

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**FELIPE MONTEIRO FARIAS
FILIPE ARIEL PIRES OLIVEIRA E SILVA
LUCAS DA SILVA OLIVEIRA
LUCAS VIGNA BUCIANO**

**ESTUDO HIDROLOGICO PARA VIABILIDADE DE PONTO DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA**

**Santos - SP
Maio - 2019**

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**FELIPE MONTEIRO FARIAS
FILIPE ARIEL PIRES OLIVEIRA E SILVA
LUCAS DA SILVA OLIVEIRA
LUCAS VIGNA BUCIANO**

**ESTUDO HIDROLOGICO PARA VIABILIDADE DE PONTO DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção do título de Engenheiro à
Faculdade de Engenharia Civil da
Universidade Santa Cecília, sob a
orientação da Professora Rosa Marina
Zárate Vilchez.**

**Santos - SP
Maio – 2019**

RESUMO

Trata-se do estudo hidrológico de viabilidade de um ponto alternativo de abastecimento de água, tendo como fonte uma nascente, localizada na cidade do Guarujá – SP no alto do morro do Guaibê no Bairro do Santo Antônio, atendendo a todas as leis pertinentes a preservação do local, já que a área ao redor de uma nascente é uma área de preservação permanente. Através de um experimento realizado no local, será calculada vazão para verificação se a água encontrada atende a demanda dos caminhões para realização dos serviços diários. Para verificar a contribuição das chuvas, estimativa de vazão e volume de água, será feito um experimento através da sessão de passagem da água e a velocidade com que essa água está fluindo, foram obtidos os resultados necessários para a verificação, foi feita uma análise laboratorial para verificar a qualidade da água, sendo imprópria para consumo e assim pode ser utilizada para o serviço de hidrojateamento de galerias pluviais, bocas de lobo etc. Os resultados dos cálculos obtidos mostram que a quantidade de água atende à necessidade dos caminhões para executar o serviço e o ensaio laboratorial mostra os requisitos para funcionamento correto do caminhão. Atendendo aos parâmetros e as necessidades, a água poderá substituir o consumo de água potável no serviço de hidrojateamento executado pela Secretaria de Operações Urbanas (SEURB) da Prefeitura Municipal do Guarujá (PMG).

Palavras-chave: Hidrojato; Abastecimento; Hidrologia; Bacia.

ABSTRACT

It is the hydrological feasibility study of an alternative point of water supply, having as source a spring, located in the city of Guarujá - SP at the top of the hill of the Guaibê in the District of Santo Antônio, attending all the pertinent laws the preservation of the place, since the area around a spring is a permanent preservation area. Through an experiment carried out in the place, a flow will be calculated to verify if the water found meets the demand of the trucks to perform the daily services. In order to verify the contribution of rains, water flow and volume estimation, an experiment will be done through the water passage and the speed with which this water is flowing, the necessary results were obtained for the verification, a laboratory analysis to verify the quality of the water, being unfit for consumption and thus can be used for the hydroblasting service of rain gutters, mouths of wolf etc. The results of the calculations show that the amount of water meets the need for the trucks to perform the service and the laboratory test shows the requirements for correct operation of the truck. Taking into account parameters and needs, water can replace drinking water consumption in the hydroblasting service performed by the Municipal Operations Office (SEURB) of the Municipal Government of Guarujá (PMG).

Keywords: Hydrojet; Supply; Hydrology; Bowl.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo hidrológico em todas as fases	10
Figura 2: Divisores topográficos e freáticos.....	11
Figura 3: Valores do coeficiente de escoamento para superfícies impermeabilizadas (C)	17
Figura 4: Formas de ocorrência da água subterrânea	26
Figura 5: Carta Topográfica.....	28
Figura 6: Imagem da Bacia Hidrográfica de satélite	29
Figura 7: Imagem de satélite, a 50 m de altura do local.....	31
Figura 8: Local de percurso da água proveniente da nascente.....	33
Figura 9: Medição da seção em estudo para teste de campo.	33
Figura 10: Teste de campo para medição de vazão.	34

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - MÉDIAS CALCULADAS EM UM PERÍODO DE 30 ANOS DE CHUVA E TEMPERATURA.....	30
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: VALORES DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO PARA TIPOS DE SOLO (C)	18
TABELA 2: PREVISÃO DE MÁXIMAS INTENSIDADES DE CHUVAS, EM MM/H – GUARUJÁ/SP	19
TABELA 3: PREVISÃO DE ALTURA MÁXIMA DE CHUVAS EM MM – GUARUJÁ/SP	20
TABELA 4: PROFUNDIDADE DAS RAÍZES DE ALGUMAS ESPÉCIES	24
TABELA 5: VARIAÇÃO DA POROSIDADE EM RELAÇÃO AO TIPO DE ROCHA...25	
TABELA 6: MÉDIAS CLIMATOLÓGICAS CALCULADAS EM UM PERÍODO DE 30 ANOS DE CHUVA E TEMPERATURA	30
TABELA 7: DADOS OBTIDOS NO TESTE DE CAMPO	34
TABELA 8: CONSUMO E GASTO DOS CAMINHÕES DE HIDROJATEAMENTO ..	36

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

SEURB: Secretaria de operações urbanas

PMG: Prefeitura Municipal de Guarujá

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo geral	9
2.2. Objetivos específicos	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1. Ciclo hidrológico	10
3.2. Bacia hidrográfica ou de drenagem	11
3.3. Características físicas de uma bacia.....	12
3.3.1. Área da Drenagem	12
3.3.2. Forma Da Bacia.....	12
3.3.2.1. Coeficiente de Compacidade	12
3.3.2.2. Fator de Forma	13
3.4. Escoamento superficial	14
3.4.1. Grandezas que caracterizam o escoamento superficial	14
3.4.1.1. Vazão (Q).....	14
3.4.1.2. Vazão Média Diária (m ³ /s).....	14
3.4.1.3. Coeficiente de escoamento (C).....	15
3.4.1.4. Tempo de concentração (tc)	15
3.4.1.5. Tempo de recorrência (tr).....	16
3.4.1.6. Nível da Água (h)	16
3.4.1.7. Precipitação efetiva (Pe)	16
3.5. Método racional.....	17
3.5.1. Coeficiente de de deflúvio ou “runoff” (C)	17
3.5.2. Equação de Precipitações Intensas para Guarujá.....	18

3.6.	Infiltração e armazenamento de água no solo	20
3.6.1.	Infiltração	20
3.6.2.	Fatores Intervenientes	21
3.6.3.	Grandezas características da infiltração	21
3.7.	Águas subterrâneas	23
3.7.1.	Distribuição das águas subterrâneas	23
3.7.2.	Armazenamento de águas subterrâneas	25
3.7.3.	Aquíferos	25
3.7.4.	Nascentes.....	26
4.	LEGISLAÇÃO	27
5.	MATERIAS E MÉTODOS.....	28
5.1.	Localção da área em estudo	31
5.2.	Especificação dos caminhões utilizados pela PMG	32
6.	RESULTADOS	32
6.1.	Medição da vazão feita em campo.....	32
6.2.	Custo.....	35
6.3.	Análise laboratorial da água coletada em campo.....	36
7.	CONCLUSÃO.....	37
8.	REFERÊNCIAS	38
9.	ANEXO.....	39
9.1.	ANEXO A – Laudo de análise água de reuso	39
9.2.	ANEXO B – ART Laudo análise laboratorial	40
9.3.	ANEXO C – Termo de referência dos caminhões utilizados pela PMG	41

1. INTRODUÇÃO

A Secretaria de Operações Urbanas (SEURB) da Prefeitura Municipal do Guarujá é responsável pela limpeza e o desentupimento das galerias de águas pluviais, tubulações, bocas de lobo etc. Os quais tendem a ter um grande acúmulo de lixo que é jogado nas ruas e acabam se depositando nas galerias, como também assoreando a mesma. A SEURB utiliza água potável para o desentupimento da rede e de acordo com Victorino (2007, p. 18) “Nos dias de hoje, os grandes problemas ligados à água não acontecem por causa da natureza, mas sim da má utilização com desperdício e imprevidência”, seguindo essa linha de pensamento tem-se como justificativa a obtenção de um novo meio de abastecimento de água, evitando assim o gasto de água potável desnecessário e reduzindo o gasto mensal da SEURB.

Através de estudo hidrológico, cálculos de vazão e ensaios de campo e laboratoriais será verificado a viabilidade para utilização da nascente, atendendo as necessidades do projeto, bem como, estar de acordo com as leis pertinentes a questões de preservação do meio ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é realizar o estudo de viabilidade para o ponto de abastecimento de água alternativo.

2.2. Objetivos específicos

Será feita a validação do estudo de caso para a viabilidade de um ponto alternativo de abastecimento de água para caminhões de hidrojateamento, apresentado através de estudo e ensaios como:

- Estudo Hidrológico;
- Cálculo de Vazão;
- Análise Laboratorial;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Ciclo hidrológico

O ciclo hidrológico tem início com a evaporação da água dos oceanos, o vapor resultante é transportado pelo movimento da massa de ar, em seguida sob determinadas condições, o vapor é condensado onde se formam as nuvens, que por sua vez resultam em precipitação, a qual é dispersada na terra, onde a maior parte fica temporariamente retida no solo e mais tarde retorna a atmosfera por evaporação e transpiração, como pode ser visto na figura 1 (MOTA, 2010).

