

## Cálculo da chuva intensa pelo método das Isozonas para cidades do estado da Paraíba

Calculation of intense rain by the method of isozonas for cities the state of Paraíba

Robson Arruda dos Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Especialista em Engenharia de Instalações Prediais, Professor do curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdades Integradas de Patos, Patos, PB, Brasil

### Resumo

*Este trabalho apresenta uma alternativa para obtenção das chuvas intensas, utilizadas no dimensionamento de obras hidráulicas, através do método das Isozonas, baseado na observação feita pelo Engenheiro José Jaime Torrico Taborga. O objetivo consiste em calcular as chuvas intensas através do software ISO-P para as principais cidades do estado da Paraíba, propondo valores que podem ser adotados em projetos nestas cidades, bem como nas cidades vizinhas. O cálculo das chuvas intensas foi realizado através do software ISO-P, ferramenta de fácil aplicação do método das Isozonas, com os dados das séries históricas do site da ANA. Apresentam-se tabelados os dados de intensidade de chuva para as cidades de Cajazeiras, Sousa, Patos, Monteiro, Campina Grande e João Pessoa. Comparando com os valores da NBR 10844, de 1989, alguns dados apresentam-se com uma grande diferença, que se pode justificar com relação à série histórica, que na sua atualização pode ter incluído algum evento climático que ocasionou essa mudança no cálculo da chuva intensa; e quanto à duração da chuva, que o método das isozonas considera a duração mínima de 6 min, diferente da duração considerada pela NBR 10844/89, que é de 5 min.*

**Palavras-chave:** Chuva intensa. Isozonas. Projeto.

### Abstract

*This work presents the application of obtaining intense rains, used in hydraulic structures, through the method of Isozonas. This method is based on the observation made by the Engineer José Jaime Torrico. The objective is to calculate the intense rains through the software "ISO - P" for major cities of the state of Paraíba, proposing values that can be adopted in projects in these cities as well as neighboring cities. The calculation of intense rains was performed using the software "ISO - P", tool easy to apply the method of Isozonas, with the data the historical series from the ANA website. It presents tabulated data of rainfall intensity for the cities of Cajazeiras, Sousa, Patos, Monteiro, João Pessoa and Campina Grande. Comparing the values of NBR 10844, 1989, some data show values variation, we can justify with respect to the historical series, which in its update may have included some weather event that caused this change in the values of intense rain; and the duration of the rain, the method of isozonas considers a minimum duration of 6 min, different the duration considered by NBR 10844/89, which is 5 min.*

**Keywords:** Intense rani. Isozonas. Project.

## 1 Introdução

Discorrer sobre o assunto de drenagem das águas pluviais está no mesmo patamar das discussões sobre esgoto sanitário, resíduos sólidos e água potável. Todas essas temáticas estão dispostas na lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.

No Art. 2º, a lei supracitada apresenta os princípios fundamentais com os quais os serviços públicos de saneamento básico serão prestados; foram retirados e destacados os que relacionam-se diretamente com este trabalho:

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

XII - integração das infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Como visto acima, a lei destaca o manejo das águas pluviais, que terá reflexos na saúde pública e na segurança da vida. Outro ponto importante trata-se do trecho que discorre sobre a adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais.

Partindo para o escopo técnico, este trabalho focará a drenagem das águas pluviais nas instalações prediais, com ênfase à intensidade de chuva adotada para tal projeto. A norma técnica discutida será a NBR 10844/89 - Instalações prediais de águas pluviais, que se aplica à drenagem de águas pluviais em coberturas e demais áreas associadas ao edifício, tais como terraços, pátios, quintais e similares. A Norma não se aplica a casos onde as vazões de projeto e as características da área exijam a utilização de bocas-de-lobo e galerias.

O escopo deste trabalho consiste em mostrar a obtenção da intensidade de chuva (chuva intensa) para obras hidráulicas através do método das isozonas, através da aplicação de software ISO-P. O estudo analisará as intensidades sugeridas pela norma, enfatizando as poucas opções para o Estado da Paraíba, bem como o ano de obtenção dessas vazões.

