



## IV-051 - CARACTERIZAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE DUAS SUB-BACIAS LOCALIZADAS NO ESTADO DO TOCANTINS

**Thaiana Brunes Feitosa<sup>(1)</sup>**

Bolsista do CNPq<sup>1</sup>, graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO-Brasil.

**Caroline Iost<sup>(2)</sup>**

MSc e doutoranda em Eng. Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, professora e pesquisadora do Núcleo Estadual de Meteorologia e Recurso Hídricos da Fundação Universidade do Tocantins Palmas, TO-Brasil.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** 212 Norte, Alameda 01, Lote 21- Palmas - TO- CEP: 77006-318 - Brasil - Tel: (63) 8462-0424 - e-mail: thaianabrunes@gmail.com.br.

### RESUMO

O desenvolvimento social e econômico do Estado do Tocantins depende, entre outros fatores, do aproveitamento hidrelétrico de seus rios, da produção agrícola, do turismo, da pesca e da navegação, atividades que, todas elas, de alguma forma estão relacionadas aos processos erosivos. O conhecimento da distribuição e variação da precipitação é imprescindível para estudos hidrológicos. O presente trabalho teve como objetivo calcular a precipitação média, através do Método de Thiessen, de um ano hidrológico de duas sub-bacias afluentes do rio Tocantins. A precipitação média total do período em estudo foi de 1.552,31 mm para a sub-bacia do rio Manoel Alves Grande e 1.595,99 mm na sub-bacia do rio Manoel Alves Pequeno. A precipitação média total anual determinada para as duas sub-bacias foram comparadas com as médias anuais de uma série de registros pluviométricos de cinco anos, compreendido entre Setembro de 2005 a Agosto de 2010, das estações influentes. Observou-se que a precipitação média da sub-bacia do rio Manoel Alves Grande, 1.552,31 mm, ficou muito aproximada da precipitação média calculada para os postos vizinhos, que totalizou 1.605,6 mm. O mesmo comportamento foi observado para a sub-bacia do rio Manoel Alves Pequeno, onde a precipitação média de 1.595,99 mm está bastante aproximada da média encontrada nos demais postos analisados, 1.570,65. Ambas as sub-bacias apresentam precipitação anual muito similar, porém a sub-bacia do rio Manoel Alves Pequeno possui uma área incremental consideravelmente menor, estando assim, mais suscetível a eventos críticos hidrológicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Precipitação média, Sub-bacias, Monitoramento.

### INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais de maior importância, sendo imprescindível para garantir a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico e social da população, além de ser componente da paisagem e do meio ambiente (ANDRADE *et al.*, 2008). No Brasil, nos últimos anos, foram estruturadas instituições, promulgadas leis e decretos, implementados diversos instrumentos e princípios que fortaleceram a administração das águas brasileiras (ANDRADE *et al.*, 2008).

Atualmente a gestão de recursos hídricos conta com uma legislação destinada a torná-la participativa, compartilhada e descentralizada onde os representantes de diversos segmentos sociais usuários de água são os atores desse processo. No Brasil, de acordo com a Lei Federal 9.433/97, a bacia hidrográfica é a unidade de implementação de gestão de recursos hídricos (ANDRADE *et al.*, 2008).

Na América do Sul estão inseridos alguns dos maiores rios do mundo. A bacia do Rio Tocantins, com uma área de drenagem de 777.308 km<sup>2</sup>, é a quarta maior bacia fluvial do continente, depois das bacias do Amazonas, Orinoco e Paraná (LATRUBESSE; STEVAUX, 2006).

O desenvolvimento social e econômico do Estado do Tocantins depende, entre outros fatores, do aproveitamento hidrelétrico de seus rios, da produção agrícola, do turismo, da pesca e da navegação, atividades



que, todas elas, de alguma forma estão relacionadas aos processos erosivos (Feitosa & Iost, 2011), sendo a precipitação um dos fatores mais importante na formação de processos erosivos numa bacia hidrográfica.