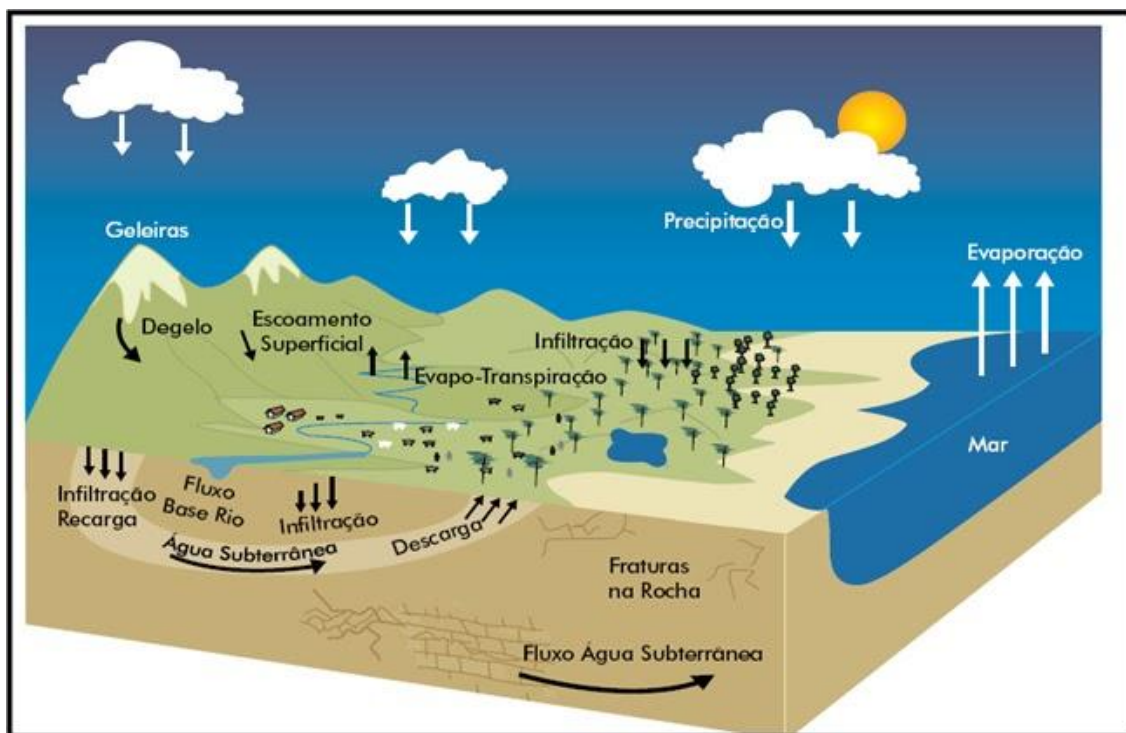


Figura 1: Ciclo hidrológico em todas as fases

FONTE: <<http://quimicanocotidiano2013.blogspot.com/2013/02/ciclo-hidrologico.html>>

3.2. Bacia hidrográfica ou de drenagem

De acordo com VILLELA; MATTOS (1975, p. 6, apud Viessman, Harbuaugh, Knapp (13)), “a bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d’água ou um sistema conectado de cursos d’água tal que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída”. A qual é necessariamente dividida por um divisor de águas que separa as precipitações que caem em bacias adjacentes, esses divisores podem ser topográficos ou superficiais e um divisor freático ou subterrâneo, costuma considerar que a área da bacia de drenagem é determinada pelo divisor topográfico, pela dificuldade de se determinar precisamente o divisor freático, como mostra figura 2.

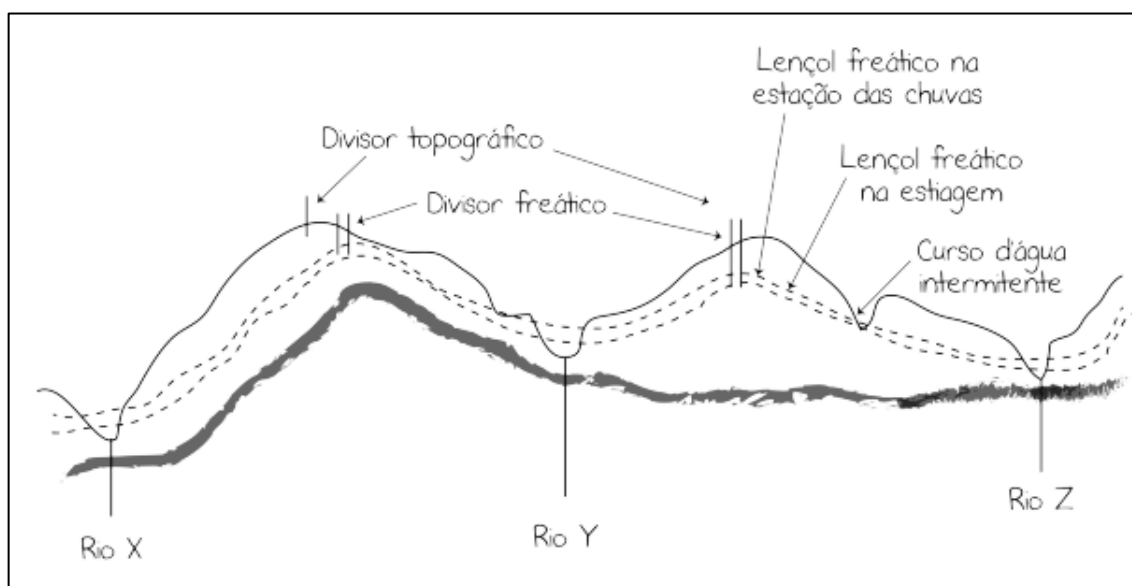


Figura 2: Divisores topográficos e freáticos

Fonte: Adaptado de VILLELA e MATTOS (1975, p. 11)

3.3. Características físicas de uma bacia

As características da bacia são de grande importância em seu comportamento hidrológico, onde existe uma grande correspondência entre o regime hidrológico e esses elementos, que através de relações e comparações pode ser determinado valores hidrológicos em seções ou locais de interesse que faltem dados, por causa de fatores de ordem física ou econômica onde não seja possível a instalação de estações hidrométricas (VILLELA e MATTOS, 1975).

3.3.1. Área da Drenagem

A área de drenagem de uma bacia é a área plana localizada entre seus divisores topográficos e é o elemento básico de cálculo das outras características, expressa em km² (TORRES E MACHADO, 2012).

3.3.2. Forma Da Bacia

A forma superficial da bacia é importante porque a partir dela é definido o tempo de concentração, que é o tempo necessário para que a partir do início da precipitação toda a bacia contribua na seção de estudo, em outras palavras é o tempo em que a água percorre toda a bacia.

Possuindo formas de pêra ou leque nos casos de bacias com grandes rios e nos casos de bacias pequenas possuindo um tamanho bem variado de acordo com o terreno e sua estrutura geológica, possuindo assim alguns índices para que se relacione seu formato com formas geométricas conhecidas, assim temos, o coeficiente de compacidade e o fator de forma (VILLELA e MATTOS, 1975).

3.3.2.1. Coeficiente de Compacidade

De acordo com VILLELA e MATTOS (1975) o “Coeficiente de Compacidade ou índice de gravelius – K_c – é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia”, que é obtido pela equação 1.

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

Onde:

Kc = Coeficiente de compacidade

P = Perímetro da Bacia (km)

A = Área da bacia (km²)

Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho; quanto mais irregular for a bacia maior será o valor do coeficiente, quanto maior o valor, maior a tendência a enchentes mais acentuadas essa bacia terá.

3.3.2.2. Fator de Forma

Também segundo VILLELA e MATTOS (1975), “Fator de Forma – Kf – é a relação entre a largura média (\bar{L}) e o comprimento axial da bacia (L) quando se segue o curso de água mais longo desde a desembocadura até a cabeceira mais distante na bacia”, é obtido pela equação 2 e 4:

$$Kf = \frac{\bar{L}}{L} \quad (2)$$

$$\text{Mas, } \bar{L} = \frac{A}{L}, \quad (3)$$

Logo

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (4)$$

Onde:

Kf = Fator de Forma (a)

\bar{L} = Largura média, obtida quando se divide a área pelo comprimento da bacia (km).

L = Medido pelo comprimento do curso d'água mais longo desde a desembocadura até a cabeceira mais distante na bacia (km).

A = Área da bacia (km²)

É um índice indicativo da tendência a enchentes de uma bacia, expressa a dimensão da cheia.

3.4. Escoamento superficial

Está ligado ao aproveitamento da água superficial e a proteção contra os fenômenos provocados pelo seu deslocamento, sendo assim é uma das fases de grande importância para o engenheiro já que o escoamento superficial trata do excesso de precipitação que corre pela superfície até o escoamento de um rio, até uma reserva de água, contribuiu para o volume de nascente e que pode ser alimentado tanto pelo excesso de precipitação como pelas águas subterrâneas. TORRES E MACHADO (2012)

3.4.1. Grandezas que caracterizam o escoamento superficial

3.4.1.1. Vazão (Q)

É o volume escoado por unidade de tempo, normalmente expressa em metros cúbicos por segundo (m³/s) ou em litros por segundo (L/S), e serve como elemento comparativo entre bacias.

3.4.1.2. Vazão Média Diária (m³/s)

É a média aritmética das vazões ocorridas durante o dia, geralmente utilizadas vazões das 7 às 17 horas.

