

REL. 3759 /88 - BA (0051)

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR

SUBSÍDIOS AO

PLANO DE REESTRUTURAÇÃO DA ORLA MARÍTIMA

ASPECTOS RELACIONADOS

COM A DRENAGEM

RELATÓRIO FINAL

CADERNO 7

Plano de estruturação da
Orla Marítima - Trecho
Amaralina - Itapuã.

DRENAGEM.

SETEMBRO - 1988.

JULHO/88



PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR
SECRETARIA DO PLANEJAMENTO - SEPLAM

SUBSÍDIOS AO
PLANO DE REESTRUTURAÇÃO DA ORLA MARÍTIMA
ASPECTOS RELACIONADOS COM A DRENAGEM

PARTICIPAÇÕES:

. SEPLAM

COORDENADOR EXECUTIVO DO 1º P.D.M.

Dr. JOSÉ PIRAJÁ PINHEIRO FILHO

COORDENADORA TÉCNICA

Drª MARIA DO SOCORRO AMORIM FIALHO DA SILVA

. TECNOSOLO S.A.

SUB- COORDENAÇÃO ADMINISTRATIVA

ENGº IRANI ROSSINI

SUB-COORDENAÇÃO TÉCNICA

ENGº JOSÉ AYLTON PINHEIRO

MEMBROS DA EQUIPE

PROF. JOSÉ JOAQUIM XAVIER

ENGº LUIZ FERNANDO DIAS LIMA SCHINDLER

ARQTE VALÉRIA VASQUEZ DE MIRANDA.

HA

S U M Á R I O

	PAG.
APRESENTAÇÃO	05
1. INTRODUÇÃO	06
2. ÁREA DO ESTUDO	07
aspectos naturais	
2.1 Clima	07
2.2 Geomorfologia	08
2.3 Geologia	10
2.3.1 Granulitos	10
2.3.2 Depósitos Quaternários Marinhos	11
2.3.3 Depósitos Quaternários Continentais	12
2.3.4 Depósitos Flúvio Lagunares	12
2.3.5 Aspectos gerais e considerações	14
2.4 A rede de drenagem natural	15
2.4.1 A bacia do Rio Jaguaribe	15
2.4.2 A bacia do Rio das Pedras	17
2.4.3 A bacia do Rio Camaragibe	19
2.4.4 A bacia do Rio Sapato	20
3. METODOLOGIA	20
3.1 Aspectos gerais	20
3.2 Aspectos específicos	21
3.2.1 Condições Naturais	21
3.2.2 Hidrologia	21

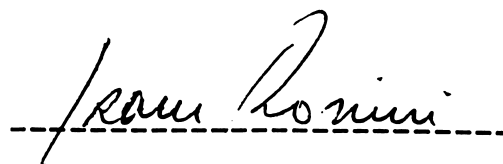
	PAG.
4. HIDROLOGIA	30
4.1 Rio Jaguaribe	30
4.2 Rio Trobogi	35
4.3 Rio Mangabeira	39
4.4 Rio Passa-Vaca	43
4.5 Faixas a preservar	47
4.6 Análise do modelo de ocupação	50
5. CONCLUSÕES	60
6. RECOMENDAÇÕES	63
7. ANEXOS	65

1/1

APRESENTAÇÃO

A TECNOSOLO - ENGENHARIA E TECNOLOGIA DE SOLOS E MATERIAIS S/A apresenta o relatório final do estudo dos aspectos relativos a Drenagem da área da Orla Marítima de Salvador , que subsidiará o Plano de Estruturação da Orla Marítima de Salvador em elaboração pela Prefeitura Municipal de Salvador.

Salvador, 20 de julho de 1988 .



TECNOSOLO S/A.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo subsidiar o Plano de Reestruturação da Orla Marítima de Salvador, que está sendo elaborado pela Secretaria Municipal do Planejamento - SEPLAM.

Abrange o universo territorial contido na faixa de terras que, abrigando a Bairro da Pituba, se estende ao longo da costa até o limite com o município de Lauro de Freitas a nordeste, e a Av. Luiz Viana Filho, a noroeste.

Trata, especificamente, dos aspectos relacionados com a drenagem dessa faixa, no horizonte da saturação das bacias hidrográficas dos cursos de água que nela estuam.

O prognóstico que encerra está fundamentado no modelo urbano que se presume decorrer da aplicação da Lei de ORDENAMENTO DO USO E DA OCUPAÇÃO DO SOLO, promulgada em 1984 - Lei nº 3377/84

Na medida em que a adoção desse modelo visa a atender um requisito metodológico de análise, o trabalho se constitui num teste desse próprio modelo. Por isso está apto a fornecer indicadores capazes de permitir sua apreciação e a demonstrar, no âmbito da sua finalidade, o nível de interferência porventura requerido.

2. ÁREA DE ESTUDO

Aspectos Naturais

2.1 Clima

Dentre os aspectos climáticos interessa ao estudo de drenagem aqueles relativos à pluviometria.

Neste particular a Cidade de Salvador conta com a rede de estações climáticas do Ministério da Agricultura que vem sendo operada desde 1912. A partir de 1931 o Posto de Ondina, que integra essa rede, passou a efetuar, além dos registros pluviométricos, também os pluviográficos.

Esses dados sofreram diversos processamentos, entre os quais se destaca o do Engº Otto Pfafstter, que fornece a função que correlaciona as variáveis intensidade - duração - frequência, para as chuvas intensas de Salvador. Uma outra função idêntica, e com precisão equivalente, foi sintetizada analiticamente pelo Engº Henrique Brawne Ribeiro e tem a forma apresentada a seguir

$$I = \frac{2960,16 T^{0,163}}{(t+24)^{0,743}}$$

onde:

I= intensidade (l/seg.ha)

t= duração (min.)

T= período de retorno

Esta última expressão foi utilizada nos estudos contidos nesse relatório.

No que concerne à distribuição das chuvas ao longo do ano faz-se observar a grande frequência de dias chuvosos na Cidade - em média 120 dias em cada 360. Esse fato demonstra a importância dos sistemas de drenagem para os que aqui habitam

2.2 Geomorfologia

A área mostra feições topográficas marcadamente diferenciadas:

- I) uma faixa continental, representada por um conjunto de morros arredondados, entre vales profundos e/ou de fundo chato.
- II) uma planície litorânea, ambas descritas a seguir.

. Conjunto de morros arredondados

As colinas têm forma de meia-laranja, com altitude média entre 30 e 40m. São desenvolvidas sobre rochas metamórficas, granulíticas, fortemente intemperizadas, onde restam das rochas originais, apenas raros matacões e fragmentos de quartzo. O produto final do processo de alterações é um solo residual contendo areia, silte e argila, grãos de quartzo, fragmentos de rocha e concreções ferruginosas.

A inclinação das encostas, que atinge valores de 14 a 27 graus, favorece os processos de escoamento pluvial, reptação e deslizamento, conduzindo o material para os vales (Monteiro et alii, 1970). As melhores expressões dessas colinas são encontradas nas cabeceiras dos Rios Passa-Vaca, Jaguaribe e Mangabeira.

Sotoposta aos morros e vales, desenvolvidos sobre rochas granulíticas intemperizadas, ocorrem significativas acumulações de dunas, principalmente nas áreas da Pituba, Armação e Itapoan.

As propriedades físicas aliadas à forma desses depósitos são elementos fundamentais na formação do lençol freático na área litorânea. Por outro lado, a cobertura vegetal também compõe esse sistema que deveria se manter nas condições próximas do equilíbrio,

o que em geral não ocorre. Assim por exemplo, a remobilização dessas areias pelo vento pode ser fortemente acelerada, em razão da destruição da vegetação (Monteiro op.cit.).

. Planícies Litorâneas

Limitada a oeste pelas colinas costeiras e a leste pelo cordão arenoso, desenvolve-se a planície flúvio-lagunar com largura variável, podendo alcançar até 1km. Segundo a descrição de Monteiro (op.cit), ela inicia-se ao pé das colinas costeiras numa altitude de aproximadamente de 10 a 12m e desce suavemente até encontrar o cordão litorâneo que antecede a praia atual. Feições geomofológicas associadas a essas planícies são terraços arenosos e antigos pantanais, que se relacionam com diferentes níveis de base, condicionados às últimas transgressões e regressões marinhas.

. Drenagem

A rede de drenagem, dissecando o espesso manto de alterações das rochas granulíticas, possui como principais bacias, as dos Rios Camaragibe, Pedras, Passa-Vaca e Jaguaribe, todos com direção de fluxo aproximada de NW-SE e a do Rio Mangabeira com direção NE-SW. O fundo chato dos vales principais formam desníveis da ordem de 30 a 40m. com o topo das colinas, estando cobertos de areias, siltes e argilas, trazidas das encostas pelas águas de chuva. (Monteiro, op.cit). O escoamento pluvial é permanente nos vales principais, porém reduzido fora da época das chuvas abundantes.

Associados a antigos meandros, lagunas e mangues, e situados sobre a planície arenosa na desembocadura dos rios Passa-Vaca, Jaguaribe e Mangabeira, são encontrados depósitos de siltes argilosos, ricos em matéria orgânica.

2.3 Geologia

A área em estudo, está situada na borda leste ('horst' de Salvador) na Bacia Sedimentar do Recôncavo, domínio principal das rochas metamórficas granulíticas do proterozóico inferior, recobertas em parte por sedimentos quaternários marinhos e continentais costeiros (vide Mapa Geológico).

2.3.1 Granulitos

Os granulitos ocorrem como rochas relativamente frescas ao longo da costa, principalmente no trecho da Pituba, Costa Azul, Armação, Pituaçu e Itapoan. No restante da área, formam um relevo característico de morros arredondados, notadamente na Pituba, Pituaçu e ao longo dos vales dos rios Jaguaribe e Mangabeira.

Essas rochas mostram-se profundamente intemperizadas, originando um solo residual com a composição de areia, argila, grãos de quartzo, fragmentos de rochas e concreções ferruginosas, com espessura superior a 10m. e com passagem quase brusca para rochas não alteradas (Fujimore, 1968).

Segundo Fujimore (op.cit), as rochas granulíticas aflorantes em Salvador podem ser classificadas como dos tipos ácidas e básicas e são comumente recortadas por diques de rochas metabásicas, aplitos e pegmatitos.

Os granulitos básicos são rochas de granulação fina, equigranular, de coloração cinza-escuro-esverdeada e granulação entre 0,2 e 0,5mm. Apresentam-se foliadas devido a concentração de minerais como biotita e quartzo, sendo em geral mais escuras do que os granulitos ácidos.

Os granulitos ácidos são rochas de granulação média a grossa, coloração cinza-azulada, foliadas, com nítidas bandas, devidas à concentração de quartzo, granada e biotita, em faixas estreitas. Também podem apresentar-se com granulação fina, aplítica, de coloração amarelo rosado e com ligeira foliação.

2.3.2 Depósito Quaternários Marinhos

Arenitos de Praia (Qap)

Os arenitos de praia afloram ao longo da Costa na forma de tabuleiros que ficam expostos na maré baixa (trecho Pituba - Costa Azul, Armação e Corsário). Os arenitos são constituídos de quartzo, feldspato, fragmentos de rochas e fragmentos de material orgânico (Bitencourt A.C., 1971).

Terraços Arenosos (Qt)

Esses terraços são areias litorâneas bem selecionadas com conchas marinhas e restos orgânicos abundantes. Acompanham a forma do litoral e estão ligeiramente acima dos níveis alcançados pelas marés mais altas. Formam uma lombada quase contínua, colonizada pelos coqueiros e localmente encobertas pela rodovia (Monteiro op.cit.).

2.3.3 Depósitos Quaternários Continentais

. Dunas (Qe).

