Companhia de Água e Esgoto do Ceará

DEN - Diretoria de Engenharia
GPROJ - Gerência de Projetos de Engenharia

Ubajara - CE

Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede de Ubajara/CE - 1ª Etapa

VOLUME I
Relatório Técnico

Cagece

DEZEMBRO/2019

EQUIPE TÉCNICA DA GPROJ – Gerência de Projetos
Produto: Projeto Básico do Sistema de Esgotamento Sanitário da Sede de Ubajara/CE – 1ª Etapa

Gerente de Projetos de Engenharia

Engº. Raul Tigre de Arruda Leitão

Coordenação de Serviços Técnicos de Apoio

Engº. Bruno Cavalcante de Queiroz

Coordenação de Custos e Orçamentos de Obras

Engº. Ernandes Freire Alves

Supervisão de Orçamento de Projetos de Obras

Engº. Tiago Cavalcante Lima

Supervisão de Pesquisa de Preços e Composições

Engº. Leonardo Carvalho de Sousa

Engenheiro Projetista

Engº. Wellington Santiago Lopes

Desenhos

João Maurício e Silva Neto
Helder Moreira Moura Júnior
Paulo Helano Pinheiro Veras
Claudia Rodrigues do Nascimento
Washington Paula da Silva
Katya Maria de Almeida
Francisco Arquimedes da Silva

Edição

Janis Joplin Saara Moura Queiroz

Arquivo Técnico

Patrícia Santos Silva

Colaboração

Ana Beatriz de Oliveira Montezuma
Gleiciane Cavalcante Gomes

APRESENTAÇÃO

O presente relatório consiste no Projeto Básico de Esgotamento Sanitário da Sede Ubajara/CE, referente à 1ª etapa de implantação, em atendimento à solicitação do Diretor-Presidente da Cagece, expressa no processo de nº 0094.000739/2008-50 de 04/11/2008.

Este projeto apresenta todas as informações necessárias para implantação das unidades do sistema de esgotamento sanitário referente à 1ª etapa (rede coletora, estações elevatórias e estação de tratamento de esgoto). Em relação à 2ª etapa, apresenta-se o dimensionamento e peças gráficas referente apenas à rede coletora, sem contemplar projeto das demais unidades (elevatórias) ou orçamento.

Constitui-se de 05 (cinco) volumes, assim organizados:

- **VOLUME I: RELATÓRIO TÉCNICO**
  - **Memorial Descritivo e de Cálculo**
- VOLUME II: PEÇAS GRÁFICAS
  - Tomo I
  - Tomo II
  - Tomo III
- VOLUME III: PROJETO ELÉTRICO
- VOLUME IV: ORÇAMENTO
- VOLUME V: RELATÓRIO DE SONDAGEM
  - Tomo I
  - Tomo II

Cagece

SUMÁRIO

Ficha Técnica e Croqui

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBAJARA
346
Cagece
COMISSÃO DE LICITAÇÃO

FICHA TÉCNICA - SES

Informações do Projeto

Projeto:		
PROJETO BÁSICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA SEDE DE UBAJARA/CE – 1ª ETAPA		
Projetista:		Programa:
WELLINGTON SANTIAGO LOPES		-
Município:	Localidade:	Data de atualização do Projeto:
UBAJARA	SEDE	DEZEMBRO/2019

Dados da População

Método de Estimativa Populacional	Taxa de crescimento médio anual	Alcance do Projeto	Ano de Início do Projeto	População Inicial de Projeto	Ano Final de Projeto	População Final de Projeto
Método de Progressão Geométrica	2% A.A.	20 ANOS	2009	13.454	2029	19.987

População

Etapa	Ano	População Total (hab)	População Atendida (hab)	% Atendimento
1ª Etapa (a implantar)	2019	5.284	5.284	32,23%
	2019	16.394	16.394	100%
	2029	19.987	19.987	100%

Vazões de Projeto

ANO	VAZÃO (L/s)		
	Mínima	Média	Máxima
2019	4,47	8,95	20,12
Final de Plano	13,88	27,76	58,615

Ligações Domiciliares e Intradomiciliares

Discriminação	Implantação
Ligações Domiciliares	1.286 unidades
Ligações Intradomiciliares (25% LD)	322 unidades

Rede Coletora

Sub-bacias	Etapas de Implantação	Diâmetro (mm)	Extensão a ser implantada(m)	Material
B1	2ª ETAPA	150	804,61	PVC
B2	2ª ETAPA	150	3.169,99	PVC
B3	**1ª ETAPA**	**150**	**9.690,35**	**PVC**
B4	2ª ETAPA	150	946,13	PVC
B5	**1ª ETAPA**	**150 – 250**	**10.721,02**	**PVC E FOFO**
B6	2ª ETAPA	150	1.184,56	PVC
B7	2ª ETAPA	150	4.598,70	PVC E FOFO
B8	2ª ETAPA	150 - 200	10.084,49	PVC E FOFO
B9	2ª ETAPA	150	945,80	PVC
B10	2ª ETAPA	150	1.600,81	PVC
TOTAL	**1ª ETAPA A SER IMPLANTADA**		**20.157,85**	**PVC E FOFO**
	TOTAL		**43.492,94**	**PVC E FOFO**

Estação Elevatória de Esgoto

Elevatória	Tipo	Quant. Bombas		Q (l/s)		Hman (m)		Potência (CV)	
		Ativas	Reserva	1ª Etapa	2ª Etapa	1ª Etapa	2ª Etapa	1ª Etapa	2ª Etapa
EE-3	Submersível	1	1	10,87	10,87	27,36	27,36	12,5	12,5
EE-5	Submersível	1	1	20,12	58,65	19,60	24,65	12,5	40

Linha de Recalque

Elevatória	Localização		Vazão de projeto	Material	Diâmetro	Extensão
	Montante	Jusante				
EE-3	B3	B5	10,87	PVC DEFOFO OCRE	150	664,23
EE-5	B5	ETE	58,65	PVC DEFOFO OCRE	250	1048,12

Estação de Tratamento de Esgoto

Tipo	Unidades	Dimensões aproximadas	Observação
UASB	2 MÓDULOS	Larg X Comp X Alt. Util 6,00 X 6,00 X 4,50M	A ETE a ser implantada atende as vazões de final de plano das bacias 3 e 5.
Lagoa Polimento I	1	130 x 24 x 0,80	
Lagoa Polimento II	1	130 x 24 x 0,80	
Leito de Secagem	6	3,50 X 7,00 M	

Emissário Final (EF)

Corpo Receptor	Material	Diâmetro	Extensão	Obs.
Riacho Sem Denominação	PVC DEFOFO	250	80,00M	Emissário dimensionado para Final de Plano

Caracterização da Área de Projeto

1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

1.1 Localização e Acesso

O município localiza-se na região noroeste do Estado do Ceará, com coordenadas geográficas de 3° 51' 16" de latitude (S) e 39° 16' 08" de longitude (WGr). Tem como limítrofes Frecheirinha e Tianguá (Norte), Ibiapina e Mucambo (Sul), Mucambo e Coreaú (Leste) e o estado do Piauí (Oeste).

Possui uma área de 421,037 km², tendo uma área relativa de 0,28% em relação ao Estado. Situa-se em uma altitude de 847,5 m acima do nível do mar e dista da capital, em linha reta, 270 km. Na Figura 1.1, é apresentado o Município de Ubajara.

O acesso ao município, a partir de Fortaleza, pode ser feito através da estrada de rodagem Fortaleza/ Itapagé/ Sobral/ Tianguá (BR-222), passando por Sobral até Tianguá, a partir da qual, pela CE187, chega-se a Ubajara. A Figura 1.2 apresenta o mapa de acesso à Ubajara.

UBAJARA

41°

N
O L
S

Frecheirinha
Tianguá
Paraíba
Coreaú
Araticum
Rio Ubajara
Nova Veneza
Fim do Córrego
UBAJARA
Ac. Jaburu
Cachoeiro do Boi Morto
222
Jaburuna
Mucambo
Piauí
Modunga
Rio Jaburu
Ibiapina
3°45'

LEGENDA

CAPITAL
CIDADE (ACIMA DE 100.000 HAB.)
CIDADE (DE 50.001 ATÉ 100.000 HAB.)
CIDADE (DE 20.001 ATÉ 50.000 HAB.)
CIDADE (DE 5.001 ATÉ 20.000 HAB.)
CIDADE (MENOS DE 5.000 HAB.)/DISTRITO
OUTRAS LOCALIDADES
LIMITES
FERROVIA IMPLANTADA
FERROVIA PLANEJADA
AERÓDROMO
AEROPORTO
PORTO

PREFIXO RODOVIAS:

FEDERAL
ESTADUAL
TRANSITÓRIA

CONSTRUÍDAS:

PAVIMENTADA PISTA SIMPLES
PAVIMENTADA PISTA DUPLA
IMPLANTADA
LEITO NATURAL

EM CONSTRUÇÃO:

PAVIMENTADA PISTA SIMPLES
PAVIMENTADA PISTA DUPLA
IMPLANTAÇÃO (EOI)
PLANEJADA

CONVENÇÕES

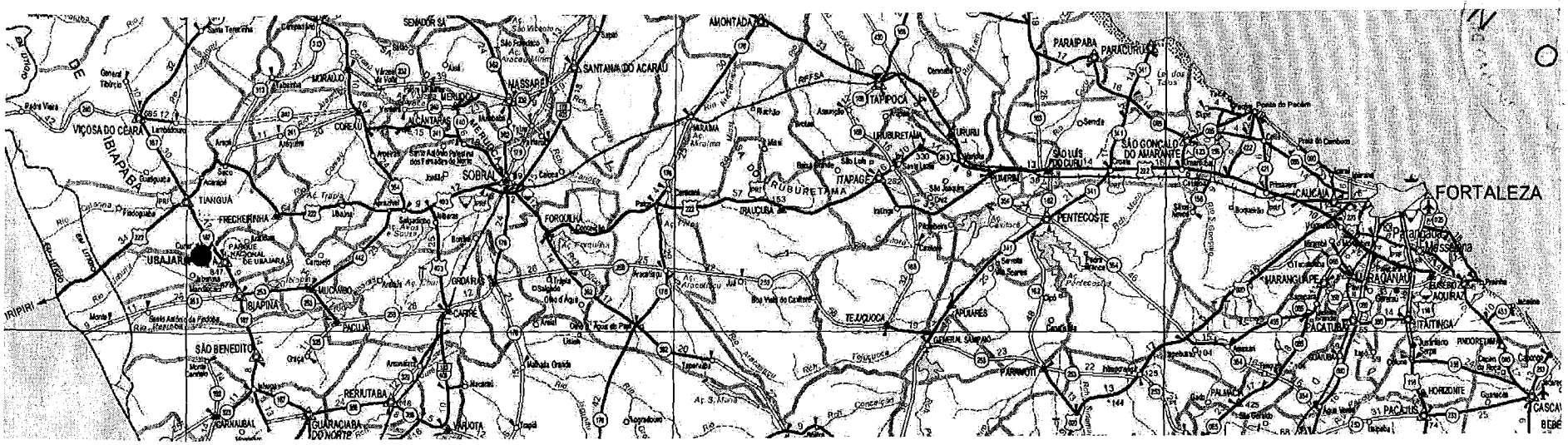
CURSO D'ÁGUA PERMANENTE
CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
LAGOA, LAGO
AÇUDE, BARRAGEM

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

IPECE

Fonte: Mapa Básico do Estado do Ceará 2002

Figura 1.2: Mapa de Acesso à Ubajara



1.2 Aspectos Climáticos

Segundo a FUNCEME e o IPECE, o clima predominante da região é o Tropical Quente Sub-Úmido. As temperaturas variam de 24 a 26°C. A pluviosidade média é de 1.483,5 mm/ano e o período chuvoso encontra-se no intervalo de janeiro a abril.

