece diretrizes, metas e ações de saneamento básico para o País nos próximos 20 anos (2014-2033). A PNSB é uma oportunidade, visto que estabelece diversos deveres dos municípios, mas também lista direitos.
	Emendas Parlamentares	Possibilidade de liberação de recursos através de emendas parlamentares, que podem ser utilizadas para a realização de obras pontuais, melhorias ou ampliações de sistemas existentes.
	Recursos Federais	Os recursos federais são uma oportunidade para a instalação de infraestrutura de saneamento básico, tais recursos podem ser viabilizados via convênios com diversos entes da estrutura governamental como FUNASA, Ministérios das Cidades, entre outros.
	Recursos Estaduais (SANEAGO)	Os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário são concessões da empresa estadual de saneamento de Goiás, SANEAGO e têm que receber investimentos da mesma.
	Conscientização da população para a temática da água	Através dos programas de mobilização, conjuntamente às reuniões e audiências públicas, haverá maior conscientização da população para a temática da água.

Tabela 4 - Ameaças do Sistema de Abastecimento de Água.

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
AMEAÇAS	Excesso de burocracia	A burocracia é dever ser levada em consideração em qualquer processo de planejamento, devendo ser computado parcela de tempo adicional em todos os programas/projetos.
	Falta de estrutura técnica	A carência de pessoal e estrutura técnica inviabiliza a implantação e operacionalização dos projetos contemplados no Plano Municipal de Saneamento Básico.
	Dependência de fundos externos	A insustentabilidade econômica do setor faz com que a SANEAGO seja dependente de fundos de outras entidades externas.
	Não cumprimento das metas do PMSB	Não cumprimento das metas por inexistência de regulação e fiscalização do estabelecido no Plano Municipal de Saneamento Básico.
	Crescimento populacional fora do previsto	O Plano Municipal de Saneamento de Cristalina é baseado em um estudo de projeção da população, porém, deve-se ressaltar a existência da possibilidade de um crescimento não esperado, sendo este acontecimento um fato que poderia comprometer o bom andamento das práticas contidas neste estudo.

A análise SWOT da infraestrutura de abastecimento de água aponta algumas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças. A Figura 2 apresenta a análise SWOT realizada para o sistema de abastecimento de água de Cristalina.

	POSITIVO	NEGATIVO
INTERNOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualidade da água</li> <li>• Extensão da zona urbana</li> <li>• Base de dados e informações do SAA</li> <li>• Micromedição</li> <li>• Tarifação dos serviços</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos Financeiros Escassos</li> <li>• Cobertura insuficiente do sistema de abastecimento de água</li> <li>• Falta de manutenção preventiva na rede</li> <li>• Ausência de programas ambientais</li> <li>• Estado físico das instalações do SAA</li> <li>• Falta de monitoramento das águas subterrâneas na Zona Rural</li> <li>• Captação no córrego Embira acima da vazão outorgável do manancial</li> <li>• Alto índice de perdas no sistema</li> <li>• Falta de água potável no distrito de Campos Lindos</li> </ul>
EXTERNOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de apoio</li> <li>• Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB)</li> <li>• Emendas Parlamentares</li> <li>• Recursos Federais</li> <li>• Recursos Estaduais (SANEAGO)</li> <li>• Conscientização da população para a temática da água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excesso de burocracia</li> <li>• Falta de estrutura técnica</li> <li>• Dependência de fundos externos</li> <li>• Não cumprimento das metas do PMSB</li> <li>• Crescimento populacional fora do previsto</li> </ul>

Figura 2 - Matriz SWOT da infraestrutura de abastecimento de água.

## A.2 INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

A empresa responsável pela operação sistema de esgotamento sanitário em Cristalina é a SANEAGO, a qual também tem a concessão dos serviços de abastecimento de água. O Povoado de São Bartolomeu e o Distrito de Campos Lindos Possuem sistemas individuais de tratamento (fossa séptica).

O sistema de esgotamento sanitário da cidade de Cristalina é composto por uma estação de tratamento de esgotos (ETE), cujo tratamento se dá por meio de tratamento preliminar e duas lagoas facultativas, duas estações elevatórias de esgoto (EEE), sendo apenas uma em funcionamento, atendendo em 2015 apenas 26,6% da população total (SANEAGO, 2015), com 3.615 ligações e 80.450 metros de extensão de rede coletora.

O sistema necessita de ampliação e reestruturação para que seja possível a universalização do serviço, entre outras metas estipuladas pela Política Nacional de Saneamento Básico.

Portanto, foi desenvolvida uma matriz de SWOT, apresentada nas Tabela 5, Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8, a qual lista os itens de reflexão relacionados à infraestrutura de esgotamento sanitário no município, bem como sua classificação e descrição.

**Tabela 5 - Forças do sistema de esgotamento sanitário**

ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO DAS FORÇAS
Disponibilidade hídrica para utilização como corpo receptor	O município é margeado por diversos ribeirões os quais apresentam vazões altas e bons índices de qualidade, o que favorece a utilização desses como corpos receptores de efluentes tratados.
Base de dados e informações do SES	A Saneago disponibiliza os dados e informações referentes ao Sistema de Esgotamento Sanitário através da Mapoteca, em unidade física em Goiânia/GO, e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).
Existência do Plano Municipal do SAA e SES de Cristalina	A Saneago, concessionária do serviço no município, juntamente com apoio da Prefeitura Municipal de Cristalina elaboraram em 2013 o Plano Municipal do SAA e SES de Cristalina, visando manter a universalização do acesso aos serviços básicos de que necessita a população por meio de ampliação e melhoria no sistema. Possui objetivo principal formular linhas de ações e estruturais e estruturantes para os sistemas de abastecimento de água e esgotos sanitários com constância e qualidade, contemplando metas e prazos para a universalização.
Existência de Estudo de Concepção e Projeto Executivo do SES de Cristalina	Foi aprovado pela Saneago em novembro de 2013 o Estudo de Concepção do SES de Cristalina, elaborado pela Empresa Senha Engenharia. Logo, em abril de 2014, foi aprovado o Projeto Executivo do SES de Cristalina, o qual propõe ampliação e reestruturação do Sistema de Esgotamento Sanitário de Cristalina.

**Tabela 6 - Fraquezas do sistema de esgotamento sanitário.**

ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO DAS FRAQUEZAS
Uso de fossas inadequado	A utilização de fossas fora dos padrões adequados de projeto faz com que a vida útil dessas seja reduzida, em consequência disso, a população precisa construir novas fossas, causando maior risco de contaminação do solo.
Uso de fossas negras inadequadas no povoado e no distrito	No povoado São Bartolomeu e Distrito de Campos Lindos a população utiliza-se de fossas negras para a disposição de seus efluentes domésticos, aumentando a probabilidade de contaminação do lençol freático e, conseqüentemente, dos recursos hídricos nas proximidades.
Extravasamentos de esgotos em estações elevatórias	Interrupção no fornecimento de energia elétrica nas instalações de bombeamento, danificação de equipamentos eletromecânicos/estruturas e ações de vandalismo.
Rompimento de linhas de recalque, coletores tronco, interceptores e emissários	Ocorre desmoronamento de taludes / paredes de canais, erosões de fundos de vale e rompimento de travessias.
Ocorrência de retorno de esgotos	Lançamento indevido de águas pluviais em redes coletoras de esgoto e obstruções em coletores de esgoto.

**Tabela 7 - Oportunidades do sistema de esgotamento sanitário**

ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO DAS OPORTUNIDADES
Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB)	A PNSB é uma oportunidade, visto que estabelece diversos deveres dos municípios, mas também lista direitos.
Emendas parlamentares	Existe ainda a possibilidade de liberação de recursos através de emendas parlamentares, que podem ser utilizadas para a realização de obras pontuais, melhorias ou ampliações de sistemas existentes.
Programas de apoio	São oferecidos diversos programas de apoio para a construção e melhoria dos sistemas de saneamento, um dos mais profícuos é o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), tendo como principal intermediador a Caixa Econômica Federal.

ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO DAS OPORTUNIDADES
Programa de educação ambiental	O programa de educação ambiental em Cristalina deve desenvolver a consciência ecológica, principalmente no setor de saneamento, devendo ser doutrinadas boas práticas sanitárias, assim como conscientizar a população do descarte de objetos estranhos na rede coletora de esgotos.

**Tabela 8 - Ameaças do sistema de esgotamento sanitário**

ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO DAS AMEAÇAS
Excesso de burocracia	A burocracia deve ser levada em consideração em qualquer processo de planejamento, pois o trâmite de processos em diversos órgãos é moroso, devendo ser computado parcela de tempo adicional em todos os programas/projetos.
Não cumprimento das metas do Plano Municipal do SAA e SES de Cristalina	Não cumprimento das metas por inexistência de regulação e fiscalização por parte da concessionária e da empresa responsável pela regulação.
Interrupção prolongada do fornecimento de energia elétrica	A interrupção prolongada do fornecimento de energia elétrica às instalações, compromete todo o sistema de tratamento, pois as bombas de recalque nas Estações Elevatórias de Esgoto e nas instalações da Estação de Tratamento de Efluentes necessitam de energia elétrica para continuarem funcionando.
Vandalismo nas estruturas do SES	Ações de vandalismo nas estruturas do SES podem comprometer a coleta, tratamento e disposição final do efluente.

A Figura 3 mostra a matriz SWOT construída a partir da análise do sistema de esgotamento sanitário do município de Cristalina, listando seus itens de reflexão e sua classificação, permitindo a construção de uma análise completa sobre como os fatores componentes da matriz se interrelacionam.

	POSITIVO	NEGATIVO
INTERNOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidade hídrica para utilização como corpo receptor</li> <li>• Base de dados e informações do SES</li> <li>• Existência do Plano Municipal do SAA e SES de Cristalina</li> <li>• Existência de Estudo de Concepção e Projeto Executivo do SES de Cristalina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de fossas inadequadas</li> <li>• Uso de fossas negras inadequadas no povoado e no distrito</li> <li>• Estravasamentos de esgotos em estações elevatórias</li> <li>• Rompimento de linhas de recalque, coletores tronco, interceptores e emissários</li> <li>• Ocorrência de retorno de esgotos</li> </ul>
EXTERNOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB)</li> <li>• Emendas parlamentares</li> <li>• Programa de apoio</li> <li>• Programa de educação ambiental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excesso de burocracia</li> <li>• Não cumprimento das metas do Plano Municipal do SAA e SES de Cristalina</li> <li>• Interrupção prolongada do fornecimento de energia elétrica</li> <li>• Vandalismo nas estruturas do SES</li> </ul>

Figura 3 - Matriz SWOT da infraestrutura de esgotamento sanitário.

### A.3 INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS

O sistema de manejo de águas pluviais de Cristalina é insuficiente para suprimir as demandas do município, sendo que apenas alguns bairro possui dispositivos de drenagem.

Nota-se algumas poucas iniciativas no que tange à instalação e estruturação de sistemas drenagem urbana, sendo essas iniciativas concentradas no núcleo urbano do município.

As Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11 e

Tabela 12 listam os itens de reflexão utilizados na construção da análise SWOT, bem como a classificação e a descrição de como isso afeta a infraestrutura do sistema de águas pluviais.

Tabela 9 - Forças do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
FORÇAS	Exigências legais (Lei Orgânica)	Art. 209 caberá ao Município, no campo dos recursos hídricos:  XII - exigir, quando da aprovação dos loteamentos, completa infraestrutura urbana, correta drenagem das águas pluviais, proteção do solo superficial e reserva de áreas destinadas ao escoamento de águas pluviais e as canalizações de esgotos públicos, em especial nos fundos de vale;
	Exigências legais Plano Diretor	O Plano Diretor de Cristalina, estabelece diretrizes sobre a inclusão territorial, que consiste na organização e controle do uso e ocupação do solo no território municipal, de modo a evitar corrigir as distorções do processo de desenvolvimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.
	Grande quantidade de área permeável no Distrito de Campos Lindo e no Povoado de São Bartolomeu	O município de Cristalina se encrava em uma região topográfica do Planalto Central Goiano. O sítio onde se localiza o Distrito de Campos Lindos) possui um relevo livre de grandes obstáculos à expansão. O perímetro urbano ainda possui grande quantidade de áreas permeáveis que permitem a infiltração de grande volume d'água.

Tabela 10 - Fraquezas do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
FRAQUEZAS	Falta de Legislação específica para Drenagem	A única Lei municipal que trata sobre a Drenagem Urbana é a Lei Orgânica do município que aborda tópicos relativos ao planejamento urbano e ordenação territorial de forma genérica e superficial, não fornecendo subsídios para um manejo adequado de águas pluviais.
	Falta de corpo técnico	Não há corpo técnico suficiente para fiscalização preventiva do sistema de drenagem urbana, isso poderá possibilitar diversos danos aos sistemas já existentes e aos que ainda serão implantados.
	Inexistência de manutenções preventivas	No município há somente manutenções corretivas, quando são observados problemas no sistema.
	Sistema de drenagem escasso	Em Cristalina, o sistema de drenagem de águas pluviais limita-se a poucas estruturas existentes. Isso se deve, principalmente, ao porte da cidade e a falta de planejamento da infraestrutura urbana.
	Inexistência de órgão/setor administrativo	Não existe órgão ou setor administrativo dentro do poder público municipal exclusivo ou com atribuições específicas para atuar na gestão do sistema de drenagem urbana.
	Inexistência de Áreas de Proteção Ambiental (APAs)	As zonas de proteção são instrumentos naturais para a contenção de erosão e assoreamento nos corpos hídricos.
	Assoreamento dos cursos hídricos próximos ao perímetro urbano de Cristalina	A expansão urbana da cidade de Cristalina, com sua consequente pavimentação e impermeabilização do solo aumentam a velocidade de escoamento superficial ocasionando erosões e assoreamento dos corpos hídricos.
	Ausência de banco de dados	O município não possui cadastro técnico das estruturas de drenagem.
	Ausência de um sistema de drenagem eficiente	Na sede e nos distritos não há um sistema de drenagem que atenda a população de forma eficiente, precavendo de possíveis erosões e inundações.

**Tabela 11 - Oportunidades do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais**

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
OPORTUNIDADES	Incentivos federais	O governo incentiva, através de recursos, o município a construir e instalar sistemas de drenagem para a contenção de enchentes. Estes recursos podem ser viabilizados via convênios com diversos entes da estrutura governamental como FUNASA, Ministério das Cidades, entre outros.
	Revisão e atualização da legislação	A revisão e atualização do arcabouço legal referente ao meio ambiente e ao saneamento é uma possibilidade de se estabelecer instrumentos de apoio a gestão compatíveis com a nova realidade de Cristalina.
	Programas de apoio	São oferecidos diversos programas de apoio para a construção e melhoria dos sistemas de saneamento, um dos mais profícuos é o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) que está em sua segunda etapa, tendo como principal intermediador a Caixa Econômica Federal (CEF).
	Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB)	A política nacional de saneamento básico é uma oportunidade, visto que estabelece deveres e direitos aos municípios.
	Profissionais técnicos capacitados	O município tem profissionais capacitados na área do saneamento, que não fazem parte do corpo técnico contratado pela prefeitura. Um concurso público para a contratação desses funcionários especializados reverteria em partes o atual quadro crítico dessa vertente do saneamento.

**Tabela 12 - Ameaças do Sistema de Drenagem de Águas Pluviais**

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
AMEAÇAS	Excesso de burocracia	A burocracia é um item que deve ser levado em consideração em qualquer processo de planejamento, pois o trâmite de processos em diversos órgãos é moroso, devendo ser computado parcela de tempo adicional em todos programas/projetos.
	Mau uso dos recursos e falta de planejamento para ampliação da drenagem	A má administração de recursos para o setor, prejudica a construção e instalação de novas estruturas para a promoção da drenagem pluvial, fazendo com que o município seja dependente de fundos externos.

A Figura 4 mostra a matriz SWOT construída a partir da análise da infraestrutura de manejo de águas pluviais do município de Cristalina, listando seus itens de reflexão e sua classificação, permitindo construir uma análise completa sobre como os fatores componentes da matriz se inter-relacionam.

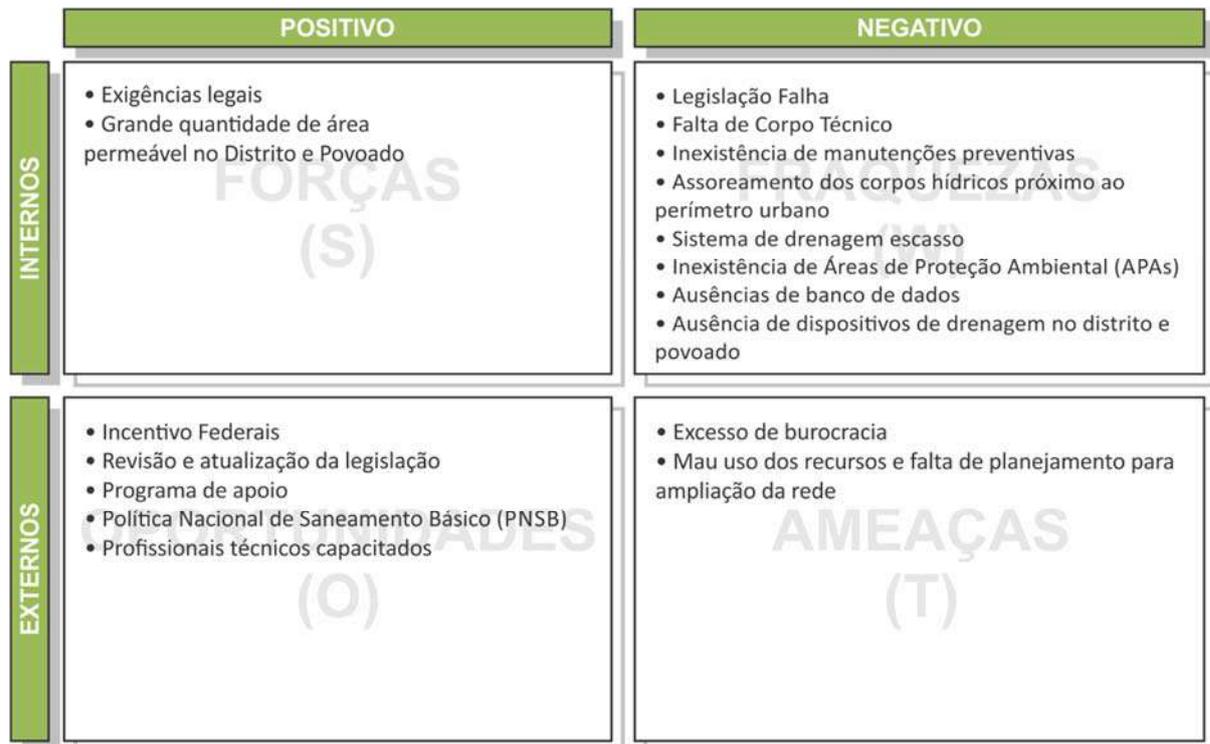


Figura 4 - Matriz SWOT da infraestrutura de águas pluviais.

#### A.4 INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A infraestrutura de gerenciamento de resíduos sólidos do município de Cristalina, é bem estruturada. A principal carência a ser resolvida é com relação à disposição final de alguns resíduos em locais inadequados.

As Tabela 13, Tabela 14,

Tabela 15 e Tabela 16 listam os itens de reflexão utilizados na construção da análise SWOT, bem como a classificação e a descrição de como isso afeta a infraestrutura de gerenciamento de resíduos sólidos.

**Tabela 13 - Forças do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.**

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
FORÇAS	Dimensão da cidade	A extensão da zona urbana de Cristalina é relativamente pequena, o que facilita a implantação de programas e projetos, visto que com uma extensão menor de vias, menores serão os gastos com o transporte dos resíduos e com mão de obra para coleta.
	Disposição final em aterro Controlado (Resíduos gerados na Cidade de Cristalina)	Os resíduos sólidos gerados no município são encaminhados até o aterro controlado, que fica a uma distância de aproximadamente 5 km da zona urbana de Cristalina.
	Plano de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos (PGIRS)	O PGIRS do município, publicado no ano de 2013, contempla um diagnóstico sobre a situação dos resíduos gerados em Cristalina. No entanto, o mesmo está em fase de atualização, com diretrizes definidas para cumprimento das ações propostas na Lei nº 12.305 de 2010.
	Coleta universalizada	A coleta dos resíduos sólidos domésticos é feita pela empresa terceirizada SANECON Tecnologia Ambiental que abrange toda a zona urbana de Cristalina.
	Centro de triagem de resíduos recicláveis	O município possui um centro de triagem de resíduos recicláveis, onde são triados, armazenados e comercializados por uma associação de catadores.

**Tabela 14 - Fraquezas do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
FRAQUEZAS	Disposição irregular de resíduos sólidos urbanos e RCC.	A disposição dos resíduos em local inadequado pode contaminar o solo, o lençol freático e, posteriormente, os cursos hídricos da região, oferecendo risco à saúde da população.
	Falta de controle operacional do sistema	A má gestão do sistema e a falta de orientação/capacidade técnica é capaz de prejudicar a saúde pública e os recursos naturais.

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
	Emissão de material particulado	A queima dos resíduos no aterro controlado, faz com que aumente a emissão de particulados como o dióxido de carbono e até composições gasosas cancerígenas como furanos e dioxinas.
	Falta local adequado para disposição dos resíduos no distrito e povoado	O distrito e povoado não possui local adequado para realizar o descarte dos resíduos, os mesmos são lançando em um lixão.

**Tabela 15 - Oportunidades do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
<b>OPORTUNIDADES</b>	Programas de apoio	Programas de apoio financeiro e técnico do governo federal, através da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e/ou Ministério das Cidades que podem disponibilizar ajuda aos municípios.
	Recursos federais	Os recursos federais são uma oportunidade para a instalação de infraestrutura de saneamento básico, tais recursos podem ser viabilizados via convênios com diversos entes da estrutura governamental como FUNASA, Ministério das Cidades, entre outros.
	Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)	A política retrata sobre a necessidade de adequação dos municípios quanto aos seus lixões, exigindo a criação de um aterro sanitário para a disposição de resíduos produzidos.
	Lei Federal nº. 11445/07	Estabelece diretrizes nacionais para o setor de saneamento no Brasil, abrangendo o sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Tabela 16 - Ameaças do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

CLASSIFICAÇÃO	ITEM REFLEXÃO	DESCRIÇÃO
AMEAÇAS	Dependência de fundos externos	A falta de recursos, tanto técnicos como financeiros ameaçam os projetos e programas definidos no PMSB de Cristalina, visto que esses itens são essenciais para a concretização de tais iniciativas.
	Insustentabilidade econômica do setor	O gerenciamento de resíduos de Cristalina é custeado pela Prefeitura, caso ocorra algum desfalque ou intervenção no caixa do município, o sistema de limpeza urbano seria paralisado devido à falta de verba. Entretanto, se fosse cobrada uma taxa para a manutenção deste setor, o mesmo se auto sustentaria.
	Crescimento populacional fora do previsto	O crescimento populacional em níveis exorbitantes pode sobrecarregar o sistema que está estruturado para atender a uma certa quantidade pessoas. O crescimento não planejado desestrutura qualquer organização, representando assim uma ameaça a esse setor.
	Burocracia	A morosidade em alguns processos e etapas para a integralização de programas e projetos previstos dentro do plano de saneamento, e em específico no eixo dos resíduos sólidos põem em risco os mesmos, visto a burocracia existente, podendo incorrer na perda de prazos e, conseqüentemente, recursos financeiros e técnicos.

A Figura 5 mostra a matriz SWOT construída a partir da análise do sistema de resíduos sólidos do município de Cristalina, listando seus itens de reflexão e sua classificação.

	POSITIVO	NEGATIVO
INTERNOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensão da cidade</li> <li>• Disposição final em aterro sanitário</li> <li>• Plano de Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos (PGIRS)</li> <li>• Coleta universalizada</li> <li>• Centro de triagem de resíduos recicláveis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disposição irregular de resíduos</li> <li>• Falta de controle operacional do sistema</li> <li>• Emissão de material particulado</li> <li>• Falta local adequado para disposição dos resíduos no distrito e povoado</li> </ul>
EXTERNOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de apoio</li> <li>• Recursos federais</li> <li>• Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)</li> <li>• Lei Federal nº. 11445/07</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependência de fundos externos</li> <li>• Insustentabilidade econômica do setor</li> <li>• Crescimento populacional fora do previsto</li> <li>• Burocracia</li> </ul>

Figura 5 - Matriz SWOT da infraestrutura de gerenciamento de resíduos sólidos.

## **B. CENÁRIOS, OBJETIVOS E METAS**

Os cenários estabelecidos, bem como os objetivos, metas e suas respectivas prioridades buscam nortear o poder público na tomada de decisões sobre sua atuação perante as vertentes do saneamento básico.

Devemos construir cenários tendo como objetivo principal o entendimento das possíveis situações que podem determinar o futuro, trabalhando com diferentes visões de como determinados fatores podem se comportar ao longo do tempo, como os levantados na análise SWOT realizada, e como isso irá refletir nos cenários projetados.

Por serem baseados na tese do indeterminismo, a construção de cenários não elimina a incerteza, nem prediz o que vai acontecer. Apesar desta incerteza, os cenários buscam analisar e sistematizar, de forma mais realística, as diversas probabilidades dos eventos e dos processos explorando os pontos de mudança e suas tendências.

Para a proposição das metas e objetivos foram avaliadas as possibilidades técnicas e econômicas, além da relevância e urgência de cada item estabelecido. As metas serão baseadas no diagnóstico de Cristalina, seu desenvolvimento, e a disponibilização de recursos para o setor do saneamento básico.

As definições prévias das demandas futuras para o sistema de saneamento básico do município foram calculados a partir das deficiências e necessidades apresentadas pela população, observadas em campo, e pelas projeções populacionais.

O cenário otimista pode ser definido como cenário em que os objetivos definidos são ousados, ou seja, são cenários quase utópicos, quando observada a realidade do município, sem considerar ainda a influência de fatores externos levantados, que podem atrasar ou inviabilizar as iniciativas.

O cenário realista pode ser compreendido como uma projeção conservadora com grau de otimismo moderada, que leva em consideração as particularidades de Cristalina, bem como a influência de fatores externos de forma moderada.

Compreende-se como um cenário pessimista a situação em que todos os fatores levantados, principalmente as fraquezas e ameaças se concretizam, afetando até mesmos as estruturas e serviços oferecidos atualmente, causando a degradação qualitativa e quantitativa dos serviços prestados.

Nos tópicos seguintes serão apresentados os cenários (otimista, realista e pessimista) para cada vertente do saneamento básico, de acordo com o atual diagnóstico do município.

## B.1 INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

### B.1.1 Cenário 1 – Otimista

O cenário otimista confeccionado para o município, traça os objetivos, metas e a prioridade dos mesmos, visando solucionar e garantir a manutenção e a qualidade dos serviços do sistema de abastecimento de água.

A Tabela 17 apresenta o cenário otimista para o município de Cristalina, contemplando a infraestrutura de abastecimento de água.

Tabela 17 - Cenário Otimista

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
Atendimento de 83,8% da população da zona urbana (SANEAGO, 2016)	1. Universalizar o atendimento à população urbana	Curto	Alta
Boa qualidade da água	2. Manter a qualidade da água distribuída para a população	Curto	Alta
1,21% dos usuários não possuem hidrômetros (SANEAGO, 2015)	3. Hidrometração para 100% dos usuários	Curto	Alta
Índice de perdas na distribuição de 33,43 % (SANEAGO, 2015)	4. Redução no Índice de Perdas	Curto	Média
Ausência de manutenção preventiva nos equipamentos do SAA	5. Realizar manutenção preventiva do sistema	Curto	Alta
Exploração superior ao limite outorgável do Córrego Embira	6. Diminuição da vazão captada no Córrego Embira e complemento em outro manancial	Curto	Alta
Falta de segurança sanitária da água consumida nos assentamentos/zona rural	7. Incentivar o uso de poços profundos e tratamento simples da água na zona rural	Curto	Média

#### B.1.1.1 Universalizar o atendimento à população urbana

No Brasil, o acesso universal aos serviços de água e esgoto está amparado de forma implícita em várias legislações, inclusive de áreas afins, como recursos hídricos, ambiente, saúde pública, defesa do consumidor e desenvolvimento urbano.

Dentre os muitos serviços que a população espera que o município coloque à sua disposição, aos quais tem direitos legais, um merece destaque especial: o abastecimento de água potável.

A lei 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, aponta para a universalização como um de seus princípios e esta necessidade reforça o papel da regulação como um instrumento importante de propulsão para o alcance deste objetivo.

De acordo com a Assessoria de Planejamento da SANEAGO, em 2016, 16,2% da população residente na zona urbana de Cristalina não é atendida pelo serviço de abastecimento de água, incluindo a população urbana do Distrito de Campos Lindos, que em 2010 contava com 6.290 habitantes.

#### B.1.1.2 Manter a qualidade da água distribuída a população

A qualidade da água interfere diretamente na saúde da população. Sendo assim, o objetivo fundamental das estações de tratamento de água para abastecimento público, é produzir água biologicamente e quimicamente segura ao consumo humano.

Para isso, são utilizados vários processos e operações que, mediante a introdução de produtos químicos, transformam a água bruta, normalmente inadequada para o consumo humano, em água de acordo com os padrões de potabilidade exigidos.

A SANEAGO possui um laboratório equipado, dentro da própria estação de tratamento, onde são realizadas análises físico-químicas e microbiológicas, assegurando o atendimento aos parâmetros estabelecidas pelo Ministério da Saúde e garantindo o monitoramento constante da qualidade da água fornecida à população.

Para o cenário otimista, as ações responsáveis pela manutenção da qualidade da água de abastecimento, possuem alta prioridade.

#### B.1.1.3 Hidrometração para 100% dos usuários

A medição individualizada é uma metodologia de vital importância para a redução do desperdício domiciliar, permitindo a cada um dos consumidores conhecer seu consumo e pagar proporcionalmente ao mesmo.

Além disso, a hidrometração funciona como fator primordial na conscientização dos usuários para o combate ao desperdício de água, acarretando uma mudança de hábitos de consumo.

Sem o sistema de hidrometração, alguns vazamentos podem causar grandes perdas até que sejam identificados. Assim, o objetivo da medição é identificar vazamentos de difícil percepção, reduzir o desperdício de água e gerar faturas de água baseadas em consumos reais.

De acordo com dados fornecidos pela SANEAGO, em dezembro de 2015, o número de economias de água sem medidor era de 148 unidades, o que corresponde a 1,21% do total de economias de água.

Considerando que a porcentagem de usuários que não possuem hidrometração é pequena, em um cenário otimista a previsão é que em um curto prazo todos sejam beneficiados com medição individualizada. Com isso será possível avaliar e combater continuamente as perdas de abastecimento de água.

#### B.1.1.4 Reduzir os índices de perda de água do sistema

Para a determinação e identificação das perdas é fundamental que os volumes em cada parte do sistema sejam medidos, através da macro e micromedidação.

A perda no sistema de abastecimento de água é a diferença entre o volume de água tratada distribuída e o volume medido nos hidrômetros dos consumidores finais, em um determinado período de tempo, podendo ser reais ou aparentes.

As perdas reais são perdas físicas de água, decorrente de vazamentos na rede de distribuição provocados por deficiência nos equipamentos, envelhecimento das tubulações e conexões ou operação e manutenção inadequada do sistema. Elas impactam a disponibilidade de recursos hídricos superficiais e os custos de produção de água tratada.

As perdas aparentes são perdas não físicas, decorrentes de submedição nos hidrômetros, fraudes e falhas no cadastro comercial, ou seja, a água é consumida, porém não é faturada pela empresa de saneamento.

Para a redução dos índices de perdas reais em Cristalina, deve-se reduzir a pressão na rede, fazer pesquisas de vazamentos não-visíveis, reparar os vazamentos já detectados, fazer a troca de ramais e reduzir o tempo de reparos nas instalações.

Para diminuir as perdas aparentes é preciso fazer a instalação adequada de macromedidores, calibração dos medidores de vazão, implantar um sistema de gestão comercial adequado, programas de combate às fraudes, instalar hidrômetros adequados à faixa de consumo, assim como fazer a manutenção periódica dos mesmos e até substituição, se necessário.

A redução de perdas é uma preocupação constante das empresas de saneamento. Não existe perda zero, existe a parcela de perdas inevitáveis. Sendo assim, é importante a

aplicação de análise custo-benefício para se chegar aos quantitativos das ações requeridas. Se nada for feito, as perdas aumentam naturalmente.

O índice de perda no sistema de Cristalina no ano de 2015, segundo a SANEAGO teve uma média de 33,43%. Em um cenário realista, deve ser feito um programa contínuo e persistente para reduzir os índices de perdas de água no município, buscando atingir essa meta em curto prazo.

#### B.1.1.5 Realizar Manutenção preventiva do sistema

Atualmente não é realizada manutenção preventiva nos sistemas existentes. Sugere-se então, que a SANEAGO implante um programa de manutenção preventiva sistematizado, de forma que no cenário ideal este procedimento seja realizado a cada 6 meses.

Tal programa deve contar com ferramentas sistematizadas de verificação dos sistemas, por meio de *check list* ou outra ferramenta, que garanta que todas as partes integrantes do sistema sejam verificadas.

Deste modo, os possíveis danos devem receber manutenção assim que identificados, no processo de auditoria do sistema, evitando perdas ou interrupção do abastecimento, além de garantir a eficiência operacional do sistema.

#### B.1.1.6 Diminuição da vazão captada no Córrego Embira e complemento em outro manancial

Grande parte da drenagem da cidade de Cristalina escoar para a nascente do córrego embira, que se localiza a pouco mais de 300 metros, do perímetro urbano, o que gera uma

série de problemas operacionais, como o excesso de turbidez, principalmente no período chuvoso.

Para tentar solucionar o problema, foram perfurados 4 (quatro) novos poços, afim de complementar a vazão captada.

Entretanto o Córrego Embira ainda apresenta problemas relacionados a captação, pois além do fato de ter suas nascentes comprometidas pela expansão urbana, está sendo explorado no limite de sua capacidade. Atualmente no manancial é captada uma vazão de 14,72 L/s, vazão essa acima da vazão outorgável para este ponto no manancial que é de 8,59 L/s conforme cálculos de disponibilidade hídrica apresentados no Relatório do Diagnóstico Técnico-Participativo.

Sendo assim, o volume captado no Córrego Embira deverá ser adequado a vazão outorgável do manancial, máximo de 8,59 L/s. Para suprir a demanda da cidade de Cristalina a vazão deverá ser complementada em outro.

Em um cenário otimista propõe-se que essa meta seja alcançada em um curto período de tempo, tendo uma prioridade alta.

#### B.1.1.7 Incentivar o uso de poços profundos e tratamento simples da água na zona rural

Algumas propriedades de baixa renda utilizam cisternas para a obtenção de água. Porém, as cisternas permitem a entrada de contaminantes, tanto biológicos como não biológicos, tais como poeira, fezes de animais e microrganismos nocivos à saúde, causando odores e sabores desagradáveis à água (Amorim & Porto, sd.).

Sendo assim, o uso desse sistema deverá ser paulatinamente substituído, tendo como alternativa os poços profundos, que mesmo não sendo a medida mais aconselhável,

obtem a água do lençol fraturado e, portanto, sofrem menos influência/contaminação do ambiente externo.

Ressalta-se também que nos poços a água é bombeada diretamente para as residências através de tubulações, minimizando o risco de contaminação com o manuseio de baldes para a coleta de água das cisternas.

A água captada deve passar pelo processo de desinfecção, antes do consumo humano, podendo, por exemplo, ser realizado o processo de fervura da água durante cerca de 5 minutos, ou a cloração que usa o cloro como um agente desinfetante.

Um sistema de cloração simplificado irá garantir a potabilidade da água, evitando que ela seja contaminada por organismos patogênicos, principalmente nos reservatórios localizados nas residências dos moradores da zona rural.

### **B.1.2 Cenário 2 – Realista**

O cenário realista formulado para Cristalina, considerando o sistema de abastecimento de água, é apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 - Cenário Realista.

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
Atendimento de 83,8% da população da zona urbana (SANEAGO, 2016)	1. Universalizar o atendimento à população urbana	Médio	Média
Boa qualidade da água	2. Manter a qualidade da água distribuída para a população	Curto	Alta
1,21% dos usuários não possuem hidrômetros (SANEAGO, 2015)	3. Hidrometração para 100% dos usuários	Médio	Média
Índice de perdas na distribuição de 33,43% (SANEAGO, 2015)	4. Redução no índice de perdas	Curto	Média
Ausência de manutenção preventiva nos equipamentos do SAA	5. Realizar manutenção preventiva do sistema	Médio	Média
Exploração superior ao limite outorgável do Córrego Embira	6. Diminuição da vazão captada no Córrego Embira e complemento em outro manancial	Curto	Alta
Falta de segurança sanitária da água consumida nos assentamentos/zona rural	7. Incentivar o uso de poços profundos e tratamento simples da água na zona rural	Médio	Média

#### B.1.2.1 Universalizar o atendimento à população urbana

Para se alcançar a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico, além da utilização de soluções tecnológicas apropriadas, princípio fundamental estabelecido pela Lei nº 11.445/2007, deve-se observar que o saneamento básico se encontra na esfera das políticas públicas, uma área que exige formulação, avaliação, organização institucional e participação da população.

Assim, o acesso universal aos serviços públicos de saneamento básico está diretamente relacionado aos aspectos sociais, perpassando pela participação e controle social. Cristalina mesmo sendo abastecida em 83,8% necessita de universalização.

Mesmo sendo criada com aparato legal e técnico destinado às atividades de regulação de serviços de saneamento, a universalização das redes de abastecimento de água ainda não foi priorizada como uma meta urgente por alguns reguladores. Dessa forma, para o cenário realista, propõe-se uma meta de médio prazo para a universalidade do sistema de abastecimento de água.

#### B.1.2.2 Manter a qualidade da água distribuída a população

No cenário realista, a manutenção da qualidade da água para abastecimento público é uma meta a se cumprir em curto prazo. As análises feitas periodicamente pela concessionária e pelo órgão regulador asseguram que a água distribuída atenda aos padrões estabelecidos pela legislação.

A preservação da mata ciliar do Córrego Embira também é essencial para garantir a qualidade da água. Além de tais medidas, que já são adotadas no município, a conscientização da população sobre a preservação dos mananciais é uma tarefa importante.

É válido ressaltar que a contaminação de um curso d'água não se dá somente por despejo direto, já que as águas pluviais desaguam nos rios e carregam resíduos sólidos que foram descartados de forma incorreta. Cabe então uma parceria entre a concessionária e a população para que o trabalho individual de cada uma das partes resulte num bem coletivo.

#### B.1.2.3 Hidrometração para 100% dos usuários

Como a porcentagem de usuários que não possuem hidrômetros é pequena, a expectativa neste cenário é que em médio prazo sejam implantados medidores individuais para 100% dos usuários.

#### B.1.2.4 Redução no Índice de Perdas

Para o cenário realista propõe-se que em médio prazo o índice de perdas seja reduzido em todo o sistema de abastecimento de Cristalina, o que irá trazer ao município ganhos operacionais significativos, além do aumento da disponibilidade de água potável.

#### B.1.2.5 Realizar manutenção preventiva do sistema

A manutenção periódica dos equipamentos constitui uma poderosa ferramenta para garantir o funcionamento contínuo das instalações responsáveis pelo sistema de abastecimento de água da cidade.

Executar a manutenção preventiva de um equipamento não implica necessariamente na abertura, desmonte e remonte, nem ensaio do mesmo, mas na realização de uma série de procedimentos padrão.

Deste modo, as inspeções de rotina têm como objetivo o levantamento de dados capazes de indicar a existência ou evolução de problemas internos, visando salvaguardá-los contra interrupções e danos através da detecção e eliminação de causas potenciais de defeitos. Nesse sentido, a manutenção periódica deve possibilitar muito tempo de operação livre de problemas.

Neste cenário a meta para tal objetivo torna-se média, dado a falta de investimentos para a realização das manutenções. A frequência das manutenções será menor do que o esperado no cenário otimista, o que não seria ideal, mas ainda atenderia de certa forma as iniciativas de prevenção na operação do sistema.

#### B.1.2.6 Diminuição da vazão captada no Córrego Embira e complemento em outro manancial

No cenário realista a adequação da vazão de captação no Córrego Embira ao limite outorgável continua sendo uma meta a se cumprir em curto prazo.

Sendo assim, o volume captado deverá ser adequado a vazão outorgável do manancial, máximo de 8,59 L/s, e complementado pela captação nos 08 (oito) poços tubulares profundos já existentes, que juntos conseguem suprir a demanda restante do perímetro urbano de Cristalina.

#### B.1.2.7 Incentivar o uso de poços profundos e tratamento simples da água na zona rural

A implantação de melhorias no abastecimento de água da zona rural no cenário realista deixa de ser uma meta de curto prazo e passa para médio prazo, visto que conseguir recursos e estudar qual a melhor forma de implantar um programa eficaz de conscientização para uma população que se encontra dispersa no território do município requer um tempo maior.

### B.1.3 Cenário 3 – Pessimista

A Tabela 19 apresenta o cenário pessimista elaborado para o município de Cristalina, considerando as estruturas atuais do sistema de abastecimento de água.

Tabela 19 - Cenário Pessimista.

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
Atendimento de 83,8% da população da zona urbana (SANEAGO, 2016)	1. Universalizar o atendimento à população urbana	Longo	Baixa
Boa qualidade da água	2. Manter a qualidade da água distribuída para a população	-	-
1,21% dos usuários não possuem hidrômetros (SANEAGO, 2015)	3. Hidrometração para 100% dos usuários	-	-
Índice de perdas na distribuição de 33,43% (SANEAGO, 2015)	4. Redução no Índice de perdas	-	-
Ausência de manutenção preventiva nos equipamentos do SAA	5. Realizar manutenção preventiva do sistema	-	-
Exploração superior ao limite outorgável do Córrego Embira	6. Diminuição da vazão captada no Córrego Embira e complemento em outro manancial	Médio	Alta
Falta de segurança sanitária da água consumida nos assentamentos/zona rural	7. Incentivar o uso de poços profundos e tratamento simples da água na zona rural	Longo	Baixa

#### B.1.3.1 Universalizar o atendimento à população urbana

No cenário pessimista, a universalização do atendimento da população urbana com água tratada é um objetivo a ser cumprido a longo prazo, as zonas de expansão e de

ocupação irregular, assim como o Distrito de Campos Lindos, ainda não são atendidas pelo sistema, devido à falta de recursos para o setor do saneamento.

