

**DADOS PRELIMINARES DE PROJETO
ETE APARECIDA**

Período	DBO (mg/L)		Eficiência (%)
	Entrada da ETE	Saída da ETE	
2019/1	487,87	157,83	68%
2019/2	842,42	321,21	62%
2020/1	482,11	293,94	39%

PROJEÇÃO POPULACIONAL

Com base em dados provenientes dos Censos Demográficos do IBGE dos anos de 1991, 2000 e 2010 (Tabela 1), foram realizados estudos para estimar a população urbana do município de Campos Novos.

Ano	População (hab.)		Taxa de crescimento urbana na sede municipal (%)
	Total	Urbana (na sede municipal)	
1991	42813	16502	0,76
2000	28707	21044	2,29
2010	32824	25866	1,86

Tabela 1 – População em Campos Novos.

Os métodos selecionados para as projeções foram: aritmético, geométrico, taxa decrescente de crescimento e crescimento logístico, os quais são recomendados pela literatura.

Em posse desses dados e utilizando uma relação de proporção entre a população urbana (na sede municipal) em 2018 e a população que contribui para a ETE Aparecida no mesmo ano foi possível elaborar uma projeção da população que contribuirá com esgoto para a Bacia da Aparecida em 2041 considerando que a relação entre a população urbana (na sede municipal) e a que contribui para a ETE foi mantida.

A Tabela 2 apresenta as estimativas populacionais de acordo com os métodos aritméticos, geométricos, taxa decrescente de crescimento e crescimento logístico. Para os dois últimos, foi estimada a população de 1990 a partir da taxa de crescimento encontrada no Censo Demográfico do IBGE do ano de 1991.

Ano	População Urbana (na sede municipal) (hab.)			
	Aritmética	Geométrica	Taxa Decrescente de Crescimento	Crescimento Logístico
2018	29724	30508	28736	29553
2019	30206	31144	29064	29993
2020	30688	31793	29385	30426
2021	31170	32456	29701	30854
2022	31652	33132	30010	31275
2023	32135	33823	30314	31690
2024	32617	34528	30611	32097
2025	33099	35248	30903	32498
2026	33581	35982	31189	32892
2027	34063	36733	31469	33278
2028	34546	37498	31744	33657
2029	35028	38280	32014	34029
2030	35510	39078	32279	34392
2031	35992	39893	32538	34748
2032	36474	40724	32792	35097
2033	36957	41573	33042	35437
2034	37439	42440	33286	35769
2035	37921	43324	33526	36094
2036	38403	44227	33761	36411
2037	38885	45146	33992	36719
2038	39368	46091	34218	37020
2039	39850	47051	34440	37313
2040	40332	48032	34657	37598
2041	40814	49033	34870	37876

Tabela 2 – Projeções Populacionais da Sede Urbana de Campos Novos.

Para a projeção aritmética, foi obtida a expressão (1) para estimar a população do ano em questão.

$$P_{ano} = 21044 + 482 \times (ano - 2000) \quad (1)$$

Para a projeção geométrica, foi obtida a expressão (2) para estimar a população do ano em questão.

$$P_{ano} = 21044 \times e^{0,020631 \times (ano - 2000)} \quad (2)$$

Para a taxa de decrescimento crescente, foi obtida a expressão (3) para estimar a população do ano em questão.

$$P_{ano} = 21044 + 24600 \times (1 - e^{-0,019595505 \times (ano - 1990)}) \quad (3)$$

Para o crescimento logístico, foi obtida a expressão (4) para estimar a população do ano em questão.

$$P_{ano} = \frac{45644}{(1 + 1,78713 \times e^{-0,042449345 \times (ano - 1990)})} \quad (4)$$

O método aritmético foi o selecionado para a projeção da população de 2021, tendo em vista que esse método foi o que apresentou uma estimativa mais próxima da média entre as previsões para 2041 obtidas por cada método, demonstrado na Tabela 3.

Ano	População Urbana (na sede municipal) (hab.)				
	Aritmética	Geométrica	Taxa Decrescente de Crescimento	Crescimento Logístico	Média
2041	<u>40814</u>	49033	34870	37876	40648

Tabela 3 – Projeções Populacionais da Sede Urbana de Campos Novos para o ano de 2041.