O que se verifica é que com a aplicação do ISO-P pode-se obter a chuva intensa para qualquer município onde se esteja fazendo o projeto de drenagem de águas pluviais, para tanto necessita-se dos dados da série histórica das chuvas do município, que pode ser consultado pelo site da Agência Nacional de Águas (ANA). Ressalta-se que esses resultados podem ser utilizados para outras obras de drenagem de águas pluviais, não apenas para o caso predial.

## 2 Revisão bibliográfica

### 2.1 Águas pluviais

As águas pluviais são aquelas resultantes de precipitações atmosféricas que chegam ao solo, coberturas, telhados, dentre outros e se infiltram ou escoam na superfície, ou seja, são as águas de chuva (VIOLA, 2008). Viola (2008) ressalta que as águas pluviais são de grande importância para a humanidade, pois elas são fundamentais nos processos da natureza, por tratar-se de uma das fases do ciclo hidrológico, promovendo uma série de serviços ambientais.

Outro ponto importante a ser ressaltado sobre as águas pluviais é sobre seu uso, como discorre Viola (2008), quando diz que água de chuva não possui a qualidade desejada para consumo humano, contudo consiste em um recurso limpo se comparado a alguns rios onde é captada

água para tratamento e abastecimento. Assim, torna-se claro que esse recurso deve ter algum aproveitamento, basta analisar onde este trará maior retorno econômico.

## 2.2 Precipitação

A precipitação atmosférica é a transferência da água contida na atmosfera para a superfície terrestre. Existem diferentes tipos de precipitação, os quais são diferenciados de acordo com o estado e o tamanho das partículas de água precipitada. Neblina, chuva, orvalho, geada, neve, granizo e saraiva são exemplos de precipitação (VIOLA, 2008).

Tucci (1993) discorre que a altura pluviométrica, duração, intensidade e tempo de recorrência são as principais grandezas para se caracterizar uma precipitação. A Altura pluviométrica (P) é a altura média da lâmina d'água que recobriria a região atingida caso não houvesse interferências de infiltração, evaporação ou escoamento. Sua medida é dada em milímetros (mm). A duração da chuva (t) é o período de tempo em que a chuva ocorre, medida geralmente em minutos (min) ou horas (h). A Intensidade (i) é a relação entre a altura pluviométrica e a duração de uma chuva, pode ser dada em mm/h ou mm/min. O Tempo de recorrência (Tr), também chamado de frequência de probabilidade ou tempo de retorno, é considerado, na análise de alturas pluviométricas máximas, como sendo o tempo médio em anos no qual uma determinada precipitação seja igualada ou superada (OLIVEIRA, 2013).

### 2.2.1 Precipitações médias

A precipitação média numa área é considerada como a altura de água uniforme interceptada por essa área num período de tempo. Assim, encontra-se na literatura a precipitação média anual, mensal e diária. Para calcular a precipitação média existem vários métodos, contudo os principais são: O método da média Aritmética, o método de Thiessen, método das Isoietas e Inverso do Quadrado da Distância (BERTONI E TUCCI, 2002 apud CAMURÇA, 2011).

### 2.2.2 Precipitações máximas

Segundo Tucci (1993) a precipitação máxima é uma ocorrência extrema de evento de chuva, com características como duração, distribuição temporal e espacial críticas para uma determinada área ou bacia. A precipitação pode atuar sobre obras hidráulicas, provocar inundações, entre outros problemas cotidianos, o que reforça a necessidade de se analisar precipitações compatíveis com o tipo de projeto (TUCCI, 1993).

No que diz respeito à escolha do tempo de retorno, este deve ser proporcional ao tempo de vida útil e o risco de danos à estrutura do projeto em questão. A intensidade da precipitação é proporcional ao tempo de retorno de um evento chuvoso, em obras com alto grau de risco à vida humana, por exemplo, é necessário adotar-se períodos de retorno mais longos, da ordem de 1.000 a 10.000 anos (SOBRINHO, 2011).