1.3 Aspectos Ambientais

O município de Ubajara apresenta como principais unidades geomorfológicas: Planalto da Ibiapaba e depressões Sertanejas.

Localiza-se na Microrregião da Ibiapaba, com solo do tipo areias quatzosas distróficas, solos litólicos, latossolo vermelho-amarelo e podzólico vermelho-amarelo, utilizados predominantemente para a agropecuária.

A vegetação é constituída de Carrasco, Floresta Caducifólia Espinhosa, Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial e Floresta Subperenifólia Tropical Pluvio-Nebular.

Em Ubajara, localiza-se o Parque Nacional de Ubajara (PARNA Ubajara), com 6.299 ha de área, com objetivo de proteger uma pequena amostra da Floresta Subcaducifólia Tropical, representativa de serra úmida em região semi-árida e sua transição até atingir a Caatinga. A unidade protege também afloramentos de rochas calcárias bem como grutas encontradas em alguns destes afloramentos (IBAMA). O Decreto de sua criação se deu em 30/04/1959, pelo Presidente Juscelino Kubtschek de Oliveira.

1.4 Aspectos Hidrográficos

Ubajara está inserida na Bacia do rio Parnaíba, que, junto com seus afluentes, são considerados como parte da Bacia Hidrográfica do Nordeste, abrange cerca de 342.988 km² e envolve os Estados do Piauí (com 75% da área ou 249.374 km²), Maranhão (19% da área ou 70.000 km²) e Ceará (6% da área ou 21.000 km²). Ainda 2.614 km² dessa bacia é da área litigiosa entre Piauí e Ceará.

Ubajara tem como seus recursos hídricos o rio Jaburu e 53 poços.

A Região Hidrográfica do Poti-Longá/ Pirangi é a única do Ceará que drena suas águas para outro Estado da Federação, no caso o Piauí. Vários rios, como o rio Poti e o rio Jaburu, nascem no Ceará e, devido à topografia da região, correm para o Piauí, configurando,

segundo a Legislação Federal, de rio de domínio federal.

1.5 Aspectos Sociais e Econômicos

A população total residente no município de Ubajara, distribuída entre urbana e rural, homens e mulheres, segundo censos de 1991 e 2000, está indicada no Quadro abaixo:

Quadro 1.1: População residente – 1991 e 2000

DISCRIMINAÇÃO	1991		2000	
	Nº	%	Nº	%
Total	23.374	100,00	27.095	100,00
Urbana	9.113	38,99	12.490	46,10
Rural	14.261	61,01	14.605	53,90
Homens	11.550	49,41	13.589	50,15
Mulheres	11.824	50,59	13.506	49,85

Segundos dados do IBGE (2000), a densidade demográfica do município é de 64,35 hab/km², a taxa de urbanização é de 46,10%.

O município possui um PIB total de 95.158.000,00 (2005), alcançando a 53º posição no ranking do Ceará, e um PIB percapita de 3.234 (2005). Quanto ao PIB por setor, em termos de porcentagem, temos 29,12% do PIB devido a Agropecuária; 15,73% devido a Indústria e 55,15% devido ao setor de Prestação de Serviços.

Quadro 1.2: Índices de Desenvolvimento

ÍNDICES	VALOR	POSIÇÃO NO RANKING
Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) – 2004	25,06	74º
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) – 2000	0,657	37° no Ceará; 3.653° no Brasil

1.6 Aspectos Sanitários

Ubajara é abastecido pelo sistema Jaburu I. O abastecimento de água no Município é satisfatório, com pressão suficiente em todos os pontos, atendendo a, aproximadamente, 3567 ligações ativas (município).

O sistema de esgotamento sanitário existente é localizado, constituído de rede coletora e tratamento por decanto-digestores, localizado próximo a um dos afluentes do Jaburu. Em geral, as demais áreas contam com sistema de fossa rudimentar ou o esgoto é encaminhado à via pública.

No que diz respeito à coleta de lixo, a cidade conta de forma satisfatória com este serviço, sendo, porém, necessária a ampliação da coleta e o destino final adequado dos resíduos sólidos.

O sistema de drenagem existente abrange apenas áreas específicas, apresentando problemas de erosão em função da ocorrência de chuvas.

Os problemas apresentados fazem com que o controle de vetores seja dificultado, ocasionando uma alta incidência de doenças de veiculação hídrica, destacando as verminoses.

Na área da saúde, o município conta com 14 Unidades de Saúde ligadas ao Sistema Único de Saúde (SUS), sendo 13 públicas e 1 particular. Especificamente a sede, possui 9 Centros de Saúde, 2 Ambulatórios, 1 Unidade Mista, 1 Unidade de Vigilância Sanitária e 1 Hospital.

A taxa de mortalidade infantil (21,10/1000 nascidos) é considerada elevada mesmo para os padrões estaduais (18,28/1000 nascidos) e muito superior ao estabelecido pela O.M.S.

A melhoria do saneamento básico, não apenas no Município, como em todo o Estado, passa por entraves que inviabilizam o pleno atendimento das necessidades básicas da população, como a carência de recursos para investimento e financiamento da melhoria e da ampliação dos sistemas existentes, e a desarticulação entre os órgãos envolvidos com o saneamento básico nas três esferas da Administração Pública.

Quadro 1.3: Principais indicadores de Saúde - 2004

Indicadores	Município	Estado
Médicos/1000 hab.	1,26	2,04
Dentistas/1000 hab.	0,48	0,31
Leitos/1000 hab.	1,36	1,96
Unidades de Saúde/ 1000 hab.	0,48	0,30
Nascidos vivos	616	139.762
Óbitos	13	2.555
Taxa de Mortalidade Infantil/1000 nascidos vivos	21,10	18,28

1.7 Infraestrutura Existente

O município de Ubajara possui, segundo o censo de 2000, 6.313 domicílios, segundo dados obtidos em 2006, 96,65% de sua área urbana e 11,77% de sua área rural atendidas por serviços de água, 92,65% dos domicílios atendidos com energia elétrica e 1.217 linhas

telefônicas.

Através de dados obtidos pela própria CAGECE e pela Coelce, foi possível elaborar as seguintes tabelas, fornecendo informações de infraestrutura, saneamento e energia elétrica.

Quadro 1.4: Abastecimento de Água - 2005

ESPECIFICAÇÃO	MUNICÍPIO	ESTADO	% SOBRE O TOTAL DO ESTADO
Ligações Reais	3.862	1.149.633	0,34
Ligações Ativas	3.560	1.057.938	0,34
Volume Produzido (m³)	676.009	319.585.720	0,21

Quadro 1.5: Esgotamento Sanitário - 2005

ESPECIFICAÇÃO	MUNICÍPIO	ESTADO	% SOBRE O TOTAL DO ESTADO
Ligações Reais	-	367.532	-
Ligações Ativas	-	317.854	-

Quadro 1.6: Energia Elétrica - 2005

DISCRIMINAÇÃO	VALOR CORRENTE (R$MIL)	%SOBRE A RECEITA TOTAL
Total	16.760	100,00
Residencial	3.580	21,36
Industrial	1.767	10,54
Comercial	1.097	6,54
Rural	7.856	46,87
Público	2.461	14,68
Próprio	-	-
Revenda	-	-

Fonte:Companhia Energética do Ceará (Coelce).

1.8 Abastecimento de Água

Ubajara é abastecida através do açude Jaburu, que possui capacidade de, aproximadamente, 209 milhões de m³, sendo este manancial gerenciado pela COGERH. Em Ubajara, o volume distribuído alcança a marca de 58 mil litros por segundo numa rede que alcança uma extensão de 36.341 metros.

Após o tratamento na ETA Jaburu, a água que abastece Ubajara é enviada, por meio de

Cagece

adução, a um reservatório com função de reunião, denominado RAP 02, de capacidade de 2.500 m³, essa água reservada é enviada, também por meio de adução, a um reservatório elevado, denominado REL 10, de capacidade de 227 m³. Abaixo, se encontra o croqui do Sistema de Abastecimento de Água de Ubajara, que está inserido no Complexo do Jaburu, a água que é enviada para o REL representado, como já foi mencionado, vem do RAP com função de reunião que é receptor da água tratada da ETA Jaburu.