Apesar da possibilidade de separação de até 3 gerações dessas dunas (dunas exterior, interior e litorâneas), associadas às faixas continentais e litorâneas (Martin et alii, 1980) optou-se aqui, tendo em vista os objetivos do estudo, pela caracterização de uma única unidade litológica, a qual é constituída de areias finas, bem selecionadas, predominantemente quartzosas e com graus variados de arredondamento, apresentando coloração ocre, branca ou amarelada. Essa unidade, ocupa trechos significativos da planície litorânea e avança para o interior da faixa continental, recobrimdo discordantemente o relevo diferenciado das rochas granulíticas intemperizadas. A sua largura aflorante alcança 1,5 km. na área de Armação, 1,0 km. na área de Pituaçu - Patamares e até 3,0 km. na área de Itapoan. Algumas concentrações menores são observadas nos cursos médios dos rios Jaguaribe e Mangabeira.

2.3.4 Depósitos flúvio-lagunares (Qfl)

Esses depósitos ocupam as partes marginais aos canais de drenagem que formam as diferentes bacias da área de estudo. Tais depósitos são de composição areno-silto-argilosa, ricos em matéria orgânica. Ao longo da praia de Piatã, e principalmente na desembocadura dos rios Jaguaribe e Mangabeira, apresentam grandes expressões de área aflorante.

2.3.3 Depósitos Quaternários Continentais

. Dunas (Qe).

Apesar da possibilidade de separação de até 3 gerações dessas dunas (dunas exterior, interior e litorâneas), associadas às faixas continentais e litorâneas (Martin et alii, 1980) optou-se aqui, tendo em vista os objetivos do estudo, pela caracterização de uma única unidade litológica, a qual é constituída de areias finas, bem selecionadas, predominantemente quartzosas e com graus variados de arredondamento, apresentando coloração ocre, branca ou amarelada. Essa unidade, ocupa trechos significativos da planície litorânea e avança para o interior da faixa continental, recobrando discordantemente o relevo diferenciado das rochas granulíticas intemperizadas. A sua largura aflorante alcança 1,5 km. na área de Armação, 1,0 km. na área de Pituaçu - Patamares e até 3,0 km. na área de Itapoan. Algumas concentrações menores são observadas nos cursos médios dos rios Jaguaribe e Mangabeira.

2.3.4 Depósitos flúvio-lagunares (Qfl)

Esses depósitos ocupam as partes marginais aos canais de drenagem que formam as diferentes bacias da área de estudo. Tais depósitos são de composição areno-silto-argiloso, ricos em matéria orgânica. Ao longo da praia de Piatã, e principalmente na desembocadura dos rios Jaguaribe e Mangabeira, apresentam grandes expressões de área aflorante.

2.3.5 Aspectos Gerais e Considerações

O sistema envolvendo o conjunto de morros e planícies, a rede de drenagem, solos e sedimentos correspondem ao resultado da ação dos agentes morfogenéticos e de processo exógenos, isto é, da destruição mecânica e química da matriz primária ou rocha fonte, transporte e deposição de materiais. Portanto, os elementos aqui apresentados são componentes importantes, indissociáveis dos demais elementos do Meio Físico, que é um fato ambiental cuja condição de equilíbrio foi estabelecida ao longo de milênios, em consonância com o Meio Biótico.

Os atuais efeitos ambientais decorrentes da ação do homem se configuram num forte impacto negativo e permanente na área, tem carácter irreversível, em várias partes, e estão propensos ao agravamento, em face do modelo de uso de ocupação. Assim, reflexos imediatos temíveis surgem da resposta do meio às variações impostas nos parâmetros da hidrologia superficial e da hidrogeologia, por exemplo, em razão de obras de terraplenagem e/ou da remoção da cobertura vegetal verificadas na área, ou do aumento de superfície impermeabilizadas.

A grande descaracterização de extensas porções da área no contexto dos elementos tratados neste item, surgere medidas reguladoras da ação antrópica, bem como iniciativa visando a redução de custos futuros desses impactos e da correção ambiental.

2.4 A rede de Drenagem Natural

O território do Município de Salvador apresenta uma linha alta, no entorno da qual se desenvolve a Rodovia BR 324, que se constituiu no grande divisor de águas das duas vertentes que possui - a Baía de Todos os Santos e a do Oceano Atlântico.

. Esta última tem pendente NW-SE e detem os principais cursos de água que drenam a área urbana de Salvador - os Rios Ipitanga, Jaguaribe, Pedras, Camaragibe e Lucaia.

Excluindo-se os Rios Ipitanga e Lucaia, os demais apresentam particular interesse para o plano de Estruturação da Orla Marítima, vez que cortam essa área e nela estuam.

2.4.1 A bacia do Rio Jaguaribe

Aspectos Físicos

Esta bacia abrange uma área de 2.867 ha. com forma aproximadamente retangular. Trata-se de uma faixa com relêvo movimentado que se desenvolve desde as proximidades na BR 324, no subúrbio de Pirajá, até a Praia de Piatã, com largura média de ordem de 04km.

Limita-se ao nordeste com a bacia do Rio Ipitanga (afluente do Joanes), a noroeste com a bacia do Rio do Cobre (vertente da Baía de Todos os Santos), a sudeste com a bacia do Rio das Pedras e a Sudoeste com o Oceano Atlântico.

Possuindo um padrão de drenagem bem definido e diversificado, compõe-se de quatro sub-bacias de maior porte, a saber:

. Sub bacias do Riacho Águas-Claros

Esta sub-bacia detem as terras mais elevadas da bacia do Jaguaribe

(até 102m de altitude) e engloba uma série de córregos afluentes, entre os quais se destacam o Cabo Verde, que nasce além da BR 324, no Bairro de Valéria, o Cambanas que drena o Bairro de Castelo Branco, e um outro sem denominação, que nasce em Sete de Abril, na vertente oposta, do Rio Trôbogi. Trata-se de uma rede hidrográfica que serpenteia no interior do bairro Cajazeira, onde forma uma série de pequenas lagoas, quase todas transformadas para tratar os esgotos sanitários dos conjuntos habitacionais aí existentes.

À jusante dessa sub-bacia e já com a denominação de Jaguaribe, o Rio desce cerca de 25m., numa extensão de apenas três Km., possuindo porisso um regime torrencial. Aí o divisor de águas se afunila formando uma garganta com 1,5 km. de largura, onde a declividade transversal se eleva a até 25%.

. Sub-bacia do Rio Trobogi

O Rio Trobogi, que tem como afluente o Rio Macaco, é o principal tributário do Jaguaribe, contribuindo com cerca de 50% da sua vazão.

Desenvolve-se paralelamente ao espigão que o separa do Rio Pituaçu, em cuja cumeada se implantou a estrada Velha do Aeroporto. A bacia possui relêvo acidentado, possivelmente porisso permanec com baixo índice de ocupação e mantém a vegetação mais densa de toda a bacia do Jaguaribe.

Pelo reduzido potencial de uso que seu território apresenta à montante da Av. Luiz Viana Filho é provável que somente venha ser ocupada por extratos de renda menos favorecidos.

. Sub-bacia do Rio Mangabeira

Situada no trecho baixo do Jaguaribe, essa sub-bacia abriga os bairros de São Cristovão, Mussurunga e parte de Itapoã.

Possui a área de 11km.², e solos variados - contato da Formação Barreiras com o embasamento cristalino a nordeste, dunas disseminadas e aluviões quaternários saturados, no fundo dos vales.

Ai a vegetação predominante é constituída de gramíneas, no que pese a presença de capoeiras - formação arbustiva de baixa densidade - e de pequenas aglomerações de coqueiros.

As exudações, que ai se verificam abaixo da cota 10m. e a presença de áreas alagadiças, demonstram o nível do lençol freático e exibem as dificuldades de ocupação.

. Sub bacia do rio Passa Vaca

Essa sub-bacia compõe-se de terrenos baixos onde pontificam pequenas colinas com topo na cota 40, constituídas de solos pouco permeáveis. A noroeste, numa faixa contígua à Av. Luiz Viana Filho, há uma massa arbustiva um pouco mais densa que contrasta com o restante da bacia.

2.4.2 Rio das Pedras

Essa bacia é drenada por uma rede de cursos de água que se compõe:

- a) Pelo Rio das Pedras, que desagua no Oceano Atlântico, no Bairro da Boca do Rio.
- b) Pelo Rio Pituaçu
- c) Pelo Ribeirão da Cachoeira
- d) Pelo Rio do Saboeiro
- e) Por um riacho sem denominação, que drena a área de Narandiba.

A parte da bacia que integra a área do estudo - compreendida entre a Av. Luiz Viana Filho e a Orla Marítima, não apresenta problemas especiais de macro-drenagem. As inundações do Parque da Bolandeira foram resolvidas com a dragagem e o revestimento do trecho final do Rio das Pedras. À montante da Bolandeira, e ao longo da Av. Jorge Amado, a dragagem desse Rio foi recentemente concluída.

Não obstante esse fato, faz-se necessário consignar os problemas de assoreamento do Lago Pituaçu, em virtude das múltiplas funções que ele desempenha na âmbito do Parque e da importância desse Parque no contexto da Cidade.

De fato tem-se verificado crescente assoreamento desse Lago em decorrência do modo indiscriminado com que tem sido efetuados os movimentos de terra à montante da Av. Luiz Viana Filho.

Por outro lado, em épocas de mínima, o Rio Pituaçu praticamente se transforma em condutor de esgotos, tal o nível de poluição de de suas águas. Este fato é causado pela falta de infra-estrutura assim como pela ocupação da bacia - bairros Pau da Lima, São Marcos e Sussuarana.

Nos demais cursos de água dessa bacia, os problemas são idênticos aos de Pituaçu, no entanto alguns fatos mais graves são aqui assinalados, em face de suas potenciais consequências sobre a saúde pública. Dentre eles registram-se o lançamento dos esgotos do Hospital Roberto Santos sem que haja adequado controle na Unidade de Tratamento assim como a poluição do Ribeirão da Cachoeira.

Em face do objetivo desse trabalho e da definição das funções do Parque Metropolitano de Pituaçu os estudos efetuados nessa bacia foram mais aprofundados nas áreas edificáveis - a faixa

limitada entre a Orla e o Parque Pituaçu, na praia do Corsário, e no Bairro do Imbuí.

. Bacia do Riacho Armação

Esta bacia situa-se na faixa litorânea que se estende da Boca do Rio ao Jardim de Alah, e contém o Parque do Aeroclube. O ponto mais alto do divisor de águas tem cota 66m, e está localizado na crista da Duna Grande. Trata-se de uma área bastante permeável nas partes elevadas no entanto na parte baixa, em virtude da grande intervenção que sofreu com as obras de implantação do Parque do Aeroclube, teve sua capacidade de infiltração substancialmente reduzida.

No limite sul a elevação existente possui solos autóctones, de menor permeabilidade, nas mediações do Jardim de Alah. A partir das proximidades do Centro de Convenções e ao longo de toda a cumeada que delimita essa bacia as dunas existentes constituem-se em importante referencial.

Nas condições atuais de ocupação o referido riacho é alimentado pela exudação dessas dunas.

2.4.3 Bacia do Camaragibe

A parte da área do estudo contida nessa bacia limita uma faixa formada entre o divisor do Rio das Pedras e a encosta do Caminho das Árvores. Pela margem esquerda abriga os bairros de Costa Azul e Stiep, e pela margem direita, a faixa plana que contém a Av. Magalhães Neto.

Sob o aspecto de drenagem essa área não apresenta problemas.

2.4.4 Bacia do Rio Sapato

O Rio Sapato resulta da exudação das dunas do Aeroporto e corre paralelamente à Orla Marítima, desde as imediações da Praia do Flamengo até Buraquinho, onde desagua na foz do Rio Joanes. Sua bacia é inteiramente constituída de dunas, praticamente desprovida de vegetação e tem ocupação rarefeita até o limite do estudo. Cumpre assinalar a necessidade de conter as invasões que ai se iniciam, assim como de estabelecer o limite de ocupação da caixa indefinida do Rio, gradativamente obstruída pelo avanço das construções.

Em virtude do seu regime de alimentação e da grande capacidade de armazenamento das dunas, esse Rio não sofre flutuações bruscas de descarga nem causa problemas de inundações. No entanto a persistência da elevação do nível de água ao longo do período chuvoso é uma característica própria da bacia.