Segundo Nunes (2007), o tempo de recorrência ou tempo de retorno é o período de tempo médio, medido em anos, em que um determinado evento deve ser igualado ou superado pelo menos uma vez.

## 2.3 Estudo das Séries Temporais

Villela (1975) classifica as séries temporais em:

Séries Anuais - formadas com os maiores valores de precipitação de cada ano. Mesmo que, em um dado ano, haja maiores valores que em outros anos, será selecionado apenas o maior valor. Séries Parciais - formadas com os n maiores valores de precipitação registrados, sendo n o número de anos da série. Seleciona-se, então, os maiores valores de precipitação, independentemente se estão ou não no mesmo ano observado.

Segundo Tucci (1993) os estudos estatísticos das séries temporais permitem verificar a frequência que estas precipitações ocorrem, dada a sua magnitude, estimando-se a probabilidade teórica de ocorrência das mesmas.

Villela (1975) discorre sobre que sendo as séries anuais definidas em termos de ocorrência, e não da magnitude, as tornam mais significativas.

Sobrinho (2011) ressalta que a escolha do tipo de série depende do tamanho da amostra disponível e do objetivo do estudo. Quando o tamanho do registro é pequeno, menor que 12 anos, e os tempos de retorno adotados forem inferiores a 5 anos, adota-se a metodologia das séries parciais. As séries anuais possuem uso mais difundido que as séries parciais, pois são mais simples e de obtenção mais fácil (TUCCI, 2004 apud SOBRINHO, 2011).

## 2.4 Método das Isozonas

Este método baseia-se na observação feita pelo Engenheiro José Jaime Torrico Taborga que em diferentes estações pluviográficas do Brasil, ao plotar as chuvas de 1 hora e 24 horas no papel de probabilidades de Hershfield e Wilson, constatou que havia uma tendência das semirretas, que relacionavam altura da chuva versus duração, interceptarem, ao serem prolongadas, um mesmo ponto no eixo das abscissas. Cada região que apresentava esta característica seria classificada como uma Isozona (TORRICO, 1974).

Com este método é possível estimar precipitações com durações inferiores a 24 horas, conforme as relações contidas na Figura 2, que variam conforme o tempo de retorno e o tipo da Isozona.

O Brasil apresenta oito Isozonas intituladas de A, B, C, D, E, F, G e H, detalhadas a seguir.

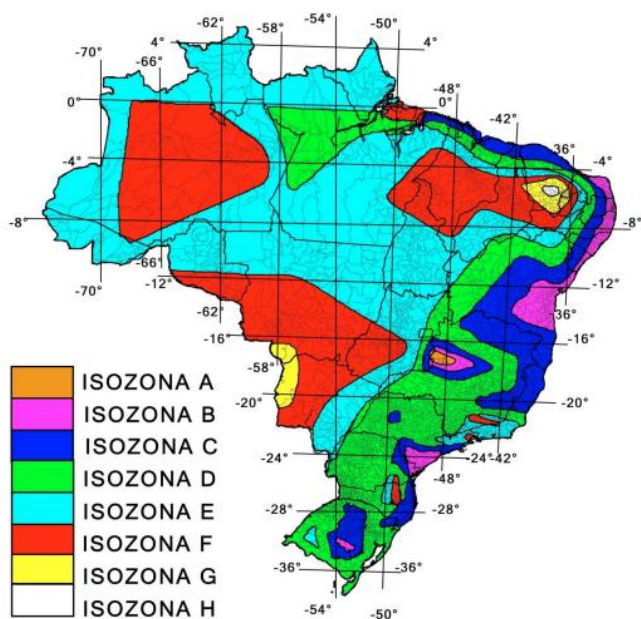


Figura 1 - Mapa de isozonas

Fonte: adaptado de TORRICO (1974)

A: zona de maior precipitação anual do Brasil, com coeficientes de intensidade baixos;

B e C: zonas de influência marítima, com coeficientes de intensidade suaves;

D: zona de transição, entre continente e marítima, caracterizada como zona de influência do rio Amazonas;

E e F: zonas continental e noroeste, com coeficientes de intensidade altos;

