

700110

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA - CAMPUS II

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

AREA DE ENGENHARIA DE RECURSOS HIDRICOS

ESTAGIO SUPERVISIONADO

TITULO: VAZAO DE CHEIA



ALUNA: ELIANE DE SOUSA CONRADO MAT.: 851.1089/1

PROFESSOR SUPERVISOR: RAIMUNDO SERGIO S. GOIS



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

Agradecimentos

Ao Laboratório de Recursos Hídricos: professores, alunos e funcionários pela contribuição de cada um e, em especial, ao mestre Raimundo Sérgio Góis.

Campina Grande, 31 de julho de 1990

Eliane de Sousa Conrado

Eliane de Sousa Conrado

INDICE

	Pgs.
1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA	2
2.1. METODO RACIONAL	2
2.1.1. AREA DRENADA	3
2.1.2. INTENSIDADE MEDIA DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL	3
2.1.2.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
2.1.2.2. VALORES A ADOTAR	4
2.1.3. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO	6
2.2. METODO DE AGUIAR	8
2.2.1. AREA DE CAPTAÇÃO	9
2.2.2. CONFIGURAÇÃO GERAL DA BACIA HIDROGRAFICA	9
2.2.3. VELOCIDADE MEDIA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL	9
2.2.4. MAXIMA VARIAÇÃO HORARIA DAS CHUVAS	10
2.2.5. COEFICIENTE DE DEFLUÍO	11
3. MEMÓRIA DE CÁLCULOS	14
3.1. VAZÃO DE CHEIA PELO METODO RACIONAL	14
3.2. VAZÃO DE CHEIA PELO METODO DE AGUIAR	22
4. CONCLUSÃO	32
5. BIBLIOGRAFIA	33

Introdução

O presente trabalho apresenta os resultados finais do estudo de vazão de cheia pelos métodos do Engenheiro Francisco Aguiar e Racional para as Bacias Representativas do Riacho do Navio e Sumé.

A Bacia do Riacho do Navio que abrange um conjunto de 6 (seis) Bacias Representativas está compreendida entre os paralelos de $7^{\circ}15'$ e $8^{\circ}50'$ de latitude Sul e os meridianos de $37^{\circ}00'$ e $38^{\circ}50'$ de longitude Oeste de Greenwich. Abrange, portanto, toda a bacia do rio Pajeú, no Sertão Pernambucano. Apresenta relevo de moderado a forte e altitudes entre 500 e 800 m, com precipitações anuais médias entre 400 e 800 mm.

O conjunto das três bacias estudadas sob o nome de Bacia Representativa de Sumé, está situada na parte superior da bacia do rio Paraíba, numa latitude de $7^{\circ}40'$ Sul e longitude de $37^{\circ}00'$ Oeste. Apresenta precipitação interanual em torno de 550 mm, relevo moderado a forte, altitude variando entre 500 a 700 m e geologia cristalina.

A situação de ambos se encontra na figura 1.

Metodologia

Método Racional

O Método Racional para a estimativa do pico de cheia resume-se fundamentalmente no emprego da chamada "FORMULA RACIONAL"

$$Q = (C \cdot im \cdot A) / 3,6$$

onde: Q = pico de vazão em m^3/s ;
 im = intensidade média da precipitação sobre toda a área drenada, de duração igual ao tempo de concentração, em $mm/hora$;
 A = área drenada em Km^2 ;
 C = coeficiente de deflúvio, definido como a relação entre o pico de vazão por unidade de área e a intensidade média da chuva im .

Embora a definição de racional dê uma impressão de segurança, a fórmula deve ser manejada com extrema cautela, pois envolve diversas simplificações e coeficientes cuja compreensão e avaliação têm muito de subjetivo.

A expressão $Q = C \cdot im \cdot A$ traduz a concepção básica de que a máxima vazão, provocada por uma chuva de intensidade uniforme, ocorre quando todas as partes da bacia passam a contribuir para a seção de drenagem. O tempo necessário para que isso aconteça, medido a partir do início da chuva é o que se denomina TEMPO DE CONCENTRAÇÃO da bacia (fig II')

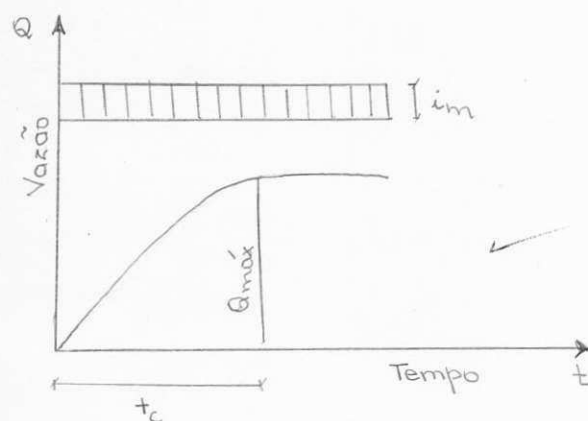


Fig II' - Ilustração do significado do tempo de concentração.

Neste raciocínio ignorou-se a complexidade real do processamento do deflúvio, não se considerando, em especial, o armazenamento de água na bacia e as variações da intensidade e do coeficiente de deflúvio durante o transcorrer do período de precipitação.

A imprecisão no emprego do método será tanto mais significativa quanto maior for a área da bacia, porque as hipóteses anteriores tornam-se cada vez mais improváveis. Segundo Linsley e Franzini, não deveria ser utilizado, a rigor, para áreas acima de 50 Km². Entretanto a simplicidade de sua aplicação e a facilidade do conhecimento e controle dos fatores a serem considerados tornam-na de uso bastante difundido no estudo das cheias em pequenas bacias hidrográficas.

Serão examinados a seguir, em detalhe, cada um destes detalhes, salientando-se a sua importância e os cuidados a tomar na escolha dos respectivos valores.

1. Área Drenada (A)

A área é o elemento que se determina mais precisamente, pois a única limitação é de ordem econômica. Pode-se a qualquer instante efetuar um levantamento preciso e obter a superfície desejada. Normalmente utilizam-se áreas para essa finalidade, com suficiente grau de aproximação.

2. Intensidade Média da Precipitação Pluvial.

2.1. Considerações Gerais.

A intensidade (im) considerada no método racional é um valor médio no tempo e no espaço.

A intensidade instantânea de uma precipitação sobre um determinado pluviógrafo (i), definida como a relação entre o acréscimo de precipitação e o lapso de tempo em que ocorre, é extremamente variável no decorrer do tempo. A intensidade a ser considerada para a aplicação do método é a máxima observada num certo intervalo de tempo para o período de recorrência fixado. O intervalo de tempo que corresponde a situação crítica, ou seja, a duração da chuva a considerar, será igual ao tempo de concentração da bacia.

O estudo de variação da intensidade de precipitação (i), com a duração, a frequência e a área é suficiente para elucidar melhor a natureza do fator im da fórmula racional.

2.2. Valores a Adotar

a) Período de Recorrência

A intensidade média da precipitação, quer seja obtida diretamente da análise estatística de chuvas em áreas, quer de valores pontuais, eventualmente corrigidos por um coeficiente de abatimento, vai depender da frequência do evento considerado. As relações entre as frequências e as magnitudes da intensidade média já foram abordados anteriormente. Agora resta lembrar que a precipitação pluvial é utilizada com a finalidade de obter uma estimativa do pico de vazão no escoamento de uma determinada bacia.

Assim sendo, a escolha do período de recorrência deve ser feita admitindo-se que o tempo de retorno da precipitação seja o mesmo da cheia que ela provoca. Isso não é exatamente verdadeiro, pois a ocorrência de uma grande cheia não depende apenas da ocorrência de uma grande precipitação, mas também das condições em que se encontra a bacia durante o fenômeno no que diz respeito ao escoamento superficial. Aceita-se, portanto, que a probabilidade de ocorrer a precipitação é P (menor que 1,00) e a de que a bacia esteja em condições propícias a uma cheia é igual a 1,00, para que resulte igual a P a probabilidade da vazão calculada.

b) Duração, Tempo de concentração:

O tempo de duração da chuva deve ser feito igual ao tempo de concentração da bacia, ou seja, ao tempo necessário para que toda a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada.