3. METODOLOGIA

3.1 Aspectos Gerais

A metodologia adotada para a elaboração dos estudos contidos nesse trabalho foi selecionada em função dos objetivos que ele contempla atingir. Posto isso, encerra uma componente analítica predominante e utiliza dados, especialmente aqueles relativos à ocupação do território, que somente serão atingidos com a saturação das áreas. Neste particular os dados contidos na legislação vigente - Lei 3377/84, ORDENAMENTO DO USO E DA OCUPAÇÃO DO SOLO, tais como zonamento de atividades, índices e coeficientes urbanísticos, assumiram grande importância nos resultados obtidos.

De fato esse conjunto de dados determina o modelo que se pretende analisar para inferir a conveniência da sua manutenção ou o nível necessário para o melhor ajustamento do ambiente urbano futuro.

No que concerne à infra-estrutura em redes molhadas - suprimento de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial - a adoção desse modelo passa a fornecer os melhores indicadores para as decisões a serem adotados.

Sob esse aspecto não se pode distinguir ou diferenciar essa metodologia daquela destinada à análise das redes secas - suprimento de energia elétrica e telefones - ou até mesmo para prognosticar demandas de outros serviços urbanos.

3.2 Aspectos específicos

3.2.1 Condições Naturais

No estudo dos aspectos naturais foram utilizados métodos comparativos e os recursos disponíveis - fotografias aéreas na escala 1/10000, cartografia do SISTEMA SICAR (em escalas variadas) e inspeções de campo.

3.2.2 Hidrologia

A metodologia utilizada nos estudos hidrológicos distinguiu dois níveis diversos: nível macro e nível micro. Para o macro, que visa o estudo dos corpos d'água e a definição das faixas requeridas para implantação dos grandes canais de drenagem, aplicou-se o método do Hidrograma Unitário enquanto que para o micro - destinado a prognosticar o comportamento do modelo e a fornecer a ordem de grandeza do escoamento superficial das águas precipitadas no território em estudo, se utilizou o Método

Racional. No primeiro caso o universo do estudo estendeu-se a toda a superfície de cada uma das bacias hidrográficas enquanto que no segundo a superfície considerada restringiu-se à área do estudo, exceto a bacia do Mangabeira onde não há grande diferença entre ambas.

. Curva intensidade - duração - frequência

Nesse estudo foram utilizados os registros pluviográficos do Posto de Ondina, já devidamente processado pelo Eng^o Henrique Brawne e amplamente utilizados em projetos de drenagem do Município de Salvador, cuja síntese é

$$I = \frac{2960,16 T^{0,163}}{(T + 24)^{0,743}}$$

com:

I = intensidade em l/seg.ha.

T = período de retorno (T=20anos)

t = duração da chuva em minutos

. Avaliação dos deflúvios

. Pelo método do Hidrograma Unitário - trata-se de uma metodologia de maior grau de precisão e confiança para o porte das bacias estudadas e destinadas a fornecer a magnitude do deflúvio superficial direto e sua distribuição no tempo.

Sua aplicação pressupõe o conhecimento da chuva efetiva e do Hidrograma Unitário.

. Determinação da chuva efetiva

Conceitualmente, a chuva efetiva é a parcela da altura pluviométrica precipitada sobre a bacia que influi no escoamento

superficial direto.

Na sua determinação se leva em conta a precipitação total e todo o elenco de fatores que concorrem para o achatamento dos picos de cheia - retenções, infiltrações, condições precedentes aos temporais, entre outros. Os cálculos efetuados estão resumidos, bacia por bacia.

. Hidrograma Unitário

É a função que define a relação existente entre o deflúvio unitário de determinada bacia e sua distribuição no tempo. Nessa definição se leva em conta os fatores intervenientes adiante enumerados:

- . Precipitação unitária (1cm.) e sua duração
- . Área tributária - dimensão, forma e uso de solo
- . Características do álveo principal - extensão e declividade
- . Capacidade da rede de drenagem secundária.

. Equações básicas

Duas equações básicas são utilizadas para definir o hidrograma unitário sintético. A primeira delas é a seguinte:

$$t_p = 0,752 C_t (L.L_{ca})^{0,3}$$

onde:

t_p = o tempo de retardo desde o ponto médio do intervalo de tempo abrangido pela chuva efetiva e o pico do Hidrograma Unitário, em horas.

L = comprimento ao longo do curso de água, desde o ponto de estudo até os limites da bacia à montante, em quilômetros.

L_{ca} = distância ao longo do curso d'água, desde o ponto de

estudo até um ponto localizado nesse mesmo curso d'água, mais próximo do centro de gravidade da área de drenagem, em quilômetros.

C_t = um coeficiente que depende das características das bacias.

A segunda equação define o pico unitário, em termos de descarga específica.

$$q_p = 2,755 \frac{C_p}{T_p}$$

onde:

q_p - pico do hidrograma unitário em m^3/s

C_p - um coeficiente que depende das características da bacia.

Os valores de C_p e C_t são determinados a partir das seguintes equações:

$$C_{t_0} = \frac{7,81}{(I_a)^{0,78}} \text{ para } I_a \geq 30\%$$

onde:

I_a - porcentagem de impermeabilização da bacia

Correção do valor C_{t_0}

a - adicionar 10% para áreas esparsamente dotadas de galerias

b - subtrair 10% para áreas inteiramente servidas por galerias

c - correção em função da declividade do terreno utilizando-se as seguintes equações:

para $S_e < 0,01$ m/m

$$C_t = 0,40 C_{t_0} S_e^{-0,2}$$

Para $S_e > 0,025$ m/m

$$C_t = 0,48 C_{t_0} S_e^{-0,2}$$

para $0,010 \text{ m/m} < S_e \leq 0,025 \text{ m/m}$ $C_t = C_{t_0}$

onde:

S_e = declividade referente ao comprimento do curso d'água principal, considerando-se 80% do comprimento do canal a montante do ponto de estudo.

Uma vez determinado o valor de q_p a partir da equação, o valor do pico do Hidrograma Q_p , pode ser calculado pela expressão:

$$Q_p = q_p \cdot A$$

onde:

A = é a área da bacia em km^2 .

O intervalo de tempo compreendido entre o início da chuva e o pico do hidrograma é determinado por:

$$T_p = 60 t_p + 0,5 t_u$$

onde:

t_u - duração da chuva unitária em minutos

t_p - intervalo de tempo desde o início da chuva até o pico do hidrograma unitário.

Conhecido o intervalo entre o início da chuva e o pico do hidrograma, a forma deste será esboçada pelo conhecimento da faixa limitada pelas larguras W correspondentes às ordenadas = 50% Q_p e 75% Q_p .

$$W_1 (50\% Q_p) = \frac{2,15}{q_p}$$

$$W_2 (75\% Q_p) = \frac{1,12}{q_p}$$

O volume produzido pela chuva unitária sobre a área da bacia é inscrito na figura esboçada por esse método de modo que a área

desta figura a ele se iguala. Essa informação permite ajustar o contorno definitivo do hidrograma unitário.

Nesse ajustamento considera-se aceitável a tolerância de $\pm 5\%$.

Hidrograma de Projeto

Conhecida a chuva efetiva e o hidrograma unitário fica determinada o hidrograma de projeto, vez que há proporcionalidade entre as descargas produzidas por essa chuva e a que resulta da chuva unitária.

A utilização do Método Racional visou a determinação do coeficiente de escoamento superficial (C) - percentagem do volume de água precipitado sobre uma bacia hidrográfica, que escoar sobre a superfície, parte do qual deve ser captada pelos sistemas de drenagem urbana.

Esse coeficiente foi utilizado também para testar as restrições de uso e de ocupação do solo, fixados pela Lei Municipal 3377/84, para as diversas zonas (e bacias) da área do estudo.

A comparação do coeficiente encontrado com um valor previamente fixado, fornece uma idéia das condições do "modelo" e indica a conveniência ou não, de ajustamento do mesmo.

Posto isso, cabe fixar previamente o valor de C.

Tratando-se de área periférica, uso residencial predominante, o valor $C = 0,60$ seria um parâmetro capaz de atender às condições desejáveis.

A literatura técnica sobre o assunto indica em tais casos, valores compreendidos entre 0,4 e 0,6.

Cabe observar no entanto o fato de que a maior parte da área do estudo ainda tem ocupação baixa e não dispõe de sistemas de

drenagem. Esse fato permite a adoção de um parâmetro mais elástico, no que pese o aumento de custo que ele causará futuramente, - quando da implantação desses sistemas - aos cofres municipais.

Posto isso parece indicado que o valor $C = 0,70$ possa ser adotado, mas não definitivo nem absoluto. Isto porque há outros fatores intervenientes capazes de justificar a adoção de coeficientes ainda maiores, vez que o custo de drenagem é apenas uma componente de custo global da infra-estrutura urbana.

(Ver anais do Seminário Internacional de Desenvolvimento Urbano-Fundação Miguel Calmom, maio de 1981).

. Avaliação de coeficientes de escoamento superficial \bar{C} .

Nesta avaliação foi utilizado o método demonstrado a seguir, com as respectivas definições:

Sejam:

S_b = área da bacia contida no universo do estudo, à qual corresponde o coeficiente de escoamento superficial (c.e.s.) médio \bar{C} .

S_o e S_p = parcelas permeável e impermeável de S_b , às quais correspondem C_o e C_p , respectivamente.

Tem-se $\{S_o, S_p \in S_b \mid S_o + S_p = S_b\}$

$$\bar{C} = \frac{C_p S_p + C_o S_o}{S_b} \quad (1)$$

Sejam:

s_o e s_p = parcelas impermeável e permeável da área passível de ocupação de S_b , cuja soma = 70%. S_b .

$$\{s_o, s_p \in S_b \mid s_o + s_p = 0,7 S_b\} \quad (2)$$

so' e sp' = parcelas impermeável e permeável da área de uso coletivo de Sb, cuja soma = 30% Sb.

$$\{ so', sp' \in Sb | so' + sp' = 0,30 Sb \} \quad (3)$$

Admitiu-se que so' = 70% da área de uso coletivo e, conseqüentemente sp' = 30% da mesma área.

assim tem-se:

$$so' = 0,7 \times 0,3 Sb \text{ ou } so' = 0,21 Sb \quad (4)$$

$$sp' = 0,3 \times 0,3 Sb \text{ ou } sp' = 0,09 Sb \quad (5)$$

$$(so + sp) + (so' + sp') = 0,7 Sb + 0,3 Sb = Sb, \text{ ou,}$$

$$(so + so') + sp + sp' = So + Sp = Sb$$

Sejam:

Ip = % permeável da área passível de ocupação, ou seja, de 0,7 Sb

Io = % edificável dessa mesma área (de 0,7 Sb).

Em face da área interna impermeabilizada dos lotes,

tem-se que:

$$Ip + Io < 1$$

resulta que,

$1 - (Ip + Io)$ = % impermeabilizada da área ocupável (pátios internos pavimentados)

De acordo com as definições resulta:

$$sp = Ip \times 0,7 Sb \quad (6)$$

$$so = Io \times 0,7 Sb + [1 - (Ip + Io)] 0,7 Sb = 0,7 Sb (1 - Ip) \quad (7)$$

Somando-se 5 + 6 tem-se:

$$Sp = sp + sp' = Ip \times 0,7 Sb + 0,09 Sb = (0,7 Ip + 0,09) Sb \quad (8)$$

e adicionando 4 a 7, resulta:

$$So = so + so' = 0,7 Sb (1 - Ip) + 0,21 Sb = (0,91 - 0,7 Ip) Sb \quad (9)$$

Substituindo-se finalmente 8 e 9 em 1 e simplificando-se resulta a expressão usada para simulação do modelo - apresentada nas tabelas do item 4.6

$$\bar{C} = (0,09 + 0,7 Ip) Cp + (0,91 - 0,7 Ip) Co$$

4. HIDROLOGIA

4.1 Rio Jaguaribe - determinação da faixa que é necessário preservar:

Até a secção de descarga indicada nas peças gráficas, resultam:

Área contribuinte 28,67 km.²

Lc = 15 km.

Lce = 6,1 km.

Características da bacia, segundo a ocupação prevista em lei.