G e H: zonas de caatinga nordestina, com coeficientes de intensidade muito altos;

| Relação: |   | 1h/24h |      |      |      |      |      |      |      |      |       | 6min/24h |      |
|----------|---|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------|------|
| Tr       |   | 5      | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 50   | 100  | 1000 | 10000 | 5 ~ 50   | 100  |
| ISOZONAS | A | 36,2   | 35,8 | 35,6 | 35,5 | 35,4 | 35,3 | 35,0 | 34,7 | 33,6 | 32,5  | 7,0      | 6,3  |
|          | B | 38,1   | 37,8 | 37,5 | 37,4 | 37,3 | 37,2 | 36,9 | 36,6 | 35,4 | 34,3  | 8,4      | 7,5  |
|          | C | 40,1   | 39,7 | 39,5 | 39,3 | 39,2 | 39,1 | 38,8 | 38,4 | 37,2 | 36,0  | 9,8      | 8,8  |
|          | D | 42,0   | 41,6 | 41,4 | 41,2 | 41,1 | 41,0 | 40,7 | 40,3 | 39,0 | 37,8  | 11,2     | 10,0 |
|          | E | 44,0   | 43,6 | 43,3 | 43,2 | 43,0 | 42,9 | 42,6 | 42,2 | 40,9 | 39,6  | 12,6     | 11,2 |
|          | F | 46,0   | 45,5 | 45,3 | 45,1 | 44,9 | 44,8 | 44,5 | 44,1 | 42,7 | 41,3  | 13,9     | 12,4 |
|          | G | 47,9   | 47,4 | 47,2 | 47,0 | 46,8 | 46,7 | 46,4 | 45,9 | 44,5 | 43,1  | 15,4     | 13,7 |
|          | H | 49,9   | 49,4 | 49,1 | 48,9 | 48,6 | 48,6 | 48,3 | 47,8 | 46,3 | 44,8  | 16,7     | 14,9 |

Figura 2: Relação entre as precipitações de 24h e as de 1h e 6 min

Fonte: TORRICO (1974)

### 2.4.1 Obtenção da máxima chuva diária

Dada a série histórica completa de precipitações de uma região, deve-se analisa-la e selecionar, dentre todos os valores registrados, o maior para cada ano, obtendo assim a série de máximas anuais (TORRICO, 1974). A frequência dos valores da série histórica é ajustada a uma função de distribuição de probabilidades. Conforme já mencionado anteriormente, o método de Gumbel é o mais utilizado para variáveis hidrológicas (TUCCI, 2004). Assim, feito o ajustamento, ter-se-á então uma equação que retornará a precipitação provável de 1 dia de duração para o tempo de retorno selecionado.

Ao invés de máximas anuais pode-se também optar por trabalhar com séries parciais. Neste caso deverá ser analisada a série histórica completa e selecionados os maiores valores de precipitação de toda a série, em número igual ao de anos de registro (TUCCI, 2003).

### 2.4.2 Cálculo da precipitação de 24h

A precipitação de 1 dia é o valor acumulado entre os intervalos de observação, e a precipitação de 24 horas é o total máximo referente a um período contínuo de 24 horas (TUCCI, 1993).

Genovez (2000) mencionou estudos como o do U. S. Weather Bureau e o de Occhipinti e Santos (1966) que obtiveram esta proporção a partir da análise de pluviômetros e observaram que é praticamente constante e independente do período de retorno. Occhipinti e Santos obtiveram 1,14, para a cidade de São Paulo, Torrico obteve 1,095, para o Brasil. O valor adotado pelo U. S. Weather Bureau é de 1,13. Genovez e Pegoraro (1998) utilizaram dados de 23 pluviógrafos do Estado de São Paulo e obtiveram o coeficiente médio de 1,11. O valor máximo e mínimo obtido para os postos de 1,170 e 1,031. O valor obtido por Torrico (1974) possui desvio padrão de  $\pm 6,6\%$  em relação a estes valores.

