PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº

Essa urbanização, tanto a regular quanto a irregular, resultou em impactos ambientais tais como contaminação e impermeabilização do solo, poluição das águas e assoreamento dos corpos hídricos. Tal problemática torna a cidade ainda mais suscetível direta e indiretamente à ocorrência de **eventos de alagamentos e inundações**, no período de precipitações intensas, evidenciando a ineficiência do sistema de drenagem que fica sobrecarregado em um curto intervalo de tempo.

Ao longo deste tópico são apresentados registros fotográficos caracterizando a os alagamentos e inundações na cidade, assim como o uso e ocupação as margens do riacho Veremos e do rio Poti[2], causando importantes interferências no fluxo dos cursos d´água, a saber:

- Ocupação das margens com residências e outras construções;
- Acúmulo de sedimentos, resíduos sólidos e vegetação (terrestre e aquática) no leito e nas margens;
- Bueiros, Pontilhões e Passagens Molhadas;
- Obstruções por afloramentos rochosos no leito.

Mesmo fora da estação chuvosa é possível observar o acúmulo de bolsões de água parada longo do trecho urbano dos cursos d´água devido as interferências listadas anteriormente. Esses pontos de estagnação favorecem o crescimento de vegetação aquática e o acúmulo de matéria orgânica, criando condições propícias para a proliferação de vetores de doenças, como mosquitos e outros organismos associados a ambientes insalubres. Tal situação reforça a necessidade de ações de manejo, dragagem, canalização e recuperação ambiental para restabelecer a dinâmica natural de escoamento e melhorar as condições sanitárias do curso d'água.

Paralelamente o futuro lago da Barragem Fronteiras, situado a jusante da cidade de Crateús, poderá ser influenciado diretamente pelas condições ambientais e urbanas do trecho superior da bacia, especialmente no setor urbano da sede municipal de Crateús. A expansão urbana desordenada ao longo do rio Poti e do riacho Veremos podem provocar alterações significativas na dinâmica hidrossedimentológica da bacia, o que tende a refletir no desempenho e na sustentabilidade do futuro lago.

Dentre os principais problemas potenciais para o lago de Fronteiras destacam-se: (i) Assoreamento do reservatório, decorrente do carreamento de sedimentos oriundos da erosão urbana e do leito dos cursos d'água alterados. A ocupação de margens, a retirada da vegetação ciliar e o aumento da impermeabilização do solo favorecem o escoamento superficial e o transporte de materiais sólidos, (ii) Qualidade da água decorrente da descarga de efluentes domésticos e o lançamento de resíduos sólidos no trecho urbano do rio Poti que podem resultar na contaminação das águas do lago, com elevação das concentrações de matéria orgânica, nutrientes e coliformes. Esse cenário pode favorecer a eutrofização e a degradação da qualidade ambiental do reservatório, exigindo maior esforço de gestão e monitoramento.

[2] Os nomes das ruas foram obtidos da base do Google Earth.

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS

Outro fator determinante para a ocorrência de cheias expressivas na cidade de Crateús está relacionado à grande extensão da área de drenagem do rio Poti a montante do perímetro urbano. O rio Poti, que atravessa o município, drena uma bacia hidrográfica considerável, com aproximadamente 6.400 km², abrangendo extensas áreas rurais conforme ilustrado pelas Figuras 1.22 e 1.23. Essa característica faz com que o volume de escoamento concentrado no leito principal seja significativamente ampliado durante eventos de precipitação intensa.



Figura 1.22 – Área de Drenagem do Rio Poti a partir da Cidade de Crateús no Contexto do Estado Ceará (Fonte: Global Watersheds - https://mghydro.com/watersheds/)

Em períodos chuvosos, a contribuição proveniente das sub-bacias e afluentes localizados acima da cidade gera aumento rápido das vazões afluentes ao trecho urbano, provocando elevação súbita do nível do rio. Esse comportamento é típico de bacias com relevo acidentado e solos de baixa infiltração, onde predominam escoamentos superficiais concentrados. Assim, mesmo chuvas localizadas fora da área urbana podem resultar em inundações significativas na cidade, uma vez que o escoamento acumulado a montante converge para o canal principal que atravessa a cidade de Crateús.

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
DE CRATEÚS

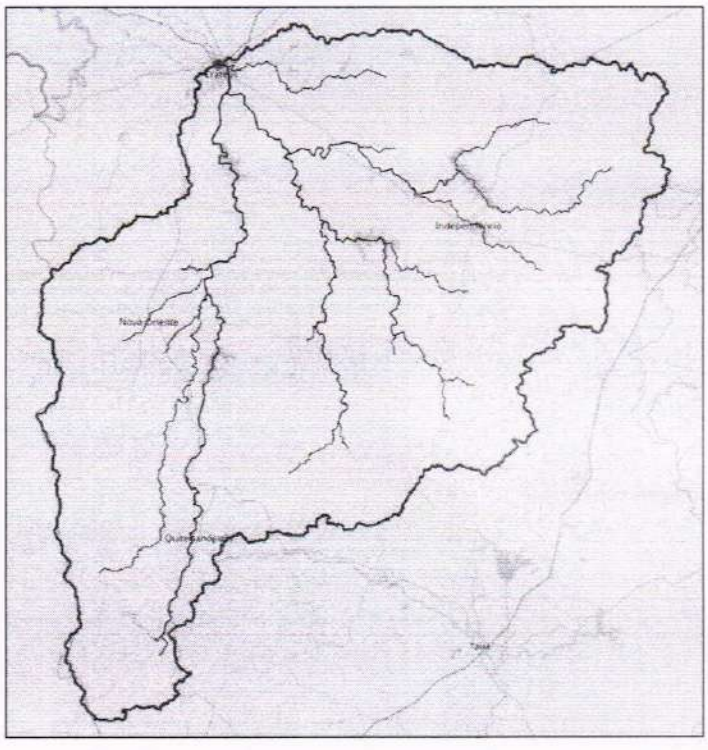


Figura 1.23 – Detalhe da Área de Drenagem do Rio Poti a partir da Cidade de Crateús (Fonte: Global Watersheds - https://mghydro.com/watersheds/)

1.3.1. Registros de Alagamentos na Cidade

A seguir os registros fotográficos de alagamentos ocorridos na cidade de Crateús.



Foto 1 - Alagamento no Bairro Maratoan às margens do Riacho Veremos (Fonte: PMC 2025)

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
DE CRATEÚS



Foto 2 - Alagamento no Bairro Fátima II próximo ao Riacho Veremos (Fonte: PMC 2025)



Foto 3 - Alagamento no cruzamento das rua Dom Pedro II e Moura Fé no bairro Centro (Fonte: PMC 2025)

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº



Foto 4 - Recorte de reportagem veiculada pela TV Verdes Mares em 20 de maio de 2022 (Fonte: https://g1.globo.com/ce/ceara/videos-cetv-2-edicao/video/chuva-de-115-mm-causa-alagamentos-em-crateus-10595450.ghtml)



Carro submerso no Bairro Altaneira em Crateús. Choveu 157 milímetros na cidade. — Foto: Reprodução TVM

Foto 5 – Recorte de reportagem veiculada pela TV Verdes Mares em 25 de março de 2020 (Fonte: https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2020/03/25/crateus-tem-maior-chuva-do-pais-segundo-inmet-casas-e-comercios-ficaram-alagados-no-municipio.ghtml acessado em 14/05/2025)

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
DE CRATEÚS



Foto 6 – Registro de alagamento nas Ruas Barão do Rio Branco e Firmino Rosa, no Centro da cidade de Crateús em 4 de abril de 2025 (Fonte: https://www.instagram.com/reel/DICsobEOTXu/ acessado em 14/05/2025)



Foto 7 - Passagem Chico Melo inundada pelo Rio Poti em 2023 (Fonte: Disponível em https://revistas.uece.br/index.php/CECiT/article/view/12001/10536)

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL. Nº
DE CRATEÚS



Foto 8 – Inundação pelo Rio Poti nas proximidades da Ponte dos Patriarcas em 2004 (Fonte:Portal Sertões https://www.portalsertoes.com/2024/05/centenas-de-pessoas-desabrigadas-ha-20.html)

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
DE CRATEÚS

1.3.2. Registros de Uso e Ocupação do Riacho Veremos

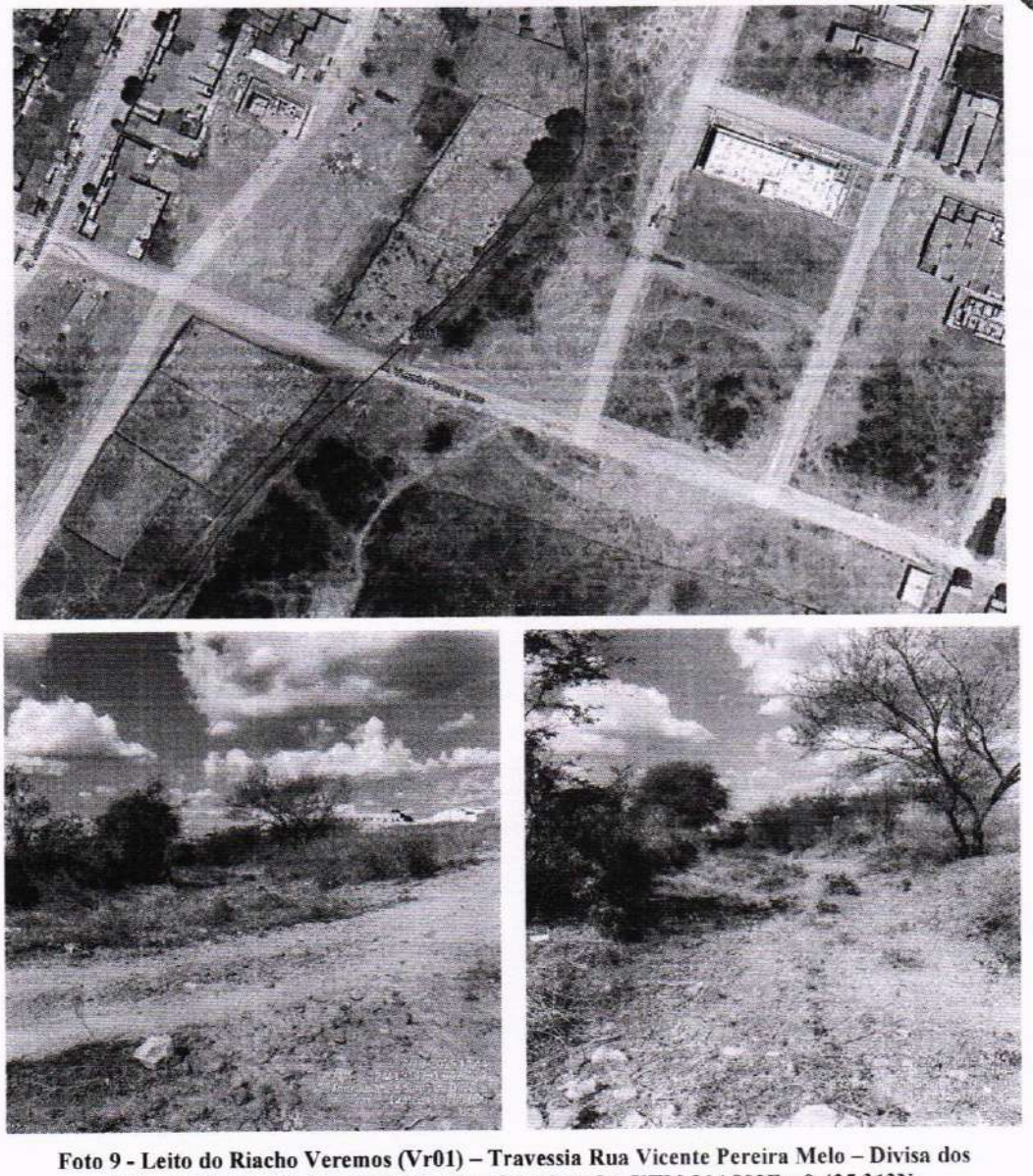


Foto 9 - Leito do Riacho Veremos (Vr01) – Travessia Rua Vicente Pereira Melo – Divisa dos Bairros Campo Velho e Santa Luzia - Coordenadas UTM 314.802E e 9.425.313N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
DE CRATEÚS