3.4.1.3. Coeficiente de escoamento (C)

Também conhecido como coeficiente de deflúvio ou coeficiente de “run-off”, é a razão entre o volume de água escoado superficialmente e o volume de água precipitado, e pode ser relativo a uma chuva isolada ou a um intervalo de tempo onde ocorreram várias chuvas.

3.4.1.4. Tempo de concentração (tc)

Como já dito o tempo de concentração é o tempo, a partir do início da precipitação necessário para que toda a bacia contribua na seção em estudo e pode ser calculado pelas equações 5 ou 6:

- Equação de Kirpich

$$T_c = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (5)$$

Onde:

Tc = tempo de concentração (min)

L = comprimento do talvegue principal (km)

H = desnível entre a parte mais elevada e a seção de controle (m)

- Equação de Ventura

$$T_c = 0,127 \sqrt{\frac{A}{I}} \quad (6)$$

Onde:

T_c = tempo de concentração (h)

A = Área da bacia (km^2)

I = Declividade média do curso d'água principal (m/m)

3.4.1.5. Tempo de recorrência (t_r)

Também chamado de período de retorno, é o tempo que um evento leva para acontecer novamente ou para que aconteça um evento superior.

3.4.1.6. Nível da Água (h)

Altura atingida pelo nível d'água em relação a um nível de referência.

3.4.1.7. Precipitação efetiva (P_e)

Fração da precipitação que se transforma em escoamento superficial conforme equação 7.

$$P_e = \frac{V_{esc}}{A_{BH}} \quad (7)$$

Onde:

P_e = precipitação efetiva (m)

V_{esc} = volume escoado superficialmente (m^3)

A_{BH} = Área da bacia hidrográfica (m^2)

3.5. Método racional

Método utilizado para estimar a vazão máxima de escoamento para pequenas áreas de até 1km² e em casos onde se tem muitos dados de chuvas e poucos dados de vazão, obtido pela equação 8.

$$Q = 0,278 C . i . A \quad (8)$$

Onde:

Q = Vazão máxima de escoamento (m³/s)

C = Coeficiente de Runoff

I = intensidade máxima de precipitação (mm/h)

A = Área de contribuição da bacia (km²)

3.5.1. Coeficiente de de flúvio ou “runoff” (C)

O coeficiente de deflúvio ou coeficiente de “runoff” é um coeficiente usado para o cálculo do método racional que varia de acordo com a natureza da superfície tais como sua inclinação, tipo de solo, cobertura vegetal como mostra a tabela 1 e a figura 3.

Natureza da Superfície	Valores de C
Telhados perfeitos, sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas e em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentações de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,75 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentações de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estrada de ferro e terrenos descampados	0,10 a 0,30
Parques, jardins, gramados e campinas, dependendo da declividade do solo e natureza do subsolo	0,01 a 0,20

Figura 3: Valores do coeficiente de escoamento para superfícies impermeabilizadas (C)

Fonte: Adaptado do manual de técnicas e bueiros drenos da AMARCO.

Tabela 1: Valores do coeficiente de escoamento para tipos de solo (C)

Declividade (%)	Solo Arenoso	Solo Franco	Solo Argiloso
Florestas			
0 - 5	0,10	0,30	0,40
5 - 10	0,25	0,35	0,50
10 - 30	0,30	0,50	0,60
Pastagens			
0 - 5	0,10	0,30	0,40
5 - 10	0,15	0,35	0,55
10 - 30	0,20	0,40	0,60
Terras cultivadas			
0 - 5	0,30	0,50	0,60
5 - 10	0,40	0,60	0,70
10 - 30	0,50	0,70	0,80

Fonte: Adaptado de Estudo da hidrologia, Daniel Fonseca Carvalho e Leonardo Batista da Silva, (2006)

O coeficiente pode também ser calculado pela equação 9:

$$C = \frac{V_{esc}}{V_{prec}} \quad (9)$$

Onde:

C = Coeficiente de deflúvio (a)

V_{esc} = Volume total escoado correspondente ao escoamento superficial (m³).

V_{prec} = Produto da precipitação total pela área de drenagem da bacia (m³).

3.5.2. Equação de Precipitações Intensas para Guarujá

A equação de chuvas intensas da cidade de Guarujá – SP, foi obtida pelo trabalho feito pelo DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS, onde foram obtidos os dados sobre a estação medidora os autores bem como localização duração como mostram as tabelas 2 e 3. Afim de comprovar a veracidade dos dados obtidos a seguir.

Nome da estação/ Entidade: Vicente de Carvalho - E3-045R/ DAEE

Autor: Martinez e Magni (2013)

Coordenadas geográficas: Lat. 23o56'S; Long. 46o17'W

Altitude: 3 m

Duração da estação: 1942-2002

Período de dados: 1970; 1972-1975; 1977-2001 (30 anos).

$$i_{t,T} = 31,70 (t + 30)^{-0,81619} + 9,54 (t + 20)^{-0,81602} \cdot \left[-0,4831 - 0,9000 \ln \ln \left(\frac{T}{T} - 1 \right) \right]$$

para $10 \leq t \leq 144$ (10)

Onde:

$i_{t,T}$: intensidade da chuva, para a duração t e período de retorno T , em mm/min;

t : duração da chuva em minutos;

T : período de retorno em anos.

Tabela 2: Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h – Guarujá/SP

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	88,2	124,6	148,7	162,3	171,8	179,1	201,7	224,1	246,4
20	73,8	102,5	121,6	132,3	139,8	145,6	163,5	181,2	198,9
30	63,7	87,7	103,5	112,5	118,8	123,6	138,5	153,2	168,0
60	45,9	62,2	73,0	79,1	83,4	86,7	96,8	106,9	116,9
120	30,3	40,6	47,5	51,4	54,1	56,2	62,6	69,0	75,3
180	23,0	30,8	35,9	38,8	40,8	42,4	47,2	51,9	56,7
360	13,9	18,5	21,5	23,2	24,4	25,4	28,2	31,0	33,8
720	8,2	10,8	12,6	13,6	14,3	14,8	16,5	18,1	19,7
1080	5,9	7,9	9,1	9,8	10,4	10,7	11,9	13,1	14,3
1440	4,7	6,2	7,3	7,8	8,2	8,5	9,5	10,4	11,4

Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos, (2018)

Tabela 3: Previsão de altura máxima de chuvas em mm – Guarujá/SP

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	14,7	20,8	24,8	27,0	28,6	29,9	33,6	37,4	41,1
20	24,6	34,2	40,5	44,1	46,6	48,5	54,5	60,4	66,3
30	31,8	43,8	51,8	56,2	59,4	61,8	69,2	76,6	84,0
60	45,9	62,2	73,0	79,1	83,4	86,7	96,8	106,9	116,9
120	60,6	81,3	95,0	102,7	108,1	112,3	125,2	137,9	150,6
180	69,1	92,3	107,7	116,4	122,4	127,1	141,5	155,8	170,1
360	83,5	111,0	129,2	139,5	146,6	152,2	169,2	186,2	203,1
720	98,0	129,9	151,0	162,9	171,3	177,7	197,5	217,2	236,8
1080	106,7	141,4	164,3	177,3	186,3	193,3	214,8	236,1	257,4
1440	113,2	149,8	174,1	187,8	197,4	204,8	227,5	250,1	272,6

Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos, (2018)

3.6. Infiltração e armazenamento de água no solo

3.6.1. Infiltração

É o fenômeno que ocorre com a penetração da água no solo através de seus vazios e sob ação da gravidade, movendo-se pelas camadas próximas a superfície até a camada-suporte a qual tem a função de reter essa movimentação, assim formando água no solo aumentando sua umidade desse solo até que chegue em determinado ponto ele fique totalmente saturado.

Após cessar a infiltração, há uma redistribuição na umidade do interior do solo, fazendo com que os teores de umidade próximos a superfície sejam menores, onde essa água é transferida para a atmosfera através da evapotranspiração. Enquanto a outra parte é drenada para o interior do solo para as camadas mais profundas formando ao chegar na camada-suporte lençóis subterrâneos cujo movimento se dá através da ação da gravidade e das leis de escoamento subterrâneo.

“De acordo com MARTINS (2005 apud MARTINS, 2012), na infiltração podem ser destacadas três fases principais: fase de intercambio, fase de descida e fase de circulação.

- Fase de Intercambio: A água se encontra próxima a superfície e está sujeita a retornar a atmosfera pela ação evapotranspiração ou pela transpiração das plantas que a absorvem.

- Fase de Descida: É a fase que há um deslocamento vertical quando a ação do seu peso supera a adesão e a capilaridade deslocando-se até a camada suporte impermeável.

- Fase de Circulação: Após o acúmulo de água, são constituídos os lençóis subterrâneos, cujo movimento se deve a ação da gravidade e leis de escoamento, os quais constituem os lençóis freático e cativo.

- Lençol freático: Está sujeito a pressão atmosférica e possui superfície livre.

- Lençol cativo: Lençol que está localizado entre duas camadas impermeáveis com pressão diferente da atmosférica.

3.6.2. Fatores Intervenientes

A passagem de água que infiltra no solo depende de alguns fatores para que possa ir da superfície até a camada-suporte como:

- Tipo do solo
- Altura da retenção superficial e espessura da camada saturada
- Grau de umidade do solo
- Ação da precipitação sobre o solo
- Compactação devida ao homem e animais
- Macroestrutura do terreno
- Cobertura vegetal
- Temperatura
- Presença do ar
- Variação da capacidade de infiltração

3.6.3. Grandezas características da infiltração

- Capacidade de infiltração é a quantidade máxima de água que o solo absorve em um determinado tempo pela sua área, expresso normalmente em mm/h, mm/dia ou em $m^3/m^2/dia$.