$$P_{24h} = 1,095 \times P_{1dia} \quad (1)$$

### 2.4.3 Desagregação da chuva de 24 horas em precipitações intermediárias

Dado determinado tempo de retorno, seleciona-se o percentual correspondente ao mesmo de acordo com a respectiva Isozona na qual a região está localizada, conforme consta nas relações envolvendo a chuva 24 horas e as de 1 hora e 6 min da Figura 2. Assim, ficam determinadas as precipitações equivalentes. Com as precipitações de 6 minutos, 1 hora e 24 horas, traça-se no papel de

probabilidades (mono-log) retas de precipitação, possibilitando assim a determinação de precipitações intermediárias por correlação linear (SENA, 2013 apud TORRICO, 1974).

## 2.5 NBR 10844/89 – Instalações de águas pluviais

A NBR 10844/89 fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia. Esta Norma se aplica à drenagem de águas pluviais em coberturas e demais áreas associadas ao edifício, tais como terraços, pátios, quintais e similares. Esta Norma não se aplica a casos onde as vazões de projeto e as características da área exijam a utilização de bocas-de-lobo e galerias.

Esta NBR apresenta no seu anexo a tabela 5, em que dispõe dos resultados de chuvas intensas para algumas cidades no Brasil. Como não abrange todos os municípios brasileiros, a referida norma recomenda que para os locais não mencionados nesta tabela, deve-se procurar correlação com dados dos postos mais próximos que tenham condições meteorológicas semelhantes às do local em questão. Contudo, observa-se que algumas regiões possuem poucos dados, a exemplo da Paraíba.

Os dados apresentados na NBR 10844/89 foram obtidos do trabalho “Chuvas Intensas no Brasil”, de Otto Pfafstetter - Ministério da Viação e Obras Públicas - Departamento Nacional de Obras e Saneamento - 1957. Assim, nota-se a carência de dados atualizados sobre os valores de intensidade de chuva.

Segundo a NBR 10844/89, as instalações de drenagem de águas pluviais devem ser projetadas de modo a obedecer algumas exigências, tais como:

- a) recolher e conduzir a Vazão de projeto até locais permitidos pelos dispositivos legais;
- b) ser estanques;
- c) permitir a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação;
- d) absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão submetidas;
- e) quando passivas de choques mecânicos, ser constituídas de materiais resistentes a estes choques;
- f) nos componentes expostos, utilizar materiais resistentes às intempéries;
- g) nos componentes em contato com outros materiais de construção, utilizar materiais compatíveis;
- h) não provocar ruídos excessivos;
- i) resistir às pressões a que podem estar sujeitas;
- j) ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade

Neste trabalho dar-se-á ênfase ao item a), que discorre sobre a vazão de projeto.

Ainda segundo a NBR 10844/89, a determinação da intensidade pluviométrica “I”, para fins de projeto, deve ser feita a partir da fixação de valores adequados para a Duração de precipitação e o período de retorno. Tomam-se como base dados pluviométricos locais.

Sobre o período de retorno, a NBR 10844 discorre que este deve ser fixado segundo as características da área a ser drenada, obedecendo ao estabelecido a seguir:

T = 1 ano, para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;

T = 5 anos, para coberturas e/ou terraços;

T = 25 anos, para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

Para o caso predial (projeto das calhas que recebem as águas dos telhados), foco deste trabalho, o tempo de retorno adotado é 5 anos. Assim, nos cálculos feitos no software ISO-P será adotado este tempo de retorno.

Quanto à duração de precipitação a NBR 10844/89 recomenda que deve ser fixada em  $t = 5\text{min}$ . Esta ainda ressalta que se forem conhecidos, com precisão, valores de tempo de concentração e houver dados de intensidade pluviométrica correspondentes, estes podem ser utilizados.

Visto o que a norma supracitada recomenda para o período de retorno e duração da precipitação para o cálculo da intensidade pluviométrica de projeto, chegamos ao ponto principal de análise deste trabalho, discutir o valor desta precipitação através da utilização do software ISO-P.

A tabela 1 apresenta os dados de chuva intensa para os municípios da Paraíba. Nota-se a carência de dados para os demais municípios do estado, visto que a referida NBR só traz valores para um município do sertão (São Gonçalo) e litoral (João Pessoa).