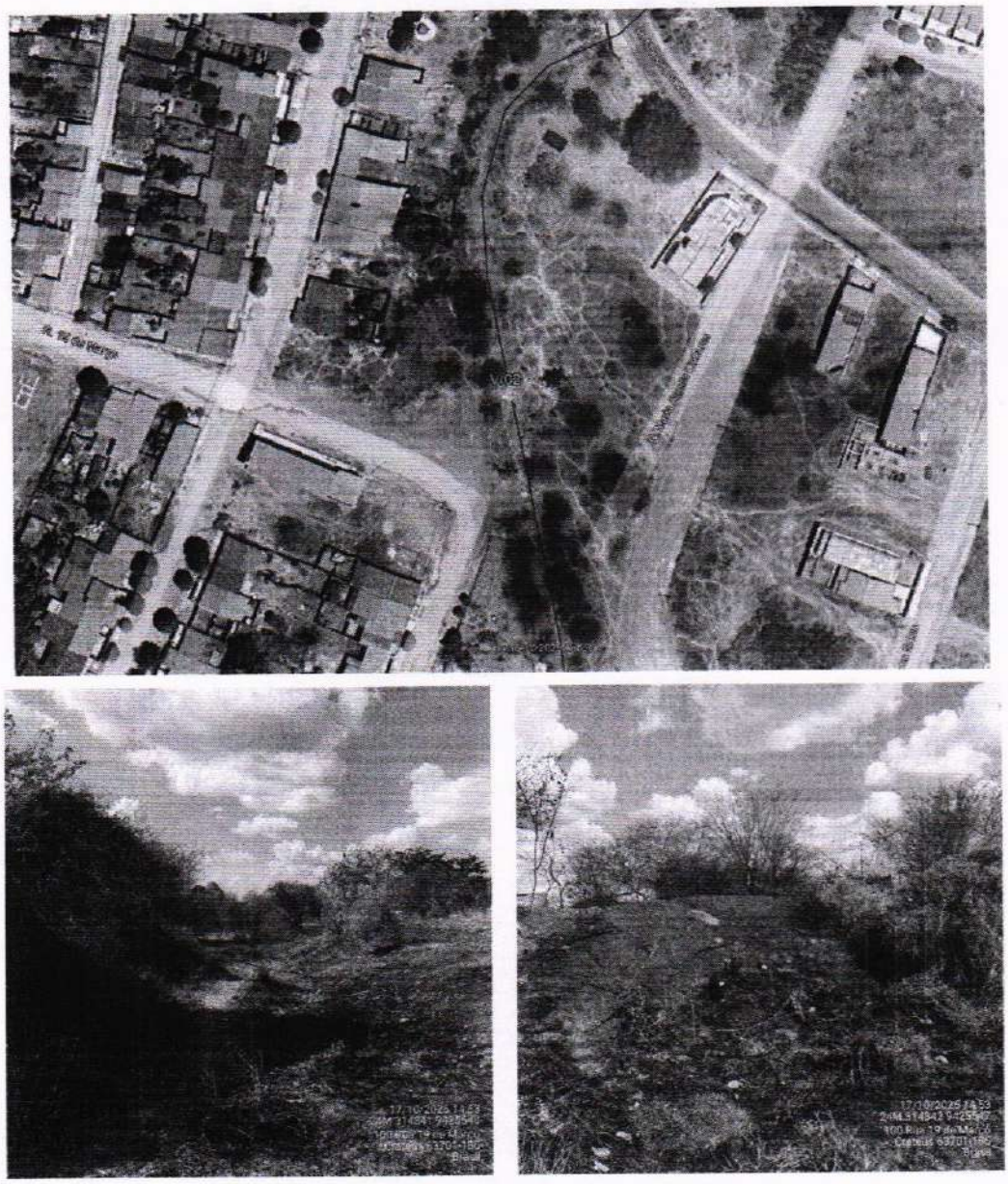


Foto 10 - Leito do Riacho Veremos (Vr02) – Proximidades da Rua 19 de Março – Divisa dos Bairros Campo Velho e Santa Luzia - Coordenadas UTM 314.842E e 9.425.554 N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
OMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
DE CRATEÚS

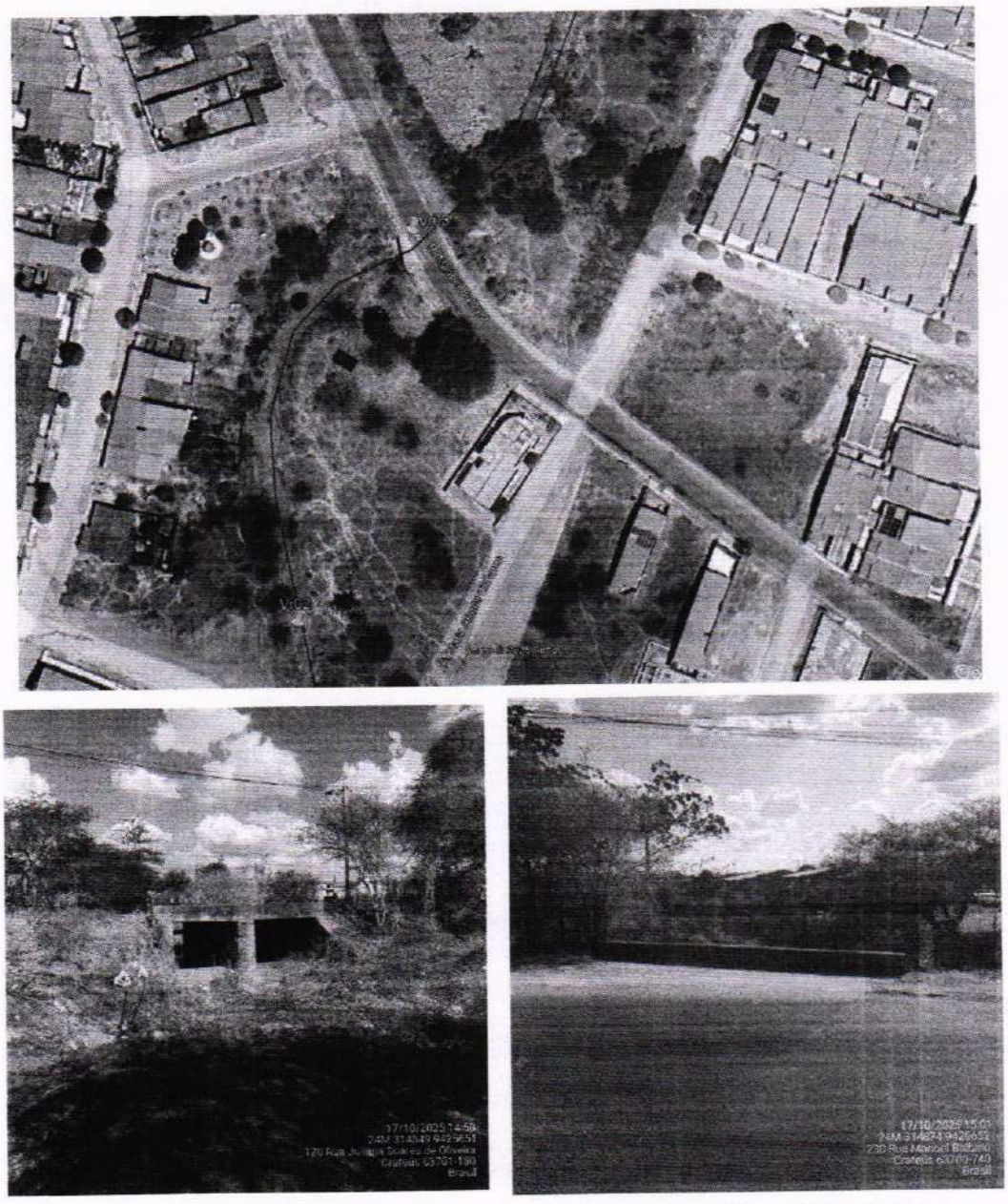
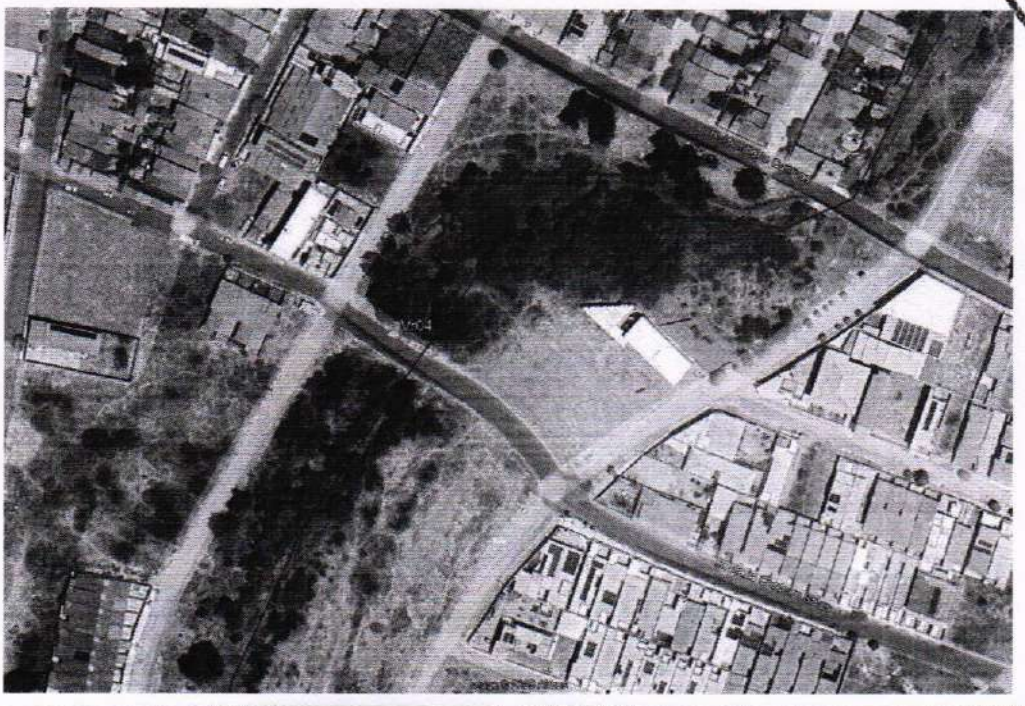


Foto 11 - Leito do Riacho Veremos (Vr03) – Travessia Rua Manoel Balbino – Divisa dos Bairros Campo Velho, Santa Luzia, Maratoan e Fátima II - Coordenadas UTM 314.871E e 9.425.646 N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
OMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº



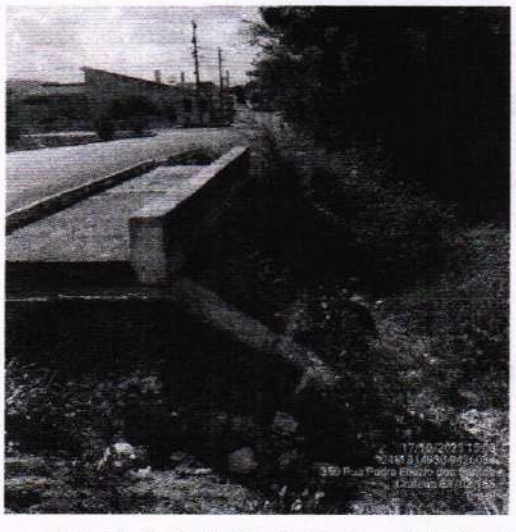




Foto 12 - Leito do Riacho Veremos (Vr04) – Travessia Rua Maria Cordeiro Sales – Divisa dos Bairros Fátima II e Maratoan - Coordenadas UTM 314.917E e 9.426.082 N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO
DE LICITAÇÃO
FL. Nº
DE CRATEÚS

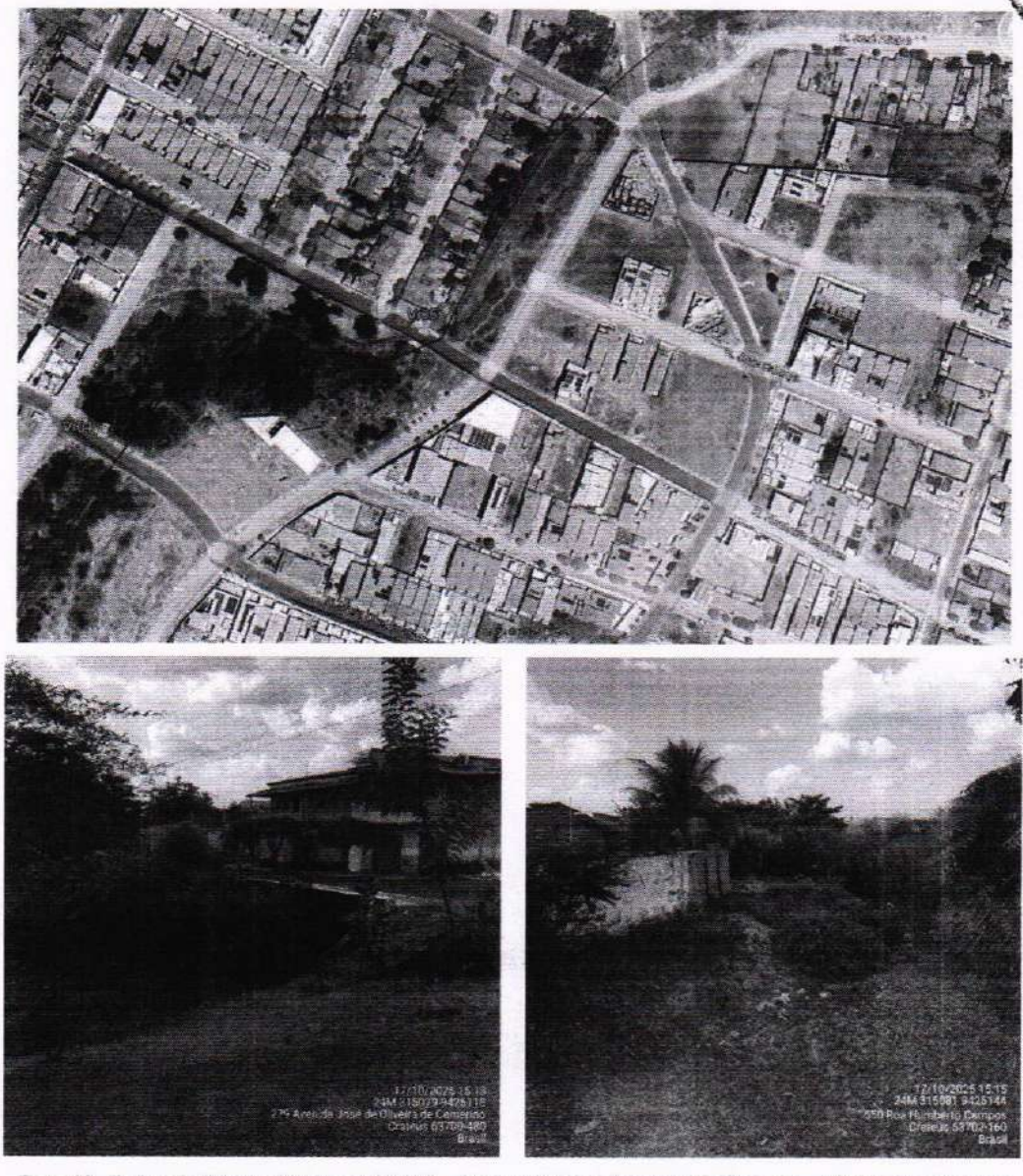


Foto 13 - Leito do Riacho Veremos (Vr05) – Travessia Rua Humberto Campos – Divisa dos Bairros Fátima II e Maratoan - Coordenadas UTM 315.075 E e 9.426.141 N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
DE CRATEÚS

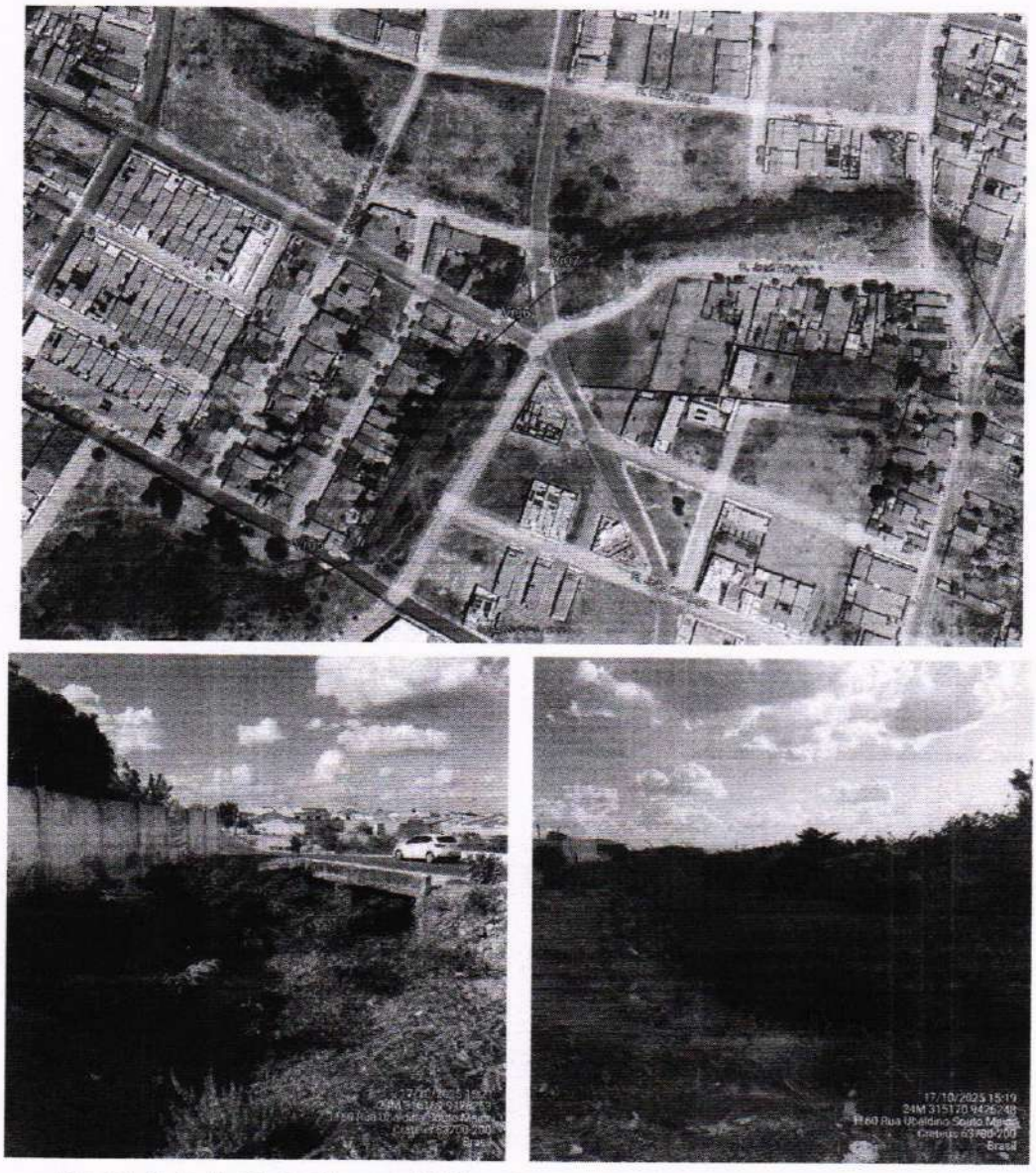


Foto 14 - Leito do Riacho Veremos (Vr06) – Travessia Rua José Albano – Divisa dos Bairros Fátima II e Maratoan - Coordenadas UTM 315.163E e 9.426.261 N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
DE CRATEÚS