#### B.1.3.2 Manter a qualidade da água distribuída a população

No cenário pessimista, o controle de qualidade da água distribuída para a população não é prioridade. Sendo assim, na pior das hipóteses nenhuma medida para aumentar o monitoramento será tomada para manter a qualidade da água distribuída para a população.

#### B.1.3.3 Hidrometração para 100% dos usuários

Considerando as dificuldades para obtenção de recursos e a pequena porcentagem de usuários que não possuem hidrômetros, no cenário pessimista não serão implantados equipamentos medidores.

#### B.1.3.4 Redução no índice de perdas

A redução dos índices de perda no sistema só seria possível caso a manutenção nos equipamentos fosse periódica e houvesse investimentos neste setor. Sendo assim, no cenário pessimista as perdas no abastecimento de água não serão reduzidas, pelo contrário, podem até aumentar em comparação ao cenário atual.

#### B.1.3.5 Realizar manutenção preventiva do sistema

Neste cenário existiria somente a continuação do panorama atual do sistema de abastecimento de água, não adotando quaisquer medidas de manutenção preventiva dos equipamentos, ou implantado qualquer programa de manutenção com revisões periódicas.

Sendo assim, no cenário pessimista os reparos são realizados somente quando observado algum dano causado aos equipamentos.

#### B.1.3.6 Diminuição da vazão captada no Córrego Embira e complemento em outro manancial

No cenário pessimista a captação continuará sendo realizada no Córrego Embira, em limites superiores a vazão máxima outorgável do manancial e qualquer medida para contornar essa situação só será tomada a médio prazo de tempo.

#### B.1.3.7 Incentivar o uso de poços profundos e tratamento simples da água na zona rural

A implantação de melhorias no abastecimento de água da zona rural deixa de ser uma meta de médio prazo e passa para longo prazo no cenário pessimista. Neste cenário a população residente na zona rural continuará a obter água para consumo através dos sistemas individuais, sem qualquer tipo de tratamento.

### B.2 INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

#### B.2.1 Cenário 1 – Otimista

O cenário otimista pode ser definido como o cenário em que os objetivos definidos são ousados, ou seja, são cenários quase utópicos, quando observada a realidade do município de Cristalina. Sem considerar ainda a influência de fatores externos levantados, que podem atrasar ou inviabilizar um cenário.

Mesmo com todos esses fatores intervenientes, o cenário otimista é importante pois mostra o potencial, ou onde podemos chegar caso haja realidade compatível e os fatores intervenientes sejam reduzidos.

A Tabela 20 apresenta o cenário otimista confeccionado para o município de Cristalina, contemplando o sistema de coleta e tratamento dos efluentes sanitários.

Tabela 20 - Cenário otimista

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Prazo - Metas	Prioridade
Cobertura de 26,66% do Sistema de Esgotamento Sanitário	1. Ampliar o SES para atendimento de 100% da população urbana	Longo	Alta
Lançamento de água pluvial na rede coletora de esgoto	2. Promover campanhas de conscientização e aumentar a fiscalização	Curto	Alta
Instalações sanitárias precárias na zona rural e no Distrito de Campos Lindos	3. Implantar programas de melhorias sanitárias na zona rural e distrito	Curto	Alta
Sistemas individuais de disposição de efluentes irregulares	4. Substituir sistemas individuais irregulares por sistemas adequados	Curto	Alta

#### B.2.1.1 Ampliar o Sistema de Esgotamento Sanitário para atender 100% da população urbana

A Política Nacional de Saneamento Básico estabelece como princípio fundamental a universalização do acesso aos serviços de esgotamento sanitário. Em Cristalina, o sistema atende apenas 26,66% da população urbana.

Para ampliar o atendimento do sistema de esgotamento sanitário em Cristalina, deve ocorrer ampliação tanto na rede de esgotamento quanto nas demais unidades, como estações elevatórias, linhas de recalque e até mesmo de estações de tratamento de esgoto.

Para esse cenário foi proposto um cronograma de universalização do acesso ao sistema de esgotamento sanitário, com atendimento de 100% da população até o ano de 2038, como listado na Tabela 21.

**Tabela 21 - Cronograma de universalização do atendimento de esgoto – Cenário Otimista**

<b>Marco N°</b>	<b>Porcentagem da população com atendimento de esgoto</b>	<b>Deverá ser concluído até:</b>
1	50%	2018
2	60%	2022
3	70%	2026
4	80%	2030
5	90%	2034
6	100%	2038

Para universalizar o atendimento e atender a demanda crescente deste sistema pelo aumento da população e pela substituição dos sistemas individuais para os sistemas coletivos é necessário que o sistema de coleta, tratamento e destinação final dos esgotos seja ampliado.

Essa ampliação compreende na reestruturação e execução de diversas estruturas e componentes, tais como rede coletora de esgotos, interceptores, estações elevatórias de esgoto, estação de tratamento de esgoto, emissários e ligações domiciliares.

Para um cenário otimista, a prioridade para o sistema de esgotamento sanitário deverá ser alta, em uma projeção futura de 20 anos, em que todos os setores deverão ser beneficiados com o sistema de esgotamento sanitário.

#### B.2.1.2 Promover campanhas de conscientização e aumentar fiscalização

A interligação entre a rede coletora de esgoto e a rede de águas pluviais não é permitida, pois são redes independentes, têm dimensões e destinos diferentes. Quando ocorre essa interligação podem ser causados transtornos e prejuízos, como entupimento, rompimento de tubulação e transbordamento de esgoto nas ruas ou dentro do imóvel.

Em Cristalina o número de ligações da rede de água pluvial na rede de esgoto é alto, bem como o número de entupimento e transbordamento de esgoto nas ruas e dentro das residências. Assim, é necessário realizar campanhas de conscientização por meio de educação ambiental para orientar quanto ao uso correto da rede coletora de esgoto e aumentar a fiscalização.

Entendem-se por educação ambiental os 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.

A educação ambiental é um processo contínuo, portanto os resultados aparecem ao longo do tempo, muitas vezes, a médio ou longo prazo. Nesse processo deve-se buscar atingir a população da forma mais ampla possível, incluindo as diferentes faixas etárias, os diferentes níveis socioeconômicos.

Da mesma forma, em toda a comunidade, deverão ser promovidos e desenvolvidos espaços de diálogo e de ações continuadas em educação ambiental e palestras explicativas sobre a temática.

Além de realizar campanhas de conscientização é necessário aumentar a fiscalização. Cabe à concessionária fiscalizar os usuários para evitar essa prática. Primeiramente, o

usuário deve ser notificado a se regularizar. Em caso de reincidência poderão ser aplicadas multas em valores compatíveis com a gravidade da infração.

Para a fiscalização dos usuários, pode ser realizado o uso de vídeo inspeção robotizada, que consiste na utilização de robôs que são inseridos nas tubulações para filmagem interna o que oferece uma avaliação técnica mais completa, incluindo filmagens em DVD, para armazenamento de registros e possíveis tomadas de decisão para manutenções corretivas e preventivas.

Considerando as ações conjuntas de conscientização e fiscalização, para o cenário otimista, esse objetivo é de curto prazo e de alta prioridade.

#### B.2.1.3 Implantar programas de melhorias sanitárias na zona rural

A população rural do município dispõe seus efluentes em instalações rudimentares escavadas em pequenas profundidades ou mesmo diretamente no solo ou recursos hídricos próximos.

Como a agricultura é a principal fonte de renda do município de Cristalina, o adensamento populacional na zona rural pode ser considerado significativo, com população em 2010 de 8159 habitantes (cerca de 18% da população total). Todavia, o território é vasto, fazendo com que a densidade demográfica seja baixa, assim, favorece o uso de sistemas individuais e, desde que corretamente dimensionadas, mostra-se como uma solução viável economicamente e ambientalmente.

Os sistemas utilizados atualmente pela população residente na zona rural de Cristalina são em sua maioria instalações rudimentares. Visto isso, uma forma de garantir a saúde da população e evitar danos ao meio ambiente é a construção de fossas sépticas

ou a adaptação das existentes, modo este que atenderá essa população na disposição adequada destes efluentes.

Vale ressaltar que este objeto possui alta prioridade, pois é uma ação essencial ao bem-estar humano e ambiental, e deverá ser realizado a curto prazo. O dimensionamento dessas fossas deverá ser fundamentado na geração de esgoto da residência, que varia de acordo com a quantidade de pessoas que a habitam e suas práticas habituais.

#### B.2.1.4 Substituir sistemas individuais irregulares por sistemas adequados

O sistema de esgotamento sanitário coletivo abrange apenas 26,66% da população urbana, a maioria é atendida por sistema individual (fossas negras), estruturas irregulares onde os dejetos caem diretamente em contato com o solo, traz riscos de contaminação do solo e do lençol freático, e conseqüentemente, expõe a população a doenças.

Nos locais em que o sistema de esgotamento é individual, a Prefeitura deverá fazer o acompanhamento para que essas sejam substituídas por sistemas adequados. Nos logradouros que já possuem a rede coletora, a concessionária deverá orientar a população, através de visitas ou por notas informativas na própria conta do serviço, para forma correta de desativação das fossas e ligações na rede pública.

Deverão, também, ser promovidos programas de conscientização da população em relação aos riscos à saúde ocasionados pelos sistemas individuais irregulares.

Para esse cenário, considera-se a aplicação desse objetivo em curto prazo, até o momento em que o primeiro objetivo for atingido. A prioridade é alta devido ao caráter progressivo da troca de sistemas individuais por redes coletoras de esgoto.

## B.2.2 Cenário 2 – Realista

O cenário realista pode ser compreendido como uma projeção conservadora com grau de otimismo moderado, que leva em consideração as particularidades de Cristalina, bem como a influência de fatores externos de forma moderada.

Esse cenário compatibiliza os objetivos de um cenário otimista com as peculiaridades e dificuldades levantadas, sejam elas internas como as externas, traçando objetivos e metas realizáveis.

A Tabela 22 apresenta o cenário realista elaborado para o município de Cristalina, englobando o sistema de coleta e tratamento dos efluentes sanitários.

Tabela 22 - Cenário Realista.

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Prazo - Metas	Prioridade
Cobertura de 26,66% do Sistema de Esgotamento Sanitário	1. Ampliar o SES para atendimento de 80% da população urbana	Longo	Alta
Lançamento de água pluvial na rede coletora de esgoto	2. Promover campanha de conscientização e aumentar a fiscalização	Médio	Alta
Instalações sanitárias precárias na zona rural	3. Implantar programas de melhorias sanitárias na zona rural	Médio	Alta
Sistemas individuais de disposição de efluentes irregulares	4. Substituir sistemas individuais irregulares por sistemas adequados	Médio	Alta

### B.2.2.1 Ampliar o Sistema de Esgotamento Sanitário para atender 80% da população urbana

Segundo a Saneago, 12.009 habitantes (26,6% da população total), em dezembro de 2015, eram atendidos pelo sistema de esgotamento sanitário coletivo. Visto a projeção

populacional de Cristalina, em 2038 a população urbana está prevista para 64.140 habitantes.

Para alcançarmos a meta de atender 80% da população urbana em 2038, isto é, 51.312 habitantes segundo a Projeção Populacional adotada, com uma contribuição de 122,7L/hab.dia. Então, obtemos um volume de esgoto gerado de 153.202,2m<sup>3</sup> ao mês, como apresenta a Tabela 23 a seguir.

**Tabela 23 - Cenário Realista.**

Cenário	Ano	População Projetada (hab.)	Atendimento (%)	População Atendida (hab.)	Esgoto gerado (m <sup>3</sup> /mês)	Contribuição (L/hab.dia)
ATUAL	2015	36.352	33%	12009	35855,2	122,700
1	2018	39.147	36%	14093	42077,1	122,700
2	2022	43.210	40%	17284	51604,7	122,700
3	2026	47.695	50%	23847	71201,0	122,700
4	2030	52.645	60%	31587	94309,1	122,700
5	2034	58.109	70%	40676	121447,0	122,700
6	2038	64.140	80%	51312	153202,2	122,700

No cenário realista a ampliação do sistema de esgotamento sanitário mantém-se como alta prioridade, visto que a Lei nº 11.445/2007 preconiza a universalização do acesso como um dos princípios fundamentais que regem a prestação dos serviços públicos de saneamento básico.

A ampliação de uma rede de esgoto normalmente ocorre de forma gradativa, por etapas de ampliação. Desse modo, essa deverá ocorrer primeiramente em locais prioritários, como regiões com maior aglomeração residente ou maior proximidade a corpos d'água e, posteriormente nas demais localidades, que deverão ser totalmente atendidas até o final do horizonte de projeto.

#### B.2.2.1.1 Rede Coletora

Atualmente, a rede coletora de esgoto abrange de forma parcial os bairros: Oeste, Norte, Sul, Belvedere, Centro e Vila Andrade, o que representa 33% da população urbana.

Com o objetivo de universalização do serviço, a concessionária possui um cronograma de ampliação progressiva do atendimento de esgoto, conforme lista a Tabela 24.

**Tabela 24 - Cronograma de universalização do atendimento de esgoto – Cenário Realista.**

Marco N°	Porcentagem da população com atendimento de esgoto	Deverá ser concluído até:
Atual	33%	2015
1	36%	2018
2	40%	2022
3	50%	2026
4	60%	2030
5	70%	2034
6	80%	2038

#### B.2.2.1.2 Estações Elevatórias de Esgoto

O atual sistema de esgotamento sanitário possui uma estação elevatória de esgoto situada no bairro Belvedere que está em bom funcionamento, porém não possui gerador, pois o mesmo foi furtado, assim se houver queda de energia na região, o sistema de esgotamento sanitário não funcionará.

Há outra elevatória de esgoto situada no bairro Sul, que ainda não está funcionando, faltando apenas a instalação das bombas.

Conforme está disposto no Projeto Hidráulico do Sistema de Esgotamento Sanitário, para primeira etapa, com projeção para 2035, foram projetadas mais 6 estações elevatórias, com potências de 5 a 115 cv.

#### B.2.2.1.3 Interceptores

No SES de Cristalina há o Interceptor Arrojado, com uma extensão de 4.371 metros, sendo 472 metros em DN 200, 2.013 metros em DN 250 e 1.886 metros em DN 300, em material.

Conforme está disposto no Projeto Hidráulico do Sistema de Esgotamento Sanitário, para primeira etapa, com projeção para 2035, foi projetado interceptor com extensão de 5,2 km, com diâmetros de 200 a 500 mm.

#### B.2.2.1.4 Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs)

Cristalina conta com uma Estação de Tratamento de Esgoto, a ETE Arrojado, a qual foi dimensionada para vazão média afluyente de 36,7 L/s e concentração de DBO de 334 mg/L. O sistema de tratamento proposto, em 2014, prevê o aproveitamento das lagoas existentes, com transformação da Lagoa Facultativa nº 1 em Lagoa Aerada de mistura completa e da Lagoa Facultativa nº 2 em Lagoa de Decantação. Ao final do tratamento é prevista a desinfecção final com uso de solução de hipoclorito de sódio.

As unidades do tratamento preliminar existentes serão desativadas e substituídas por uma nova estrutura. Ainda serão implantadas unidades para o desaguamento do lodo a ser removido da lagoa de decantação, compondo-se por tanques de armazenamento de

lodo e leitos de secagem. Também serão implantadas valas sépticas, as quais irão receber o lodo final gerado no tratamento.

Desse modo, no cenário realista a ampliação do atendimento de esgoto em Cristalina será a longo prazo e prioridade alta.

#### B.2.2.2 Promover campanha de conscientização e aumentar fiscalização

A concessionária, em parceria com a Secretaria do Meio Ambiente poderá promover ações e atividades contínuas de Educação Ambiental junto a alunos das escolas, de forma transversal, interdisciplinar e de acordo com o planejamento de cada escola contemplada. Esse nível de mobilização social faz com que as escolas se tornem polos irradiadores da conscientização ambiental, sensibilizando toda a comunidade.

Na educação infantil e ensino fundamental poderão ser contratados grupos de teatros com criação de personagens com os quais as crianças possam se identificar e possam relacionar o assunto abordado à dinâmica social de sua comunidade e de suas famílias.

Da mesma forma, para atingir a comunidade, deverão ser promovidos e desenvolvidos espaços de diálogo e de ações continuadas em educação ambiental e palestras explicativas sobre a temática. Para a criação desses espaços a concessionária poderá fazer parcerias com universidades, associações de moradores, empresas do terceiro setor, entidades do serviço social e sindicatos industriais.

Nessas parcerias, devem ser consideradas as possibilidades de eventos temáticos que chamem a atenção da população, com atrativos como sorteio de brindes e prêmios.

Pretende-se, nesses espaços, desenvolver a cultura do bom uso da rede coletora de esgoto, para evitar ao máximo os casos de extravasamento na rede causados pela ligação

à rede de água pluvial. A promoção dessas ações reduz consideravelmente os gastos com manutenção na rede de esgoto.

A campanha de conscientização deverá ser intensificada nos meses que antecedem o período chuvoso, visto que é nessa época que os problemas ligados às ligações clandestinas são mais evidenciados. Aliado a essas ações, deverão fazer fiscalização constante para verificar se há ligações clandestinas.

Da mesma forma, a população deve ser incentivada a denunciar as ligações da rede de água pluvial na rede de esgotamento sanitário. A sugestão é que no site da concessionária seja disponibilizado um link com um canal de denúncia anônima ou identificada. Também poderá ser possível fazer o registro de denúncias por serviço de atendimento telefônico gratuito e na agência de atendimento. Nesse contexto, a empresa deverá ser incentivada a autodenúncia, quando o cliente tem uma ligação clandestina e deseja regularizar a situação sem ônus.

Para esse cenário, a aplicação desses objetivos passa a ser médio, pois também dependerá da receptividade da população em relação aos programas ambientais. A prioridade mantém-se alta devido à necessidade de atendimento da legislação pertinente.

#### B.2.2.3 Implantar programas de melhorias sanitárias na zona rural

Conforme já descrito, na zona rural de Cristalina é predominante o uso de instalações rudimentares escavadas em pequenas profundidades para destinação dos efluentes, conhecidas como "fossas negras". Essas estruturas podem causar contaminação no solo e lençol freático e, por consequência, trazer risco à saúde da população.

Diante disso, deverão ser promovidos programas de capacitação, conscientização e incentivo à população para a utilização do conjunto séptico seguido de sumidouro, seguindo as normas técnicas aplicáveis.

Para a Prefeitura Municipal conseguir recursos financeiros para aplicação e programas de capacitação, conscientização e incentivos, deverá formar convênios junto ao Governo Federal.

Os programas de melhorias deverão abranger o Distrito Campos Lindos, Povoado São Bartolomeu e todos os assentamentos.

Por se tratar de uma ação que tem como finalidade garantir a saúde da população e evitar danos ao meio ambiente, a prioridade é alta. Levando em conta a morosidade para conseguir recursos para a conclusão do objetivo, o prazo é médio.

#### B.2.2.4 Substituir sistemas individuais irregulares por sistemas adequados

Como previsto, no final do projeto de ampliação de atendimento, 80% da população urbana será atendida com sistema de esgotamento sanitário coletivo.

Em áreas mais afastadas com baixa densidade demográfica, e que não serão abrangidas pelo cronograma de universalização (20%), a concessionária deve incentivar e orientar a população para substituir os sistemas individuais irregulares por sistemas individuais de tratamento de efluentes de acordo com as normas técnicas aplicáveis.

O acompanhamento da regularização dos sistemas poderá ser feito através de visitas de equipes técnicas da Concessionária aos moradores, orientando e fiscalizando a construção ou adequação dos sistemas. Como forma de incentivo, a concessionária poderá contratar uma empresa executora para instalar a fossa séptica e o sumidouro e cobrar uma taxa de forma parcelada na conta do serviço.

Para esse cenário, o prazo passa a ser médio e a prioridade mantém-se alta devido à vinculação direta dessas ações com a melhoria da saúde e do bem-estar da população, além dos benefícios para o solo e para os recursos hídricos.

### B.2.3 Cenário 3 – Pessimista

A Tabela 25 apresenta o cenário pessimista elaborado para o município de Cristalina, contemplando o sistema de coleta e tratamento dos efluentes sanitários gerados na zona urbana.

Tabela 25 - Cenário pessimista

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
Cobertura de 50% do Sistema de Esgotamento Sanitário	1. Ampliar o SES para atendimento de 50% da população urbana	Longo	Baixa
Lançamento de água pluvial na rede coletora de esgoto	2. Promover campanha de conscientização e aumentar a fiscalização	Longo	Baixa
Instalações sanitárias precárias na zona rural	3. Implantar programas de melhorias sanitárias na zona rural	Longo	Baixa
Sistemas individuais de disposição de efluentes irregulares	4. Substituir sistemas individuais irregulares por sistemas adequados	Longo	-

#### B.2.3.1 Ampliar o Sistema de Esgotamento Sanitário para atender 50% da população urbana

O Sistema de Estamento Sanitário atende uma parcela muito pequena da população e dessa forma a população fica exposta às adversidades causadas pela forma inadequada como o esgoto é tratado.

A concessionária já possui cronograma de ampliação progressiva do SES, que leva em consideração as características físicas, como relevo, clima e condições do solo do lençol freático, entre outros, o qual está previsto no Projeto Hidráulico Consolidado do SES de Cristalina.

Entretanto, considera-se que nesse cenário as obras para implantação de cada uma das etapas do sistema serão a longo prazo e toda a estruturação do sistema demandará mais tempo, pois depende de fatores significativos como:

- Tecnologia disponível;
- Recursos financeiros disponíveis;
- Análise do adensamento populacional.

Nesse cenário a ampliação do acesso à rede coletora de esgoto de 50% e abrangerá os bairros mais próximos da rede existente. O cronograma de ampliação do sistema de esgotamento sanitário para o cenário pessimista está listado na Tabela 26.

**Tabela 26 - Cronograma de universalização do atendimento de esgoto – Cenário Pessimista.**

Marco Nº	Porcentagem da população com atendimento de esgoto	Deverá ser concluído até:
Atual	33%	2015
1	35%	2018
2	36%	2022
3	38%	2026
4	42%	2030
5	46%	2034
6	50%	2038

A ampliação do sistema de esgotamento sanitário mantém-se de longo prazo, devido à demora com processos burocráticos, como contratações e licitações de empresas para execução do serviço e pela dificuldade para obtenção de recursos financeiros suficientes para atingir o objetivo.

A prioridade passa a ser baixa, pois o atendimento já abrange os principais setores próximos ao centro e essa área destaca-se como de maior importância econômica para o município, por concentrar grande parte do comércio e serviços na zona urbana.

#### B.2.3.2 Promover campanha de conscientização e aumentar a fiscalização

No cenário pessimista a conscientização ocorrerá apenas nos pontos mais críticos e a fiscalização será apenas corretiva. Considera-se pontos críticos aqueles em que as ligações estão explícitas e são facilmente identificadas, normalmente são os pontos de maior adensamento populacional.

A fiscalização ocorrerá apenas quando houver denúncia por parte da população através da agência de atendimento da Saneago. Para esse cenário, considera-se a meta de conscientização e fiscalização das ligações como longo prazo e baixa prioridade, devido indisponibilidade de recursos financeiros para fazer campanhas mais intensas no sentido de extinguir por completo essa irregularidade.

#### B.2.3.3 Implantar programas de melhorias sanitárias na zona rural

No cenário pessimista, a cobertura dos programas de melhorias sanitárias será menor devido à dificuldade de acesso ao distrito de Campos Lindos, o Povoado de São Bartolomeu, demais propriedades rurais e às comunidades indígenas, devido aos obstáculos tanto físicos quanto socioculturais encontrados para acesso a essas comunidades.

Portanto, essas ações serão promovidas nas propriedades rurais mais próximas da zona urbana e às rodovias de acesso, com visitas técnicas de orientação para seja assegurada condições mínimas de saúde da população.

Assim, a meta desse objetivo será de longo prazo e a prioridade será baixa, pois se dará prioridade às áreas de fácil acesso.

#### B.2.3.4 Substituir sistemas individuais irregulares por sistemas adequados

A substituição das fossas irregulares dependerá de programas de conscientização da população, o que demanda tempo, pois depende da cultura das pessoas envolvidas, devendo ser observados fatores como a dinâmica social, faixa etária e nível de instrução dos moradores. Portanto, nesse cenário, o prazo para execução é longo e a prioridade inexistente.

### B.3 INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS

#### B.3.1 Cenário 1 – Otimista

A Tabela 27 apresenta o cenário otimista para o município de Cristalina, contemplando a infraestrutura de manejo e afastamento das águas pluviais do núcleo urbano.

Tabela 27 - Cenário Otimista

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
Sistemas de microdrenagem insuficientes	1. Ampliação da rede de microdrenagem	Curto	Alta
Inexistência de um cronograma de manutenção preventiva	2. Estabelecer cronograma de manutenção preventiva na rede	Curto	Média
Não há cadastro técnico das estruturas existentes	3. Elaborar cadastro técnico das estruturas atuais e futuras no núcleo urbano de Cristalina	Médio	Média
Formação de processo erosivos	4. Controle de Erosões	Médio	Alta

#### B.3.1.1 Ampliação da rede de microdrenagem

Durante o diagnóstico foi verificado que os sistemas de microdrenagem são incipientes na cidade de Cristalina, as iniciativas de controle das águas pluviais não abrangem toda área urbana. Dentre as estruturas encontradas podemos citar sarjetas, meios-fios, e algumas bocas de lobo, que não atendem a cidade em sua totalidade.

Alguns bairros como o Zona Sul Nova e Belvedere possuem sistema de microdrenagem, porém os mesmos são insuficientes para atender a demanda, e assim há diversos pontos de erosão nos bairros, ocasionado pela velocidade e força do escoamento pluvial.

Vista a precariedade e deficiência da rede de microdrenagem do município, que não garante o escoamento eficiente das águas pluviais, devem ser realizados estudos de drenagem pluvial e instalados novos dispositivos no perímetro urbano de Cristalina.

### B.3.1.2 Estabelecer cronograma de manutenção preventiva na rede

Como já informado no diagnóstico, é inexistente no município qualquer atividade voltada para a manutenção preventiva da rede de drenagem. Sugere-se então, que seja implantado um programa de manutenção preventiva sistematizado, de forma que em seu cenário ideal este procedimento seja realizado periodicamente no período seco, com maior frequência no período chuvoso.

Tal programa deve contar com ferramentas sistematizadas de verificação dos sistemas, por meio de *check list* ou outra ferramenta, que garanta que todas as partes integrantes do sistema sejam verificadas.

Sendo que, assim que os possíveis danos sejam verificados no processo de auditoria, os mesmos devem receber manutenção, a fim de evitar problemas tais como erosão, assoreamento do corpo hídrico, enxurradas, inundações, proliferação de doenças de veiculação hídrica, além de garantir eficiência operacional do sistema.

### B.3.1.3 Elaborar cadastro técnico das estruturas atuais e futuras no núcleo urbano de Cristalina

Não há cadastro das estruturas de drenagem existentes no município de Cristalina, para tanto, o cenário otimista visa a realização de um cadastro técnico das estruturas de drenagem e auxiliares existentes, sendo esta uma meta de médio prazo, pois espera-se que sejam implantadas novas estruturas ao longo dos anos.

#### B.3.1.4 Controle de Erosão

As obras de drenagem urbana são resultado da necessidade de combate à erosão urbana, controle das cheias e conseqüentemente melhoram a qualidade de vida da população.

O sistema de drenagem é o principal meio de escoamento de água da chuva. Sem um bom sistema de drenagem, as chuvas podem causar sérios danos à população e às cidades, tais como as erosões.

Deve se realizar o estudo para decidir qual métodos de controle de erosões é mais adequado as regiões afetadas, assim como obras hidráulicas que diminuam a velocidade das correntes, como escadas e obstáculos transversais ao longo do talvegue, ou mesmo pode se optar pela construção de reservatórios ao longo da drenagem, que possam represar a água, o que, além de diminuir sua velocidade e volume, passam a se constituir em locais de deposição de sedimentos, evitando que cheguem ao local que se pretende proteger.

#### B.3.2 Cenário 2 – Realista

A Tabela 28 apresenta o cenário realista elaborado para o município de Cristalina, englobando o sistema de manejo de águas pluviais.

Tabela 28 - Cenário Realista

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
Sistemas de microdrenagem insuficientes	1. Ampliação da rede de microdrenagem	Médio	Média

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
Inexistência de um cronograma de manutenção preventiva	2. Estabelecer cronograma de manutenção preventiva na rede	Médio	Alta
Não há cadastro técnico das estruturas existentes	3. Elaborar cadastro técnico das estruturas atuais e futuras no núcleo urbano de Cristalina	Médio	Média
Formação de processo erosivos	4. Controle de Erosões	Médio	Baixa

### B.3.2.1 Ampliação da rede de microdrenagem

No cenário realista a ampliação dos sistemas de microdrenagem torna-se uma meta de médio prazo, pois a sua ampliação será realizada de forma sistematizada, no qual seriam sanados prioritariamente aqueles problemas de estrangulamentos e enxurradas e, posteriormente, seriam implantadas novas estruturas de microdrenagem a partir das necessidades apresentadas.

Observada tal situação podemos considerar no cenário realista que a ampliação dos sistemas de microdrenagem não é prioridade, em detrimento a outras iniciativas, consideradas pela administração da cidade como “mais urgentes”.

### B.3.2.2 Estabelecer cadastro técnico das estruturas atuais e futuras no núcleo urbano de Cristalina

Neste cenário, a meta para tal objetivo torna-se média dada a falta de investimentos e até mesmo de interesse para a realização destas manutenções.

Tal programa será realizado em frequência menor do que o esperado no cenário otimista, mas ainda assim deve contar com ferramentas sistematizadas de verificação dos

sistemas, por meio de *check list* ou outra ferramenta, que garanta que todas as partes integrantes do sistema sejam verificadas.

#### B.3.2.3 Elaborar cadastro técnico das estruturas atuais e futuras no núcleo urbano de Cristalina

Para o cenário realista, o cadastro das estruturas de drenagem deixa de ser uma meta de médio prazo e passa a ser uma meta de longo prazo, visto que não há muitas estruturas na cidade como um todo, e conforme sejam construídas, essas devem ser cadastradas.

#### B.3.2.4 Controle de Erosão

No cenário Realista, o controle das erosões continuará a ser uma meta média e a prioridade será baixa, tendo em vista que a necessidade principal será os investimentos na infraestrutura de drenagem do município, e assim que for realizado, a atenção será para as mitigações das erosões ocasionadas.

Exceto as erosões que são consideradas de risco ambiental e social, estas serão tratadas como prioridade, afim de garantir o bem-estar da população.

### **B.3.3 Cenário 3 – Pessimista**

A Tabela 29 apresenta o cenário pessimista elaborado para o município de Cristalina, contemplando o sistema de manejo das águas pluviais.

Tabela 29 - Cenário Pessimista

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
Sistemas de microdrenagem insuficientes	1. Ampliação da rede de microdrenagem	Longo	Alta
Inexistência de um cronograma de manutenção preventiva	2. Estabelecer cronograma de manutenção preventiva na rede	-	-
Não há cadastro técnico das estruturas existentes	3. Elaborar cadastro técnico das estruturas atuais e futuras no núcleo urbano de Cristalina	-	-
Formação de processo erosivos	4. Controle de Erosões	Longa	Média

#### B.3.3.1 Ampliação da rede de microdrenagem

No cenário pessimista a ampliação dos sistemas de microdrenagem passa a ser uma meta de longo prazo, devido a procrastinação do poder público em adotar medidas estruturantes para a cidade. A prioridade continua a ser alta, visto que os sistemas de drenagem são elementos vitais para qualquer área urbana, além do fato da população estar em crescimento.

#### B.3.3.2 Estabelecer cronograma de manutenção preventiva na rede

Para o cenário pessimista não são executadas manutenções preventivas nas estruturas de microdrenagem. Neste cenário são realizados somente reparos quando observados danos causados às estruturas, ou seja, sua manutenção ocorrerá somente em pontos isolados mediante a solicitação da população.

### B.3.3.3 Elaborar cadastro técnico das estruturas atuais e futuras no núcleo urbano de Cristalina

Neste cenário a previsão é de que não haja elaboração do cadastro técnico das estruturas de micro e macrodrenagem em Cristalina. Tendo em vista que não serão contratados pessoal técnico para realizar o mesmo. E que as construções de infraestrutura de drenagem serão realizadas de forma esporádicas, de acordo com a necessidade.

### B.3.3.4 Controle de erosões

Neste cenário o controle de erosão será realizado somente de forma emergencial, ou seja, somente quando as erosões comprometerem a qualidade de vida da população. Neste cenário será somente acompanhado a evolução das erosões.

## B.4 INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

### B.4.1 Cenário 1 – Otimista

A Tabela 30 apresenta o cenário otimista confeccionado para o município de Cristalina, contemplando a infraestrutura de gerenciamento de resíduos sólidos gerados no núcleo urbano e na zona rural do município.

Tabela 30 - Cenário Otimista

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
Coleta convencional não é realizada na zona rural e assentamentos	1. Implantação de PEV (Pontos de entrega voluntária) na zona rural e assentamentos	Curto	Alta
Disposição de resíduos em Aterro controlado	2. obtenção de recursos para viabilizar a Implantação de aterro sanitário	Curto	Alta
Inexistência de logística reversa para resíduos perigosos	3. Implantação de um sistema de logística reversa	Médio	Alta
Não há programa para redução da quantidade de resíduos sólidos	4. Redução da geração <i>per capita</i> de resíduos sólidos urbanos	Curto	Médio
Resíduos da construção civil são dispostos em terrenos baldios e erosões nas ruas	5. Ponto de coleta de Resíduos da construção civil	Curto	Alta
Falta de política tarifária para o setor	6. Cobrança de tarifas com embasamento técnico - financeiro para os setores do saneamento	Médio	Media
Falta de programas de educação ambiental	7. Instituir programas de educação nas esferas sociais e educacionais sobre a gestão de resíduos	Curto	Alta
Ausência de coleta de resíduos satisfatória nos distrito e povoado	8. Implantação de disposição ambientalmente adequada	Curto	Alta

#### B.4.1.1 Implantação de PEV (Pontos de Entrega Voluntária) na zona rural e assentamentos

Segundo DAROLT (2002) resíduos sólidos rurais são compostos tanto pelos restos vegetais da cultura e materiais associados à produção agrícola - como adubos químicos, defensivos e suas embalagens, dejetos animais, produtos veterinários, quanto por sobras

semelhantes às produzidas nas cidades - como restos de alimentos, vidros, latas, papéis, papelões, plásticos, pilhas e baterias, lâmpadas etc.

Na zona rural e assentamentos de Cristalina não há serviço público ou particular para coleta de resíduos sólidos. A falta de um sistema de descarte consolidado pode ocasionar sérios problemas ao ambiente, como a contaminação da água, do solo e até dos alimentos produzidos nas lavouras.

É inviável para o município realizar a coleta nos assentamentos e em toda a zona rural. Sendo assim, propõe-se a instalação dos pontos de entrega voluntária (PEVs), que sejam alocados em áreas específicas, de modo que a população rural deposite os resíduos nas lixeiras ou contêineres oferecidos pela prefeitura.

Para o cenário otimista, com alta prioridade, propõe-se como meta a coleta de resíduos sólidos em pontos específicos da zona rural de Cristalina.

#### B.4.1.2 Obtenção de recursos para viabilizar a implantação de aterro sanitário

O município de Cristalina, não possui aterro sanitário licenciamento pelo órgão ambiental competente (SECIMA), e para atender a PNRS e necessário a implantação do Aterro Sanitário, afim de mitigar os impactos ambientais causados pelos resíduos gerados urbanos no município.

Para tanto e necessário obter recursos financeiros que viabilizem a implantação do mesmo.

O município é integrante do consórcio CORSAP-DF/GO, cujo a proposta é de promover a gestão associada e ambientalmente adequada dos resíduos sólidos das águas pluviais na região. Sendo assim para viabilizar um aterro sanitário consorciado ou do próprio município e necessário que haja viabilidade financeira.

#### B.4.1.3 Implantação de um sistema de logística reversa

A relação entre o crescimento da população e a geração de resíduos é proporcional, ou seja, à medida que a população cresce, a quantidade de resíduos sólidos aumenta. Observa-se que as cidades cada vez mais apresentam dificuldades para implantar, ordenar e gerenciar de modo sustentável seus resíduos.

Foi instituída, no dia 12 de agosto de 2010, pela Lei 12.305/10 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que definiu os princípios, objetivos e instrumentos, bem como diretrizes, relativas à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos, em âmbito nacional. Entre os conceitos abordados, está a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Afim de viabilizar este conceito, entra o instrumento da logística reversa que é definido pela lei supracitada como "instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a possibilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada".

A logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação.

No cenário otimista espera-se em médio prazo a implantação de programas de logística reversa em Cristalina, tendo em vista um sistema de responsabilidade compartilhada para o destino dos resíduos sólidos, onde as indústrias passarão a usar

tecnologias mais limpas e, para incentivar a reutilização, criarão embalagens e produtos que sejam facilmente reciclados.

#### B.4.1.4 Redução da geração per capita de resíduos sólidos urbanos

A redução na geração dos resíduos sólidos é um dos pilares da Lei 12.305/2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, e tem como um de seus objetivos aumentar a vida útil das estruturas existentes, ou a construir, para minimizar os resíduos gerados.

Sugere-se que o município invista na educação e conscientização da população na temática resíduos sólidos. A intenção é que, ao saber de todo o processo de destinação e tratamento de resíduos, os munícipes se atentem mais à essa questão e reeduem seus modos, de forma a reduzir a quantidade de resíduos gerados individualmente.

Para a redução da geração *per capita* de resíduos sólidos urbanos, devem ser tomadas algumas medidas iniciais, entre elas:

- Definir as fontes, quantidades e tipos dos resíduos gerados e fazer um diagnóstico das condições atuais de gerenciamento dos resíduos do município;
- Definir as melhores práticas para a gestão, fundamentado em subsídios suficientemente concretos, onde se possa oferecer uma contribuição técnica e inovadora, voltada nitidamente para as necessidades da prática e do desenvolvimento sustentável do município.

É de interesse fundamental da administração de Cristalina o cumprimento dessa meta em curto prazo, visto que a minimização da geração de resíduos influenciará diretamente na redução de gastos com o sistema.

#### B.4.1.5 Ponto de Coleta de Resíduos da Construção Civil

Para a regulamentação da gestão dos resíduos de construção civil e entulho, deve-se dispor os resíduos sólidos em áreas licenciadas.

Durante a fase de diagnóstico foi observado que os Resíduos da Construção Civil (RCC) e resíduos volumosos (pneus, móveis, podas, capinas, etc.) são dispostos de forma inadequada junto aos resíduos domiciliares no lixão, ou mesmo em terrenos baldios próximos às residências e erosões nos logradouros.

Como meta de curto prazo para o cenário otimista propõe-se a criação de uma área que possa receber esses resíduos temporariamente, permitindo assim a separação dos mesmos e aproveitamento dos passíveis de reutilização.

Os resíduos enviados a ATT devem ser separados e disponibilizados, seja para a cooperativa, empresas ou outros moradores que consigam reutilizar os mesmos, evitando assim sua destinação para o aterro sanitário. Os resíduos não passíveis de reaproveitamento ou reciclagem serão encaminhados ao futuro aterro sanitário, e no caso de RCC, um bota-fora licenciado.

#### B.4.1.6 Cobrança de tarifas com embasamento técnico-financeiro para os setores de saneamento

De acordo com a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, uma das condições de sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços de saneamento, em regime de eficiência, inclui o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas.

Em Cristalina não é cobrada tarifa alguma dos munícipes referente aos gastos com o setor de limpeza urbana. Propõe-se então que seja feito um estudo e calculado um valor

a ser cobrado, de modo que o sistema aumente sua eficiência e não seja oneroso aos cofres públicos.

Para a cobrança de taxas, o Decreto 7.217/2010 que regulamenta a Lei Federal do Saneamento Básico, afirma em seu Artigo 14 que a remuneração pela prestação do serviço público de manejo dos resíduos sólidos urbanos deverá levar em conta a adequada destinação dos resíduos coletados, considerando o nível de renda da população atendida, as características dos lotes urbanos e áreas edificadas, o peso ou volume médio coletado por habitante ou domicílio, os mecanismos econômicos de incentivo à minimização da geração de resíduos e a recuperação dos resíduos gerados.

Para o cenário otimista, com alta prioridade, essa meta deve ser cumprida em curto período de tempo, considerando que é de interesse do município que a população contribua com os investimentos no setor, de modo que o mesmo não gere custos elevados à administração e aumente sua eficiência, vista a maior disponibilidade de verba destinada ao gerenciamento dos resíduos sólidos.

#### B.4.1.7 Instituir programas de educação nas esferas sociais e educacionais sobre a gestão de resíduos

Com o crescimento populacional, a quantidade de resíduos sólidos e poluição também crescem sem controle, por essa razão se torna cada vez mais importante a realização de trabalhos educacionais em favor do meio ambiente.

De acordo com Zuben (1998), o projeto de educação ambiental é útil no sentido de esclarecer ao aluno sobre os benefícios da reciclagem dos resíduos e a conscientização da preservação do meio ambiente, podendo ser trabalhado em paralelo aos demais conteúdos curriculares.

É necessário também que a escola trabalhe com formações de valores, com atitudes, com o ensino e aprendizagem de habilidades e procedimentos. Por isso é importante o professor aprender com trabalho interdisciplinar com alunos do ensino fundamental, sobre a educação ambiental, em especial, utilizando a reciclagem dos resíduos sólidos.