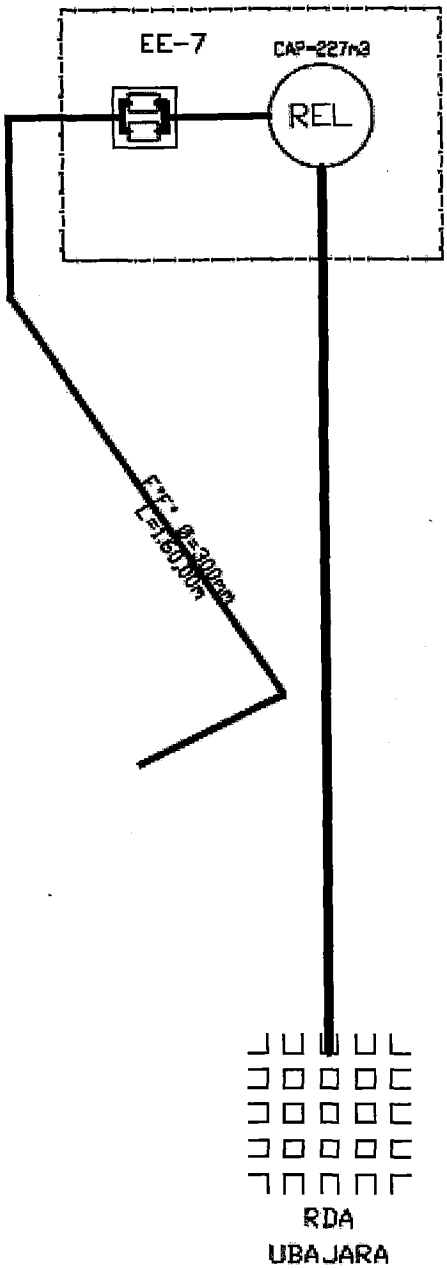


Figura 1.3: Croqui do sistema de água de Ubajara do Complexo de Jaburu

Descrição do Sistema Existente

2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA EXISTENTE

Ubajara conta apenas com sistema de esgotamento sanitário localizado, implantado às margens de uma afluente do rio Jaburu, constituído apenas por 1,3 km de rede existente e tratamento por decanto-digestores, executado pela prefeitura.

A estação encontra-se em estado precário, coberta de vegetação, e a parede externa da lateral esquerda tombou por ocasião das chuvas de início do ano de 2009. Neste projeto, há previsão de sua desativação para implantação de estação elevatória.

(A) Unidade de Tratamento de Esgoto implantada pela Prefeitura. A proposta inicial é a desativação desta estação e implantação da EEE-07 nesta área.

(B) Vista do riacho que passa na margem da ETE citada na foto anterior. Observar parede externa derrubada pela chuva e excesso de vegetação cobrindo a estação de tratamento.

Figura 2.1: Fotos referentes à estação de tratamento existente por decanto-digestores

Levantamento dos Estudos e Planos Existentes

3 LEVANTAMENTO DOS ESTUDOS E PLANOS EXISTENTES

Para elaboração do projeto de esgotamento sanitário da Sede de Ubajara, foram levantados e analisados os seguintes documentos:

- Plano diretor de zoneamento urbano da Sede de Ubajara, disponibilizado pelo secretário de obras do município, Sr. Francisco Roginaldo Rocha;
- Planilha de registro de volumes do sistema Complexo Jaburu da Cagece, disponibilizado pelo encarregado do núcleo, Sr. Francisco Fernandes Eufrásio;
- Contagem de população do IBGE, de 2007;
- Perfil Básico Municipal do IPECE, de 2008.

Estudo Populacional e de Demanda

4 ESTUDO POPULACIONAL E DE DEMANDA

O estudo populacional e de demanda da sede de Ubajara foi desenvolvido a partir dos dados levantados pela topografia e pelos disponibilizados pelo IBGE, considerando a última Contagem de População em 2007, que abrangeu os municípios com população menor que 150.000 habitantes.

A partir da população do município de Ubajara, referente aos Censos 1991 e 2000 e a Contagem de População 2007 do IBGE e respectivos anos referenciais (1991, 2000 e 2007), foram realizadas três metodologias para estimativa populacional: Método Aritmético, Método Geométrico e o Método de Extrapolação Gráfica.

Para cada metodologia, foram obtidas suas respectivas taxas de crescimentos e população estimada para fim de plano. O Quadro 4.1 apresenta o desenvolvimento das metodologias e os resultados do estudo.

Observou-se que todas as taxas de crescimento das metodologias estudadas resultaram em valores menores que o mínimo recomendado pela Cagece, no valor de 2% a.a. Como o Método Geométrico apresentou uma taxa de crescimento de 1,84%, mais próxima do que a mínima recomendada, adotou-se esse método para estimativa populacional da população da Sede de Ubajara, à taxa de 2% a.a.

Para obtenção da população de início de plano, foi realizada contagem de domicílios por bacia, aplicando-se a cada uma, a taxa de ocupação do município apresentado pelo IBGE.

Aplicando-se o método de crescimento geométrico à taxa de crescimento de 2% a.a., determinaram-se as respectivas populações de fim de plano (2029) para cada bacia, e, por conseguinte, a população total da sede de Ubajara para os anos compreendidos de 2009 a 2029.

O Quadro 4.2 apresenta o fluxo do esgotamento sanitário pelas bacias definidas, de forma a auxiliar a composição de vazões a serem adotadas no dimensionamento das unidades do sistema.

O Quadro 4.3 apresenta a estimativa populacional, ano a ano, para cada bacia e a população total da Sede de Ubajara.

A Tabela 4.1 apresenta o resumo da contagem de domicílios obtido da topografia, os

Cagece

valores relativos ao número de ligações prediais de agua da CAGECE e a população de início de plano e a estimada para 2019 e 2029.

Tabela 4.1: Contagem de domicílios e Resumo da Estimativa Populacional por Bacia para os anos de 2009, 2019 e 2029

Bacia	Etapa de Implantação	Contagem Domicílios Topografia	Ligações Prediais de Água	População (ano 2009)*	População (ano 2019)	População (ano 2029)
01	2ª Etapa	93	98	354	431	526
02	1ª Etapa	381	403	1.458	1.777	2.166
03	1ª Etapa	525	556	2.012	2.452	2.989
04	2ª Etapa	96	101	365	444	542
05	1ª Etapa	607	642	2.324	2.832	3.453
06	2ª Etapa	19	20	72	87	106
07	1ª Etapa	576	610	2.208	2.691	3.280
08	1ª Etapa	759	803	2.906	3.542	4.318
09	2ª Etapa	155	164	593	722	881
10	1ª Etapa	304	321	1.162	1.416	1.726
Total		**3.515**	**3.723**	**13.454**	**16.394**	**19.987**

*** População estimada adotando 3,62 hab/domicílio.**

1 ESTIMATIVA POPULACIONAL

A partir do IBGE e do projeto original, foram levantados dados sobre a população urbana, conforme apresentado abaixo:

Censo	1991	2000	2007
População	9,113	12,490	14,195

A partir destes dados, realizou-se um estudo da estimativa populacional através de três métodos de previsão:

. Método Aritmético
. Método Geométrico
. Método de Extrapolação Gráfica

1.1 Método Aritmético

Este método pressupõe uma taxa de crescimento constante ao longo dos anos, a partir dos dados coletados dos últimos censos. Admite-se aqui que a população varia linearmente com o tempo, sendo indicado para períodos à curto prazo, de 1 a 5 anos.

A metodologia consiste em determinar a razão de crescimento k a partir dos dois últimos censos, aplicando-o em seguida na obtenção da população que se quer prever. Para tal utiliza-se as seguintes equações abaixo:

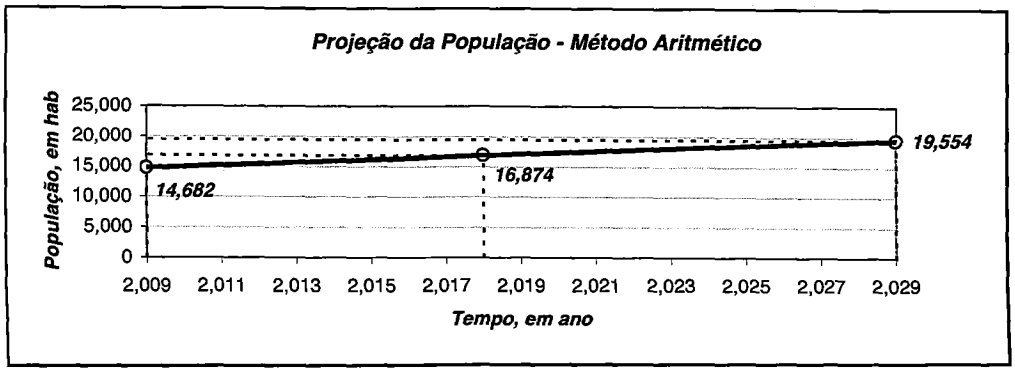
$$k = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \qquad \text{e} \qquad P = P_2 + k(t - t_2)$$

Onde:

k: constante de crescimento aritmético;
P_1: população do penúltimo censo;
P_2: população do último censo;
P: população a ser prevista;
t_1: ano de realização do penúltimo censo;
t_2: ano de realização do último censo;
t: ano em que se deseja obter a previsão da população

Censo	1991	2000	2007
População	9,113	12,490	14,195
k	375.2		
		243.6	

Taxa	Ano	População	Ano	População	Ano	População	Ano	População
243.6	2,009	14,682	2,014	15,900	2,019	17,118	2,024	18,336
Pop. Inic.	2,010	14,926	2,015	16,144	2,020	17,361	2,025	18,579
14,195	2,011	15,169	2,016	16,387	2,021	17,605	2,026	18,823
Ano Inic	2,012	15,413	2,017	16,631	2,022	17,849	2,027	19,066
2,007	2,013	15,656	2,018	16,874	2,023	18,092	2,029	19,554



1.2 Método Geométrico

Neste método, o crescimento populacional é proporcional à população existente em um determinado ano, ou seja, que o incremento de população varia conforme o passar dos anos.Também é indicado para pequenos espaços de tempo, contudo, tendo em vista a facilidade de cálculo e à aproximidade com o crescimento populacional verificado no Estado, é comumente usado para estimativa da população.

A metodologia consiste em determinar a razão de crescimento k a partir dos dois últimos censos, aplicando-o em seguida na obtenção da população que se quer prever.