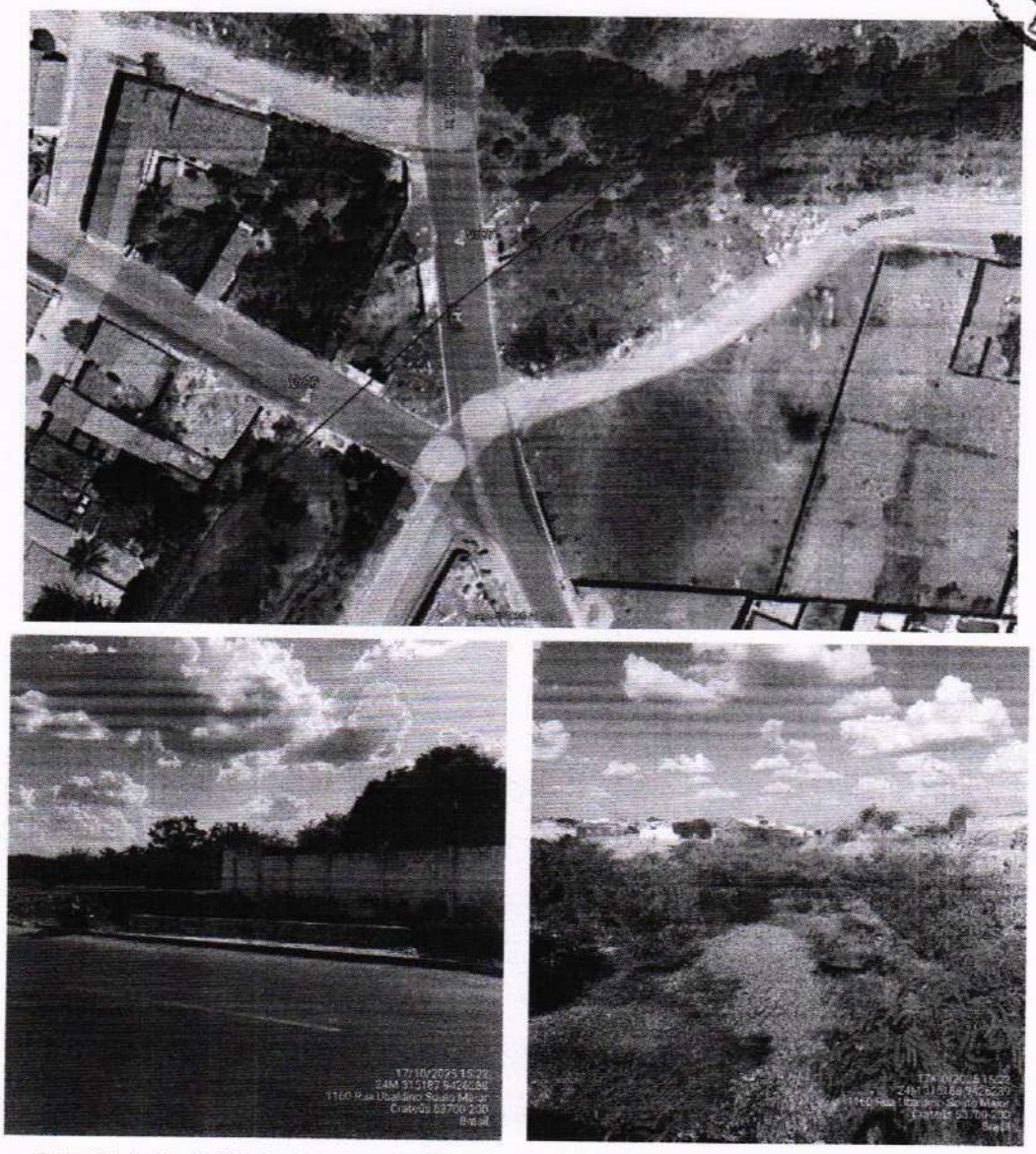
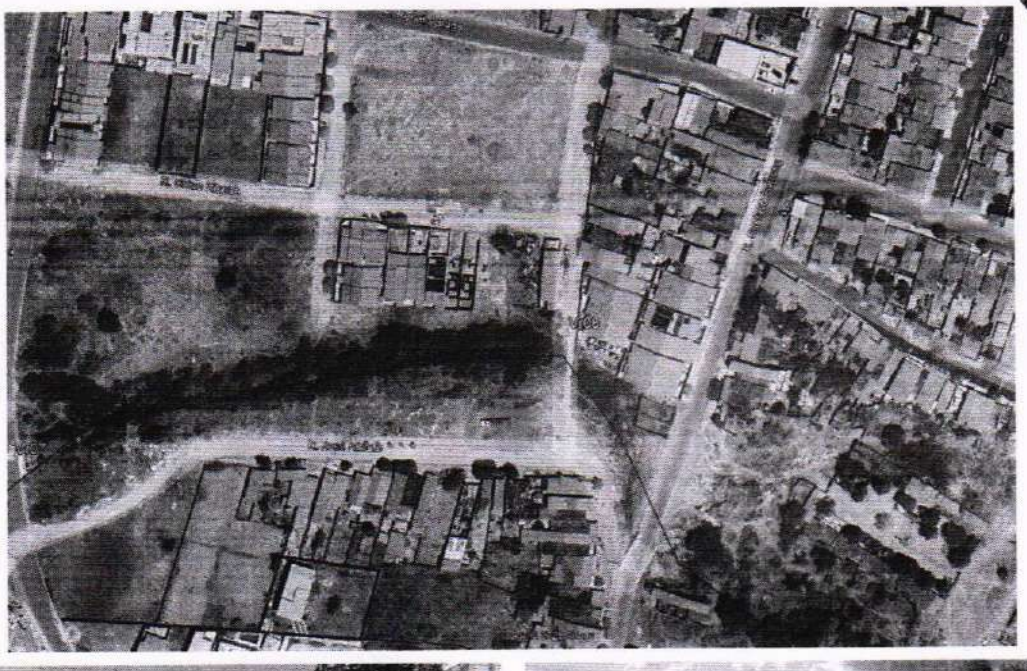


Foto 15 - Leito do Riacho Veremos (Vr07) – Travessia Rua Ubaldinho Souto Maior – Divisa dos Bairros Fátima II e Matatoan - Coordenadas UTM 315.184E e 9.426.282N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº



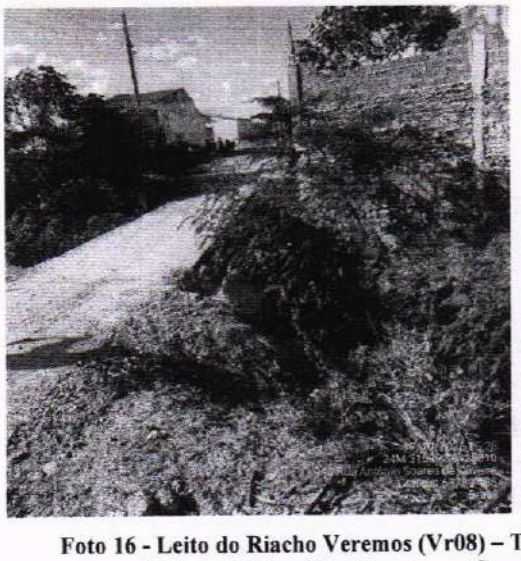




Foto 16 - Leito do Riacho Veremos (Vr08) – Travessia Rua Maximiano Barreto – Divisa dos Bairros Fátima II e Maratona - Coordenadas UTM 315.391E e 9.426.318N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
OMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
DE CRATEÚS

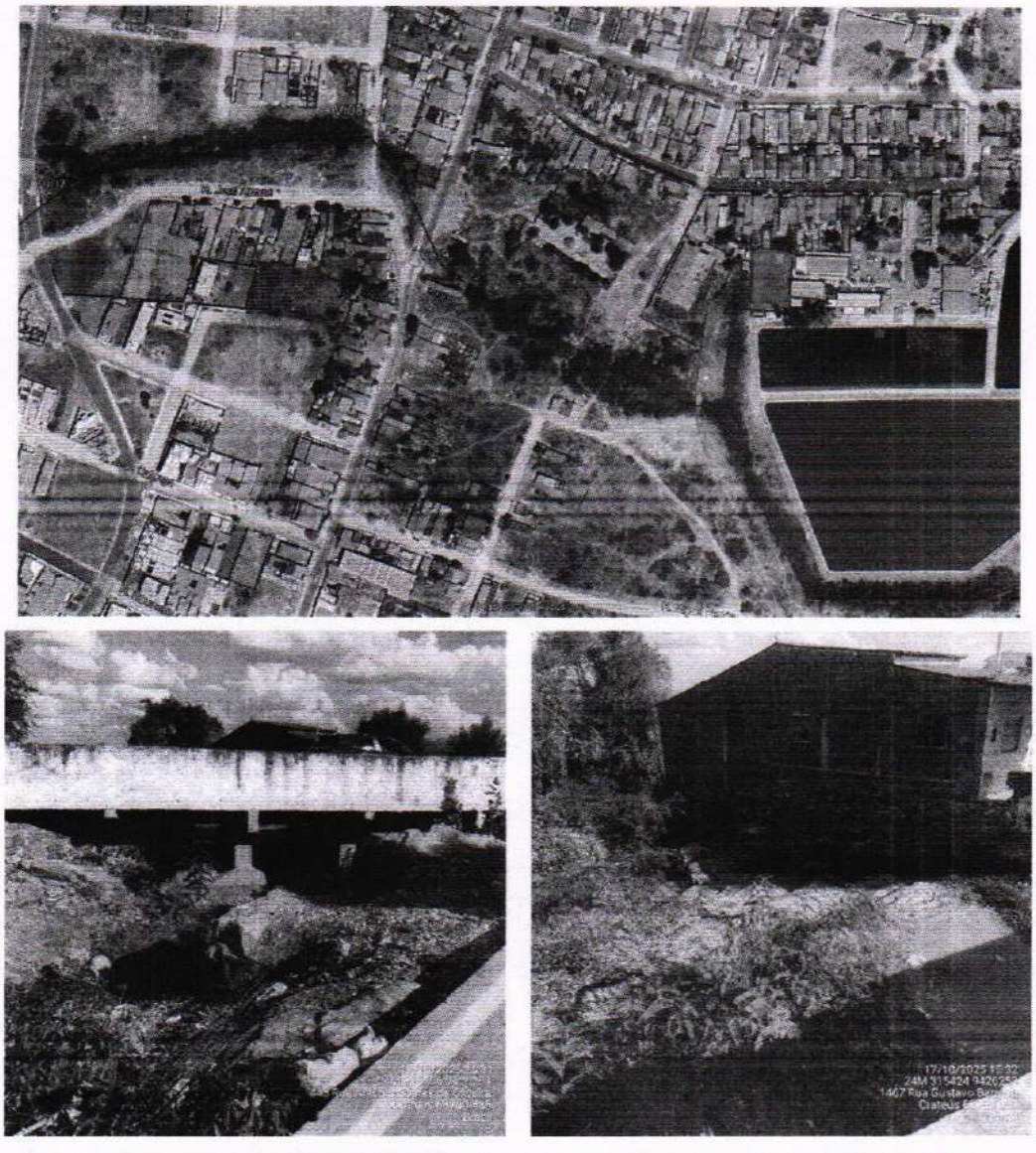


Foto 17 - Leito do Riacho Veremos (Vr09) – Travessia Rua Gustavo Barroso – Divisa dos Bairros Fátima II, Ipase e Maratoan - Coordenadas UTM 315.416E e 9.426.251N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
Fl. Nº
DE CRATEÚS



Foto 18 - Leito do Riacho Veremos (Vr10) – Deságue no Rio Poti – Divisa dos Bairros Ipase, Maratoan e Venâncio - Coordenadas UTM 315.953E e 9.426.282 N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
DE CRATEÚS