Para o cenário otimista, vista a necessidade da realização de estudos sobre os problemas ambientais que conscientizem os alunos sobre os benefícios da reciclagem dos resíduos e ainda propondo estudos sobre a importância da inclusão de questões ambientais e sociais no currículo escolar, a implantação desses programas será em curto período de tempo.

#### B.4.1.8 Implantação de disposição ambientalmente adequada

A coleta no Distrito de Campos Lindos e no Povoado de São Bartolomeu é realizada pela prefeitura que destina os resíduos ao vazadouro a céu aberto/lixão, sendo estes resíduos os RSU (domiciliares, comerciais e de limpeza pública), os RCD, alguns resíduos volumosos (móveis, poda de árvores maiores) e alguns resíduos perigosos como pilhas, baterias, lâmpadas, embalagens de óleos de oficinas, sendo aquela uma área inapropriada por não possuir qualquer estrutura ou medida de proteção ambiental como cercamento efetivo, impermeabilização, coleta de gases, drenagem superficial, entre outros.

Outro grave problema consiste na queima dos resíduos também a céu aberto (poluição atmosférica), onde as cinzas ficam expostas e sujeitas a ação do vento. Uma das medidas prioritárias e que deve ser executada devido a exigência da Política Nacional dos Resíduos Sólidos é a eliminação do vazadouro a céu aberto/lixão.

Em um cenário otimista propõe-se a realização de análises e sondagens a fim de diagnosticar o grau de contaminação da área, bem como iniciar a recuperação desta área

degradada com solo natural através do isolamento da área, confinamento dos resíduos, limpeza da área e revegetação da área, além da completa proibição de descarte de resíduos no local.

#### B.4.2 Cenário 2 – Realista

O cenário realista compatibiliza os objetivos de um cenário otimista com as peculiaridades e dificuldades levantadas, sejam elas internas como as externas, traçando objetivos e metas realizáveis.

A Tabela 31 apresenta o cenário realista elaborado para o município em estudo, englobando o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.

Tabela 31 - Cenário Realista

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
Coleta convencional não é realizada na zona rural e assentamentos	1. Implantação de PEV (Pontos de entrega voluntária) na zona rural e assentamentos	Curto	Média
Disposição de resíduos em Aterro controlado	2. obtenção de recursos para viabilizar a Implantação de aterro sanitário	Médio	Alta
Inexistência de logística reversa para resíduos perigosos	3. Implantação de um sistema de logística reversa	Longo	Alta
Não há programa para redução da quantidade de resíduos sólidos	4. Redução da geração <i>per capita</i> de resíduos sólidos urbanos	Médio	Média
Resíduos da construção civil são dispostos em terrenos baldios e erosões nas ruas	5. Ponto de coleta de Resíduos da construção civil	Médio	Média
Falta de política tarifária para o setor	6. Cobrança de tarifas com embasamento técnico -	Médio	Média

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
	financeiro para os setores do saneamento		
Falta de programas de educação ambiental	7. Instituir programas de educação nas esferas sociais e educacionais sobre a gestão de resíduos	Médio	Média
Ausência de coleta de resíduos satisfatória nos distrito e povoado	8. Implantação de disposição ambientalmente adequada	Curto	Média

#### B.4.2.1 Implantação de PEV (Pontos de Entrega Voluntária) na zona rural e assentamentos

No cenário realista, a implantação de PEVs na zona rural e assentamentos deve acontecer em curto período de tempo, já que o governo do município tem ciência das consequências da disposição inadequada dos resíduos sólidos, principalmente nas áreas rurais, onde o risco de contaminação do solo é maior vista a exposição dos mesmos.

#### B.4.2.2 Obtenção de recursos para viabilizar a implantação de aterro sanitário

No cenário realista, a obtenção de recurso para a implantação do aterro sanitário será de meta a médio, visto que o município possui aterro controlado, porém, não atende as necessidades da Política Nacional de Resíduos Sólidos, por isso a periodicidade alta de se obter recursos para a regularização da situação.

#### B.4.2.3 Implantação de um sistema de logística reversa

Neste cenário a logística reversa será feita em longo prazo, se adequando ao desenvolvimento das estratégias de gerenciamento de resíduos adotadas pelo município.

#### B.4.2.4 Redução da geração per capita de resíduos sólidos urbanos

A população de Cristalina não é esclarecida sobre os benefícios da redução da geração de resíduos. A prefeitura deve então propor programas de incentivos aos munícipes, para que todos tenham ciência da importância de atitudes individuais que resultam num bem coletivo.

Para o cenário realista, se espera que essa meta seja cumprida em médio período de tempo, visto que, primeiramente, a população deve ser conscientizada por meio de ações de incentivo, para que surjam então os efeitos esperados, neste caso, a redução da geração de resíduos per capita.

#### B.4.2.5 Ponto de coleta de resíduos da construção civil

Se tratando do cenário realista, é esperado que sejam feitos investimentos a médio prazo para a implantação. Neste cenário é acrescida uma parcela a mais de tempo para o cumprimento dessa meta, justificado pela dependência de recursos financeiros, bem como trâmites burocráticos.

#### B.4.2.6 Cobrança de tarifa com embasamento técnico-financeiro para os setores do saneamento

No cenário realista, espera-se que a cobrança tarifária ocorra em tempo médio, vista a necessidade do município em arrecadar fundos para a manutenção e ampliação do sistema de limpeza urbana.

#### B.4.2.7 Instituir programas de educação nas esferas sociais e educacionais sobre gestão de resíduos

A elaboração de estratégias, planos de ação e programas de educação ambiental nas escolas e para a comunidade urbana e rural é uma meta a médio prazo, na visão realista deste cenário, onde os objetivos ainda continuam sendo reduzir a geração de resíduos e rejeitos, promover a conscientização acerca do consumo sustentável e práticas de reaproveitamento e ainda facilitar o manejo de resíduos por parte do poder público.

Porém, a ausência de recursos humanos para a concretização destes objetivos é um grande obstáculo a ser vencido tendo em vista que, para surtir o efeito esperado, a execução destas atividades de conscientização e informação devem ser contínuas e perenes, ao menos nas instituições escolares.

#### B.4.2.8 Implantação de disposição ambientalmente adequada

Uma das principais medidas de curto prazo a serem tomadas em um cenário realista é a interdição da área do vazadouro, para que não haja mais descartes de resíduos. Deve-se ainda iniciar a recuperação desta área degradada com solo natural através do isolamento da área, confinamento dos resíduos, limpeza da área e revegetação da área.

Com a desativação da área poderão ser tomadas duas medidas, a implantação de aterro controlado no distrito e povoado ou a instalação de área de transbordo e realizado a coleta e encaminhamento para o aterro sanitário na zona urbana.

### B.4.3 Cenário 3 – Pessimista

A Tabela 32 apresenta o cenário pessimista para Cristalina, contemplando o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.

Tabela 32 - Cenário Pessimista

Cenário Atual	Cenário Futuro		
	Objetivos	Metas	Prioridade
Coleta convencional não é realizada na zona rural e assentamentos	1. Implantação de PEV (Pontos de entrega voluntária) na zona rural e assentamentos	-	-
Disposição de resíduos em Aterro controlado	2. obtenção de recursos para viabilizar a Implantação de aterro sanitário	-	-
Inexistência de logística reversa para resíduos perigosos	3. Implantação de um sistema de logística reversa	Longo	Baixo
Não há programa para redução da quantidade de resíduos sólidos	4. Redução da geração <i>per capita</i> de resíduos sólidos urbanos	-	-
Resíduos da construção civil são dispostos em terrenos baldios e erosões nas ruas	5. Ponto de coleta de Resíduos da construção civil	-	-
Falta de política tarifária para o setor	6. Cobrança de tarifas com embasamento técnico - financeiro para os setores do saneamento	-	-
Falta de programas de educação ambiental	7. Instituir programas de educação nas esferas sociais e educacionais sobre a gestão de resíduos	-	-
Ausência de coleta de resíduos satisfatória nos distrito e povoado	8. Implantação de disposição ambientalmente adequada	-	-

#### B.4.3.1 Implantação de PEV na zona rural e nos assentamentos

Para o cenário pessimista não há metas e nem prioridades com relação à coleta de resíduos na zona rural e assentamentos. Sendo assim, a população da zona rural continuará depositando seus resíduos em locais inadequados, colocando em risco a saúde da população e a qualidade do solo e dos recursos hídricos.

#### B.4.3.2 Obtenção de recursos para viabilizar a implantação de aterro sanitário

No cenário pessimista a obtenção de recursos para viabilizar o aterro sanitário não será constituída, visto que o município já possui um aterro controlado. Sendo utilizado somente recursos de para obras emergências que o aterro controlado.

#### B.4.3.3 Implantação de um sistema de logística reversa

Mesmo com o crescimento do consumo e, conseqüentemente do volume de resíduos gerados e uso de matérias-primas, as empresas e comércios do município não implantarão um sistema de logística reversa, se contrapondo às quaisquer estratégias de gerenciamento de resíduos que possam vir a ser adotadas pelo município.

#### B.4.3.4 Redução da Geração *per capita* de resíduos sólidos urbanos (RSU)

No cenário pessimista não é implantado qualquer programa de redução da geração de resíduos sólidos, em desacordo com o que é estabelecido na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

#### B.4.3.5 Ponto de coleta de resíduos na construção civil

O trabalho de triagem realizado é de fundamental importância na sustentabilidade sob o ponto de vista do reuso e/ou reciclagem dos produtos da construção civil.

Em uma visão pessimista, não será implantado no município ponto de coleta dos resíduos da construção civil, sendo que tanto os resíduos recicláveis como os não-recicláveis serão dispostos da mesma forma, como é disposto atualmente, no aterro sanitário do município.

#### B.4.3.6 Cobrança de tarifas com embasamento técnico-financeiro para os setores do saneamento

Visto o interesse do município para que o sistema deixe de ser totalmente custeado pelos cofres públicos, ainda que no cenário pessimista, esse objetivo será cumprido sem prazo determinado.

#### B.4.3.7 Instituir programas de educação nas esferas sociais e educacionais sobre a gestão de resíduos

No cenário pessimista a prefeitura ainda deve investir nos programas de educação ambiental. Na pior das hipóteses o município não possuirá verba o suficiente para estruturar os programas da forma necessária, no entanto, deve-se buscar algumas formas alternativas para essa questão.

#### B.4.3.8 Implantação de disposição ambientalmente adequada

No cenário pessimista, o qual acredita-se que a população e o gestor público encontram diversas dificuldades para a execução das metas estabelecidas no PMSB, esta ação não será realizada. Ou seja, a coleta de resíduos nos distritos continuará sendo realizada com a periodicidade semanal, e ainda não atendendo toda a população residente.

### C. PROJEÇÃO DE DEMANDAS E PROSPECTIVAS TÉCNICAS

A projeção vislumbra uma visão analítica dos itens de planejamento através de instrumentos de análise e antecipação construídos conjuntamente aos diferentes atores sociais.

As prospectivas técnicas definem o horizonte populacional, as expectativas e a relação entre causas e efeitos. Também são capazes de identificar agentes, opções, sequências de ações, prevendo consequências, evitando erros de análise, abordando táticas e estratégias relacionadas, neste caso, ao saneamento básico.

Resumidamente, a prospectiva técnica exige um conjunto de técnicas sobre a resolução de problemas frente a complexidade, a incerteza, os riscos e os conflitos observados no diagnóstico. É o estudo das causas técnicas, científicas, econômicas e sociais que aceleram a evolução do mundo moderno e previsão das situações que poderiam derivar das suas influências conjugadas.

As previsões de demanda são fundamentais para auxiliar na determinação dos recursos necessários para uma empresa ou governo. Saber as demandas futuras é um atividade estratégica, principalmente na área de saneamento.

A projeção pode ser de curto, médio e longo prazo, dentro de um horizonte temporal de 20 anos. Mas, em sua maioria, as mudanças que acontecem dentro dos sistemas de saneamento exigem novas previsões de demanda em períodos mais curtos.

Em relação as prospectivas técnicas podemos entender que seria o estudo e a definição das melhores formas de se atender as demandas projetadas, compatibilizando as demandas com os recursos técnicos disponíveis. Através dos cenários, as incertezas do ambiente podem ser transformadas em condições racionais viáveis às tomadas de decisão, servindo como um referencial para a elaboração dos programas, projetos e ações.

## C.1 INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A infraestrutura de abastecimento de água tem como função prover água potável suficiente para toda a população. Sendo assim, a qualidade e a quantidade da água são as duas condições primordiais a serem observadas no planejamento do sistema.

### C.1.1 Alternativas de Gestão e Prestação de Serviços para o Sistema de Abastecimento de Água

A infraestrutura de abastecimento de água em sua quase totalidade é administrado pela SANEAGO conforme já informado. O distrito de Campos Lindos possui sistemas individuais como poços e cisternas e o sistema no povoado de São Bartolomeu é operado pela prefeitura de Cristalina.

O atual Contrato de concessão para exploração dos serviços de água e esgotamento sanitário no município, firmado entre a prefeitura e SANEAGO, foi assinado em 07 de fevereiro de 2014, com vigência até o ano de 2044, firmando acordo de exclusividade desses serviços pelo prazo de 30 anos.

A SANEAGO é uma sociedade de economia mista, entidade dotada de personalidade jurídica de direito privado, criada por lei para a exploração de atividades econômicas sob a forma de sociedade anônima, cujas ações com direito a voto pertencem em sua maioria à união ou a entidade da Administração Indireta, no caso ao estado de Goiás.

Os tipos de organizações mais comuns são as Sociedades de Economia Mista, como a SANEAGO e outras companhias estaduais de saneamento, as autarquias e as empresas

privadas que vem assumindo diversas concessões pelo país, principalmente em cidade de médio e grande porte e em regiões metropolitanas.

A Tabela 33 apresenta os tipos de organização possíveis para a prestação do serviço de abastecimento de água no município de Cristalina.

Tabela 33 – Alternativas de Gestão e Prestação de Serviços.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	ADMINISTRAÇÃO DIRETA		ADMINISTRAÇÃO DESCENTRALIZADA	ENTIDADES GOVERNAMENTAIS DE DIREITO PRIVADO	
	Órgãos da Administração Direta	Autarquia	Fundação Pública de Direito Público	Empresa Pública	Sociedade de Economia Mista
<b>Conceito/Definição</b>	Órgãos e repartições da Adm. Pública Regime estatal descentralizado	Órgão autônomo criado por lei	Órgão autônomo criado por lei	Sociedade mercantil-industrial p/ cumprir função pública relevante	Sociedade mercantil-industrial p/ cumprir função pública relevante
<b>Personalidade Jurídica</b>	A mesma da Administração que acolhe o órgão	Própria	Própria	Própria	Própria
<b>Regime Jurídico</b>	Direito Público	Direito Público	Direito Público	Direito Privado	Direito Privado
<b>Composição societária / Designação da Diretoria</b>	Não tem – nomeação do Executivo	Não tem – nomeação do Executivo	Não tem – nomeação do Executivo	Sócios exclusivamente estatais / Nomeação Executivo + Conselho	Sociedade anônima / Nomeação Executivo + Conselho
<b>Fins</b>	Organização, exploração, concessão do serviço	Organização, exploração, concessão do serviço	Organização, exploração, concessão do serviço	Exploração do serviço	Exploração do serviço
<b>Criação / Extinção</b>	Lei de organização da Administração Pública	Lei específica	Lei específica	Autorizada por lei específica	Autorizada por lei específica
<b>Patrimônio</b>	Mantido na administração Direta	Próprio, inalienável	Próprio, inalienável – afetado à finalidade específica	Próprio, alienável, com proteção especial em razão da prestadora de serviços públicos	Próprio, alienável, com proteção especial em razão da prestadora de serviços públicos
<b>Regime Trabalhista</b>	Estatuário	Estatuário ou CLT Concurso obrigatório	Estatuário ou CLT Concurso obrigatório	CLT Concurso obrigatório	CLT Concurso obrigatório
<b>Prerrogativas</b>	Titularidade do serviço em nome da Administração	Titularidade do serviço transferida pela Administração	Titularidade do serviço transferida pela Administração	Titularidade não transferida. Prerrogativas estabelecidas no ato da criação	Titularidade não transferida. Prerrogativas estabelecidas no ato da criação

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS	ADMINISTRAÇÃO DIRETA		ADMINISTRAÇÃO DESCENTRALIZADA	ENTIDADES GOVERNAMENTAIS DE DIREITO PRIVADO	
	Órgãos da Administração Direta	Autarquia	Fundação Pública de Direito Público	Empresa Pública	Sociedade de Economia Mista
<b>Controles</b>	Os da Administração Pública	Tutela e controle ordinário da Administração Pública	Tutela e controle ordinário da Administração Pública	Administração – órgão adm. a que se vincula. Financeiro – idem, Tribunal de contas	Administração – órgão administrativo a que se vincula
<b>Responsabilidade sobre o serviço</b>	Confundem-se com as da Administração Pública	Transferida da Administração	Transferida da Administração	Direta sobre a prestação – transferida do poder concedente	Direta sobre a prestação – transferida do poder concedente
<b>Receita</b>	Exclusivamente orçamentária	Orçamentária e operacional	Orçamentária e operacional	Repasse da Administração + receita operacional	Repasse da Administração + receita operacional
<b>Capital</b>	Estatal	Estatal	Estatal	Estatal	Capital estatal e privado

Tabela 33 - Alternativas de Gestão e Prestação de Serviços (continuação)

Principais Características	ENTIDADES GOVERNAMENTAIS DE DIREITO PRIVADO		ENTIDADES PRIVADAS	
	Fundação Pública de Direito Privado	Empresa Privada	Fundação Privada	Sociedade civil sem fins lucrativos
<b>Conceito/Definição</b>	Entidade sem fins lucrativos destinada a cumprir serviços de interesse público	Sociedade mercantil-industrial de prestação de serviço	Entidade sem fins lucrativos destinada a cumprir serviço de interesse público	Entidade sem fins lucrativos destinada a cumprir serviço de interesse público
<b>Personalidade Jurídica</b>	Própria	Própria	Própria	Própria
<b>Regime Jurídico</b>	Direito privado	Direito privado	Direito privado	Direito privado
<b>Composição societária / Designação da Diretoria</b>	Não tem – nomeação do Executivo + Conselho	Sociedade anônima ou limitada / assembleia de acionistas	Não tem composição societária / diretoria eleita pelo Conselho Curador	Pessoas físicas e jurídicas que criam/conforme estatutos
<b>Fins</b>	Prestação do serviço em auferir lucro	Exploração do serviço	Serviço ou atividades auxiliares sem auferir lucro	Serviço ou atividades auxiliares em caráter complementar ou supletivo

Principais Características	ENTIDADES GOVERNAMENTAIS DE DIREITO PRIVADO		ENTIDADES PRIVADAS	
	Fundação Pública de Direito Privado	Empresa Privada	Fundação Privada	Sociedade civil sem fins lucrativos
<b>Criação / Extinção</b>	Autorizada por lei específica	Ato constitutivo civil ou comercial	Ato constitutivo civil	Ato constitutivo civil
<b>Patrimônio</b>	Próprio, alienável, com proteção especial em razão da prestação de serviço público	Próprio, alienável, com proteção especial em razão da prestação de serviço público	Próprio, alienável, com proteção especial em razão da prestação de serviço público	Próprio, alienável, com proteção especial em razão da prestação de serviço público
<b>Regime Trabalhista</b>	CLT concurso obrigatório	CLT	CLT	CLT
<b>Prerrogativas</b>	Titularidade não transferida. Prerrogativas estabelecidas no ato de criação	Titularidade não transferida – Prerrogativa inerentes ao serviço	Titularidade não transferida – Prerrogativa inerentes ao serviço	Titularidade não transferida – Prerrogativa inerentes ao serviço
<b>Controles</b>	Interno, do Conselho Curador – Externo, do Ministério Público – sem serviço, do Poder Concedente	Sem serviço e comercial do Poder Concedente. Outros – fiscalizar, direito econômico	Interno, do Conselho Curador – Externo, da Curadoria das Fundações – Sem serviço, do Poder Concedente	Sobre o serviço – do Poder Concedente
<b>Responsabilidade sobre o serviço</b>	Direta sobre a prestação – Transferida do Poder Concedente	Direto sobre a prestação – transferida do Poder Concedente	Direta sobre a prestação – transferida do Poder Concedente	Do Poder Concedente – não se transfere
<b>Receita</b>	Repasse da Administração + receita operacional	Receita operacional	Receita operacional e doações	Receita operacional e doações
<b>Capital</b>	Estatal	Capital privado	-	-

### C.1.2 Projeção da Demanda Anual de Água para a Área de Planejamento ao Longo dos 20 anos – Distrito Sede Cristalina

No estabelecimento da projeção da demanda anual de água ao longo de 20 anos, torna-se necessário estabelecer primeiramente a dinâmica demográfica do município de Cristalina, ou seja, definir as taxas de crescimento populacional e por consequência saber qual o incremento ou decréscimo populacional que o município terá nas próximas duas décadas.

Os cálculos de demanda são feitos com base na evolução da população urbana, visto que os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário atendem a maior parte do núcleo urbano do município.

A Tabela 34 mostra a evolução populacional entre os anos de 1991 e 2010, e suas respectivas taxas de crescimento nas zonas urbana e rural do distrito sede de Cristalina.

Tabela 34 – Populações e crescimento populacional de Cristalina (Sede). Fonte: IBGE (2016).

Ano	População (habitantes) Sede			Taxa de Crescimento Anual (%)		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
1991	24.937	17.652	7.285	-	-	-
2000	30.211	25.102	5.109	2,15	3,99	-3,87
2010	38.348	32.131	6.217	2,41	2,50	1,98

Nota-se que houve um decréscimo da população rural entre os anos de 1991 e 2000, fato que pode ser explicado pelos próprios movimentos de migração interna, em que a população rural abandona o campo e migra para os núcleos urbanos próximos em busca de estudos e melhores condições de vida.

Entre 2000 e 2010, o aumento da população urbana foi menor em relação ao período anterior de 1991 a 2000 e houve um incremento da população rural, aspecto este

que pode ser o reflexo da interiorização, a busca da tranquilidade e a forte influência da agropecuária na economia do município.

A Figura 6 ilustra a dinâmica populacional do município de Cristalina, nas zonas urbana, rural e no município como um todo.

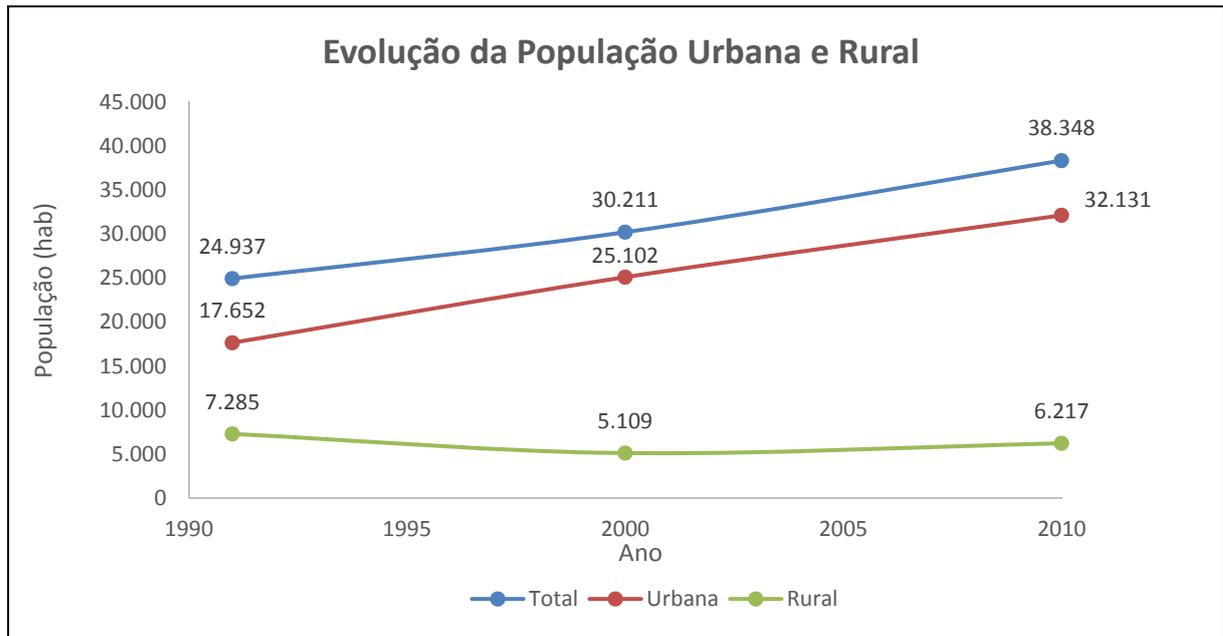


Figura 6 - Gráfico da evolução populacional.

A economia de Cristalina é apoiada na agropecuária e no turismo, sendo que a única indústria que se destaca é a de resfriamento de leite, de propriedade da ITAMBÉ – Cooperativa Central dos Produtores Rurais de Minas Gerais Ltda.

Cristalina atrai turistas e artesãos de todo o país, que vêm em busca de matéria-prima (cristal). Com isso são gerados empregos diretos e indiretos, tanto na exploração do minério e sua comercialização como no artesanato com pedras.

Visto que não há qualquer planejamento ou impacto no âmbito econômico a curto e médio prazo na região de Cristalina, foram utilizados métodos convencionais para a estimativa de incremento populacional.

Entre os diversos métodos de cálculo populacional, se destacam os baseados em fórmulas matemáticas, que são tidos como métodos convencionais. Os adotados para a estimativa do incremento populacional do município em estudo foram os métodos aritmético, geométrico, AiBi Brasil e curva logística.

#### C.1.2.1 Método Aritmético

Esse método parte do princípio de que o crescimento populacional ocorre através de uma taxa constante, referente à população na data inicial do período de previsão e sem acúmulo periódico, evoluindo em progressão aritmética. O método é mais utilizado para estimativas de menor prazo.

A razão de crescimento é determinada de acordo com os dados dos censos dos anos anteriores, subtraindo a população de um ano pelo outro e dividindo essa diferença pelo intervalo de tempo que está compreendido entre esses anos. Este método admite que a população varie linearmente no intervalo de tempo que compreende o horizonte de projeto.

Na projeção aritmética são utilizadas as seguintes expressões para o cálculo da população:

$$\text{Fórmula da Projeção}$$
$$P_t = P_0 + (t - t_0) * k$$

$$\text{Taxa de Crescimento}$$
$$k_a = \frac{P_1 - P_0}{t_1 - t_0}$$

Onde:

<b>P<sub>t</sub></b>	<i>População final para o ano escolhido;</i>
<b>P<sub>0</sub></b>	<i>População tomada como referência;</i>
<b>t<sub>0</sub></b>	<i>Ano tomado como referência;</i>
<b>k<sub>a</sub></b>	<i>Razão de incremento anual;</i>
<b>t</b>	<i>Ano em que se deseja ter a população;</i>

A Tabela 35 mostra a taxa de projeção aritmética de Cristalina.

Tabela 35 - Taxa de Projeção Aritmética

Ano	População		Taxa de Crescimento	
	(hab.)		Anual - K - (hab/ano)	
	Total	Urbana - Sede	Total	Urbana
2.000	30.211	25.102	-	-
2.010	38.348	32.131	813,70	702,90

Realizando os cálculos acima descritos e considerando como razão de incremento anual os valores mostrados na Tabela 31, obtemos a projeção da população através do método aritmético, apresentada na Tabela 36.

Tabela 36 - Projeção da população.

Ano	População Projetada (hab.)
1991	17.652
2000	25.102
2010	32.131
2011	32.834
2012	33.537
2013	34.240
2014	34.943
2015	35.646
2016	36.348
2017	37.051
2018	37.754
2019	38.457
2020	39.160
2021	39.863
2022	40.566
2023	41.269
2024	41.972
2025	42.675

Ano	População Projetada (hab.)
2026	43.377
2027	44.080
2028	44.783
2029	45.486
2030	46.189
2031	46.892
2032	47.595
2033	48.298
2034	49.001
2035	49.704
2036	50.406
2037	51.109
2038	51.812

A Figura 7 apresenta a curva de incremento populacional pelo método aritmético, quando plotado os resultados em um gráfico.

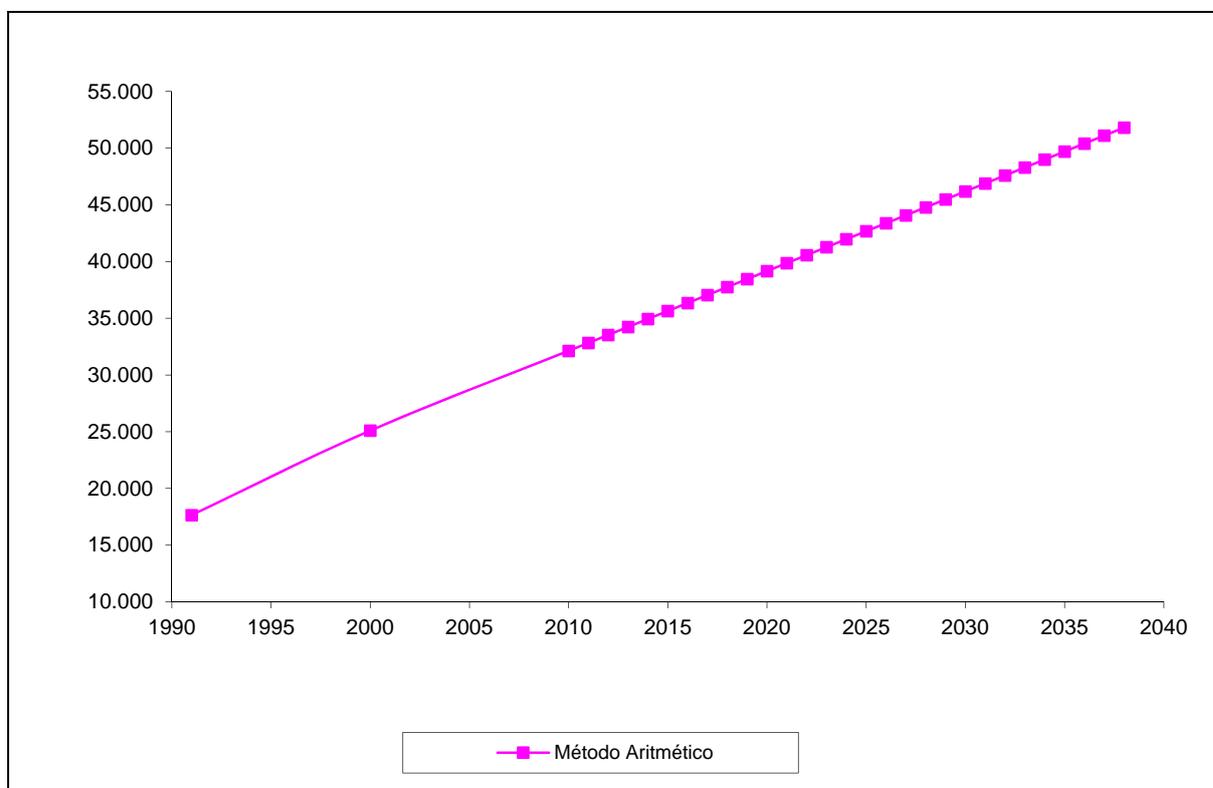


Figura 7 - Gráfico da projeção populacional.

### C.1.2.2 Método Geométrico

O método geométrico considera para iguais períodos de tempo um mesmo crescimento populacional. Esse método considera o tempo como um exponencial para o incremento anual sobre a taxa e é utilizado para projeções a curto e médio prazo por não divergir tanto da realidade futura prevista para o local.

A taxa de crescimento de uma população é a variação do número de indivíduos num determinado espaço de tempo. Para cálculo da projeção geométrica foram utilizadas as fórmulas:

*Fórmula da projeção*

$$P_n = r_g^{(n-o)} * P_o$$

*Tg = Taxa de crescimento geométrico no intervalo (t-to)*

$$r_g = \left( \frac{P_n}{P_o} \right)^{\left( \frac{1}{(n-o)} \right)}$$

$$Tg_{(\%)} = (r_g - 1) \times 100$$

Onde:

**P<sub>n</sub>** *Projeção Populacional para o ano em que se deseja*

**rg** *Razão de crescimento populacional*

**N** *Ano em que se deseja obter a projeção populacional*

**O** *Ano que foi tomado como referência para o cálculo da Projeção*

**P<sub>o</sub>** *População do ano que foi tomada como referência para cálculo da Projeção*

**Tg** *Taxa de crescimento populacional em porcentagem*

Realizando os cálculos descritos acima, considerando como razão de incremento anual os valores mostrados na Tabela 37, é possível constatar que há um aumento nas taxas de crescimento da população.

Tabela 37 - Método Geométrico.

Ano	População		Taxa de Crescimento	
	(hab.)		Anual - K - (hab/ano)	
	Total	Urbana - Sede	Total	Urbana
2.000	30.211	25.102	-	-
2.010	38.348	32.131	0,0238	0,024687

Quando aplicada a taxa de crescimento encontrada, obtemos os resultados apresentados na Tabela 38.

Tabela 38 - Projeção da população

Ano	População Projetada (hab.)
1991	17.652
2000	25.102
2010	32.131
2011	32.934
2012	33.757
2013	34.601
2014	35.466
2015	36.352
2016	37.261
2017	38.192
2018	39.147
2019	40.125
2020	41.128
2021	42.156
2022	43.210
2023	44.290
2024	45.397
2025	46.532
2026	47.695
2027	48.887
2028	50.109
2029	51.361
2030	52.645
2031	53.961

Ano	População Projetada (hab.)
2032	55.309
2033	56.692
2034	58.109
2035	59.561
2036	61.050
2037	62.576
2038	64.140

A Figura 8 apresenta a projeção populacional pelo método geométrico, quando plotado em gráfico.

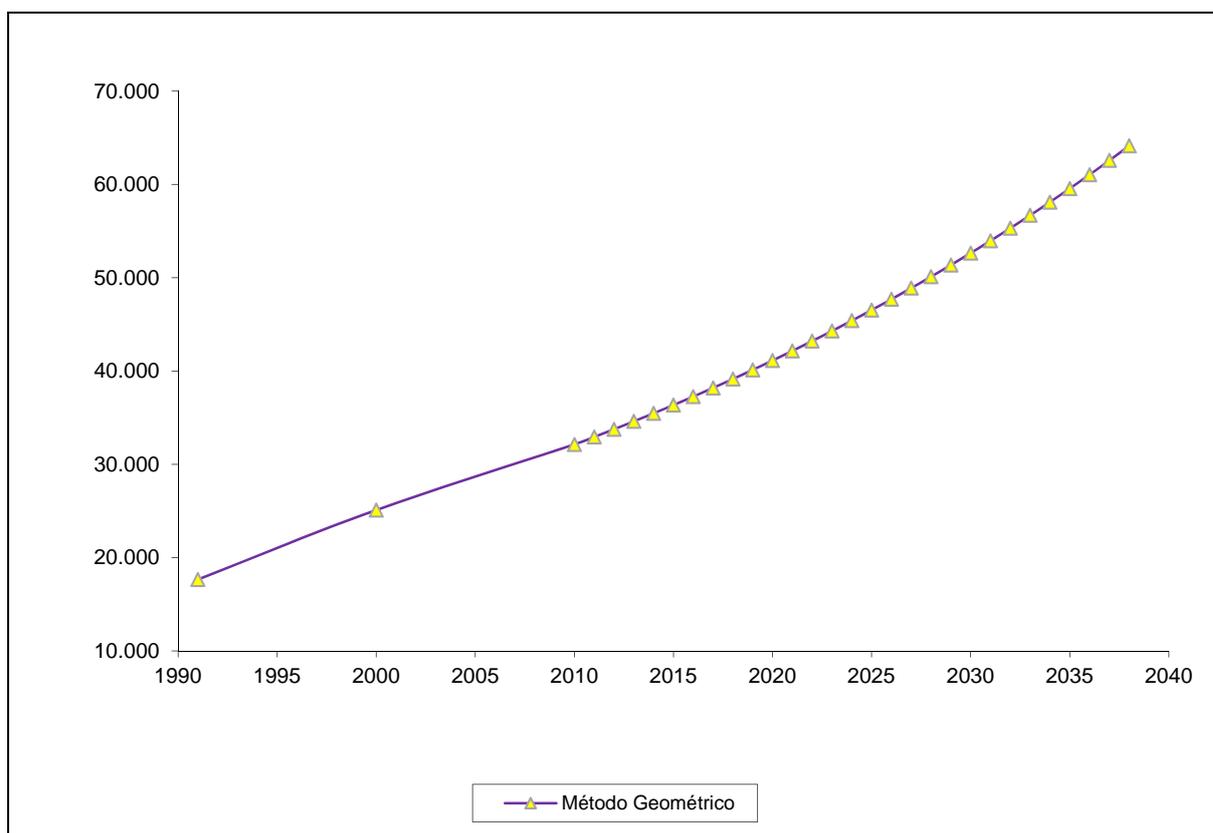


Figura 8 - Gráfico da projeção populacional.

### C.1.2.3 Método AiBi Brasil

Este método de tendência de crescimento demográfico tem como princípio fundamental a subdivisão de uma área maior, cuja estimativa já se conhece, em "n" áreas menores, de tal forma que seja assegurada ao final das estimativas das áreas menores a reprodução da estimativa, previamente conhecida, da área maior através da soma das estimativas das áreas menores (MADEIRA & SIMÕES, 1972).

Considere-se, então, uma área maior cuja população estimada em um momento t é P(t). Subdivida esta área maior em n áreas menores, cuja população de uma determinada área i, na época t, é:

$$P_i(t); i=1,2,3,\dots,n$$

Desta forma, tem-se que:

$$P(t) = \sum_{i=1}^n P_i(t)$$

Decomponha, por hipótese, a população desta área i, em dois termos:  $a_i P(t)$ , que depende do crescimento da população da área maior, e  $b_i$ . O coeficiente  $a_i$  é denominado coeficiente de proporcionalidade do incremento da população da área menor i em relação ao incremento da população da área maior, e  $b_i$  é denominado coeficiente linear de correção.

Como consequência, tem-se que:

$$P_i(t) = a_i P(t) + b_i$$

Para a determinação destes coeficientes, utiliza-se o período delimitado por dois censos demográficos. Sejam  $t_0$  e  $t_1$ , respectivamente, as datas dos dois censos. Ao substituir-se  $t_0$  e  $t_1$  na equação acima, tem-se que:

$$P_i(t_0) = a_i P(t_0) + b_i$$

$$P_i(t_1) = a_i P(t_1) + b_i$$

Através da resolução do sistema acima, tem-se que:

$$a_i = \frac{P_i(t_i) - P_i(t_o)}{P(t_1) - P(t_o)}$$

$$b_i = P_i(t_o) - a_i P(t_o)$$

- Época  $t_0$  - data do primeiro censo demográfico, por exemplo: 1º de agosto de 2000;
- Época  $t_1$  - data do segundo censo demográfico, por exemplo: 1º de abril de 2007 e
- Época  $t$  - 1º de julho do ano  $t$  (ano para o qual a população será estimada).

A Tabela 39 apresenta as populações projetadas com esse método, sendo inseridas também as populações observadas em 1991, 2000 e 2010 (censo IBGE).

Tabela 39 - Projeção Populacional.

Ano	Pop. Proj. (hab.)
1991	17.652
2000	25.102
2010	32.131
2011	32.668
2012	33.178
2013	33.664
2014	34.127
2015	34.572
2015	34.999
2017	35.412
2018	35.812
2019	36.199
2020	36.575
2021	36.938
2022	37.290
2023	37.630
2024	37.955
2025	38.266
2026	38.560
2027	38.835

Ano	Pop. Proj. (hab.)
2028	39.091
2029	39.326
2030	39.539
2031	39.729
2032	39.896
2033	40.039
2034	40.158
2035	40.254
2036	40.326
2037	40.375
2038	40.402

A Figura 9 mostra o gráfico com a projeção do crescimento, utilizando o método da taxa AiBi – BR.

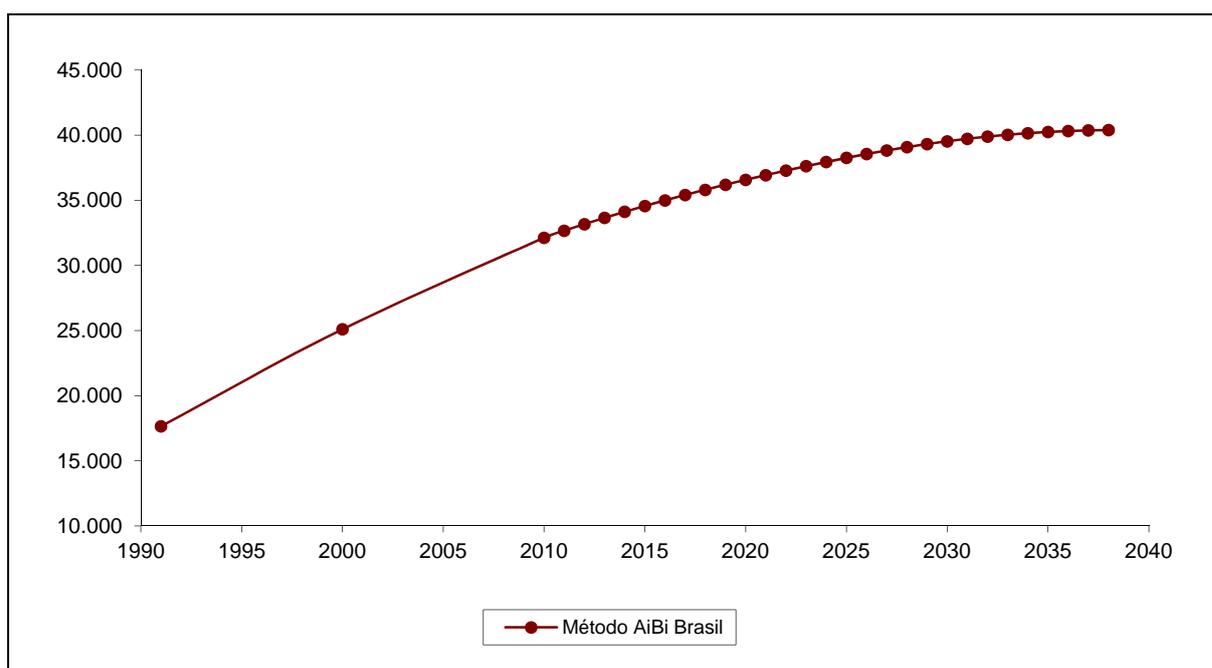


Figura 9 - Gráfico da projeção populacional.