ZONAS	ÁREA(KM. ²)	I _p	I _o
S5	0,17	0,15	0,6
S6	0,57	0,15	0,6
S7	0,56	0,15	0,6
S9	1,94	0,20	0,6
S 10	0,96	0,20	0,6
T 11	0,54	0,15	0,7
R 17	3,52	0,30	0,5
R 24	5,68	0,20	0,5
R 27	1,29	0,15	0,6
R 28	0,11	0,30	0,4
R 32	11,50	0,15	0,5
R 33	1,83	0,15	0,6
TOTAL	28,67	—	—

$$Se = 0.0048 \text{ m/m } (0,48\%) < 1\%$$

$$I_p = \frac{(0,15 \times 16,46) + (0,2 \times 8,58) + (0,3 \times 3,63)}{28,67} = 18,40$$

$$I_o = \frac{(0,6 \times 7,32) + (0,7 \times 0,54) + (0,5 \times 20,7) + (0,4 \times 0,11)}{28,67} = 52,89$$

$$I_p + I_o = 71,29\%$$

$$1 - (I_p + I_o) = 28,71\%$$

Para as áreas coletivas (30%) tem-se

$$I_o = 0,7 \times 28,71 \cong 20,10\%$$

$$I_p = 0,3 \times 28,71 \cong 8,61$$

Assim resulta:

$$I_p = 18,4 + 8,61 \cong 27\%$$

$$I_o = 52,89 + 20,10 \cong 73\%$$

$$T_p = 0,752 \times 0,4 \times 7,81 \times \zeta_o^{-0,2} \times (L.La)^{0,3} = 0,93h \quad 56'$$

$$C_t = 0,4 \times \frac{7,81}{I_o^{0,78}} \times S_e^{-0,2} = 0,32$$

$$C_p = 0,88 (c_t)^{0,46} = 0,53$$

Descarga específica - H.U.

$$q_p = 2,755 \frac{C_p}{t_p} = 1,57 \text{ m}^3/\text{seg.km.}^2$$

Vazões de pico - H.U.

$$Q_p = q_p \times A = 45 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Largura do H.U.

$$W_{50\%} = \frac{2,15}{q_p} = 1,37h. = 82'$$

$$Q = 32,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$W_{75\%} = \frac{1,12}{q_p} = 0,71 \text{ L} = 42,8'$$

$$Q = 33,75 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Duração da chuva unitária

$$t_n = \frac{t_p}{5,5} = 10,18'$$

Intervalo entre o início da chuva e o pico do H.U.

$$T_p = t_p + 0,5 t_n = 61,10'$$

Volume do Hidrograma Unitário

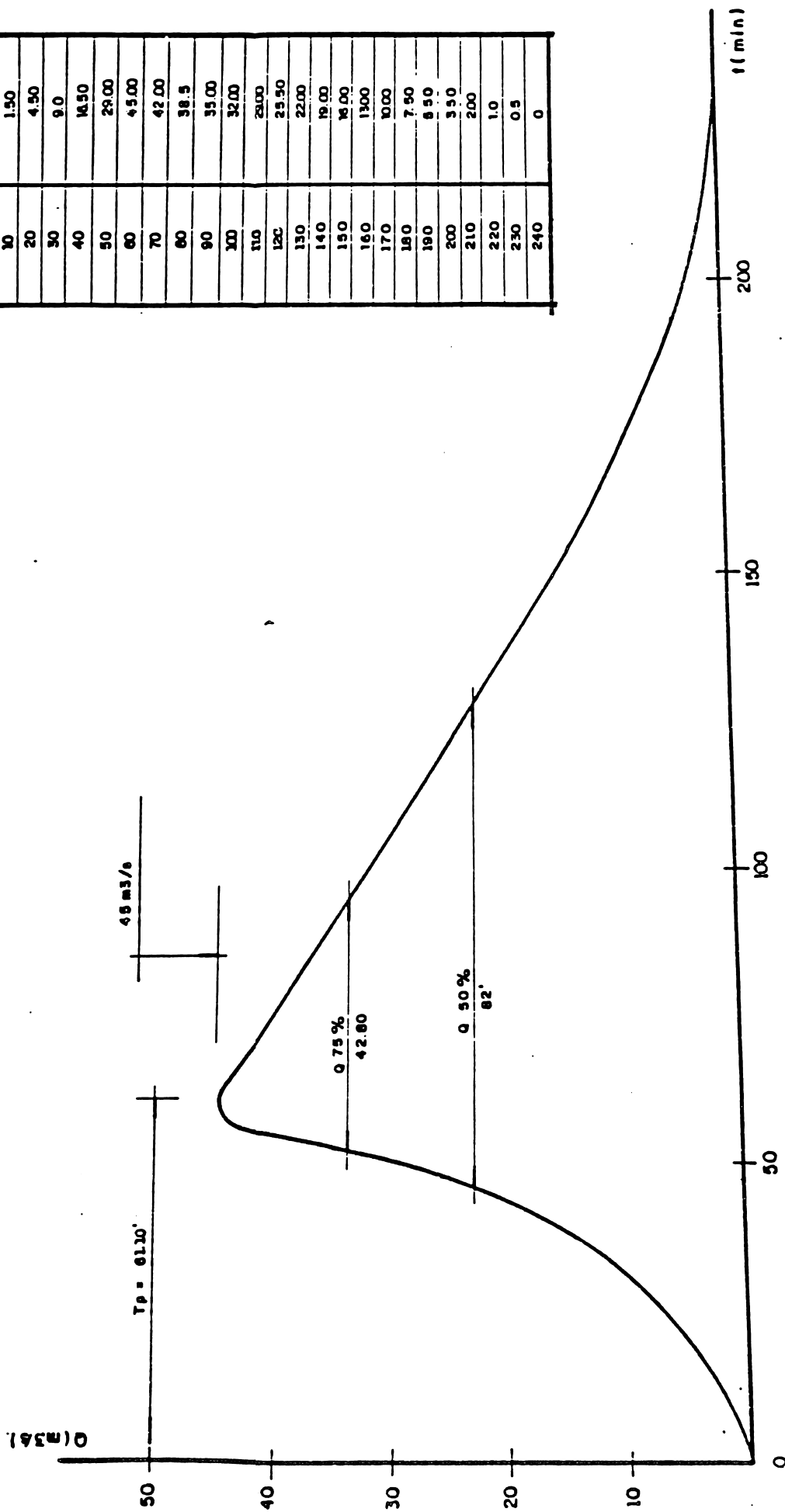
$$V = A(\text{km.}^2) \times 1\text{cm.} = 226.700 \text{ m}^3$$

Valores unitários

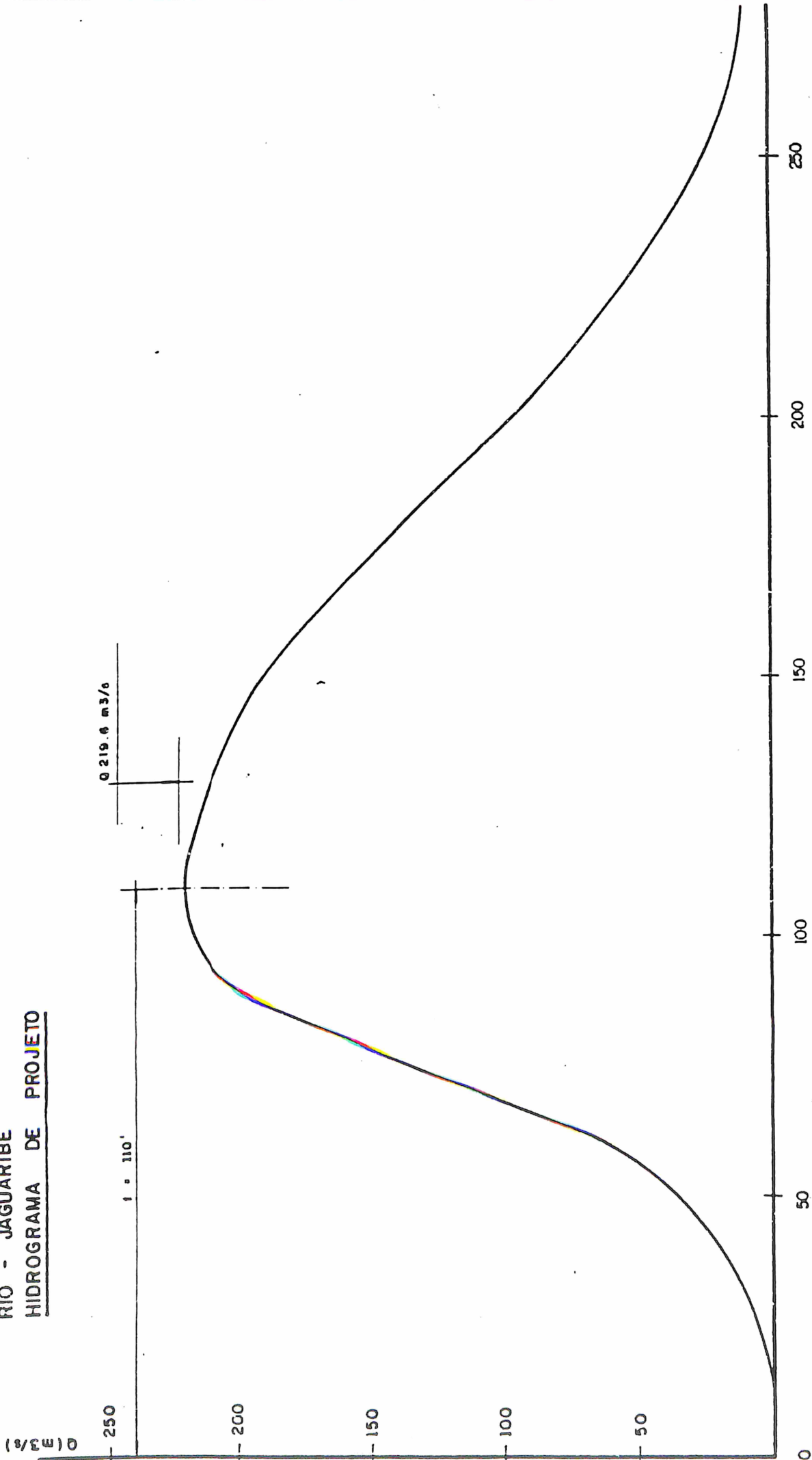
$$215.905 \cong V \cong 238.035\text{m}^3$$

(5%).

BACIA - JAGUARIBE
 RIO - JAGUARIBE
 HIDROGRAMA UNITARIO



BACIA - JAGUARIBE
RIO - JAGUARIBE
HIDROGRAMA DE PROJETO



Bacia Jaguaribe

4.2 Rio Trobogi

Área = 9,83 km².

Comprimento de talvegue - L = 5,6 km.

Lca = 2,2 km.