Segundo Tucci (2001), o fenômeno da precipitação é o elemento alimentador da fase terrestre do ciclo hidrológico e constitui, portanto fator importante para os processos de escoamento superficial direto, infiltração, evaporação, transpiração, recarga de aquíferos, vazão básica dos rios e outros.

A precipitação varia temporal e espacialmente. O conhecimento da distribuição e variação da precipitação, tanto no tempo como no espaço, é imprescindível para estudos hidrológicos. Para calcular a precipitação média de uma superfície qualquer, é necessário utilizar as observações dos postos dentro dessa superfície e nas suas vizinhanças (PEDRAZZI, 1999). Um dos métodos mais utilizado para o cálculo da precipitação média é o Método de Thiessen.

Este método consiste em estimar a precipitação média em uma região ou uma bacia hidrográfica, a partir da ponderação das médias dos valores precipitados em cada estação pluviométrica, associados a um fator de peso atribuído segundo a proporcionalidade das áreas de influência que cada uma define. As linhas que delimitam estas áreas constituem os polígonos de Thiessen. A precipitação média é então calculada pela média ponderada entre as médias das precipitações de cada estação e os pesos a elas atribuídos, os quais seriam as suas áreas de influência.

O método dos polígonos de Thiessen é indicado quando não há distribuição uniforme dos postos pluviométricos dentro da bacia hidrografia, sendo considerados os postos inseridos na bacia e no seu entorno. Embora leve em conta a desuniformidade na distribuição espacial das estações, pode ser inviabilizado em algumas situações por não considerar a influência do relevo, para que os resultados sejam bons os terrenos deverão ser levemente acidentados e as distâncias entre os pluviômetros pouco extensas (TUCCI, 2001).

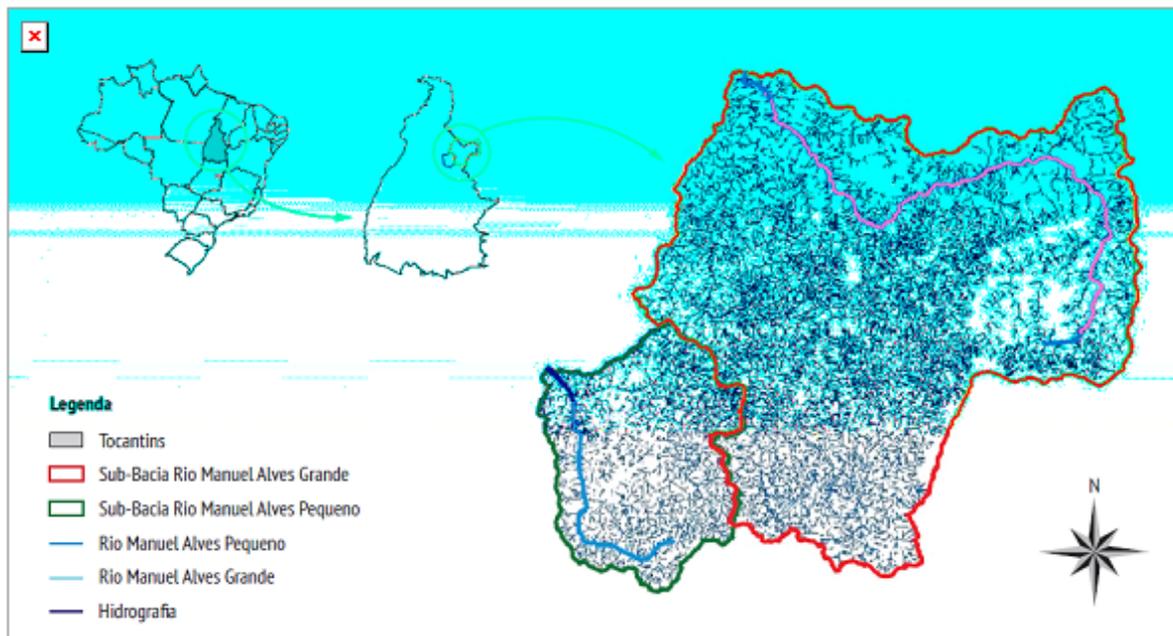
O presente trabalho teve como objetivo calcular a precipitação média de um ano hidrológico de duas sub-bacias afluentes do rio Tocantins.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO**