1.3.3. Registros de Uso e Ocupação do Rio Poti

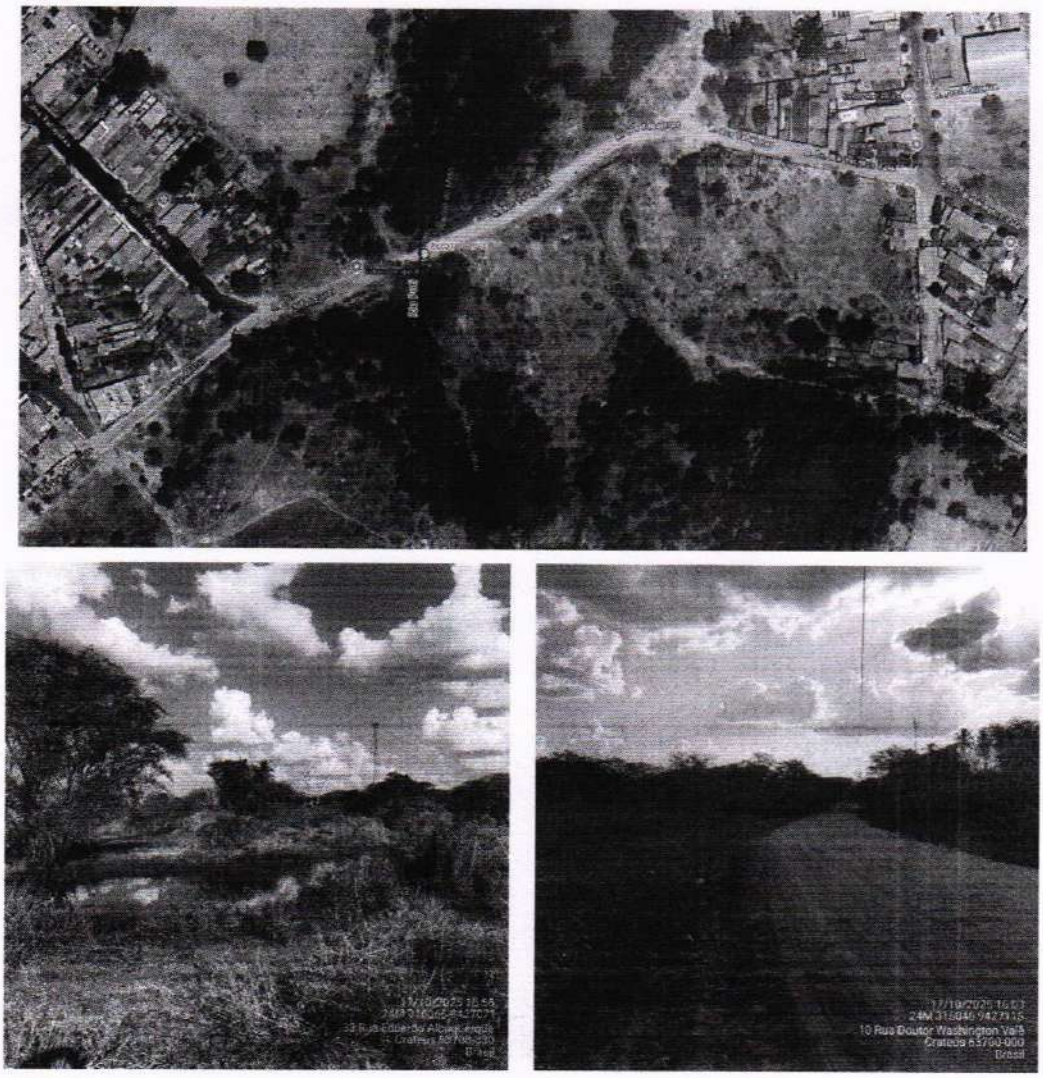
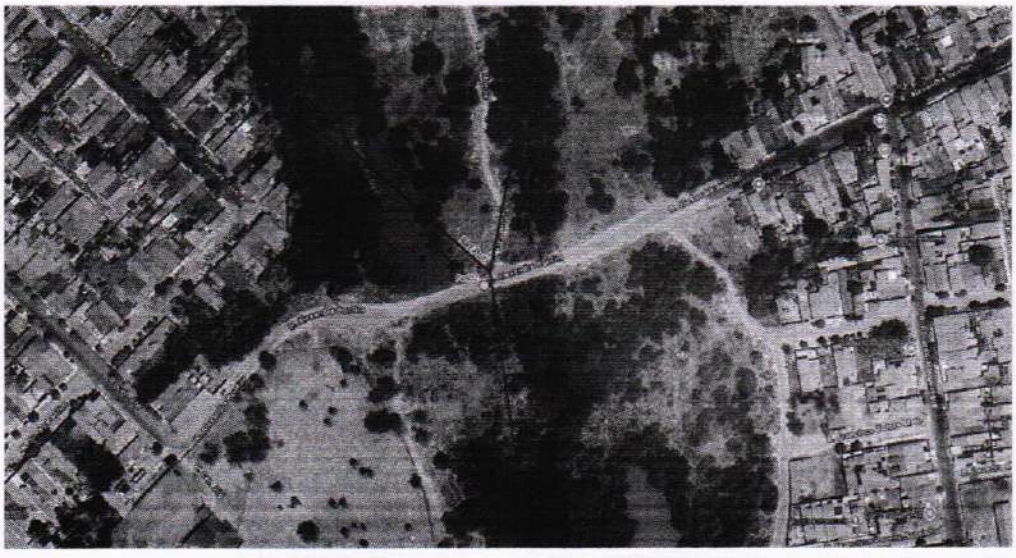


Foto 19 - Leito do Rio Poti (Pot01) – Travessia Rua dos Tabajaras – Divisa dos Bairros São Vicente e Venâncio - Coordenadas UTM 315.970E e 9.427.079 N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
OMISSÃO DE LICITAÇÃO
Fl. Nº
DE CRATEÚS



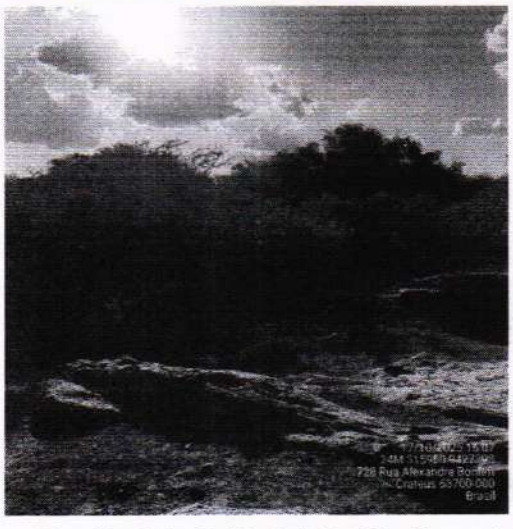




Foto 20 - Leito do Rio Poti (Pot02) – Travessia Rua Alexandre Bonfim – Divisa dos Bairros São Vicente, Venâncio e Cidade Nova - Coordenadas UTM 315.963E e 9.427.380 N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL. Nº

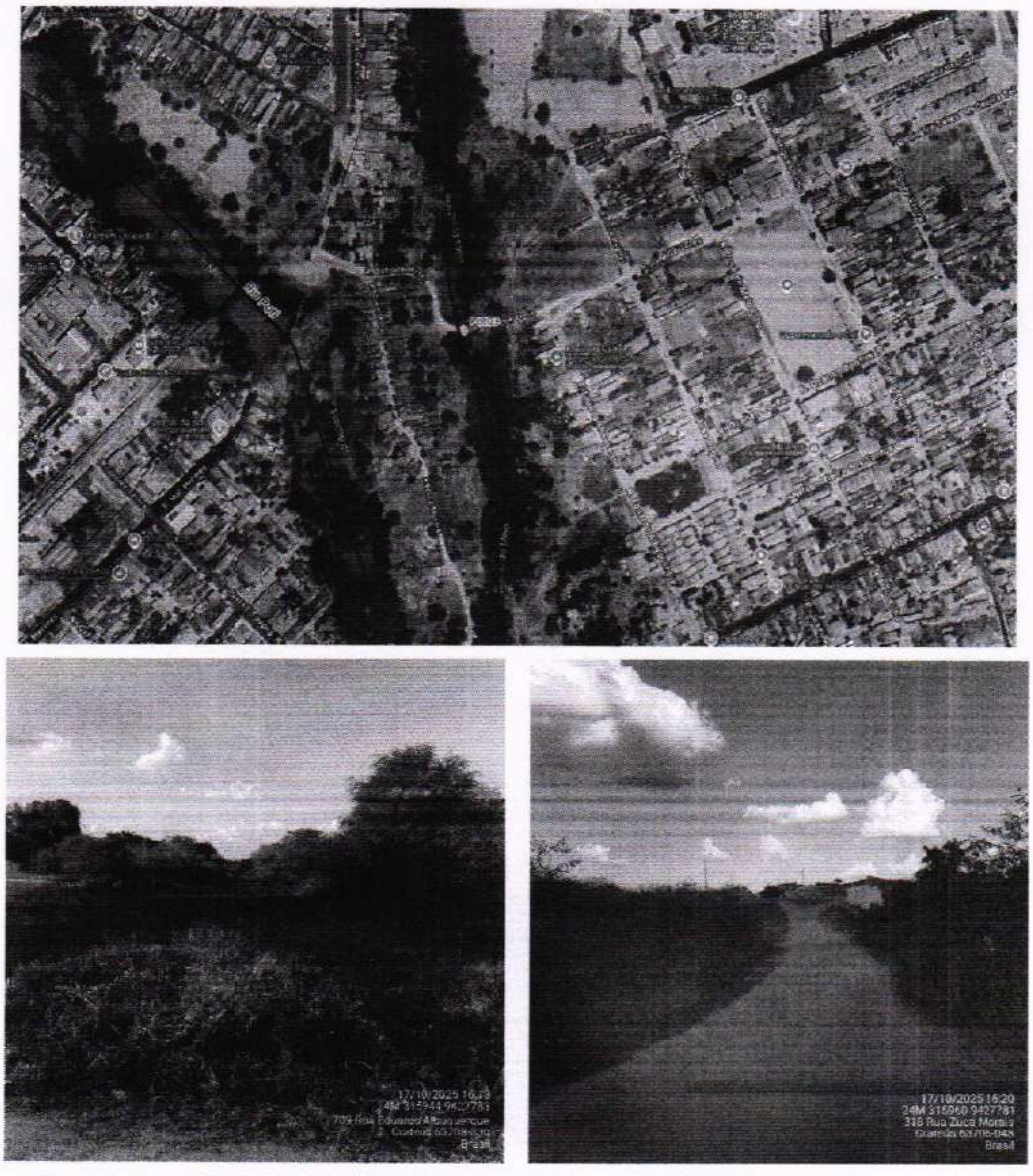


Foto 21 - Leito do Rio Poti (Pot03) – Travessia Rua Betrônio Frota – Divisa dos Bairros Cidade Nova e Venâncio - Coordenadas UTM 315.956E e 9.427.781N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

MUNICIPAL
OMISSÃO DE LICITAÇÃO
Fl. Nº
DE CRATEÚS



Foto 22 - Leito do Rio Poti (Pot04) – Travessia sem rua – Divisa dos Bairros São Vicente e Cidade Nova - Coordenadas UTM 315.788E e 9.427.760N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº

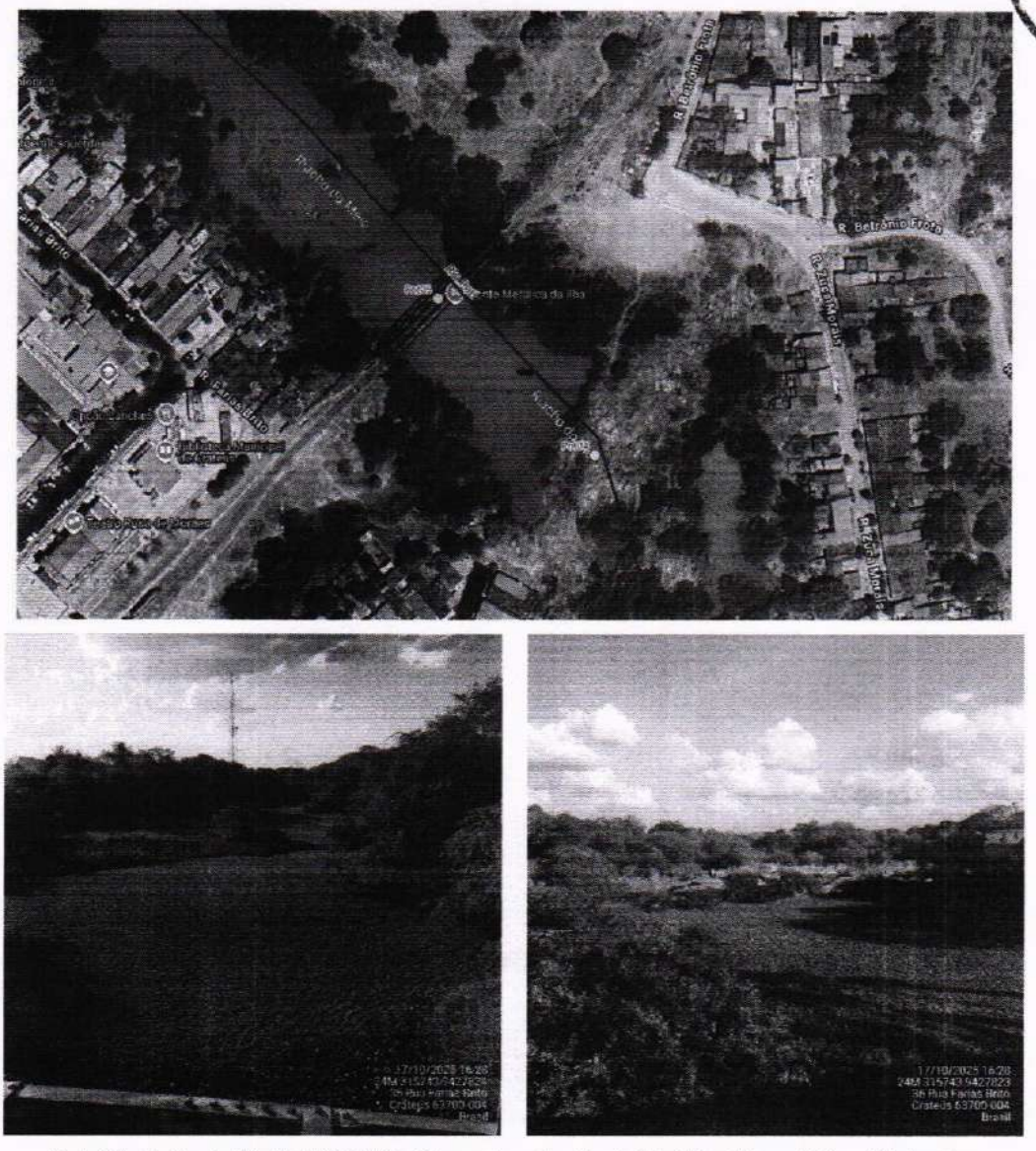


Foto 23 - Leito do Rio Poti (Pot05) – Travessia sob a Ponte Metálica Ferroviária – Divisa dos Bairros São Vicente, Cidade Nova e Centro - Coordenadas UTM 315.732E e 9.427.814N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
OMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº



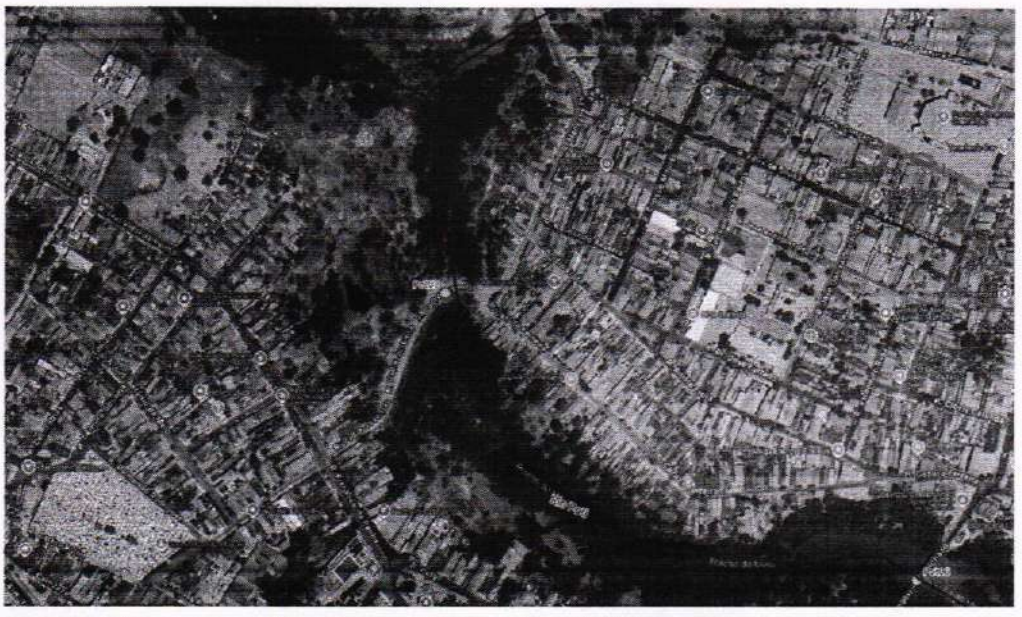


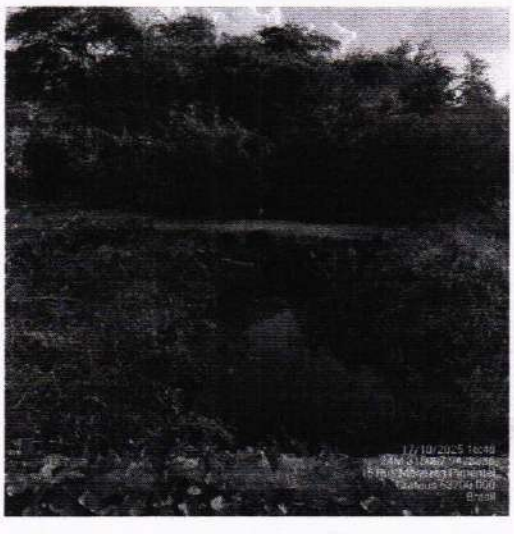


Foto 24 - Leito do Rio Poti (Pot06) – Travessia sob a Ponte da Rua Agamenon Machado – Divisa dos Bairros Centro e Cidade Nova - Coordenadas UTM 315.488E e 9.428.029N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº





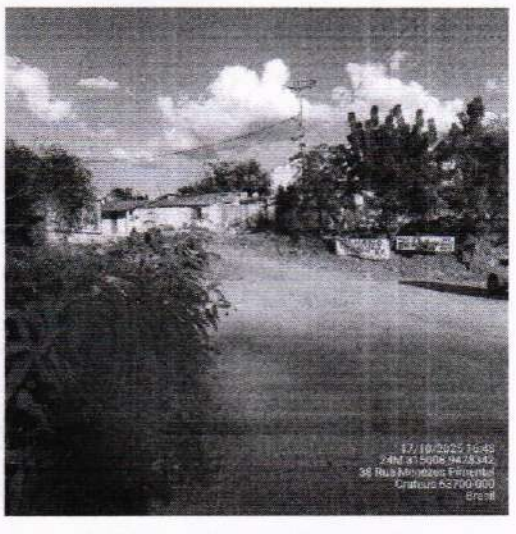


Foto 25 - Leito do Rio Poti (Pot07) – Travessia Rua Padre Juvêncio – Divisa dos Bairros São José e Cidade Nova - Coordenadas UTM 314.981E e 9.428.334N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
OMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL. Nº
DE CRATEÚS



Foto 26 - Leito do Rio Poti (Pot08) – Travessia Rua Menezes Pimentel – Divisa dos Bairros Cide Nova, São José e Patriarcas - Coordenadas UTM 315.082E e 9.428.623N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº
DE CRATEÚS

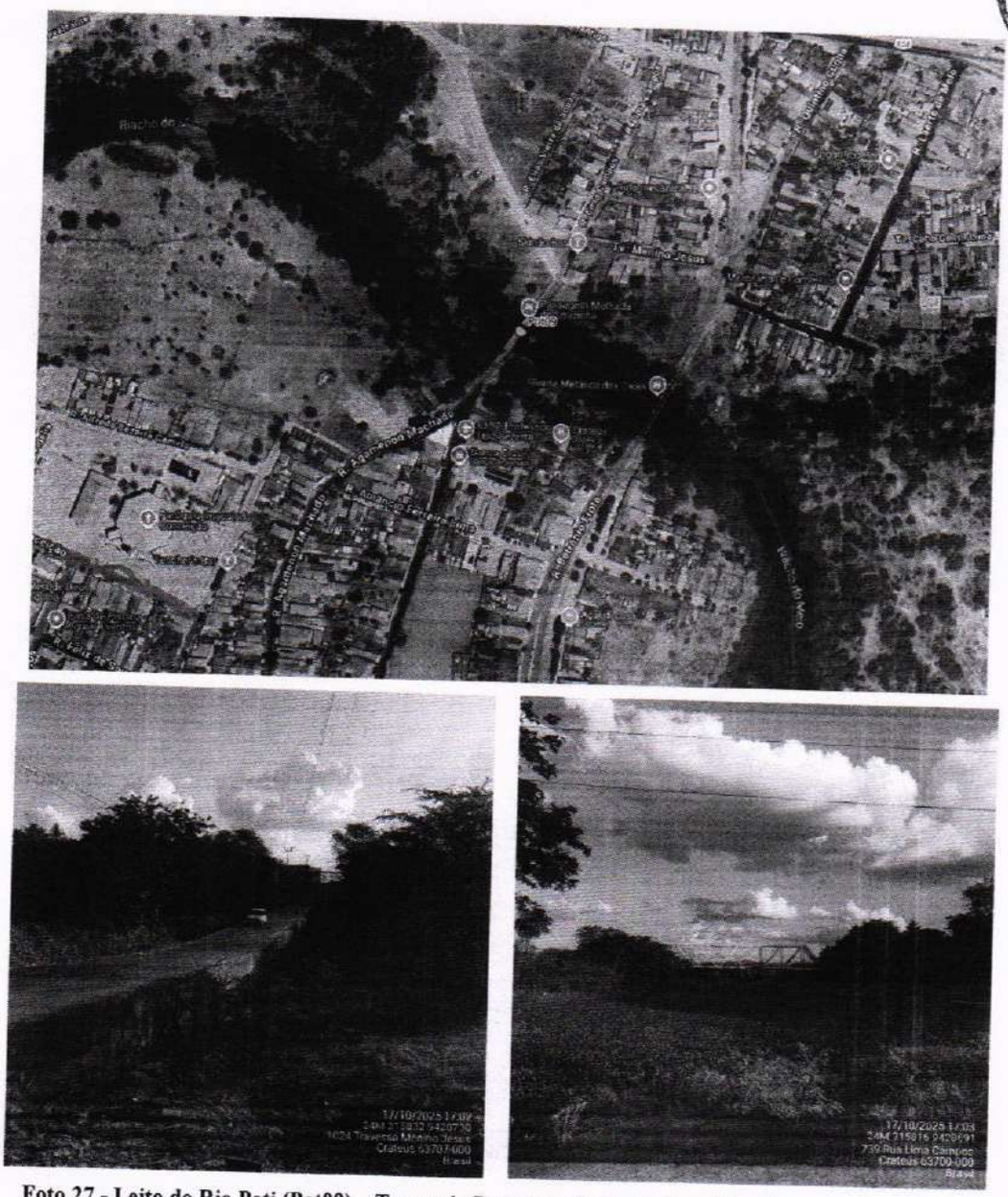


Foto 27 - Leito do Rio Poti (Pot09) – Travessia Passagem Molhada Rua Lima Campos – Divisa dos Bairros Cidade Nova, Patriarcas e Cajás - Coordenadas UTM 315.813E e 9.428.681N

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759897315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº

2. ESTUDO DE CHEIAS

A baixa densidade de dados fluviométricos no Brasil resultou, muitas vezes, na indisponibilidade de séries de vazões observadas em rios do Nordeste semiárido. Essa carência de dados inviabiliza o uso de métodos estatísticos baseados no ajuste de distribuições probabilísticas de vazões para os estudos de cheias. Essa situação, observada em todo o Estado do Ceará, também ocorre na bacia hidrográfica do rio Poti.

Como alternativa ao estudo de vazões máximas, é usual aplicar métodos de regionalização de vazões ou estimativas baseadas em informações pluviométricas (métodos de transformação chuva-deflúvio). A adoção desses métodos neste estudo fundamenta-se em sua ampla aplicação em diferentes bacias brasileiras e na consistência dos resultados obtidos em análises de cheias.