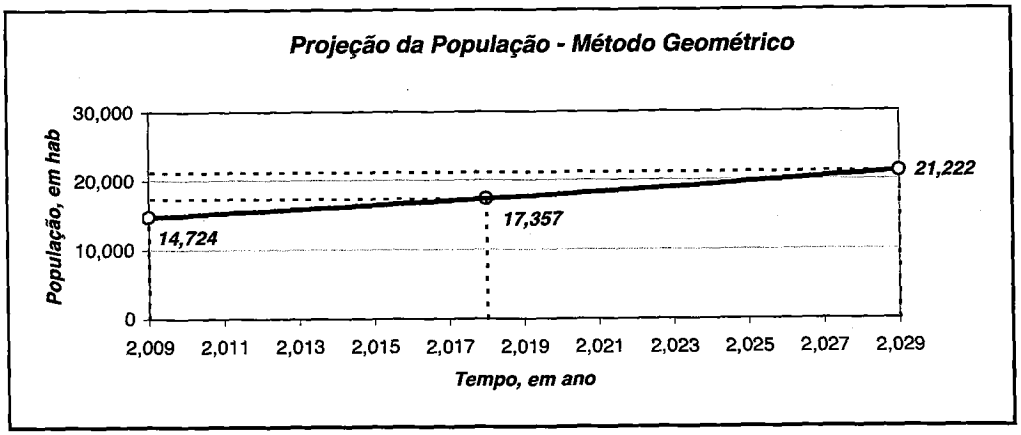
$$r = \sqrt[t_2 - t_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \qquad \text{e} \qquad P = P_2(1+r)^{t_2 - t}$$

Onde:

r: taxa de crescimento geométrico;
P_1: população do penúltimo censo;
P_2: população do último censo;
P: população a ser prevista;
t_1: ano de realização do penúltimo censo;
t_2: ano de realização do último censo;
t: ano em que se deseja obter a previsão da população

Censo	*1991*	*2000*	*2007*
População	*9,113*	*12,490*	*14,195*
r	**3.56%**		
		1.84%	

Taxa	*Ano*	*População*	*Ano*	*População*	*Ano*	*População*	*Ano*	*População*
1.84%	*2,009*	*14,724*	*2,014*	*16,133*	*2,019*	*17,677*	*2,024*	*19,369*
Pop. Inic.	*2,010*	*14,995*	*2,015*	*16,430*	*2,020*	*18,003*	*2,025*	*19,726*
14,195	*2,011*	*15,272*	*2,016*	*16,733*	*2,021*	*18,335*	*2,026*	*20,090*
Ano Inic	*2,012*	*15,554*	*2,017*	*17,042*	*2,022*	*18,673*	*2,027*	*20,460*
2,007	*2,013*	*15,841*	*2,018*	*17,357*	*2,023*	*19,018*	*2,029*	*21,222*

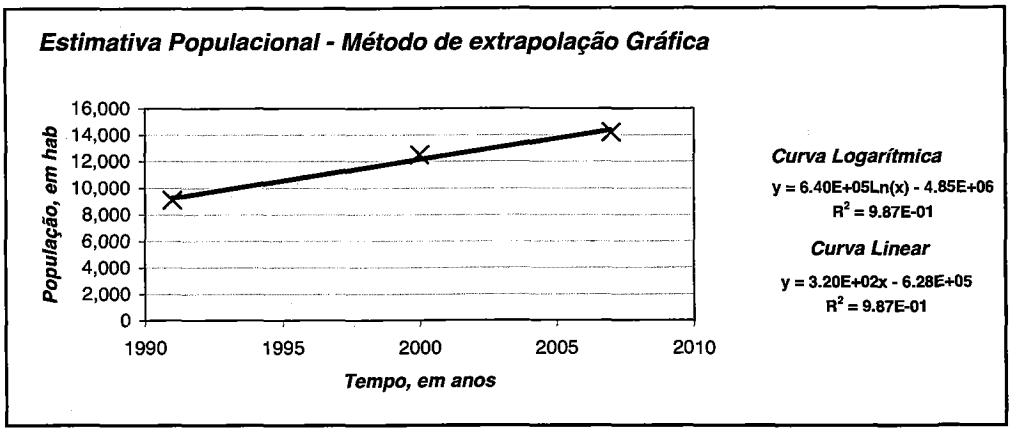


Cagece	Sistema de Esgotamento Sanitário de Ubajara Sede *Estimativa Populacional* *Quadro 4-1*	*Atualização:* *2009-06-25*

1.3 Método de Extrapolação Gráfica

Este método consiste no traçado de uma curva arbitrária ajustada aos dados já observados, onde a partir de seu prolongamento/extrapolação, verifica-se sua tendência de crescimento e determina-se a população de projeto.

Censo	*1991*	*2000*	*2007*
População	*9,113*	*12,490*	*14,195*



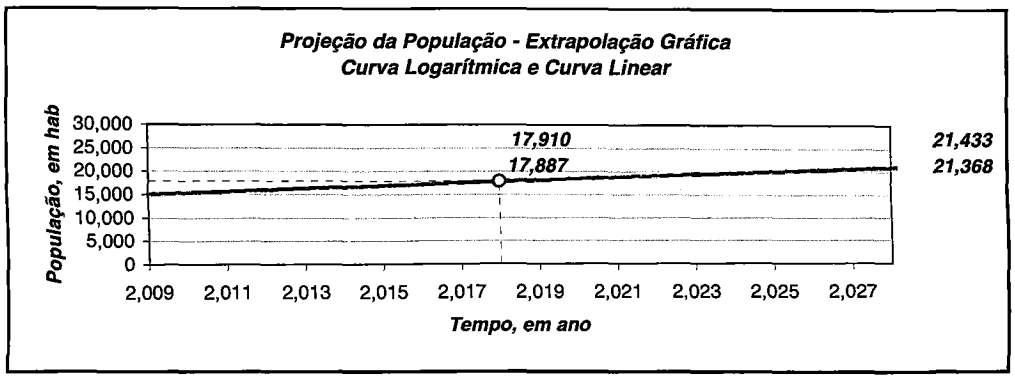
A partir do gráfico observa-se que tanto a curva de tendência do tipo logaritmica quanto a do tipo linear possuem boa correlação de crescimento da população em relação aos dados fornecidos. O valor da abcissa refere-se ao ano e o da ordenada é a população. Por este método, utilizando as duas curvas, a previsão da população será:

Estimativa Populacional - Curva Logaritma

Coef. K1	*Ano*	*População*	*Ano*	*População*	*Ano*	*População*	*Ano*	*População*
640,329.08	*2,009*	*15,025*	*2,014*	*16,616*	*2,019*	*18,204*	*2,024*	*19,788*
Coef. K2	*2,010*	*15,343*	*2,015*	*16,934*	*2,020*	*18,521*	*2,025*	*20,104*
4.85E+06	*2,011*	*15,662*	*2,016*	*17,252*	*2,021*	*18,838*	*2,026*	*20,420*
Xo do gráfico	*2,012*	*15,980*	*2,017*	*17,569*	*2,022*	*19,155*	*2,027*	*20,736*
2,000	*2,013*	*16,298*	*2,018*	*17,887*	*2,023*	*19,471*	*2,029*	*21,368*

Estimativa Populacional - Curva Linear

Coef. K1	*Ano*	*População*	*Ano*	*População*	*Ano*	*População*	*Ano*	*População*
320.31	*2,009*	*15,027*	*2,014*	*16,629*	*2,019*	*18,230*	*2,024*	*19,832*
Coef. K2	*2,010*	*15,348*	*2,015*	*16,949*	*2,020*	*18,551*	*2,025*	*20,152*
-6.28E+05	*2,011*	*15,668*	*2,016*	*17,269*	*2,021*	*18,871*	*2,026*	*20,473*
Xo do gráfico	*2,012*	*15,988*	*2,017*	*17,590*	*2,022*	*19,191*	*2,027*	*20,793*
-2,000	*2,013*	*16,308*	*2,018*	*17,910*	*2,023*	*19,512*	*2,029*	*21,433*

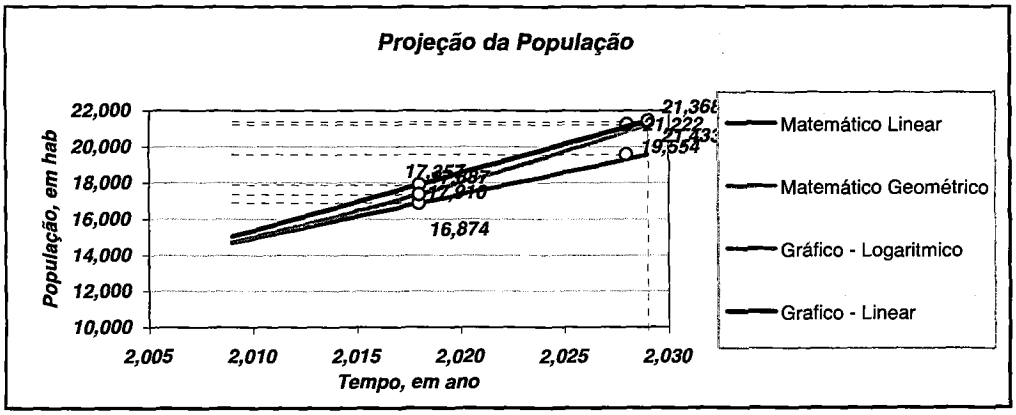


1.4 Considerações Finais

O quadro abaixo apresenta um resumo dos métodos apresentados com as diferentes estimativas de população em médio e fim de plano de forma que se possa ter uma noção quanto suas diferenças e assim balizar a decisão quanto qual método adotar.