A área em estudo refere-se às sub-bacias dos rios Manoel Alves Grande e Manoel Alves Pequeno, ambos afluentes da margem direita do rio Tocantins, figura 1. As áreas adotadas para o estudo compreendem as áreas incrementais a partir das estações de monitoramento hidrossedimentométrico localizadas nos rios principais. Segundo Feitosa & Iost (2011) a sub-bacia do rio Manoel Alves Grande possui uma área incremental de 10.157,67 km<sup>2</sup> e a sub-bacia do rio Manoel Alves Pequeno a área incremental é igual a 2.499,84 km<sup>2</sup>.

O período de estudo é compreendido entre Setembro de 2009 e Agosto de 2010, correspondente a um ano hidrológico no Estado do Tocantins.



**Figura 1: Localização das sub-bacias dos rios Manoel Alves Grande e Manoel Alves Pequeno (Fonte: Feitosa & Iost, 2011)**

## PRECIPITAÇÃO

Através do site da Agência Nacional de Águas - ANA identificou-se as estações pluviométricas que funcionam nas sub-bacias e áreas próximas e obtiveram-se os dados pluviométricos do período em estudo, submetendo-os a análise de consistência.

Com o auxílio do software AutoCAD utilizou-se as bases cartográficas digitais em formato vetorial shapefile (.shp) para aplicação do Método de Thiessen. Determinaram-se as áreas de influência de cada posto pluviométrico localizados dentro e no entorno das sub-bacias. As precipitações médias mensais para cada sub-bacia foram calculadas pela equação 1.

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} A_i \cdot P_i}{A} \quad \text{equação (1)}$$

Em que:

P é a precipitação média na sub-bacia (mm);

P<sub>i</sub> é a precipitação no posto i (mm);

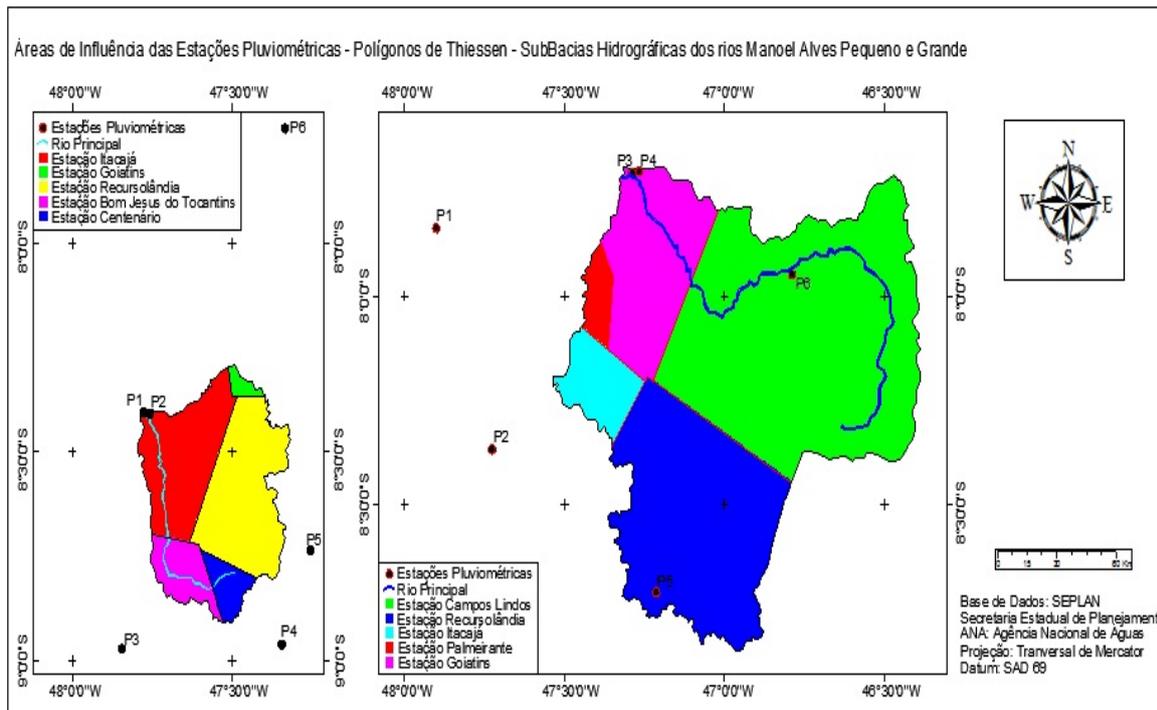
A<sub>i</sub> é a área do respectivo polígono, dentro da bacia (km<sup>2</sup>);