Considera-se a chuva de projeto com intensidade constante ao longo do tempo, sabendo-se que seu valor varia inversamente com a duração.

Sendo q a vazão por unidade de área da bacia, pode-se escrever, em termos de descarga específica, $q = C \cdot im$ ($m^3/s.Km^2$). a vazão total é $Q = q \cdot A$; q será tanto maior quanto maior for im , isto é, quanto menor for a duração t da chuva, mas o pico da cheia Q será maior quanto maior for a área contribuinte A , isto é, quanto maior for o valor de t . Para atender a essas duas condições, que se opõem, fixa-se a duração da chuva em um valor igual ao tempo de concentração da bacia.

Exceção a essa regra, apresentam as bacias muito alongadas, em que o máximo pode ocorrer sem que toda a área esteja contribuindo. Nesse caso, elimina-se a área supérflua na aplicação do Método Racional, e efetuam-se os cálculos com a nova superfície.

De maneira geral, o tempo de concentração de uma bacia qualquer depende dos seguintes parâmetros:

- a) área da bacia;
- b) comprimento e declividade do canal mais longo;
- c) comprimento ao longo do curso principal, desde de o centro da bacia até a seção de saída considerada;

- d) forma da bacia;
- e) declividade média do terreno;
- f) declividade e comprimento dos efluentes;
- g) rugosidade do canal;
- h) tipo de recobrimento vegetal;
- i) distância entre o fim do canal e o espigão.

Segundo estudos de Taylor e Schwarz, as características fisiográficas que influem principalmente no tempo de concentração são as três primeiras enumeradas acima.

O tempo de concentração não é constante para uma dada área, mas varia com o estado de recobrimento vegetal e a altura e distribuição da chuva sobre a bacia. Mas, para períodos de recorrência superiores a 10 anos, a influência da vegetação parece ser desprezível.

Existem fórmulas empíricas e ábacos que fornecem o valor deste tempo em função das características físicas da bacia. São apresentadas a seguir algumas delas; as características mais frequentemente utilizadas são o comprimento e a declividade do curso principal.

a) Fórmula de Picking

$$T_c = 5,3 (L^2/I)^{1/3},$$

onde T_c é o tempo de concentração, em minutos; L , a distância horizontal do álveo, em Km; I , a declividade média da linha de fundo.

b) Fórmula de Ven Te Chow

$$T_c = 25,20 (L/I)$$

onde T_c é o tempo de concentração, em minutos; L , o comprimento do talvegue, em Km; I , a declividade média do talvegue.

c) Fórmula do Califórnia Culverts Practice, California Highways and Public Works

$$T_c = 57 (L^3/H)^{0,385},$$

onde T_c é o tempo de concentração, em minutos; L , a extensão do talvegue, em Km; H , a diferença de nível entre o ponto mais afastado da bacia e o ponto considerado, em metros.

d) Fórmula de Kirpich

$$T_c = (0,87L^3/H)^{0,385}$$

onde T_c é o tempo de concentração, em minutos; L , o comprimento do rio principal, em Km; H , a diferença de nível da bacia, em metros.

É difícil dizer, a priori, qual a expressão que dará melhores resultados em uma determinada bacia, pois todas foram obtidas para condições particulares. Entretanto um confronto entre as diversas fórmulas ressaltou uma razoável concordância entre as fórmulas aqui apresentadas, indicando de certa forma, um grau de generalização superior para expressões desse tipo.

É sempre interessante ter em mente que o erro na estimativa do tempo de concentração será tanto mais grave quanto menor a duração a ser considerada, uma vez que é maior a variação da intensidade com o tempo. Já para as grandes durações, as variações da intensidade com incrementos iguais de tempo são bem menos importantes.

3. Coeficiente de escoamento (C)

Do volume precipitado sobre a bacia, apenas uma parcela atinge a seção de vazão, sob a forma de escoamento superficial. Isso porque parte é interceptada ou umedece o solo ou preenche as depressões ou se infiltra rumo aos depósitos subterrâneos. O volume escoado é, então, um resíduo do volume precipitado e a relação entre os dois é o que se denomina, geralmente, coeficiente de deflúvio ou de escoamento.

As perdas podem variar sensivelmente de uma para outra precipitação, variando conseqüentemente o coeficiente de deflúvio. Em particular, a porcentagem da chuva que aparece com escoamento superficial aumenta com a intensidade e a duração da precipitação.

No método racional utiliza-se um coeficiente C , que, multiplicado pela intensidade da precipitação de projeto, fornece o pico da cheia considerada por unidade de área. Portanto não se trata de uma relação de volumes escoado e precipitado, mas o coeficiente de deflúvio, nesse caso, está indicado entre a vazão máxima escoada e a intensidade da precipitação.

O coeficiente de deflúvio depende da distribuição da chuva na bacia, da direção do deslocamento da tempestade em relação ao sistema de drenagem, da precipitação antecedente, das condições de umidade do solo no início da precipitação, do tipo do solo, da utilização que se faz da terra, da rede de drenagem existente, da duração e intensidade da chuva. O valor de C , por se tratar de uma relação de vazões, além de levar em conta todas esses fatores, deve considerar, ainda, o efeito do armazenamento e da retenção superficial sobre a descarga.

John Schaake Jr., John Geyer e John W. Knapp, da Universidade Johns Hopkins em Baltimore, E.U.A., estudando experimentalmente bacias urbanas (áreas menores que 60 ha), observaram que o valor de C depende do valor escolhido para o tempo de concentração e que não é constante para qualquer intensidade. Ao contrário, ele cresce com o crescer da intensidade (com o tempo de recorrência), isto é, para as chuvas mais raras. Consideraram, no entanto, que, para os casos estudados, a variação não era significativa (tempos de recorrência menores que 10 anos). Confirmaram os resultados obtidos por Horner e Flynt, concluindo que a frequência do pico de cheias por unidade de área (q) pode ser suposta

"aproximadamente" igual a frequência da intensidade considerada no projeto, para intervalos de períodos de recorrência não muito grandes. Isso equivale a supor que C é a relação entre a distribuição de frequência da vazão unitária de pico e a da precipitação.

Em resumo, o coeficiente de deflúvio C, utilizado no método racional, não traduz simplesmente o resultado da ação do terreno sobre a precipitação, da qual resulta a descarga superficial, mas é mais completamente definido como a relação entre a vazão de enchente de certa frequência e a intensidade média da precipitação de igual frequência.

Muitas expressões têm sido propostas para C por pesquisadores que procuraram levar em conta alguns dos fatores anteriormente apontados, além de outros, como a temperatura e a precipitação média anual. Uma relação de fórmulas é apresentada a seguir:

a) Fórmula de Gregory

$$C = 0,175 t^{1/3},$$

onde t é a duração da chuva em minutos.

b) Fórmula de Bernard

$$C = C_{\text{máx}} (Tr/100)^n,$$

onde $C_{\text{máx}}$ é o valor de C correspondente a um período de recorrência de 100 anos; Tr, o período de recorrência; n, um expoente numérico.

c) Fórmula de Horner

$$C = 0,364 \log t + 0,0042x - 0,145,$$

onde x é a percentagem impermeabilizada da área; t, a duração da chuva em minutos.

Também podem ser encontradas informações em formas de abacos sobre o valor de C:

a) Abaco de Fontoli

Apresenta os valores de C em função da impermeabilização r e do produto im.t, da intensidade pela duração de chuva.

b) Abaco da Associação de Cimento Portland

Dá C em função da intensidade da chuva, da topografia do terreno, do tipo deste, etc.

c) Abaco do Colorado Highway Department

Limita-se, como alguns outros, a tabelar os valores de C em função das características da bacia (Quadro I):

Características da Bacia	C em %
Superfícies impermeáveis	90 - 95
Terreno estéril montanhoso	80 - 90
Terreno estéril ondulado	60 - 80
Terreno estéril plano	50 - 70
Prados, campinas, terrenos ondulados	40 - 65
Matas decíduas, folhagem caduca	35 - 60
Matas coníferas, folhagem permanente	25 - 50
Pomares	15 - 40
Terrenos cultivados em zonas altas	15 - 40
Terrenos cultivados em vales	10 - 30

Quadro I - Abaco do Colorado Highway Department.