Em relação a sua capacidade de infiltração, a penetração de água no solo se dá quando há uma precipitação excedente, onde a mesma excede a capacidade do solo de absorver água.

Como já explicado um solo que cessou a infiltração tem parte da água que se encontra no seu interior propagando-se para as camadas profundas e a outra parte seja por evapotranspiração ou por transpiração dos vegetais sendo devolvida a atmosfera, fazendo com que as camadas superiores recuperem sua capacidade de absorção à medida que o solo vai se tornando mais seco.

Já no caso de a precipitação atingir o solo com uma intensidade menor que a capacidade de infiltração, há uma diminuição da própria capacidade de infiltração, pois o solo está umedecendo suas camadas progressivamente, podendo ocorrer dependendo da intensidade de precipitação uma igualdade entre a precipitação e a capacidade de infiltração, onde a infiltração real é processada nas mesmas taxas da curva da capacidade de infiltração a qual tende a decrescer a um valor mínimo.

Após o término da precipitação quando não há mais o aporte de água a superfície do solo, a capacidade de infiltração volta a crescer, pois nas camadas superiores há uma perda de umidade para as camadas mais profundas e para evaporação.

- Porosidade É a relação entre o volume de vazios e o seu volume total, normalmente expresso em porcentagem.]

- Velocidade de infiltração é a velocidade média de escoamento da água através de um solo saturado, medido pela relação entre a quantidade de água que atravessa a unidade de área do material do solo e o tempo, expresso em m/s, m/dia ou $m^3/m^2/dia$.

Armazenamento de água no solo

A capacidade de armazenamento do solo é uma das propriedades de grande importância no estudo de recurso hídricos, e está relacionada com a intensidade e a duração da redistribuição do solo ou drenagem, que é o processo que ocorre logo após o fim do processo de precipitação promovido pelo movimento descendente da água que foi retida nas camadas do solo pela ação gravitacional e pressão e dependendo das condições existentes a velocidade com que a redistribuição ocorre pode ser percebida por dias ou tornar-se desprezível rapidamente (TORRES E MACHADO, 2012).

3.7. Águas subterrâneas

Toda água que ocorre abaixo da superfície e chamada de água subterrânea, ocupando e se deslocando através de poros ou vazios de rochas, fraturas e fissuras e são submetidas as forças de adesão e gravidade, as quais possibilitam o processo de infiltração com maior facilidade, seu destino está relacionado diretamente com as características do subsolo, relevo do terreno e sua vegetação.

Seus estudos são de grande importância, não só por suas grandes reservas, mas também devido ao fato de estarem relacionadas a problemas nos domínios da geologia e hidráulica de escoamento em meios porosos, bem como sua inter-relação com as águas superficiais (TORRES E MACHADO, 2012).

3.7.1. Distribuição das águas subterrâneas

Ao se infiltrar no solo segundo Torres; Machado (2012), a água está sujeita a forças como atração gravitacional, efeitos de capilaridade, tensão superficial, adesão etc. Em função dessas forças e do terreno pode-se encontrar duas zonas onde a água pode ser encontrada sendo, Zona Saturada e Zona de Aeração.

Na zona de aeração os interstícios do solo são ocupados pela água e ar que preenchem todos os espaços vazios, enquanto na zona de saturação como o nome já diz, está totalmente ocupada por água desde os poros vazios até fraturas das rochas. Através da força exercida pela gravidade a qual fara com que a água chegue a sua profundidade limite, onde a água não conseguira mais penetrar devido ao alto grau de saturação da rocha.

A Zona de Aeração ou Saturada se encontra próximo a superfície e tem sua parte superior a presença da água higroscópica, que é absorvida pelo ar e mantida por adesão em torno de partículas sólidas, a qual não é aproveitada pela vegetação devido a intensidade das forças moleculares. Em seus vazios encontra-se a água capilar, a qual tem sua movimentação promovida pela ação da tensão superficial e é aproveitada pela vegetação.

A água que consegue vencer as ações moleculares e capilares sob influência da gravidade é denominada água gravitacional.

A zona que delimita a profundidade máxima em que a água consegue retornar para a superfície é denominada de solo.

A profundidade máxima em que essa água poderá retornar a superfície e delimitada pelo tamanho médio das raízes, como mostra a tabela 4 com alguns valores de profundidade relativa de algumas raízes.

Tabela 4: Profundidade das raízes de algumas espécies

Espécies	Profundidade da raiz (m)
Árvores coníferas	0,5 a 1,5
Árvores decíduas	1,0 a 2,0 ou mais
Árvores permanentes (folhas largas)	1,0 a 2,0 ou mais
Arbustos permanentes	0,5 a 2,0 ou mais
Arbustos decíduos	0,5 a 2,0
Vegetação herbácea alta	0,5 a 1,5 ou mais
Vegetação herbácea baixa	0,2 a 0,5

Fonte: Torres e Machado (2012, p. 129)

Logo acima da zona de saturação encontra-se a franja capilar, espessura definida pela elevação capilar que está diretamente ligada a textura e granulometria do terreno, entre essa zona capilar e o solo pode haver um acúmulo de água onde dependendo da força que está sendo aplicada a essa água ela fica retida (adesão) ou percola (gravidade).

Três áreas são reconhecidas na zona de aeração, a zona de umidade no solo: é a parte superficial onde há perda de água para adesão e para atmosfera; zona intermediária também chamada de água peculiar, zona gravitacional: localizada acima da orla de capilaridade é a região por onde a água se movimenta em direção ao lençol, onde quase não há alteração na quantidade de água ao longo do tempo; Orla de capilaridade, zona capilar ou franja capilar: onde se forma capilares devido a conexão de poros de pequeno diâmetro permitindo que a água suba das zonas saturadas, em casos de solos argilosos podem chegar a 3m de altura e em solos muitos porosos apenas alguns milímetros.

3.7.2. Armazenamento de águas subterrâneas

Está ligado a porosidade e o tipo de rocha e sol, os quais irão apresentar diferentes capacidades de armazenamento, como por exemplo: se os poros são interligados e possuem dimensões que permitam o escoamento dessa água a rocha tem uma grande capacidade não só de armazenamento como também de fornecimento de água, como as rochas sedimentares. Do contrário como as rochas com vesículas isoladas apresentam uma ótima porosidade, será uma ótima rocha para armazenamento, porém não será uma boa fornecedora de água, como mostra a tabela 5 que indica a variação de porosidade de acordo com o tipo de rocha.

Tabela 5: Variação da porosidade em relação ao tipo de rocha

Rocha	Porosidade
Areia grossa e cascalho	20% a 40%
Arenito Botucatu	18%
Argila	Até 50%
Granito	0,5 a 2%

Fonte: Machado e Torres (2012, p. 134)

3.7.3. Aquíferos

No momento em que o lençol subterrâneo encontra uma formação porosa com ótimas condições tanto para admitir uma quantidade considerável de água quanto para permitir o escoamento da mesma é então denominado de aquífero.

Sendo denominado lençol freático aquele que possui superfície livre e lençol artesianos, confinado ou cativo aquele que está submetido a uma pressão entre camadas impermeáveis, segundo Caicedo (1993 apud CAICEDO, 2012, p. 140), “Os aquíferos confinados são geralmente aquíferos de grande produção, enquanto os aquíferos livres são os mais explorados devido ao fácil acesso”, como podemos ver na figura 4, que mostra as formas de ocorrência de água subterrânea.

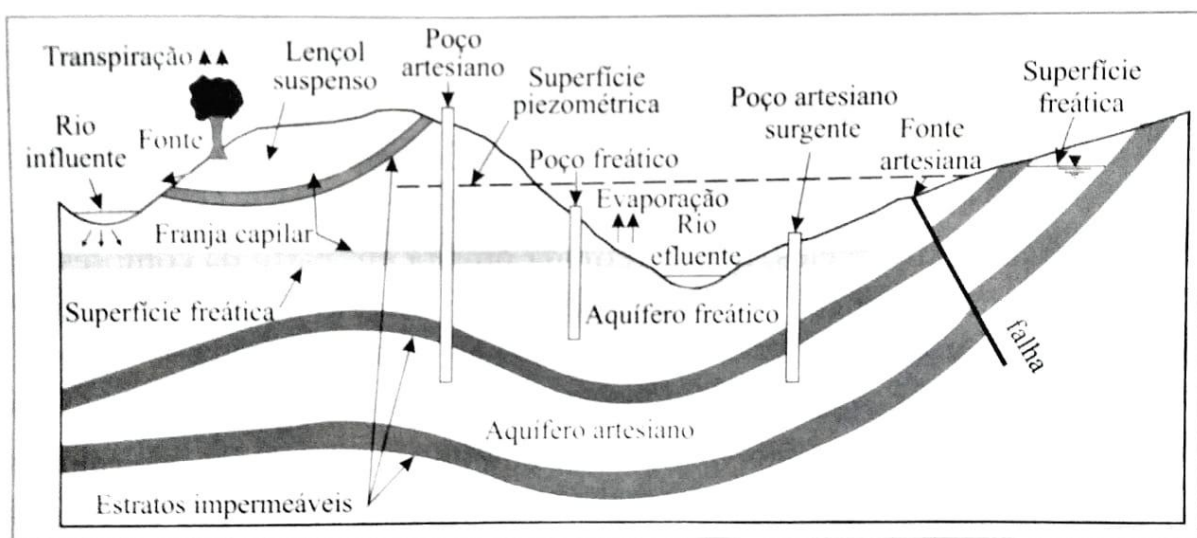


Figura 4: Formas de ocorrência da água subterrânea

Adaptado de: Machado e Torres (2012, p. 135)

Os aquíferos formam verdadeiros reservatórios de água subterrânea e não se encontram em condições de equilíbrio, exceto em raros casos, sendo muito difícil o tratamento matemático do movimento das águas pois as condições de regime não permanente do escoamento e a variação da constituição do solo não seguem um padrão, entretanto a lentidão com que as alterações de suas condições acontecem, permitem introdução a hipóteses de permanência do regime.