#### C.1.2.4 Método da Curva Logística

Este método supõe que o crescimento da população segue uma relação matemática que estabelece uma curva em forma de S. A população tende assintoticamente a um valor de saturação. Os parâmetros podem ser também estimados por regressão não-linear.

O ponto de inflexão na curva ocorre no tempo  $[t_0 - \ln(c)/K_1]$  e com  $P_t = P_s/2$ .

Para cálculo da projeção logística foram utilizadas as seguintes expressões:

$$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$$

Fórmula da projeção

$$P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{K_1 \cdot (t - t_0)}}$$

Onde:

$c$  e  $K_1$  são os coeficientes populacionais.

$$c = (P_s - P_0) / P_0$$

$$K_1 = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln \left[ \frac{P_0 \cdot (P_s - P_1)}{P_1 \cdot (P_s - P_0)} \right]$$

- Os** População de Saturação
- P0** População de Referência - Ano de 1991
- P1** População de Referência - Ano de 2000
- P2** População de Referência - Ano de 2010
- Pt** População estimada no ano que se deseja (Ano "t")
- c e k1** Coeficientes Populacionais calculados com base nas populações de Referência
- E** Número de Euler, (aproximadamente: 2.718281828)
- Ln** Logaritmo Neperiano (Logaritmo cuja base é o Número de Euler)

Para utilizar o método do cálculo logístico é necessário atender as seguintes condições:

$$L = P_0 < P_1 < P_2$$

$$L = (P_0 * P_2) < (P_1)^2$$

Realizando os cálculos descritos acima, obtemos os resultados apresentados na Tabela 40.

Tabela 40 – Projeção logística da população de Cristalina.

Censo	1991	2001	2011
População	17.652	25.906	33.160
População de Saturação	<b>c</b>	<b>K1</b>	<b>Tempo inflexão</b>
43.989	1,4920	-0,07596	1996
Ano	População Total		
1991	17.652		
2000	25.102		
2010	32.131		
2011	33.768		
2012	34.352		
2013	34.911		
2014	35.447		
2015	35.957		
2016	36.444		
2017	36.907		
2018	37.347		
2019	37.764		
2020	38.159		
2021	38.533		
2022	38.885		
2023	39.218		
2024	39.532		
2025	39.827		
2026	40.105		
2027	40.365		
2028	40.610		
2029	40.840		
2030	41.055		
2031	41.256		
2032	41.444		
2033	41.620		
2034	41.785		
2035	41.939		
2036	42.082		
2037	42.216		
2038	42.341		

A Figura 10 apresenta graficamente a projeção populacional da alternativa do método da curva logística.

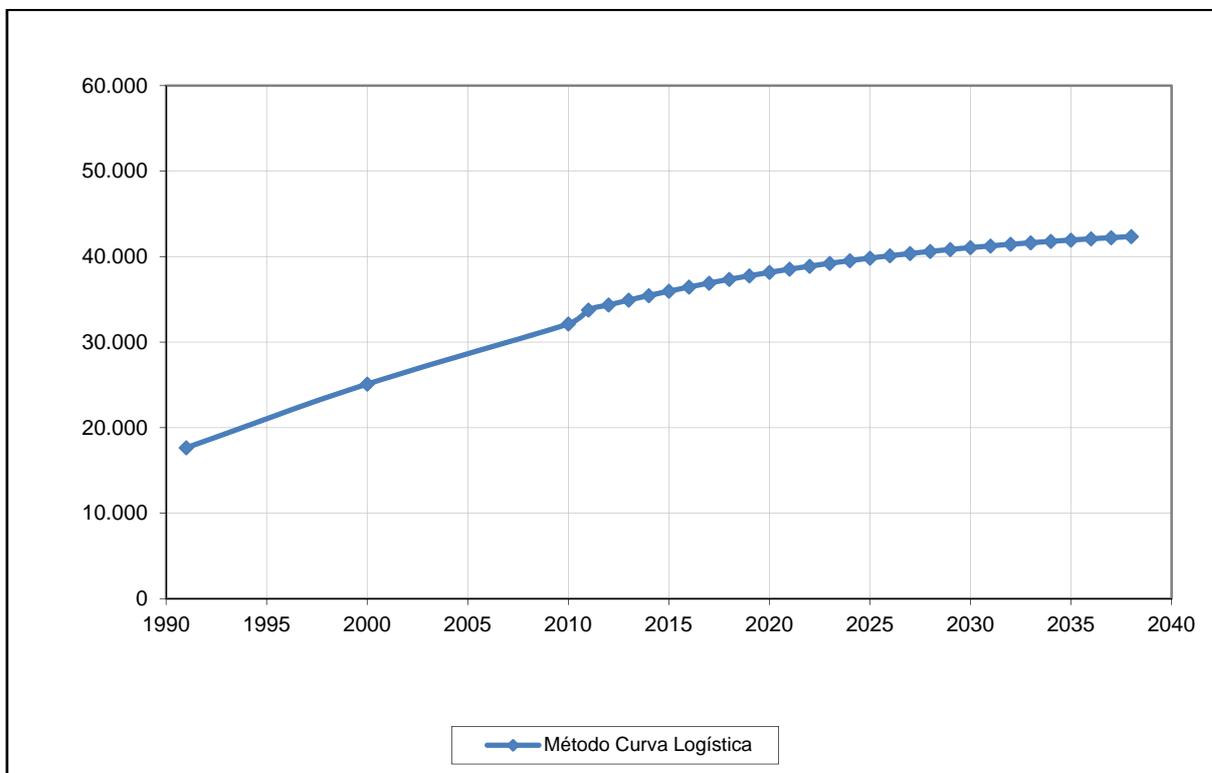


Figura 10 – Gráfico da Projeção populacional.

### C.1.3 Escolha do Método a ser Utilizado e Conclusão

Para fins de análise das metodologias utilizadas foi elaborada a Tabela 41 com todas as projeções, partindo da população de 17.652 habitantes em 1991 (IBGE), para a população urbana da sede do município de Cristalina.

Tabela 41 - População por método (hab.)

Ano	Aritmético	Geométrico	AiBi Brasil	Logístico
1991	17.652	17.652	17.652	17.652
2000	25.102	25.102	25.102	25.102
2010	32.131	32.131	32.131	32.131
2011	32.834	32.934	32.668	33.768
2012	33.537	33.757	33.178	34.352
2013	34.240	34.601	33.664	34.911
2014	34.943	35.466	34.127	35.447
2015	35.646	36352	34572	35.957
2016	36.348	37.261	34.999	36.444
2017	37.051	38.192	35.412	36.907
2018	37.754	39147	35812	37347
2019	38.457	40.125	36.199	37.764
2020	39.160	41128	36575	38159
2021	39.863	42.156	36.938	38.533
2022	40.566	43.210	37.290	38.885
2023	41.269	44290	37630	39218
2024	41.972	45.397	37.955	39.532
2025	42.675	46532	38266	39.827
2026	43.377	47.695	38.560	40.105
2027	44.080	48.887	38.835	40.365
2028	44.783	50109	39091	40610
2029	45.486	51.361	39.326	40.840
2030	46.189	52645	39539	41.055
2031	46.892	53.961	39.729	41.256
2032	47.595	55.309	39.896	41.444
2033	48.298	56692	40039	41620
2034	49.001	58.109	40.158	41.785
2035	49.704	59561	40254	41.939
2036	50.406	61050	40326	42.082
2037	51.109	62576	40375	42.216
2038	51.812	64.140	40.402	42.341

Conforme exposto neste estudo, os modelos matemáticos de projeção populacional têm especificidades, oscilando em suas previsões e na taxa de crescimento calculada anualmente em cada um dos métodos.

Todos os métodos apresentaram taxas de crescimento. A população em 2038 para os três métodos teve certa variação, sendo que a maior diferença ocorreu em relação ao Geométrico com os outros métodos.

Os métodos AiBi BR, aritmético e logístico foram descartados por apresentarem um comportamento de crescimento anual abaixo do comportamento já apresentado pela cidade no período de 2000-2010 (2,50%a.a), com população final de plano de 40.402, 51.812 e 42.341 habitantes, respectivamente, apresentando uma taxa de crescimento anual de 0,60%, 1,60% e 0,63%.

Com base nos dados apresentados, o método escolhido foi o Geométrico, com população final de plano de 64.140 habitantes e taxa de crescimento anual de 2,50% a.a, equivalente a taxa do município de 2000-2010.

Outro fator levado em consideração na escolha do método geométrico foi a taxa de crescimento da microrregião do Entorno de Brasília que apresentou um crescimento de 7,7% a.a no período de 1991-2000 e 2,6% a.a no período de 2000-2010.

Além disso a posição estratégica em que se encontra a cidade, distante cerca de 131 km da capital federal Brasília, é um dos principais responsáveis pelo seu crescimento, juntamente com o desenvolvimento econômico impulsionado pela agricultura, atraindo empresas e gerando empregos.

Estimada a população ao longo do horizonte de projeto, agora é preciso determinar os valores de consumo per capita, os coeficientes de variação horária ( $k_2$ ) e diária ( $k_1$ ). Os coeficientes serão adotados, conforme recomendações da literatura,  $k_1=1,20$  e  $k_2=1,5$ .

Para determinação da cota per capita de água foram utilizados dados fornecidos pelo SNIS no ano de 2014. A cota foi obtida pela divisão do volume consumido (4432,89 m<sup>3</sup>) pela população atendida (36.130), onde obteve-se uma média per capita de 122,7 L/hab./dia.

A projeção de demanda do sistema de abastecimento de água de Cristalina é apresentada na (Tabela 42).

Tabela 42 - Projeção da demanda.

Ano	População	Per capita (l/hab*dia)	Vazões (l/s)		
			Média	Máxima Diária	Máx. Horária
2016	37.261	122,70	52,92	63,50	95,26
2017	38.192	122,70	54,24	65,09	97,63
2018	39.147	122,70	55,59	66,71	100,06
2019	40.125	122,70	56,98	68,38	102,56
2020	41.128	122,70	58,41	70,09	105,14
2021	42.156	122,70	59,87	71,84	107,77
2022	43.210	122,70	61,36	73,63	110,45
2023	44.290	122,70	62,90	75,48	113,22
2024	45.397	122,70	64,47	77,36	116,05
2025	46.532	122,70	66,08	79,30	118,94
2026	47.695	122,70	67,73	81,28	121,91
2027	48.887	122,70	69,43	83,32	124,97
2028	50.109	122,70	71,16	85,39	128,09
2029	51.361	122,70	72,94	87,53	131,29
2030	52.645	122,70	74,76	89,71	134,57
2031	53.961	122,70	76,63	91,96	137,93
2032	55.309	122,70	78,55	94,26	141,39
2033	56.692	122,70	80,51	96,61	144,92
2034	58.109	122,70	82,52	99,02	148,54
2035	59.561	122,70	84,59	101,51	152,26
2036	61.050	122,70	86,70	104,04	156,06
2037	62.576	122,70	88,87	106,64	159,97
2038	64.140	122,70	91,09	109,31	163,96

Uma das maneiras de aumentar a eficiência do sistema e reduzir a necessidade de expansão das estruturas de captação e tratamento, é a redução do índice de perdas, através de programas realizados pela concessionária. Podem ser instituídos também, programas relacionados ao consumo, contribuindo para a otimização do sistema como um todo.

As perdas do sistema, além de não serem remuneradas, acabam por forçar, a longo prazo, o titular dos serviços a fazer investimentos nas diversas estruturas integrantes do sistema, a fim de atender a demanda da população e a controlar as perdas associadas ao sistema, que tendem a crescer caso não sejam tomadas as medidas necessárias.

#### **C.1.4 Principais Mananciais Passíveis de Utilização para o Abastecimento de Água na Área de Planejamento**

Com o crescimento da população o consumo de água aumenta e se torna necessário a busca por outras formas de abastecimento.

Como o perímetro urbano encontra-se na divisa da Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos e da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu, os mananciais passíveis de utilização para abastecimento têm suas nascentes próximas a área urbanizada, onde o volume de água ainda é baixo, o que implicaria em uma escolha por pontos de captação ou drenagens mais afastadas e um conseqüente aumento de custos que acabaria por inviabilizar qualquer projeto.

A seguir serão descritos os mananciais próximos à zona urbana de Cristalina (Raio de 5,0 km), os quais podem ser considerados passíveis de utilização para abastecimento de água superficial.

#### C.1.4.1 Córrego Embira

O Córrego Embira é atualmente o manancial de abastecimento do município de Cristalina e de acordo com a metodologia Otto Pfastetter está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos, como indicado na Tabela 43.

**Tabela 43 - Bacias Hidrográficas. Fonte: SIEG (2014).**

Nível da Bacia Hidrográfica	Descrição da Bacia	Classificação (OttoBacias)
Nível 1	Região Hidrográfica do Rio Paraná	8
Nível 2	Bacia Hidrográfica Rio Paraná	84
Nível 3	Região Hidrográfica Rio Paranaíba a montante da Foz Rio Grande	849
Nível 4	Região Hidrográfica Rio Paranaíba a montante da Foz Rio Araguari	8499
Nível 5	Bacia Hidrográfica Rio S. Marcos	84996

O comprimento total do córrego é de 34,3 km e sua nascente está localizada a pouco mais de 340 metros da zona urbana do município.

Para determinar se esse curso d'água tem condições de atender a demanda da população em um horizonte de 20 anos, foi efetuado o cálculo de disponibilidade hídrica do manancial, adotando como referência a vazão específica Q95% estatuída pelo Plano de Recursos Hídricos – Paranaíba para a Unidade de Gestão Hídrica do Rio São Marcos, correspondente a 4,63 L/s/km<sup>2</sup>.

O cálculo da disponibilidade hídrica é realizado multiplicando a vazão específica da UGH São Marcos (4,63 L/s/km<sup>2</sup>), pela área da bacia de interesse (10,15 km<sup>2</sup>), delimitada pelo Software Arcgis, em um ponto no Córrego Embira, distante cerca de 5 km do centro de Cristalina (Figura 11).

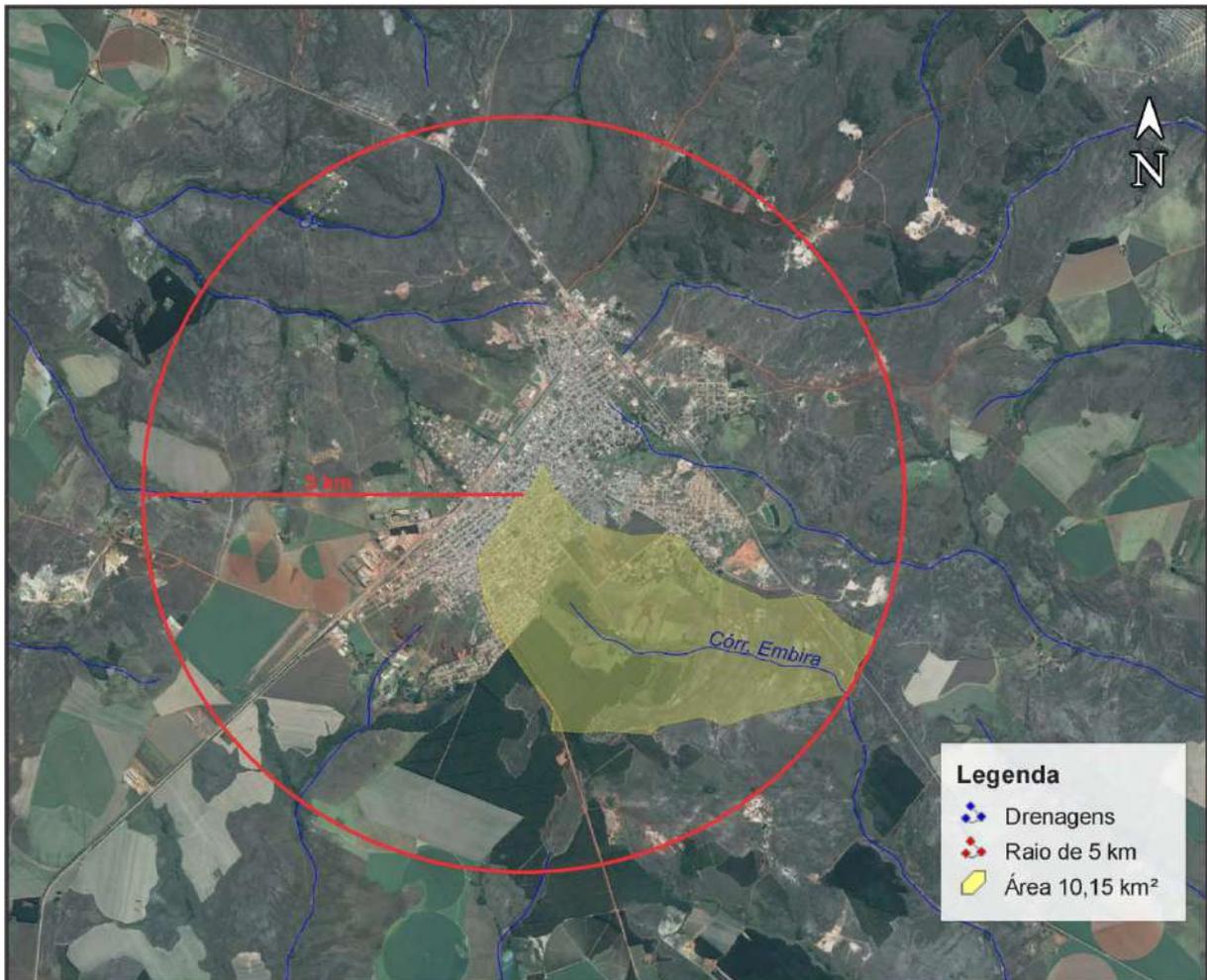


Figura 11 – Área de drenagem Córrego Embira: 10,15 km<sup>2</sup>.

Cálculo da Vazão Estimada:

$$Q_{Especifica} \times \text{Área de Interesse} = Q_{Estimada}$$

$$Q_{Estimada} = 4,63 \times 10,15$$

$$Q_{Estimada} = 47,0 \text{ L/s}$$

De acordo com a Resolução 09/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-GO), a vazão máxima outorgável em um manancial superficial deve equivaler a 50% da  $Q_{95}$  visto que essa vazão mínima, com alta probabilidade de ocorrência, fornece maior garantia aos pleitos outorgados e à manutenção do fluxo residual nos cursos d'água.

$$Q_{\text{outorgável}} \leq Q_{95} * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 47,0 * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 23,5 \text{ L/s}$$

Diante dos resultados encontrados, pode-se constatar que o manancial não possui vazão suficiente para atendimento da demanda populacional.

#### C.1.4.2 Ribeirão das Lajes

O Ribeirão das Lajes possui sua nascente na zona urbana de Cristalina e de acordo com a metodologia Otto Pfastetter também está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos (Tabela 44).

Tabela 44 – Bacias Hidrográficas. Fonte: SIEG (2014).

Nível da Bacia Hidrográfica	Descrição da Bacia	Classificação (OttoBacias)
Nível 1	Região Hidrográfica do Rio Paraná	8
Nível 2	Bacia Hidrográfica Rio Paraná	84
Nível 3	Região Hidrográfica Rio Paranaíba a montante da Foz Rio Grande	849
Nível 4	Região Hidrográfica Rio Paranaíba a montante da Foz Rio Araguari	8499
Nível 5	Bacia Hidrográfica Rio S. Marcos	84996

Para determinar se esse curso d'água tem condições de atender a demanda da população em um horizonte de 20 anos, foi efetuado o cálculo de disponibilidade hídrica do manancial, adotando como referência a vazão específica Q95% estatuída pelo Plano de Recursos Hídricos – Paranaíba para a Unidade de Gestão Hídrica do Rio São Marcos, correspondente a 4,63 L/s/km<sup>2</sup>.

O cálculo da disponibilidade hídrica é realizado multiplicando a vazão específica da UGH São Marcos (4,63 L/s/km<sup>2</sup>), pela área da bacia de interesse (10,15 km<sup>2</sup>), delimitada pelo Software Arcgis, em um ponto no Córrego Embira, distante cerca de 5 km do centro de Cristalina (Figura 12).

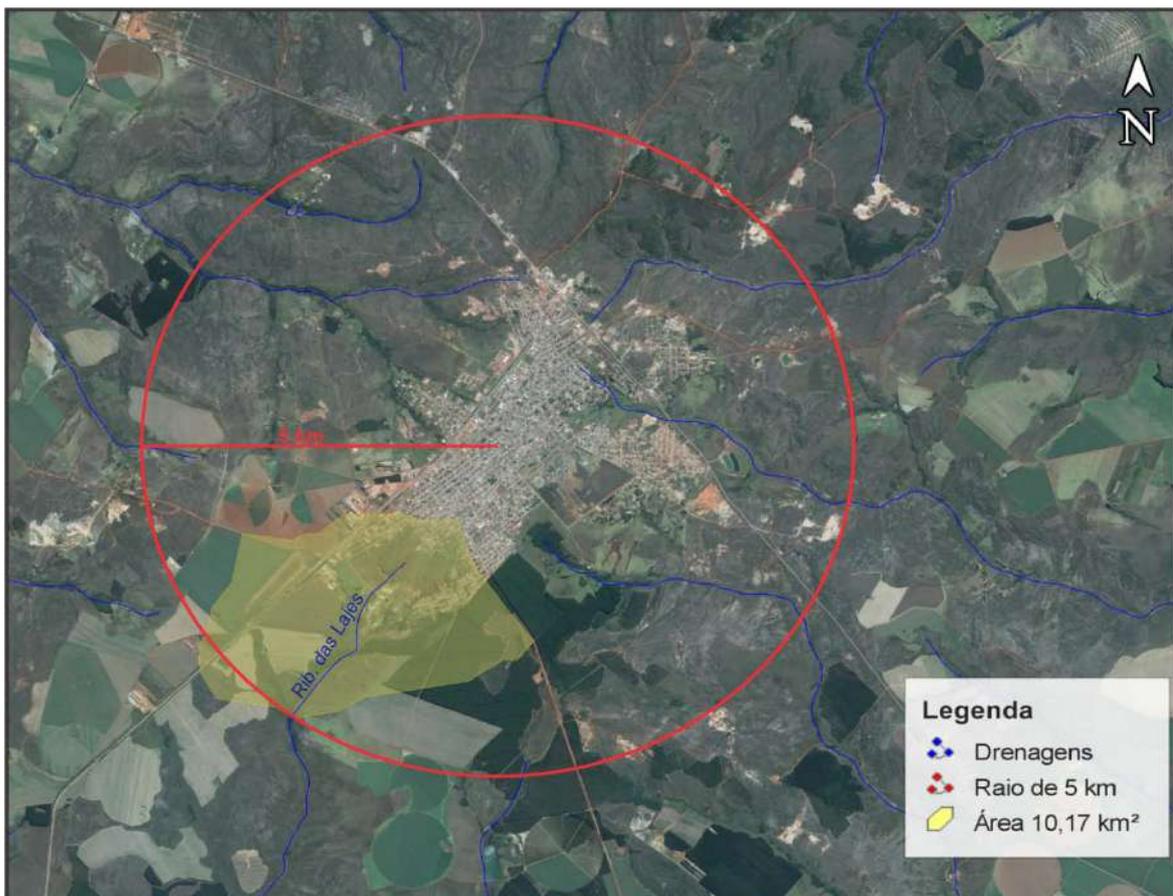


Figura 12 – Área de drenagem Ribeirão das Lajes: 10,17 km<sup>2</sup>.

Cálculo da Vazão Estimada:

$$Q_{Especifica} \times \text{Área de Interesse} = Q_{Estimada}$$

$$Q_{Estimada} = 4,63 \times 10,17$$

$$Q_{Estimada} = 47,08 \text{ L/s}$$

De acordo com a Resolução 09/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-GO), a vazão máxima outorgável em um manancial superficial deve equivaler a 50% da Q<sub>95</sub> visto que essa vazão mínima, com alta probabilidade de ocorrência, fornece maior garantia aos pleitos outorgados e à manutenção do fluxo residual nos cursos d'água.

$$Q_{\text{outorgável}} \leq Q_{95} * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 47,08 * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 23,54 \text{ L/s}$$

Diante dos resultados encontrados, pode-se constatar que o manancial não possui vazão suficiente para atendimento da demanda populacional, podendo ser utilizado como manancial para complementação de vazão.

#### C.1.4.3 Ribeirão São Pedro

O Ribeirão São Pedro também possui sua nascente na zona urbana de Cristalina e está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos (Tabela 45), sendo deste um afluente direto.

Tabela 45 – Bacias Hidrográficas. Fonte: SIEG (2014).

Nível da Bacia Hidrográfica	Descrição da Bacia	Classificação (OttoBacias)
Nível 1	Região Hidrográfica do Rio Paraná	8
Nível 2	Bacia Hidrográfica Rio Paraná	84
Nível 3	Região Hidrográfica Rio Paranaíba a montante da Foz Rio Grande	849
Nível 4	Região Hidrográfica Rio Paranaíba a montante da Foz Rio Araguari	8499
Nível 5	Bacia Hidrográfica Rio S. Marcos	84996

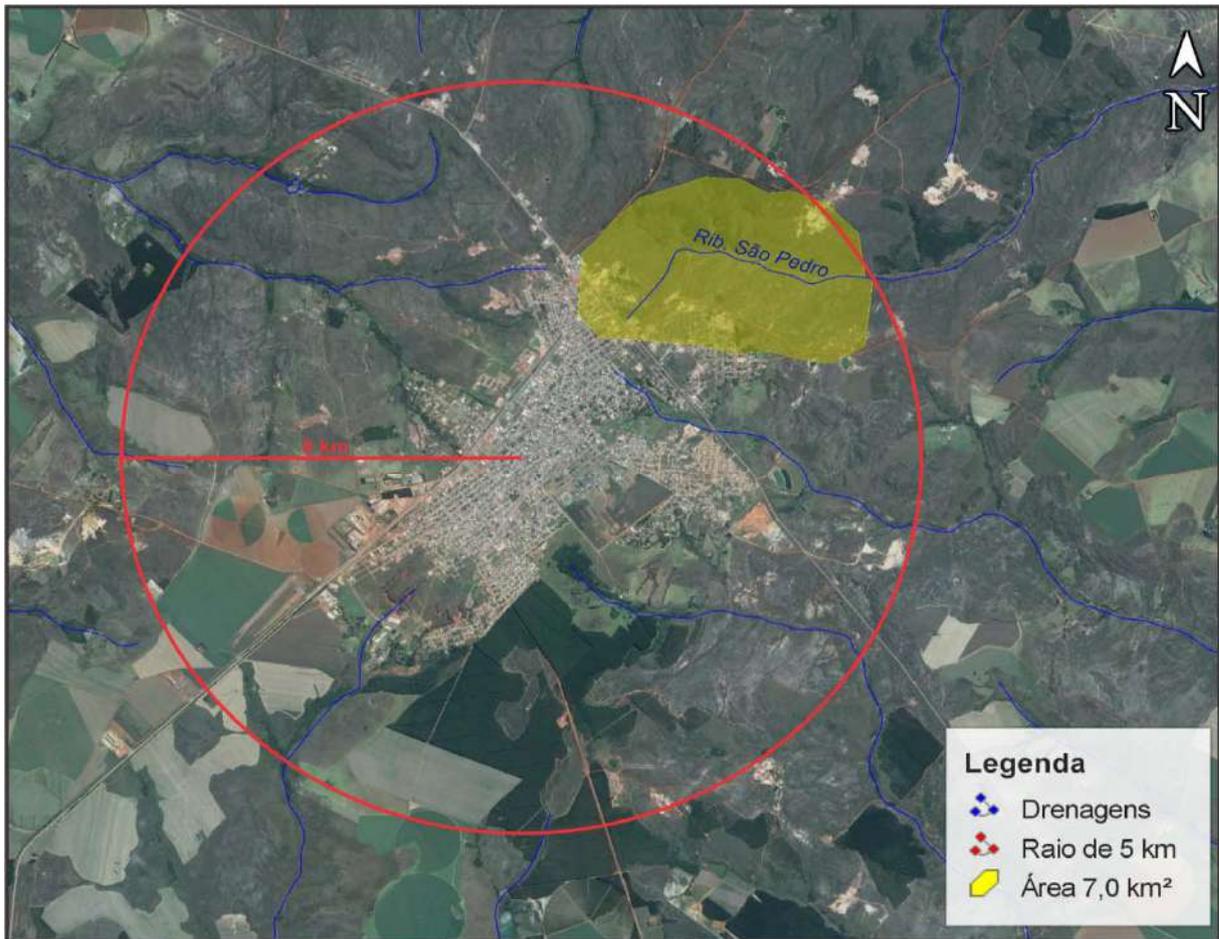


Figura 13 – Área de drenagem Ribeirão São Pedro: 7,0 km².

Cálculo da Vazão Estimada:

$$Q_{\text{Específica}} \times \text{Área de Interesse} = Q_{\text{Estimada}}$$

$$Q_{\text{Estimada}} = 4,63 \times 7,0$$

$$Q_{\text{Estimada}} = 32,41 \text{ L/s}$$

De acordo com a Resolução 09/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-GO), a vazão máxima outorgável em um manancial superficial deve equivaler a 50% da  $Q_{95}$  visto que essa vazão mínima, com alta probabilidade de ocorrência, fornece maior garantia aos pleitos outorgados e à manutenção do fluxo residual nos cursos d'água.

$$Q_{\text{outorgável}} \leq Q_{95} * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 32,41 * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 16,21 \text{ L/s}$$

Diante dos resultados encontrados, pode-se constatar que o manancial não possui vazão suficiente para atendimento da demanda populacional, podendo ser utilizado como manancial para complementação de vazão.

#### C.1.4.4 Ribeirão dos Topázios

O Ribeirão dos Topázios possui sua nascente na zona urbana de Cristalina e pertence a Bacia hidrográfica do Rio São Bartolomeu (Tabela 46), sendo deste um afluente direto.

Tabela 46 – Bacias Hidrográficas. Fonte: SIEG (2014).

Nível da Bacia	Descrição da Bacia	Classificação (OttoBacias)
Nível 1	Região Hidrográfica do Rio Paraná	8
Nível 2	Bacia Hidrográfica Rio Paraná	84
Nível 3	Região Hidrográfica Rio Paranaíba a montante da Foz Rio Grande	849
Nível 4	Bacia Hidrográfica Rio Corumbá	8496
Nível 5	Bacia Hidrográfica Rio S. Bartolomeu	84968

Para determinar se esse curso d'água tem condições de atender a demanda da população em um horizonte de 20 anos, foi efetuado o cálculo de disponibilidade hídrica do manancial, adotando como referência a vazão específica Q95% estatuída pelo Plano de

Recursos Hídricos – Paranaíba para a Unidade de Gestão Hídrica do Rio Corumbá, correspondente a 4,73 L/s/km<sup>2</sup>.

O cálculo da disponibilidade hídrica é realizado multiplicando a vazão específica da UGH Rio Corumbá (4,73 L/s/km<sup>2</sup>), pela área da bacia de interesse (18,75 km<sup>2</sup>), delimitada pelo Software Arcgis, em um ponto no Córrego Embira, distante cerca de 5 km do centro de Cristalina (Figura 14).

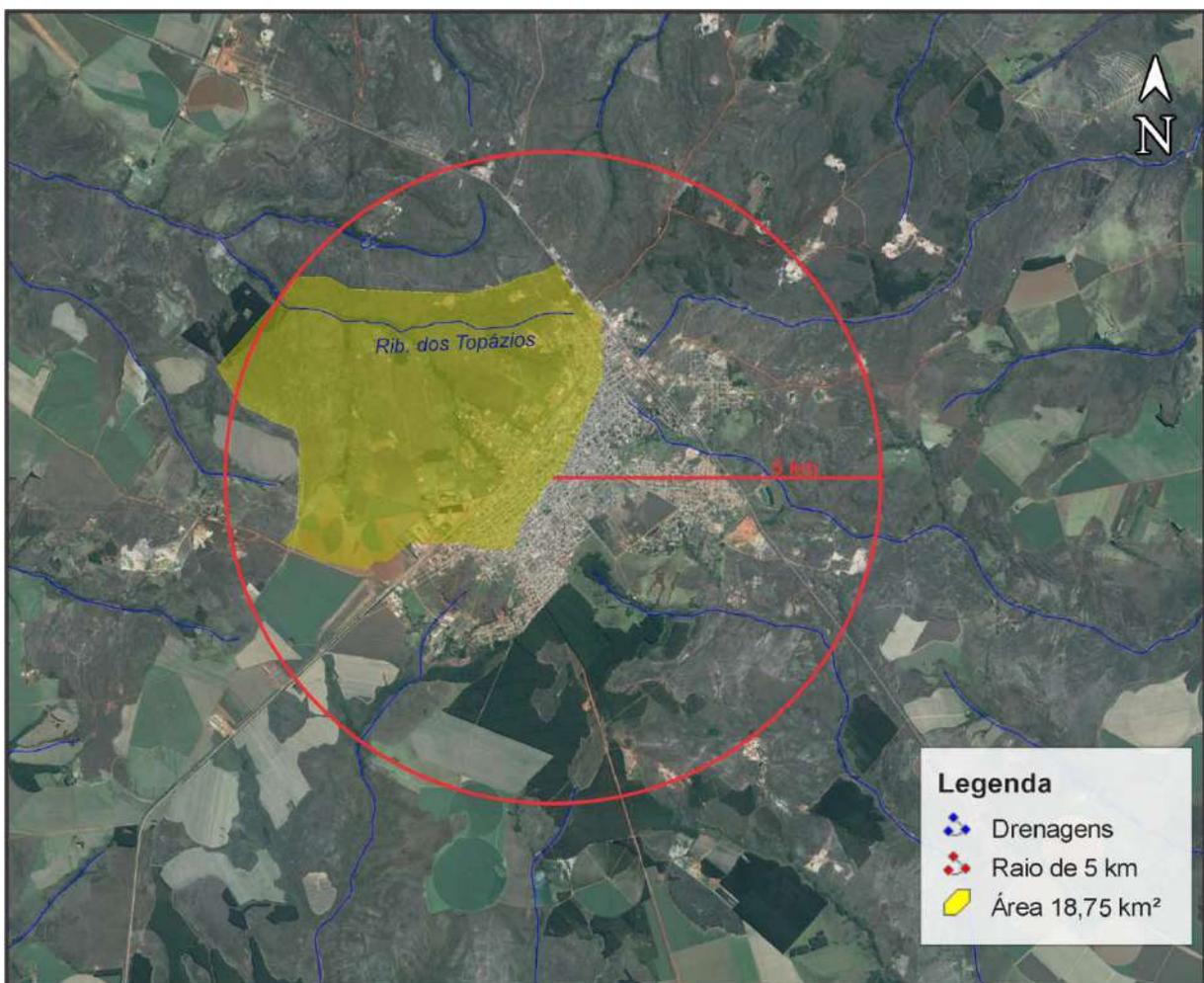


Figura 14 – Área de drenagem Ribeirão dos Topázios: 18,75 km<sup>2</sup>.

Cálculo da Vazão Estimada:

$$Q_{Especifica} \times \text{Área de Interesse} = Q_{Estimada}$$

$$Q_{Estimada} = 4,73 \times 18,75$$

$$Q_{Estimada} = 88,68 \text{ L/s}$$

De acordo com a Resolução 09/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-GO), a vazão máxima outorgável em um manancial superficial deve equivaler a 50% da  $Q_{95}$  visto que essa vazão mínima, com alta probabilidade de ocorrência, fornece maior garantia aos pleitos outorgados e à manutenção do fluxo residual nos cursos d'água.

$$Q_{outorgável} \leq Q_{95} * 0,50$$

$$Q_{outorgável} \leq 88,68 * 0,50$$

$$Q_{outorgável} \leq 44,34 \text{ L/s}$$

Diante dos resultados encontrados, pode-se constatar que o manancial não possui vazão suficiente para atendimento da demanda populacional, podendo ser utilizado como manancial para complementação de vazão.

#### C.1.4.5 Córrego Capão-do-Jaó

Afluente do Ribeirão dos Topázios, o Córrego Capão-do-Jaó possui uma extensão de aproximadamente 4.930 metros e também está inserido na Bacia hidrográfica do Rio São Bartolomeu, conforme apresenta Tabela 47.

Tabela 47 – Bacias Hidrográficas. Fonte: SIEG (2014).

Nível da Bacia	Descrição da Bacia	Classificação (OttoBacias)
Nível 1	Região Hidrográfica do Rio Paraná	8
Nível 2	Bacia Hidrográfica Rio Paraná	84
Nível 3	Região Hidrográfica Rio Paranaíba a montante da Foz Rio Grande	849
Nível 4	Bacia Hidrográfica Rio Corumbá	8496
Nível 5	Bacia Hidrográfica Rio S. Bartolomeu	84968

Para determinar se esse curso d'água tem condições de atender a demanda da população em um horizonte de 20 anos, foi efetuado o cálculo de disponibilidade hídrica do manancial, adotando como referência a vazão específica Q95% estatuída pelo Plano de Recursos Hídricos – Paranaíba para a Unidade de Gestão Hídrica do Rio Corumbá, correspondente a 4,73 L/s/km<sup>2</sup>.

O cálculo da disponibilidade hídrica é realizado multiplicando a vazão específica da UGH Rio Corumbá (4,73 L/s/km<sup>2</sup>), pela área da bacia de interesse (4,23 km<sup>2</sup>), delimitada pelo Software Arcgis, em um ponto no Córrego Embira, distante cerca de 5 km do centro de Cristalina (Figura 15).

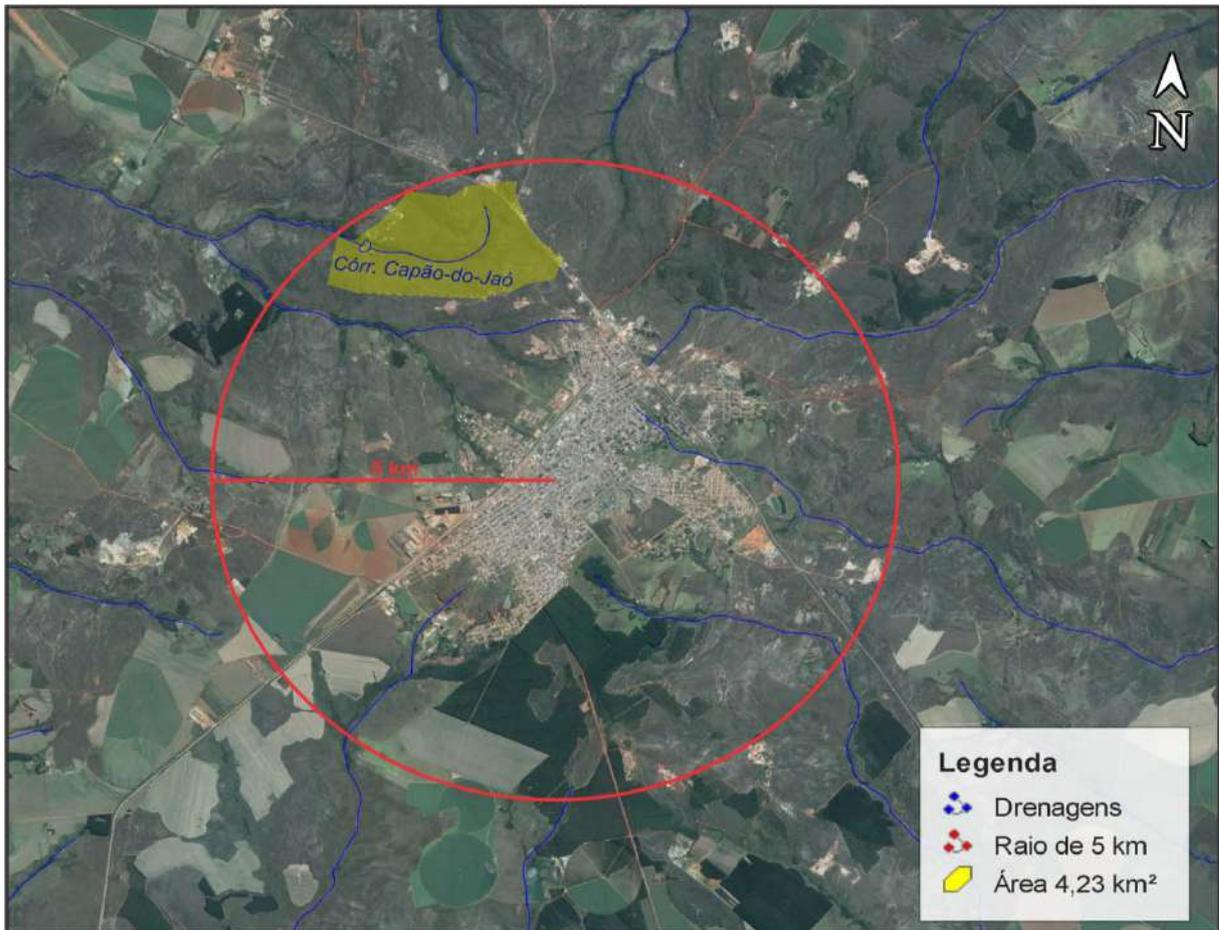


Figura 15 – Área de drenagem Córrego Capão-do-Jaó: 18,75 km².

Cálculo da Vazão Estimada:

$$Q_{Especifica} \times \text{Área de Interesse} = Q_{Estimada}$$

$$Q_{Estimada} = 4,73 \times 4,23$$

$$Q_{Estimada} = 20,01 \text{ L/s}$$

De acordo com a Resolução 09/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-GO), a vazão máxima outorgável em um manancial superficial deve equivaler a 50% da  $Q_{95}$  visto que essa vazão mínima, com alta probabilidade de ocorrência, fornece maior garantia aos pleitos outorgados e à manutenção do fluxo residual nos cursos d'água.

$$Q_{\text{outorgável}} \leq Q95 * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 20,01 * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 10,01 \text{ L/s}$$

Diante dos resultados encontrados, pode-se constatar que o manancial não possui vazão suficiente para atendimento da demanda populacional, podendo ser utilizado como manancial para complementação de vazão.