Método de Aguiar

A fórmula de Francisco Aguiar é uma das fórmulas baseadas no Método Racional, no qual o valor do C e i já aparecem expressos em função de características locais:

$$Q = \frac{1150 \cdot Ab}{L \cdot C \sqrt{(120 + J \cdot K \cdot L \cdot C)}}$$

onde: Q = vazão em m³/s;
 Ab = área da bacia em Km²;
 L = linha de fundo do talvegue em Km;
 K = coeficiente de velocidade;
 C = coeficiente de deflúvio superficial;
 J = valor numérico em função do período de recorrência.

Analisaremos, agora, os diversos elementos constituintes da fórmula anterior, como se segue:

1. Área de Captação

Distingui-se as bacias hidrográficas, conforme a sua extensão e configuração planimétrica, tratando-se de bacias pequenas, até 200 Km², este fator, o mais elementar e indispensável, necessário e suficiente para as fórmulas que envolvem um simples coeficiente numérico, deve ser deduzido do levantamento topográfico da bacia, inclusive o seu curso d'água principal.

No caso de áreas médias, de 200 a 2500 Km², faltando um mapa relativamente preciso, em escala menor de 1:250.000, deve-se proceder ao levantamento topográfico da bacia, nele figurando os cursos d'água importantes e as localidades onde existam postos pluviométricos e fluviométricos, dentro e nas proximidades da área de captação. O valor de tal levantamento será grandemente aumentado com a descrição fisiográfica da área estudada.

Quanto as bacias grandes, de 2.500 a 10.000 Km², pode-se confiar nos mapas reconhecidos exatos e desenhados em escala menor de 1:500.000

2. Configuração Geral da Bacia Hidrográfica.

Este fator, dependente que é do processo de formação dos vales, sendo de medida direta, segundo o comprimento da linha de fundo, reflete sempre o caso concreto que se tem em vista.

Relativamente a configuração planimétrica definida pelo índice $C = L/S$, classificam-se as bacias em três espécies: curtos, $C = 2,00$; médias, $C = 3,65$; e longas, $C = 5,00$. O primeiro desses índices corresponde as bacias em que a maior largura é aproximadamente, igual a 2/3 da linha de fundo: são os vales em forma de leque de anfiteatro, neles as enchentes são impetuosas, porém de curta duração; o segundo refere-se as bacias de conformação normal, aquelas cuja largura avizinha-se de 1/3 da maior extensão; e o terceiro caracteriza os vales em desfiladeiro, onde a progressão da escavação do talvegue é muito maior que a degradação das vertentes, e, portanto, a violência das cheias é amortecida pela maior demora de contribuição total da bacia.

3. Velocidade Média do Escpamento Superficial

Varia este elemento da fórmula, conforme as características físicas das bacias. E por isso importa fixar, em cada caso particular, a velocidade concernente à natureza da área de captação. É um dado que se obtém facilmente das informações locais, principalmente no caso das bacias pequenas, e que se determina com maior precisão do que as indicações de altura da secção de máxima enchente, com que usualmente se calcula a descarga máxima dos rios, e que tantas surpresas reservam aos que delas se utilizam sem a necessária cautela. No Nordeste, os moradores das localidades próximas aos cursos d'água conhecem bem o espaço de tempo decorrido, entre a precipitação das chuvas nas cabeceiras dos rios e a passagem das enchentes pelos diversos

pontos do seu curso.

Fixou-se na dedução da fórmula de descarga máxima, um valor para a velocidade do escoamento superficial, que corresponde as características físicas, médias, do Nordeste, e com esse dado calculou-se a demora de contribuição total e os fatores dela dependentes. Por isso, sempre que se opere com outro valor de velocidade média, basta que se altere, na fórmula final, o comprimento da linha de fundo, dividindo-o pela relação entre a velocidade adotada, "V'", e a fixada para caso geral, V; o que equivale a operar-se com a extensão fictícia de curso d'água.

$$L' = L V/V' = LC$$

4. Máxima Variação Horária das Chuvas

Dependentes das condições físicas gerais e locais variará este fator; no tempo, segundo períodos de curta ou longa duração, e no espaço, consoante a situação geográfica da região considerada, em relação aos fatores principais a que se deve a formação das grandes chuvas.

Em vista dos dados estatísticos de chuvas gerais, conseguiu-se fixar, para o Nordeste, as máximas variações horárias, relativas aos ciclos pluviométricos de 11, 33 e 99 anos; para o período de 11 anos a variação máxima horária de 80 mm; para o de 33 anos a variação horária de 95 mm e, para os ciclos maiores de 99 anos, a variação de 120 mm. Por outro lado, notou-se que uma pesada chuva local, mesmo de duração inferior a um dia, interessando uma bacia de reduzida área, nela produzirá efeitos idênticos as chuvas de vários dias, cobrindo extensas superfícies. E por isto mesmo, a probabilidade de ocorrência da descarga máxima diminui, quando cresce a área chuvada. Organizou-se, assim, em vistas dessas razões, combinações de superfícies molhadas e variações horárias de chuvas, com que se deve calcular as descargas máximas, referentes aos ciclos pluviométricos em questão.

Nas bacias pequenas, até 200 Km², a probabilidade de acontecer a descarga máxima é maior, devido, a variação mais frequente das máximas variações horárias das chuvas, para isso contribuindo as grandes precipitações gerais, muito raras de acontecer, e os aguaceiros locais, igualmente intensos mais repetidos, porém de curta duração e limitada extensão. Nessas bacias, se calculará sempre a vazão máxima com a variação horária de 120 mm.

Desse modo, chega-se, portanto, ao conhecimento da frequência das máximas variações horárias, conforme períodos de tempo determinados e as área molhadas que interessam.

Com intervalos de 11 anos, verifica-se, nas bacias pequenas a máxima variação horária de 120 mm; nas bacias médias a variação horária de 95 mm; e nas bacias grandes a variação de 80 mm.

Relativamente aos períodos de 33 anos, calculam-se as descargas máximas, das bacias até 2.500 Km², com a variação

horária de 120 mm, e das bacias grandes com a variação de 95 mm. Tratando-se de períodos seculares, maiores de 99 anos, calculam-se as descargas máximas, independentemente da extensão das áreas de captação, com a variação horária de 120 mm.

Em resumo, pode-se verificar quadro II

Área de Captação (Km ²)	Máxima	Varição	Horária
	11 anos	33 anos	99 anos
0 - 200	120	120	120
200 - 2.500	95	120	120
acima de 2.500	80	95	120

Quadro II - Resumo da relação entre área de captação e máxima variação horária.

5. Coefficiente de Deflúvio

A prefixada variação deste elemento, refere-se as bacias de ótimo rendimento superficial. Tratando-se de pequenas áreas de captação, pode-se supor que as modificações pertinentes as diversas naturezas do terreno pouco influenciam na variação do deflúvio, uma vez que se considere reduzida a faculdade de embebição e retenção do solo, por força da maior intensidade e duração das precipitações. Os valores relativos a tais condições são perfeitamente comparáveis aos dados congêneres de outros países, enquanto que os referentes as características médias, dependem, ainda, da comparação das mesmas.

No caso geral, o deflúvio máximo varia, também, com as características físicas da área de captação. Ora, não se realizando, sempre, as condições admitidas, de solo sílico-argiloso, pouco profundo, assentando sobre terrenos cristalinos ou recristalizados e portanto, pouco permeáveis, foi-se necessário organizar uma correção para os coeficientes de deflúvio, segundo a natureza da bacia hidrográfica, aproveitando a mesma classificação que usou-se para o cálculo do escoamento anual, médio, completada neste caso com os fatores constantes das colunas III e IV do quadro III que se segue.

