UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE – UENF LABORATÓRIO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – LEAG SETOR DE AGROMETEOROLOGIA

Prof D.Sc. José Carlos Mendonça

Disciplina EAG 03406 – Hidráulica Agrícola

Estudo Hidrológico - Ponte sobre o canal Campos - Macaé

1 - Objetivo:

Atender exigência de licenciamento ambiental e prestar esclarecimentos técnicos quanto ao estudo hidrológico necessário ao licenciamento da construção da ponte, com vão de 15,0 m (quinze metros) sobre o canal Campos-Macaé, a 2.700 m de distância das comportas de adução (coordenadas: 21º 46' 58,0" S e 41º 19' 59,4" W, referidas ao DATUM WGS84 - Zona 24), no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

2 - Caracterização do Corpo Hídrico:

Para caracterização e maior compreensão do canal Campos-Macaé será apresentado os 04 (quatro) trechos distintos compreendidos entre as suas comportas de adução, localizadas à margem direita do rio Paraíba do Sul, até sua confluência com a lagoa Feia, ainda no município de Campos dos Goytacazes. A partir da confluência com a lagoa Feia, o canal ressurge no município de Quissamã, RJ, e segue seu curso até a cidade de Macaé, RJ.

- 2.1 Trecho Revestido: Comportas até a Av. Ten. Cel. Cardoso
- 2.2 Trecho Urbanizado: Av. Ten. Cel. Cardoso até a Av. Nilo Peçanha
- 2.3 Trecho Semi-Hurbanizado: Av. Nilo Peçanha até a Comunidade Nova Chatuba
- 2.4 Trecho Rural: Comunidade Nova Chatuba até a Lagoa Feia

2.1 - Trecho Revestido (área central da Cidade):

Compreende o trecho inicial do canal, ligando as comportas de adução, localizada a margem direita do rio Paraíba do Sul até a Av. Ten. Cel. Cardoso (antiga rua Formosa). Possui 610 metros de extensão, sendo subdividido em duas partes. A primeira, com 250 m de extensão é constituída por duas galerias celulares, com seção de 1 m² cada e liga o trecho entre o rio Paraíba do Sul e a Av. Gil de Góis (próximo a Câmara Municipal de Campos). A Segunda, com 360 m de extensão compreende o trecho sob o Parque Municipal Alberto Sampaio (próximo ao mercado Municipal) e é constituída por uma galeria celular com seção de 4 m de base por 3,0 m de altura.

O controle de adução é feito através de duas comportas metálicas, com seção de 1 m² cada. A cota da soleira dessas comportas é de 3,17 (IBGE). Importante ressaltar que já foi registrada cota mínima no posto fluviométrico da Agência Nacional de Águas – ANA (Ponte Barcelos Martins) de 3,25 m (IBGE) e que neste momento, as comportas totalmente com seção totalmente abertas, não permitiram adução de água por gravidade, devido a assoreamentos existentes no interior de suas galerias.



Foto 1: Comportas de adução do canal Campos-Macaé localizadas no centro urbano de Campos dos Goytacazes, RJ. Detalhe do abastecimento do canal através de adução forçada.

2.2 - Trecho Urbanizado (área central da Cidade, nas proximidades da rodoviária Dr. Roberto Silveira)

Compreende o trecho de 890 metros existentes entre as avenidas Ten. Cel. Cardoso (antiga rua Formosa) e a Av. Nilo Peçanha. Este trecho do canal apresenta uma calha retangular em concreto, com dimensões de 4 m x 2 m, que se abrem em taludes tipo 2:1, numa seção trapezoidal de 4 m x 12 m x 5 m.





Fotos 2 e 3: Detalhes do canal Campos-Macaé do fim do trecho revestido, sob a ponte da Rua Ten. Cel. Cardoso (próximo ao mercado municipal) e da calha urbanizada (no entorno da rodoviária Dr. Roberto Silveira).