ZONAS	ÁREA (Km ²)	Ip	Io
R 17	3,56	0,30	0,50
R 24	3,86	0,20	0,50
R 27	2,41	0,15	0,60
TOTAL	9,83	-	-

Avaliação do \bar{I}_p

$$\bar{I}_p = \frac{(0,30 \times 3,56) + (0,20 \times 3,86) + (0,15 \times 2,41)}{9,83} = 22,40\%$$

Avaliação do \bar{I}_o

$$\bar{I}_o = \frac{(0,5 \times 3,56) + (0,50 \times 3,86) + (0,6 \times 2,41)}{9,83} = 52,45\%$$

$$\xi = 74,85\%$$

$$\Delta = 25,15\% \begin{cases} 70\% \text{ --- IMP} = 17,61\% \\ 30\% \text{ --- PERM} = 7,55\% \end{cases}$$

Assim resulta:

$$I_p = 22,40 + 17,61 = 40\% \text{ (permeável)}$$

$$I_o = 52,45 + 7,55 = 60\% \text{ (impermeável)}$$

Cálculos

Tempo de retardo

$$t_p = 0,752 C_t (L.Lca)^{0,3}$$

$$C_{to} = \frac{7,81}{100,78} = \frac{7,81}{60 \cdot 0,78} = 0,32$$

Correção de C_{to}

$$C_t = 0,40 \times C_{to} \times S_e^{-0,2} = 0,44 \rightarrow t_p = 0,70h = 42'$$

$$C_p = 0,89 (C_t)^{0,46} = 0,61$$

Descarga específica - diagrama unitário

$$q_p = 2,755 \frac{C_p}{t_p} = 2,40 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2.$$

Vazão de pico do hidrograma unitário

$$Q = 2,40 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2 \cdot 9,83 \text{ km}^2 = 23,60 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Largura do hidrograma unitário

$$W \ 50\% \ Q_p = \frac{2,15}{q_p} = 0,90h. = 53,75 \text{ min.} \quad Q_{50\%} = 11,8 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$W \ 75\% \ Q_p = \frac{1,12}{Q_p} = 0,47h. = 28 \text{ min.} \quad Q_{75\%} = 17,70 \text{ m}^3/\text{s}.$$

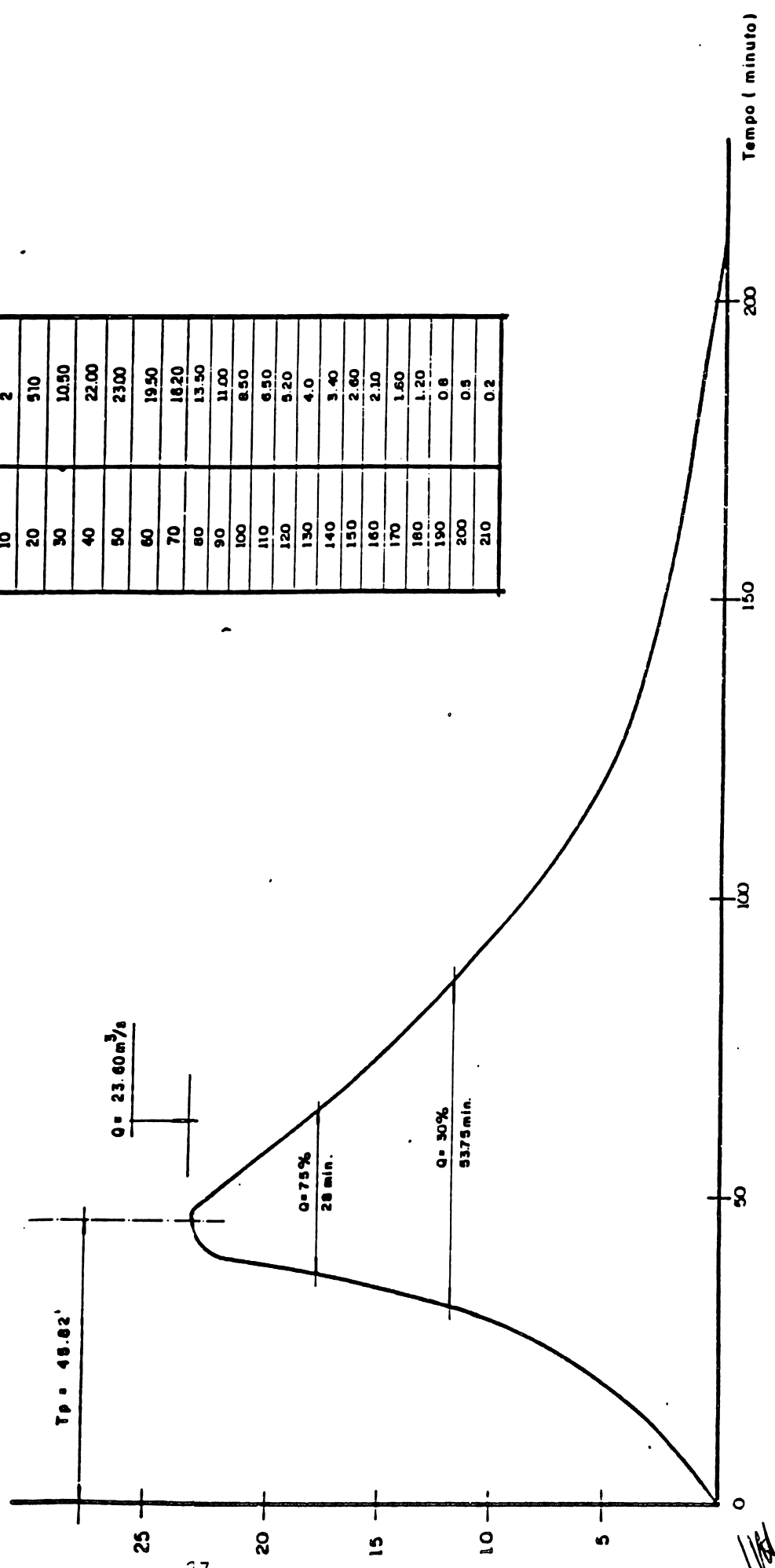
Duração da chuva unitária

$$T_u = 60 t_p + \frac{t_u}{2} = 42' + 7,64' = 49,64'$$

Volume do diagrama unitário

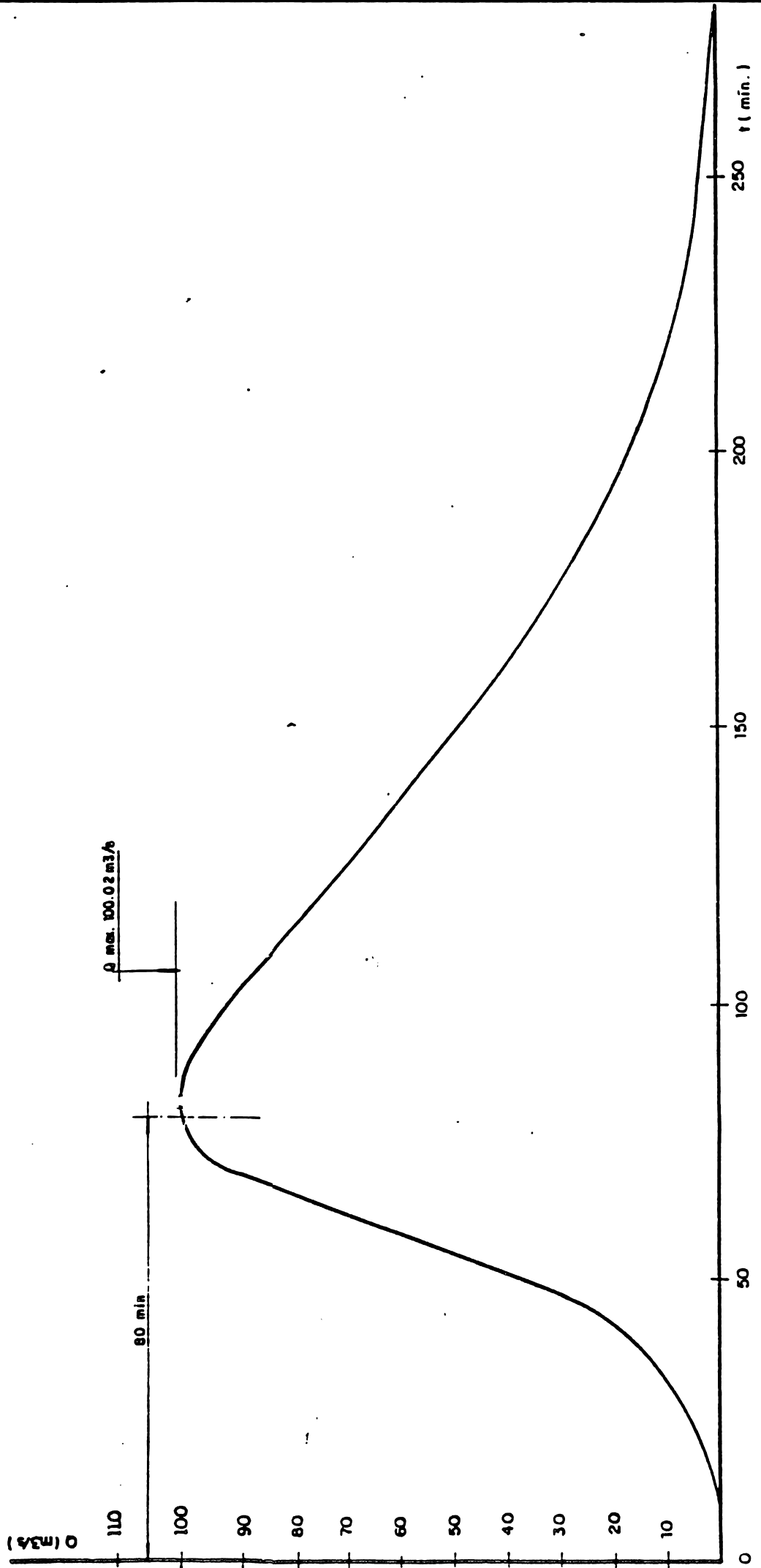
$$V = A (\text{km}^2) \times l_{cm} = 98,300 \text{ m}^3$$

**BACIA - JAGUARIBE
RIO - TROBOGI
HIDROGRAMA UNITÁRIO**



t (min).	Q (m ³ /s).
0	0
10	2
20	9.10
30	10.50
40	22.00
50	23.00
60	19.50
70	16.20
80	13.50
90	11.00
100	8.50
110	6.50
120	5.20
130	4.0
140	3.40
150	2.60
160	2.10
170	1.60
180	1.20
190	0.8
200	0.5
210	0.2

BACIA - JAGUARIBE
RIO - TROBOGI
HIDROGRAMA DE PROJETO



[Handwritten signature]

Bacia - Jaguaribe

4.3 Rio Mangabeira - S3

Área = 10,34 km.²

Comprimento da Talvegue - L = 6,8 km.

Lca = 3,6 km.

ZR	Arca (km ² .)	Ip	Io
33	3,31	0,15	0,60
17	2,01	0,30	0,50
29	1,63	0,20	0,50
34	3,39	0,40	0,30
TOTAL	10,34	-	-

Avaliação do \bar{I}_p

$$\bar{I}_p = \frac{(0,15 \times 3,31) + (0,30 \times 2,01) + (0,20 \times 1,63) + (0,40 \times 3,39)}{10,34} = 26,90\%$$

Avaliação do \bar{I}_o

$$\bar{I}_o = \frac{(0,6 \times 3,31) + (0,5 \times 2,01) + (0,5 \times 1,63) + (0,3 \times 3,39)}{10,34} = 46,64\%$$

$$\xi = 73,54\%$$

$$\Delta = 26,46\% \rightarrow \begin{cases} 7\% \rightarrow \text{Imp} = 18,52\% \\ 30\% \text{ Perm} = 7,94\% \end{cases}$$

Assim resulta:

$$\bar{I}_p = 26,90\% + 7,94\% = 34,84\% \rightarrow I_p = 35\% \text{ (permeável)}$$

$$\bar{I}_o = 46,64\% + 18,52\% = 65,16\% \rightarrow I_o = 65\% \text{ (impermeável)}$$

Cálculos

. Tempo de retardo

$$t_p = 0,752 \times 0,40 \frac{7,81}{I_0^{0,78}} \times S e^{-0,2} \times (1.Lca)^{0,3} = 0,836h. = 50,18'$$

$$C_t = 0,40 \times \frac{7,81}{I_0^{0,78}} \times S e^{-0,2} = 0,426$$

$$C_p = 0,89 (C_t)^{0,46} = 0,60$$

Descarga específica - H.U.

$$q_p = 2,755 \frac{C_p}{t_p} = 1.977 \text{ m}^3/\text{s. km.}^2$$

Vazão do pico H.U.