Modelo	2009	2019	2029	TCG*
.Matemático Aritmético	*14,682*	*16,874*	*19,554*	1.44%
.Matemático Geométrico	*14,724*	*17,357*	*21,222*	1.84%
.Extrapolação Gráfica				
.Logaritmica	*15,025*	*17,887*	*21,368*	1.78%
.Linear	*15,027*	*17,910*	*21,433*	1.79%

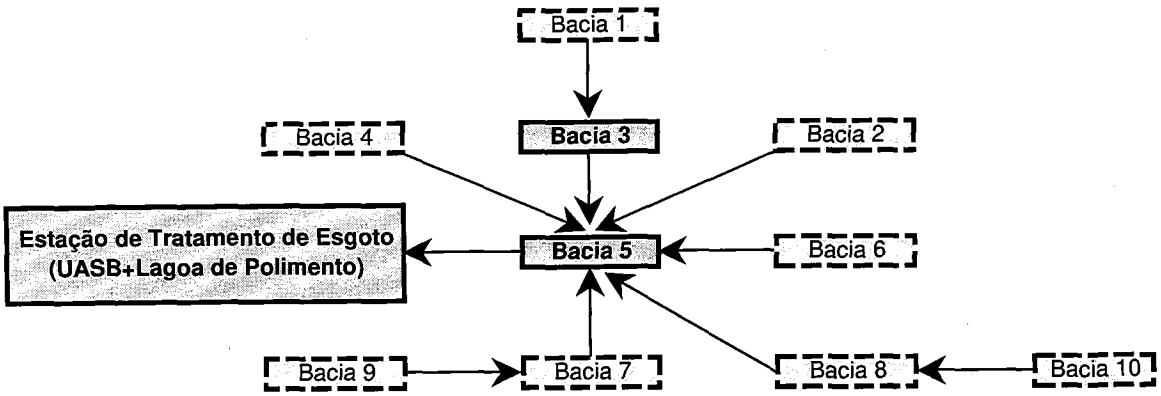
TCG*: taxa de crescimento geométrico calculado a partir da população inicial e final



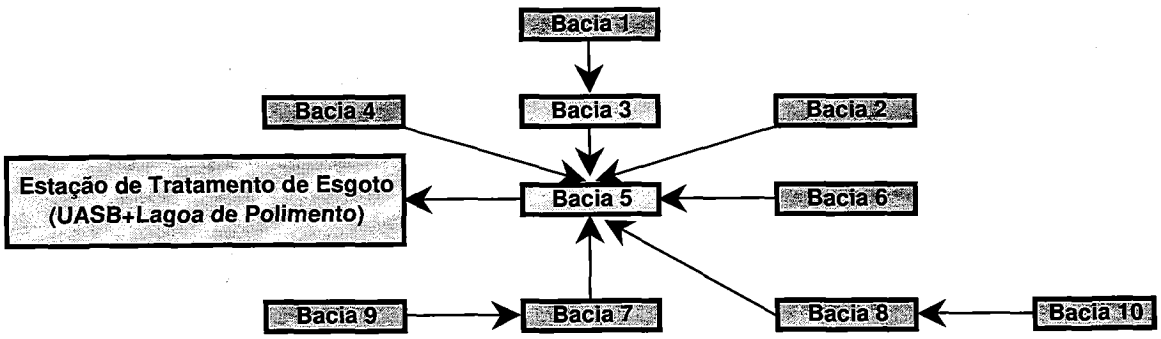
Os primeiros métodos matemáticos (aritmético e geométrico) constituem estimativas mais indicadas para um plano de 1 a 5 anos, conforme apresenta os autores Milton Tomoyo Tsutiya e Pedro Alem Sobrinho, no livro "Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário" - 2ª Edição - 2000. O modelo de extrapolação gráfica é indicado para maior número de pontos, aplicando-os no desenvolvimento de curvas de tendência. Observa-se que todas as estimativas obtiveram taxas de crescimento menor do que a mínima recomendada pela Cagece. Para este estudo, então, será adotado o Método de Crescimento Geométrico, por apresentar-se bastante consistente para esta comunidade, conforme projeções efetuadas, adotando-se contudo a taxa de crescimento geométrico de 2% a.a. Esta taxa será utilizada para estimativa da população de fim de plano para todas as bacias da Sede de Ubajara, considerando crescimento urbano homogêneo.

Cagece	Sistema de Esgotamento Sanitário de Ubajara Sede *Fluxo entre Bacias de Esgotamento* *Quadro 4-2*	*Atualização* *17/12/2019* *14:17*

1ª Etapa



2ª Etapa



Legenda:

- Bacias Contempladas na 1ª Etapa de implantação
- Bacia não Contemplada na 1ª Etapa
- Bacias contempladas pela 2ª Etapa

Obs: Toda transferência de efluente entre bacias se dará através de estações elvatórias de esgoto, as quais receberão denominação correspondente a numeração da bacia de origem. Ex.: Bacia 01, estação correspondente: EEE-01.

Cagece	**Sistema de Esgotamento Sanitário de Ubajara Sede** Estimativa Populacional Quadro 4-3: Método de Progressão Geométrica	*Atualização 2009-06-25*

Ano	Bacia 01 População total (hab)	Bacia 02 População total (hab)	Bacia 03 População total (hab)	Bacia 04 População total (hab)	Bacia 05 População total (hab)	Bacia 06 População total (hab)	Bacia 07 População total (hab)	Bacia 08 População total (hab)	Bacia 09 População total (hab)	Bacia 10 População total (hab)	Sede População total (hab)
2,009	**354**	**1,458**	**2,012**	**365**	**2,324**	**72**	**2,208**	**2,906**	**593**	**1,162**	**13,454**
2,010	361	1,487	2,052	372	2,370	73	2,252	2,964	604	1,185	13,720
2,011	368	1,516	2,093	379	2,417	74	2,297	3,023	616	1,208	13,991
2,012	375	1,547	2,135	387	2,466	76	2,343	3,083	629	1,233	14,274
2,013	383	1,578	2,177	395	2,515	77	2,390	3,145	641	1,257	14,558
2,014	390	1,609	2,221	402	2,565	79	2,437	3,208	654	1,282	14,847
2,015	398	1,641	2,265	411	2,617	81	2,486	3,272	667	1,308	15,146
2,016	406	1,674	2,311	419	2,669	82	2,536	3,338	681	1,334	15,450
2,017	414	1,708	2,357	427	2,722	84	2,587	3,404	694	1,361	15,758
2,018	423	1,742	2,404	436	2,777	86	2,638	3,472	708	1,388	16,074
2,019	**431**	**1,777**	**2,452**	**444**	**2,832**	**87**	**2,691**	**3,542**	**722**	**1,416**	**16,394**
2,020	440	1,812	2,501	453	2,889	89	2,745	3,613	737	1,444	16,723
2,021	448	1,849	2,551	462	2,947	91	2,800	3,685	752	1,473	17,058
2,022	457	1,886	2,602	472	3,006	93	2,856	3,759	767	1,503	17,401
2,023	467	1,923	2,654	481	3,066	95	2,913	3,834	782	1,533	17,748
2,024	476	1,962	2,707	491	3,127	96	2,971	3,911	798	1,563	18,102
2,025	485	2,001	2,762	501	3,190	98	3,031	3,989	814	1,595	18,466
2,026	495	2,041	2,817	511	3,254	100	3,091	4,069	830	1,627	18,835
2,027	505	2,082	2,873	521	3,319	102	3,153	4,150	846	1,659	19,210
2,028	515	2,124	2,931	531	3,385	104	3,216	4,233	863	1,692	19,594
2,029	**526**	**2,166**	**2,989**	**542**	**3,453**	**106**	**3,280**	**4,318**	**881**	**1,726**	**19,987**

População estimada utilizando-se Método de Progressão Geométrica a taxa de 2% a.a. conforme estudo elaborado.

Fórmulas:

$$P = P_2(1+r)^{t_2-t}$$

Onde:

r: taxa de crescimento geométrico;
P_2: população inicial;
P: população a ser prevista;
t_2: ano inicial;
t: ano em que se deseja obter a previsão da população

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBAJARA
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
Fl. Nº 360

4.1 Estudo de Vazões

O estudo foi desenvolvido para estimativa das vazões das bacias de esgotamento da sede de Ubajara. O Quadro 4.4 apresenta as vazões mínimas, médias e máximas determinadas para cada bacia, bem como a etapa de implantação e o atendimento previsto.

4.1.1 Per capita

O *per capita* foi definido a partir do consumo das economias micromedidas do período de jan/2008 a dez/2008, resultando em um per capita médio de 148,80 L/hab.dia. Para efeito de cálculo, adotou-se o *per capita* de 150 L/hab.dia.

A Tabela 4.2 apresenta o número de ligações ativas de água e o consumo mensal medido em m^3, a partir dos quais foi possível determinar o per capita médio no mês.

Tabela 4.2: Estudo do consumo per capita de água para a cidade de Ubajara

mês/ano	Nº de ligações ativas de água	Consumo mensal (m^3)	Per Capita (l/hab.dia)
jan/08	3567	58.113,00	150,43
fev/08	3576	54.067,00	139,61
mar/08	3580	55.693,00	143,64
abr/08	3584	55.176,00	142,15
mai/08	3584	57.589,00	148,37
jun/08	3597	55.114,00	141,48
jul/08	3613	57.673,00	147,39
Ago/08	3643	56.442,00	143,06
Set/08	3667	54.679,00	137,68
Out/08	3679	60.566,00	152,01
Nov/08	3720	62.594,00	155,37
Dez/08	3723	64.694,00	160,45
	Per capita média (l/hab.dia)		**146,80**
	Per capita adotado para o projeto de esgotamento sanitário (l/hab.dia)		**150,00**

4.1.2 Coeficientes de Variação de Demanda

O coeficiente do dia de maior consumo, K_1, será considerado 1,20; da hora de maior consumo, K_2, 1,50 e o coeficiente de mínima vazão horária, K_3, 0,5.

4.1.3 Coeficiente de Retorno e Taxa de Infiltração

Os poucos trabalhos de pesquisa desenvolvidos no Brasil a respeito do coeficiente de retorno, concluem pela adequação do valor clássico 0,80 como uma boa representação da relação esgoto lançado à rede coletora e água consumida. Não existe nenhuma característica peculiar em Ubajara que justifique a alteração deste valor.

Foi considerada taxa de infiltração no valor de 0,2 $L/s.km_{Linear}$.

4.1.4 Índice de Atendimento

Para cada bacia, estimou-se o atendimento total da população (100%) a partir da implantação do sistema, quer seja em 1ª ou 2º etapa.

No Resumo Geral, em função das diferentes etapas em que as bacias serão implantadas, prevê-se o atendimento de 91% da população da sede de Ubajara na 1ª etapa, e para a 2ª a totalização do atendimento em 100%.

Cagece

Sistema de Esgotamento Sanitário de Ubajara Sede
Estimativa Populacional e de Vazão
Quadro 4-4: Determinação das vazões mínima, média e máxima, por bacia.