3.7.4. Nascentes

Como explicam Leinz e Amaral (1975 apud LEINZ; AMARAL, 2012, p. 142), “em certas circunstâncias a superfície do terreno pode interceptar o lençol freático, ocasionando nesta interseção a saída da água para a superfície”. São as chamadas nascentes, fontes, minas ou olhos d’água.

Podem ser formadas tanto por lençóis freáticos quanto por artesianos, podendo surgir por falhas geológicas, afloramento dos lençóis em depressões do terreno ou por contato de camadas impermeáveis com a superfície do terreno. Onde na sua maioria estão as nascentes de contato ou depressão.

Segundo Calheiros (2004 apud CALHEIROS, 2012, p. 142), as nascentes podem ser perenes (de fluxo contínuo), temporárias (fluxo apenas nas estações chuvosas) e efêmeras (quando surgem durante as chuvas, permanecendo por apenas por alguns dias ou horas).

Também conhecidas como fontes de contato, as nascentes normalmente surgem na parte mais próxima do morro, são conhecidas como nascentes de encosta.

As nascentes de depressão manifestam-se pelos chamados olhos de água, que são pequenos vazamentos superficiais em uma área encharcada, onde ao acumular um grande volume d'água, tem início a um fluxo contínuo de água e são conhecidas como nascentes difusas.

Nascentes provenientes de lençóis artesianos podem ser de contato ou provenientes de falhas geológicas.

Quando provenientes por falhas geológicas, necessitam de falhas que sejam capazes de provocar a ligação de lençóis confinados com a superfície.

Quando ocorrem por contato, normalmente em regiões montanhosas com fortes declives, facilitando o afloramento das camadas impermeáveis que são responsáveis pelo confinamento dos lençóis.

Como na maioria de suas ocorrências há uma grande dificuldade em enquadrar a nascente em um dos tipos citados. Aconselha-se diferenciar nascentes freáticas de nascentes artesianas, pois os lençóis pertencentes as nascentes freáticas são abastecidas por áreas próximas enquanto os lençóis que pertencem as nascentes artesianas são abastecidos por áreas muito distantes.

4. LEGISLAÇÃO

Seguindo e respeitando as normas presentes na LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012 e LEI Nº 12.727, DE 17 DE OUTUBRO DE 2012, as quais estabelecem normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal. No capítulo II, seção I, art.4.º, IV, descreve que as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros é considerada como área de preservação permanente, ainda no capítulo II, seção II, que fala sobre o Regime de Proteção das Áreas de Preservação Permanente no seu art.7.º, a vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, e no seu art.8.º, a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente

ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previsto nesta Lei, garantindo assim que esse projeto siga em conformidade com as leis.

5. MATERIAS E MÉTODOS

Será utilizado nesse estudo plantas topográficas, fotografias aéreas, carta geográfica, auxílio de aplicativos e softwares e fotos tiradas em visita ao local para demonstrar a localização do local em estudo como mostram as figuras 5 e 6.

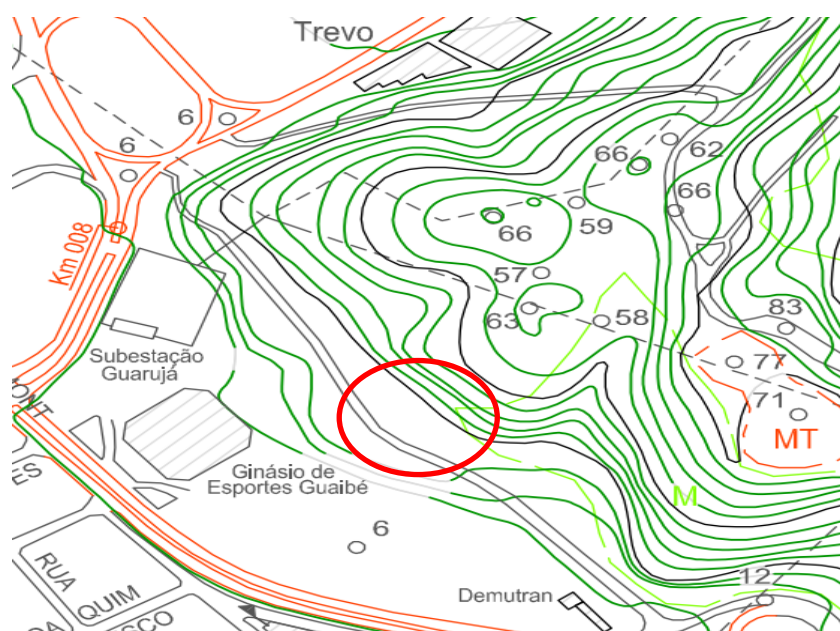


Figura 5: Carta Topográfica

Fonte: Secretaria Municipal de Planejamento do Guarujá

Através do aplicativo *Fields Area Measure Pro* foi obtido a área da bacia e o comprimento do talvergue como mostra a figura 6:

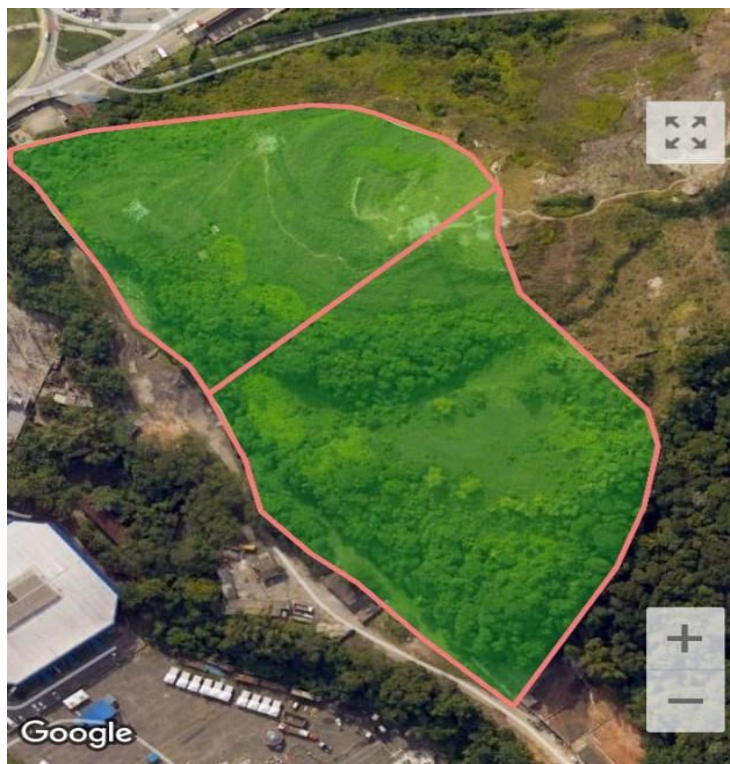


Figura 6: Imagem da Bacia Hidrográfica de satélite

Fonte: Fields Area Measure Pro, *imagem de satélite*

O gráfico 1 e a tabela 6 mostram médias climatológicas e de precipitações captadas em um período de 30 anos na cidade de Guarujá:

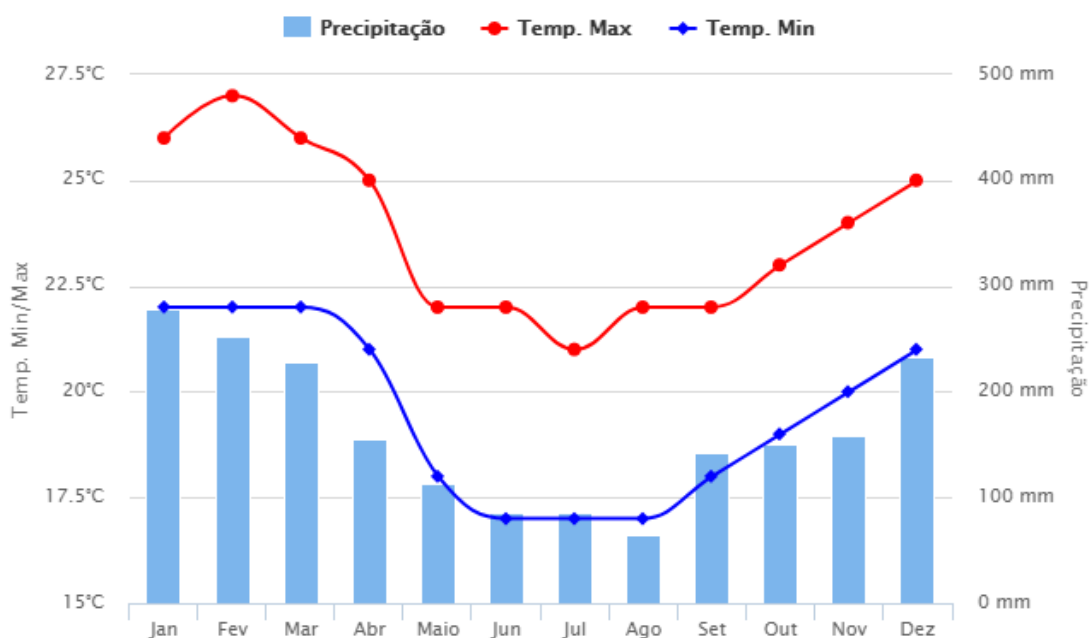


Gráfico 1 - Médias climatológicas calculadas em um período de 30 anos de chuva e temperatura