$$Q_p = q_p \times A = 20,44 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Larguras do H.U

$$W_{50\%} = \frac{2,15}{q_p} = 1,08h. = 64,8' \quad \text{---} \quad Q_{50\%} = 10,22 \text{ m}^3/\text{s.}$$

$$W_{75\%} = \frac{1,12}{q_p} = 0,57h \approx 34' \quad \text{---} \quad Q_{75\%} = 15,33 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Duração da chuva unitária

$$t_u = \frac{t_p}{5,5} = 0,12'$$

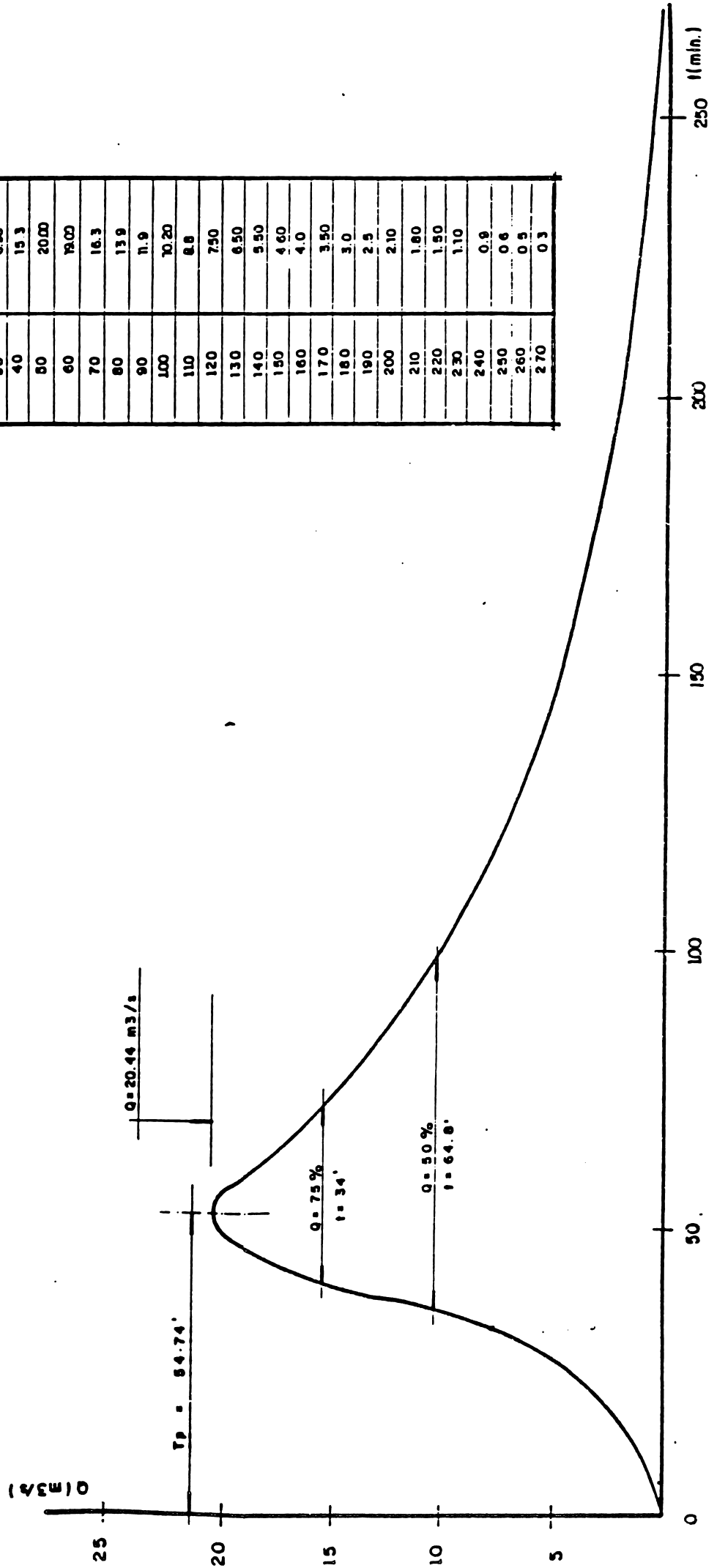
Tempo entre o início e o pico da chuva

$$T_p = t_p + \frac{t_u}{2} = 54,74'$$

Volume do diagrama unitário

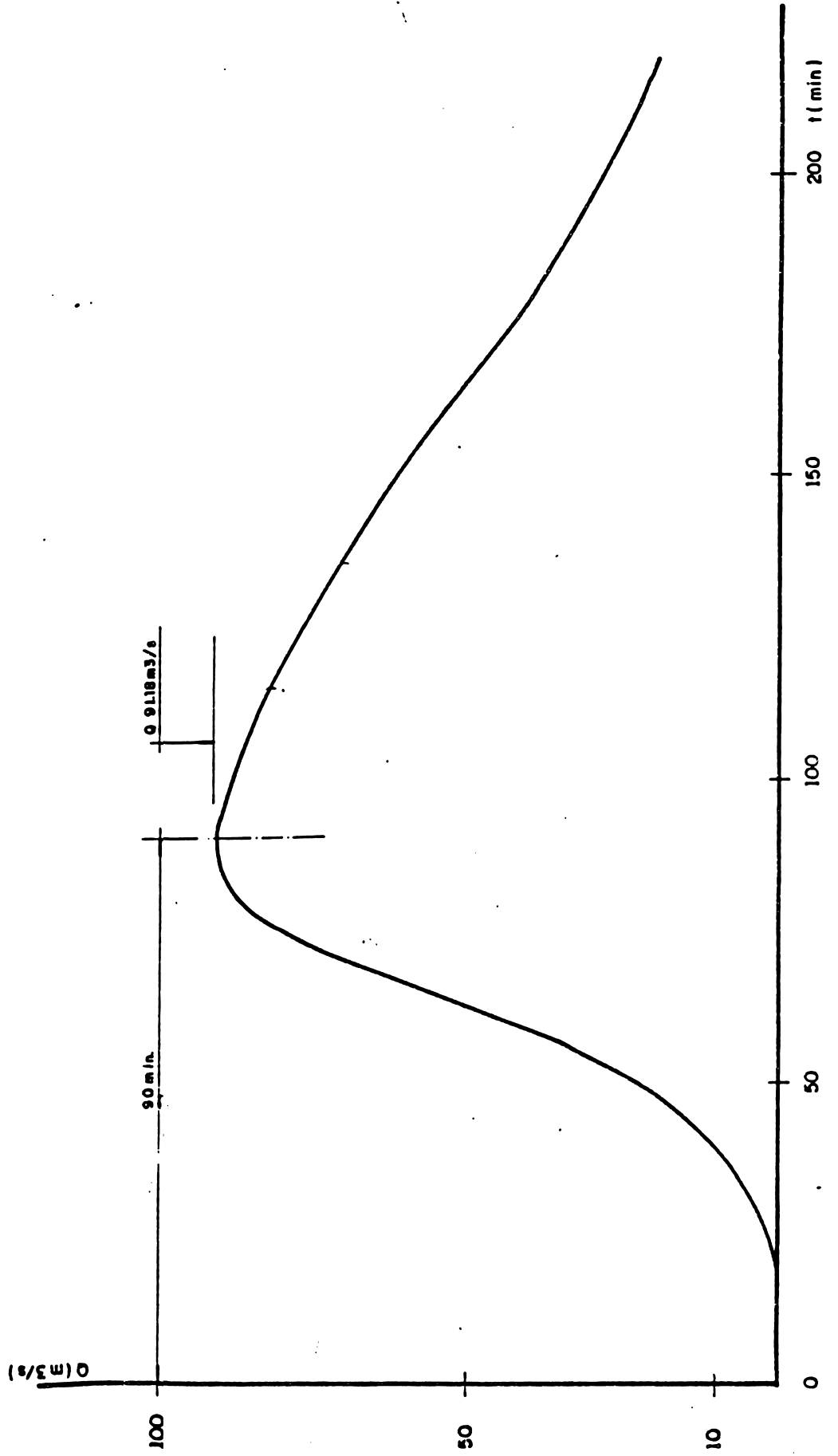
$$V = A(\text{km}^2.) \times 1\text{cm.} = 103,400 \text{ m}^3$$

BACIA - JAGUARIBE
 RIO - MANGABEIRA
 ·HIDROGRAMA UNITÁRIO



t (min)	Q (m³/s)
0	0
10	0.9
20	2.30
30	6.50
40	15.3
50	20.00
60	19.02
70	16.3
80	13.9
90	11.9
100	10.20
110	8.8
120	7.50
130	6.50
140	5.50
150	4.60
160	4.0
170	3.50
180	3.0
190	2.5
200	2.10
210	1.80
220	1.50
230	1.10
240	0.9
250	0.6
260	0.5
270	0.3

BACIA - JAGUARIBE
RIO - MANGABEIRA
HIDROGRAMA DE PROJETO



Bacia do Jaguaribe

(4.4 Rio Passa Vaca (até a praia)

Área = 3,97 km².

Comprimento do Talvegue - L = 5Km.

ZONAS	Área (km ² .)	Ip	Io
R 17	1,65	0,30	0,50
R 24	0,22	0,20	0,50
R 25	0,71	0,25	0,45
R 28	1,39	0,30	0,40
TOTAL	3,97	-	-

Avaliação do \bar{I}_p

$$\bar{I}_p = \frac{(0,30 \times 1,65) + (0,20 \times 0,22) + (0,25 \times 0,71) + (0,30 \times 1,39)}{3,97} = 28,55$$

Avaliação de \bar{I}_o

$$\bar{I}_o = \frac{(0,50 \times 1,65) + (0,5 \times 0,22) + (0,45 \times 0,71) + (0,40 \times 1,39)}{3,97} = 45,60\%$$

$$\Sigma = 74,15\%$$

$$\Delta = 25,85\% \rightarrow \begin{cases} 70\% \text{ IMP} = 18,10\% \\ 30\% \text{ PERM} = 7,75\% \end{cases}$$

Bacia resulta

$$I_p = 28,55 + 7,75 = 36,30\% \rightarrow I_p = 35\% \text{ (permeável)}$$

$$I_o = 45,60 + 18,10 = 63,70\% \rightarrow I_o = 65\% \text{ (impermeável)}$$

1/11

Cálculos

Tempo de retardo

$$t_p = 0,752 \times 0,40 \times \frac{7,71}{I_0^{0,78}} \times S e^{-0,2} \times (L.Lca)^{0,3} = 0,62h. \rightarrow 37,46'$$

$$C_t = 0,40 \times \frac{7,81}{I_0^{0,78}} \times S e^{-0,2} = 2,40$$

$$C_p = 0,89 (C_t)^{0,46} = 0,58$$

Descarga específica - diagrama unitário

$$q_p = 2,755 \frac{C_p}{t_p} = 2,577 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2.$$

Vazão do pico do diagrama unitário

$$Q_p = q_p \times A = 10,23 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Largura do diagrama unitário

$$W_{50\%} = \frac{2,15}{q_p} = 0,83h. = 50' \rightarrow Q = 5,12 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$W_{75\%} = \frac{1,12}{q_p} = 0,43h. = 26' \rightarrow Q = 7,67 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Duração da chuva unitária