Foi definida a bacia que contribui para ETE Aparecida em uma imagem de satélite do ano de 2018. Com essa imagem foram localizados e contabilizados os domicílios presentes no domínio de tal bacia, para assim estimar a população contribuinte para a ETE em questão, considerando que em cada domicílio há 4 habitantes.

A partir dos dados obtidos, contabilizamos que, no ano de 2018, 5680 habitantes contribuía com esgoto para a ETE Aparecida, ou seja, 19,11% da população da sede urbana. Utilizando a projeção aritmética, em 2020, a população contribuinte estimada para a ETE aparecida é de 5864 habitantes e em 2041 seria de 7799 habitantes.

VAZÕES DE ESGOTO

A contribuição futura de esgoto para a ETE Aparecida, caracterizada por esgoto doméstico, está indicada na tabela a seguir, através das vazões mínima, média, máxima e de infiltração:

Ano	População (habitantes)	Vazão de Infiltração (L/s)	Vazão mínima (L/s)	Vazão média (L/s)	Vazão máxima (L/s)
2041	7799	5,32	10,74	16,15	24,82

Tabela 4 – Vazões de Alimentação para a ETE Aparecida.

As vazões foram determinadas através das seguintes equações:

$$Q_{inf} = T_{inf} \cdot L_{red} \quad (5)$$

$$Q_{med} = \left(\frac{P \cdot q \cdot C}{86400} \right) + Q_{inf} \quad (6)$$

$$Q_{min} = \frac{\left(\frac{P \cdot q \cdot C}{86400} \right)}{2} + Q_{inf} \quad (7)$$

$$Q_{max} = \left(\frac{P \cdot q \cdot C \cdot k_1 \cdot k_2}{86400} \right) + Q_{inf} \quad (8)$$

Onde:

Q_{inf} = vazão de infiltração, em L/s;

$Q_{méd}$ = vazão média, em L/s;

$Q_{máx}$ = vazão máxima, em L/s;

$Q_{mín}$ = vazão mínima, em L/s;

T_{inf} = taxa de infiltração = 0,2 L/s.km;

L_{red} = comprimento da rede de esgoto = 27 km;

P = população atendida = 7799 hab;

q = cota per capita = 150 L/hab.dia;

C = coeficiente de retorno água/esgoto = 0,80

K_1 = coeficiente do dia de maior consumo = 1,20

K_2 = Coeficiente da hora de maior consumo = 1,50

A vazão de infiltração foi definida a partir do comprimento da rede de esgoto contribuinte para a ETE Aparecida. Com base nas redes de água disponíveis na região compreendida pela bacia em questão, foi estimada a rede de esgoto para 2041, acompanhando a razão entre a população de 2041 e a população de 2020.

A taxa de infiltração foi definida com base em dados utilizados na literatura, comparando-os com o perfil apresentado pela rede de esgoto da cidade.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO

Para o cálculo da demanda bioquímica a ser processada na ETE em questão, foram utilizados os dados obtidos em medições bimestrais realizadas pelo Laboratório Beckhauser e Barros nos últimos 4 anos. Os resultados das análises estão indicados na tabela a seguir:

Mês	Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)				
	Ano				
	2017	2018	2019	2020	Média
Janeiro	254,90	121,00	457,5	403,03	309,11
Março	379,90	360,60	421,20	486,36	411,99
Maiο	548,10	542,40	393,40	330,44	453,59
Julho	442,40	696,90	487,87	482,11	527,32
Setembro	621,20	648,7	842,42	-	704,11
Novembro	296,90	427,20	316,66	-	346,92

Tabela 5 – Resultados das Análises de DBO dos últimos 4 anos.

Com base nos valores obtidos nos resultados de DBO do período abordado, foi possível realizar uma análise estatística dos dados. A partir do histograma a baixo foi definido que o conjunto de dados em questão aproxima-se da distribuição normal, comumente utilizada para retratar fenômenos naturais.