#### C.1.4.6 Manancial Subterrâneo

Manancial subterrâneo é a reserva de água que se encontra abaixo da superfície, podendo compreender lençóis freáticos e confinados, sendo sua captação feita, principalmente, através de poços profundos.

Estes poços captam água de lençóis situados entre duas camadas de rocha. São poços perfurados que exigem mão de obra e equipamentos especiais para sua construção, possuem alto custo de construção e normalmente também possuem grande capacidade de "produção" de água.

No Município de Cristalina a captação subterrânea é realizada através de 10 poços tubulares profundos, somando uma vazão captada de 21 m<sup>3</sup>/h, sendo que em 8 poços a água é bombeada para a ETA e nos 2 restantes há o bombeamento para dois reservatórios independentes que abastecem os bairros Cristal e JK.

Considerando o crescimento populacional e a disponibilidade hídrica superficial, a utilização de poços seria uma alternativa viável, de forma a complementar a captação superficial, visto que o Sistema Aquíferos no qual está inserido o município, Sistema Aquífero Paranoá – Subsistema R<sub>3</sub>/Q<sub>3</sub>, apresenta vazões médias em torno de 12 m<sup>3</sup>/h,

associada a uma incidência muito baixa de poços secos e grande ocorrência de poços com vazões maiores que 20 m<sup>3</sup>/h.

Contudo, é importante ressaltar também que a escolha do local para a perfuração de novos poços deve ser cautelosa pois em algumas regiões os poços estão próximos causando interferência entre si. Portanto, para que essa interferência não ocorra, deve ser realizado levantamento hidrogeológico dos parâmetros hidráulicos do aquífero, bem como o monitoramento contínuo do nível dinâmico e da vazão, associado à interpretação do balanço hídrico da região.

### **C.1.5 Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada**

#### **C.1.5.1 Poços Profundos**

São denominados profundos quando captam água de lençóis situados entre duas camadas impermeáveis. São poços perfurados que exigem mão-de-obra e equipamentos especiais para sua construção e geralmente só são empregados para abastecimento de cidades, devido ao seu alto custo de construção e sua grande capacidade de produção de água.

Estes poços são geralmente abertos por máquinas perfuratrizes, com diâmetro máximo de 60 cm, que podem alcançar até 2.600 m de profundidade, podendo ser totalmente ou parcialmente revestidos, dependendo das condições da geologia local.

A Figura 16 ilustra as partes integrantes de um poço profundo, ressaltando os aspectos construtivos do mesmo.

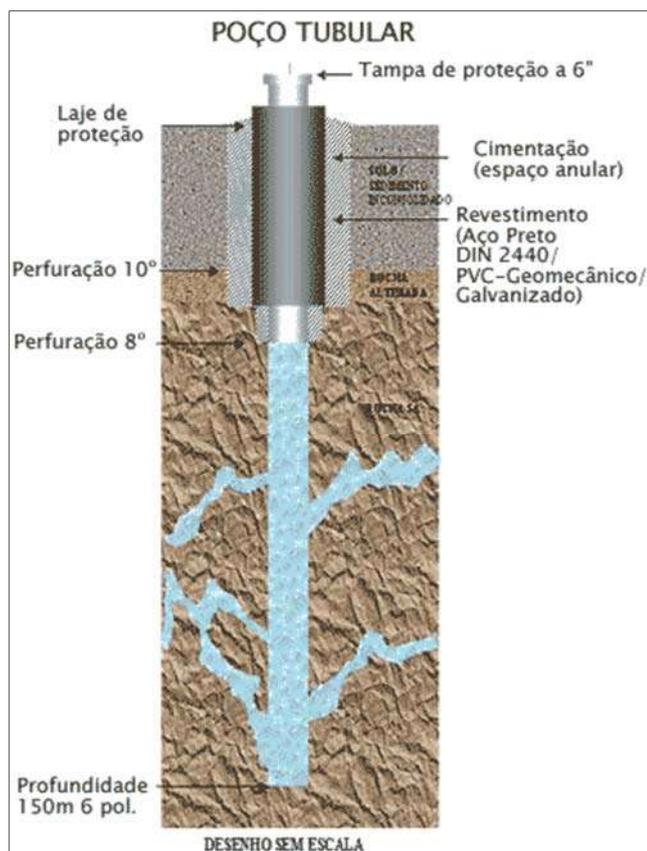


Figura 16 – Esquema construtivo poço profundo.

Os poços profundos normalmente apresentam boa qualidade para consumo humano, a não ser em locais onde haja excesso de minerais no solo, que é frequentemente observado em terrenos arenosos.

Embora existam gastos para as instalações de captação, elas estão sujeitas a menores chances de contaminação, principalmente as mais profundas, permitindo assim melhor controle sobre a área onde a água será retirada, diminuindo as chances de contaminação.

O principal problema observado nos poços profundos está relacionado ao baixo nível de água dos poços nos períodos de estiagem, sendo que apenas poços localizados sobre aquíferos com alto potencial fornecem vazões satisfatórias para atendimento de demandas maiores.

Outra deficiência deste sistema é a sua dependência quanto ao bom funcionamento das bombas, ou seja, no momento em que o fornecimento de energia na cidade é limitado ou mesmo interrompido, o sistema de abastecimento de água pode ser prejudicado, podendo faltar alimentação nos reservatórios sem prévio aviso ou mesmo previsão de retorno.

Na zona rural a captação é feita através de mini poços, que podem sofrer sérios riscos de contaminação dado a sua pequena profundidade, e em muitos casos são feitos próximos a sumidouros.

Além disso, a água captada não passa por qualquer processo de desinfecção, e mesmo que aparente boa qualidade, a água subterrânea deve passar pela desinfecção, principalmente através da adição de cloro.

O uso de mini poços deve ser mitigado para o bem da saúde da população e substituído por poços profundos, que estão sujeitos a menores índices de contaminação.

A perfuração de novos poços pode ser uma solução de curto a médio prazo principalmente para a zona rural, já que não necessita de projetos como uma captação superficial e nem demanda novos projetos no sistema de tratamento, visto que a qualidade das água subterrâneas é superior à superficial.

#### C.1.5.2 Captação Superficial

As águas superficiais são as águas de córregos, rios, lagos (açudes, barragens, etc.) e sua escolha como manancial de um sistema de abastecimento de água depende de alguns cuidados, visto que estão mais vulneráveis à contaminação do que as águas

oriundas de poços profundos e podem ser assoreadas caso não sejam “manejadas” adequadamente.

A captação superficial é um dos métodos mais utilizados para obtenção de água para os sistemas de abastecimento de uma cidade. As principais vantagens dessa solução de engenharia é a disponibilidade dos recursos hídricos, além da possibilidade de expansão da captação.

Os principais cuidados na captação superficial é que a mesma deve estar livre de focos de poluição (seguindo a correnteza ou os ventos, antes da entrada de esgotamentos, locais de lavagens, locais de dessedentação animal, etc.).

Na construção das instalações da tomada de água devem ser utilizados crivos, grades e caixa de areia para proteção das bombas contra pancadas e entradas de corpos flutuantes.

A localização da tomada, sempre que possível, deve ser junto às margens do manancial, facilitando assim a manutenção das estruturas. Quando, por ventura, forem alocadas de forma mais afastada das margens, podem ser construídas barragens de captação no curso d’água, para que o nível da água na tomada seja garantido.

O núcleo urbano possui como alternativas de manancial de abastecimento o Córrego Embira, o ribeirão das Lajes, ribeirão dos Topázios, córrego Capão-do-Jaó e o ribeirão São Pedro.

No entanto, para definir qual manancial melhor se enquadra à realidade do local e que poderá ser utilizado para um futuro projeto de captação, deve ser realizado um estudo de concepção apropriado, observando os fatores técnicos, econômicos, ambientais e sociais.

### C.1.5.3 Tipos de Tratamento

#### C.1.5.3.1 Filtração Direta

Segundo Di Bernardo (2003) a filtração direta pode ser ascendente ou descendente, ou de dupla filtração. Esta última consiste na filtração direta ascendente como pré-tratamento à filtração descendente.

Dependendo da qualidade da água bruta, essas alternativas podem apresentar funcionamento simplificado e custos de implantação relativamente baixos, tornando-as atraentes para a definição da tecnologia de tratamento.

Em Cristalina, o tipo de tratamento utilizado é Filtro Russo, que apresenta algumas vantagens quando comparado com estações de tratamento de água (ETAs) de ciclo completo, a maior delas o fato de dispensar as etapas de floculação e decantação, além de requerer menores áreas e custos de implantação, o que também reduz os custos com energia.

A água já filtrada segue para os reservatórios apoiados localizados na área da ETA, que funcionam como tanque de contato, onde são realizadas a cloração, adição de flúor e adição de cal para correção do pH.

#### C.1.5.3.2 Estação Compacta Pressurizada

Uma estação compacta é aplicada para o tratamento de águas superficiais com a finalidade de obter água tratada dentro dos padrões de potabilidade, para consumo potável ou processos industriais, atuando na remoção de cor, turbidez, matéria orgânica e partículas sólidas em suspensão mediante dosagem de produtos químicos, floculação, decantação ou flotação por ar dissolvido, filtração e desinfecção da água.

Os sistemas compactos são dimensionados utilizando um mínimo espaço possível e seu sistema modular facilita a ampliação, quando necessária, além de que seus projetos costumam ser desenvolvidos em função dos padrões exigidos pelo cliente. Esse sistema demanda de algumas substâncias para o tratamento da água, como o sulfato de alumínio, cloro, flúor, e cal hidratada ou carbonato de sódio.

#### C.1.5.3.3 Tratamento Convencional

O processo convencional de tratamento de água é dividido em fases. Em cada uma delas existe um rígido controle de dosagem de produtos químicos e acompanhamento dos padrões de qualidade (SABESP, 2014).

Pré cloração é a primeira fase, sendo que o cloro é adicionado assim que a água chega à estação, para facilitar a retirada de matéria orgânica e metais. Em seguida acontece a pré alcalinização, sendo que depois do cloro, a água recebe cal ou soda, que servem para ajustar o pH aos valores exigidos nas fases seguintes do tratamento.

Na coagulação é adicionado sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água. Assim, as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar.

Posteriormente faz-se a floculação, etapa em que há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas maiores, visando o aumento da massa dessas partículas. Após a formação dos flocos a água é enviada para a decantação para separar os flocos de sujeira formados na etapa anterior, que se sedimentam no fundo dos tanques.

Na filtração a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito, sendo eles responsáveis por reter a sujeira que restou da fase de decantação, garantindo a potabilidade.

A etapa de pós-alcalinização é realizada visando a correção final do pH da água, para evitar a corrosão ou incrustação das tubulações que irão aduzir e distribuir a água tratada.

As duas últimas etapas do tratamento convencional da água são a cloração e a fluoretação. Na cloração é realizada adição de cloro no líquido antes de sua saída da estação de tratamento para garantir que a água fique isenta de bactérias e vírus até a casa do consumidor. Já o flúor adicionado à água ajuda a prevenir cáries.

#### C.1.5.4 Alternativas de Tratamento para a Zona Rural

##### C.1.5.4.1 Bombas Dosadoras

Um método de tratamento de água de baixo custo, fácil acesso e alta eficiência, são as bombas dosadoras de produtos agressivos, podendo ser utilizadas para a dosagem de cloro e flúor.

A Bomba Dosadora tem a função de automatizar o tratamento químico da água com a dissolução controlada, no caso de cloro e flúor, facilitando a limpeza e a eficácia na homogeneização do produto em toda a água. O cloro e o flúor são adicionados, na dosagem correta, pela própria água que passa pelo interior do aparelho.

É um equipamento relativamente simples de utilizar e apresenta uma grande flexibilidade em sua aplicação. Sem dúvida, é um produto versátil com excelente custo-benefício. Além da economia substancial de produto, já que a dosagem é com exatidão.



Figura 17 – Bomba dosadora de líquidos agressivos.  
Fonte: Exatta (2016).



Figura 18 – Bombas dosadoras de cloro e flúor. Fonte:  
Limpex Tecnologia Ambiental (2016).

#### C.1.5.4.2 Aplicação de Hipoclorito

No caso de sistemas que forneçam água sem tratamento prévio, recomenda-se proceder ao tratamento da água com produtos à base de liberadores de cloro, de modo que sejam alcançados os níveis residuais de cloro exigidos pela portaria 518 do Ministério da Saúde.

Este tipo de procedimento deve ser utilizado em águas provenientes de poços, cacimbas, fontes, riachos, açudes, etc., cuja cloração será feita no local de armazenamento. A Tabela 48 especifica a dosagem e o tempo de contato segundo o volume de água para consumo de água a ser tratado no domicílio.

Tabela 48 – Dosagem de hipoclorito de sódio para desinfecção da água.

Volume de água	Hipoclorito de sódio a 2,5%		Tempo de contato
	Dosagem	Medida Prática	
1.000 litros	100 ml	2 copinhos descartáveis de café	30 minutos
200 litros	15 ml	1 colher de sopa	
20 litros	2 ml	1 colher de chá	
1 litro	0,08 ml	2 gotas	

Fonte: Adaptado de Manual de instruções de uso das melhorias sanitárias domiciliares (2014) e do Manual Integrado de Prevenção e Controle da Cólera (1994).

Em caso de água turva, antes da cloração, recomenda-se mantê-la em repouso para decantação das partículas em suspensão, que irão se depositar no fundo do recipiente. Após tal processo, deve ser separado o volume superior do líquido, mais claro, em outro recipiente, devendo ser, então, filtrado.

Outros produtos a base de cloro autorizados para o tratamento da água e registrados no Ministério da Saúde poderão ser utilizados, devendo-se observar atentamente as orientações contidas no rótulo do produto (Manual Integrado da Vigilância Epidemiológica da Cólera).

#### **C.1.6 Eventos de Emergência e Contingência**

Os eventos de emergência que podem gerar problemas de abastecimento de água para a população de Cristalina podem ser localizados ou generalizados. Em ambos os casos devem ser tomadas medidas que visem tanto a segurança do abastecimento, quanto o atendimento das demandas básicas da população, a fim de garantir cota mínima de água potável para abastecimento da sede.

Os principais problemas relativos à distribuição e consumo de água podem acontecer em qualquer uma das etapas do processo, sejam elas a captação, adução, bombeamento, reservação, tratamento ou distribuição.

As medidas a serem adotadas compreendem ações que visam garantir o retorno do abastecimento à população e fornecimento de água potável até o reestabelecimento do sistema de abastecimento de água.

#### C.1.6.1 Interrupção Generalizada do Fornecimento de Água

Existem alguns eventos que podem causar a interrupção generalizada do fornecimento de água no núcleo urbano. Com base nas características do sistema atual, assim como as características físico-ambientais em que o sistema está inserido, foram levantadas algumas hipóteses.

A seguir são apontados os possíveis eventos que podem causar a interrupção generalizada ou parcial do fornecimento de água.

##### C.1.6.1.1 Movimentação de solo (natural ou artificial)

As movimentações de solo podem ocorrer naturalmente, quando há uma acomodação do solo, ou de forma artificial, quando há obras nas proximidades, principalmente das adutoras. Essas movimentações podem causar o rompimento de adutoras, danos aos reservatórios existentes, bem como aos poços, causando até mesmo a obstrução dos mesmos.

Por esse motivo é preciso evitar obras que causem este tipo de impacto nas proximidades das adutoras. Quanto às movimentações naturais, deve-se salientar a sua prevenção através da cobertura vegetal do solo, dificultando a movimentação dos agregados do solo.

Caso tal evento ocorra, deve-se informar a SANEAGO, no caso da cidade de Cristalina ou a Prefeitura no caso do Povoado de São Bartolomeu para que o departamento tome as medidas cabíveis, tais como a interrupção temporária do abastecimento de água até o reparo dos dispositivos.

#### C.1.6.1.2 Queda no fornecimento de energia elétrica

A interrupção do fornecimento de energia elétrica pode ser provocada por diversos fatores que não estão no controle da concessionária do serviço, tais como interrupção programada, interrupção acidental na rede ou defeitos nas instalações elétricas.

Um exemplo de dano que causaria interrupção prolongada do fornecimento de energia seria a queda de uma das torres ou rompimento dos cabos da linha de transmissão que alimenta o município. A falta de energia afetaria principalmente o funcionamento das bombas utilizadas nos poços, na captação superficial e estações elevatórias.

Mesmo contando com reservação, o sistema de abastecimento de água de Cristalina não consegue suprir as necessidades da população por longo período de tempo, portanto, a suspensão do fornecimento de energia por um período acentuado irá comprometer o abastecimento do sistema.

Caso este fato ocorra é necessário a existência de um gerador reserva que consiga manter o sistema de abastecimento de água ativo durante o período de queda ou falha no fornecimento de energia elétrica, de forma que consiga fornecer, no mínimo, a quantidade de água exigida para as necessidades básicas da população.

#### C.1.6.1.3 Danos às estruturas e equipamentos

O sistema de captação, as estações elevatórias e tratamento da água podem sofrer danos ocasionados pelo tempo de uso, causados principalmente pelo desgaste dos equipamentos e pela falta de manutenção adequada.

Alguns reservatórios estão em estado regular de conservação, apresentando ferrugem devido à falta de pinturas e manutenções adequadas, o que pode danificar a estrutura. Em casos mais extremos a ferrugem pode até romper uma ligação.

Esses danos podem ser minimizados desde que haja um programa de conservação adequado. No diagnóstico realizado foi possível observar a inexistência de programas de manutenção e conservação periódico das estruturas, sendo que as manutenções realizadas têm caráter corretivo e não preventivo.

Em vista disso, devem ser tomadas medidas preventivas para o sistema, tais como a pintura dos encanamentos e equipamentos, aliada à manutenção periódica do sistema. Porém, caso tais medidas não sejam executadas e o sistema apresente danos, deve-se efetuar os devidos reparos, o mais rápido possível, de forma que não prejudique o abastecimento de água da zona urbana.

#### C.1.6.1.4 Rompimento de redes e linhas de adutoras de água

O rompimento de linhas adutoras que aduzem água bruta oriunda das captações para o sistema de tratamento, pode levar à falta de água generalizada na zona urbana e ainda causar danos às estruturas físicas da cidade. Caso ocorram tais rompimentos é necessário adotar medidas emergenciais para a manutenção ou troca das redes/linhas.

Há diversos fatores que propulsionam o rompimento das ligações, entre eles o erro de cálculo nos projetos, a pressão acima da média que a água passa pela tubulação, o tipo de material utilizado na construção do dispositivo, e o tráfego de veículos pesados sobre as adutoras.

Caso a ligação de distribuição de água rompa em algum ponto, deve-se primeiramente isolar a área e informar a SANEAGO no caso da cidade de Cristalina ou a Prefeitura no caso do Povoado de São Bartolomeu para, para que tome as providencias necessárias.

#### C.1.6.1.5 Vandalismo

Ações de vandalismo podem ocorrer em diversos locais e são imprevisíveis, podendo causar sérios danos às estruturas do sistema.

Algumas medidas podem ser adotadas a fim de dificultar o acesso de vândalos às instalações do sistema de abastecimento, como a implantação de cercas, uso de trancas e cadeados, sistemas de iluminação e vigilância eletrônica, e em alguns casos o uso de vigilantes, principalmente no período noturno.

Caso tais medidas sejam ineficientes e os vândalos causem algum tipo de dano às estruturas, deve-se comunicar à polícia, que tomará as devidas providências.

#### **C.1.7 Projeção da Demanda Anual de Água para a Área de Planejamento ao Longo dos 20 anos – Distrito Campos Lindos**

A Tabela 49 mostra a evolução populacional entre os anos de 2000 e 2010, e suas respectivas taxas de crescimento nas zonas urbana e rural do distrito de Campos Lindos.

Tabela 49 – Populações e crescimento populacional de Campos Lindos. Fonte: IBGE (2016).

Ano	População (habitantes) Sede			Taxa de Crescimento Anual (%)		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
2000	3.905	2.467	1.438	-	-	-
2010	8.232	6.290	1.942	7,74	9,81	3,05

Nota-se que houve um crescimento da população, tanto rural quanto urbana, entre os anos 2000 e 2010, apresentando uma taxa de 9,81% e 3,05% a.a, respectivamente.

A Figura 19 ilustra a dinâmica populacional do distrito de Campos Lindos, nas zonas urbana, rural e no distrito como um todo.

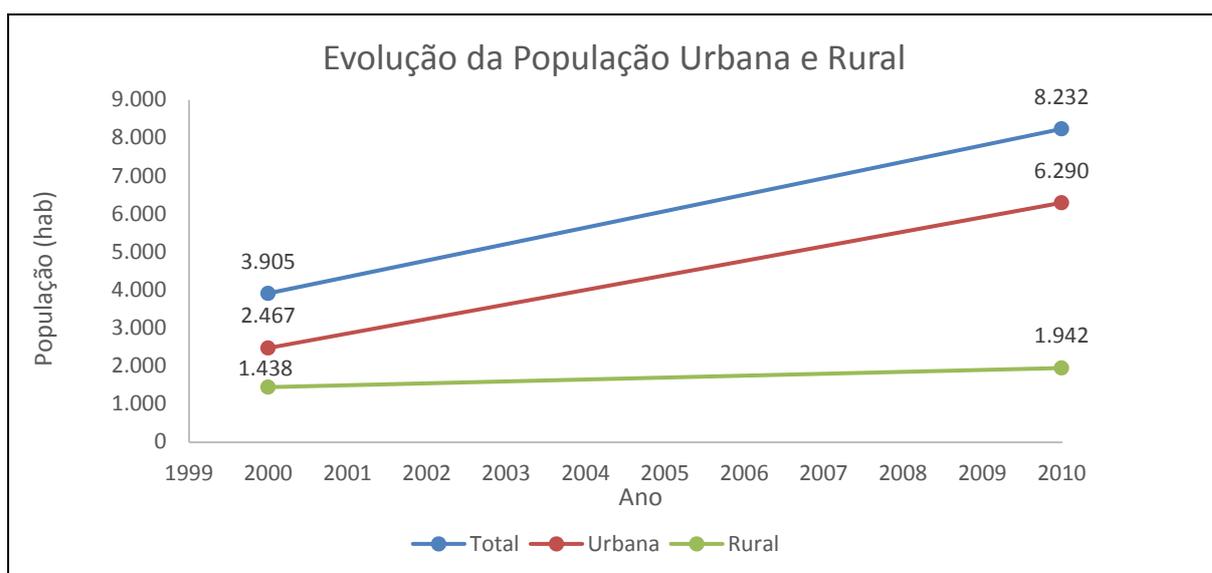


Figura 19 – Gráfico da evolução populacional (Campos Lindos).

A economia de Campos Lindos é apoiada na agropecuária e como não há qualquer planejamento ou impacto no âmbito econômico a curto e médio prazo na região, foram utilizados métodos convencionais para a estimativa de incremento populacional.

Os métodos adotados para a estimativa do incremento populacional do distrito de Campos Lindos foram, aritmético, geométrico e AiBi Brasil.

### C.1.7.1 Método Aritmético

Esse método parte do princípio de que o crescimento populacional ocorre através de uma taxa constante, referente à população na data inicial do período de previsão e sem acúmulo periódico, evoluindo em progressão aritmética. O método é mais utilizado para estimativas de menor prazo.

A razão de crescimento é determinada de acordo com os dados dos censos dos anos anteriores, subtraindo a população de um ano pelo outro e dividindo essa diferença pelo intervalo de tempo que está compreendido entre esses anos. Este método admite que a população varie linearmente no intervalo de tempo que compreende o horizonte de projeto.

Na projeção aritmética são utilizadas as seguintes expressões para o cálculo da população:

$$\text{Fórmula da Projeção}$$
$$Pt = P0 + (t - t0) * k$$

$$\text{Taxa de Crescimento}$$
$$ka = \frac{P1 - P0}{t1 - t0}$$

Onde:

<b>Pt</b>	<i>População final para o ano escolhido;</i>
<b>P0</b>	<i>População tomada como referência;</i>
<b>t0</b>	<i>Ano tomado como referência;</i>
<b>ka</b>	<i>Razão de incremento anual;</i>
<b>t</b>	<i>Ano em que se deseja ter a população;</i>

A Tabela 50 mostra a taxa de projeção aritmética de Campos Lindos.

Tabela 50 - Taxa de Projeção Aritmética.

Ano	População		Taxa de Crescimento	
	(hab.)		Anual - K - (hab/ano)	
	Total	Urbana - Sede	Total	Urbana
2.000	3.905	2.467	-	-
2.010	8.232	6.290	432,70	382,30

Realizando os cálculos acima descritos e considerando como razão de incremento anual os valores mostrados na Tabela 50, obtemos a projeção da população através do método aritmético, apresentada na

Tabela 51.

Tabela 51 - Projeção da população.

Ano	População Projetada (hab.)
2000	2.467
2010	6.290
2011	6.672
2012	7.055
2013	7.437
2014	7.819
2015	8.202
2016	8.584
2017	8.966
2018	9.348
2019	9.731
2020	10.113
2021	10.495
2022	10.878
2023	11.260
2024	11.642
2025	12.025
2026	12.407
2027	12.789

Ano	População Projetada (hab.)
2028	13.171
2029	13.554
2030	13.936
2031	14.318
2032	14.701
2033	15.083
2034	15.465
2035	15.848
2036	16.230
2037	16.612
2038	16.994

A Figura 20 apresenta a curva de incremento populacional pelo método aritmético, quando plotado os resultados em um gráfico.

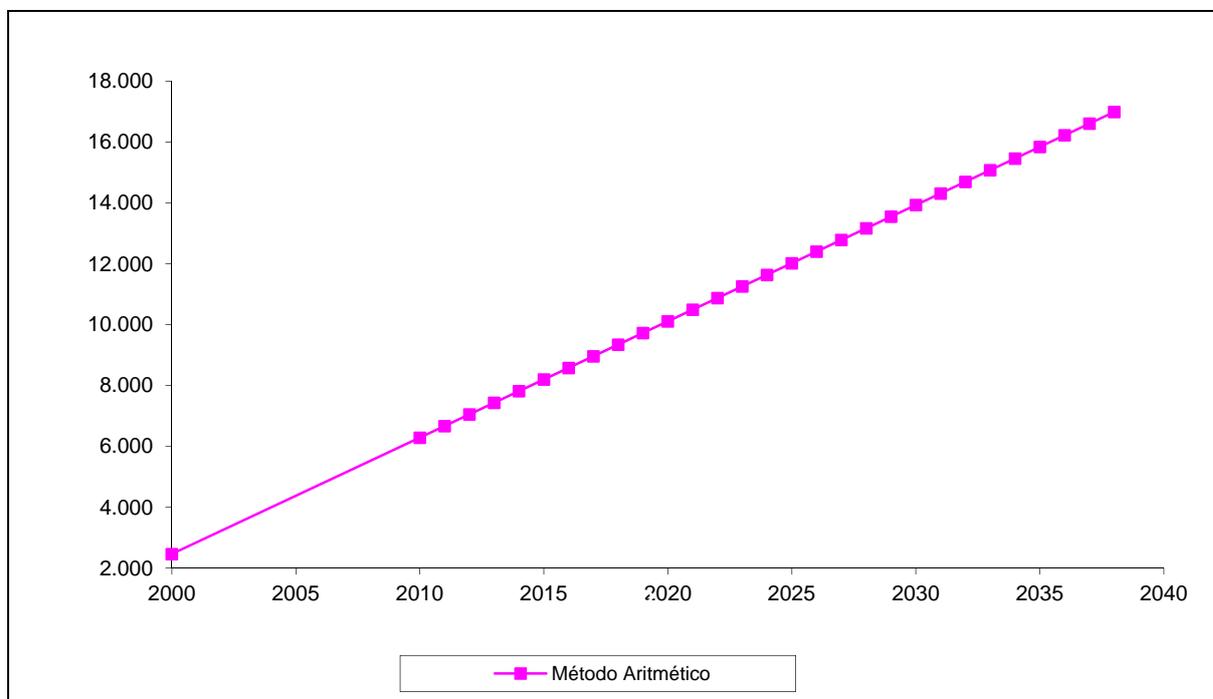


Figura 20 - Gráfico da projeção populacional.

### C.1.7.2 Método Geométrico

O método geométrico considera para iguais períodos de tempo um mesmo crescimento populacional. Esse método considera o tempo como um exponencial para o incremento anual sobre a taxa e é utilizado para projeções a curto e médio prazo por não divergir tanto da realidade futura prevista para o local.

A taxa de crescimento de uma população é a variação do número de indivíduos num determinado espaço de tempo. Para cálculo da projeção geométrica foram utilizadas as fórmulas:

*Fórmula da projeção*

$$P_n = rg^{(n-o)} * P_o$$

*Tg = Taxa de crescimento geométrico no intervalo (t-t<sub>0</sub>)*

$$rg = \left(\frac{P_n}{P_o}\right)^{\left(\frac{1}{n-o}\right)}$$

$$Tg(\%) = (rg - 1) \times 100$$

Onde:

**P<sub>n</sub>** *Projeção Populacional para o ano em que se deseja*

**rg** *Razão de crescimento populacional*

**N** *Ano em que se deseja obter a projeção populacional*

**O** *Ano que foi tomado como referência para o cálculo da Projeção*

**P<sub>o</sub>** *População do ano que foi tomada como referência para cálculo da Projeção*

**Tg** *Taxa de crescimento populacional em porcentagem*

Realizando os cálculos descritos acima, considerando como razão de incremento anual os valores mostrados na Tabela 52, é possível constatar que há um aumento nas taxas de crescimento da população.

Tabela 52 - Método Geométrico.

Ano	População		Taxa de Crescimento	
	(hab.)		Anual - K - (hab/ano)	
	Total	Urbana - Sede	Total	Urbana
2.000	3.905	2.467	-	-
2.010	8.232	6.290	0,0746	0,093596

Quando aplicada a taxa de crescimento encontrada, obtemos os resultados apresentados na Tabela 53.

Tabela 53 - Projeção da população

Ano	População Projetada (hab.)
2000	2.467
2010	6.290
2011	6.907
2012	7.585
2013	8.329
2014	9.146
2015	10.044
2016	11.029
2017	12.111
2018	13.300
2019	14.604
2020	16.037
2021	17.611
2022	19.339
2023	21.236
2024	23.320
2025	25.608
2026	28.120
2027	30.879
2028	33.909
2029	37.236
2030	40.890
2031	44.902
2032	49.307

Ano	População Projetada (hab.)
2033	54.145
2034	59.457
2035	65.291
2036	71.697
2037	78.732
2038	86.457

A figura a seguir apresenta a projeção populacional pelo método geométrico, quando plotado em gráfico.

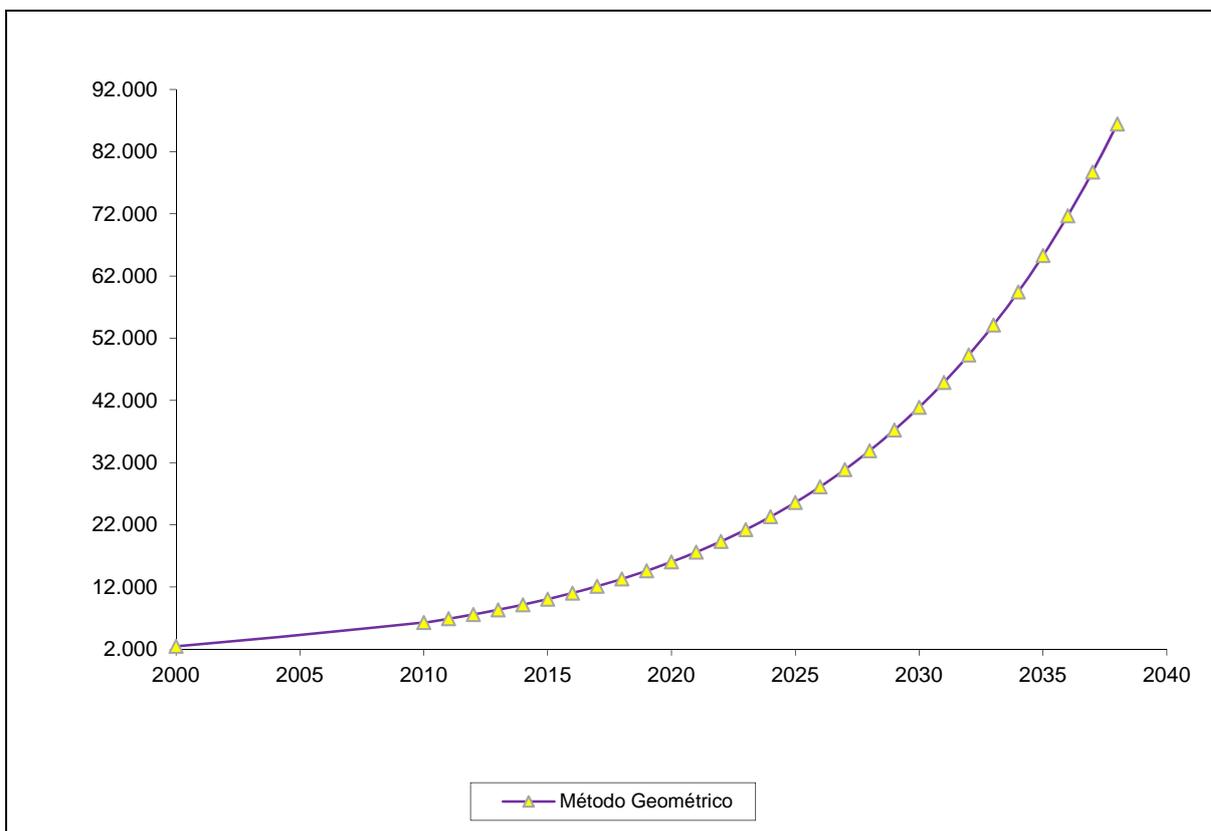


Figura 21 - Gráfico da projeção populacional.

### C.1.7.3 Método AiBi Brasil

Este método de tendência de crescimento demográfico tem como princípio fundamental a subdivisão de uma área maior, cuja estimativa já se conhece, em “n” áreas menores, de tal forma que seja assegurada ao final das estimativas das áreas menores a reprodução da estimativa, previamente conhecida, da área maior através da soma das estimativas das áreas menores (MADEIRA & SIMÕES, 1972).

Considere-se, então, uma área maior cuja população estimada em um momento  $t$  é  $P(t)$ . Subdivida esta área maior em  $n$  áreas menores, cuja população de uma determinada área  $i$ , na época  $t$ , é:

$$P_i(t); i=1,2,3,\dots,n$$

Desta forma, tem-se que:

$$P(t) = \sum_{i=1}^n P_i(t)$$

Decomponha, por hipótese, a população desta área  $i$ , em dois termos:  $a_i P(t)$ , que depende do crescimento da população da área maior, e  $b_i$ . O coeficiente  $a_i$  é denominado coeficiente de proporcionalidade do incremento da população da área menor  $i$  em relação ao incremento da população da área maior, e  $b_i$  é denominado coeficiente linear de correção.

Como consequência, tem-se que:

$$P_i(t) = a_i P(t) + b_i$$

Para a determinação destes coeficientes, utiliza-se o período delimitado por dois censos demográficos. Sejam  $t_0$  e  $t_1$ , respectivamente, as datas dos dois censos. Ao substituir-se  $t_0$  e  $t_1$  na equação acima, tem-se que:

$$P_i(t_0) = a_i P(t_0) + b_i$$

$$P_i(t_1) = a_i P(t_1) + b_i$$

Através da resolução do sistema acima, tem-se que:

$$a_i = \frac{P_i(t_i) - P_i(t_o)}{P(t_1) - P(t_o)}$$

$$b_i = P_i(t_o) - a_i P(t_o)$$

- Época  $t_0$  - data do primeiro censo demográfico, por exemplo: 1º de agosto de 2000;
- Época  $t_1$  - data do segundo censo demográfico, por exemplo: 1º de abril de 2007 e
- Época  $t$  - 1º de julho do ano  $t$  (ano para o qual a população será estimada).

A Tabela 54 apresenta as populações projetadas com esse método, sendo inseridas também as populações observadas em 2000 e 2010 (censo IBGE).

Tabela 54 - Projeção Populacional.

Ano	Pop. Proj. (hab.)
2000	2.467
2010	6.290
2011	6.582
2012	6.860
2013	7.124
2014	7.376
2015	7.617
2016	7.850
2017	8.075
2018	8.292
2019	8.503
2020	8.707
2021	8.905
2022	9.096
2023	9.281
2024	9.458
2025	9.627
2026	9.786
2027	9.936
2028	10.075

Ano	Pop. Proj. (hab.)
2029	10.203
2030	10.319
2031	10.423
2032	10.513
2033	10.591
2034	10.656
2035	10.708
2036	10.747
2037	10.774
2038	10.789

A Figura 22 mostra o gráfico com a projeção do crescimento, utilizando o método da taxa AiBi – BR.

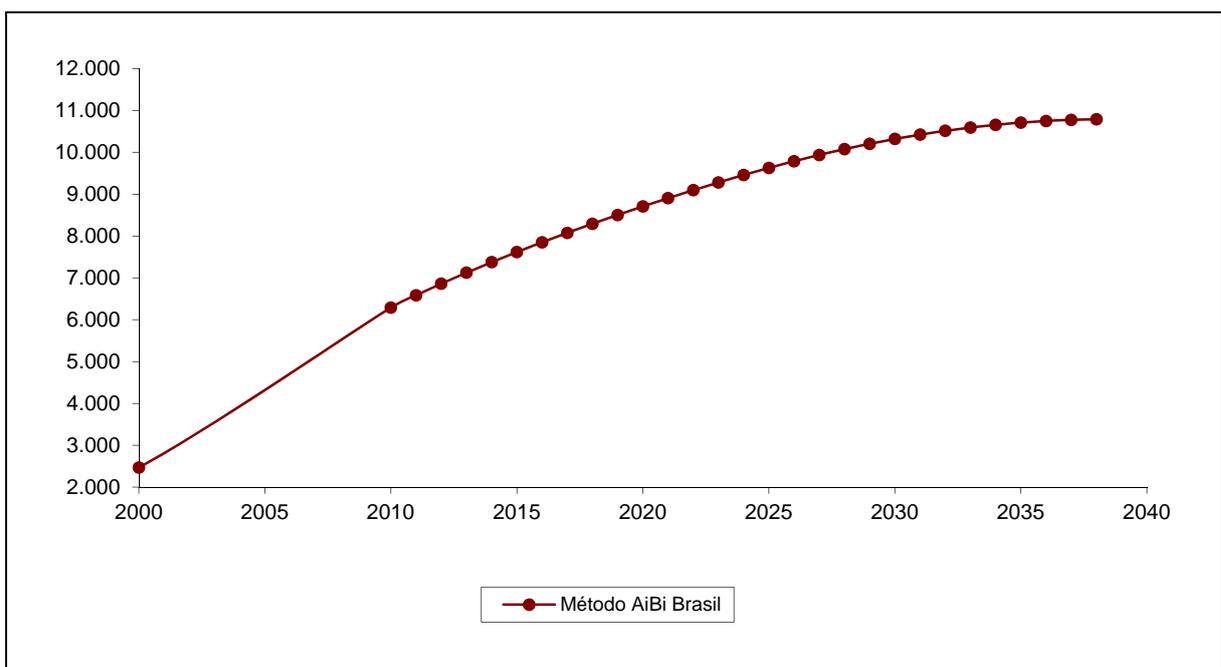


Figura 22 - Gráfico da projeção populacional.

### C.1.8 Escolha do Método a ser Utilizado e Conclusão

Para fins de análise das metodologias utilizadas foi elaborada a Tabela 55 com todas as projeções, partindo da população de 2.467 habitantes em 2000 (IBGE), para a população urbana do Distrito de Campos Lindos.

Tabela 55 - População por método (hab.)

Ano	Aritmético	Geométrico	AiBi Brasil
2000	2.467	2.467	2.467
2010	6.290	6.290	6.290
2011	6.672	6.907	6.582
2012	7.055	7.585	6.860
2013	7.437	8.329	7.124
2014	7.819	9.146	7.376
2015	8.202	10.044	7.617
2016	8.584	11.029	7.850
2017	8.966	12.111	8.075
2018	9.348	13.300	8.292
2019	9.731	14.604	8.503
2020	10.113	16.037	8.707
2021	10.495	17.611	8.905
2022	10.878	19.339	9.096
2023	11.260	21.236	9.281
2024	11.642	23.320	9.458
2025	12.025	25.608	9.627
2026	12.407	28.120	9.786
2027	12.789	30.879	9.936
2028	13.171	33.909	10.075
2029	13.554	37.236	10.203
2030	13.936	40.890	10.319
2031	14.318	44.902	10.423
2032	14.701	49.307	10.513
2033	15.083	54.145	10.591
2034	15.465	59.457	10.656
2035	15.848	65.291	10.708
2036	16.230	71.697	10.747
2037	16.612	78.732	10.774
2038	16.994	86.457	10.789

Conforme exposto neste estudo, os modelos matemáticos de projeção populacional têm especificidades, oscilando em suas previsões e na taxa de crescimento calculada anualmente em cada um dos métodos.

Todos os métodos apresentaram taxas de crescimento. A população em 2038 para os três métodos teve certa variação, sendo que a maior diferença ocorreu em relação ao Geométrico com os outros métodos.

O método AiBi BR foi descartado por apresentar um comportamento de crescimento anual muito abaixo do comportamento já apresentado pela cidade de Cristalina e pelo Distrito de Campos Lindos, no período de 2000-2010, com população final de plano de 10.789 habitantes e taxa de crescimento anual de 1,32%.

O método geométrico, com taxa de crescimento de 9,81% a.a, estima um incremento populacional de 80.167 pessoas, com uma população final de plano de 86.457 habitantes. Apesar da taxa ser a mesma apresentada no distrito no período de 2000-2010, optou-se por descartar esse método, pois não há uma perspectiva de crescimento tão elevada, se levarmos em conta a falta de investimentos e infraestrutura do distrito, que tem como principal fonte de renda a agropecuária.