O estudo de cheias realizado no âmbito deste projeto constituiu-se na geração de eventos extremos de vazões escoados na bacia do rio Poti e riacho Veremos para os tempos de recorrência necessários para dimensionamento das obras de macrodrenagem com base na precipitação incidente na respectiva bacia de contribuição. De forma sintética pode-se descrever a metodologia empregada numa seqüência de passos descritos a seguir:

- ✓ Discretização espacial da área de estudo de acordo com a distribuição da rede de drenagem na bacia hidrográfica de interesse, juntamente com a necessidade de dimensionamento das obras de macro-drenagem propostas e compatível com a metodologia empregada;

- ✓ Seleção e/ou determinação de equações de chuva do tipo intensidade – duração – freqüência, com base no ajuste de distribuições de probabilidades às séries anuais de precipitações máximas diárias, calculada previamente. Isto permite obter precipitações extremas com duração apropriada para a bacia em estudo e determinadas recorrências;

- ✓ Definição dos hietogramas de projeto através da aplicação da equação de chuvas intensas selecionada ou da determinação das intensidades das precipitações extremas de duração inferior à diária seguindo a metodologia de Taborga Torrico (1974)[3];

- ✓ Determinação da precipitação efetiva através da separação da parcela de chuva que infiltra e evapora da parcela que escoa superficialmente, utilizando o Método denominado "Curva Número" do Soil Conservation Service dos Estados Unidos da América (USACE, 2000[4]);

- ✓ Determinação do escoamento superficial na bacia hidrográfica contribuinte utilizando a metodologia do Hidrograma Unitário Triangular, desenvolvida pelo Soil Conservation Service – SCS (USACE, 2000);

- ✓ Obtenção dos hidrogramas de cheia em seções de interesse associados a eventos de diferentes períodos de retorno, de acordo com os objetivos do

[3] TABORGA TORRICO, J.J. (1974). "Isozonas", in Práticas hidrológicas. Rio de Janeiro, RJ.

[4] USACE (2000). Hydrologic Modeling System HEC-HMS – Technical Reference Manual. Hydrologic Engineering Center, Davis-CA, 2000.

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
Fl. nº
CRATEÚS

estudo utilizando o HEC-HMS (USACE, 2000), o qual foi desenvolvido pelo Hydrologic Engineering Center do U.S. Army Corps of Engineers.

Neste capítulo apresenta-se a simulação de cheias na bacia hidrográfica do rio Poti e riacho Veremos, envolvendo a avaliação de extremos das precipitações, cálculo da precipitação efetiva, transformação dos eventos de chuva em escoamento superficial, propagação do escoamento e análise dos hidrogramas nos locais de interesse para períodos de retorno de 50 e 100 anos, conforme o quadro abaixo, em estudos de macrodrenagem em áreas comerciais e residenciais, como as aqui consideradas.

Tabela 2.1 – Períodos de Retorno Utilizados (Fonte: Canholi, 2014)[5]

Tipo de Obra	Tipo de Ocupação	TR (anos)
Microdrenagem	Residencial	2 - 5
	Comercial	5 - 10
	Vias de Tráfego Locais	5 - 10
	Vias de Tráfego Expressas	10 - 25
	Terminais e Áreas Correlatas	10 -25
Macrodrenagem	Áreas Comerciais e Residenciais	25 - 100
	Bacias de Detenção:	
	Definição de Volume Útil	10 - 100
	Extravasador de Emergência(*)	100 - 500
	Pontes Urbanas ou Rodoviárias	100
* Em casos especiais utilizam-se critérios de segurança de barragens.		

2.1. Chuvas Intensas

A caracterização do regime de intensidade das precipitações da região de estudo foi realizada por meio da clássica metodologia desenvolvida por Taborga Torrico (1974), onde se apresenta uma técnica de aproveitamento da grande quantidade de informações pluviométricas disponíveis para todo o território nacional brasileiro, baseada no estabelecimento de relações de desagregação de chuvas com duração de um dia para chuvas com durações menores.

A metodologia observou que ao desenhar em um papel de probabilidades as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil e, prolongando-se as respectivas retas de altura de precipitação/duração, estas tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto, para determinadas áreas geográficas.

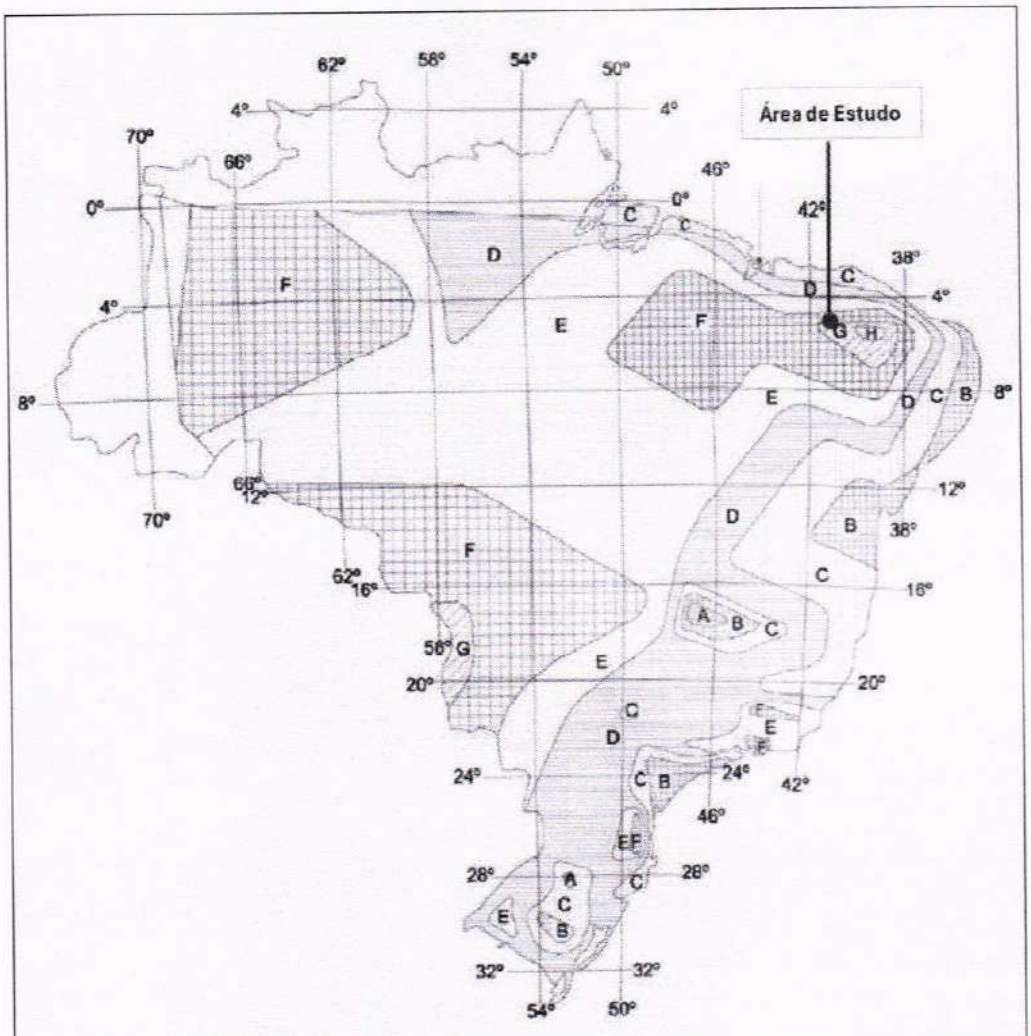
Esta tendência significa que, em cada área homogênea, a relação entre as precipitações de 1 hora e 24 horas, para um mesmo tempo de recorrência, é constante e independente das alturas de precipitações.

Esta relação constante possibilita determinar a correlação entre dados de estações pluviográficas e pluviométricas, para tempos de duração inferiores a 24 horas, mediante a aplicação de um mapa de isozonas ilustrado na Figura 2.1 que relacionam as alturas de precipitação máxima anual de uma hora com a máxima anual de 24 horas. A região do presente estudo situa-se em duas isozonas, a saber: **G e F**.

[5] Canholi, Aluísio Prado. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. 2 ed – São Paulo, 2014.

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

COMISSÃO MUNICIPAL DE LICITAÇÃO
FL. Nº
DE CRATEÚS



Zona	Relação 1h/24h										Relação 6min/24h	
	Tr 05 anos	Tr 10 anos	Tr 15 anos	Tr 20 anos	Tr 25 anos	Tr 30 anos	Tr 50 anos	Tr 100 anos	Tr 1.000 anos	Tr 10.000 anos	Tr 5 - Tr 50 anos	Tr 100 anos
A	36,2%	35,8%	35,6%	35,5%	35,4%	35,3%	35,0%	34,7%	33,6%	32,5%	7,0%	6,3%
B	38,1%	37,8%	37,5%	37,4%	37,3%	37,2%	36,9%	36,6%	35,4%	34,3%	8,4%	7,5%
C	40,1%	39,7%	39,5%	39,3%	39,2%	39,1%	38,8%	38,4%	37,2%	36,0%	9,8%	8,8%
D	42,0%	41,6%	41,4%	41,2%	41,1%	41,0%	40,7%	40,3%	39,9%	37,8%	11,2%	10,0%
E	44,0%	43,6%	43,3%	43,2%	43,0%	42,9%	42,6%	42,2%	40,9%	39,6%	12,6%	11,2%
F	46,0%	45,5%	45,3%	45,1%	44,9%	44,8%	44,5%	44,1%	42,7%	41,3%	13,9%	12,4%
G	47,9%	47,4%	47,2%	47,0%	46,8%	46,7%	45,4%	45,9%	44,5%	43,1%	15,4%	13,7%
H	49,9%	49,4%	49,1%	48,9%	48,8%	48,6%	48,3%	47,8%	46,3%	44,8%	16,7%	14,9%

Figura 2.1 – Mapa de Isozonas (Taborga Torrico)

A metodologia empregada obedece a sequência descrita a seguir:

- ✓ Seleção do posto pluviométrico;
- ✓ Seleção anual dos valores das precipitações máximas diárias e formar a série de máximas anuais;

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL. Nº

- ✓ Ajustar a série de máximas anuais a uma ou mais distribuições de probabilidade e executar, para cada uma delas, testes de aderência para verificar a qualidade do ajustamento;

- ✓ Selecionar uma distribuição de probabilidades e estimar, para os períodos de retorno desejados, a precipitação máxima de um dia;

- ✓ Transformar a precipitação máxima de um dia em chuva de 24 horas de duração através da relação da equação:

$$P_{24h} = 1{,}1 * P_{1dia}$$

- ✓ Localizar a isozona do posto estudado e extrair da tabela os valores das relações entre a chuva de 24 horas e as chuvas de 1 hora e de 6 minutos (fator R), para os períodos de retorno em estudo;

- ✓ Calcular as chuvas de 1 hora e 6 minutos de duração, através da multiplicação pelo fator R:

$$P_{1h} = R * P_{24h}$$

$$P_{6min} = R * P_{24h}$$

- ✓ Para obtenção de chuvas de durações intermediárias, são utilizados os valores P24h e P1h para realizar uma interpolação logarítmica.

Vale destacar também que a aplicação da metodologia de Taborga Torrico resulta em valores de chuvas extremas associadas a um ponto referente ao local do posto pluviométrico. No entanto, devido à variabilidade espaço-temporal das precipitações, a precipitação pontual não pode ser extrapolada para grandes áreas. Isso se deve principalmente a dois fatores:

- ✓ A lâmina precipitada não é uniforme em uma bacia hidrográfica, apresentando maior variabilidade quanto maior for a área da mesma;

- ✓ Os picos de precipitação em postos adjacentes dificilmente ocorrem no mesmo instante, especialmente no Nordeste Setentrional, onde se observa elevada variabilidade temporal da precipitação, como já destacado.