A é a área incremental da sub-bacia (km<sup>2</sup>).

Para verificação da normalidade dos dados neste período de estudo, comparou-se a precipitação média calculada com a precipitação média anual de uma série de cinco anos de dados referentes aos postos pluviométricos localizados dentro e no entorno das sub-bacias em estudo.

## RESULTADOS

A figura 2 apresenta as áreas de influência dos postos pluviométricos localizados em ambas às sub-bacias.



**Figura 2 – Mapa das áreas de influência das Estações Pluviométricas das sub-bacias dos rios Manoel Alves Grande e Manoel Alves Pequeno**

Observa-se na figura 2 que coincidentemente identificaram-se cinco postos pluviométricos para cada sub-bacia em estudo. Na sub-bacia do rio Manoel Alves Grande as estações de monitoramento utilizadas foram Campos Lindos, Recursolândia, Itacajá, Palmeirante e Goiatins. Ressalta-se que entre estas, apenas 3 estão localizadas dentro da área em estudo. O posto pluviométrico que apresentou maior área de influência na sub-bacia foi Campos Lindos, com área de 5.112,09 km<sup>2</sup>. A menor área de influência é referente à estação Palmeirante, localizada fora da sub-bacia na região Noroeste, com 204,65 km<sup>2</sup>.

Foi realizado o mesmo procedimento para a sub-bacia do rio Manoel Alves Pequeno, sendo as cinco estações pluviométricas denominadas Recursolândia, Bom Jesus do Tocantins, Itacajá, Centenário e Goiatins. As estações que apresentaram maiores áreas de influência foram Recursolândia e Itacajá, com áreas iguais a 1.109,32 km<sup>2</sup> e 945,64 km<sup>2</sup>, respectivamente. A estação Goiatins teve a menor área de influência, com apenas 36,44 km<sup>2</sup> da sub-bacia. Destaca-se que três estações utilizadas para determinação da precipitação média coincidem para as duas sub-bacias, pois as mesmas são vizinhas.

O Método de Thiessen permitiu uma visão da distribuição espacial das áreas de influências pluviométricas em cada estação, considerando-se um instrumento de análise de redes pluviométricas, que embora parta de valores medidos em cada posto, a formação dos polígonos seja totalmente geométrica não levando em conta qualquer correlação estatística entre as estações.

No entanto, embora este método leve em conta a desuniformidade na distribuição espacial das estações, pode ser inviabilizado em algumas situações por não considerar a influência do relevo, para que os resultados sejam bons os terrenos devem ser levemente acidentados. Feitosa e Iost (2011), fizeram a caracterização do relevo das áreas em estudo e constataram que o relevo predominante em ambas as áreas é plano, corroborando com esta última informação.

Apresentam-se na tabela 1 as precipitações médias obtidos para ambas as sub-bacias.