Com base nos dados apresentados, o método escolhido foi o Aritmético, com população final de plano de 16.994 habitantes e taxa de crescimento anual de 3,03%.

Outro fator levado em consideração na escolha do método foi a taxa de crescimento da microrregião do Entorno de Brasília que apresentou um crescimento de 7,7% a.a no período de 1991-2000 e uma desaceleração na década seguinte, com taxa de 2,6% a.a no período de 2000-2010.

Estimada a população ao longo do horizonte de projeto para o Distrito de Campos Lindos, agora é preciso determinar os valores de consumo per capita, os coeficientes de

variação horária (k2) e diária (k1). Os coeficientes serão adotados, conforme recomendações da literatura,  $k_1=1,20$  e  $K_2=1,5$ .

A definição da cota per capita de água, nos casos em que não se dispõe de informações, segundo diretrizes da SANEAGO, deve-se basear em indicações bibliográficas, em dados de outras localidades com características semelhantes, neste caso a cota per capita utilizada será a mesma calculada para o distrito sede de Cristalina, 122,7 L/hab./dia.

Tabela 56 - Projeção da demanda.

Ano	População	Per capita (l/hab*dia)	Vazões (l/s)		
			Média	Máxima Diária	Máx. Horária
2016	8.584	122,70	12,19	14,63	21,94
2017	8.966	122,70	12,73	15,28	22,91
2018	9.348	122,70	13,28	15,94	23,9
2019	9.731	122,70	13,82	16,58	24,88
2020	10.113	122,70	14,36	17,23	25,85
2021	10.495	122,70	14,90	17,88	26,82
2022	10.878	122,70	15,45	18,54	27,81
2023	11.260	122,70	15,99	19,19	28,78
2024	11.642	122,70	16,53	19,84	29,75
2025	12.025	122,70	17,08	20,50	30,74
2026	12.407	122,70	17,62	21,14	31,72
2027	12.789	122,70	18,16	21,79	32,69
2028	13.171	122,70	18,71	22,45	33,68
2029	13.554	122,70	19,25	23,10	34,65
2030	13.936	122,70	19,79	23,75	35,62
2031	14.318	122,70	20,33	24,40	36,59
2032	14.701	122,70	20,88	25,06	37,58
2033	15.083	122,70	21,42	25,70	38,56
2034	15.465	122,70	21,96	26,35	39,53
2035	15.848	122,70	22,51	27,01	40,52

Ano	População	Per capita (l/hab*dia)	Vazões (l/s)		
			Média	Máxima Diária	Máx. Horária
2036	16.230	122,70	23,05	27,66	41,49
2037	16.612	122,70	23,59	28,31	42,46
2038	16.994	122,70	24,13	28,96	43,43

### C.1.9 Principais Mananciais Passíveis de Utilização para o Abastecimento de Água na Área de Planejamento (Distrito de Campos Lindos)

#### C.1.9.1 Córrego Vereda Comprida

O Córrego Vereda Comprida tem sua nascente na zona urbana de Campos Lindos e de acordo com a metodologia Otto Pfastetter está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos, como indicado na Tabela 57.

Tabela 57 - Bacias Hidrográficas. Fonte: SIEG (2014).

Nível da Bacia	Descrição da Bacia	Classificação (OttoBacias)
Nível 1	Região Hidrográfica do Rio Paraná	8
Nível 2	Bacia Hidrográfica Rio Paraná	84
Nível 3	Região Hidrográfica Rio Paranaíba a montante da Foz Rio Grande	849
Nível 4	Região Hidrográfica Rio Paranaíba a montante da Foz Rio Araguari	8499
Nível 5	Bacia Hidrográfica Rio S. Marcos	84996

Para determinar se esse curso d'água tem condições de atender a demanda da população em um horizonte de 20 anos, foi efetuado o cálculo de disponibilidade hídrica do manancial, adotando como referência a vazão específica Q95% estatuída pelo Plano de Recursos Hídricos – Paranaíba para a Unidade de Gestão Hídrica do Rio São Marcos, correspondente a 4,63 L/s/km<sup>2</sup>.

O cálculo da disponibilidade hídrica é realizado multiplicando a vazão específica da UGH São Marcos (4,63 L/s/km<sup>2</sup>), pela área da bacia de interesse (34,24 km<sup>2</sup>), delimitada pelo Software Arcgis, a partir de um ponto no Córrego Vereda Comprida, distante cerca de 5 km do perímetro urbano de Campos Lindos (Figura 23).



Figura 23 – Área de drenagem Córrego Vereda Comprida: 34,24 km<sup>2</sup>.

Cálculo da Vazão Estimada:

$$Q_{Especifica} \times \text{Área de Interesse} = Q_{Estimada}$$

$$Q_{Estimada} = 4,63 \times 34,24$$

$$Q_{Estimada} = 158,53 \text{ L/s}$$

De acordo com a Resolução 09/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-GO), a vazão máxima outorgável em um manancial superficial deve equivaler a 50% da  $Q_{95}$  visto que essa vazão mínima, com alta probabilidade de ocorrência, fornece maior garantia aos pleitos outorgados e à manutenção do fluxo residual nos cursos d'água.

$$Q_{\text{outorgável}} \leq Q_{95} * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 158,53 * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 79,26 \text{ L/s}$$

Diante dos resultados encontrados, pode-se constatar que o manancial apresenta vazão suficiente para atendimento da demanda populacional do distrito de Campos Lindos.

#### C.1.9.2 Córrego do Rato

O Córrego do Rato tem sua nascente ao norte da área urbana de Campos Lindos, possui extensão de aproximadamente 10 km e de acordo com a metodologia Otto Pfastetter também está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos.

Para determinar se esse curso d'água tem condições de atender a demanda da população em um horizonte de 20 anos, foi efetuado o cálculo de disponibilidade hídrica do manancial, adotando como referência a vazão específica  $Q_{95\%}$  estatuída pelo Plano de Recursos Hídricos – Paranaíba para a Unidade de Gestão Hídrica do Rio São Marcos, correspondente a 4,63 L/s/km<sup>2</sup>.

O cálculo da disponibilidade hídrica é realizado multiplicando a vazão específica da UGH São Marcos (4,63 L/s/km<sup>2</sup>), pela área da bacia de interesse (34,51 km<sup>2</sup>), delimitada

pelo Software Arcgis, a partir de um ponto no Córrego do Rato, distante cerca de 5 km do perímetro urbano de Campos Lindos (Figura 24).



Cálculo da Vazão Estimada:

$$Q_{Especifica} \times \text{Área de Interesse} = Q_{Estimada}$$

$$Q_{Estimada} = 4,63 \times 34,51$$

$$Q_{Estimada} = 159,78 \text{ L/s}$$

De acordo com a Resolução 09/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-GO), a vazão máxima outorgável em um manancial superficial deve equivaler a 50%

da  $Q_{95}$  visto que essa vazão mínima, com alta probabilidade de ocorrência, fornece maior garantia aos pleitos outorgados e à manutenção do fluxo residual nos cursos d'água.

$$Q_{\text{outorgável}} \leq Q_{95} * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 159,78 * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 79,89 \text{ L/s}$$

Diante dos resultados encontrados, pode-se constatar que o manancial apresenta vazão suficiente para atendimento da demanda populacional.

#### C.1.9.3 Rio Samambaia

O Rio Samambaia localiza-se a oeste da área urbana, também está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio São Marcos, sendo deste um afluente direto. Ao longo do seu trajeto é possível identificar diversas barragens, utilizadas principalmente para irrigações.

Para determinar se esse curso d'água tem condições de atender a demanda da população em um horizonte de 20 anos, foi efetuado o cálculo de disponibilidade hídrica do manancial, adotando como referência a vazão específica  $Q_{95\%}$  estatuída pelo Plano de Recursos Hídricos – Paranaíba para a Unidade de Gestão Hídrica do Rio São Marcos, correspondente a  $4,63 \text{ L/s/km}^2$ .

O cálculo da disponibilidade hídrica é realizado multiplicando a vazão específica da UGH São Marcos ( $4,63 \text{ L/s/km}^2$ ), pela área da bacia de interesse ( $54,91 \text{ km}^2$ ), delimitada pelo Software Arcgis, a partir de um ponto no Rio Samambaia, distante cerca de 5 km do perímetro urbano de Campos Lindos (Figura 25).



Figura 25 – Área de drenagem Rio Samambaia: 54,91 km<sup>2</sup>.

Cálculo da Vazão Estimada:

$$Q_{\text{Específica}} \times \text{Área de Interesse} = Q_{\text{Estimada}}$$

$$Q_{\text{Estimada}} = 4,63 \times 54,91$$

$$Q_{\text{Estimada}} = 254,23 \text{ L/s}$$

De acordo com a Resolução 09/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-GO), a vazão máxima outorgável em um manancial superficial deve equivaler a 50% da  $Q_{95}$  visto que essa vazão mínima, com alta probabilidade de ocorrência, fornece maior garantia aos pleitos outorgados e à manutenção do fluxo residual nos cursos d'água.

$$Q_{\text{outorgável}} \leq Q_{95} * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 254,23 * 0,50$$

### Qoutorgável ≤ 127,115 L/s

Diante dos resultados encontrados, pode-se constatar que o manancial apresenta vazão suficiente para atendimento da demanda populacional.

#### C.1.9.4 Ribeirão São Bernardo

Com aproximadamente 30 km de extensão, o Ribeirão São Bernardo pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Preto de acordo com a metodologia Otto Pfastetter, como indicado na Tabela 58.

Tabela 58 - Bacias Hidrográficas. Fonte: SIEG (2014).

Nível da Bacia	Descrição da Bacia	Classificação (OttoBacias)
Nível 1	Região Hidrográfica Costeira do Atlântico	7
Nível 2	Bacia Hidrográfica Rio São Francisco	74
Nível 3	Bacia Hidrográfica Rio Paracatu	748
Nível 4	Bacia Hidrográfica Rio Preto	7484
Nível 5	Bacia Hidrográfica Rio Preto	74840

Para determinar se esse curso d'água tem condições de atender a demanda da população em um horizonte de 20 anos, foi efetuado o cálculo de disponibilidade hídrica do manancial, adotando como referência a vazão específica Q95% estatuída pelo Plano de Recursos Hídricos – São Francisco para a Unidade de Gestão Hídrica do Alto Preto, correspondente a 3,36 L/s/km<sup>2</sup>.

O cálculo da disponibilidade hídrica é realizado multiplicando a vazão específica da UGH Alto Preto (3,36 L/s/km<sup>2</sup>), pela área da bacia de interesse (32,26 km<sup>2</sup>), delimitada pelo

Software Arcgis, a partir de um ponto no Ribeirão São Bernardo, distante cerca de 5 km do perímetro urbano de Campos Lindos (Figura 26).



Figura 26 – Área de drenagem Rib. São Bernardo: 32,26 km<sup>2</sup>.

Cálculo da Vazão Estimada:

$$Q_{Especifica} \times \text{Área de Interesse} = Q_{Estimada}$$

$$Q_{Estimada} = 3,36 \times 32,26$$

$$Q_{Estimada} = 108,39 \text{ L/s}$$

De acordo com a Resolução 09/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-GO), a vazão máxima outorgável em um manancial superficial deve equivaler a 50%

da  $Q_{95}$  visto que essa vazão mínima, com alta probabilidade de ocorrência, fornece maior garantia aos pleitos outorgados e à manutenção do fluxo residual nos cursos d'água.

$$Q_{\text{outorgável}} \leq Q_{95} * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 108,39 * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 54,195 \text{ L/s}$$

Diante dos resultados encontrados, pode-se constatar que o manancial apresenta vazão suficiente para atendimento da demanda populacional.

#### C.1.9.5 Córrego da Vereda

Também pertencente a Bacia Hidrográfica do Rio Preto, o córrego Vereda localiza-se a leste da zona urbana e possui uma extensão de aproximadamente 28 km.

Tabela 59 - Bacias Hidrográficas. Fonte: SIEG (2014).

Nível da Bacia Hidrográfica	Descrição da Bacia	Classificação (OttoBacias)
Nível 1	Região Hidrográfica Costeira do Atlântico	7
Nível 2	Bacia Hidrográfica Rio São Francisco	74
Nível 3	Bacia Hidrográfica Rio Paracatu	748
Nível 4	Bacia Hidrográfica Rio Preto	7484
Nível 5	Bacia Hidrográfica Rio Preto	74840

Para determinar se esse curso d'água tem condições de atender a demanda da população em um horizonte de 20 anos, foi efetuado o cálculo de disponibilidade hídrica do manancial, adotando como referência a vazão específica  $Q_{95\%}$  estatuída pelo Plano de

Recursos Hídricos – São Francisco para a Unidade de Gestão Hídrica do Alto Preto, correspondente a 3,36 L/s/km<sup>2</sup>.

O cálculo da disponibilidade hídrica é realizado multiplicando a vazão específica da UGH Alto Preto (3,36 L/s/km<sup>2</sup>), pela área da bacia de interesse (35,84 km<sup>2</sup>), delimitada pelo Software Arcgis, a partir de um ponto no Córrego Vereda, distante cerca de 5 km do perímetro urbano de Campos Lindos (Figura 27).



Figura 27 – Área de drenagem Córrego da Vereda: 35,84 km<sup>2</sup>.

Cálculo da Vazão Estimada:

$$Q_{Especifica} \times \text{Área de Interesse} = Q_{Estimada}$$

$$Q_{Estimada} = 3,36 \times 35,84$$

$$Q_{Estimada} = 120,42 \text{ L/s}$$

De acordo com a Resolução 09/2005 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-GO), a vazão máxima outorgável em um manancial superficial deve equivaler a 50% da  $Q_{95}$  visto que essa vazão mínima, com alta probabilidade de ocorrência, fornece maior garantia aos pleitos outorgados e à manutenção do fluxo residual nos cursos d'água.

$$Q_{\text{outorgável}} \leq Q_{95} * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 120,42 * 0,50$$

$$Q_{\text{outorgável}} \leq 60,21 \text{ L/s}$$

Diante dos resultados encontrados, pode-se constatar que o manancial apresenta vazão suficiente para atendimento da demanda populacional.

#### C.1.9.6 Manancial Subterrâneo

Manancial subterrâneo é a reserva de água que se encontra abaixo da superfície, podendo compreender lençóis freáticos e confinados, sendo sua captação feita, principalmente, através de poços profundos.

Estes poços captam água de lençóis situados entre duas camadas de rocha. São poços perfurados que exigem mão de obra e equipamentos especiais para sua construção, possuem alto custo de construção e normalmente também possuem grande capacidade de "produção" de água.

No distrito de Campos Lindos o abastecimento de água é realizado por sistemas individuais, através de cisternas e poços perfurados pelos próprios moradores.

Considerando o crescimento populacional e a disponibilidade hídrica superficial, a utilização de poços poderia ser considerada como uma alternativa temporária ou de

emergência, visto que o Sistema Aquífero no qual está inserido o Distrito, Sistema Aquífero Canastra – Subsistema Fraturado, apresenta média das vazões de 7,5 m<sup>3</sup>/h, com alta incidência de poços com baixas vazões, contudo é importante ressaltar também que a escolha do local para perfuração de poços deve ser cautelosa, devendo ser realizado levantamento hidrogeológico dos parâmetros hidráulicos do aquífero, bem como o monitoramento contínuo do nível dinâmico e da vazão, associado à interpretação do balanço hídrico local.

## C.2 INFRAESTRUTURA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

### C.2.1 Alternativas de Gestão e Prestação de Serviços

O esgotamento sanitário, assim como os outros serviços de saneamento, é um serviço de titularidade municipal. No entanto, o Artigo 241 da Constituição Federal, autoriza a gestão associada dos entes federados, que pode ocorrer por meio de convênio de cooperação ou consórcio público.

O Contrato de Programa de Prestação de Serviços Públicos e Exploração de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, assinado em 07 de fevereiro de 2014. O Prazo de vigência do contrato é de 30 (trinta) anos, isto é, até 2044.

Segundo consta no contrato, a Saneago deverá cumprir as metas de ampliação dos sistemas de abastecimento de água e coleta, afastamento e tratamento dos esgotos sanitários estabelecidos, dentro dos limites territoriais, os percentuais de população atendida pelos serviços durante o prazo de vigência do contrato.

O sistema de esgotamento sanitário de Cristalina necessita de ampliação pois em 2015 a cobertura com rede de esgoto era de apenas 26,6% da população. Além disso, a

concessionária deve investir em fiscalização e conscientização da população em relação as ligações de água pluvial à rede de esgoto.

São várias as formas de prestação de serviços públicos, inclusive saneamento básico, porém cabe ao município, como titular do serviço, escolher a forma mais adequada para a realidade de Cristalina, delegando a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desse serviço de forma a atender os requisitos e obrigações do Plano Nacional de Saneamento Básico.

### **C.2.2 Projeção da Vazão Anual de Esgotos**

Com base no consumo *per capita* da população fornecido pela concessionária, pode-se estimar a projeção da vazão anual de esgotos sanitários.

Considerando que aproximadamente 80% da água consumida se torna esgoto, o coeficiente de retorno adotado para o cálculo das vazões anuais de esgoto será o de 0,8.

A estimativa de produção de vazão utilizou o consumo *per capita* de água, fornecido pelo SNIS, de 122,7 l/hab.dia. Do mesmo modo, com os dados da população dos últimos 3 censos demográficos do IBGE, foi feito o cálculo da população para os próximos vinte anos, conforme já mencionado neste capítulo. A Tabela 60 apresenta a projeção para a geração de efluentes, considerando 100% da população urbana.

Tabela 60 - Projeção das vazões de esgoto.

Ano	População Atendida	Vazões				
		Média (l/s)	Máxima Diária (L/s)	Máxima Horária (L/s)	Q Diária (m³/dia)	Q Anual (m³/ano)
2015	12.009	13,64	16,37	24,55	1178,80	430262,93
2016	12.669	14,392	17,27	25,91	1243,56	453899,94
2017	13.367	15,184	18,22	27,33	1312,13	478928,68
2018	14.093	16,008	19,21	28,81	1383,36	504925,02
2019	14.846	16,864	20,24	30,36	1457,32	531921,70
2020	15.629	17,752	21,3	31,95	1534,12	559952,48
2021	16.441	18,68	22,42	33,62	1613,84	589052,19
2022	17.284	19,64	23,57	35,35	1696,59	619256,75
2023	19.045	21,64	25,97	38,95	1869,42	682339,96
2024	20.883	23,728	28,47	42,71	2049,84	748189,78
2025	22.335	25,376	30,45	45,68	2192,42	800233,58
2026	23.847	27,096	32,52	48,77	2340,85	854411,58
2027	25.910	29,44	35,33	52,99	2543,32	928313,33
2028	28.061	31,88	38,26	57,38	2754,45	1005375,58
2029	29.789	33,848	40,62	60,93	2924,13	1067308,31
2030	31.587	35,888	43,07	64,6	3100,57	1131708,92
2031	33.995	38,624	46,35	69,52	3336,97	1217995,35
2032	36.504	41,472	49,77	74,65	3583,26	1307888,16
2033	38.550	43,8	52,56	78,84	3784,11	1381201,93
2034	40.676	46,216	55,46	83,19	3992,78	1457363,53
2035	43.480	49,4	59,28	88,92	4267,97	1557809,36
2036	46.398	52,712	63,25	94,88	4554,43	1662365,94
2037	48.809	55,456	66,55	99,82	4791,11	1748756,07
2038	51.312	58,296	69,96	104,93	5036,78	1838426,24

### **C.2.3 Estimativa de Carga, Concentração de DBO e Coliformes Termotolerantes**

A Resolução nº 357/2005 do Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, ressalta:

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Portanto, qualquer que seja o manancial a receber o efluente após tratamento da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE, deverá seguir os parâmetros exigidos para águas de classe 2.

A Resolução Conama nº 430/2011, que complementa e altera a Resolução nº 357/2005, estabelece em seu Artigo 21, inciso I, alínea d, que a concentração máxima de DBO deverá ser o inferior a 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Segundo o Decreto Nº 1.745, de 06 de dezembro de 1979, que aprova o Regulamento da Lei Nº 8.544 de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente, e que dispõe sobre a prevenção da poluição do meio ambiente, estabelece de forma mais restritiva a concentração máxima de DBO, devendo ser inferior 60mg/l (sessenta miligramas por litro). Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento).

A DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica.

Nesse sentido, uma questão muito importante a ser observada no corpo receptor é a vazão, que está diretamente ligada à capacidade de autodepuração, pois quanto maior for a vazão, maior será a diluição do efluente e mais amena será a alteração das características originais do curso hídrico.

Entretanto, qualquer corpo d'água escolhido para receber o efluente tratado não deverá ter sua classificação alterada e atenderá aos parâmetros estipulados pela legislação vigente, incluindo as concentrações de DBO.

Assim sendo, de acordo com os cálculos realizados, considerando uma carga *per capita* de DBO de 54 g DBO/hab.dia, a carga a ser tratada na estação de tratamento de efluentes deverá conseguir, em final de plano, tratar e dispor de uma carga de aproximadamente 2.770,85 Kg/DBO.dia.

Além da eficiência da remoção da DBO, o tratamento também deverá ter eficácia na remoção de nutrientes como fósforo e nitrogênio, e de coliformes termotolerantes presentes nos efluentes sanitários.

A Tabela 61 apresenta as estimativas de carga, concentração de DBO e de coliformes termotolerantes dos efluentes que serão gerados em Cristalina.

Tabela 61 - Estimativa de carga, concentração de DBO e de coliformes termotolerantes

Ano	DBO (Kg/DBO.dia)	Concentração DBO (mg/L)	Concentração Coliformes Termotolerantes NMP/100 ml
2015	648,49	550,12	1,02E+07 2015
2016	684,11	550,12	1,02E+07 2016
2017	721,83	550,12	1,02E+07 2017
2018	761,02	550,12	1,02E+07 2018
2019	801,70	550,12	1,02E+07 2019
2020	843,95	550,12	1,02E+07 2020
2021	887,81	550,12	1,02E+07 2021
2022	933,33	550,12	1,02E+07 2022
2023	1028,41	550,12	1,02E+07 2023
2024	1127,66	550,12	1,02E+07 2024
2025	1206,10	550,12	1,02E+07 2025
2026	1287,76	550,12	1,02E+07 2026
2027	1399,14	550,12	1,02E+07 2027
2028	1515,29	550,12	1,02E+07 2028
2029	1608,63	550,12	1,02E+07 2029
2030	1705,69	550,12	1,02E+07 2030
2031	1835,74	550,12	1,02E+07 2031
2032	1971,23	550,12	1,02E+07 2032
2033	2081,73	550,12	1,02E+07 2033
2034	2196,52	550,12	1,02E+07 2034
2035	2347,91	550,12	1,02E+07 2035
2036	2505,49	550,12	1,02E+07 2036
2037	2635,70	550,12	1,02E+07 2037
2038	2770,85	550,12	1,02E+07 2038

O tipo de tratamento a ser adotado deverá privilegiar as soluções que consigam eficiências de remoção de DBO e coliformes termotolerantes, de modo a atender a legislação vigente.

Resolução Conama nº 430/2011 não estabelece condições e padrões específicos para efluentes de ETE para os valores de coliformes termotolerantes. Entretanto, a Resolução Conama nº 357/2005, institui os seguintes critérios, para as águas de Classe 2: limite máximo de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

Segundo o Decreto Nº 1.745, de 06 de dezembro de 1979, que aprova o Regulamento da Lei Nº 8.544 de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente, e que dispõe sobre a prevenção da poluição do meio ambiente, estabelece para águas de Classe 2: número mais provável (NMP) de coliformes até 5.000 (cinco mil), sendo 1000 (um mil) o limite para os de origem fecal, em 100 ml (cem mililitros), para 80% (oitenta por cento) de pelo menos, 5 (cinco) amostras colhidas num período de até 5 (cinco) semanas consecutivas.

Quanto maior a eficiência do tratamento, menores serão as alterações nas características limnológicas originais do corpo receptor e melhor será a capacidade de autodepuração do mesmo.

## **C.2.4 Alternativas Técnicas de Engenharia para Atendimento da Demanda Calculada**

### **C.2.4.1 Zona Urbana**

O município de Cristalina possui Sistema de Esgotamento Sanitário, composto pelas seguintes unidades: rede coletora, estação de tratamento de efluentes e emissário final.

De acordo com os dados da Saneago, a vazão média total foi estimada em 3.568,34m<sup>3</sup>/dia, com um índice de atendimento urbano de 33%.

A Estação de Tratamento de Efluentes Anchieta utiliza o sistema de tratamento preliminar e disposição de lagoas de estabilização, porém apenas com lagoas facultativas. O efluente tratado é lançado no Córrego Arrojado.

As lagoas de estabilização são processos de tratamento de esgotos utilizados principalmente para a remoção de matéria orgânica. Nas lagoas facultativas, para que o processo anaeróbico não seja predominante em relação ao aeróbico é necessário grande contato da lagoa com a superfície, portanto uma maior área será requerida.

Essas lagoas são indicadas para locais com elevada radiação solar e baixa nebulosidade pois isso fornece condições para o processo de fotossíntese que ocorre na superfície.

Esse sistema apresenta capacidade limitada de remoção de matéria orgânica e principalmente de remoção de nutrientes e patógenos, necessitando normalmente de um pós-tratamento.

Uma alternativa, que consta no Projeto Hidráulico Consolidado SES Cristalina, é aproveitar as lagoas existentes, transformando a Lagoa Facultativa 01 em Lagoa Aerada de mistura completa e a Lagoa Facultativa 02 em Lagoa de Decantação. Ao final do tratamento é prevista a desinfecção final com uso de solução de hipoclorito de sódio.

As unidades de tratamento preliminar existentes deverão ser desativadas e substituídas por uma nova estrutura, com capacidade de tratar as vazões previstas.

Também poderão ser implantadas tanques de armazenamento de lodo e leitos de secagem para o desaguamento do lodo a ser removido da lagoa de decantação, além de valas sépticas que irão receber o lodo final gerado no tratamento.

Em relação aos bairros mais afastados do núcleo urbano, como solução de curto prazo, recomenda-se a utilização de sistemas individuais, em conformidades com as normas técnicas vigentes, conforme será melhor detalhado no próximo subtópico.

#### C.2.4.2 Zona Rural e Distrito de Campos Lindos

Os moradores da zona rural e dos distritos dispõem seus efluentes em sistemas individuais, onde na maioria das vezes não existe qualquer metodologia de disposição, sendo seus efluentes dispostos diretamente na superfície do solo, sem nenhum tratamento.

A implantação de um sistema unificado na zona rural tornar-se-ia uma metodologia inviável, visto a exigência de uma extensa rede de captação de efluentes, resultando em investimentos muito elevados, tornando o sistema economicamente inviável.

Os moradores da zona rural e dos distritos, visto a baixa densidade demográfica, podem ser atendidos por soluções individuais de coleta e tratamento de efluentes, como fossas sépticas seguidas de sumidouros (Figura 28 e Figura 29), esse tipo de estrutura garante boa eficiência e não causa transtornos em área pouco densa, como a zona rural do município de Cristalina.

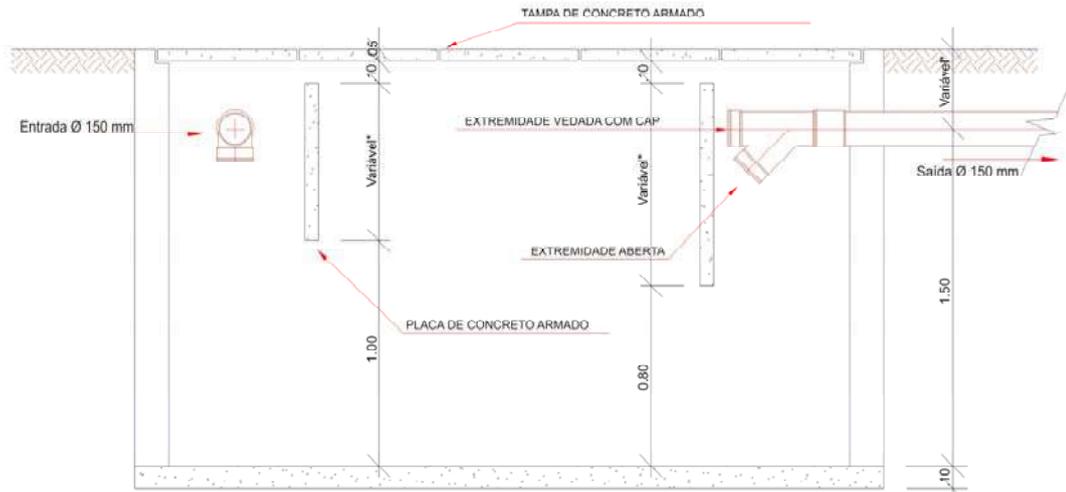


Figura 28 - Desenho esquemático de fossa séptica.

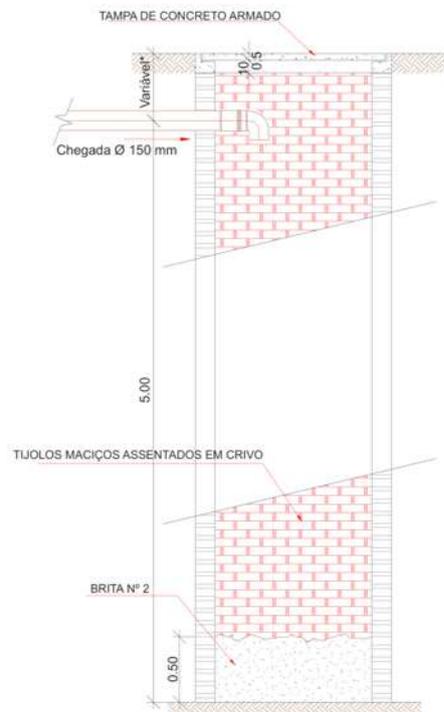
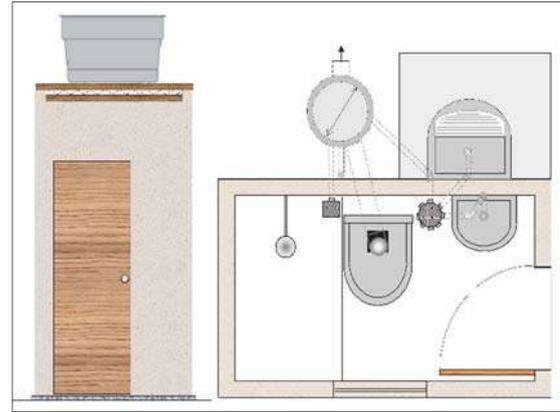


Figura 29 - Desenho esquemático de sumidouro.

Conjuntamente aos sistemas individuais adequados, pode ser adotado o programa de melhorias sanitárias da Funasa, o qual propõe soluções técnicas não só para o tanque séptico e sumidouro, mas também para demais instalações sanitárias, como vaso sanitário e pias com efluentes destinados ao conjunto tanque séptico mais sumidouro. As Figura 30 e Figura 31 mostram um exemplo e o modelo do módulo sanitário proposto pela Funasa.



**Figura 30 - Exemplo de módulo sanitário. (Funasa, 2014).**



**Figura 31 - Desenho e planta baixa do módulo sanitário proposto pela Funasa.**

Outra iniciativa interessante nessa temática foi desenvolvida pela Embrapa Instrumentação Tecnológica, que desenvolveu um sistema barato e eficiente para livrar o produtor dessas doenças e ainda ajudá-lo no cultivo de suas lavouras: a fossa séptica biodigestora. Além de evitar a contaminação do lençol freático, o mecanismo produz um adubo orgânico líquido que pode ser utilizado em hortas e pomares.

A técnica é simples: três caixas-d'água conectadas entre si são enterradas para manter o isolamento térmico. A primeira delas é ligada ao sistema de esgoto e recebe, uma vez por mês, 20 litros de uma mistura com 50% de água e 50% de esterco bovino fresco. Este material, junto com as fezes humanas, fermenta. A alta temperatura e a vedação das duas primeiras caixas eliminam os patógenos. No final do processo, o líquido está sem micróbios e pode ser usado como adubo.

Segundo estudos da Embrapa, esse tipo de sistema é ideal para uma família composta por cinco pessoas que despejam 50 litros de água e resíduos por dia. Se houver mais moradores, a sugestão é colocar mais uma caixa de mil litros. O custo médio para construção da fossa é de mil reais.

Apesar de ser uma solução fácil do ponto da montagem e da disponibilidade dos materiais (caixas d'água, tubos e conexões de PVC e brita), logicamente o equipamento

deve ser montado sob supervisão técnica para que possa atingir o melhor desempenho. Igualmente, com a finalidade de manter o sistema funcionando corretamente deverão ser realizados cursos e oficinas de capacitação da comunidade, estimulando a participação de todos os componentes das famílias.

A Figura 32 ilustra a estrutura funcional da fossa séptica biodigestora.

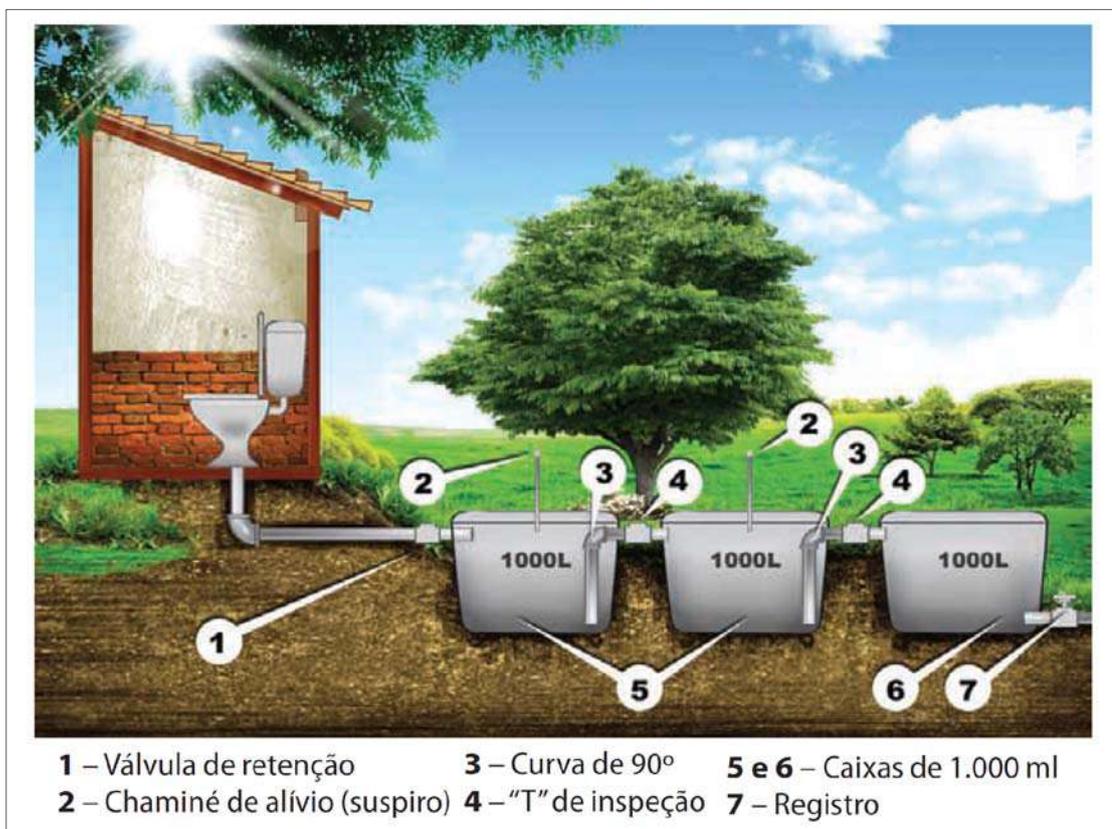


Figura 32 - Estrutura da fossa séptica biodigestora. Fonte: Novaes, 2001.

Além disso, essa alternativa se aplica apenas aos efluentes do vaso sanitário, portanto se houver mistura com outro tipo de esgoto, a eficiência da técnica desenvolvida pela Embrapa não é garantida.

É importante ressaltar que as soluções apresentadas nesse plano são de caráter exemplificativo. Cabe à Prefeitura escolher a alternativa que mais se adeque à realidade de

cada região, considerando o manejo apropriado para manutenção da saúde básica e preservação dos recursos naturais.

### **C.2.5 Comparação de Alternativas de Tratamento dos Esgotos**

Os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água, a fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microrganismos.

Portanto, é devido a essa fração de 0,1% que há necessidade de se tratar os esgotos. A característica dos esgotos é função dos usos à qual a água foi submetida. Esses usos, e a forma com que são exercidos variam com o clima, situação social e econômica e hábitos da população. Os parâmetros físicos, químicos e biológicos definem a qualidade do esgoto.

A introdução de matéria orgânica em um corpo d'água resulta, indiretamente, no consumo de oxigênio dissolvido. Tal se deve aos processos de estabilização da matéria orgânica realizados pelas bactérias decompositoras, as quais utilizam o oxigênio disponível no meio líquido para a sua respiração. O decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido tem diversas implicações do ponto de vista ambiental, constituindo-se, em um dos principais problemas de poluição das águas em nosso meio.

Para os requisitos de implantação vários fatores devem ser observados, pois através desta análise sucinta que iniciará o processo de viabilidade de implantação do sistema de tratamento e também a busca de recursos financeiros para início das obras.

De acordo com Von Sperling (1996), os elementos fundamentais para os estudos preliminares de projetos são:

- Caracterização quantitativa dos esgotos afluentes à ETE;
- Caracterização qualitativa dos esgotos afluentes à ETE;

- Requisitos de qualidade do efluente e nível de tratamento desejado;
- Estudos populacionais;
- Determinação do período de projeto e das etapas de implantação;
- Estudo técnico das diversas alternativas de tratamento passíveis de aplicação na Situação em análise;
- Pré-dimensionamento das alternativas mais promissoras do ponto de vista Técnico;
- Avaliação econômica das alternativas pré-dimensionadas;
- Seleção da alternativa a ser adotada com base em análise técnica e econômica.

A Tabela a seguir apresenta a eficiência de remoção de DBO, Coliformes fecais, Nitrogênio (N) e Fósforo (P).

Tabela 62 – Eficiência de Remoção (%). Fonte: Von Sperfling.

Tipo de Tratamento	Eficiência de Remoção (%)			
	DBO	Coliformes fecais	N	P
Reator Anaeróbio de Manta de Logo – UASB	60-80	60-90	10-25	10 - 20
Lagoa Anaeróbia – Lagoa Facultativa	70-90	60-99,9	30-50	20-60
Lodos Ativados	85-95	60-90	25-30	25-30
Lagoa Facultativa	70-85	60-99	30-50	20-60
Filtro Biológico Aeróbio de Alta Taxa	80-90	60-90	30-40	30-45
Lagoa Aerada seguida de Lagoa de Decantação	70-90	60-99	30-50	20-60

#### C.2.5.1 Lagoas de Estabilização

As principais vantagens de um sistema de lagoas são a facilidade de construção, operação e manutenção e respectivos custos reduzidos, além da sua satisfatória resistência a variações de carga. Uma grande desvantagem é a necessidade de grandes áreas para a construção.

As lagoas facultativas são a variante mais simples do sistema de lagoas de estabilização. Basicamente, o processo consiste na retenção dos esgotos por um período de tempo longo o suficiente para que os processos naturais de estabilização da matéria orgânica se desenvolvam. As principais vantagens e desvantagens das lagoas facultativas estão associadas, portanto, a predominância dos fenômenos naturais. A Tabela 63 apresenta as principais vantagens e desvantagens das lagoas facultativas.

**Tabela 63 - Vantagens e desvantagens das lagoas facultativas.**

<p><b>Vantagens</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eficiência na remoção de DBO e patogênicos</li> <li>- Construção, operação e manutenção simples</li> <li>- Reduzidos custos de implantação e operação</li> <li>- Ausência de equipamentos mecânicos</li> <li>- Requisitos energéticos praticamente nulos</li> <li>- Satisfatória resistência a variações de carga</li> <li>- Remoção de lodo necessário apenas após períodos superiores a 20 anos</li> </ul>
<p><b>Desvantagens</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevados requisitos de área</li> <li>- Dificuldade em satisfazer padrões de lançamento bem restritivos</li> <li>- A simplicidade operacional pode trazer o descaso da manutenção (crescimento de vegetação)</li> <li>- Possível necessidade de remoção de algas do efluente para o cumprimento de padrões rigorosos</li> <li>- Performance variável com as condições climáticas (temperatura e insolação)</li> <li>- Possibilidade do crescimento de insetos</li> </ul>

Quanto às lagoas anaeróbias, essas possuem vantagens semelhantes às das lagoas facultativas, exceto pelo fato de requererem menores áreas para implantação. Dentre as desvantagens, pode ser citada a possibilidade de maus odores, o que exige um

afastamento maior das residências circunvizinhas; além disso, o intervalo de remoção periódica do lodo é menor.

A maior vantagem apresentada pela adoção de lagoas de maturação é a razoável eficiência na remoção de nutrientes. A área demandada para implantação dessas lagoas é dimensionada em função do tempo de detenção e a relação entre comprimento e largura. Geralmente a profundidade não é maior que 1,0 metro.

#### C.2.5.2 Reator UASB

O reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), em manto de lodo, consiste basicamente de um tanque Imhoff de fluxo vertical, apresentando câmaras de sedimentação e digestão anaeróbia, sobrepostas. O esgoto a ser tratado é distribuído uniformemente no fundo do reator e passa através de uma camada de lodo biológico, o qual transforma a matéria orgânica em biogás. É evitada a entrada do gás produzido no sedimentador, através da colocação de defletores, e este é encaminhado somente a determinadas áreas do reator. A porção de lodo que atinge o sedimentador é separada (fisicamente) e retorna ao fundo do reator. O efluente é retirado uniformemente da superfície do sedimentador.

À primeira vista, a grande vantagem de um UASB, relacionando com a sua eficiência de remoção de DBO e de sólidos, é o seu curto tempo de detenção hidráulica, em torno de 6 horas para remoção de cerca de 80 por cento da DBO e 75 por cento dos sólidos em suspensão. Em sistemas de lodo ativado e em lagoas de estabilização o tempo de permanência é da ordem de 12 a 24 h e de 20 a 30 dias respectivamente.