2.3 - Trecho Semi-Urbanizado (Pq. Rosário e Pq. Aurora)

Neste trecho, a faixa marginal de proteção (FMP) esquerda apresenta calçamento, arborização e residências após limite da FMP. Compreende um trecho de 2.350 m (dois mil, trezentos e cinqüenta metros) existentes entre a Av. Nilo Peçanha e a ponte da estrada de Mata Canoa (próximo à comunidade Nova Chatuba). Sobre a margem direita, encontra-se instalada uma rede de alta tensão, de propriedade da concessionária de energia (AMPLA).





Fotos 4 e 5: Vista da seção do canal em área urbana, com arborização na margem esquerda e cultivos de cana-de-açúcar no lado direito.

Após da FMP direita, pode-se observar áreas agrícolas ocupadas por cultivos de cana-de-açúcar. Neste trecho, a calha menor do canal apresenta seção de aproximadamente 3 m e a calha maior, com cerca de 6 a 9 m de extensão. Os taludes, originalmente do tipo 2:1 se encontram, em alguns trechos, bastante desfigurados.

2.4 - Trecho Rural (Comunidade Nova Chatuba do Carvão até a Lagoa Feia)

Este trecho compreende 7.540 m de comprimento que ligam o início da comunidade Nova Chatuba até o encontro com a lagoa Feia. Este trecho encontrase a comporta de adução do canal Tocos (1º defluente) e o início do canal Nicolau (2º defluente).





Fotos 6 e 7: Vista da seção do canal em área rural, com suas margens e área de influência ocupada por cultivos de cana-de-açúcar.

Na Figura 1 é apresenta uma carta topográfica na escala de 1:10.000 onde se podem observar os trechos acima citados e a localização do canal Campos-Macaé em relação à cidade de Campos dos Goytacazes e através da Figura 2 pode-se observar um recorte de imagem orbital da mesma área, obtida através do sitio do Google Earth.

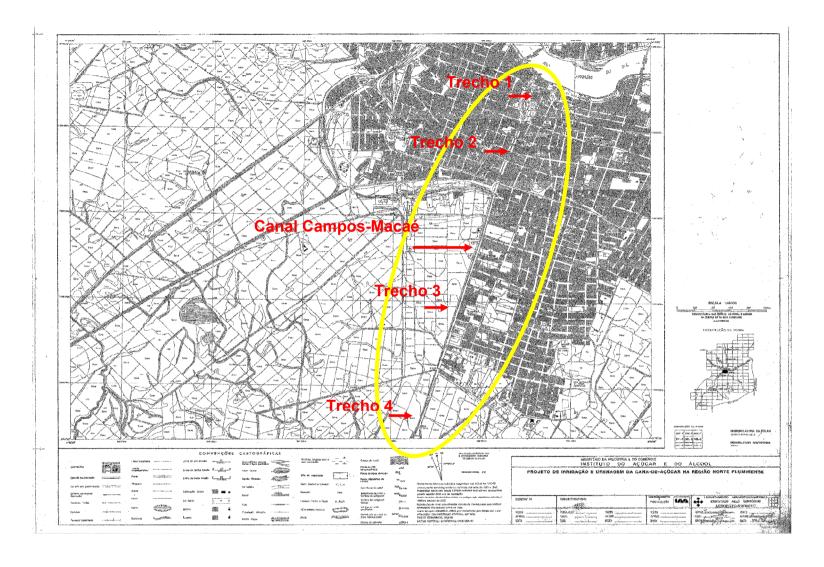


Figura 1: Carta da cidade de Campos dos Goytacazes, RJ na escala de 1:10.000, localizando o canal Campos-Macaé e os trechos revestidos (1), urbanizado (2), semi-urbanizado (3) e rural (4).



Figura 2: Recorte de imagem orbital da cidade de Campos dos Goytacazes, RJ, localizando o canal Campos-Macaé e os trechos revestidos (1), urbanizado (2), semi-urbanizado (3).