Tabela 1 – Chuvas intensas no Brasil (Duração – 5 min)

| Local          | Intensidade pluviométrica (mm/h) |     |          |
|----------------|----------------------------------|-----|----------|
|                | Período de retorno (anos)        |     |          |
|                | 1                                | 5   | 25       |
| João Pessoa/PB | 115                              | 140 | 163 (23) |
| São Gonçalo/PB | 120                              | 124 | 152 (15) |

Fonte: NBR 10844/89

Assim, visto a carência de dados sobre o estado da Paraíba, bem como a ressalva da própria norma sobre o uso de dados de intensidade pluviométrica, quando conhecidos com precisão do local da obra, calcular-se-á no próximo capítulo as intensidades de chuvas para as principais cidades do estado da Paraíba, utilizando-se do software ISO-P; desenvolvido por oliveira (2013).

### 3 METODOLOGIA

O trabalho foi dividido em duas etapas:

Etapa 1: Revisão de literatura sobre métodos de determinação de chuvas intensas, com ênfase ao método da Isozonas;

Etapa 2: Cálculo das chuvas intensas das principais cidades do Estado da Paraíba, com a finalidade de servir, principalmente, como auxílio ao projetos de instalações prediais de águas pluviais.

Procurando uma ferramenta de fácil aplicação do método das Isozonas, decidiu-se utilizar um programa desenvolvido no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, por Oliveira (2013).

A séries históricas anuais utilizadas no trabalho foram retiradas do página eletrônica da Agência Nacional das Águas (ANA), e posteriormente exportadas para o ISO-P, onde então foram calculados as intensidade de chuva de projeto para algumas cidades da Paraíba.

### 4 SOFTWARE ISO-P

A origem do nome do programa remete a isozonas (ISO) e Precipitações (P), deve-se então à metodologia das isozonas aplicada aos dados de entrada para obtenção das precipitações necessárias aos projetos.

A partir de um banco de dados padrão e escolha de alguns parâmetros predefinidos, o software ISO-P retorna a chuva de projeto calculada com base no método das Isozonas.

Possui interface gráfica simplificada e intuitiva, com botões, descrições e interações que rapidamente são familiarizadas pelo usuário.

O número de eventos atribuídos é reduzido, não possuindo botões para acionamento do cálculo, sendo este realizado automaticamente a cada parâmetro alterado.

Não se faz necessário a inserção de valores, pois estes já estão predefinidos pelo software, de forma que os eventos necessários ao programa se resumem a interações com o mouse.

#### 4.1 Benefícios

### 4.1.1 Eficiência

O software executa o processamento com agilidade, os resultados são obtidos em intervalo de segundos.

### 4.1.2 Interação

Possui descrições explicativas, além de mensagens que orientam o usuário em caso de dificuldade no entendimento.

### 4.1.3 Aplicabilidade do software

Na elaboração de projetos envolvendo drenagem pluvial e em outras obras hidráulicas, onde é necessário se obter as intensidades de projeto.

O banco de dados suportado pelo ISO-P é obtido a partir de um órgão nacional (ANA – Agência Nacional de Águas). O programa pode analisar qualquer localidade do Brasil contemplada por este órgão, tendo em vista que o formato do banco de dados é padrão para todo o país.

### 4.1.4 Minimização de erros

Por ser não ser permitida ao usuário a inserção de dados pelo teclado, é inexistente a possibilidade de falhas relacionadas a valores incompatíveis.

O programa não permite trabalhar com tempos de duração menores que 1 hora quando o período de retorno for superior a 100 anos, devido ao fato de que não havia na tabela de coeficientes do método das isozonas a relação entre valores de chuva de 24 horas e 6 min para esta situação.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para distribuir melhor os resultados da intensidade de chuva intensa no Estado da Paraíba, adotou-se a escolha das cidades por regiões, abrangendo do sertão ao litoral. Foram considerados os municípios de Cajazeiras, Sousa (onde encontra-se a estação de São Gonçalo), Patos, Monteiro, Campina Grande e João Pessoa. Nas cidades de João Pessoa e São Gonçalo, por estarem na lista das cidades com suas respectivas chuvas intensas na NBR 10844, comparou-se estes com os resultados obtidos no ISO-P.