$$t_u = \frac{t_p}{5,5} = 6,81'$$

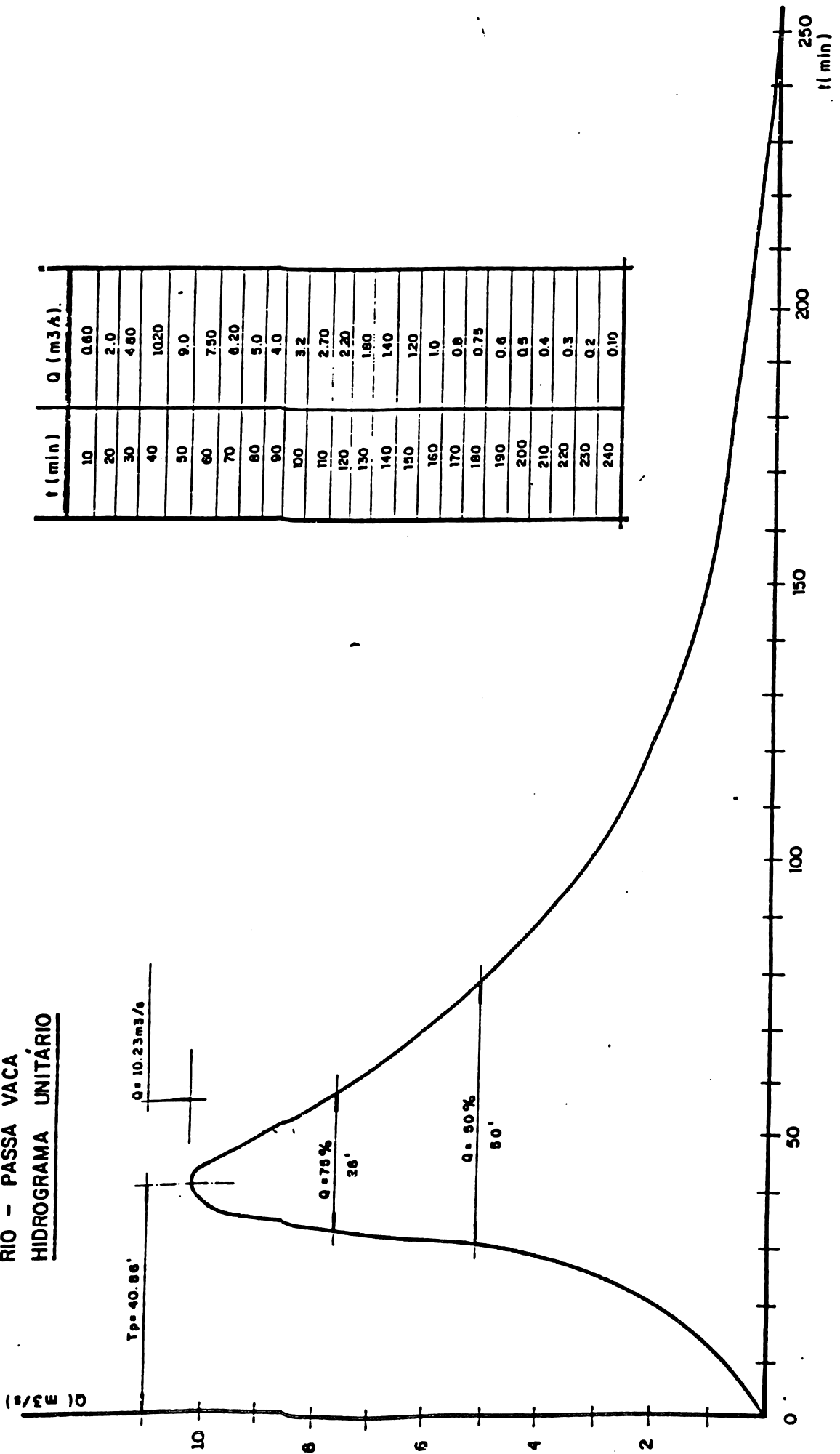
Tempo entre o início e o pico da chuva

$$T_p = t_p + \frac{T_u}{2} = 40,86'$$

Volume do diagrama unitário

$$V = A (\text{km}^2) \times l_{cm}. = 39,700 \text{ m}^3$$

**BACIA - JAGUARIBE
RIO - PASSA VACA
HIDROGRAMA UNITÁRIO**



Handwritten signature

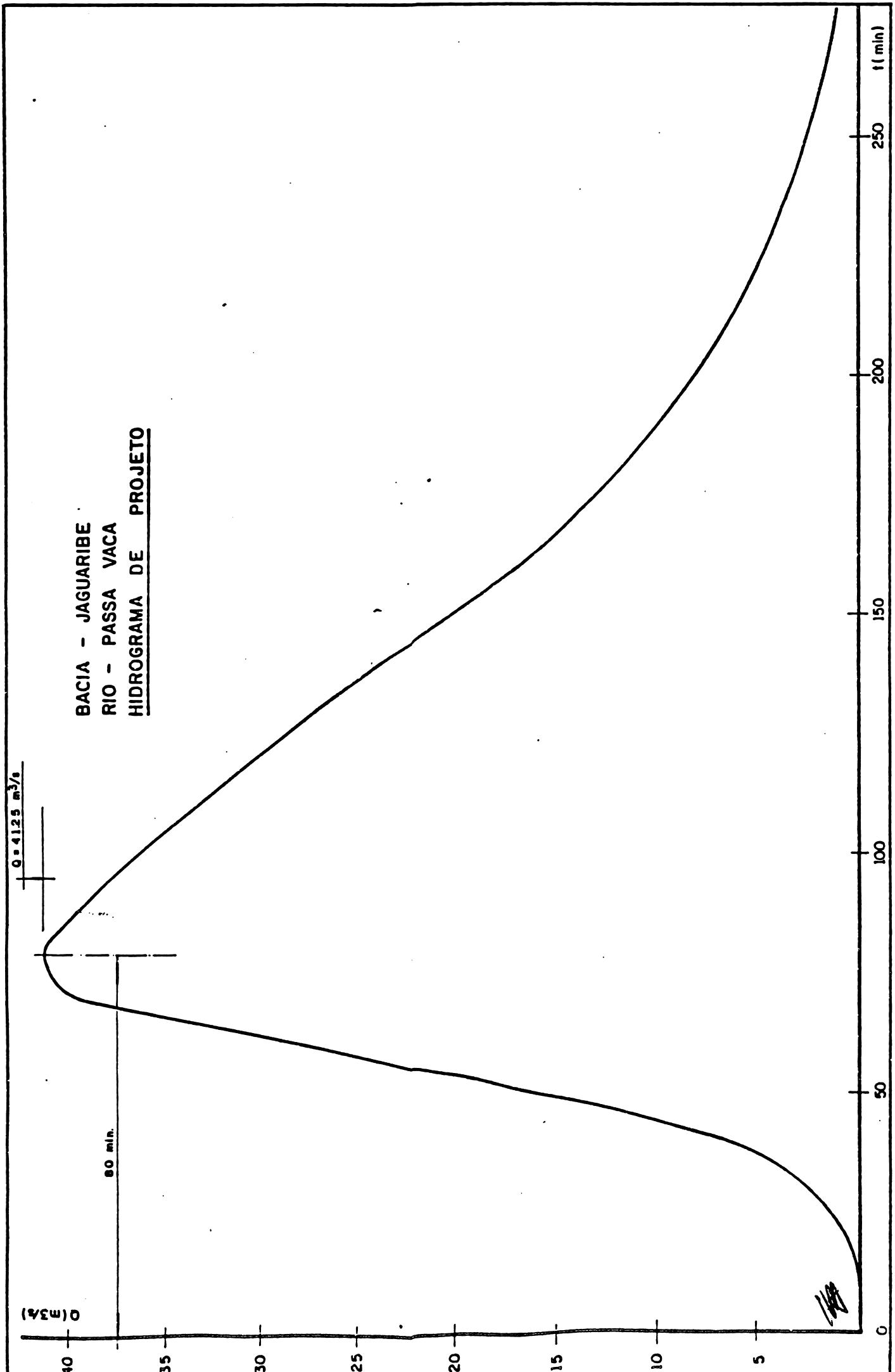
Q (m³/s)

BACIA - JAGUARIBE
RIO - PASSA VACA
HIDROGRAMA DE PROJETO

Q = 4125 m³/s

80 min.

t (min)



4.5 Faixas a preservar

A preservação de faixas ao longo dos cursos de água que se desenvolvem no interior da área de estudo constitui-se numa premissa básica para fixação das áreas não edificáveis de fundo de vale. As larguras indicadas nesse estudo foram determinadas em função do estudo hidrológico e são restritas à implantação e/ou manutenção dos canais naturais que abrigam os principais cursos de água. Larguras adicionais devem ser adotadas para implantação de outros serviços urbanos, principalmente interceptores de esgoto, a serem implantados em ambas as margens.

Tendo em vista que o assunto transcende ao escopo do estudo de drenagem, incorpora outros aspectos de urbanização e tem regulamentação por Lei, faz-se apenas assinalar a conveniência de preservar as faixas marginais contíguas aos canais naturais, com largura mínima de 5m., para fins de manutenção.

4.5.1 Faixa do Rio Jaguaribe

Vazão - 190 m³/s.

declividade mínima I = 1,8/km.

base = 25,00m.

taludes 1/1

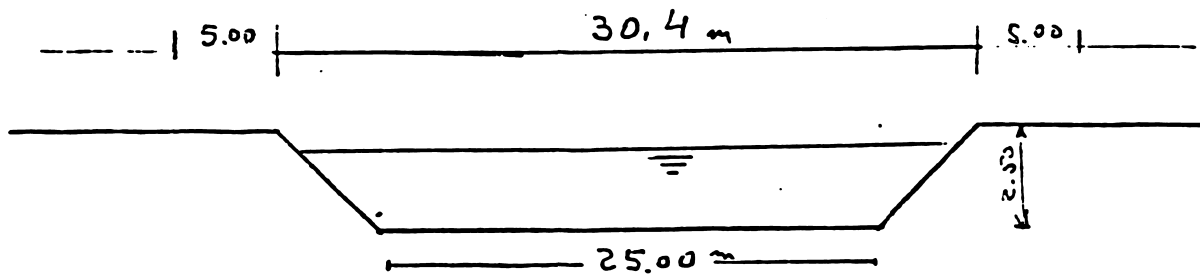
Tem-se

Y = 2,29m.

V = 3,05m/s.

Fr = 0,67.

Seção necessária



4.5.2 Faixa do Rio Trobogio

Vazão - $100 \text{ m}^3/\text{s}$

declividade mínima = $1,5\text{m}/\text{km}$.

base = 15m .

taludes $1/1$

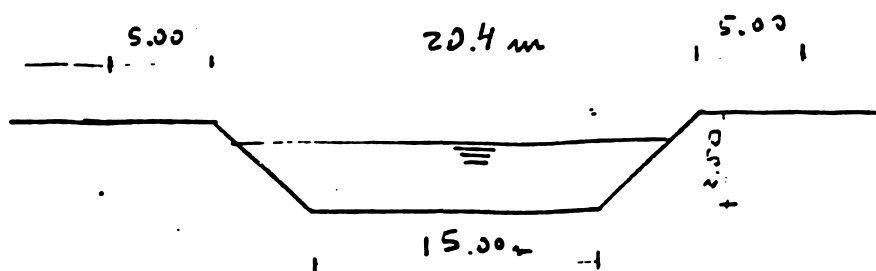
tem-se

$Y = 2,23\text{m}$.

$V = 2,61\text{m}/\text{s}$

$Fr = 0,59$

Seção necessária



1/18

4.5.3 Rio Mangabeira

Vazão do projeto = $91,18 \text{ m}^3/\text{s}$.

declividade mínima = $1,5 \text{ m./km}$.

base = $1,5$.

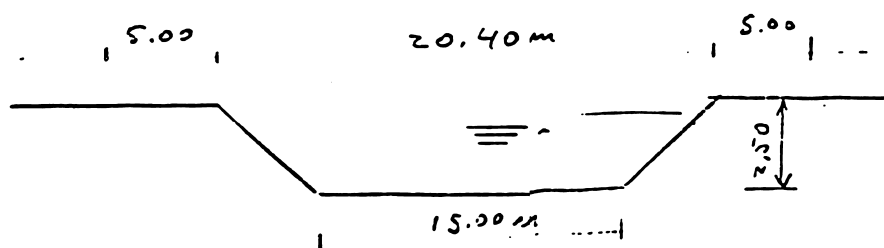
tem-se

$Y = 2,108\text{m}$.

$V = 2,53\text{m}$.

$Fr = 0,53$

Seção necessária



4.5.4 Rio Passa Vaca

Vazão do projeto = $41,25 \text{ m}^3/\text{s}$.

declividade mínima =

base =

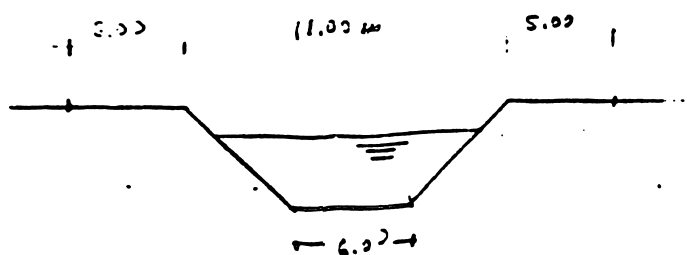
taludes = $1/1$

tem-se

$Y = 2,03$

$X = 2,53$

$Fr = 0,63$



[Handwritten mark]

4.6 - ANÁLISE DO MODELO DE OCUPAÇÃO

Suas consequências sobre o escoamento superficial

Para fins de análise do modelo de ocupação que decorre da aplicação da Lei Municipal Nº 3377/84, especialmente dos índices e coeficientes urbanísticos nele estabelecidos admitiu-se que 30% da área de cada bacia hidrográfica será destinada a fins coletivos - sistema, viário, praças, parques e outros espaços. Desse percentual estimou-se que serão pavimentados, no máximo 70%, e o complemento será mantido verde e desocupado.