Bacia Hidrográfica	Coeficientes		
	Tipo	K	C
Pequena; íngreme; rochosa	01	0,10	0,85
Bem acidentada, sem depressões evaporativas	02	0,15	0,95
Média	03	0,20	0,95
Ligeiramente acidentada	04	0,30	1,05
Ligeiramente acid., com depressões evaporat.	05	0,40	1,15
Quase plana, terreno argiloso	06	0,65	1,30
Quase plana, terreno variável ou ordinário	07	1,00	1,45
Quase plana, terreno arenoso	08	2,50	1,60

Quadro III - Quadro do Coeficiente Hidrográfico "K" e "C"

Assentando, finalmente, a variação do deflúvio máximo, em milímetros de altura d'água, conforme a demora de contribuição total das bacias e as correspondentes variações horárias das chuvas, relativas aos ciclos pluviométricos que interessam, tem-se:

$$M = f(L, t)$$

Conhece-se, para $t = 99$ anos

$$M_s = f_s(L) = \frac{120 \times 120}{\sqrt{(120 + 1KLC)}} ;$$

Calculou-se para $t = 11$ anos

$$M_o = f_o(L) = \frac{120 \times 120}{\sqrt{(120 + 3,65KLC)}} ;$$

e portanto, com a variação do fator numérico do segundo termo do denominador da expressão de M , chega-se as fórmulas que nos dão:

. as descargas máximas quaisquer:

$$Q' = \frac{1150 \times Ab}{LC \sqrt{(120 + J'KLC)}} ;$$

. as descargas máximas seculares,

$$Q_s = \frac{1150 \times Ab}{LC \sqrt{(120 + J'KLC)}} ; \quad J = 1$$

$$\text{então, } Q_s = \frac{1150 \times Ab}{LC \sqrt{(120 + KLC)}}$$

. e as descargas máximas ordinárias,

$$Q_o = \frac{1150 \times Ab}{LC \sqrt{(120 + J_o KLC)}} ; \quad J_o = 3,65$$

$$\text{então, } Q_o = \frac{1150 \times Ab}{LC \sqrt{(120 + 3,65 KLC)}}$$

Obs.: . Calcula-se as descargas máximas devido a uma precipitação qualquer, ou a maior chuva diária de um grupo de dias chuvosos, conforme as áreas que interessam.

. Nas aplicações numéricas infra relacionadas calculamos de preferência, as descargas denominadas ordinárias, isto é, aquelas que sucedem, comumente, uma vez em cada período undecenal de anos. Os resultados então obtidos, são possíveis de comparação com os que se deduzem dos níveis d'água das grandes enchentes, mais recentemente observadas.

Memória de Cálculo:

Antes de iniciarmos qualquer cálculo, é necessário apresentar as bacias em estudo de maneira física. Para isso foi feito os quadros abaixo:

Ordem	Bacia	área(Km ²)	P(Km)	L(Km)	Tipo	K	C
1	Salobro	15,6	18,1	6,0	1	0,10	0,85
2	Dscar Barros	45,2	29,5	11,5	3	0,20	1,00
3	Sangradouro	49,3	33,0	13,0	3	0,20	1,00
4	Jatobá	57,6	36,0	14,0	3	0,20	1,00
5	Alto do Umbuzeiro	200,0	61,0	25,0	3	0,20	1,00
6	Matriz	469,4	90,5	35,5	3	0,20	1,00

Quadro IV - Características físicas da Bacia Riacho do Navio e Parâmetros derivados destas características.

Ordem	Bacia	área(Km ²)	P(Km)	L(Km)	Tipo	K	C
1	Umbuzeiro	10,7	18,2	7,0	2	0,12	0,95
2	Jatobá	26,8	28,5	10,0	3	0,20	1,00
3	Gangarra	137,4	69,5	24,0	4	0,30	1,05

Quadro V - Características físicas da Bacia de Sumé e parâmetros derivados destas características.

Estes dados foram retirados do Relatório da Sudene referente a estas bacias e do mapa em anexo (Figs. III e IV)

1. Vazão de Cheia pelo Método Racional:

Pela fórmula:

$$Q = C.i.A$$

Observamos que as variáveis a serem consideradas para cálculo da vazão de cheia são:

- a) Coeficiente de escoamento da bacia;
- b) Tempo de concentração da bacia;
- c) intensidade da precipitação em função do período de recorrência e da duração;
- d) área da bacia.

Analisaremos agora, cada uma dessas variáveis para a Bacia de Riacho do Navio.

a) Coeficiente de Escoamento da Bacia (C):

Foi utilizado aqui o Abaco do Colorado Highway Department (Quadro I - pg 8), onde os valores foram tabelados em função das características da bacia.

a.1) Bacia Salobro:

Está coberta por uma considerável proporção (cerca de 60 %) de associação de solos litólicos eutróficos em relevo forte ondulado com afloramento de rochas. Estes solos intrinsecamente permeáveis devem apresentar boa aptidão ao escoamento devido as fortes declividades. O restante da bacia está coberto por Regosolos Eutróficos devendo ter coeficientes de infiltração e armazenamento bem superiores causados por suas maiores espessuras e seu declive mais suaves.

A agricultura pode atingir 1/4 a 1/3 da superfície total da Bacia Salobro.

Conclusão: C = 60 a 80 %

a.2) Bacia Oscar Barros:

Contém uma proporção maior de solos sobre relevo suave ondulado e ondulado (55 % de Regosolo Eustrófico, 15 % de solo Litólico Eutrófico), contra 30 % somente de solos Litólicos sobre relevo forte ondulado. Deve-se esperar portanto uma retenção maior das precipitações nestas bacias do que na de Salobro.

A agricultura pode atingir 1/5 a 1/6 da superfície total da bacia Oscar Barros.

Conclusão: C = 60 a 80 %

a.3) Bacia Sangradouro:

No relatório final da Bacia Representativa do Riacho do Navio não se faz referência quanto ao tipo do solo da Bacia Sangradouro. Considerando, porém, uma uniformidade da Bacia total, conclui-se que:

C = 60 a 80 %

a.4) Bacia Jatobá:

Contém unidades de solo bastante diferente das precedentes. A maior parte desta bacia está coberta por solos Litólicos sobre relevo suave ondulado. Encontra-se igualmente uma grande proporção de planosos mais impermeáveis.

Conclusão: C = 50 a 70 %

a.5) Bacias Alto do Umbuzeiro e Matriz:

Não foram mapeados com a mesma precisão. Pode-se analisar, entretanto, uma proporção de solo Litólico mais importante que nas bacias precedentes. Estes solos em geral se situam em relevos suaves ondulados.

A porção cultivada na bacia de Matriz é ainda mais reduzida.

Conclusão: C = 50 a 70 %

b) Tempo de Concentração (Tc):

Utilizamos a fórmula de Kirpich:

$$T_c = \left(\frac{0,87 L^3}{H} \right)^{0,385}$$

De onde podemos fazer:

$$T_c = \left(0,87 \frac{L}{H} L^2 \right)^{0,385}$$

Sabendo-se que $I_g = H/L$, obtemos:

$$T_c = \left(0,87 \frac{L^2}{I_g} \right)^{0,385}$$

Onde: T_c = tempo de concentração, em horas

L = comprimento do rio principal, em Km

H = diferença de nível da bacia, em m

I_g = índice de declividade global, em m/Km

Obs.: Os valores de I_g foram também retirados do Relatório Final da Bacia Representativa do Riacho do Navio.

b.1) Bacia do Salobro:

L = 6 Km
I_g = 27,1 m/Km

Logo:

$$T_c = (0,87 \frac{6^2}{27,1}) \cdot 0,385$$

$$T_c = 1,06 \text{ horas} \Rightarrow T_c = 63,6 \text{ min}$$

b.2) bacia Oscar Barros

L = 11,5 Km
I_g = 16,8 m/Km

Logo:

$$T_c = (0,87 \frac{11,5^2}{16,8}) \cdot 0,385$$

$$T_c = 2,10 \text{ horas} \Rightarrow T_c = 126,0 \text{ min}$$

b.3) Bacia Sangradouro

L = 13 Km
I_g = 14,7 m/Km

Logo:

$$T_c = (0,87 \frac{13^2}{14,7}) \cdot 0,385$$

$$T_c = 2,43 \text{ horas} \Rightarrow T_c = 145,8 \text{ min}$$

b.4) Bacia Jatobá

L = 14 Km
I_g = 6,9 m/Km

Logo:

$$T_c = (0,87 \frac{14^2}{6,9})^{0,385}$$

$$T_c = 3,44 \text{ horas} \Rightarrow T_c = 206,4 \text{ min}$$

b.5) Bacia Alto do Umbuzeiro

L = 25 Km
 Ig = 8,3 m/Km

Logo:

$$T_c = (0,87 \frac{25^2}{8,3})^{0,385}$$

$$T_c = 5,00 \text{ horas} \Rightarrow T_c = 300,0 \text{ min}$$

b.6) Bacia Matriz

L = 35,5 Km
 Ig = 8,7 m/Km
 Logo:

$$T_c = (0,87 \frac{35,5^2}{8,7})^{0,385}$$

$$T_c = 6,44 \text{ horas} \Rightarrow T_c = 386,4 \text{ min}$$

c) Intensidade média (im)