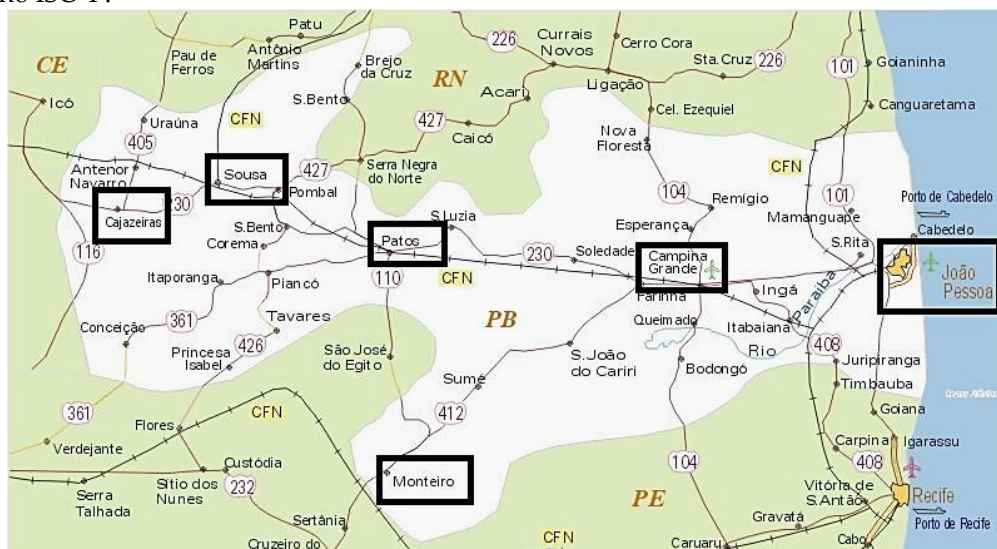


Figura 3: Cidades que foram calculadas as chuvas intensas.

Fonte: <http://www.mapas-brasil.com/paraiba.htm>



Os dados das séries anuais de chuvas em cada município foram retirados da página eletrônica da ANA. .

Como visto na tabela 2, o ISO-P (programado utilizando o método das Isozonas) não calcula as chuvas intensas para o período de retorno de 1 ano, contudo, este não fará falta para o estudo das instalações prediais, escopo deste trabalho, posto que este período de retorno é indicado para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados.

Tabela 2 – Resultados das chuvas intensas para algumas cidades da Paraíba

| Local       | Intensidade pluviométrica (mm/h) |                 |                     |                 |                     |                 |
|-------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
|             | Período de retorno (anos)        |                 |                     |                 |                     |                 |
|             | 1                                |                 | 5                   |                 | 25                  |                 |
|             | Método dos momentos              | Verossimilhança | Método dos momentos | Verossimilhança | Método dos momentos | Verossimilhança |
| João Pessoa | -                                | -               | 136,53              | 144,39          | 189,99              | 208,41          |
| São Gonçalo | -                                | -               | 183,51              | 189,27          | 250,93              | 264,19          |
| Campina     | -                                | -               | 80,35               | 80,95           | 132,32              | 133,89          |
| Cajazeiras  | -                                | -               | 176,25              | 193,78          | 253,97              | 293,82          |
| Patos       | -                                | -               | 126,82              | 128,27          | 215,73              | 220,36          |
| Monteiro    | -                                | -               | 131,95              | 128,85          | 217,39              | 209,75          |

Como visto na tabela 3, para o período de retorno de 5 anos, não houve uma diferença muito significativa (comparando os dados obtidos no ISO-P e os dados da NBR 10844/89) para o município de João Pessoa, contudo para São Gonçalo verifica-se uma diferença expressiva. Essa diferença pode ser explicada por dois fatores: atualização da série histórica e duração da chuva. Quanto à série histórica, na sua atualização pode ter incluído algum evento climático que ocasionou essa mudança no cálculo da chuva intensa; quanto à duração da chuva, o método da isozonas considera a duração mínima de 6 min, diferente da duração considerada pela NBR 10844/89, que é de 5 min.