Considerando os valores da seção da calha do trecho urbanizado (Trecho 2), e de dados topográficos levantados, utilizou-se o aplicativo Canal, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, MG e obteve-se uma vazão de 9,24 m³ s⁻¹.

Na Figura 3 é apresentada à página de saída do aplicativo CANAL, com os resultados e parâmetros calculados para o trecho 2 (seção retangular).

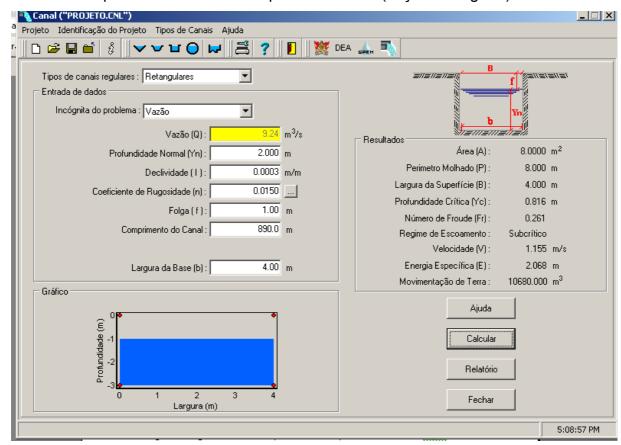


Figura 3: Página de saída do aplicativo CANAL, com os valores de vazão, perímetro molhado, largura da superfície, profundidade crítica, Número de Froude, Regime de escoamento, velocidade, energia específica e movimentação de terra, caso fosse preciso construir o canal, para a seção retangular (trecho 2).

Nas Figuras 4, 5 e 6 são apresentadas às páginas de saída do aplicativo CANAL, com os resultados e parâmetros calculados para os trechos 3 e 4 (seção trapezoidal), considerando-se inicialmente a calha menor, com 3 m de base, e, posteriormente, a calha maior, com 6 m e 9 m de base.

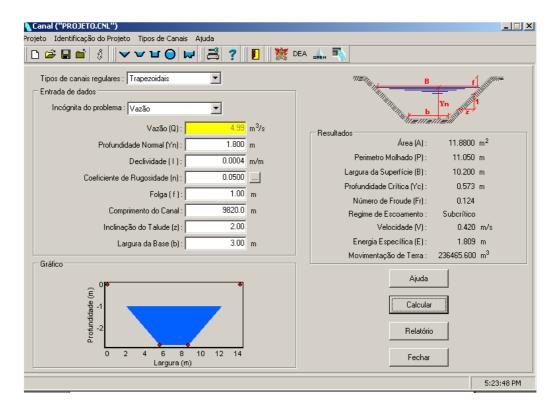


Figura 4: Página de saída do aplicativo CANAL, com os valores de vazão, perímetro molhado, largura da superfície, profundidade crítica, Número de Froude, Regime de escoamento, velocidade, energia específica da seção trapezoidal e calha menor de 3 m (trechos 3 e 4).

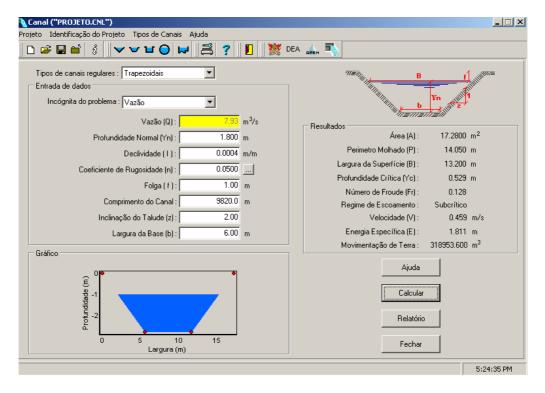


Figura 5: Página de saída do aplicativo CANAL, com os valores de vazão, perímetro molhado, largura da superfície, profundidade crítica, Número de Froude, Regime de escoamento, velocidade, energia específica, da seção trapezoidal e calha de 6 m (trechos 3 e 4).