Segundo van Haandel e Catunda (1995), além das vantagens inerentes dos processos anaeróbios, os reatores UASB, requerem menor área de construção (aproximadamente 0,01 m<sup>2</sup> por habitante (lagos de estabilização necessitam de 3 ou 4 m<sup>2</sup> por habitante).

A razão área/profundidade não tem influência significativa sobre o seu desempenho, podendo os valores de área em planta e a profundidade serem determinados principalmente pelos custos de construção e as características do terreno disponível para sua construção (Sousa et al., 1998).

Além disso, o UASB não causa transtornos para a população beneficiada: o sistema é "invisível" (enterrado), não espalha odores e não causa proliferação de insetos, a produção de lodo biológico é pequena e o lodo de excesso já sai estabilizado e com concentração elevada, podendo ser secado diretamente em leitos de secagem.

A operação e manutenção são extremamente simples podendo ser feito por pessoal não especializado: precisa-se reter areia e desentupir tubulações obstruídas. A construção do UASB é simples podendo ser usados materiais e mão de obra locais. O custo de construção e de operação tendem a ser bem menores que os de outros sistemas de tratamento de esgoto (van Haandel e Catunda, 1996).

Porém, uma significativa desvantagem do UASB seria sua baixa eficiência quanto à remoção de patógenos e nutrientes, sendo isto bastante compreensível, considerando-se o baixo tempo de detenção hidráulica deste tipo de reator. Essa deficiência seria corrigida com o tratamento físico-químico.

Ademais, um cuidado especial com os reatores UASB deve ser em relação à corrosão das estruturas de concreto, próximo e acima do nível do líquido. Várias unidades

implantadas, sem a devida proteção do concreto, já se apresentam bastante comprometidas.

### **C.2.6 Eventos de Emergência e Contingência**

As ações para emergências e contingências buscam apontar a infraestrutura disponível para ações preventivas e corretivas, procurando elevar o grau de segurança e a continuidade operacional das instalações afetadas com os serviços de esgotamento.

Na operação e manutenção dos serviços de saneamento deverão ser utilizados mecanismos locais e corporativos de gestão, no sentido de prevenir ocorrências indesejadas através do controle e monitoramento das condições físicas das instalações e dos equipamentos visando minimizar ocorrência de sinistros e interrupções na prestação dos serviços.

O sistema de esgotamento sanitário engloba as fases que vão desde a coleta dos efluentes por meio das redes de esgoto, passando por elevatórias e interceptores que o conduzirão até as estações de tratamento. Os possíveis eventos que afetarão essa sistemática levando a possíveis focos de contaminação estão vinculados ao comprometimento dos dispositivos e equipamentos pertencentes a esse sistema, seja por condições climáticas, ou por ação antrópica.

As ações mitigadoras deverão levar em conta as obras de reparo emergenciais de possíveis equipamentos e instalações que porventura tenham sido danificadas. Além disso, é importante tornar parceiros não somente a população, mas também órgãos ambientais que colaborem no sentido de gerenciar possíveis danos ao meio ambiente ocasionados

pelo vazamento. A Figura 33 mostra as principais situações que podem interromper o sistema de esgotamento sanitário.



**Figura 33 - Situações que podem interromper o sistema de esgotamento sanitário.**

A interrupção da coleta e tratamento de esgoto, além do risco de contaminar cursos de água superficiais e subterrâneos, poderá gerar imensos transtornos à população, à saúde pública, além da degradação ambiental. Neste contexto, as ações de emergências e contingências estão detalhadas a seguir.

A Tabela 64 apresenta algumas ações de emergências e contingências a serem adotadas para o serviço de esgotamento sanitário em Cristalina.

Tabela 64 - Ações de contingência e emergência no sistema de esgotamento sanitário.

Eventos de Emergência	Possíveis Causas	Ações de Prevenção	Ações de Contingência
Ligação clandestina de esgoto pluvial	Irresponsabilidade ou desconhecimento dos usuários quanto às normas.	Fiscalização da ligação nas novas moradias e na rede com a detecção de ligações clandestinas.	Desligamento das ligações clandestinas detectadas.
Formação de gases	Decomposição anaeróbia da matéria orgânica devido à sedimentação de sólidos no interior da rede coletora.	Promover limpeza nos poços de visita para evitar a sedimentação de matéria orgânica.	Abertura dos poços de visita para que haja ventilação e expulsão dos gases, e a limpeza da rede para retirar a matéria orgânica sedimentada.
Lançamentos de produtos químicos	Irresponsabilidade ou acidentes nas indústrias da região.	Fiscalização dos pontos de lançamento do efluente das indústrias locais. Realizar programa de controle de lançamentos não autorizados na rede de esgoto.	Detectar o local e o tipo de produto lançado na rede, tomando medidas para que o problema não prejudique o tratamento.
Erro humano	Erro na manutenção e instalação dos conjuntos motor-bomba.	Obter equipamento reserva para substituição e automação. Inspeção periódica para verificar o funcionamento do equipamento reserva e o sistema de automação.	Parar a operação da estação elevatória. Manutenção ou troca das partes danificadas.
Presença de insetos e animais	Falta de limpeza e manutenção das estações elevatórias.	Realizar inspeção periódica nas instalações da estação elevatória.	Contratação de empresas especializadas em eliminar o problema.
Rompimento das tubulações da linha de recalque	Mau funcionamento das bombas elevatórias ocasionando uma sobre pressão nas linhas de recalque.	Verificação contínua das condições de operação das estações elevatórias. Manutenção e controle das tubulações das linhas de recalque.	Parada de operação das estações elevatórias. Troca das tubulações danificadas.
Falta de energia	Queda de postes de energia. Cortes no fornecimento de energia.	Manter um sistema alternativo de geração de energia. Inspeção periódica para verificar se o sistema de energia alternativo está em condições de operação.	Comunicar a operadora responsável pelo fornecimento de energia.

Eventos de Emergência	Possíveis Causas	Ações de Prevenção	Ações de Contingência
Retorno de esgoto nos imóveis	Lixo nas tubulações. Ligações de águas pluviais à rede de esgoto. Falta de caixas de gordura.	Fiscalização e conscientização da população em relação ao bom uso da rede de esgotamento sanitário.	Mobilizar equipe, ferramentas e veículos para fazer o desentupimento das tubulações.
Sabotagem	Sabotagem e danificação das partes constituintes da ETE.	Instalação dos dispositivos de segurança e monitoramento 24 horas contra violação.	Acionamento da polícia caso os dispositivos de segurança acusarem arrombamento. Manutenção ou troca das partes danificadas.
Assoreamento das redes	Entrada de areia nas juntas e nos poços de visita.	Limpeza e inspeção frequentes das redes coletoras e dos poços de visita.	Limpar os poços de visita e as redes coletoras.

### C.3 INFRAESTRUTURA DE ÁGUAS PLUVIAIS

#### **C.3.1 Propostas de medidas mitigadoras para os principais impactos identificados, em particular**

##### C.3.1.1 Medidas de Controle para Reduzir o Assoreamento de Cursos de Água e de Bacias de Detenção

As principais causas do assoreamento de rios, ribeirões, córregos e nascentes estão relacionadas aos desmatamentos, tanto das matas ciliares quanto das demais coberturas vegetais nas bacias hidrográficas que, naturalmente, protegem os solos.

A exposição do solo para práticas agropecuárias e ocupações urbanas, ligada ao movimento de terra e impermeabilização do solo nas cidades, propicia a ocorrência de processos erosivos e o transporte de materiais que são drenados até o depósito final nos leitos dos mananciais.

Penteado (2006) afirma que assoreamento é o termo técnico que designa o processo acelerado de deposição de sedimentos detríticos em uma área rebaixada (área de sedimentação), processo este que pode ter origem natural ou antrópica. Neste último caso o assoreamento se dá através das atividades decorrentes da ocupação do espaço geográfico pelo ser humano, tais como: desmatamento, pecuária, agricultura, mineração e urbanismo.

O assoreamento costuma ocorrer em regiões rebaixadas como fundo de vales, rios ou outros locais em que o nível da base de drenagem permita um processo deposicional.

Áreas mais baixas e planas (declividades entre 0-2%), são planícies de inundação que estão sujeitas a enchentes e assoreamentos. As áreas de encostas íngremes (declividades maiores do que 20%) representam riscos geológicos de encostas, que são

mais susceptíveis a movimentos de massa, como erosão, escorregamentos e desmoronamentos (Liporaci *et al.* 2002).

Os incrementos de vazão, por ocasião das chuvas, aliam-se às variações do nível dos rios, conferindo uma dinâmica acelerada ao processo erosivo, colocando em risco a segurança e os recursos econômicos da população local (Penteado, 2006).

No município de Cristalina, além das medidas estruturais devem ser adotadas medidas não estruturais. As ações não estruturais procuram disciplinar a ocupação territorial, o comportamento de consumo das pessoas e as atividades econômicas.

Considerando aquelas mais adotadas, as medidas não estruturais podem ser agrupadas em:

- Ações de regulamentação do uso e ocupação do solo;
- Educação ambiental voltada ao controle da poluição difusa, erosão e lixo;
- Seguro-enchente;
- Sistemas de alerta e previsão de inundações.

Nas áreas rurais deve-se garantir o manejo adequado do solo pelos agricultores e pecuaristas com acompanhamento de técnicos e profissionais habilitados, fiscalizar e fazer cumprir as diretrizes das legislações federais e estaduais referentes à manutenção das faixas ciliares em córregos, rios e nascentes.



Figura 34 - Vista das margens do Rio Topazio com área desmatada por pastagem.

Em Cristalina começam a surgir algumas pequenas erosões formadas pela reativação de cabeceiras de drenagem, pois as matas ripárias ao longo dos cursos d'água estão pouco conservadas, além de que, inexistem sarjetas, guias, ou outras alternativas de drenagem que diminuam a velocidade do escoamento superficial (Figura 35 e Figura 36).



Figura 35 - Inexistência de asfalto em algumas ruas de Cristalina - GO.



Figura 36 - Ausência de guias e sarjetas. Pavimentação danificada

Devem ser realizadas medidas preventivas de forma a evitar possíveis assoreamentos nos corpos d'água, tais como a implantação de um sistema rústico de drenagem que utilizam terraços (Figura 37) nos limites das curvas de nível para diminuir a velocidade de escoamento das águas pluviais.

Podem também ser construídas pequenas bacias de detenção (Figura 38) de acordo com a declividade do terreno, de forma a auxiliar o terraceamento, diminuindo a velocidade de escoamento das águas pluviais.



**Figura 37 - Terraceamento para detenção de enxurradas. Fonte: ANA (2014)**



**Figura 38 - Modelo de bacia de detenção em Sorocaba-SP. Fonte: Saaesorocaba (2014).**

As bacias e os terraços poderão ser construídos entre os limites da zona urbana e os mananciais que cerca o centro urbano.

Nestas áreas os terraços e as bacias de detenção evitarão que as águas pluviais sejam carreadas em alta velocidade para os corpos d'água dado a impermeabilização da cidade por pavimentação asfáltica e edificações.

47°37'30"W

47°36'40"W

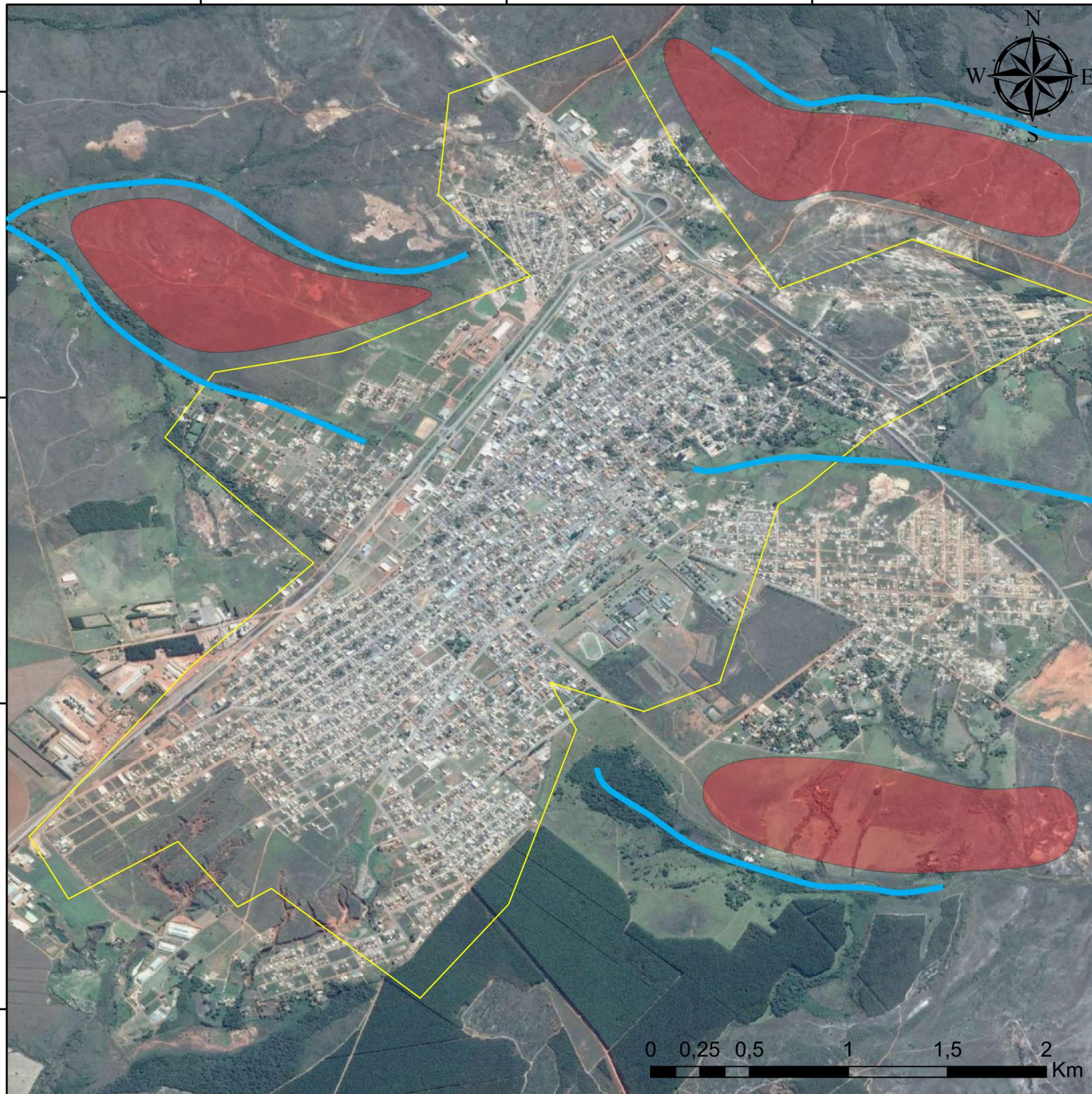
47°35'50"W

16°45'0"S

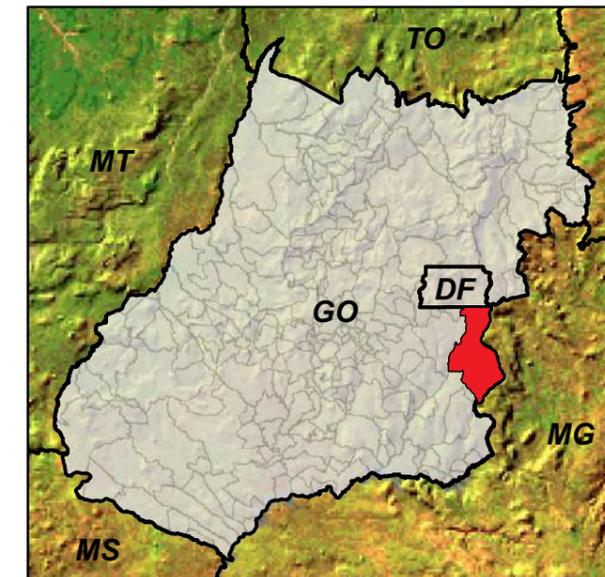
16°45'50"S

16°46'40"S

16°47'30"S



# Mapa de Áreas para Terraços e Bacias de Contenção



## LEGENDA

- Zona Urbana de Cristalina - GO
- Área indicada para construção de terraços e bacias de contenção
- Corpos d'água



Plano Municipal de Saneamento Básico

Empreendedor: Prefeitura Municipal de Cristalina - GO	Elaboração: Hollus Serviços Técnicos
Município / UF: Cristalina - GO	Área Total de Estudo: 9,81 km <sup>2</sup>
Datum / Projeção: SAD 1969 / UTM 22K	Escala: 1:2000

## FONTE

Imagem - Google Earth  
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO



### C.3.1.2 Medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água.

Segundo Neves e Tucci (2002) a problemática dos resíduos sólidos despejados inadequadamente nas vias urbanas, atingindo as redes de drenagem urbana, onde estes se constituem, principalmente, de materiais manufaturados como garrafas, latas, envelopes de papel e plástico, jornais, sacolas de compras, embalagens de cigarro, mas também partes de carros, restos de construção e colchões velhos (Armitage & Rooseboom, 2000).

Como consequências ambientais resultantes deste aumento de sedimentos e materiais sólidos Tucci (2002) aponta o assoreamento das seções canalizadas da rede, reduzindo a capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos, e ainda o transporte de poluente agregado a esse material, contaminando as águas pluviais.

A medida mitigadora mais adequada ao município de Cristalina e a conscientização da população, quanto o acondicionamento dos resíduos e a periodicidade da coleta dos mesmos e assim evitar que sejam carregados para rede de drenagem urbana.

### **C.3.2 Diretrizes para o Controle de Escoamento na fonte**

As medidas denominadas de controle na fonte visam promover a redução e a retenção do escoamento pluvial de forma a qualificar os sistemas tradicionais de drenagem pluvial e ao mesmo tempo evitar as ampliações destes. Enquanto os sistemas tradicionais visam o escoamento rápido das águas pluviais, os dispositivos de controle na fonte procuram reduzir e retardar o escoamento.

Estas medidas deverão integrar de forma harmoniosa o sistema existente no município de Cristalina com as novas soluções, ou seja, integrar as estruturas de transporte,

de infiltração e de retenção das águas pluviais. Uma vez que as inundações urbanas são ocasionadas, principalmente, pelo aumento da densidade de ocupação por edificações e obras de infraestrutura viária, resultando em maiores áreas impermeáveis, com consequente incremento das velocidades de escoamento superficial e redução de recarga do lençol freático.

Visando a redução do escoamento das águas superficiais nas áreas urbanizadas do município de Cristalina, propõe-se formas e dispositivos técnicos como o aumento da área permeável de calçadas, pátios, estacionamentos; construção de sarjetas, valetas, trincheiras e poços, assim como o uso de “telhados verdes”.

Nos lotes em que houver solo exposto susceptível à erosão deverá ser realizada a recomposição florística a fim de evitar possíveis enxurradas, que ocasionam o carreamento de sedimentos.

Algumas avenidas da cidade possuem canteiros centrais com áreas permeáveis que ajudam na infiltração da água no solo (Figura 39). Para aumentar a infiltração recomenda-se plantio de espécies arbóreo-arbustivas a fim de permitir maior infiltração da água no solo e menor escoamento superficial.



Figura 39 - Canteiros centrais em Cristalina - GO.

Nos logradouros mais declivosos pode-se construir valas ou trincheiras de infiltração a fim de armazenar a água em reservatórios temporários, resultando na redução da velocidade de escoamento das águas da chuva.

Também como medida de redução do escoamento superficial pode-se ainda utilizar-se de reservatórios para acumulação e infiltração de água da chuva em casas, empreendimentos comerciais, industriais, esportivos; e por fim, multiplicar as áreas reflorestadas nos espaços públicos e privados livres da cidade, distrito e povoado.

Outra medida é a criação de uma lei, visando disciplinar a construção de novas edificações, estabelecendo principalmente o percentual de área permeável dos imóveis edificados.

A população de Cristalina deve ser conscientizada sobre os impactos que a impermeabilização pode causar a uma determinada região, sendo assim, a construção de pequenos jardins ou hortas (Figura 40 e Figura 41), deve ser incentivada, de forma a aumentar a área permeável nas residências.



**Figura 40 - Horta caseira. Fonte: Meu Jardim Paisagismo (2014).**



**Figura 41 - Jardim. Fonte: Belascasas.com (2014).**

Além das medidas legais cabíveis, a prefeitura deve implantar programas de conscientização da população quanto a importância da mudança de cultura e hábitos, com a finalidade de evitar transtornos que podem ser ocasionados pelos escoamentos superficiais. Como exemplo de hábito que pode ser modificado é a disposição inadequada dos resíduos domésticos que podem obstruir e danificar os dispositivos de drenagem (Figura 42).



**Figura 42 - Trincheiras em Cristalina - GO.**

A adoção das medidas propostas, são de fundamental importância, uma vez que os dispositivos e medidas apresentados são capazes de aumentar a área de infiltração e/ou armazenar temporariamente a água em reservatórios locais reduzindo os impactos a jusante.

Recomenda-se que, ao menos em uma fase inicial, haja por parte do poder público algum tipo de incentivo fiscal que compense, em parte, os gastos privados da sua implantação.

### **C.3.3 Diretrizes para o Tratamento de Fundos de Vale**

De acordo com Cardoso (2009) os fundos de vale são espaços com características físico-ambientais importantes, no qual o deslocamento da água em seus vales atua como agente geológico devido a sua capacidade de erosão, transporte e sedimentação, conformando diferentes estágios fluviais.

A urbanização dos fundos de vale tem afetado sua interação natural com a circulação de água, um fator importante para a manutenção da biodiversidade e controle térmico. Esta interação é capaz de evitar prejuízos econômicos e sociais decorrentes de enchentes, além da melhoria na qualidade da paisagem.

Durante a urbanização, as práticas de ocupação e degradação dos fundos de vale através do desmatamento e da impermeabilização do solo geram sérios problemas a este ambiente ocasionando erosões, assoreamento dos mananciais, movimentos de massa/deslizamentos, falta de recarga dos aquíferos subterrâneos, enchentes urbanas e proliferação de doenças de veiculação hídrica (Reis & Zeihofer, 2005).

Os fundos de vale encontrados em Cristalina necessitam passar por algumas mudanças, como o aumento da quantidade de áreas verdes, a proteção da vegetação existente nos fundos de vale, a preservação das áreas permeáveis, a orientação, a expansão urbana e difusão da educação ambiental.

Em Cristalina verifica-se a falta de vegetação ripária, com conseqüente exposição direta do solo às águas pluviais, ao longo dos fundos de vale, que ocasionam erosões, enchentes temporárias e movimentações de terra, como pode ser verificado nas Figura 43.



**Figura 43 - Movimentação de terra nas margens do córrego Arrojado**

Cardoso (2009) diz que o conceito principal para o tratamento de fundos de vale está sob as medidas de preservação, conservação e renaturalização dos corpos d'água.

Nos mananciais urbanos devem ser criadas áreas verdes ao longo dos cursos d'água como estratégia multifuncional a fim de serem utilizados como corredores ecológicos, ou fins recreacionais, estéticos e também, como protetor dos mananciais contra quaisquer processos erosivos, aumentando a permeabilidade nas várzeas (Travassos & Schult, 2013).

Nos mananciais em que a sua vegetação natural permanece intacta, devem ser realizadas ações de proteção e monitoramento a fim de evitar possíveis desmatamentos.

Existem diversas medidas para tratamento dos fundos de vale, sendo que as intervenções são, em sua maioria, estruturais, tais como:

- Remoção e reassentamento de famílias que moram, de forma irregular, em áreas de risco e, desapropriação de áreas e imóveis particulares em áreas sujeitas à deslizamento de terra próximo a erosões;
- Limpeza dos cursos d'água e fundos de vale;
- Recuperação e revitalização de áreas e matas ciliares ao longo dos mananciais naturais;
- Na impossibilidade da recuperação das matas ciliares, adotar materiais de revestimento e estabilização de leito e margens, reduzindo os processos erosivos de modo a influenciar o mínimo possível no regime hidráulico e hidrológico original;
- Construção de bacias de retenção integradas ao projeto urbanístico, por meio da criação de áreas de lazer e uso social, tais como praças e parques lineares, recuperando o valor social, natural e econômico;
- Desenvolvimento de instrumentos legais para regulamentação de soluções em drenagem pluvial;

Dentre as medidas citadas anteriormente podemos indicar que o município de Cristalina precisa ter um controle sobre as áreas próximas aos fundos de vale e locais onde já possui formação de processo erosivo, assim, restringir sua ocupação, já que o núcleo urbano já se encontra próximo a algumas delas.

A recuperação e revitalização das áreas de fundo de vale é outro item fundamental, algumas delas já apresentam processos erosivos e de mudança acentuada da paisagem devido às intervenções realizadas no entorno.

Os sistemas de microdrenagem terão de ser instalados no núcleo urbano, pois as estruturas de descarte, como os dissipadores hidráulicos devem ser dimensionados de forma criteriosa a fim de evitar impactos a jusante do lançamento nos fundos de vale.

### **C.3.4 Eventos de Emergência e Contingência**

De acordo com a Resolução do CONAMA 001/86, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I. A saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II. As atividades sociais e econômicas;
- III. A biota;
- IV. As condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V. A qualidade dos recursos ambientais.

Para minimizar a probabilidade de ocorrência dessas situações críticas, devem ser adotados princípios para orientar os responsáveis pelas atividades que possam representar potencial risco de impacto.

As ações de contingência aqui propostas contêm informações detalhadas sobre as características da área ou sistemas envolvidos, com o intuito de treinar, organizar, orientar, facilitar, agilizar e uniformizar as ações necessárias às respostas de controle e combate às ocorrências anormais.

Acidentes e imprevistos nos sistemas de drenagem urbana geralmente ocorrem em períodos de intenso índice pluviométrico que, associados ao desnudamento do solo, ou da ausência/dimensionamento incorreto dos dispositivos de coleta da água pluvial, acabam por gerar graves problemas à população, como deslizamentos de terra, inundações, doenças de veiculação hídrica, etc.

O relevo da região é plano levemente ondulado, o que propicia que Cristalina seja privilegiada quanto a existência de eventos de emergência relacionados às águas pluviais e por consequência com os cursos hídricos.

Na previsão realizada para os eventos de emergência, os riscos levantados são a contaminação e o assoreamento do Córrego Embira, sendo este o manancial de captação do município.

#### C.3.4.1 Contaminação dos Cursos d'água

A contaminação dos rios pode ocorrer pela interligação clandestina de esgoto nas galerias de microdrenagem, existentes ou a construir.

O rompimento de tubulação do sistema de esgotamento sanitário da zona urbana, pode causar tal fato. Existe ainda a possibilidade de lançamento de contaminantes na rede de drenagem, que pode atingir os cursos hídricos. Assim como o uso de fossas negras, que podem extravasar e contaminar os corpos hídricos próximo.

Nos casos de rompimento de tubulação do SES e derramamento de contaminantes nos cursos hídricos deve ser realizada a comunicação e alerta para a Secretaria do Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (SECIMA), a Defesa Civil e/ou Corpo de Bombeiros para verificar os danos e riscos à população.

#### C.3.4.2 Pontos de Estrangulamento

Define-se por pontos de estrangulamento os pontos do sistema de drenagem que se tornam críticos devido a diminuição das seções de vazão, assoreamentos, interferências físicas e demais fatores que acarretam deficiências no sistema de drenagem.

A obstrução por resíduos sólidos das bocas de lobo do município, ou uma quantidade inesperada de chuva, acima da média habitual, satura o sistema que não foi projetado para escoar tal volume d'água.

Na ocorrência de pontos de estrangulamento, deve-se informar primeiramente à secretaria responsável, para que a mesma tome as providências cabíveis.

#### C.4 INFRAESTRUTURA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

##### **C.4.1 Volumes de Produção de Resíduos Sólidos Urbanos**

O cálculo da geração *per capita* de resíduos requer informações como a quantidade de resíduos produzidos na unidade de estudo e o número de indivíduos residentes no município.

A identificação e caracterização dos resíduos de cada localidade são fundamentais na determinação da alternativa tecnológica mais adequada. Esses levantamentos compreendem todas as etapas do sistema.

A tabela a seguir lista as informações necessárias para o planejamento e gerenciamento dos resíduos sólidos municipais. Essas informações podem ser obtidas por meio da caracterização quantitativa e qualitativa, bem como através de levantamentos bibliográficos.

Tabela 65 - Definições

PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	IMPORTÂNCIA
Taxa de geração por habitantes (kg/habitante. Dia)	Quantidade de lixo gerada por habitante num período de tempo. Refere-se aos volumes efetivamente coletados e à população atendida.	Fundamental para o planejamento de todo o sistema de gerenciamento do lixo, sobretudo, no dimensionamento de instalações e equipamentos.
Composição Física	Refere-se às porcentagens das várias frações do lixo, tais como papel, plástico, metal, vidro e etc.	Ponto de partida para estudos de aproveitamento das diversas frações e para a compostagem.
Teor de Matéria orgânica	Quantidade de matéria orgânica contida no lixo, incluindo as não-putrescíveis e putrescíveis.	Avaliação do processo de compostagem. Avaliação do estágio de estabilização do lixo aterrado.

Para o cálculo de geração de resíduos sólidos de Cristalina, foi considerada a taxa de produção *per capita* de 1,61 Kg/hab.dia (SNIS, 2014), retirou-se a porcentagem de 30% de resíduos recicláveis de acordo com o Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Goiás e a taxa de incremento anual de 2% da geração per capita (IBAM, 2001)

Para estimar a geração de resíduos sólidos no município de Cristalina foi utilizada a fórmula abaixo (IBAM, 2001).

$$G_t = (P_f \cdot G_{p0}) \cdot (1 + Y_{per}) \cdot C_t *$$

Onde:

$G_t$  = geração futura de resíduos, após  $t$  anos (kg/d);

$G_0$  = geração atual de resíduos (Kg/d);

$P_0$  = população atual do total do Município;

$G_{p_0}$  = geração per capita atual (kg/hab.d) – obtida gravimetria;

$C_t$  = nível de cobertura da coleta no tempo  $t$  considerado (%);

$Y_{per}$  = taxa de incremento anual da geração per capita (% a.a.);

$C_0$  = cobertura atual da coleta ou nível de atendimento dos serviços de coleta (%);

Para se avaliar corretamente a projeção da geração de lixo *per capita* é necessário conhecer o tamanho da população residente, bem como o da flutuante, principalmente em cidades turísticas, visto nessas épocas a geração de resíduos aumenta em cerca de 70% a mais de lixo do que a população local. As tabelas a seguir apresentam a projeção para a geração dos resíduos de Cristalina e do distrito de Campos Lindos para os próximos vinte anos.

Tabela 66 - Projeção para a geração dos resíduos na Zona urbana de Cristalina para os próximos vinte anos.

Ano	População Prevista (hab)	Eficiência da Coleta (%)	Per capita de resíduos	Per capita de resíduos depositados no aterro (Kg/hab.d)	Lixo a ser disposto no aterro (t/dia)	Peso específico do resíduo compactado (t/m³)	Volume de Lixo Compactado (m³)		Volume de Terra p/ cobertura (m³/dia)	Volume de Lixo compactado + Terra compactada (m³)		
							Diário	Anual		Diário	Anual	Acumulado
2.018	39.147	100	1,3100	0,8777	34,359	0,70	49,1	17.916	9,82	58,9	21.499,1	21.499,1
2.019	40.125	100	1,3126	0,8795	35,288	0,70	50,4	18.400	10,08	60,5	22.080,3	43.579,4
2.020	41.128	100	1,3152	0,8812	36,242	0,70	51,8	18.898	10,35	62,1	22.677,4	66.256,8
2.021	42.156	100	1,3179	0,8830	37,222	0,70	53,2	19.409	10,63	63,8	23.290,5	89.547,4
2.022	43.210	100	1,3205	0,8847	38,229	0,70	54,6	19.934	10,92	65,5	23.920,3	113.467,7
2.023	44.290	100	1,3231	0,8865	39,262	0,70	56,1	20.472	11,22	67,3	24.566,8	138.034,5
2.024	45.397	100	1,3257	0,8882	40,323	0,70	57,6	21.026	11,52	69,1	25.230,7	163.265,3
2.025	46.532	100	1,3283	0,8900	41,413	0,70	59,2	21.594	11,83	71,0	25.912,7	189.177,9
2.026	47.695	100	1,3310	0,8917	42,532	0,70	60,8	22.177	12,15	72,9	26.612,7	215.790,6
2.027	48.887	100	1,3336	0,8935	43,680	0,70	62,4	22.776	12,48	74,9	27.331,5	243.122,1
2.028	50.109	100	1,3362	0,8953	44,860	0,70	64,1	23.391	12,82	76,9	28.069,7	271.191,8
2.029	51.361	100	1,3388	0,8970	46,071	0,70	65,8	24.023	13,16	79,0	28.827,5	300.019,3
2.030	52.645	100	1,3414	0,8988	47,315	0,70	67,6	24.672	13,52	81,1	29.606,0	329.625,2
2.031	53.961	100	1,3441	0,9005	48,593	0,70	69,4	25.338	13,88	83,3	30.405,3	360.030,6
2.032	55.309	100	1,3467	0,9023	49,904	0,70	71,3	26.021	14,26	85,5	31.225,6	391.256,2
2.033	56.692	100	1,3493	0,9040	51,251	0,70	73,2	26.724	14,64	87,9	32.068,7	423.324,9
2.034	58.109	100	1,3519	0,9058	52,634	0,70	75,2	27.445	15,04	90,2	32.934,1	456.258,9
2.035	59.561	100	1,3545	0,9075	54,054	0,70	77,2	28.185	15,44	92,7	33.822,4	490.081,3
2.036	61.050	100	1,3572	0,9093	55,513	0,70	79,3	28.946	15,86	95,2	34.735,0	524.816,4
2.037	62.576	100	1,3598	0,9111	57,010	0,70	81,4	29.727	16,29	97,7	35.672,0	560.488,4
2.038	64.140	100	1,3624	0,9128	58,548	0,70	83,6	30.528	16,73	100,4	36.634,0	597.122,4

Tabela 67 - Projeção para a geração dos resíduos no Distrito de Campos Lindos para os próximos vinte anos.

Ano	População Prevista (hab)	Eficiência da Coleta (%)	Per capita de resíduos	Per capita de resíduos depositados no aterro (Kg/hab.d)	Lixo a ser disposto no aterro (t/dia)	Peso específico do resíduo compactado (t/m³)	Volume de Lixo Compactado(m³)		Volume de Terra p/ cobertura (m³/dia)	Volume de Lixo compactado +Terra compactada(m³)		
							Diário	Anual		Diário	Anual	Acumulado
2.018	9.348	100	1,3100	0,8777	8,205	0,70	11,7	4.278	2,34	14,1	5.133,8	5.133,8
2.019	9.731	100	1,3126	0,8795	8,558	0,70	12,2	4.462	2,45	14,7	5.354,9	10.488,7
2.020	10.113	100	1,3152	0,8812	8,912	0,70	12,7	4.647	2,55	15,3	5.576,2	16.064,8
2.021	10.495	100	1,3179	0,8830	9,267	0,70	13,2	4.832	2,65	15,9	5.798,3	21.863,2
2.022	10.878	100	1,3205	0,8847	9,624	0,70	13,7	5.018	2,75	16,5	6.021,9	27.885,0
2.023	11.260	100	1,3231	0,8865	9,982	0,70	14,3	5.205	2,85	17,1	6.245,7	34.130,8
2.024	11.642	100	1,3257	0,8882	10,341	0,70	14,8	5.392	2,95	17,7	6.470,4	40.601,1
2.025	12.025	100	1,3283	0,8900	10,702	0,70	15,3	5.580	3,06	18,3	6.696,5	47.297,6
2.026	12.407	100	1,3310	0,8917	11,064	0,70	15,8	5.769	3,16	19,0	6.922,8	54.220,4
2.027	12.789	100	1,3336	0,8935	11,427	0,70	16,3	5.958	3,26	19,6	7.150,0	61.370,4
2.028	13.171	100	1,3362	0,8953	11,791	0,70	16,8	6.148	3,37	20,2	7.378,0	68.748,5
2.029	13.554	100	1,3388	0,8970	12,158	0,70	17,4	6.340	3,47	20,8	7.607,5	76.355,9
2.030	13.936	100	1,3414	0,8988	12,525	0,70	17,9	6.531	3,58	21,5	7.837,2	84.193,1
2.031	14.318	100	1,3441	0,9005	12,894	0,70	18,4	6.723	3,68	22,1	8.067,7	92.260,9
2.032	14.701	100	1,3467	0,9023	13,264	0,70	18,9	6.916	3,79	22,7	8.299,7	100.560,6
2.033	15.083	100	1,3493	0,9040	13,635	0,70	19,5	7.110	3,90	23,4	8.531,9	109.092,5
2.034	15.465	100	1,3519	0,9058	14,008	0,70	20,0	7.304	4,00	24,0	8.765,0	117.857,5
2.035	15.848	100	1,3545	0,9075	14,383	0,70	20,5	7.500	4,11	24,7	8.999,5	126.857,0
2.036	16.230	100	1,3572	0,9093	14,758	0,70	21,1	7.695	4,22	25,3	9.234,2	136.091,2
2.037	16.612	100	1,3598	0,9111	15,134	0,70	21,6	7.892	4,32	25,9	9.469,8	145.561,0
2.038	16.994	100	1,3624	0,9128	15,512	0,70	22,2	8.089	4,43	26,6	9.706,2	155.267,2

#### **C.4.2 Custos da Prestação dos Serviços Públicos de Limpeza Urbana e de Manejo de Resíduos Sólidos**

A elaboração de metodologia para o cálculo dos custos da prestação dos serviços de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos deve considerar separadamente os serviços que compõem a infraestrutura de resíduos sólidos, incluindo o manejo dos resíduos e os demais serviços, como a varrição, capina, pintura de meio-fio.

Como o serviço de limpeza público é bastante peculiar, é importante que seu encarregado receba treinamento e se interesse por informações atualizadas sobre o processo.

O município não cobra taxa de limpeza urbana, o que faz com o sistema seja oneroso aos cofres públicos. A falta de investimentos no setor, acaba restringindo o atendimento dos moradores de Cristalina, já que só a Cidade de Cristalina e o Distrito de Campos Lindos são atendidos com a coleta e disposição final dos resíduos.

O manejo dos resíduos sólidos domiciliares pode ser cobrado pela taxa de coleta de lixo, se a mesma for estabelecida no Código Tributário Municipal.

É cada dia maior a necessidade de que a prefeitura refaça os cálculos e passe a cobrar da população um valor fixo, de modo que o sistema seja expandido e tenha maior eficiência sem que o poder público arque exclusivamente com os custos.

Pela Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, a cobrança pela taxa dos serviços de limpeza e coleta de resíduos deve ser tarifada e cobrada pelo poder público. Para que isso aconteça, será necessário, estabelecer uma diretriz de transparência na demonstração da lógica de cálculo empregada na composição de custos, as proporções entre níveis de geração e outras considerações.

Aconselha-se o estabelecimento de taxas para os serviços de manejo dos resíduos sólidos adequadas com a realidade de Cristalina. Isso ajudará a estruturar os serviços e universalizar tais serviços.

A Tabela 68 apresenta uma composição geral de custos para a composição da taxa de resíduos sólidos.

**Tabela 68 - Composição de Custos para Taxa de Resíduos Sólidos**

População (hab) :	64.140
Economias:	18.864
Geração de resíduos domésticos (kg/hab.dia)	1,61
Geração da cidade (ton/mês)	3097,962
Investimento em Coleta Convencional (R\$):	1.000.000,00
Investimentos em Coleta Seletiva e Tratamento (R\$):	500.000,00
Investimentos em Disposição Final (R\$):	2.000.000,00
Repasse não oneroso da União ou Estado para Resíduos Sólidos (R\$)	0,00
Valor total dos investimentos (R\$) :	3.500.000,00
Operação da Coleta Convencional (R\$/mês):	100.000,00
Operação da Coleta Seletiva e Tratamento (R\$/mês):	10.000,00
Operação da Disposição Final (R\$/mês):	50.000,00
Resíduos da Coleta Convencional (%)	95,00%
Resíduos da Coleta Seletiva (%)	5,00%
Operação da Coleta Convencional (R\$/ton):	33,98
Operação da Coleta Seletiva e Tratamento (R\$/ton):	64,56
Operação da Disposição Final (R\$/ton):	16,99
Custo operacional total ( R\$/mês)	160.000,00
Prazo de pagamento (anos)	20
Taxa de financiamento do investimento (mensal - %)	0,90%
Pagamento do financiamento - investimentos (R\$/mês)	35.651,42
Valor da taxa ( R\$/economia.mês)	10,37168272
Faturamento ( R\$ /mês)	195.651,42

A composição do valor final da Taxa de Resíduos Sólidos é um valor alto quando observado a realidade econômica do município. O valor mensal a ser pago por cada economia seria de R\$ 10,37.

Vale ressaltar que para essa projeção de taxa de resíduos sólidos não foi considerado qualquer repasse não oneroso da união ou do estado. Esses repasses desonerariam a taxa, pois poderiam ser utilizados na implantação de estruturas, como o aterro sanitário e aquisição de equipamentos, como um caminhão adequado para a realização da coleta dos resíduos sólidos.

Um modelo justo, para que a taxa não seja onerosa nem para a população e nem para o poder público, seria a participação do mesmo com 50% dos custos com a infraestrutura de manejo de resíduos sólidos, nesse caso a taxa seria de R\$ 5,18/mês, totalizando anualmente o valor de R\$ 62,22.

Pelo novo marco legal a cobrança tem que ser feita pelo lançamento de taxa, tarifa ou preço público. Para que isso aconteça, será necessário, estabelecer uma diretriz de transparência na demonstração da lógica de cálculo empregada na composição de custos, as proporções entre níveis de geração e outras considerações.