Portanto, visando considerar o efeito de atenuação da precipitação com o aumento da área, utilizou-se a metodologia indicada no Manual de Hidrologia Básica do DNIT (IPR-715)[6] para a correção da precipitação associada a um posto pluviométrico, representativa de uma área de até 25 km², para uma precipitação média sobre uma bacia hidrográfica.

[6] DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de transporte). Diretoria de planejamento e pesquisa. Coordenação geral de estudos e pesquisa. Instituto de pesquisa Rodoviárias. Manual de hidrologia básica para estrutura de drenagem. - 2 ed. – Rio de Janeiro. 2005. 133p. (IPR. Publ. 715).

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº

Para se conhecer a precipitação sobre a área a partir de um valor pontual, utilizou-se a expressão abaixo.

$$\frac{P_a}{P_o} = \left(1 - W \times \log \frac{A}{A_o}\right)$$

Em que:

- P_a = precipitação média sobre a bacia;
- P_o = precipitação no centro de gravidade da bacia;
- W = constante que depende do local (aproximadamente 0,22 para região Nordeste do Brasil);
- A = área da bacia hidrográfica;
- A_0 = área base na qual $P_a = P_o$ (25 km^2).

Assim, a região de estudo foi divida em 10 bacias hidrográficas conforme ilustrado nas Figuras 2.2 e 2.3 abrangendo uma área de aproximadamente 6.400 km^2. Como pontos de controle/exutórios foram considerados os açudes monitorados pela COGERH e ilustrados no capítulo anterior, assim como, as confluências dos riachos Veremos (margem esquerda) e riacho Tourão (margem direita) no rio Poti na cidade de Crateús.

Em seguida foi realizada consulta ao banco de dados da ANA das estações pluviométricas com dados disponíveis na região através do Portal HidroWeb[7]. Foram selecionados 21 postos pluviométricos conforme pode ser observado na Figura 2.2 e Tabela 2.2.

Após a seleção da série de precipitações máximas diárias anuais de cada posto foi verificada a distribuição de probabilidade que melhor se ajustava obtendo, assim, o valor da precipitação máxima de um dia com recorrências de 25, 50 e 100 anos conforme apresentado na Tabela 2.3.

O próximo passo foi então a determinação da precipitação máxima diária média para cada uma das 10 bacias hidrográficas. Foram selecionados para cada bacia hidrográfica os postos pluviométricos inseridos e/ou no entorno da bacia. A partir da área de influência de cada posto na bacia foi calculada a precipitação média pelo Método de Thiessen. Os valores são apresentados na Tabela 2.4.

Então, para cada bacia hidrográfica, realizou-se o cálculo de correção da precipitação máxima diária de acordo com a metodologia do DNIT. Posteriormente, procedeu-se os cálculos dos valores das chuvas de 24 horas, 1 hora e 6 minutos conforme descrito anteriormente. De posse desses três valores foi possível realizar uma interpolação logarítmica e determinar as chuvas para diferentes durações. As Tabelas 2.5 a 2.15 apresentam a desagregação das tormentas diárias associadas às recorrências de 25, 50 e 100 anos em diferentes durações para as 10 bacias hidrográficas.

[7] https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:9575969 7315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
Fl. Nº

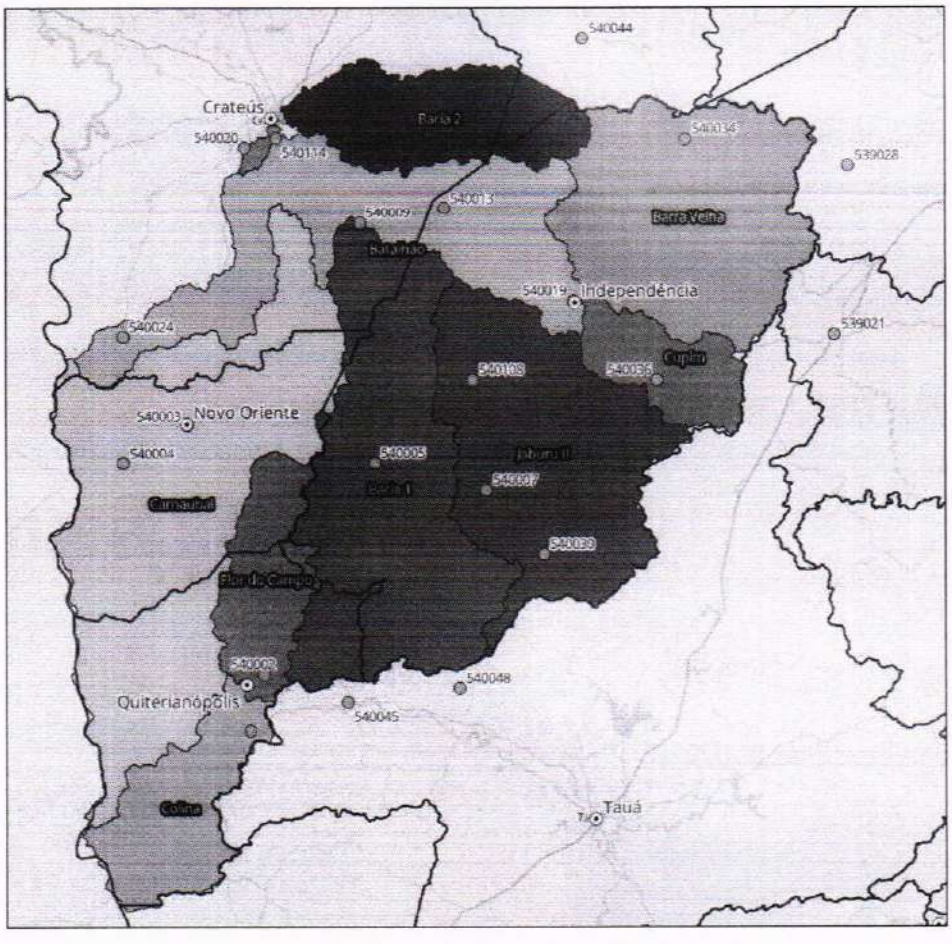


Figura 2.2 – Discretização Espacial das Bacias Hidrográficas

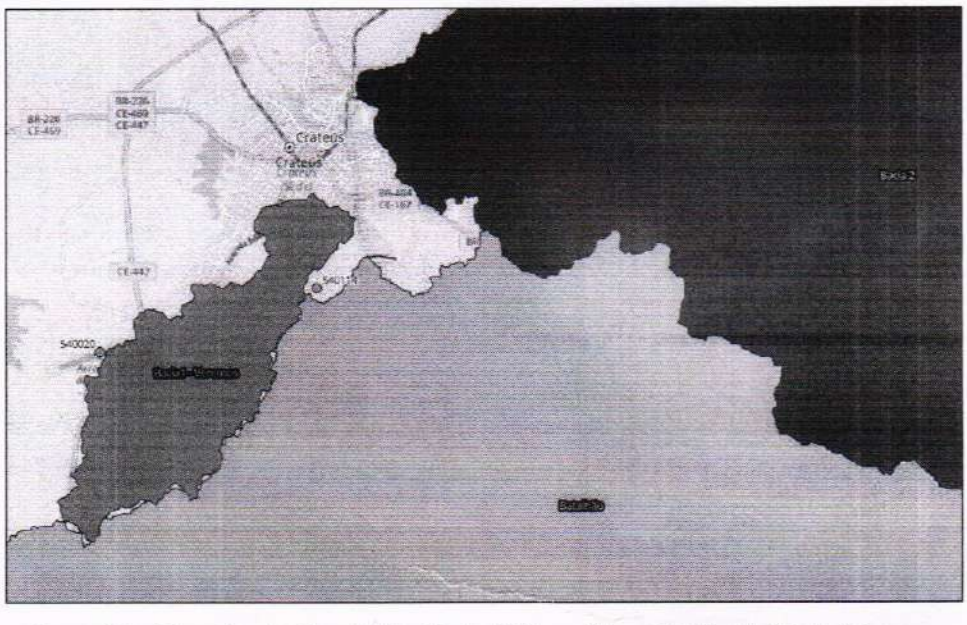


Figura 2.3 - Discretização Espacial das Bacias Hidrográficas -Detalhe do Riacho Veremos

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS
COMISSÃO DE LICITAÇÃO
FL Nº

Tabela 2.2 – Postos Pluviométricos Selecionados

Código Postos	Município	Nome	Operador	Coordenadas UTM	
				E	N
539021	Pedra Branca	Riachão do Banabuiú	Funceme	389.216,10	9.399.347,51
539028	Boa Viagem	Salgado	Sudene	391.031,10	9.421.461,69
540002	Quiterianópolis	Coutinho	Dnocs	313.627,90	9.354.944,45
540003	Novo Oriente	Novo Oriente	Funceme	303.493,74	9.387.505,50
540004	Novo Oriente	Três Irmãos	Sudene	295.076,29	9.382.536,05
540005	Independência	Tranqueiras	Funceme	328.315,95	9.382.632,03
540007	Independência	Iapi	Dnocs	343.092,80	9.378.976,07
540009	Crateús	Barra	Sudene	326.384,48	9.413.954,71
540013	Independência	Adão	Sudene	337.464,20	9.415.828,42
540019	Independência	Independência	Funceme	354.548,12	9.403.670,84
540020	Crateús	Aeroporto (Crateús)	Funceme	311.182,64	9.423.779,12
540024	Crateús	Monte Nebo	Funceme	295.024,85	9.399.125,64
540030	Independência	Iapi	Funceme	350.656,30	9.370.524,15
540034	Independência	Ematuba	Funceme	369.467,40	9.424.918,37
540036	Independência	Jandrangoeira	Funceme	365.771,49	9.393.588,45
540044	Tamboril	Oliveira	Funceme	355.895,46	9.437.982,97
540045	Tauá	Santa Tereza	Funceme	324.713,00	9.351.283,07
540048	Tauá	São João do Trissi	Funceme	339.469,11	9.353.169,64
540052	Quiterianópolis	Quiterianópolis	Funceme	311.800,75	9.347.562,57
540108	Independência	Desejo	Funceme	341.273,88	9.393.600,75
540114	Crateús	Crateús	Funceme	315.270,43	9.424.984,37

Fonte: Hidroweb - ANA

Tabela 2.3 – Precipitação Máxima Diária com Recorrência de 25, 50 e 100 anos dos Postos Pluviométricos Selecionados

Código Postos	Precipitação (mm)			Distribuição Escolhida
	TR-25 anos	TR-50 anos	TR-100 anos	
539021	103,75	115,33	126,85	Ln-Normal
539028	100,87	110,03	118,99	Ln-Normal
540002	127,18	139,90	152,08	Generalized Extreme Value
540003	135,98	150,25	163,99	Generalized Extreme Value
540004	131,02	142,04	152,44	Gamma
540005	114,29	123,07	131,31	Gamma
540007	116,53	129,76	142,93	Ln-Normal
540009	124,02	134,11	143,61	Gamma
540013	157,36	173,10	188,08	Gamma
540019	125,91	134,73	142,67	Normal
540020	125,23	136,24	146,19	Generalized Extreme Value
540024	150,54	168,31	186,09	Ln-Normal
540030	113,12	122,79	131,92	Gamma
540034	122,48	136,87	150,68	Gamma
540036	113,45	123,03	132,07	Gamma
540044	121,63	132,91	143,95	Ln-Normal
540045	112,56	122,10	131,12	Gamma
540048	99,28	106,46	113,20	Gamma
540052	128,95	137,44	144,75	Generalized Extreme Value
540108	137,64	147,20	155,80	Normal
540114	134,90	147,99	160,42	Gamma

FRANCISCO GIORDANO IBIAPINA RODRIGUES DE CARVALHO:95759697315