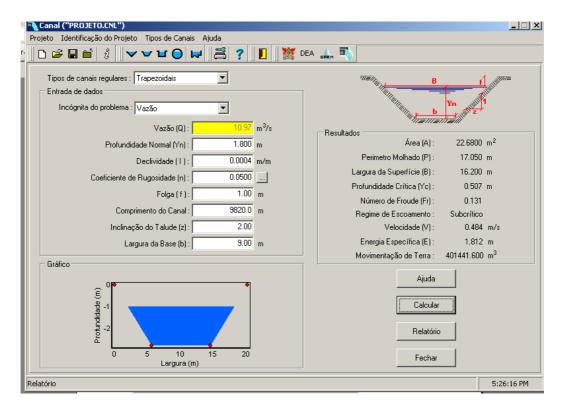
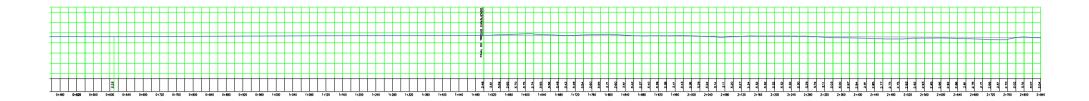
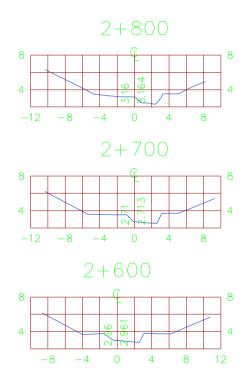


Figura 6: Página de saída do aplicativo CANAL, com os valores de vazão, perímetro molhado, largura da superfície, profundidade crítica, Número de Froude, Regime de escoamento, velocidade, energia específica, da seção trapezoidal e calha de 9 m (trechos 3 e 4).

Pode-se observar através das Figuras 3, 4, 5 e 6, que as vazões de escoamento calculadas para o canal são respectivamente de 9,24; 4,99; 7,93 e 10,97 m³ s⁻¹, considerando-se a altura de trabalho de 1,8 m.

A Figura 7 apresenta o levantamento topográfico do trecho compreendido entre as comportas de adução e 100 m a jusante do local da obra (perfil longitudinal e três seções transversais do entorno do local da intervenção). Para maior compreensão, este arquivo será disponibilizado em formato digital.





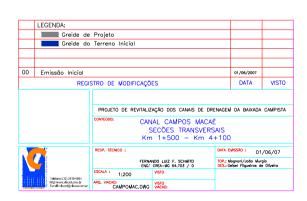


Figura 7: Levantamento topográfico do canal Campos-Macaé, entre as comportas de adução e as proximidades do local da obra. Perfil longitudinal e 3 seções transversais.

3- Caracterização Climática da Região

Inicialmente são apresentadas, através da Figura 8 as "Normais Climatológicas", para os eventos de precipitação pluviométrica, que foram obtidas através do cálculo das médias observadas, relativas a períodos padronizados, obedecendo aos critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) com dados dos períodos de 1961-1990, calculadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia e disponibilizadas no sitio do Serviço Meteorológico do Estado do Rio de Janeiro – SIMERJ.

Est	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Itaperuna	188,4	96,9	103,6	90,5	44,6	23,9	30,8	29,8	56,2	109,4	195,2	206,9	1176,2
Campos	140,4	76,9	82,3	75,6	53,6	34,1	43,1	31,3	55,7	107,8	160,6	148,9	1010,3
Macaé	156,9	93,3	100,1	100,5	56,9	53,9	60,5	38,2	74,0	102,4	159,3	181,6	1177,6

Figura 8: Normais Climatológicas para a precipitação pluviométrica calculadas no período de 1961-1990, com dados observados nos municípios de Itaperuna, Campos dos Goytacazes e Macaé.