Para efeito de comparação adotou-se ainda o valor $c \leq 0,70$ como um parâmetro básico indicador da situação aceitável. A série de planilhas apresentadas a seguir ao tempo em que demonstra os resultados encontrados, exhibe o prognóstico do percentual do volume de água precipitado sobre a área do estudo que escoará pela superfície, até ser recolhido pelos sistema de drenagem.

Os valores \bar{C} nela apresentados decorrem do processamento dos dados I_p (lei 3374/84), C_p , C_o e S_b já definidos. Os valores C_i - também coeficientes de escoamento superficial - são restritos à área correspondente Z_{Ri} .

BACIA DO JAGUARIBE

AValiação DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL \bar{C}

ZRI	IP	CP	Co	C_i	Sb (ha)	\bar{C}	OBSERVAÇÕES
29	0,2	0,40	0,90	0,785	79,281	0,54	Parque jaguaribe
	1,00	0,40	-	0,40	11,718		
28	0,3	0,40	0,90	0,75	13,047		
	1,0	0,35	-	0,35	79,765		Parque Jaguaribe
25	0,25	0,40	0,90	0,77	2,679		
	1,00	0,40	-	0,40	5,911		Parque jaguaribe
17	0,30	0,50	0,90	0,78	33,203		
	1,00	0,35	-	0,35	73,828		Parque Jaguaribe

$\bar{C} = (0,09 + 0,7 \text{ Ip}) \text{ Cp} + (0,91 - 0,7 \text{ Ip}) \text{ Co}$

Obs.: S/o parque $\bar{C} = 0,77$

BACIA DO RIO TROBOGI

AValiação DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL \bar{C}

ZRi	Ip	Cp	Co	Ci	Sb (ha)	\bar{C}	Observações				
17	0,30	0,50	0,90	0,78	167,656	0,69	Parque Jaguaribe				
	1,00	0,40	-	0,40	29,219						
28	0,30	0,40	0,90	0,75	78,751			0,69	Parque Jaguaribe		
	1,00	0,35	-	0,35	19,843						
25	0,25	0,40	0,90	0,77	27,578					0,69	Parque Jaguaribe
	1,00	0,35	-	0,35	23,125						
					346.172						

$$\bar{C} = (0,90 + 0,7 \text{ Ip}) \text{ Cp} + (0,91 - 0,7 \text{ Ip}) \text{ Co}$$

Obs.: Sem o parque

$$\bar{C} = 74$$

BACIA DO MANGABEIRA

AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL \bar{C}

Zri	IP	Cp	Co	Ci	Sb (ha)	\bar{C}	Observações		
33	0,15	0,55	0,90	0,83	331,4	0,71	Parque Jaguaribe		
	0,30	0,45	0,90	0,76	182,42				
17	1,00	0,35	-	0,35	18,83				
	0,20	0,40	0,90	0,78	149,90				
29	1,00	0,35	-	0,35	13,30				
	0,40	0,30	0,90	0,68	338,15				
34	0,30	0,60	0,90	0,81	27,187				
	1,00	0,30	-	0,30	28,75				
28									Parque Jaguaribe

1089,937

Obs.: Sem o parque
 $\bar{C} = 0,76$

$$Ip = (0,09 + 0,7 Ip) Cp + (0,91 - 0,7 Ip) Co$$

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

11
12
13
14
15
16
17
18
19
20

21
22
23
24
25
26
27
28
29
30

BACIA DO PASSA VACA

AVLIAÇÃO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL \bar{C}

ZRi	Ip	Cp	Co	Ci	Sb (ha)	\bar{C}
17	0,30	0,50	0,90	0,78	123,94	0,77
25	0,25	0,45	0,90	0,78	70,52	
28	0,30	0,45	0,90	0,76	139,12	

333,58

$$\bar{C} = (0,09 + 0,7 Ip) Cp + (0,91 - 0,7 Ip) Co$$

BACIA DO RIACHO DAS PEDRAS

IMBUI - BOCA DO RIO

AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL \bar{C}

ZRi	Ip	Cp	Co	Ci	Sb (ha)	\bar{C}
Pq *	0,75	0,40	0,9	0,59	40,00	0,77
18	0,20	0,45	0,9	0,80	245,23	
23	0,15	0,35	0,9	0,79	71,72	

356,95

*Pq = Parque - (setor Militar Urbano)

$$\bar{C} = (0,9 + 0,7 Ip) Cp + (0,91 - 0,7 Ip) Co$$

BACIA DO RIACHO ARMAÇÃO

AValiação DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL \bar{C}

ZRi	IP	Cp	Co	Ci	Sb (ha)	\bar{C}
19	0,20	0,50	0,9	0,81	83,9	0,76
Pq	0,90	0,30	0,9	0,47	32,8	
23	0,15	0,50	0,9	0,80	107,9	

224,6

$$\bar{C} = (0,9 + 0,7 \text{ Ip}) \text{ Cp} + (0,91 - 0,7 \text{ Ip}) \text{ Co}$$

ZONA DE PITUAÇU

BACIA DO CORSÁRIO

AVALIÇÃO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL \bar{C}

ZRi	Ip	Cp	Co	Ci	Sb (ha)	\bar{C}
25	0,25	0,40	0,90	0,77	135,7	0,77
23	0,15	0,40	0,90	0,80	19,7	

$$\bar{C} = (0,09 - 0,7 Ip) Cp + (0,91 - 0,7 Ip) Co$$

BACIA DO CAMARAGIBE

STIEP - COSTA AZUL

AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL \bar{C}

ZR	Ip	Cp	Có	Ci	Sb (ha)	\bar{C}
19	0,20	0,40	0,90	0,78	152,50	0,78

$$\bar{C} = (0,09 - 0,7 Ip) Cp + (0,91 - 0,7 Ip) Co,$$

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL \bar{C}

QUADRO RESUMO

B A C I A S	\bar{C}	\bar{C}'
JAGUARIBE	0,54	0,77
TROBOGI	0,69	0,74
MANGABEIRA	0,71	0,76
PASSA VACA	0,77	-
RIO DAS PEDRAS	0,77	-
ARMAÇÃO	0,76	-
CORSÁRIO	0,77	-
STIEP - COSTA AZUL	0,78	-

Obs.: \bar{C}' = Valor de \bar{C} C/ ocupação abaixo da cota 10m.

5. CONCLUSÕES

O prognóstico da situação de drenagem da área do estudo, segundo o modelo adotado - ocupação de todas as bacias hidrográficas nela contidas até o limite da saturação e segundo os índices e coeficientes urbanísticos fixados na Lei 3377/84, ORDENAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO, - revelou os seguintes aspectos:

5.1 Ocorrerá uma situação favorável nas bacias dos Rios Jaguaribe, e Trobogi, desde que não sejam ocupadas as áreas saturadas, inscritas no entorno da cota 10.

A ocupação dessas áreas nos moldes estipulados para as demais partes das bacias, implicará:

a) na elevação do escoamento superficial de 42,6%, na bacia do Jaguaribe ($\bar{C}_1 = 0,54$, $\bar{C}_2 = 0,77$)

b) na elevação de 7,25% do escoamento superficial, na bacia do Trobogi ($\bar{C}_1 = 0,69$, $C_2 = 0,74$)

c) na elevação de 7% do escoamento superficial, na bacia do Mangabeira ($\bar{C} = 0,71$, $C_2 = 0,76$)

Cumpra observar que na área do estudo as bacias do Jaguaribe e Mangabeira compoem um mesmo conjunto litológico e é principalmente esse aspecto, e não apenas a drenagem, que deve fundamentar qualquer decisão relativa ao uso da área.

De fato não se conhece a espessura dos aluviões aí existentes, nem tampouco suas características geotécnicas.

Supõe-se, no entanto, com base nas observações de campo, que esses aluviões decorrem de depósitos marinhos formados há milhões de anos, quando o nível do mar situava-se a cerca de

sete metros acima da superfície da vale atual. Posto isso, assinalam-se os aspectos técnico-econômicos, enumerados a seguir, que podem advir da ocupação das áreas situadas abaixo da cota 10, nessas duas bacias.

- . elevado custo de manutenção das vias públicas, em consequência do comportamento das camadas subjacentes à superfície, em resposta a variações do lençol freático e/ou a cargas que nela venham incidir.

- . elevado custo de manutenção das vias públicas, em dificuldades para impedir a ascensão capilar e o comprometimento da integridade dos pavimentos.

- . a segurança das edificações futuras dependerá do ajustamento do tipo e do porte das estruturas, aos possivelmente complexos fatores geotécnicos condicionantes.

5.2 Nas demais bacias analisadas o indicador pré-fixado - coeficiente de escoamento superficial $C = 70\%$ - foi ultrapassado de $8,6\%$ a $11,4\%$, sendo que o valor mínimo é observado na bacia do Riacho Armação e o máximo, na área STIEP - COSTA AZUL.

5.2.1 Na bacia do Rio das Pedras, assim como do Rio Passa Vaca, onde situam-se os bairros IMBUI - BCCA DO RIO, e PATAMARES, o valor de C extrapolou 10% . Para compensar o escoamento superficial excedente sem proceder alteração da Lei 3377/84, basta ampliar a oferta de áreas permeáveis nos espaços coletivos. Isto é possível aumentando esses espaços de 30 para 35% em relação a área das bacias, assim como reduzindo as áreas pavimentadas com a adoção de faixas gramadas nas calçadas, na margem dos canais e em outros espaços coletivos.

5.2.2 As bacias dos Rios Mangabeira e Sapato, situadas desde o Parque Abaeté e se estendendo ao limite do município de Lauro de Freitas, carecem de maior controle no sentido de preservar as dunas existentes, assim como a álveo desses cursos de água, além da vegetação e demais valores naturais.

6. RECOMENDAÇÕES

Em face do que se concluiu no estudo de drenagem da área afigura-se recomendável as seguintes providências:

6.1 - Adoção de medidas de controle de proteção ao solo de modo a impedir erosões assim como assoreamento dos cursos e coleções superficiais de água existentes em todas as bacias hidrográficas que desaguam na Orla Atlântica de Salvador.

Neste particular a bacia do Pituaçu, em face da importância do lago aí existente e do processo de assoreamento instalado, contínuo e irreversível, sem prejuízo dos demais, assume carácter prioritário.

6.2 - Adoção de medidas mais eficazes para impedir a ocupação das faixas contíguas à rede de drenagem natural da área de estudo, de modo a assegurar espaços para futura dragagem e manutenção dos cursos de água, como para instalação de outros serviços urbanos, especialmente interceptores de esgotos.

6.3 - Definir os índices I_p e I_o constantes da Lei de ORDENAMENTO DO USO E DA OCUPAÇÃO DO SOLO, também para as áreas de uso coletivo assim como estudar e estabelecer, em função das peculiaridades de cada área, a proporção desses espaços coletivos em relação ao território de referência - no caso as zonas que essa Lei qualifica ou ainda, opcionalmente, os setores de análise.

6.4 Em face do exposto no ítem 5.1, recomenda-se que as decisões relativas ao uso da área situada abaixo da cota 10m., ou no mínimo 08m., das bacias dos Rios Jaguaribe e Mangabeira, somente devam ser tomadas após o conhecimento pormenorizado das estruturas litológicas aí existentes.

Isto implica na elaboração da carta geotécnica, através de algumas sondagens de reconhecimento e detalhada com auxílio da investigação por processos geofísicos, devendo resultar na definição do perfil do embasamento cristalino, assim como na identificação da natureza e espessura dos sedimentos subjacentes à superfície.