#### **C.4.3 Regras para o transporte e outras etapas do gerenciamento de resíduos sólidos de que trata o Art. 20 da Lei 12.305/2010, e demais disposições pertinentes da legislação federal e estadual propondo a definição das responsabilidades quanto à sua implantação e operacionalização;**

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos lei 12.305/2010 os dispostos na Lei são:

Art. 20. Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos:

I - os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas "e", "f", "g" e "k" do inciso I do art. 13;

II - os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que:

a) gerem resíduos perigosos;

b) gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal;

III - as empresas de construção civil, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama;

IV - os responsáveis pelos terminais e outras instalações referidas na alínea "j" do inciso I do art. 13 e, nos termos do regulamento ou de normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e, se couber, do SNVS, as empresas de transporte;

V - os responsáveis por atividades agrossilvopastoris, se exigido pelo órgão competente do Sisnama, do SNVS ou do Suasa.

Parágrafo único. Observado o disposto no Capítulo IV deste Título, serão estabelecidas por regulamento exigências específicas relativas ao plano de gerenciamento de resíduos perigosos.

Estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos os geradores de resíduos enquadrados em algumas situações previstas na Lei 12.305/2010.

São essas:

- Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, que são gerados na atividade em específico, como os lodos de ETA e ETE, e os grosseiros provenientes dos sistemas de gradeamento.
- Resíduos industriais gerados nos processos produtivos e instalações industriais.
- Resíduos de serviços de saúde, gerados nos hospitais, clínicas, consultórios odontológicos, clínicas veterinárias, entre outros. Os planos de gerenciamento devem seguir os regulamentos e/ou as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS.
- Resíduos de mineração, que são os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Além de geradores específicos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos prevê que estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que geram resíduos perigosos ou

mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

Cabe elaborar um plano de gerenciamento as empresas de construção civil, nesse caso, o documento é denominado Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PGRCC).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) o plano de gerenciamento deverá ter como conteúdo mínimo:

- Descrição do empreendimento ou atividade;
- Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
- Observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS, do Suasa e, do PMGIRS.
- Explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;
- Definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;
- Identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;
- Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;
- Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, à reutilização e reciclagem;
- Se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;
- Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

- Periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.

#### **C.4.4 Critérios para pontos de apoio ao sistema de limpeza nos diversos setores da área de planejamento (apoio à guarnição, centros de coleta voluntária, mensagens educativas para a área de planejamento em geral e para a população específica)**

##### **C.4.4.1 Apoio à Guarnição**

Deve ser criado no município de Cristalina, base operacional apropriada para os serviços de limpeza urbana, tal local deverá obedecer às regulamentações estabelecidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego, através das Normas Regulamentadoras (NRs), principalmente a NR-24, que trata sobre as condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho.

A NR 24 é dividida em duas partes. A primeira relativa à parte das condições sanitárias que envolvem todas as definições e requisitos mínimos para se obter a mínima qualidade sanitária do trabalhador e a segunda parte relativa às condições de conforto no ambiente de trabalho, tais como alojamentos, vestiários, refeitórios e cozinhas.

A aplicabilidade da NR 24 se dá em todo ambiente de trabalho no qual o trabalhador se utiliza dos sanitários e demais dependências para troca de roupa, descanso ou alimentação.

Na cidade de Cristalina já existe um pátio de máquinas utilizados pela SANECOM e um pátio de máquinas utilizado pela prefeitura de Cristalina, a garagem da prefeitura guarda os veículos utilizados na administração municipal. No Pátio da SANECOM, fica guardado os veículos utilizados na manutenção da limpeza urbana.

#### C.4.4.2 Centros de Coleta Voluntária

Os PEVs (postos de entrega voluntária) ou LEVs (locais de entrega voluntária) são uma alternativa para a realização do recolhimento de materiais urbanos recicláveis. Criados pela prefeitura, estes postos estão instalados em diversas cidades, com o objetivo único de diminuir a quantidade de lixo descartado em locais públicos, terrenos baldios e córregos, evitando assim a proliferação de doenças, enchentes e de animais que são atraídos pelo acúmulo de lixo.

Devem ser dispostos versões para os resíduos recicláveis dos Locais de Entrega Voluntária (LEV), essas instalações serão responsáveis por receber materiais recicláveis separados pelos moradores do município.

Esses pontos para entrega de material reciclável são o embrião de um programa efetivo de coleta seletiva, pois ajudam a disseminar o hábito de separar os resíduos por parte da população.

Durante as visitas a campo, não foi visto nenhum PEV no município em estudo, no entanto, a Figura 44 ilustra pontos de entrega voluntária que podem ser implantados em Cristalina.



Figura 44 - PEVs. Fonte: Prefeitura de São Paulo (2014).

No item C.4.6 está descrito como deve estar estruturada a Área de Transbordo e Triagem dos Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos (ATT). Este local também poderá funcionar como um centro de coleta voluntária, conhecidos como Locais de Entrega Voluntaria (LEV) ou postos de entrega voluntária (PEV).

#### C.4.4.3 Iniciativas de Educação e Conscientização Ambiental

Juntamente com a instalação da infraestrutura adequada para incentivo aos programas de reciclagem, deve ser criado programa específico de educação ambiental, visando convencer a população a participar de tais ações.

Tal programa será detalhado no Produto E, que trata dos programas, projetos e ações.

#### **C.4.5 Descrição das formas e dos limites da participação do poder público local na coleta seletiva e na logística reversa, respeitado o disposto no art. 33 da Lei 12.305/2010, e de outras ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;**

Segundo a Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos seguintes produtos que geram resíduos passíveis de logística reversa.

Os resíduos passíveis de logística reversa são os provenientes de agrotóxicos (embalagens), pilhas e baterias, pneus, óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens,

lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista e produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

A política também prevê que embalagens plásticas, metálicas ou de vidro, e aos demais produtos e embalagens, devendo ser conspirado prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados.

O Artigo 33, § 7º estabelece que o titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, pode encarregar-se de atividades de responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes nos sistemas de logística reversa dos produtos e embalagens a que se refere, as ações do poder público serão devidamente remuneradas, na forma previamente acordada entre as partes.

O município de Cristalina pode contribuir com o sistema de logística reversa, principalmente no que cabe à articulação dos comerciantes e distribuidores que atuam na cidade vendendo ou distribuindo algum dos produtos passíveis dessa logística.

A estruturação de Postos de Entrega Voluntária (PEV) pode impulsionar o desenvolvimento de iniciativas de logística reversa no município. Cristalina deixa a desejar nesse quesito, já que não existe na cidade nenhum ponto de entrega voluntária e nem programas que incentivam a participação da comunidade.

#### **C.4.6 Critérios de escolha de localização do bota-fora dos resíduos inertes gerados (excedente de terra dos serviços de terraplenagem, entulhos etc.);**

Segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002 entende-se como resíduos da construção civil os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos.

Os resíduos gerados são os mais diversos, compreendendo materiais como tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

O gerenciamento de resíduos sólidos é um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (CONAMA, 2002).

Propõe-se que a primeira iniciativa a ser tomada em Cristalina seja a criação de uma Área de Transbordo e Triagem de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos (ATT), destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada.

A criação da ATT iria incentivar a reutilização dos resíduos no município, principalmente os resíduos de escavação (solo), ou os recicláveis como plásticos, madeiras e metais que vem junto ao material.

A Figura 45 apresenta o esquema de uma área de transbordo e triagem, com espaço suficiente para armazenamento e manipulação dos resíduos, além de delimitação de alguns espaços específicos visando a organização do local.

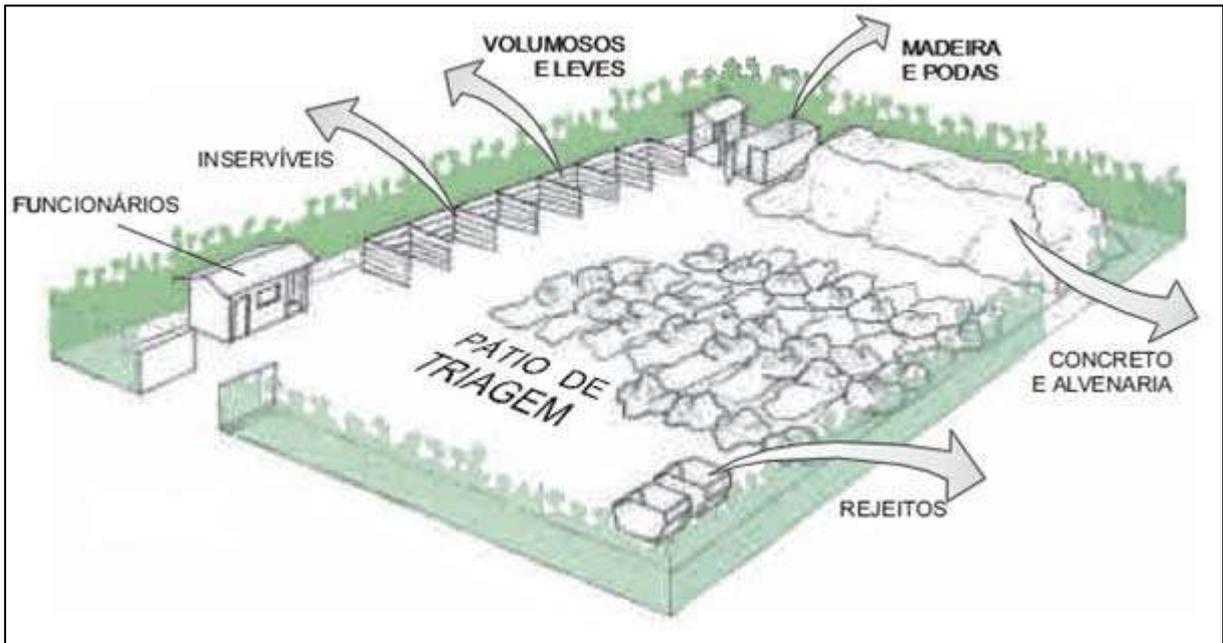


Figura 45 - Exemplo de área de transbordo e triagem.

Um ponto fundamental para o sucesso da ATT é sua localização, a mesma deve estar dentro do núcleo urbano, observando critérios de incomodo de vizinhança, haja vista que a localização próxima é um incentivo à sua utilização, já que a população e os prestadores de serviços não teriam que percorrer distâncias acentuadas para descartar os resíduos.

Caso haja necessidade, poderá ser criado aterro específico para os resíduos inertes, essa área deverá obedecer a alguns critérios específicos, a fim de preservar a região que o mesmo estará locado.

Para a escolha da área de locação do aterro de resíduos inertes devem ser tomadas algumas precauções, a primeira delas é que o impacto ambiental a ser causado pela instalação do aterro seja minimizado, além disso deve haver aceitação por parte da população vizinha e a instalação do aterro deve estar de acordo com a legislação de uso do solo e com a legislação ambiental.

As ATT devem seguir os seguintes critérios segundo a ABNT 15.112/2004:

- Portão e cercamento no perímetro da área de operação, construídos de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas e animais;
- Anteparo para proteção quanto aos aspectos relativos à vizinhança, ventos dominantes e estética, como, por exemplo, cerca viva arbustiva ou arbórea no perímetro da instalação.

Deve ser implantado sistema de proteção ambiental que contemple:

- sistema de controle de poeira, ativo tanto nas descargas como no manejo e nas zonas de acumulação de resíduos;
- dispositivo ativos de contenção de ruído em veículos e equipamentos;
- sistema de drenagem superficial com dispositivos para evitar o carreamento de materiais; e
- revestimento primário do piso das áreas de acesso, operação e estocagem, executado e mantido de maneira a permitir a utilização sob quaisquer condições climáticas.

**C.4.7 Identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada de rejeitos, identificando as áreas com risco de poluição e/ou contaminação, observado o Plano Diretor de que trata o § 1º do art. 182 da Constituição Federal e o zoneamento ambiental, se houver;**

A seleção de área para implantação de um aterro sanitário é uma tarefa complexa. O governo de Cristalina ainda não definiu áreas passíveis à locação de um novo aterro sanitário.

O aterro controlado do município fica a uma distância de aproximadamente 2.500 metros da zona urbana de Cristalina. A Resolução nº 05/2014 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEMAM) que dispõe sobre os procedimentos de Licenciamento Ambiental

dos Aterros Sanitários dos municípios do Estado de Goiás, afirma que a distância mínima entre a zona urbana e o aterro sanitário deve ser de 3.000 metros.

A resolução especifica que a locação do aterro sanitário em áreas selecionadas com distância inferior a 3.000 metros e superior a 1.500 metros de distância da zona urbana pode ser justificada pela existência de barreiras físicas que limitam o crescimento da cidade naquela direção.

Para tanto, a locação deste aterro deverá obedecer a Normativa nº. 11/2013 da SECIMA, que estabelece os seguintes critérios:

a) Deverão observar também, os aspectos definidos nas Normas Brasileiras Registradas – NBRs da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e atender horizonte de projeto de no mínimo 15 (quinze) anos, e;

b) Situar-se fora de Reserva Legal e em local que preferencialmente não precise ser desmatado;

c) Respeitar as seguintes distâncias mínimas:

c.1) 3.000 metros do perímetro urbano. Para distâncias menores a 3.000 metros da área selecionada e que esteja superior a 1.500 metros do perímetro urbano, pode ser justificado pela existência de barreiras físicas que limita o crescimento da cidade naquela direção. Por exemplo, morro, curso d'água, floresta nativa ou plantada, com no mínimo 200 metros de largura e por toda extensão da área selecionada.

c.2) 500 metros de domicílios rurais (a partir do perímetro da área a ser utilizada);

c.3) 300 metros de corpo hídrico, nascentes temporárias ou perenes. A distância de 300 metros, deve ser consideradas a partir do perímetro da área a ser utilizada;

c.4) Quando a área definida estiver à montante da captação de abastecimento público deverá manter uma distância mínima de 2.500 metros desse ponto e afastamento de 500 metros do Corpo Hídrico;

d) para área localizada na zona de amortecimento de Unidade de Conservação, obter anuência do órgão gestor da referida unidade, conforme previsto na resolução CONAMA nº 428/2010 ou sua atualização;

e) para área localizada no raio da Área de Segurança Aeroportuária – ASA, obter anuência do seu órgão gestor, conforme Lei Federal Nº 12.725, de 16 de outubro de 2012.

f) A cota inferior da base do aterro sanitário e as unidades de tratamento e disposição final do percolado deverão estar a uma distância mínima de 5,0 metros da cota máxima do lençol freático. A distância poderá estar em intervalos inferiores desde que comprovada o atendimento do disposto no item 4.2.1.5.5 e embasado em soluções de engenharia que garanta a proteção do lençol freático.

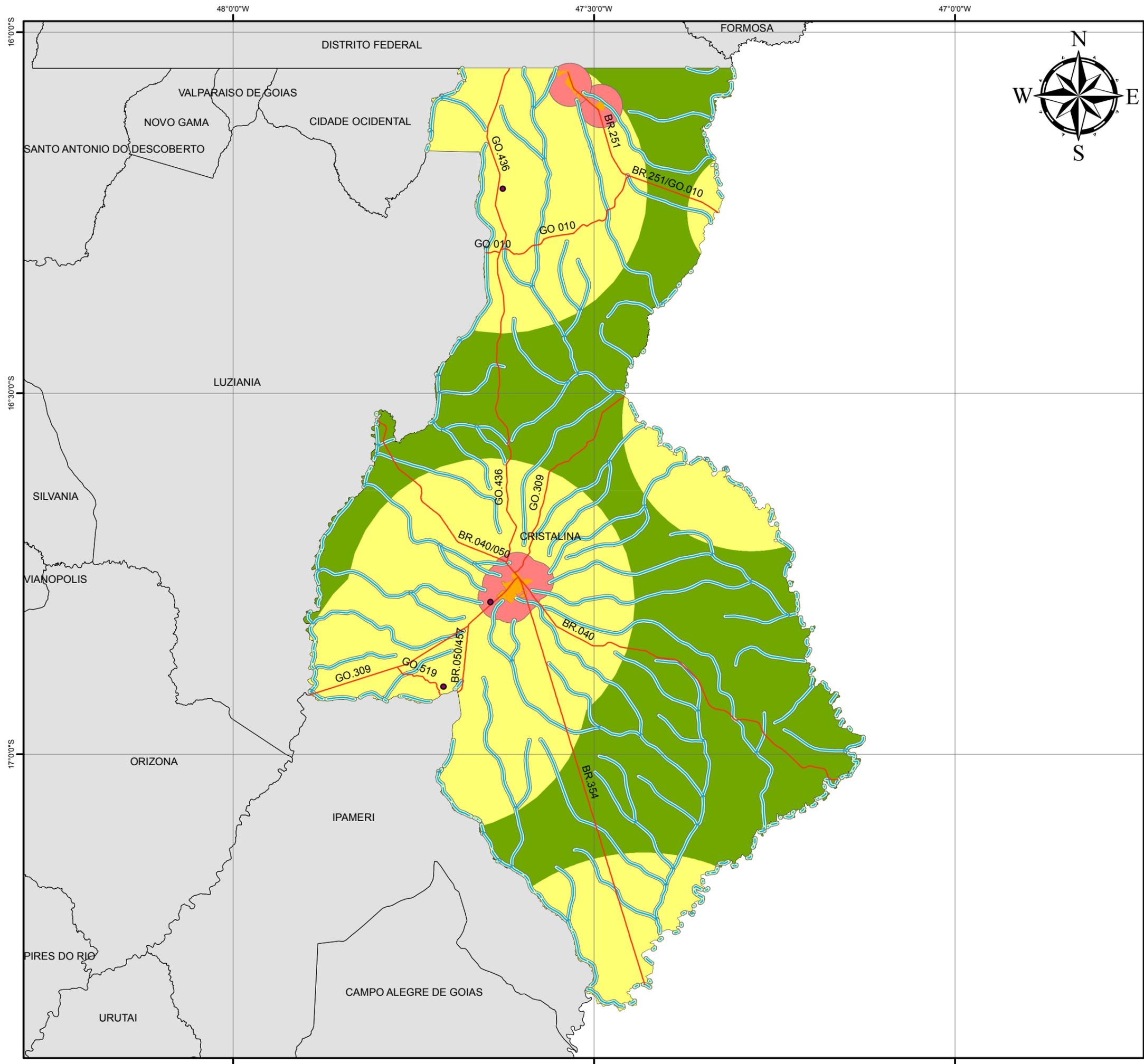
g) O terreno deverá ter declividade máxima de 20%.

O aterro deve ser projetado para uma vida útil de no mínimo 10 anos. Caso a área atual, de aproximadamente 89 m<sup>2</sup> não seja suficiente para as adequações necessárias, segundo estudo da SECIMA o município possui 24,94% da sua extensão territorial disponível para locação de aterro sanitário e 35% disponível para locação de aterro sanitário mediante anuência.

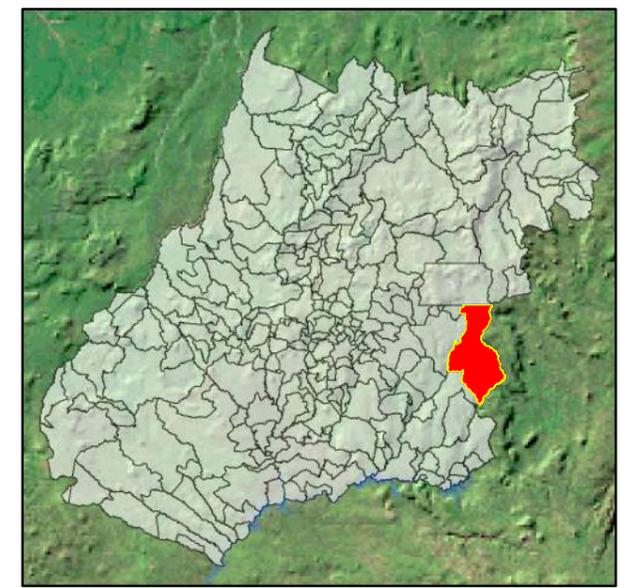
Sendo assim, propõe-se que o governo de Cristalina estabeleça normas de ocupação do solo, impedindo a expansão no município em direção ao aterro, já que não foram diagnosticados outros locais passíveis da instalação do mesmo, visto que as outras áreas não atendem aos quesitos estabelecidos pela legislação, ou a viabilidade de implantação devido a distância do núcleo urbano.

A instrução normativa ainda estabelece outros critérios para a seleção de áreas para a implantação de aterros sanitários, há também as NBRs da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que estabelecem e complementam o trabalho de escolha de áreas e concepção de projetos de disposição de resíduos sólidos, sendo elas, a NBR 15849/2010, NBR 8819/1996, NBR 13896/1997.

O mapa a seguir aponta a região mais propícia para a implantação de um aterro sanitário no município de Cristalina.



## REGIÕES MAIS PROPÍCIAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM ATERRO SANITÁRIO



### Legenda

- Aerodromo
- Rodovia
- Recursos Hídricos
- APP
- + Perímetro urbano
- Área restrita para instalação
- Área sujeita a Anuência
- Área livre para instalação
- Municípios



PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO

Escala: 1:575.154

Município / UF:  
**CRISTALINA / GO**

#### **C.4.8 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;**

##### **C.4.8.1 Acondicionamento**

A gestão de resíduos sólidos envolve atividades referentes à tomada de decisões estratégicas com relação aos aspectos institucionais, administrativos, operacionais, financeiros, ambientais e políticos, e abrange o conjunto de referências político-estratégicas, institucionais, legais, financeiras e ambientais capaz de orientar a organização do setor.

Os resíduos gerados principalmente nas residências devem ser acondicionados em recipientes com tampa, confeccionado em material resistente e com formato que permita fácil limpeza, além disso os recipientes utilizados pela população deverão ter capacidade para armazenar o lixo produzido entre uma coleta e outra.

Os geradores especiais de resíduos, como os comércios e prestadores de serviço que fazem uso do sistema de coleta pública devem se atentar para a forma de acondicionamento dos seus resíduos, visto que alguns geram grande quantidade, devendo providenciar recipientes que suportem a quantidade de resíduos gerada, como contêineres, o que evita o acúmulo de resíduos em vias públicas.

Compete à administração municipal orientar a população e incentivar o uso adequado de recipientes para o acondicionamento dos resíduos gerados em suas residências, aos demais geradores de resíduos também cabe orientação, incentivo e fiscalização do uso correto dos recipientes adequados, sendo as formas mais comuns e recomendadas para o acondicionamento listadas a seguir.

Tabela 69 - Tipo de acondicionamento.

<b>Tipos de Resíduos</b>	<b>Acondicionamento</b>
<b>Resíduos Domiciliares</b>	<b>Recipientes com tampa</b>
	Sacos plásticos
	Recipientes metálicos, plásticos ou em pneus usados, com tampa.
<b>Resíduos Comerciais</b>	<b>Sacos plásticos</b>
	Sacos de rafia
	Tambores de 200 litros, com identificação
	Caçambas estacionárias
<b>Resíduos Industriais</b>	<b>Não perigoso – contêineres/caçambas</b>
	Perigoso – recipientes especiais
<b>Resíduos Serviços de Saúde</b>	<b>Sacos plásticos brancos especiais</b>
	Perfuro cortantes – Caixas papelão ou material similar
<b>Resíduos do Serviço Público - Varrição</b>	<b>Cestos coletores de calçada.</b>
	Carrinhos de varrição.
	Tambores.
<b>Resíduos do Serviço Público – Capina, Limpeza Galerias e Entulhos</b>	<b>Contêineres</b>
	Caçambas estacionárias
	Tambores de 200 litros
	Recipientes basculantes

É necessário que os carrinhos e tambores sejam forrados com sacos plásticos, devidamente identificados, essa identificação pode ser realizada com o uso de sacos com cores diferenciadas, que é o mais usual.

Em qualquer situação, não deverão ser utilizados recipientes abertos, expostos à chuva, para não acumular água, tal providência impedirá a proliferação de mosquitos transmissores de doenças, principalmente a dengue.

Os recipientes utilizados para o armazenamento temporário dos resíduos devem ser furados ou possuir algum sistema de drenos específicos para evitar o acúmulo de água.

#### C.4.8.2 Varrição

A varrição deverá ocorrer de forma diferenciada, de acordo com as características, tipo de ocupação e região da cidade. Como Cristalina é uma cidade homogênea, apresentando zona urbana uniforme, não há grandes considerações sobre a varrição a ser realizada no núcleo urbano.

A mesma deverá ser diferenciada apenas nas avenidas com atividades comerciais, que apresentam geração de resíduos superior às demais vias. A Tabela 70 apresenta recomendações quanto à frequência, período e observações sobre os serviços de varrição.

**Tabela 70 - Recomendações sobre varrição.**

TIPO DE ÁREA	FREQUÊNCIA	PERÍODO	OBSERVAÇÕES
Residencial	2 a 5 vezes por semana	Diurno	Repasse nas vias de maior movimento e concentração
Comercial/Industrial	Diária	Diurno/Noturno	Repasse nas vias de maior movimento e concentração
Feiras, festas e locais de venda de pescados	Eventual	Imediatamente após a realização do evento	A varrição inicia-se imediatamente após a realização do evento; nas vendas de pescados, as vias devem ser lavadas e desinfetadas

#### C.4.8.3 Capina, Limpeza de Galerias e Entulhos

O dimensionamento das atividades de capina deve ser trimestralmente, ou de forma a obedecer a uma programação sazonal, visto o surgimento de vegetação nos logradouros e vias públicas.

A capina pode ser realizada de forma manual, através do uso de enxadas, o rendimento é em torno 150 m<sup>2</sup>/servidor/dia, para a capina manual. Sua vantagem em

relação a capina química é o risco menor em que o trabalhador estará exposto, já que não há a manipulação de herbicidas, substâncias nocivas aos seres humanos quando não utilizado de forma correta.

A capina química, que é realizada com o uso de herbicidas apresenta um rendimento de aproximadamente 10.000 m<sup>2</sup>/servidor/dia, no entanto, esse tipo de prática em áreas urbanas expõe a população ao risco de intoxicação, além de contaminar a fauna e a flora local. Para orientar municípios de todo país sobre os perigos do uso de agrotóxicos nas cidades, em dezembro de 2010 a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) publicou uma nota técnica sobre o tema.

No processo de Consulta Pública, colhendo contribuições dos diversos segmentos da sociedade, bem como das áreas técnicas da Agência e de outros órgãos do Sistema Único de Saúde (SUS) evidenciou-se que a regulamentação dessa prática não se revelava o melhor caminho na busca da proteção e da defesa da saúde da população brasileira.

A capina mecanizada também é uma opção que pode ser executada em vias urbanas pavimentadas com paralelepípedos, lajotas ou nas sarjetas das vias asfaltadas. O método consiste na retirada das ervas daninhas através de um sistema hidráulico rotativo. Posteriormente com o uso da vassoura mecânica são removidos os rejeitos deixando o local limpo.

A utilização dessa técnica, além de melhorar a estética da cidade através da erradicação de ervas daninhas/invasoras nas vias urbanas, concentrando esforços em não prejudicar o meio ambiente e a saúde, otimiza os recursos humanos, obtendo maior eficiência na sua execução.

Os serviços de roçagem em Cristalina devem ser realizados nas épocas chuvosas, no mínimo duas vezes durante esse período, compreendendo uma no meio do período chuvoso (dezembro) e outra no final do período chuvoso (maio).

A limpeza do sistema de drenagem existente ou a ser construído pode ser feita de forma manual ou mecânica, sendo a limpeza manual mais indicada para a localidade, já que o município em estudo não possui equipamentos suficientes e adequados para realizar a limpeza mecânica.

Os serviços de limpeza na rede de drenagem devem ser de cunho preventivo, visto que essa medida evita a redução da eficiência dos dispositivos de drenagem presentes no núcleo urbano. Em Cristalina, essa manutenção não é feita, visto que as medidas tomadas são de cunho corretivo.

Os serviços de verificação e limpeza, se necessário, devem ser realizados antes do início do período chuvoso (Agosto/Setembro), e conforme a necessidade durante o período de chuvas, por solicitação da população ou verificação dos gestores municipais.

As ações preventivas são classificadas como medidas estruturais e não estruturais, sendo que muitas vezes as não estruturais são mais simples e menos onerosas que as estruturais.

As medidas não estruturais se resumem em ações que envolvem a educação da população, orientando-os principalmente no que se refere à destinação adequada dos resíduos sólidos, estando essa vertente ligada à efetividade do sistema de drenagem.

Devem ser elaboradas campanhas educativas sobre o acondicionamento dos resíduos e descarte inadequado, visto que esses são os principais motivos de obstruções e outros danos ao sistema de drenagem artificial e natural, além do descarte de resíduos de construção civil às margens dos corpos hídricos, o que intensifica o processo de

assoreamento e ainda é causa de alguns pontos de alagamento, visto que em tempos chuvosos a obstrução das bocas de lobo impede o escoamento das águas.

#### C.4.8.4 Coleta

A coleta de lixo também deverá ocorrer de forma diferenciada, de acordo com as características, tipo de ocupação e região da cidade. No núcleo urbano foram observadas algumas ocupações irregulares na região nordeste do município, que é considerada zona de expansão de Cristalina. A área foi invadida e não possui condições adequadas de saneamento.

Apesar de atender a zona urbana com a coleta de segunda a sexta-feira, o sistema se mostra insuficiente, visto que existe locais onde está sendo depositados resíduos domésticos de forma irregular. No distrito de Campos Lindos, localizado a aproximadamente 100 km de Cristalina, a coleta é feita por caminhões da prefeitura e depositados em um lixão a 3 km do distrito.

A Tabela 71 apresenta as recomendações para a coleta dos resíduos domiciliares e comerciais no município de Cristalina.

Tabela 71 - Frequência de coleta

Tipo de Área	Frequência	Período	Observações
Residencial	Dias alternados	Diurno	Diárias em áreas mais adensadas
Zona de Expansão	Duas vezes na semana	Diurno	Como as ruas não são asfaltadas, recomenda-se que a população disponha os resíduos em contêineres que serão instalados pela prefeitura nas ruas principais, até que a zona seja pavimentada.
Distrito e Povoado	Dias alternados	Diurno	-

Tipo de Área	Frequência	Período	Observações
Comercial/Industrial	Diária	Diurno/noturno	O período dependerá do tamanho da cidade e da produção de lixo.
Feiras, festas e outros eventos	Eventual	Imediatamente após a realização do evento	A coleta deverá ser iniciada imediatamente após a varrição

A frequência de coleta diária para os resíduos comerciais e industriais, nesse caso micro e pequenas empresas, é indicada caso a prefeitura ou os empresários vejam necessidade, ou dependendo do tipo de resíduo gerado.

Os equipamentos usualmente utilizados para a coleta podem ser o carrinho coletor manual, carreta de tração por trator, caminhão basculante, caminhão convencional, caminhão compactador, caminhão transportador de contêineres e caminhão transportador de caçambas.

A utilização de veículos com ou sem compactação, depende da região da cidade e de suas características, os veículos sem compactação são indicados para áreas de população não concentrada. Já os veículos com compactação são indicados para áreas com maior concentração populacional.

A Tabela 72 apresenta os tipos de resíduos gerados na zona urbana de Cristalina e no distrito de Campos lindos e o Povoado de São Bartolomeu e a responsabilidade da coleta, se é por parte da prefeitura ou da empresa terceirizada Sanecon Ambiental e AS Nascimento.

**Tabela 72 - Responsabilidade da coleta de resíduos.**

Local	Tipo de Resíduo	Responsável pela Coleta
Área urbana de Cristalina	Resíduos domésticos	Sanecon
	Resíduos de poda e capina	AS Nascimento
	Resíduos dos serviços de saúde	Prefeitura
	Resíduos de construção e	Gerador
Distrito de Campos Lindos	Resíduos domésticos	Prefeitura
	Resíduos de poda e capina	Prefeitura
	Resíduos dos serviços de saúde	Prefeitura
	Resíduos de construção e	Prefeitura

Para a coleta de resíduos sólidos urbanos a empresa responsável SANECON utiliza os seguintes equipamentos.

**Tabela 73 – Equipamentos utilizados para a coleta de resíduos sólidos urbanos.**

Equipamentos / Veículos	Quantidade (Unid.)
Caminhão compactador	04
Caminhão caçamba	05
Tratores	03
Trator de esteira	01
Retroescavadeira	01
Escavadeira Hidráulica	01
Saveiro	02
Montana	01
Motocicleta	01
Ônibus	01

Os resíduos coletados no Distrito de Campos Lindos são dispostos no lixão, o serviço e realizado por caminhões da prefeitura.



Figura 46 - Pátio de veículos da prefeitura Distrito de Campos Lindos

A partir de dados obtidos pelo dimensionamento da zona urbana de Cristalina (Tabela 74), obteve-se a Tabela 75, que dimensiona toda a área que será atendida pela coleta de resíduos no município.

Tabela 74 - Dados de entrada

População total do município (IBGE 2010)	46.580
População a ser atendida pela frota	64.140
Extensão total das ruas do município (km)	80
Extensão total das ruas a serem atendidas pela frota (km)	80
Distância média em Km do ponto de início da coleta até o local de descarga (km)	10
Quantidade diária de horas de serviço de cada veículo (h)	8

Tabela 75 - Dimensionamento do sistema de coleta

Área a ser atendida com coleta	Área Total do Município		Área Parcial do Município	
	Todo dia	Dias alternados	Todo dia	Dias alternados
Quantidade diária de resíduo a ser coletado pelo veículo (s) solicitado (s) (ton/dia)	23,29	23,29	32,07	32,07
Tempo gasto, por viagem, com o transporte do local de coleta até a destinação final dos resíduos (h)	1,00	1,00	1,00	1,00
Número de viagens diárias possíveis por veículo caminhão caçamba 5 m <sup>3</sup> (und)	5,50	6,52	6,02	6,87
Número de viagens diárias possíveis por veículo caminhão caçamba 10 m <sup>3</sup> (und)	4,56	5,81	5,17	6,28
Número de viagens diárias possíveis por veículo caminhão caçamba 12 m <sup>3</sup> (und)	4,20	5,50	4,82	6,02
Número de viagens diárias possíveis por veículo caminhão compactador 5 m <sup>3</sup> (und)	3,39	4,76	4,02	5,36
Número de viagens diárias possíveis por veículo caminhão compactador 12 m <sup>3</sup> (und)	2,15	3,39	2,69	4,02
Número de viagens diárias possíveis por veículo caminhão compactador 15 m <sup>3</sup> (und)	1,82	2,96	2,31	3,58
Frota (em número de veículos) para coleta de resíduos caminhão caçamba 5 m <sup>3</sup>	3,53	2,98	4,44	3,89
Frota (em número de veículos) para coleta de resíduos caminhão caçamba 10 m <sup>3</sup>	2,56	2,01	3,10	2,55
Frota (em número de veículos) para coleta de resíduos caminhão caçamba 12 m <sup>3</sup>	2,31	1,76	2,77	2,22
Frota (em número de veículos) para coleta de resíduos caminhão compactador 5 m <sup>3</sup>	1,91	1,36	2,21	1,66
Frota (em número de veículos) para coleta de resíduos caminhão compactador 12 m <sup>3</sup>	1,50	0,95	1,66	1,11
Frota (em número de veículos) para coleta de resíduos caminhão compactador 15 m <sup>3</sup>	1,42	0,87	1,55	1,00

#### **C.4.9 Eventos de Emergência e Contingência**

O sistema de manejo e disposição dos resíduos sólidos de Cristalina ainda é deficiente em algumas etapas, principalmente na atual disposição final dos resíduos sólidos coletados na zona urbana.

Mesmo incompleta, a infraestrutura para manejo de resíduos sólidos deve ter uma estrutura mínima para seu funcionamento, logo o levantamento dos eventos de emergência e a proposição das ações de contingência foram confeccionadas dentro do cenário mínimo ideal para um sistema de resíduos sólidos que atenda as exigências legais e ambientais.

##### **C.4.9.1 Suspensão da Varrição e Capina**

A suspensão dos serviços de varrição e capina por parte do setor responsável da prefeitura, ou por empresa contratada é um evento que deve ser previsto, visto que a suspensão desses serviços por um longo período de tempo acarretará transtornos à população da zona urbana de Cristalina.

##### **C.4.9.2 Paralisação da Coleta (Total ou Parcial)**

A greve geral da operadora ou do setor responsável da prefeitura pela coleta pode ocasionar o acúmulo dos resíduos sólidos nas ruas do município, o que resultará em transtornos graves, visto que um ambiente com resíduos acumulados é propício à proliferação de vetores que são responsáveis pela transmissão de inúmeras doenças.

A paralisação da coleta pode ocorrer devido a indisponibilidade de veículos e equipamentos utilizados nos serviços (manutenção, disponibilização para outras ações, etc.).

#### C.4.9.3 Paralisação Parcial do Aterro Sanitário

O município de Cristalina ainda não possui aterro sanitário apropriado, atualmente os resíduos sólidos coletados são dispostos em um aterro controlado.

Com a instalação de um aterro sanitário apropriado poderá haver alguns eventos emergenciais vinculados à construção e operação do mesmo, no caso, o principal risco vinculado à operação do aterro consiste na ruptura dos taludes e no desmoronamento das valas.

A obstrução da via que dá acesso ao aterro é outro fator que pode paralisar a atividade de disposição final dos resíduos, no entanto, esse fato pode ser solucionado por meio de desvios pelas estradas vicinais da região.

#### C.4.9.4 Paralisação Total do Aterro

São vários os fatores que podem causar a paralisação total do futuro aterro sanitário, entre eles:

Greve dos funcionários responsáveis pela operação do mesmo, sejam estes terceirizados ou concursados efetivos da prefeitura de Cristalina.

Esgotamento da área disponível para a disposição dos resíduos sólidos.

A falta ou quebra das máquinas e veículos utilizados na operação do aterro.

O embargo das atividades pelo órgão fiscalizador do meio ambiente, no caso a SECIMA.

#### C.4.9.5 Ações de contingência

Se a situação dos equipamentos de coleta deteriorar-se, pode-se realizar mutirões com os moradores nos bairros e locais mais críticos a fim de promover a limpeza dessas áreas.

Caso os eventos de emergência atinjam a disposição final, pode-se enviar os resíduos orgânicos provisoriamente para um aterro alternativo ou área temporária, sendo que assim que o aterro sanitário tivesse condições, os resíduos seriam removidos para lá.

No caso da paralisação dos trabalhadores do aterro sanitário pode-se contratar empresa terceirizada em caráter emergencial aos serviços, ou realocar funcionários da própria administração pública para a operação do aterro.

Em caso de eventos que causem danos ambientes e consequente contaminação a da área e do entorno, deve ser acionado o órgão de meio ambiente (SECIMA) e o corpo de bombeiros, caso haja vítimas.

Deve haver a resolução de problemas de cunho burocrático e técnico junto ao órgão ambiental fiscalizador, no caso de o aterro sanitário ser embargado, cumprindo-se todas as condicionantes apontadas.

Nos eventos em que a paralisação ocorrer pela quebra de máquinas e veículos, deve-se realizar o reparo imediato dos mesmos. Caso os reparos demandem período longo, pode-se realizar contratos emergenciais para a locação de máquinas e veículos.

#### D. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amorim, M. C. C.; Porto, E. R. Considerações sobre controle e vigilância da qualidade de água de cisternas e seus tratamentos. CNPTIA: Embrapa, Sd. 8p.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, Norma Brasileira 15.112/2004. Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Área de transbordo e triagem – Diretrizes para projetos, implantação e operação. 2004. 7 pág.

Brasil, Lei nº. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. 2007

\_\_\_\_\_. Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br> . Acesso em: 12/05/2016.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002. Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <http://www.mma.gov.br> . Acesso em: 12/05/2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Manual integrado de Vigilância Epidemiológica da Cólera – 2. ed. rev. – Brasília : Ministério da Saúde, 2010.

CARDOSO, Francisco José. Análise, concepção e intervenções nos fundos de vale da cidade de Alfenas [MG]. Labor & Engenho, v. 3, n. 1, p. 01-20, 2009, disponível em: [http://periodicos.bc.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/1736/pdf\\_128](http://periodicos.bc.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/1736/pdf_128) , acesso em: 06/05/2016.

DAROLT, M.R. Lixo Rural: Entraves, Estratégias e Oportunidades. Ponta Grossa: 2002.

DI BERNARDO, L. Métodos e técnicas de tratamento de água. vol I e II, Rio de Janeiro: ABES, 1993.

GOIÁS, Instrução normativa nº 011/2013. Procedimentos de Licenciamento Ambiental dos projetos de disposição final dos resíduos sólidos urbanos, na modalidade Aterro Sanitário, nos municípios do Estado de Goiás. 2013.

\_\_\_\_\_. Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-GO, estabelece o Regulamento do Sistema de outorga das águas de domínio do Estado de Goiás e dá outras providências. Resolução nº 09, de 04 de maio de 2005.

IBGE. Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

Madeira, J. L.; Simões, C. C. S. Estimativas preliminares da população urbana e rural segundo as unidades da Federação de 1960/1980 por uma nova metodologia. Revista Brasileira de Estatística, Rio de Janeiro: IBGE, v.33, n. 129. 1972. p.3-11.

Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos / José Henrique Penido Monteiro ...[et al.]; coordenação técnica Victor Zular Zveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

Novaes, A.P. Utilização de uma Fossa Séptica Biodigestora para Melhoria do Saneamento Rural e Desenvolvimento da Agricultura Orgânica. São Carlos: Embrapa, 2002.

SABESP, Tratamento de água. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47> Acessado em: 24/04/2016

Sousa, F. P., Cavalcanti, P. F. F., Van Haandel, A. C. (1998). Efeito da proporção área/profundidade sobre o desempenho de um reator UASB, 20oCong. Bras. Eng. Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, disponível em CD.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. Revista Brasileira dos Recursos Hídricos, 2002.

VAN HAANDEL, A. C., CAVALCANTI, P. F. F. (1996). Uma solução prática para sistemas de lodo ativado sobrecarregados usando-se o digestor de lodo como unidade de pré-tratamento, Dep. de Engenharia Civil - CCT - UFPB, Campina Grande – Brasil.

VON SPERLING, Marcos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias – Princípios básicos do tratamento de esgotos. Volume 2. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

ZUBEN, F. V. Meio Ambiente, Cidadania e Educação. Departamento de Múltiplos. Unicamp. Tetra Pak Ltda. 1998.