Na Figura 9 é apresentado o gráfico da variação da precipitação média mensal observada no período de 1961-1990, nos municípios de Itaperuna, Campos dos Goytacazes e Macaé.

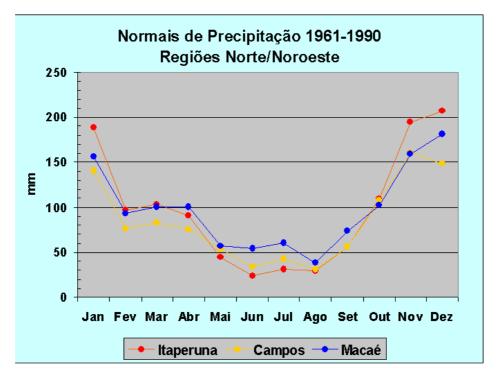


Figura 9: Gráfico da variação da precipitação média mensal observada no período de 1961-1990, nos municípios de Itaperuna, Campos dos Goytacazes e Macaé.

Segundo a classificação climática de Köppem, o clima do município de Campos dos Goytacazes, RJ é classificado como Aw, isto é, clima tropical úmido, com verão chuvoso, inverso seco e temperatura do mês mais frio superior a 18 °C. A temperatura média anual se situa em torno de 24 °C, sendo a amplitude térmica muito pequena e através das Figuras 8 e 9 pode-se perceber a variação do regime pluviométrico. Nelas pode-se observar a variação sazonal entre inverno e verão, ocorrendo os maiores volumes de chuvas nos meses de Novembro, Dezembro e Janeiro e os menores volumes nos meses de Junho, Julho e Agosto, respectivamente, períodos de verão e inverno.

Na Figura 10 é apresentado o gráfico da distribuição mensal das Normais de Precipitação Máxima em 24 h, observadas no período de 1961 -1990 para os municípios de Itaperuna, Campos dos Goytacazes e Macaé.

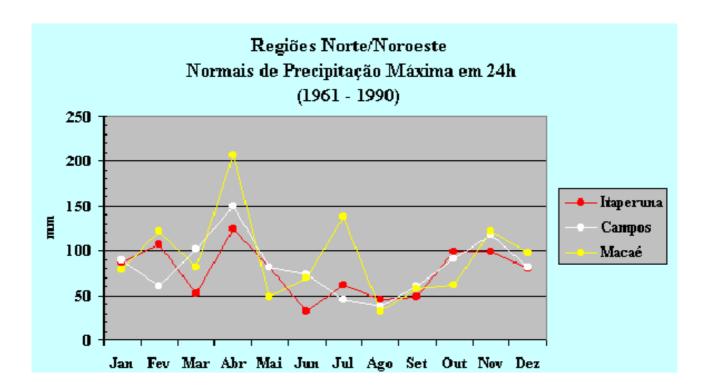


Figura 10: gráfico da distribuição mensal das Normais de Precipitação Máxima em 24 h, para os municípios de Itaperuna, Campos dos Goytacazes e Macaé.

Observando-se a Figura 10, pode-se perceber que os maiores eventos de precipitação pluviométrica ocorrem o mês de Abril, exceção para o município de Macaé, que apresentou valores elevados também no mês de Julho.

Na Figura 11 são apresentados os volumes máximos precipitados no período de 24 h observadas no período de 1961 -1990 nos municípios de Itaperuna, Campos dos Goytacazes e Macaé.