Fonte: Site Climatempo <https://www.climatempo.com.br/climatologia/798/guaruja-sp>

Tabela 6: Médias climatológicas calculadas em um período de 30 anos de chuva e temperatura

Mês	Minima (°C)	Máxima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	22°	26°	278
Fevereiro	22°	27°	252
Março	22°	26°	228
Abril	21°	25°	155
Maio	18°	22°	113
Junho	17°	22°	85
Julho	17°	21°	86
Agosto	17°	22°	64
Setembro	18°	22°	143
Outubro	19°	23°	150
Novembro	20°	24°	159
Dezembro	21°	25°	233

Fonte: site Climatempo <https://www.climatempo.com.br/climatologia/798/guaruja-sp>

5.1. Locação da área em estudo

O ponto alternativo de abastecimento em estudo nesse trabalho está localizado na cidade do Guarujá – SP no alto do morro do Guaibê no Bairro do Santo Antônio, próximo ao Ginásio Municipal Guaibê e próximo também a antiga fábrica de asfalto municipal que atualmente não está em funcionamento.

A seguir as figuras 7 e 8 mostram imagens do local onde será realizado o estudo para validação do ponto de abastecimento da água proveniente de uma nascente:



Figura 7: Imagem de satélite, a 50 m de altura do local

Fonte: Google Maps, Imagem de satélite



Figura 8: Local estudo para ponto de abastecimento alternativo de água

Fonte: Arquivo pessoal

5.2. Especificação dos caminhões utilizados pela PMG

O ANEXO C mostra as especificações dos caminhões de hidrojateamento utilizados nos serviços urbanos da PMG.

6. RESULTADOS

6.1. Medição da vazão feita em campo

O método utilizado consiste em verificar a velocidade da água para calcular a vazão dessa contribuição.

Os materiais envolvidos nesse método foram:

- 01 tampa de garrafa
- 01 trena de 8m
- 01 cronômetro

A técnica consiste em marcar o comprimento de um trecho por onde corre a água, soltar uma tampa no começo e cronometrar o tempo que ela demora para chegar no final do trecho. Foi preciso também marcar a profundidade média e a largura média do trecho.

Adotado um trecho de 5 metros, como mostram as figuras 9 e 10.



Figura 9: Local de percurso da água proveniente da nascente

Fonte: Arquivo pessoal



Figura 10: Medição da seção em estudo para teste de campo.

Fonte: Arquivo pessoal

Foram coletados dados de 4 profundidades, 4 larguras e 3 tomadas de tempo, afim de obter uma média para uma precisão maior no cálculo da estimativa de vazão, assim como mostra a tabela 7.

Tabela 7: Dados obtidos no teste de campo

Ponto	Profundidade (cm)	Largura (cm)	Tempo (s)
1	5,1	60	21,50
2	4,2	60	18,81
3	4	35	19
4	5,4	30	---
Média	4,67	46,25	19,77

Fonte: teste de campo



Figura 11: Teste de campo para medição de vazão.

Fonte: Arquivo pessoal

Com todos esses dados, foi obtida a área da seção pela equação 11.

$$A = l \cdot h \quad (11)$$

Onde:

A = Área da seção (m²)

l = Média das larguras da seção (m)

h = Média das profundidades da seção (m)

Logo:

$$A = 0,4625 \times 0,0467$$

$$A = 0,022 \text{m}^2$$

Cálculo da vazão utilizando a equação 12.

$$Q = \frac{0,8 \cdot c \cdot A}{t} \quad (12)$$

Onde:

Q = Vazão (m³/s);

c = Comprimento do trecho (m)

A = Área da seção (m²)

t = Tempo (s)

Alimentando a equação temos:

$$Q = (0,8 \times 5 \times 0,022) / 19,77$$

$$Q = 0,0044 \text{m}^3/\text{s}$$

Esse resultado nos dá a vazão de 15,84m³/hora e 380m³/dia.

6.2. Custo

A tabela 8, demonstra o consumo real durante um ano de gasto pelo caminhão 1 que é o caminhão com 12m³ de volume e apresenta uma projeção de

gasto para os demais caminhões, caso eles abastecessem diariamente da mesma forma que o caminhão 1, mantendo seus respectivos consumos diários.

Tabela 8: Consumo e gasto dos caminhões de hidrojateamento

CONSUMO E GASTO CAMINHÕES HIDROJATO PMG					
	Volume (m ³)	Lastro (m ³)	Consumo por dia (m ³)	Valor gasto mensal	Valor gasto anual
Caminhão1	12	2	10	R\$ 7.538,39	R\$ 90.460,68
Caminhão2	8	2	12	R\$ 9.046,07	R\$ 108.552,82
Caminhão3	8	2	12	R\$ 9.046,07	R\$ 108.552,82
Total				R\$ 25.630,53	R\$ 307.566,31

Fonte: SEURB

6.3. Análise laboratorial da água coletada em campo

Foram realizadas análises com a água proveniente da nascente para definir a viabilidade da utilização dessa água como forma de reuso. Para que possa ser realizado o serviço de hidrojateamento no município do Guarujá, é preciso que essa água atenda alguns padrões para que não coloque em risco a vida útil dos equipamentos necessários para o serviço. Utilizamos o laboratório *Analyse Control* para a emissão do laudo. Foi feita uma análise físico-química e uma análise microbiológica, assim como mostram os resultados nos anexos A e B.

7. CONCLUSÃO

Um município depende de alguns serviços básicos para sua rotina diária, muitos desses serviços básicos e essenciais utilizam uma grande quantidade de água. A prefeitura de Guarujá, gastou em 2018 cerca de R\$90.000,00 com a compra desse recurso.

A nascente em estudo, conta com uma grande quantidade de água que é desperdiçada tendo como destino final o próprio sistema de drenagem de água da cidade.

A análise da vazão dessa nascente, constatou que a cada hora corre 15,84m³ de água na seção estudada, portanto, em um dia a quantidade de água que pode ser armazenada é de aproximadamente 380,16m³ que pode ser utilizada para o reuso e é desperdiçada.

A PMG abastece 1 caminhão de 12.000 litros (uma vez ao dia) e 2 de 6.000 litros (duas vezes ao dia), totalizando 36.000 litros por dia, ou seja, 36m³, quantidade bem abaixo do que é possível se obter armazenando a água dessa nascente. Uma análise laboratorial dessa água provou que ela está apta para o reuso atendendo a demanda e não interferindo no funcionamento dos caminhões nos serviços de hidrojateamento.

Logo, foi comprovada a viabilidade técnica e econômica na utilização desse ponto alternativo de abastecimento de água, sendo constatado que atende à demanda do volume utilizado e que irá diminuir significativamente as despesas da SEURB da PMG em seus serviços.

8. REFERÊNCIAS

BRASIL, Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, 25 de maio de 2012; 191o da Independência e 124o da República.

BRASIL, Lei n. 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei no 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2o do art. 4o da Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, 17 de outubro de 2012; 191o da Independência e 124o da República.

DE ALMEIDA, J. A. M. P. **Estudos Hidrológicos**. [2001]. Disponível em: <http://www.valec.gov.br/documentos/normativos_tecnicos/especificacoes_de_projeto/Estudos%20hidrol%C3%B3gicos%20-%2080-EG-000A-27-0000%20Rev1.pdf>. Acesso em 27 ago. 2018.

MOTA, Suetônio. **Introdução a engenharia ambiental/Suetônio Mota: 4 ed.** Rio de Janeiro: Expressão Gráfica, 2010.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. Departamento de Águas e Energia. **Precipitações Intensas no Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE, 2018. 270 p. Disponível em: <<http://www.daee.sp.gov.br/hidrologia/pluvi/precipita%C3%A7%C3%B5esintensas2018.pdf>>. Acesso em 13 nov. 2018.