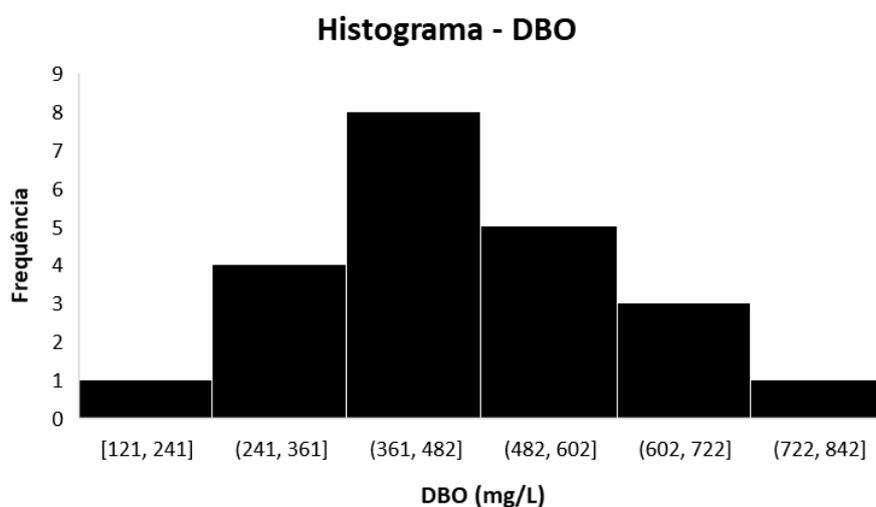


Figura 1 – Histograma da DBO nos Últimos 4 Anos.

A média de DBO nos últimos 4 anos foi de 469,71 mg/L e o desvio padrão foi de 153,02 mg/L. A distribuição normal possui determinadas características que são evidenciadas nos sistemas representados por ela, como por exemplo a densidade de probabilidade entre a média e cada desvio padrão, conforme o gráfico a baixo:

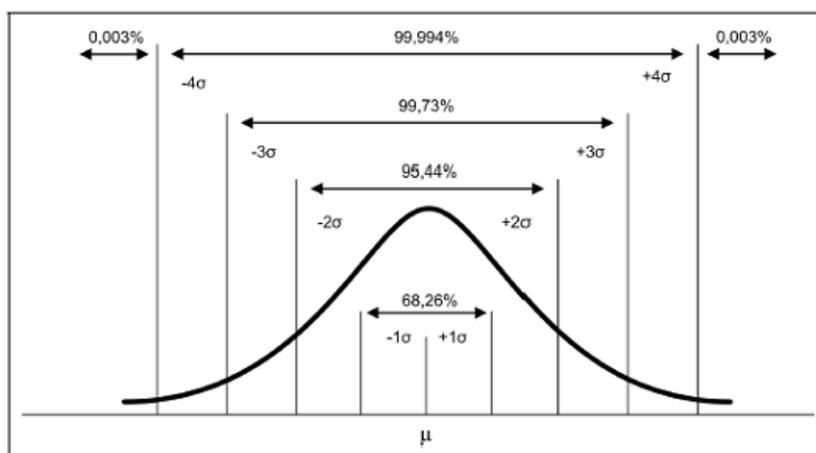


Figura 2 – Distribuição Normal.

A partir disso foi possível estimar um valor de DBO que pudesse representar o comportamento do parâmetro anualmente. Conforme a distribuição normal, o valor médio somado a um desvio padrão abrangeria cerca de 68% de todos os valores e somado a dois desvios padrões, cerca de 96%. No conjunto de dados obtido com as análises os resultados ficaram bem próximos dos retratados pela distribuição normal, 73% dos valores estão entre a média e um desvio padrão e 96% dos valores estão entre a média de dois desvios padrão.

Demanda Bioquímica de Oxigênio					
Intervalo	Limites do Intervalo		Quantidade de Amostras		Distribuição Normal
	mg/L	Mg/L	Amostras	%	%
<i>Média ± DP</i>	316,69	622,74	16	72,73	68,26
<i>Média ± 1,5DP</i>	240,18	<u>699,25</u>	20	<u>90,91</u>	86,64
<i>Média ± 2DP</i>	163,66	775,76	21	95,73	95,44
<i>Média ± 3DP</i>	10,64	928,79	22	100,00	99,73

Tabela 6 – Distribuição Normal de DBO dos últimos 4 anos.

O limite do intervalo trabalhado com 1,5 desvio padrão compreende 90% dos resultados de DBO dos últimos 4 anos, sendo um valor aceitável para assumir como referência para os cálculos posteriores relacionados a ETE. Dessa forma o valor de DBO a ser utilizado no dimensionamento será de **699,25 mg/L**.

Elaborado por: Eng^o Lorenzo Borges.