Precipitação - Altura Máxima em 24 horas (mm)										
	Ita	perur	ıa	Ö	ampo:	N	Macaé			
	Р	Dia	Ano	P	Dia	Ano	P	Dia	Ano	
Jan	86,6	6	86	89,3	1	67	170,6	17	62	
Fev	107,0	28	72	59,8	7	73	147,2	20	62	
Mar	52,0	3	69	102,0	28	66	116,2	24	73	
Abr	124,0	20	89	149,7	2	77	191,0	4	87	
Mai	81,0	1	90	81,8	1	65	58,2	22	76	
Jun	32,0	29	73	73,1	24	69	120,9	16	73	
Jul	61,2	6	89	45,4	4	76	124,8	15	84	
Ago	45,8	6	73	38,0	14	76	67,0	1	67	
Set	47,8	4	68	59,6	28	76	116,3	28	76	
Out	99,0	27	88	90,9	3	85	62,5	3	85	
Nov	99,2	11	81	117,8	20	72	117,2	16	77	
Dez	80,4	21	89	82,1	21	89	176,7	1	71	

Figura 11: volumes máximos precipitados no período de 24 h observadas no período de 1961 -1990 nos municípios de Itaperuna, Campos dos Goytacazes e Macaé.

Observa-se através da Figura 11 que, através dessa série de dados, no dia 2 de Abril de 1977 foi observado um evento de precipitação de 149,7 mm em Campos dos Goytacazes, e que nos dias 20 de Novembro de 1972 e 28 de Março de 1966, ocorrem, respectivamente, eventos de 117,8 mm e 102,0 mm. Em Itaperuna, o maior evento observado durante essa série, ocorreu em 20 de Abril de 1989 e foi de 124,0 mm. Destaca-se o município de Macaé, onde se registrou os maiores eventos de precipitação, sendo o maior deles, de 191,0 mm, observado em 4 de Abril de 1987, no entanto, observa-se que somente nos meses de Maio, Agosto e Outubro, não se observaram valores superiores a 100 mm.

Analisando outra série histórica, gerada pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e hoje administrada pela Agência Nacional de Águas - ANA (Estação 02141002) que agrupa dados pluviométricos numa série no período de Janeiro de 1946 a Dezembro de 1970, portanto, anterior à série analisada pelo INMET / SIMERJ, pode-se observar outros eventos de chuva intensa ocorridos no passado.

Na Figura 12 são apresentados os valores máximos ocorridos no período de 24 horas durante os anos de 1946 a 1970.

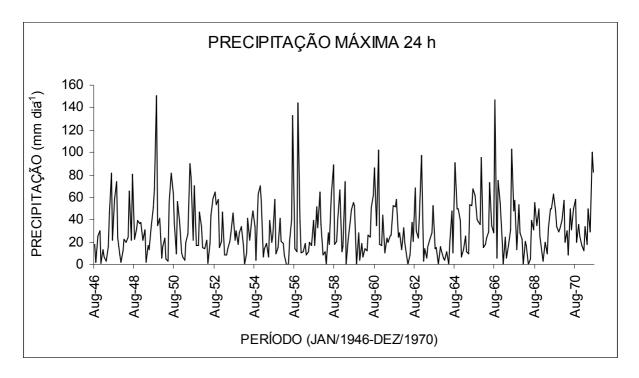


Figura 12: Valores máximos ocorridos no período de 24 h entre os anos de 1946 a 1970.

Observando-se a Figura 12 podem-se perceber diversos eventos de precipitação acima de 100 mm, durante esse período. Em Fevereiro de 1949 foi registrada uma ocrrencia de 150,3 mm, em Julho de 1956, uma de 133,0 mm, em Outubro de 1956 outra de 144,4 mm. Em Outubro de 1960, registrou-se um evento de 102,0 mm, em Agosto de 1966, um de 147,0 mm e em Junho de 1971, um evento de 100,0 mm.

Apesar de não se ter informações referentes à intensidade desses eventos, uma fez que a instalação de pluviógrafos não fosse uma pratica corrente em todos os postos de observações, a informação dos dados no período de 24 h permite a compreensão de que eventos de alta intensidade ocorrem ciclicamente na região de estudo, podendo ser considerado o evento de 150,3 mm, observado em Fevereiro de 1949, como o maior evento sobre a área de estudo encontrado nessas duas séries analisadas.