TORRES, Fillipe; MACHADO, Pedro. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta Água Morrendo de Sede**. Porto Alegre, [2007]. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/edipucrs/online/planetaagua.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2018

VILLELA, Swami; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

9. ANEXO

9.1. ANEXO A – Laudo de análise água de reuso


ANALYSE CONTROL
 Laboratório de Controle de Qualidade

 Rua Oswaldo Cruz, 81 | CEP 11045-101 | Boqueirão | Santos | SP
 Tel.: (13) 3222.1222 | Fax: (13) 3222.5300
 analysecontrol@analysecontrol.com.br

LAUDO DE ANÁLISE ÁGUA DE REUSO Nº. 956.APO.3223.04.19

Solicitante: LUCAS VIGNA BUCIANO	CPF: 426.787.868-46	Código do Cliente: 956
Responsável: Lucas Vigna Buciano		Fone: 13. 98852-5969
Endereço: Rua Antônio Alonso Gonzalez, 162 Apto 23 – Jardim Las Palmas	Cidade: Guarujá	UF: SP CEP: 11420-410

Produto Analisado: Água Não Tratada	Fonte: Caminho do Curso	Ponto de Coleta: Nascente no Guarujá/SP
Descrição da Embalagem: Frasco Elyplast	Nº de Amostras Coletadas: 001	Cor: () Incolor () Turvo (x) Outras: Amarelada
Data da Coleta: 23.04.2019 16:00Hs	Coletada por: Lucas	
Entrada para Análise: 24.04.2019 15:30Hs	Início do Ensaio: 25.04.2019 08:12Hs	Fim do Ensaio: 02.05.2019 16:50Hs

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE ANÁLISE	VMP REDE ¹	RESULTADO
Alcalinidade de Bicarbonatos (mg/L HCO ₃)	250	32,0
Alcalinidade de Carbonatos (mg/L CO ₃ ²⁻)	120	0
Alcalinidade de Hidróxidos (mg/L OH ⁻)	0	0
Alcalinidade Total (mg/L CaCO ₃)	----	32,0
Aspecto	Límpido	Turva c/ PPT
Cloretos (mg/L Cl ⁻)	250	29,0
Cloro Livre (mg/L Cl ₂)	* 0,5 a 3,0	Não Detectado
Cloro Total (mg/L)	----	Não Detectado
Condutividade (µS/cm)	----	249,0
Cor (uH – Hazen)	* 15	38,0
Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	500	39,0
Ferro Total (mg/L Fe)	0,3	0,19
Fluoreto (mg/L F)	1,5	Não Detectado
Manganês (mg/L Mn)	0,1	Não Detectado
Nitrogênio Amoniacal (mg/L NH ₃ -N)	1,165	9,37
Nitrogênio Nítrico (mg/L NO ₃ -N)	10	6,12
Nitrogênio Nitroso (mg/L NO ₂ -N)	1	0,08
Odor	Nenhum	Nenhum
pH	* 6,0 a 8,0	7,13
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	1.000	124,5
Sulfatos (mg/L SO ₄ ²⁻)	250	9,12
Turbidez (NTU)	* < 5,0	10,30

ANÁLISE MICRO-BIOLÓGICA

DETERMINAÇÃO	VMP REDE ¹	RESULTADO
Bactérias Heterotróficas (UFC/ml)	< 500	>738
Coliformes Fecais (E. Coli) (A/P)	* Ausentes em 100 ml	Ausente
Coliformes Totais (A/P)	* Ausentes em 100 ml	Presente

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: PRC N^o 5, de 28/09/2017, Anexo XX – Ministério da Saúde
 * Parâmetros exigidos pela NBR 15.527:2007 - Água de Chuva para fins não potáveis
 U.S. PHARMACOPEIE USP 30^a Edition

METODOLOGIA DE ANÁLISE: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA 21^a Edition
 LEGENDA: (*) Valores máximos ou intervalos permitidos pela Portaria N^o 2914 FUNASA/MS.

O resultado desta análise tem significado restrito e se aplica apenas à amostra analisada.
 Este relatório só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração ou rasura.

CONCLUSÃO DA ANÁLISE

Índices fora dos parâmetros oficiais: Aspecto, Cloro Livre, Cor, Nitrogênio Amoniacal e Turbidez.
 Índice elevado de Bactérias heterotróficas. Presença de Coliformes Totais.

Santos, 02 de Maio de 2019.

Hercules Pizzoni
 Farmacêutico Responsável
 CRF.SP 27748

Antonio Vicente Coelho Giffoni
 Químico Responsável
 CRQ 04.133.090



9.2. ANEXO B – ART Laudo análise laboratorial



CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA IV REGIÃO

Rua Oscar Freire, 2039 - CEP 05409-011 - SÃO PAULO
Contatos: (11) 3061-6000 - www.crq4.org.br
Atendimento ao público: segunda a sexta-feira das 9h30 às 15h



ART

CERTIFICADO DE ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

nº 3737 / 2019

VALIDADE ATÉ **31/03/2020**

CERTIFICAMOS, para os devidos fins, de acordo com o artigo 27 da lei nº2.800 de 18/06/56, combinado com o artigo 1º da lei nº 6.839 de 30/10/80, que em nossos arquivos consta o registro do estabelecimento **ANALYSE CONTROL LABORATORIO DE CONTROLE DE QUALIDADE LTDA - ME**, registrado neste Conselho sob nº **21293-F**, processo **194413**, CNPJ nº **00.469.907/0001-02**, sito à **R DR OSWALDO CRUZ, 81, BOQUEIRÃO**, cidade **SANTOS**, UF: **SP** tendo o(a) Profissional: **ANTONIO VICENTE COELHO GIFFONI**, registrado(a) neste Conselho com título de **LICENCIADO EM CIÊNCIAS HAB QUÍMICA**, registro nº **04133090**, processo nº **70360**, como o Responsável técnico pelas atividades da área da química. Atestamos que o Estabelecimento e seu Responsável Técnico acima mencionados encontram-se em situação regular junto a este Conselho Regional de Química.

São Paulo, 04 de fevereiro de 2019

Ernesto Hiromiti Okamura
Gerente

Para consultar a validade deste documento, acesse www.crq4.org.br/consultaart e digite o código: A030-9881-4ATT

9.3. ANEXO C – Termo de referência dos caminhões utilizados pela PMG



Prefeitura Municipal de Guarujá

ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA MUNICIPAL DE OPERAÇÕES URBANAS - SEURB

TERMO DE REFERÊNCIA

1 - OBJETO

Aquisição de Equipamento Hidrojato de Alta Pressão e Caminhão Basculante para serviços de limpeza, desobstrução e recolha de resíduos da rede urbana de captação de águas pluviais (bocas de lobo, caixas de passagem, poços de visita, galerias e tubulações) a ser realizado na rede municipal de Guarujá.

2 – JUSTIFICATIVA DA CONTRATAÇÃO

- Existem aproximadamente 63.019,25 metros de rede de drenagem totalmente(100%) assoreada no Município de Guarujá.
- Existem aproximadamente 97.344,25 metros de rede de drenagem parcialmente assoreada no município de Guarujá.

Equipamentos Monofuncionais para desobstrução , limpeza e recolha dos resíduos das Galerias Pluviais

Equipamento Caminhão Hidrojato

Equipamento Caminhão Basculante tipo Toco



Prefeitura Municipal de Guarujá

ESTADO DE SÃO PAULO

SECRETARIA MUNICIPAL DE OPERAÇÕES URBANAS - SEURB

3 - ESPECIFICAÇÕES DO PRODUTO

Ítem	Tipo de Equipamento	Especificação	Quantidade de Equipamentos
01	CAMINHÃO TIPO TOCO COM EQUIPAMENTO PARA HIDROJATEAMENTO	<p>Caminhão zero Km Motor Cummins Turbo Diesel Aftercooler, 189 cv e torque 61,2 Kgfm Transmissão manual sincronizadas Eaton FS-5406 A (6 marchas a frente e 1 a ré), engate através de cabos Eixo traseiro, dupla velocidade Arvin Méritor MS 23-235 CMT 27.000 Kg</p> <p><input type="checkbox"/> PBT 14.500 Kg <input type="checkbox"/> Capacidade de carga útil + carroceria 9.335 Kg Um (01) tanque plástico de combustível de 275 lts Um (01) tanque plástico do reservatório de ARLA 32 de 50 lts Pneus radiais s/ câmara 275/80 x 22,5" Tacógrafo eletrônico <input type="checkbox"/> Freio motor Imobilizador PATS (Sistema Ford antifurto) Freios a ar Direção Hidráulica, com regulagem pneumática de altura e inclinação Banco do motorista com suspensão a ar Suspensão de cabine com 4 conjuntos de molas e amortecedores Ponto de ar comprimido sob o porta-luvas Porta objetos Controle automático de velocidade Rádio AM / FM com entrada USB Vidros, travas e retrovisores elétricos.</p> <p style="text-align: center;">6</p> <p>DESCRIÇÃO / ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO EQUIPAMENTO</p> <p>1) Tanque Reservatório:</p> <p><input type="checkbox"/> Tanque em formato cilíndrico e tampos torisféricos, com capacidade total de 8.000 litros de água para Hidrojateamento,</p>	01

construído em chapa de aço carbono A36 ou SAE 1020 de espessura 3/16" (4,76 mm) e reforçado externamente com cintas de viga "U" dobrada, equipado com:

Quebra ondas equidistantes na parte interna de agua;

Longarinas paralelas (Berços) com empalmes para apoio e distribuição do tanque no chassi;

Sapatas de aço carbono de 1/4" (6,35mm) com coxins para alívio de tensão do tipo "plastprene";

01 Boca de visita / abastecimento Ø 450 mm, com respiro tipo cabo de guarda-chuva na parte superior;

01 Visor de nível tipo coluna com mangueira transparente de Ø 1";

01 Dreno inferior com válvula esfera de Ø 1"

01 Entrada para agua com engate do tipo "storz" Ø 1.1/2" para carregamento por hidrante.

Linha de alimentação da bomba de alta pressão com registro de esfera e filtro "Y".

Itens Gerais

01 Escada lateral para acesso à parte superior do tanque com degraus antiderrapantes;

Conjuntos Para-barros sintéticos no padrão LDA;

01 Para-choque traseiro articulável (homologado) com faixa refletiva do tipo "zebrada", construído com vigas de aços reforçadas, conforme norma do 152/03 CONTRAN;

Protetores laterais (homologados) conforme resolução do CONTRAN;

Faixas refletivas nas laterais e traseira do tanque;

01 Suporte para Cones e extintor de incêndio verticais;

04 Lanternas laterais da cor "laranja" completas;

02 Caixas de ferramentas instalada na lateral do tanque sobre o eixo (s) do caminhão.

1.1) Bomba de Alta Pressão

Bomba Alternativa Tríplex HPP para operar com vazão de 263 litros / minuto e pressão máxima de 160 Kgf/cm² (bar).