Atualização 17/12/2019

BACIA 01 - (2º Etapa de Implantação)

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab)	Contribuição per capita (L/habxdia)	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.009	**354**	**0,0%**	**-**	**150**	**0,8**	**-**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
2.010	361	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.011	368	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.012	375	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.013	383	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.014	390	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.015	398	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.016	406	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.017	414	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.018	423	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.019	**431**	**100,0%**	**431**	**150**	**0,8**	**805**	**0,16**	**0,30**	**0,60**	**1,24**
2.020	440	100,0%	440	150	0,8	805	0,16	0,31	0,61	1,26
2.021	448	100,0%	448	150	0,8	805	0,16	0,31	0,62	1,28
2.022	457	100,0%	457	150	0,8	805	0,16	0,32	0,63	1,30
2.023	467	100,0%	467	150	0,8	805	0,16	0,32	0,65	1,33
2.024	476	100,0%	476	150	0,8	805	0,16	0,33	0,66	1,35
2.025	485	100,0%	485	150	0,8	805	0,16	0,34	0,67	1,37
2.026	495	100,0%	495	150	0,8	805	0,16	0,34	0,69	1,40
2.027	505	100,0%	505	150	0,8	805	0,16	0,35	0,70	1,42
2.028	515	100,0%	515	150	0,8	805	0,16	0,36	0,72	1,45
2.029	**526**	**100,0%**	**526**	**150**	**0,8**	**805**	**0,16**	**0,37**	**0,73**	**1,476**

BACIA 02 - (2º Etapa de Implantação)

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab)	Contribuição per capita (L/habxdia)	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.009	**1.458**	**100,0%**	**1.458**	**150**	**0,8**	**3.170**	**0,63**	**1,01**	**2,03**	**4,28**
2.010	1.487	100,0%	1.487	150	0,8	3.170	0,63	1,03	2,07	4,35
2.011	1.516	100,0%	1.516	150	0,8	3.170	0,63	1,05	2,11	4,42
2.012	1.547	100,0%	1.547	150	0,8	3.170	0,63	1,07	2,15	4,50
2.013	1.578	100,0%	1.578	150	0,8	3.170	0,63	1,10	2,19	4,58
2.014	1.609	100,0%	1.609	150	0,8	3.170	0,63	1,12	2,23	4,66
2.015	1.641	100,0%	1.641	150	0,8	3.170	0,63	1,14	2,28	4,74
2.016	1.674	100,0%	1.674	150	0,8	3.170	0,63	1,16	2,33	4,82
2.017	1.708	100,0%	1.708	150	0,8	3.170	0,63	1,19	2,37	4,90
2.018	1.742	100,0%	1.742	150	0,8	3.170	0,63	1,21	2,42	4,99
2.019	**1.777**	**100,0%**	**1.777**	**150**	**0,8**	**3.170**	**0,63**	**1,23**	**2,47**	**5,08**
2.020	1.812	100,0%	1.812	150	0,8	3.170	0,63	1,26	2,52	5,16
2.021	1.849	100,0%	1.849	150	0,8	3.170	0,63	1,28	2,57	5,26
2.022	1.886	100,0%	1.886	150	0,8	3.170	0,63	1,31	2,62	5,35
2.023	1.923	100,0%	1.923	150	0,8	3.170	0,63	1,34	2,67	5,44
2.024	1.962	100,0%	1.962	150	0,8	3.170	0,63	1,36	2,73	5,54
2.025	2.001	100,0%	2.001	150	0,8	3.170	0,63	1,39	2,78	5,64
2.026	2.041	100,0%	2.041	150	0,8	3.170	0,63	1,42	2,83	5,74
2.027	2.082	100,0%	2.082	150	0,8	3.170	0,63	1,45	2,89	5,84
2.028	2.124	100,0%	2.124	150	0,8	3.170	0,63	1,48	2,95	5,94
2.029	**2.166**	**100,0%**	**2.166**	**150**	**0,8**	**3.170**	**0,63**	**1,50**	**3,01**	**6,049**

BACIA 03 - (1º Etapa de Implantação)

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab)	Contribuição per capita (L/habxdia)	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.009	**2.012**	**100,0%**	**2.012**	**150**	**0,8**	**9.589**	**1,92**	**1,40**	**2,79**	**6,95**
2.010	2.052	100,0%	2.052	150	0,8	9.589	1,92	1,43	2,85	7,05
2.011	2.093	100,0%	2.093	150	0,8	9.589	1,92	1,45	2,91	7,15
2.012	2.135	100,0%	2.135	150	0,8	9.589	1,92	1,48	2,97	7,26
2.013	2.177	100,0%	2.177	150	0,8	9.589	1,92	1,51	3,02	7,36
2.014	2.221	100,0%	2.221	150	0,8	9.589	1,92	1,54	3,08	7,47
2.015	2.265	100,0%	2.265	150	0,8	9.589	1,92	1,57	3,15	7,58
2.016	2.311	100,0%	2.311	150	0,8	9.589	1,92	1,60	3,21	7,70
2.017	2.357	100,0%	2.357	150	0,8	9.589	1,92	1,64	3,27	7,81
2.018	2.404	100,0%	2.404	150	0,8	9.589	1,92	1,67	3,34	7,93
2.019	**2.452**	**100,0%**	**2.452**	**150**	**0,8**	**9.589**	**1,92**	**1,70**	**3,41**	**8,05**
2.020	2.501	100,0%	2.501	150	0,8	9.589	1,92	1,74	3,47	8,17
2.021	2.551	100,0%	2.551	150	0,8	9.589	1,92	1,77	3,54	8,30
2.022	2.602	100,0%	2.602	150	0,8	9.589	1,92	1,81	3,61	8,42
2.023	2.654	100,0%	2.654	150	0,8	9.589	1,92	1,84	3,69	8,55
2.024	2.707	100,0%	2.707	150	0,8	9.589	1,92	1,88	3,76	8,69
2.025	2.762	100,0%	2.762	150	0,8	9.589	1,92	1,92	3,84	8,82
2.026	2.817	100,0%	2.817	150	0,8	9.589	1,92	1,96	3,91	8,96
2.027	2.873	100,0%	2.873	150	0,8	9.589	1,92	2,00	3,99	9,10
2.028	2.931	100,0%	2.931	150	0,8	9.589	1,92	2,04	4,07	9,25
2.029	**2.989**	**100,0%**	**2.989**	**150**	**0,8**	**9.589**	**1,92**	**2,08**	**4,15**	**9,39**
Contribuição Pontual da Bacia 01								**0,37**	**0,73**	**1,48**
Vazões Totalizadas para Bacia 03								**2,44**	**4,88**	**10,866**

Cagece

Sistema de Esgotamento Sanitário de Ubajara Sede
Estimativa Populacional e de Vazão
Quadro 4-4: Determinação das vazões mínima, média e máxima, por bacia.

Atualização: 11/12/2018

BACIA 04 - (2º Etapa de Implantação)

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab)	Contribuição per capita (L/habxdia)	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.009	**365**	**0,0%**	**-**	**150**	**0,8**	**-**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
2.010	372	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.011	379	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.012	387	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.013	395	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.014	402	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.015	411	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.016	419	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.017	427	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.018	436	0,0%		150	0,8		0,00	0,00	0,00	0,00
2.019	**444**	**100,0%**	**444**	**150**	**0,8**	**946**	**0,19**	**0,31**	**0,62**	**1,30**
2.020	453	100,0%	453	150	0,8	946	0,19	0,31	0,63	1,32
2.021	462	100,0%	462	150	0,8	946	0,19	0,32	0,64	1,34
2.022	472	100,0%	472	150	0,8	946	0,19	0,33	0,66	1,37
2.023	481	100,0%	481	150	0,8	946	0,19	0,33	0,67	1,39
2.024	491	100,0%	491	150	0,8	946	0,19	0,34	0,68	1,42
2.025	501	100,0%	501	150	0,8	946	0,19	0,35	0,70	1,44
2.026	511	100,0%	511	150	0,8	946	0,19	0,35	0,71	1,47
2.027	521	100,0%	521	150	0,8	946	0,19	0,36	0,72	1,49
2.028	531	100,0%	531	150	0,8	946	0,19	0,37	0,74	1,52
2.029	**542**	**100,0%**	**542**	**150**	**0,8**	**946**	**0,19**	**0,38**	**0,75**	**1,544**

BACIA 05 - (1º Etapa de Implantação)

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab)	Contribuição per capita (L/habxdia)	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.009	**2.324**	**100,0%**	**2.324**	**150**	**0,8**	**10.468**	**2,09**	**1,61**	**3,23**	**7,90**
2.010	2.370	100,0%	2.370	150	0,8	10.468	2,09	1,65	3,29	8,02
2.011	2.417	100,0%	2.417	150	0,8	10.468	2,09	1,68	3,36	8,14
2.012	2.466	100,0%	2.466	150	0,8	10.468	2,09	1,71	3,43	8,26
2.013	2.515	100,0%	2.515	150	0,8	10.468	2,09	1,75	3,49	8,38
2.014	2.565	100,0%	2.565	150	0,8	10.468	2,09	1,78	3,56	8,51
2.015	2.617	100,0%	2.617	150	0,8	10.468	2,09	1,82	3,63	8,64
2.016	2.669	100,0%	2.669	150	0,8	10.468	2,09	1,85	3,71	8,77
2.017	2.722	100,0%	2.722	150	0,8	10.468	2,09	1,89	3,78	8,90
2.018	2.777	100,0%	2.777	150	0,8	10.468	2,09	1,93	3,86	9,04
2.019	**2.832**	**100,0%**	**2.832**	**150**	**0,8**	**10.468**	**2,09**	**1,97**	**3,93**	**9,17**
2.020	2.889	100,0%	2.889	150	0,8	10.468	2,09	2,01	4,01	9,32
2.021	2.947	100,0%	2.947	150	0,8	10.468	2,09	2,05	4,09	9,46
2.022	3.006	100,0%	3.006	150	0,8	10.468	2,09	2,09	4,18	9,61
2.023	3.066	100,0%	3.066	150	0,8	10.468	2,09	2,13	4,26	9,76
2.024	3.127	100,0%	3.127	150	0,8	10.468	2,09	2,17	4,34	9,91
2.025	3.190	100,0%	3.190	150	0,8	10.468	2,09	2,22	4,43	10,07
2.026	3.254	100,0%	3.254	150	0,8	10.468	2,09	2,26	4,52	10,23
2.027	3.319	100,0%	3.319	150	0,8	10.468	2,09	2,30	4,61	10,39
2.028	3.385	100,0%	3.385	150	0,8	10.468	2,09	2,35	4,70	10,56
2.029	**3.453**	**100,0%**	**3.453**	**150**	**0,8**	**10.468**	**2,09**	**2,40**	**4,80**	**10,73**
Contribuição Pontual da Bacia 02								**1,50**	**3,01**	**6,05**
Contribuição Pontual da Bacia 03								**2,44**	**4,88**	**10,87**
Contribuição Pontual da Bacia 04								**0,38**	**0,75**	**1,54**
Contribuição Pontual da Bacia 06								**0,07**	**0,15**	**0,50**
Contribuição Pontual da Bacia 07								**2,89**	**5,78**	**11,51**
Contribuição Pontual da Bacia 08								**4,20**	**8,39**	**17,45**
Vazões Totalizadas para Bacia 05								**13,88**	**27,76**	**58,646**