Na Figura 13 é apresentado uma carta topográfica da cidade de Campos dos Goytacazes, delimitando bacia de contribuição do Canal Campos Macaé, a montante da execução da ponte. Ressalta-se que esta bacia é totalmente urbana e interligada ao canal Campos-Macaé através de rede de galerias pluviais. Excluiu-se a área ocupada por cultivos agrícolas (cana de açúcar) devido ao uso consultivo das plantas e da permeabilidade e infiltração da água no solo, uma vez que não se observa nessa área, canais secundários de drenagem rural.

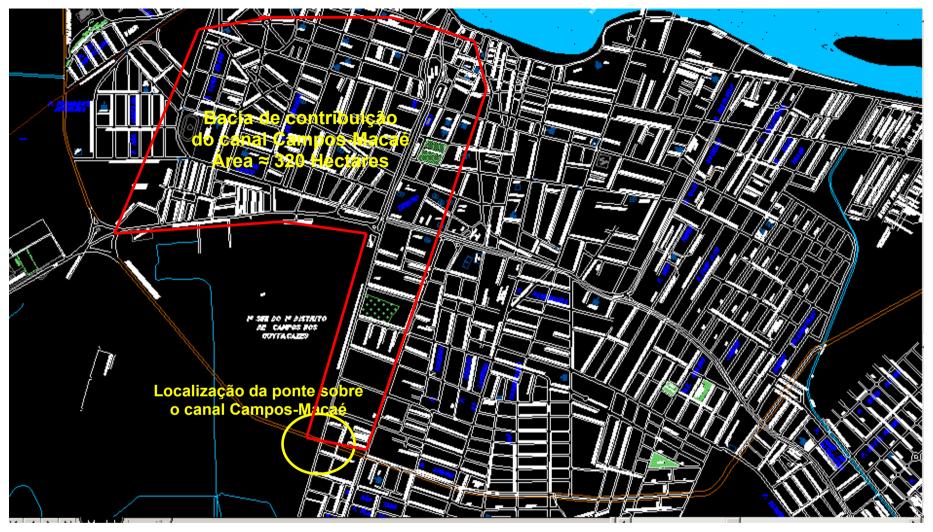


Figura 13: Planta do trecho urbano da cidade de Campos dos Goytacazes, RJ com a localização da bacia de contribuição, da rodovia perimetral e da ponte a ser construída sobre o canal Campos-Macaé.

4 – Simulações para Escoamento Superficial

Considerando-se a área da bacia de contribuição a montante do local da construção da ponte rodoviária em 320 hectares e a ocorrência de um evento de precipitação pluviométrica máxima em 24 h de 150 mm, sendo o tempo de permanência de 1 dia, obteve-se os seguintes resultados:

Área da bacia de contribuição	320	ha
Precipitação máxima na bacia	150	mm
Volume armazenado nas bacias	48000	m ³
Tempo de concentração	239.9	min
Vazão máxima de escoamento	18.5	$m^3 s^{-1}$
Área da seção de escoamento efetiva	15 x 2 (30)	m ²
Velocidade média de escoamento	1,5	m s ⁻¹
Capacidade efetiva de escoamento	45	$m^3 s^{-1}$

5 – Conclusões:

Atenciosamente.

A luz dos levantamentos realizados, dos cálculos desenvolvidos e dos resultados obtidos, pode-se concluir que a seção da ponte, sobre o canal Campos-Macaé, sendo considerada como de 30 m² (15,0 m de base x 2,0 m de altura) é superior a vazão máxima estimada, permitindo o escoamento de um volume precipitado de 150 mm sobre a área de contribuição a montante da ponte.

Sendo este o estudo por mim elaborado, submeto ao órgão licenciador (nome) para análise e encaminhamentos pertinentes.

autor Eng. Agrônomo – D. Sc. CREA RJ N°

Rio de Janeiro, xx de xx de xxxx

ANEXO 1 – FOTOS DO LOCAL INTERVENÇÃO