Tabela 3 – Comparação entre resultados do ISO-P e NBR 10844/89

| Local          | Intensidade pluviométrica (mm/h) |        |        |        |              |          |
|----------------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------------|----------|
|                | Período de retorno (anos)        |        |        |        |              |          |
|                | Método da Isozonas               |        |        |        | NBR 10844/89 |          |
|                | 5                                |        | 25     |        | 5            | 25       |
|                | *                                | **     | *      | **     |              |          |
| João Pessoa/PB | 136,53                           | 144,39 | 189,99 | 208,41 | 140          | 163 (23) |
| São Gonçalo/PB | 183,51                           | 189,27 | 250,93 | 264,19 | 124          | 152 (15) |

\* Obtido pelo método dos Momentos

\*\* Obtido pelo método da Verossimilhança

## 6 CONCLUSÃO

No caso das instalações prediais de águas pluviais é notável a necessidade da busca de dados atualizados a serem utilizados nos projetos, pois a norma vigente (NBR 10844) encontra-se

desatualizada, trazendo valores de chuvas intensas que podem não mais caracterizar a localidade correspondente.

Com a ajuda do software ISO-P o processo de obtenção das chuvas intensas para algumas cidades paraibanas foi otimizado. Sendo assim, poderia ser realizado o trabalho para todos os estados brasileiros, auxiliando os profissionais dessas regiões que necessitam de dados que expressem melhor a realidade das chuvas na localidade dos seus projetos.

Ressalta-se que esses valores obtidos não se limitam ao uso de dimensionamento de calhas de instalações prediais, podem ser utilizados em outras aplicação que necessite do valor da chuva intensa para os períodos de retorno de 5 e 25 anos, com duração da chuva de 6 min (características do método das isozonas).

Por fim, enfatiza-se o viés prático dado a este trabalho, apresentando aos colegas de trabalho, engenheiros, um método eficaz de aumentar a segurança das obras hidráulicas projetadas.

## Referências

- CAMURÇA, P. J.. Cálculo da precipitação média de forma automática pelo método de Thiessen e avaliação da precipitação na bacia do Jaguaribe. Fortaleza, 2011. Monografia (Licenciatura em física) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia.
- GENOVEZ, A. M., ZUFFO, A. C.. CHUVAS INTENSAS NO ESTADO DE SÃO PAULO: ESTUDOS EXISTENTES E ANÁLISE COMPARATIVA. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol 5, n.3. p. 45-58 . Jul./Set. 2000
- LANNA A. E. L.. Elementos de Estatística e Probabilidade. In TUCCI: Hidrologia: Ciência e Aplicação. 2ª Ed.. Porto Alegre: Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 1993.
- NUNES, F. G.; FIORI, A. P.. A utilização do método de Vem Tem Chow – Soil Conservation Service (SCS) na estimativa da vazão máxima da bacia hidrográfica do Rio Atuba. Revista eletrônica Geografar, V. 2, N. 2, p. 139-155. Curitiba, 2007.
- OLIVEIRA, E. Elaboração de software para aplicação do método das Isozonas. João Pessoa, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal da Paraíba.
- SOBRINHO, V. F. Aplicação do Método das Isozonas na Obtenção das Equações IDF de Chuvas Intensas dos Municípios de Juazeiro do Norte, Barbalha e Crato – CE. Fortaleza, 2011. Dissertação de Mestrado (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará (UFC).
- TORRICO, J. J. T. Práticas hidrológicas. Rio de Janeiro, TRANSCON, 1974.
- TUCCI, C.E.M. (Org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação, 3ª Ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2003.
- VIOLA, H.. Gestão de águas pluviais em áreas urbanas – o estudo de caso da cidade do samba. Rio de Janeiro, 2008. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético (UFRJ).