**Tabela 1 – Distribuição mensal da precipitação para as sub-bacias do rio Manoel Alves Grande e Manoel Alves Pequeno**

Meses (2009/2010)	Manoel Alves Grande		Manoel Alves Pequeno	
	(mm)	%	(mm)	%
Setembro	23,63	1,52	36,50	2,29
Outubro	120,33	7,75	112,40	7,04
Novembro	56,83	3,66	124,01	7,77
Dezembro	329,77	21,24	317,28	19,88
Janeiro	232,88	15,00	266,89	16,72
Fevereiro	117,39	7,56	192,17	12,04
Março	326,17	21,01	236,00	14,79
Abril	285,31	18,38	273,06	17,11
Maio	48,16	3,10	32,56	2,04
Junho	9,12	0,60	1,37	0,09
Julho	0,25	0,02	3,20	0,20
Agosto	2,52	0,16	0,54	0,03
Anual	1552,31	100	1595,99	100

A precipitação anual calculada para o período em estudo nas duas sub-bacias apresentou valores muito aproximados, indicando um regime de chuvas semelhante, o que se justifica pelo fato das sub-bacias estarem localizadas muito próximas uma da outra. A precipitação média total do período em estudo foi de 1.552,31 mm para a sub-bacia do rio Manoel Alves Grande e 1.595,99 mm na sub-bacia do rio Manoel Alves Pequeno.

Em ambas sub-bacias verificou-se que o início do período de estiagem ocorreu no mês de maio, com redução brusca da precipitação, permanecendo este período até o mês de setembro. As primeiras precipitações após o período de estiagem ocorreram no mês de outubro, indicando o início do período chuvoso da região, este período se estende até o mês de abril do ano seguinte. A distribuição da precipitação média durante este ano hidrológico está de acordo com o regime de chuvas da região, onde identifica-se dois períodos distintos durante o ano, denominados chuvoso e de estiagem.

A precipitação média total anual determinada para as duas sub-bacias foi comparada com a médias anuais de uma série de registros pluviométricos de cinco anos, compreendido entre Setembro de 2005 a Agosto de 2010, das estações influentes. Observou-se que a precipitação média da sub-bacia do rio Manoel Alves Grande, 1.552,31 mm, ficou muito aproximada da precipitação média calculada para os postos vizinhos, que totalizou 1.605,6 mm. O mesmo comportamento foi observado para a sub-bacia do rio Manoel Alves Pequeno, onde a precipitação média de 1.595,99 mm está bastante aproximada da média encontrada nos demais postos analisados, 1.570,65.

Ambas as sub-bacias apresentam precipitação anual muito similar, porém a sub-bacia do rio Manoel Alves Pequeno possui uma área incremental consideravelmente menor, estando assim, mais suscetível a eventos críticos hidrológicos.

## CONCLUSÕES

A aplicação do software AutoCAD mostrou-se eficaz para execução do Método de Thiessen, onde observou-se precisão nos resultados.

O Método de Thiessen permitiu uma visão da distribuição espacial das áreas de influências pluviométricas em cada estação. As características do relevo das regiões contribuíram positivamente para o resultado obtido.

A precipitação anual calculada para o período em estudo nas duas sub-bacias apresentou valores muito aproximados, indicando um regime de chuvas semelhante, o que se justifica pelo fato das sub-bacias estarem localizadas muito próximas uma da outra.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. **Agência Nacional da Águas**. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>. Acessado em 20 de Agosto de 2011.
2. ANDRADE *et al.*,. Caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do rio Manso – MT. **Geociências**, v. 27, n. 2, p. 237-248, 2008.
3. CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.
4. CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica das bacias hidrográficas**. Notícia Geomorfologia: Campinas, 1981. 35-64 p.
5. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83 p.
6. FEITOSA, Thaiana Brunes; IOST, Caroline. Influência da precipitação no transporte de sedimentos em duas bacias de diferentes dimensões. **In: IX Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos**. Anais...Brasília/DF: UNB, 2010.
7. FEITOSA, Thaiana Brunes; IOST, Caroline. Dinâmica hidrossedimentológica de duas sub-bacias hidrográficas localizadas no Estado do Tocantins **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 121-129, abr./jun. 2011.
8. LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C. Características físico- -bióticas e problemas ambientais associados à planície aluvial do rio Araguaia. **Revista UnG – Geociências**, v. 5, p. 65-73, 2006.
9. PEDRAZZI, J.A. **FACENS – Hidrologia Aplicada**. Disponível em: <<http://www.facens.br/site/alunos/download/hidrologia>>. Acesso em out. 2011.
10. TUCCI, E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. 2001.