Em função do tempo de recorrência e o tempo de concentração de cada bacia, encontrou-se o valor da intensidade média através da análise do quadro da página 26 do Relatório Final da Bacia Representativa do Riacho do Navio. Obtemos em conclusão o quadro abaixo:

Intensidade Média (mm/h)							
Tc	Salobro	Oscar Barros	Sangradouro	Jatobá	Umbuzeiro	Matriz	
Tr	63,6	126,0	145,8	206,4	300,0	386,4	
10	63,0	43,0	43,0	31,0	31,0	31,0	
100	81,0	56,0	56,0	42,0	42,0	42,0	

Quadro VI - Valores de intensidade média (im) em mm/h em função do tempo de recorrência (TR) e o tempo de concentração (Tc) de cada bacia.

d) Área das Bacias:

Foram retiradas do quadro IV

Podemos agora, então, calcularmos a vazão de cheia secular (de 100 em 100 anos) e ordinária (de 10 em 10 anos) para cada sub-bacia.

1.1 - Vazão Secular (Tr = 100 anos)

$$Q_m = C \cdot i_m \cdot A / 3,6 ; \quad A \rightarrow \text{área da bacia, em Km}^2$$

- Bacia do Salobro:

$$\begin{aligned} C &= 0,6 \\ i_m &= 81 \text{ mm/h} \\ A &= 15,6 \text{ Km}^2 \end{aligned}$$

$$\text{logo: } Q_m = (0,6 \times 81 \times 15,6) / 3,6$$

$$Q_m = 210,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Oscar Barros:

$$\begin{aligned} C &= 0,6 \\ i_m &= 56 \text{ mm/h} \\ A &= 45,2 \text{ Km}^2 \end{aligned}$$

$$\text{logo: } Q_m = (0,6 \times 56 \times 45,2)/3,6$$
$$Q_m = 421,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Sangradouro:

$$C = 0,6$$
$$i_m = 56 \text{ mm/h}$$
$$A = 49,3 \text{ Km}^2$$

$$\text{logo: } Q_m = (0,6 \times 56 \times 49,3)/3,6$$
$$Q_m = 460,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Jatobá:

$$C = 0,5$$
$$i_m = 42 \text{ mm/h}$$
$$A = 57,6 \text{ Km}^2$$

$$\text{logo: } Q_m = (0,5 \times 42 \times 57,6)/3,6$$
$$Q_m = 336,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Alto do Umbuzeiro:

$$C = 0,5$$
$$i_m = 42 \text{ mm/h}$$
$$A = 200,0 \text{ Km}^2$$

$$\text{logo: } Q_m = (0,5 \times 42 \times 200,0)/3,6$$
$$Q_m = 1166,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Matriz:

$$C = 0,5$$
$$i_m = 42 \text{ mm/h}$$
$$A = 468,4 \text{ Km}^2$$

$$\text{logo: } Q_m = (0,5 \times 42 \times 468,4)/3,6$$
$$Q_m = 2732,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

1.2 - Vazão Ordinária (Tr = 10 anos)

$$Q'_m = C \cdot i_m \cdot A / 3,6$$

- Bacia do Salobro:

C = 0,6
im = 63
A = 15,6 Km²

$$\text{logo: } Q'm = (0,6 \times 63 \times 15,6) / 3,6$$

$$Q'm = 163,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Oscar Barros:

C = 0,6
im = 43 mm/h
A = 45,2 Km²

$$\text{logo: } Q'm = (0,6 \times 43 \times 45,2) / 3,6$$

$$Q'm = 323,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Sangradouro:

C = 0,6
im = 43 mm/h
A = 49,3 Km²

$$\text{logo: } Q'm = (0,6 \times 43 \times 49,3) / 3,6$$

$$Q'm = 353,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Jatobá:

C = 0,5
im = 31 mm/h
A = 57,6 Km²

$$\text{logo: } Q'm = (0,5 \times 31 \times 57,6) / 3,6$$

$$Q'm = 248,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Alto do Umbuzeiro:

C = 0,5
im = 31 mm/h
A = 200,0 Km²

$$\text{logo: } Q'm = (0,5 \times 31 \times 200,0) / 3,6$$

$$Q'm = 861,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Matriz:

$$C = 0,5$$

$$i_m = 31 \text{ mm/h}$$

$$A = 468,4 \text{ Km}^2$$

$$\text{logo: } Q'm = (0,5 \times 31 \times 468,4) / 3,6$$

$$Q'm = 2016,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

Obs.1: Note que para áreas maiores como as das Bacias Alto do Umbuzeiro e Matriz, as vazões de cheias foram muito altas. Vale então salientar que aqui a fórmula racional tem sido amplamente utilizada durante sua larga existência para bacias de pequenas extensões, recomendando-se para sua aplicação que seja inferior a 50 Km^2 (5.000 Has), segundo estudos feitos.

Obs.2: Q_m = vazão de cheia para tempo de recorrência 100 anos.

Q_m' = vazão de cheia para tempo de recorrência 10 anos.

2. Vazão de Cheia Pelo Método de Aguiar:

Fórmula de Francisco Aguiar:

$$Q_m = \frac{1150 \text{ Ab}}{\text{LC} \sqrt{(120 + \text{JKLC})^2}}$$

onde: Q = vazão em m^3/s ;

Ab = área da bacia em Km^2 ;

L = linha de fundo, em Km ;

K = coeficiente de velocidade;

C = coeficiente de deflúvio superficial, e;

J = valor numérico em função do período de recorrência dos valores K e C , depende das características da bacia e se encontra no Quadro IV, assim como também as áreas e o comprimento do rio principal de cada sub-bacia do Riacho do Navio.

2.1 - Vazão Secular (Tr = 100 anos)

$$Q_m = \frac{1150 Ab}{LC \sqrt{(120 + JKLC)}} \quad ; \quad J = 1$$

- Bacia do Salobro:

$$\begin{aligned} C &= 0,85 \\ L &= 6 \text{ Km} \\ A &= 15,6 \text{ Km}^2 \\ K &= 0,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{logo: } Q_m &= (1150 \times 15,6) / 6 \times 0,85 \sqrt{(120 + 0,1 \times 6 \times 0,85)} \\ Q_m &= 65,9 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

- Bacia Oscar Barros:

$$\begin{aligned} C &= 1,00 \\ L &= 11,5 \text{ Km} \\ A &= 45,2 \text{ Km}^2 \\ K &= 0,20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{logo: } Q_m &= (1150 \times 45,2) / 11,5 \times 1,00 \sqrt{(120 + 0,2 \times 11,5 \times 1,00)} \\ Q_m &= 125,3 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

- Bacia Sangradouro:

$$\begin{aligned} C &= 1,00 \\ L &= 13 \text{ Km} \\ A &= 49,3 \text{ Km}^2 \\ K &= 0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{logo: } Q_m &= (1150 \times 49,3) / 13 \times 1,0 \sqrt{(120 + 0,2 \times 13 \times 1,0)} \\ Q_m &= 128,3 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

- Bacia Jatobá:

$$\begin{aligned} C &= 1,00 \\ L &= 14 \text{ Km} \\ A &= 57,6 \text{ Km}^2 \\ K &= 0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{logo: } Q_m &= (1150 \times 57,6) / 14 \times 1,0 \sqrt{(120 + 0,2 \times 14 \times 1,0)} \\ Q_m &= 144,2 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