Cagece	Sistema de Esgotamento Sanitário de Ubajara Sede *Estimativa Populacional e de Vazão* *Quadro 4-4: Determinação das vazões mínima, média e máxima, por bacia.*	*Atualização 17/12/2019*

BACIA 06 - (2º Etapa de Implantação)

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab)	Contribuição per capita (L/habxdia)	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.009	**72**	**0,0%**	**-**	**150**	**0,8**	**-**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
2.010	73	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.011	74	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.012	76	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.013	77	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.014	79	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.015	81	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.016	82	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.017	84	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.018	86	0,0%		150	0,8		0,00	0,00	0,00	0,00
2.019	**87**	**100,0%**	**87**	**150**	**0,8**	**1.185**	**0,24**	**0,06**	**0,12**	**0,45**
2.020	89	100,0%	89	150	0,8	1.185	0,24	0,06	0,12	0,46
2.021	91	100,0%	91	150	0,8	1.185	0,24	0,06	0,13	0,46
2.022	93	100,0%	93	150	0,8	1.185	0,24	0,06	0,13	0,47
2.023	95	100,0%	95	150	0,8	1.185	0,24	0,07	0,13	0,47
2.024	96	100,0%	96	150	0,8	1.185	0,24	0,07	0,13	0,48
2.025	98	100,0%	98	150	0,8	1.185	0,24	0,07	0,14	0,48
2.026	100	100,0%	100	150	0,8	1.185	0,24	0,07	0,14	0,49
2.027	102	100,0%	102	150	0,8	1.185	0,24	0,07	0,14	0,49
2.028	104	100,0%	104	150	0,8	1.185	0,24	0,07	0,14	0,50
2.029	**106**	**100,0%**	**106**	**150**	**0,8**	**1.185**	**0,24**	**0,07**	**0,15**	**0,502**

BACIA 07 - (2º Etapa de Implantação)

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab)	Contribuição per capita (L/habxdia)	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.009	**2.208**	**100,0%**	**2.208**	**150**	**0,8**	**4.599**	**0,92**	**1,53**	**3,07**	**6,44**
2.010	2.252	100,0%	2.252	150	0,8	4.599	0,92	1,56	3,13	6,55
2.011	2.297	100,0%	2.297	150	0,8	4.599	0,92	1,60	3,19	6,66
2.012	2.343	100,0%	2.343	150	0,8	4.599	0,92	1,63	3,25	6,78
2.013	2.390	100,0%	2.390	150	0,8	4.599	0,92	1,66	3,32	6,89
2.014	2.437	100,0%	2.437	150	0,8	4.599	0,92	1,69	3,38	7,01
2.015	2.486	100,0%	2.486	150	0,8	4.599	0,92	1,73	3,45	7,13
2.016	2.536	100,0%	2.536	150	0,8	4.599	0,92	1,76	3,52	7,26
2.017	2.587	100,0%	2.587	150	0,8	4.599	0,92	1,80	3,59	7,39
2.018	2.638	100,0%	2.638	150	0,8	4.599	0,92	1,83	3,66	7,51
2.019	**2.691**	**100,0%**	**2.691**	**150**	**0,8**	4.599	**0,92**	**1,87**	**3,74**	**7,65**
2.020	2.745	100,0%	2.745	150	0,8	4.599	0,92	1,91	3,81	7,78
2.021	2.800	100,0%	2.800	150	0,8	4.599	0,92	1,94	3,89	7,92
2.022	2.856	100,0%	2.856	150	0,8	4.599	0,92	1,98	3,97	8,06
2.023	2.913	100,0%	2.913	150	0,8	4.599	0,92	2,02	4,05	8,20
2.024	2.971	100,0%	2.971	150	0,8	4.599	0,92	2,06	4,13	8,35
2.025	3.031	100,0%	3.031	150	0,8	4.599	0,92	2,10	4,21	8,50
2.026	3.091	100,0%	3.091	150	0,8	4.599	0,92	2,15	4,29	8,65
2.027	3.153	100,0%	3.153	150	0,8	4.599	0,92	2,19	4,38	8,80
2.028	3.216	100,0%	3.216	150	0,8	4.599	0,92	2,23	4,47	8,96
2.029	**3.280**	**100,0%**	**3.280**	**150**	**0,8**	**4.599**	**0,92**	**2,28**	**4,56**	**9,12**
Contribuição Pontual da Bacia 09								**0,61**	**1,22**	**2,39**
Vazões Totalizadas para Bacia 07								2,89	5,78	11,511

BACIA 08 - (2º Etapa de Implantação)

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab)	Contribuição per capita (L/habxdia)	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.009	**2.906**	**100,0%**	**2.906**	**150**	**0,8**	**10.084**	**2,02**	**2,02**	**4,04**	**9,28**
2.010	2.964	100,0%	2.964	150	0,8	10.084	2,02	2,06	4,12	9,43
2.011	3.023	100,0%	3.023	150	0,8	10.084	2,02	2,10	4,20	9,57
2.012	3.083	100,0%	3.083	150	0,8	10.084	2,02	2,14	4,28	9,72
2.013	3.145	100,0%	3.145	150	0,8	10.084	2,02	2,18	4,37	9,88
2.014	3.208	100,0%	3.208	150	0,8	10.084	2,02	2,23	4,46	10,04
2.015	3.272	100,0%	3.272	150	0,8	10.084	2,02	2,27	4,54	10,20
2.016	3.338	100,0%	3.338	150	0,8	10.084	2,02	2,32	4,64	10,36
2.017	3.404	100,0%	3.404	150	0,8	10.084	2,02	2,36	4,73	10,53
2.018	3.472	100,0%	3.472	150	0,8	10.084	2,02	2,41	4,82	10,70
2.019	**3.542**	**100,0%**	**3.542**	**150**	**0,8**	**10.084**	**2,02**	**2,46**	**4,92**	**10,87**
2.020	3.613	100,0%	3.613	150	0,8	10.084	2,02	2,51	5,02	11,05
2.021	3.685	100,0%	3.685	150	0,8	10.084	2,02	2,56	5,12	11,23
2.022	3.759	100,0%	3.759	150	0,8	10.084	2,02	2,61	5,22	11,41
2.023	3.834	100,0%	3.834	150	0,8	10.084	2,02	2,66	5,33	11,60
2.024	3.911	100,0%	3.911	150	0,8	10.084	2,02	2,72	5,43	11,79
2.025	3.989	100,0%	3.989	150	0,8	10.084	2,02	2,77	5,54	11,99
2.026	4.069	100,0%	4.069	150	0,8	10.084	2,02	2,83	5,65	12,19
2.027	4.150	100,0%	4.150	150	0,8	10.084	2,02	2,88	5,76	12,39
2.028	4.233	100,0%	4.233	150	0,8	10.084	2,02	2,94	5,88	12,60
2.029	**4.318**	**100,0%**	**4.318**	**150**	**0,8**	**10.084**	**2,02**	**3,00**	**6,00**	**12,81**
Contribuição Pontual da Bacia 10								**1,20**	**2,40**	**4,64**
Vazões Totalizadas para Bacia 08								4,20	8,39	17,447

Cagece

Sistema de Esgotamento Sanitário de Ubajara Sede
Estimativa Populacional e de Vazão
Quadro 4-4: Determinação das vazões mínima, média e máxima, por bacia.

Atualização 17/4/2019

BACIA 09 - (2º Etapa de Implantação)

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab)	Contribuição per capita (L/habxdia)	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.009	**593**	**0,0%**	**-**	**150**	**0,8**	**-**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
2.010	604	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.011	616	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.012	629	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.013	641	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.014	654	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.015	667	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.016	681	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.017	694	0,0%	-	150	0,8	-	0,00	0,00	0,00	0,00
2.018	708	0,0%		150	0,8		0,00	0,00	0,00	0,00
2.019	**722**	**100,0%**	**722**	**150**	**0,8**	**946**	**0,19**	**0,50**	**1,00**	**1,99**
2.020	737	100,0%	737	150	0,8	946	0,19	0,51	1,02	2,03
2.021	752	100,0%	752	150	0,8	946	0,19	0,52	1,04	2,07
2.022	767	100,0%	767	150	0,8	946	0,19	0,53	1,07	2,11
2.023	782	100,0%	782	150	0,8	946	0,19	0,54	1,09	2,14
2.024	798	100,0%	798	150	0,8	946	0,19	0,55	1,11	2,18
2.025	814	100,0%	814	150	0,8	946	0,19	0,57	1,13	2,22
2.026	830	100,0%	830	150	0,8	946	0,19	0,58	1,15	2,26
2.027	846	100,0%	846	150	0,8	946	0,19	0,59	1,18	2,30
2.028	863	100,0%	863	150	0,8	946	0,19	0,60	1,20	2,35
2.029	**881**	**100,0%**	**881**	**150**	**0,8**	**946**	**0,19**	**0,61**	**1,22**	**2,392**

BACIA 10 - (2º Etapa de Implantação)