A alimentação da Bomba será dotada de válvula esfera e filtro

“Y” com sistema de limpeza.

A descarga será equipada com válvula de segurança para abertura com 10% acima da pressão de trabalho, válvula reguladora de pressão com ajuste fino, manômetro e registros de esfera com sistema de “by-pass” para o tanque.

A bomba de alta pressão será acionada através de “Caixa de Transferencia” a ser instalada entre o câmbio e o diferencial do caminhão, com sistema de cardam, polia e correias.

O comando de acionamento da bomba de alta pressão será instalado no interior da cabine do caminhão.

1.2) Carretel Principal

01 Carretel auto retrátil do tipo Bandeira, constituído em aço carbono reforçado com guia para enrolamento da mangueira, com de junta rotativa.

120 Metros de mangueira de alta pressão Ø 1” termoplástica, com terminais macho NPT nas extremidades, instalada no Carretel Principal.

Conjunto instalado na traseira do tanque, com estrutura de sustentação independente.

Acionamento do carretel por sistema hidráulico para enrolar e desenrolar a mangueira.

1.3) Acabamento e Pintura

Preparação das superfícies com “Jateamento Abrasivo” de acordo com as normas de qualidade vigentes e de alto padrão, com aplicação de material decapante, anti-ferrugem, fosfatizante e desengraxante.

Pintura interna da parte de “água limpa” com Epóxi atóxico Anti-corrosivo e na parte de “detritos” com Epóxi Betuminoso. Pintura externa do equipamento com fundo Primer com Epóxi e tinta em PU da “Sherwin Williams” na cor padrão do cliente (uma cor).

Ítem	Tipo de Equipamento	Especificação	Quantidade de Equipamentos
02	CAMINHÃO TIPO TRUCK COM EQUIPAMENTO PARA HIDROJATEAMENTO	<p>Caminhão zero Km motor Cummins 6.7 L ISBe6 290 CV Diesel Euro V PROCON VE-P7, cabine simples. Transmissão manual sincronizadas Eaton FS-6306B (6 marchas a frente e 1 a ré), engate através de cabos Eixo traseira duplo Arvin Méritor MS 23-245 (Relação 4,10 / 5,59:1) PBT 23.000 Kg (Homologado) PBT 24.000 kg (Admissível) Capacidade de Carga útil + carroceria 15.750 Kg, Um (01) tanque plástico de combustível de 275 lts ,Pneus radiais s/ câmara 275/80R 22,5 16 PR, Tacógrafo eletrônico, Freio motor, Imobilizador PATS (Sistema Ford anti furto)</p> <p>Válvula APU 6 vias (2 pontos para acessórios, filtro e secador integrados), Válvula sensível a carga (LSV), Freios A ar, tipo "S" Cam com circuito duplo, dianteiros e traseiros a tambor e válvula sensível à carga. ABS / ASR / EBD, Direção Hidráulica, com regulagem pneumática de altura e inclinação, Vidros, travas e retrovisores elétricos, Banco do motorista com suspensão a ar (extra conforto), Suspensão de cabine, Embreagem hidráulica servo assistido, Ponto de ar comprimido sob o porta luvas, Porta objetos</p> <p>Controle automático de velocidade, Ar condicionado</p> <p style="text-align: center;">6</p> <p>DESCRIÇÃO / EPECIFICAÇÃO TÉCNICA DO EQUIPAMENTO</p> <p>1) Tanque Reservatório:</p> <p><input type="checkbox"/> Tanque em formato cilíndrico e tampos torisféricos, com capacidade total de 10.000 litros de água para Hidrojateamento, construído em chapa de aço carbono A36 ou SAE 1020 de espessura 3/16" (4,76 mm) e reforçado externamente com cintas de viga "U" dobrada, equipado com:</p> <p>Quebra ondas equidistantes na parte interna de água;</p> <p>Longarinas paralelas (Berços) com empalmes para apoio e distribuição do tanque no chassi;</p>	01

Sapatas de aço carbono de 1/4" (6,35mm) com coxins para alívio de tensão do tipo "plastprene";

01 Boca de visita / abastecimento Ø 450 mm, com respiro tipo cabo de guarda-chuva na parte superior;

01 Visor de nível tipo coluna com mangueira transparente de Ø 1";

01 Dreno inferior com válvula esfera de Ø 1"

01 Entrada para água com engate do tipo "storz" Ø 1.1/2" para carregamento por hidrante.

Linha de alimentação da bomba de alta pressão com registro de esfera e filtro "Y".

Itens Gerais

01 Escada lateral para acesso à parte superior do tanque com degraus antiderrapantes;

Conjuntos Para-barros sintéticos no padrão LDA;

01 Para-choque traseiro articulável (homologado) com faixa refletiva do tipo "zebrada", construído com vigas de aço reforçadas, conforme norma do 152/03 CONTRAN;

Protetores laterais (homologados) conforme resolução do CONTRAN;

Faixas refletivas nas laterais e traseira do tanque;

01 Suporte para Cones e extintor de incêndio verticais;

04 Lanternas laterais da cor "laranja" completas;

02 Caixas de ferramentas instalada na lateral do tanque sobre o eixo (s) do caminhão.

1.1) Bomba de Alta Pressão

Bomba Alternativa Tríplex HPP para operar com vazão de 263 litros / minuto e pressão máxima de 160 Kgf/cm² (bar).

A alimentação da Bomba será dotada de válvula esfera e filtro "Y" com sistema de limpeza.

A descarga será equipada com válvula de segurança para abertura com 10% acima da pressão de trabalho, válvula reguladora de pressão com ajuste fino, manômetro e registros de esfera com sistema de "by-pass" para o tanque.

		<p>A bomba de alta pressão será acionada através de “Caixa de Transferencia” a ser instalada entre o câmbio e o diferencial do caminhão, com sistema de cardam, polia e correias.</p> <p>O comando de acionamento da bomba de alta pressão será instalado no interior da cabine do caminhão.</p> <p>1.2) Carretel Principal</p> <p>01 Carretel auto retrátil do tipo Bandeira, constituído em aço carbono reforçado com guia para enrolamento da mangueira, com de junta rotativa.</p> <p>120 Metros de mangueira de alta pressão Ø 1” termoplástica, com terminais macho NPT nas extremidades, instalada no Carretel Principal.</p> <p>Conjunto instalado na traseira do tanque, com estrutura de sustentação independente.</p> <p>Acionamento do carretel por sistema hidráulico para enrolar e desenrolar a mangueira.</p> <p>1.3) Acabamento e Pintura</p> <p>Preparação das superfícies com “Jateamento Abrasivo” de acordo com as normas de qualidade vigentes e de alto padrão, com aplicação de material decapante, anti-ferrugem, fosfatizante e desengraxante.</p> <p>Pintura interna da parte de “água limpa” com Epóxi atóxico Anti-corrosivo e na parte de “dejetos” com Epóxi Betuminoso. Pintura externa do equipamento com fundo Primer com Epóxi e tinta em PU da “Sherwin Williams” na cor padrão do cliente (uma cor).</p>	
Ítem	Tipo de Equipamento	Especificação	Quantidade de Equipamentos
03	CAMINHÃO TIPO TOCO COM CAÇAMBA	Caminhão zero Km Motor Cummins Turbo Diesel Aftercooler, 189 cv e torque 61,2 Kgfm □ Transmissão manual sincronizadas Eaton FS-5406 A (6 marchas a	02

BASCULANTE	<p>frente e 1 a ré), engate através de cabos Eixo traseiro dupla velocidade Arvin Méritor MS 23-235 CMT 27.000 Kg , PBT 14.500 Kg, Capacidade de carga útil + carroceria 9.335 Kg Um (01) tanque plástico de combustível de 275 lts, Um (01) tanque plástico do reservatório de ARLA 32 de 50 lts , Pneus radiais s/ câmara 275/80 x 22,5” , Tacógrafo eletrônico , Freio motor , Imobilizador PATS (Sistema Ford anti furto) , Freios A ar , Direção Hidráulica, com regulagem pneumática de altura e inclinação , Banco do motorista com suspensão a ar , Suspensão de cabine com 4 conjuntos de molas e amortecedores , Ponto de ar comprimido sob o porta luvas , Porta objetos , Controle automático de velocidade , Rádio AM / FM com entrada USB , Vidros, travas e retrovisores elétricos,equipado com 2-CAÇAMBA BASCULANTE 6m³ - COM ABERTURA LATERAL - COM 1 PISTÃO DE AÇÃODIRETA . Caixa de carga em aço ASTM-A-36, sendo laterais e frontal com espessura de 2,65mm, assoalho de 4,00mm e tampa traseira de 3.00mm de espessura. Pinos para amarração de lona. Pintura: Limpeza com desengraxante químico e fosfatização, acabamento interno em primer e pintura externa com tinta P.U.. Acessórios: Para lamas e lameiros de plástico, caixa plástica para ferramentas, sistema elétrico conforme normas do CONTRAN, com faixas refletivas, para-choque conforme resolução 152. Com protetor de ciclistas. Com plataforma para cimento.</p>	
------------	--	--