- Bacia Alto do Umbuzeiro:

$$\begin{aligned}C &= 1,00 \\L &= 25 \text{ Km} \\A &= 200,0 \text{ Km}^2 \\K &= 0,2\end{aligned}$$

$$\text{logo: } Q_m = (1150 \times 200) / 25 \times 1,0 \sqrt{(120 + 0,2 \times 25 \times 1,0)}$$

$$Q_m = 368,0 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Matriz:

$$\begin{aligned}C &= 1,00 \\L &= 35,5 \text{ Km} \\A &= 468,4 \text{ Km}^2 \\K &= 0,2\end{aligned}$$

$$\text{logo: } Q_m = (1150 \times 468,4) / 35,5 \times 1,0 \sqrt{(120 + 0,2 \times 35,5 \times 1,0)}$$

$$Q_m = 711,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.2 Vazão Ordinária

$$Q'_m = \frac{1150 \text{ Ab}}{LC \sqrt{(120 + JKLC)}} \quad ; \quad J = 3,65$$

- Bacia do Salobro:

$$\begin{aligned}C &= 0,85 \\L &= 6 \text{ Km} \\A &= 15,6 \text{ Km}^2 \\K &= 0,1\end{aligned}$$

$$\text{logo: } Q'_m = (1150 \times 15,6) / 6 \times 0,85 \sqrt{(120 + 3,65 \times 0,1 \times 6 \times 0,85)}$$

$$Q'_m = 65,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Oscar Barros:

$$\begin{aligned}C &= 1,00 \\L &= 11,5 \text{ Km} \\A &= 45,2 \text{ Km}^2 \\K &= 0,20\end{aligned}$$

$$\text{logo: } Q'_m = (1150 \times 45,2) / 11,5 \times 1,00 \sqrt{(120 + 3,65 \times 0,2 \times 11,5 \times 1,00)}$$

$$Q'_m = 119,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Sangradouro:

$$\begin{aligned}C &= 1,00 \\L &= 13 \text{ Km} \\A &= 49,3 \text{ Km}^2 \\K &= 0,2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{logo: } Q'm &= (1150 \times 49,3) / 13 \times 1,0 \sqrt{(120 + 3,65 \times 0,2 \times 13 \times 1,0)} \\Q'm &= 121,4 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

- Bacia Jatobá:

$$\begin{aligned}C &= 1,00 \\L &= 14 \text{ Km} \\A &= 57,6 \text{ Km}^2 \\K &= 0,2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{logo: } Q'm &= (1150 \times 57,6) / 14 \times 1,0 \sqrt{(120 + 3,65 \times 0,2 \times 14 \times 1,0)} \\Q'm &= 1335,9 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

- Bacia Alto do Umbuzeiro:

$$\begin{aligned}C &= 1,00 \\L &= 25 \text{ Km} \\A &= 200,0 \text{ Km}^2 \\K &= 0,2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{logo: } Q'm &= (1150 \times 200) / 25 \times 1,0 \sqrt{(120 + 3,65 \times 0,2 \times 25 \times 1,0)} \\Q'm &= 332,7 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

- Bacia Matriz:

$$\begin{aligned}C &= 1,00 \\L &= 35,5 \text{ Km} \\A &= 468,4 \text{ Km}^2 \\K &= 0,2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{logo: } Q'm &= (1150 \times 468,4) / 35,5 \times 1,0 \sqrt{(120 + 3,65 \times 0,2 \times 35,5 \times 1,0)} \\Q'm &= 619,6 \text{ m}^3/\text{s}\end{aligned}$$

Podemos agora, aplicar os métodos estudados para a Bacia Representativa de Sumé. Porém não temos dados suficientes para o estudo do Método Racional, nos restringimos então, apenas, ao Método de Francisco Aguiar.

Os dados necessários se encontram no Quadro V.

1. Vazão Secular (de 100 em 100 anos)

$$Q_m = \frac{1150 Ab}{LC \sqrt{(120 + JKLC)}} \quad ; \quad J = 1$$

- Bacia de Umbuzeiro:

$$Ab = 10,7 \text{ Km}^2$$

$$L = 7 \text{ Km}$$

$$K = 0,15$$

$$C = 0,95 \wedge$$

$$Q_m = (1150 \times 10,7) / 7 \times 0,95 \sqrt{(120 + 0,15 \times 7 \times 0,95)}$$

$$\text{logo: } Q_m = 39,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia de Jatobá:

$$Ab = 26,8 \text{ Km}^2$$

$$L = 10,0 \text{ Km}$$

$$K = 0,20$$

$$C = 1,00 \wedge$$

$$Q_m = (1150 \times 26,8) / 10,0 \times 1,00 \sqrt{(120 + 0,20 \times 10,0 \times 1,00)}$$

$$\text{logo: } Q_m = 79,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Gansorra:

$$Ab = 137,4 \text{ Km}^2$$

$$L = 24,0 \text{ Km}$$

$$K = 0,30$$

$$C = 1,05 \wedge$$

$$Q_m = (1150 \times 137,4) / 24,0 \times 1,05 \sqrt{(120 + 0,30 \times 24,0 \times 1,05)}$$

$$\text{logo: } Q_m = 246,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Vazão Ordinária (de 10 em 10 anos)

$$Q'_m = \frac{1150 Ab}{LC \sqrt{(120 + JKLC)}} \quad ; \quad J = 3,65$$

- Bacia de Umbuzeiro:

$$Ab = 10,7 \text{ Km}^2$$

$$L = 7 \text{ Km}$$

$$K = 0,15$$

$$C = 0,95 \uparrow$$

$$Q'm = (1150 \times 10,7) / 7 \times 0,95 \sqrt{(120 + 3,65 \times 0,15 \times 7 \times 0,95)}$$

$$\text{logo: } Q'm = 38,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia de Jatobá:

$$Ab = 26,8 \text{ Km}^2$$

$$L = 10,0 \text{ Km}$$

$$K = 0,20$$

$$C = 1,00 \uparrow$$

$$Q'm = (1150 \times 26,8) / 10,0 \times 1,00 \sqrt{(120 + 3,65 \times 0,20 \times 10,0 \times 1,00)}$$

$$\text{logo: } Q'm = 76,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Bacia Gangorra:

$$Ab = 137,4 \text{ Km}^2$$

$$L = 24,0 \text{ Km}$$

$$K = 0,30$$

$$C = 1,05 \uparrow$$

$$Q'm = (1150 \times 137,4) / 24,0 \times 1,05 \sqrt{(120 + 3,65 \times 0,30 \times 24,0 \times 1,05)}$$

$$\text{logo: } Q'm = 213,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

Com a construção de um gráfico envolvendo as duas bacias em estudo pelo Método de Aguiar para vazões seculares e ordinárias (ver pg 31), podemos concluir que em pequenas bacias estes valores se aproximam, distanciando-se a medida que suas áreas crescem.

O gráfico encontra-se em anexo.