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab)	Contribuição per capita (L/habxdia)	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.009	**1.162**	**100,0%**	1.162	**150**	**0,8**	**1.601**	**0,00**	**0,81**	**1,61**	**2,91**
2.010	1.185	100,0%	1.185	150	0,8	1.601	0,32	0,82	1,65	3,28
2.011	1.208	100,0%	1.208	150	0,8	1.601	0,32	0,84	1,68	3,34
2.012	1.233	100,0%	1.233	150	0,8	1.601	0,32	0,86	1,71	3,40
2.013	1.257	100,0%	1.257	150	0,8	1.601	0,32	0,87	1,75	3,46
2.014	1.282	100,0%	1.282	150	0,8	1.601	0,32	0,89	1,78	3,53
2.015	1.308	100,0%	1.308	150	0,8	1.601	0,32	0,91	1,82	3,59
2.016	1.334	100,0%	1.334	150	0,8	1.601	0,32	0,93	1,85	3,66
2.017	1.361	100,0%	1.361	150	0,8	1.601	0,32	0,95	1,89	3,72
2.018	1.388	100,0%	1.388	150	0,8	1.601	0,32	0,96	1,93	3,79
2.019	**1.416**	**100,0%**	**1.416**	**150**	**0,8**	1.601	**0,32**	**0,98**	**1,97**	**3,86**
2.020	1.444	100,0%	1.444	150	0,8	1.601	0,32	1,00	2,01	3,93
2.021	1.473	100,0%	1.473	150	0,8	1.601	0,32	1,02	2,05	4,00
2.022	1.503	100,0%	1.503	150	0,8	1.601	0,32	1,04	2,09	4,08
2.023	1.533	100,0%	1.533	150	0,8	1.601	0,32	1,06	2,13	4,15
2.024	1.563	100,0%	1.563	150	0,8	1.601	0,32	1,09	2,17	4,23
2.025	1.595	100,0%	1.595	150	0,8	1.601	0,32	1,11	2,22	4,31
2.026	1.627	100,0%	1.627	150	0,8	1.601	0,32	1,13	2,26	4,39
2.027	1.659	100,0%	1.659	150	0,8	1.601	0,32	1,15	2,30	4,47
2.028	1.692	100,0%	1.692	150	0,8	1.601	0,32	1,18	2,35	4,55
2.029	**1.726**	**100,0%**	**1.726**	**150**	**0,8**	**1.601**	**0,32**	**1,20**	**2,40**	**4,635**

RESUMO GERAL

Ano	População total (hab)	Índice de atendimento (%)	População atendida (hab)	Contribuição per capita (L/habxdia)	Coeficiente de retorno	Comprimento da Rede	Vazão de infiltração (L/s)	Vazão Mínima (L/s)	Vazão Média (L/s)	Vazão Máxima (L/s)
	P'	A	P	q	C	L	I	Qmin	Qmed	Qmax
2.009	**13.454**	**89,7%**	**12.070**	**150**	**0,8**	**39.511**	**7,58**	**8,38**	**16,76**	**37,76**
2.010	13.720	89,7%	12.310	150	0,8	39.511	7,90	8,55	17,10	38,68
2.011	13.991	89,7%	12.554	150	0,8	39.511	7,90	8,72	17,44	39,29
2.012	14.274	89,7%	12.807	150	0,8	39.511	7,90	8,89	17,79	39,92
2.013	14.558	89,7%	13.062	150	0,8	39.511	7,90	9,07	18,14	40,56
2.014	14.847	89,7%	13.322	150	0,8	39.511	7,90	9,25	18,50	41,21
2.015	15.146	89,7%	13.589	150	0,8	39.511	7,90	9,44	18,87	41,87
2.016	15.450	89,7%	13.862	150	0,8	39.511	7,90	9,63	19,25	42,56
2.017	15.758	89,7%	14.139	150	0,8	39.511	7,90	9,82	19,64	43,25
2.018	16.074	89,7%	14.421	150	0,8	39.511	7,90	10,01	20,03	43,95
2.019	**16.394**	**100,0%**	**16.394**	**150**	**0,8**	**43.392**	**8,68**	**11,38**	**22,77**	**49,66**
2.020	16.723	100,0%	16.723	150	0,8	43.392	8,68	11,61	23,23	50,49
2.021	17.058	100,0%	17.058	150	0,8	43.392	8,68	11,85	23,69	51,32
2.022	17.401	100,0%	17.401	150	0,8	43.392	8,68	12,08	24,17	52,18
2.023	17.748	100,0%	17.748	150	0,8	43.392	8,68	12,33	24,65	53,05
2.024	18.102	100,0%	18.102	150	0,8	43.392	8,68	12,57	25,14	53,93
2.025	18.466	100,0%	18.466	150	0,8	43.392	8,68	12,82	25,65	54,84
2.026	18.835	100,0%	18.835	150	0,8	43.392	8,68	13,08	26,16	55,77
2.027	19.210	100,0%	19.210	150	0,8	43.392	8,68	13,34	26,68	56,70
2.028	19.594	100,0%	19.594	150	0,8	43.392	8,68	13,61	27,21	57,66
2.029	**19.987**	**100,0%**	**19.987**	**150**	**0,8**	**43.392**	**8,68**	**13,88**	**27,76**	**58,646**

População estimada seguindo modelo de extrapolação gráfica com curva de tendência logaritmica.

Coeficiente do dia de maior consumo (K1): 1,20 — *Taxa de infiltração linear (Ti): 0,0002 L/s.m*

Coeficiente da hora de maior consumo (K2): 1,50 — *Coeficiente do dia de menor consumo (K1): 0,50*

Fórmulas:

$$Q_{med} = \frac{P \cdot q \cdot C}{86.400}$$

$$Q_{min} = Q_{med} \cdot k_3$$

$$Q_{max} = Q_{med} \cdot k_1 \cdot k_2 + L \cdot T_i$$

Onde:

Q_{med}: vazão média, em L/s
Q_{min}: vazão mínima, em L/s
Q_{max}: vazão máxima, em L/s
P: População atendida,
q: contribuição per capita, em L/hab/dia
C: coeficiente de retorno

k_1: coeficiente do dia de maior consumo;
k_2: coeficiente da hora de maior consumo;
k_3: coeficiente de menor consumo:
L: comprimento da rede, em m;
T_i: taxa de infiltração linear, em L/s.m

Estudo de Alternativas

5 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

Este projeto praticamente não demandou levantamento de alternativas tendo em vista que o mesmo foi concebido seguindo, dentre outras, as seguintes diretrizes dispostas abaixo:

- Minimizar o número e otimizar porte das elevatórias;
- Atender as restrições ambientais, em função da existência da APA de Ubajara;
- Levar em consideração a disponibilidade de área para implantação da estação de tratamento de esgoto, locando-a em área mais afastada do centro;
- Tecnologia de tratamento compatível com a capacidade operacional da unidade de negócio responsável;
- Evitar o tipo de desinfecção por cloro na região de serra, por preferência operacional;
- Lançar a rede de forma a evitar profundidades maiores que 5 m, facilitando sua execução.

5.1 Concepção do sistema de coleta e transporte

No plano de escoamento, as bacias de esgotamento foram definidas tendo-se como premissa minimizar o número de elevatórias necessárias no sistema, procurando interligá-las entre si por interceptores dos corpos hídricos locais. Contudo, em visita local, constatou-se sua inexeqüibilidade, tendo em vista o número elevado de áreas de produção agrícola e de restrição ambiental, adotando-se como solução para transposição de bacias as estações elevatórias de esgoto.

A topografia local das bacias definiu o traçado da rede, ficando bem determinados os pontos necessários para implantação de elevatórias e travessias, bem como as desapropriações necessárias para evitar grandes profundidades de rede e a necessidade de demais sistemas elevatórios, priorizando as áreas livres e sem edificações levantadas.

As contribuições das bacias de esgotamento foram centralizadas para otimizar o porte das elevatórias e para garantir uma melhor eficiência energética do sistema.

5.2 Tratamento

Tendo em mente as diretrizes de nortear as contribuições das bacias periféricas para uma bacia central buscando otimizar a questão energética, pelo mesmo senso, determinou-se que a localização mais eficiente para a ETE seria na bacia central, desenvolvendo-se ali esforços para definir nesta área um terreno compatível com a necessidade demandada pelo sistema para tratamento.

Neste sentido, a ETE foi projetada na bacia central (B5), em uma área mais afastada do centro e com disponibilidade de área, tanto em termos de respeito aos limites da legislação ambiental (afastamento do corpo receptor e áreas da APA) bem como facilidades de desapropriação (disponibilidade do proprietário).

A limitação de área encontrada, contudo, não favoreceu a adoção de um sistema composto unicamente por lagoas de estabilização, tecnologia mais favorável operacionalmente, mas que, em geral, demanda áreas extensas. Neste sentido, foi definida a utilização de UASB associado a lagoas de polimento, garantindo um efluente compatível com as exigências da legislação ambiental.

Projeto Proposto

6 PROJETO PROPOSTO

6.1 Configuração Geral

As condições topográficas da Sede de Ubajara definiram 10 bacias de esgotamento (denominadas de B1 até B10), dentre as quais apenas quatro delas serão atendidas em 2ª etapa (B1, B4, B6 e B9), correspondendo a apenas 10,3% da população de início de plano, ficando a maior parte (89,71%) da população atendida na 1ª fase de implantação do sistema.

Em relação às bacias de 1ª etapa, a bacia mais densa, contando com 22% da população atual da Sede, é a bacia B8, localizada ao Sul. As bacias B3, B7 e B5 possuem praticamente a mesma densidade da população com percentual de 15, 16 e 17%, respectivamente. A bacia B2 e B10 são as de menor densidade e constituem praticamente 11 e 9%, respectivamente.

As bacias B1, B4, B6 e B9 atendem a uma população que varia de 1 a 4% em relação a população atual da Sede de Ubajara, sendo um dos motivos pelos quais determinaram seu atendimento para 2ª etapa. Outro motivo para postergar o atendimento foi o fato de que estas bacias, por serem periféricas, encontram-se ainda em fase de desenvolvimento.

Considerando as bacias de 1ª etapa, a bacia B5, pela sua condição central, recebe por recalque os esgotos coletados nas bacias B2, B3, B7 e B8 através de suas respectivas elevatórias. A bacia B10 constitui a única da 1ª etapa que não contribui diretamente para a B5, tendo sua contribuição acumulada com a da B8 e através de sua elevatória, lançada para a B5.

Na bacia B5, a elevatória EE-5 recalque todo o esgoto coletado da sede e encaminha para a estação de tratamento localizada na estrada para Nova Veneza, à oeste da cidade de Ubajara. A estação de tratamento de esgoto é constituída de reator anaeróbio UASB seguido de lagoas de polimento em série, com dimensionamento contemplando 2ª etapa de implantação.

6.2 Considerações Importantes

Neste projeto, as redes previstas para 2ª etapa estão apresentadas (dimensionadas e desenhadas). Contudo, sua execução não está considerada no orçamento.

Cagece

Não fazem parte do escopo deste projeto o detalhamento e orçamento das elevatórias previstas nas bacias de 2ª etapa (B1, B4, B6 e B9).