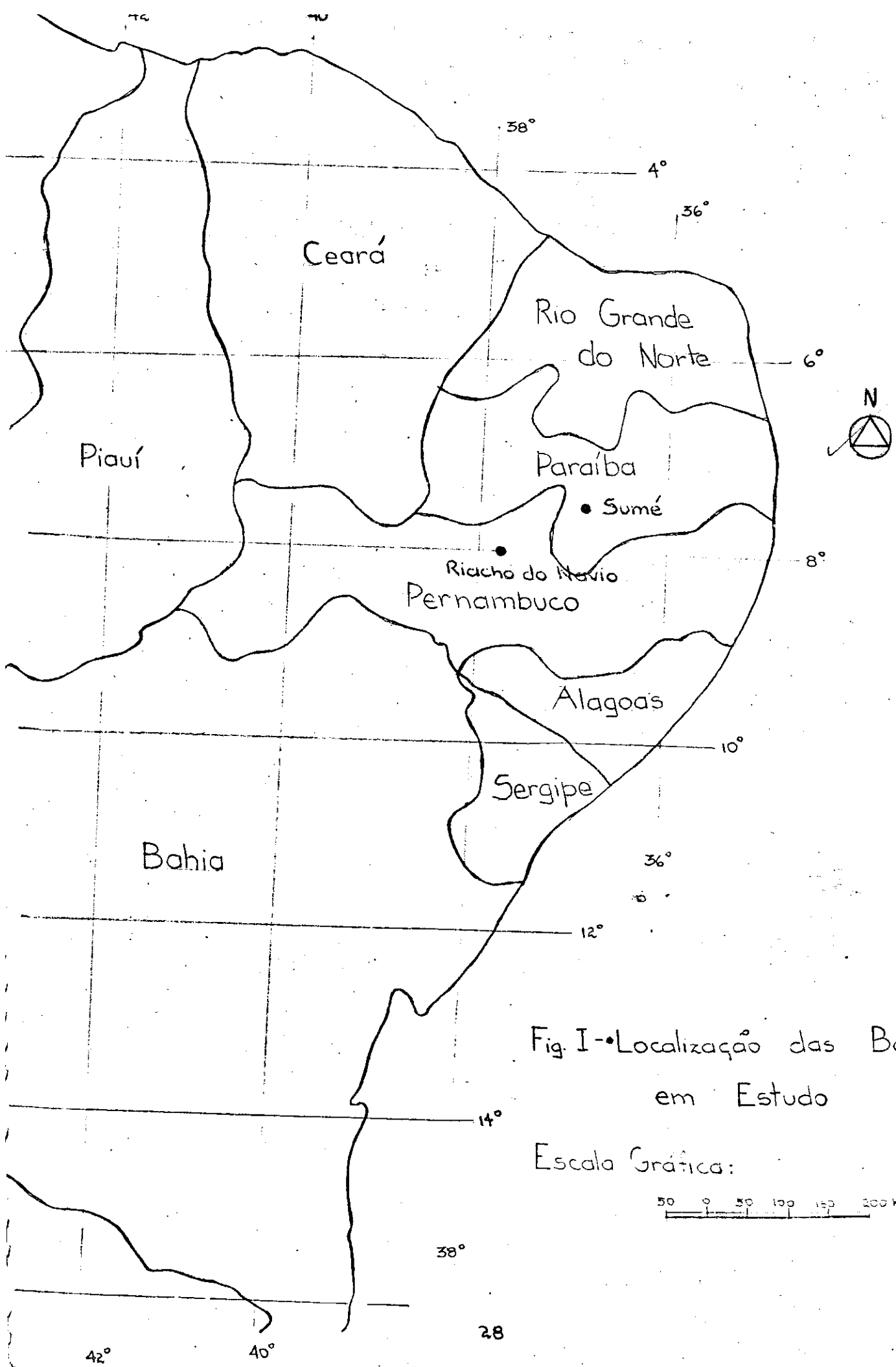
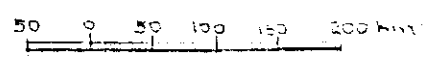


Fig. I - Localização das Bacias em Estudo

Escala Gráfica:



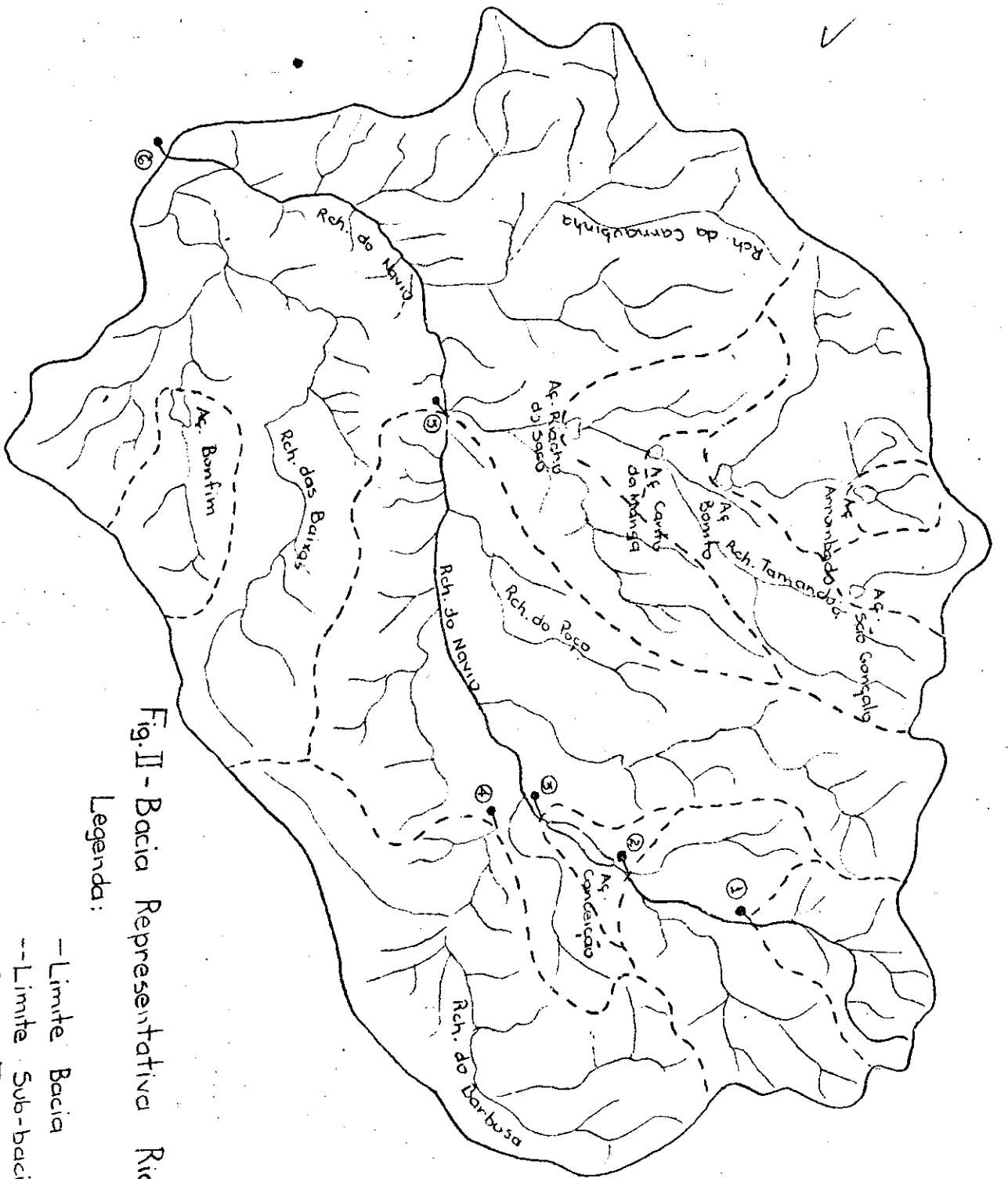
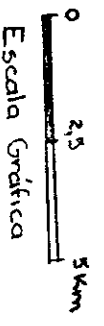


Fig. II - Bacia Representativa Riacho do Navio

Legenda:

- Limite Bacia
- Limite Sub-bacia
- Posto Fluviométrico
- ∧ Riachos

Fig. III - Bacia Representativa de Sumé

Escala: 1:100.000

Legenda:

- Limite Bacia
- Limite sub-bacia
- Posto Fluviométrico
- ⌘ Riacho

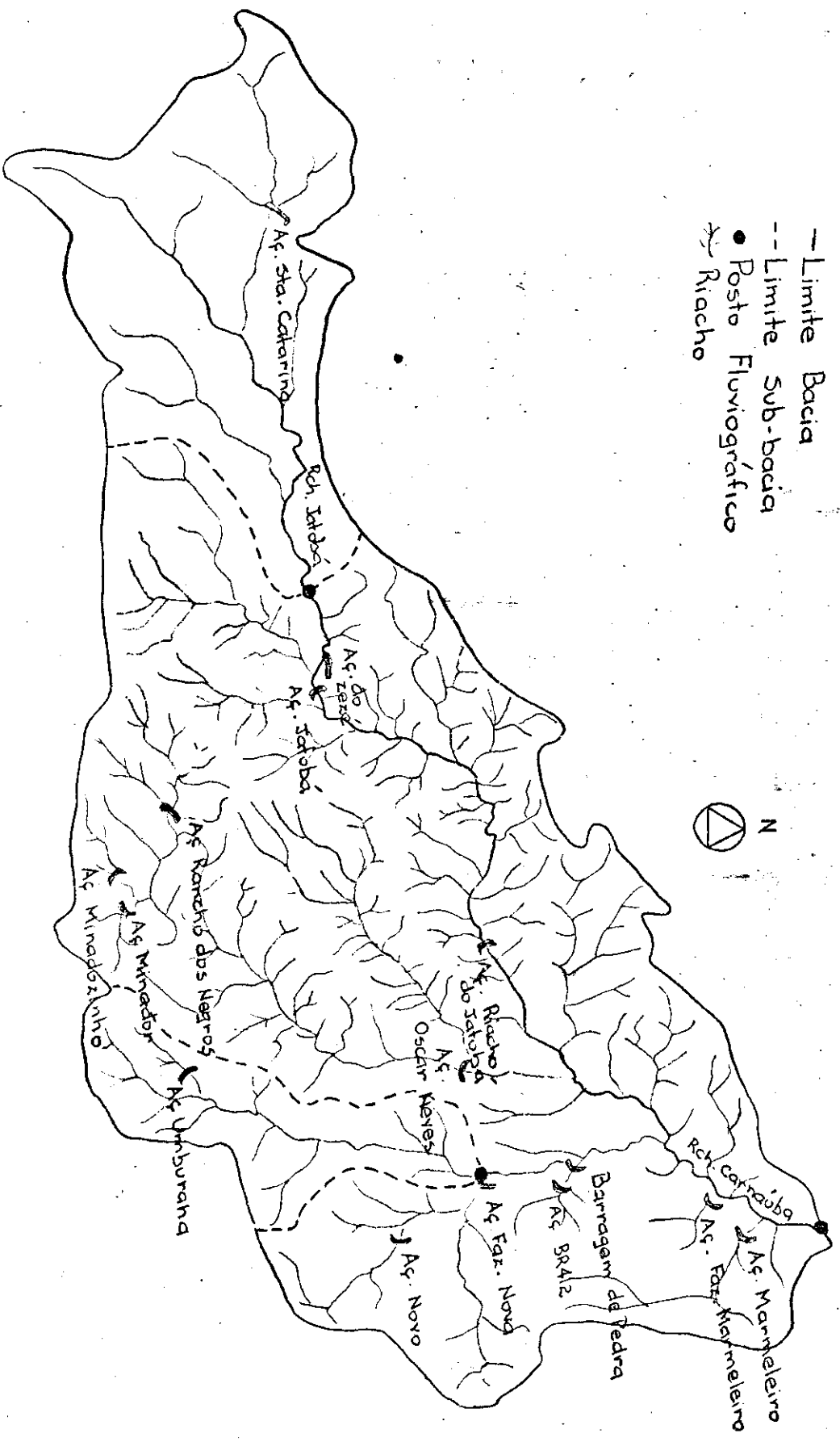
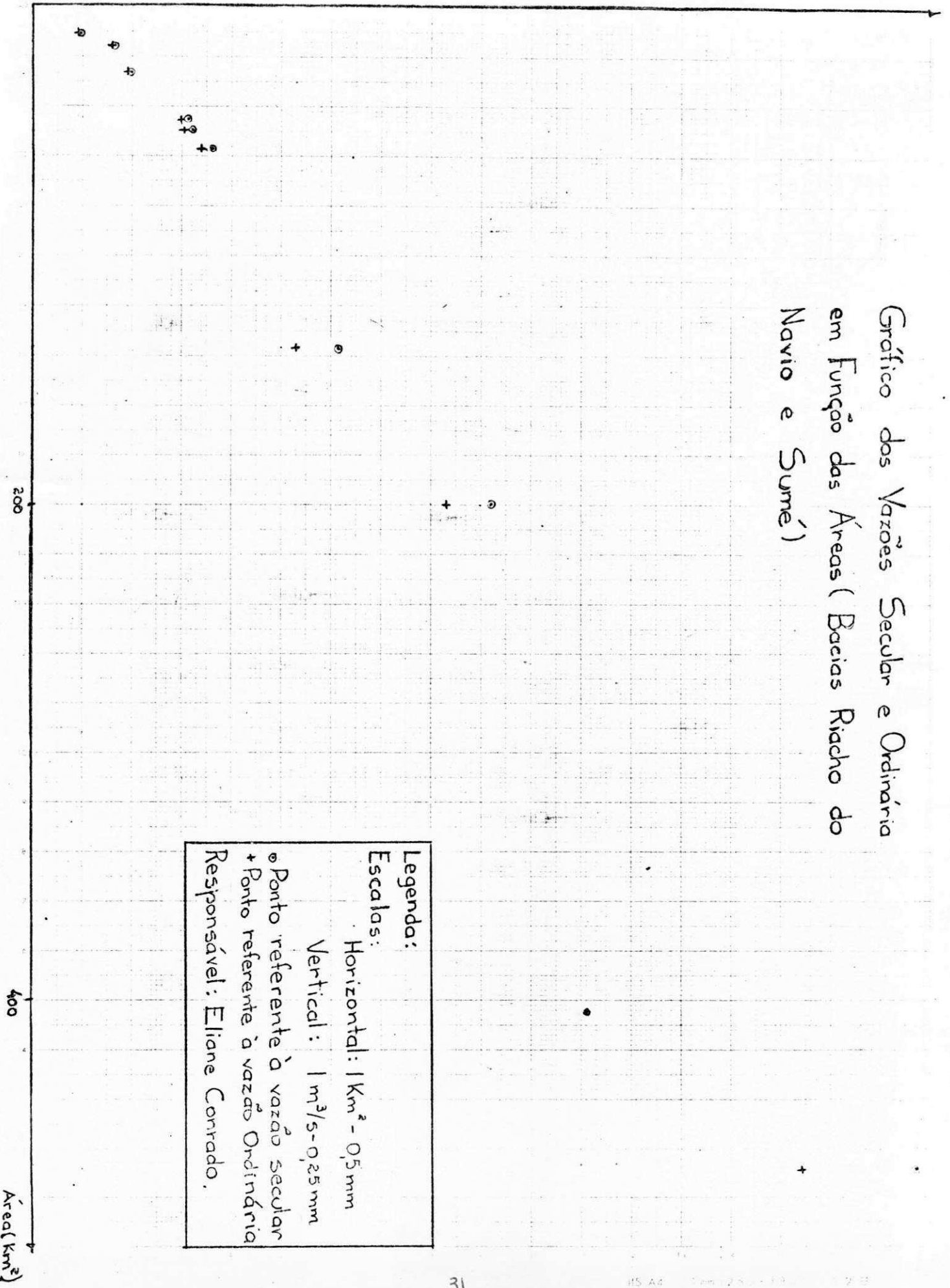


Gráfico das Vazões Secular e Ordinária em Função das Áreas (Bacias Riacho do Navio e Sumé)

$Q (m^3/s)$



Legenda:
Escala:
 Horizontal: $1 \text{ km}^2 - 0,5 \text{ mm}$
 Vertical: $1 \text{ m}^3/\text{s} - 0,25 \text{ mm}$
 ○ Ponto referente à vazão secular
 + Ponto referente à vazão Ordinária
 Responsável: Eliane Conrado.

CONCLUSÃO

Ao término de todo o trabalho, chegamos a resultados muito diferentes entre os dois métodos para vazão de cheias aqui desenvolvidos.

Como as bacias de Riacho do Navio e Sumé encontram-se situadas na Região Nordeste, é preferível usarmos o Método do Engenheiro Francisco Aguiar que desenvolveu seu trabalho em cima da referida região, além da facilidade de aplicação deste que envolve menos equações empíricas do que o Método Racional.

Vale salientar ainda que o Método Racional é melhor recomendado para bacias com áreas de no máximo 50 Km² e que o Método de Aguiar, geralmente superdimensiona, não trazendo assim, maiores consequências.

Bibliografia:

- Relatório Final da Bacia representativa do Riacho do Navio - Série Hidrologia Nº 6 - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - Departamento de Recursos Naturais.
- Relatório da Bacia Representativa de Sumé - Série Hidrologia Nº 14 - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - Departamento de Recursos Naturais.
- Pinto, N. - Hidrologia Básica.
- Apostilas sobre o Desenvolvimento do Método de Francisco Aguiar.

