



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS**

# **RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

**Professor Orientador:**

**CARLOS DE OLIVEIRA GALVÃO**

**Aluna:**

**POLIANA TAMARA BRAGA RIBEIRO**



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>- INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>- A INSTITUIÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>- TECNOLOGIA SELECIONADA</b> .....	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>- PROCEDIMENTO DE IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA</b> .....	<b>5</b>
4.1	- SOFTWARE .....	5
4.2	- EQUAÇÃO DO MODELO .....	6
4.3	- ROTINA OPERACIONAL .....	7
<b>5</b>	<b>- ATIVIDADES REALIZADAS</b> .....	<b>9</b>
5.1	- CONHECIMENTO DA INSTITUIÇÃO .....	9
5.2	- SOLUÇÕES ENCONTRADAS .....	10
5.3	- CONSTRUÇÃO DE UM MANUAL .....	10
5.4	- APRESENTAÇÃO DEFINITIVA DO MODELO AO LABORATÓRIO ...	10
<b>6</b>	<b>- CONCLUSÃO</b> .....	<b>11</b>

## **1 – INTRODUÇÃO**

O referente estágio foi realizado no período de 05 de maio a 29 de agosto de 2003, numa carga horária de 20 h/semana, e teve como objetivo facilitar a implantação de tecnologias de integração Meteorologia – Recursos Hídricos desenvolvidos na Universidade Federal de Campina Grande no Departamento de Engenharia Civil na Área de Recursos Hídricos. Os principais usuários dessas tecnologias são os Centros Estaduais de Meteorologia e Recursos Hídricos, assim o órgão escolhido para implantação do modelo tecnológico é o LMRS/PB – Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba. Através de um acordo UFCG – LMRS/PB com cooperação para transferência dessas tecnologias, envolvendo participação de estudantes no processo, o presente trabalho tem como objetivo implantar no laboratório, para que faça parte de sua rotina, um modelo tecnológico que dispõe de uma equação para cálculo de previsão de vazão sazonal das bacias que se encontram na região dos rios Piranhas – Açu – Apodi. Através desta implantação será possível a previsão sazonal do valor do volume (vazão) de algumas sub-bacias monitoradas pelo laboratório.

## 2 – A INSTITUIÇÃO

O LMRS-PB é um órgão conveniado entre o **Governo do Estado da Paraíba** (através da Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais - SEMARH), a **Universidade Federal de Campina Grande - UFCG** (através do Centro de Ciências e Tecnologia - CCT) e o **Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT** (através do Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE), com o objetivo de monitorar o tempo, clima, recursos hídricos e recursos naturais do estado da Paraíba, realizar previsões e desenvolver aplicações nestas áreas.

O LMRS-PB é o núcleo da Paraíba no Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos - PMTCRH, do MCT, e está localizado na cidade de Campina Grande - PB, no interior do Campus da UFCG, no Centro de Ciências e Tecnologia.

O laboratório é dividido entre os seguintes setores: Meteorologia, Recursos Hídricos, Sensoriamento Remoto e Informática. Atualmente está sendo implantado o setor de Geoprocessamento.

As principais rotinas operacionais são:

➤ Meteorologia:

São 235 postos pluviométricos, distanciados num raio de 10 km, monitorados pelo Laboratório, onde foram implantados pluviômetros que captam a água da chuva num período de 24 horas, obtendo o valor diário da precipitação pontual.

O setor de Meteorologia, através do acesso de um site, dispõe da visualização (imagem) da atmosfera terrestre diariamente, via satélite. Fazendo, através deste, a análise climática do estado da Paraíba, assim como, a previsão do tempo diariamente.

O setor tem também como rotina diária à atualização do site do laboratório, onde dispõem da previsão do tempo, dados de chuvas diárias, mensais e anuais, climatologia e os postos pluviométricos em atividade do estado da Paraíba.

➤ Recursos Hídricos:

São monitorados 119 açudes públicos do estado, onde são analisados os volumes armazenados nos açudes por sub - bacias.

O setor de Recursos Hídricos realiza o monitoramento diário dos 8 (oito) principais açudes públicos do estado, através da coleta do valor do nível d'água, que é inserida numa planilha do Excel<sup>®</sup> Cota – Área – Volume, de onde se tem o valor da área (espelho d'água) e do volume do açude. Com esses valores o laboratório informa aos jornais do estado e atualiza a sua página da Internet.

➤ Computação:

O setor de computação acompanha todas as atividades que precisam de sistemas computacionais e são responsáveis pela implantação dos dados coletados em um banco de dados.



## 4 – PROCEDIMENTO DE IMPLANTAÇÃO DA TECNOLOGIA

### 4.1 – SOFTWARE

Para a implantação do modelo no laboratório, foram necessários dois softwares: o MapInfo® e o Excel®.

A bacia da região Piranhas - Açú – Apodi, com toda sua drenagem foi inserida no programa MapInfo®. Neste programa pode fazer a delimitação da sub-bacia, na qual se deseja fazer a previsão, e verificar qual é o seu rio principal. Após a delimitação da bacia, pode-se calcular a sua área e o comprimento do rio principal.

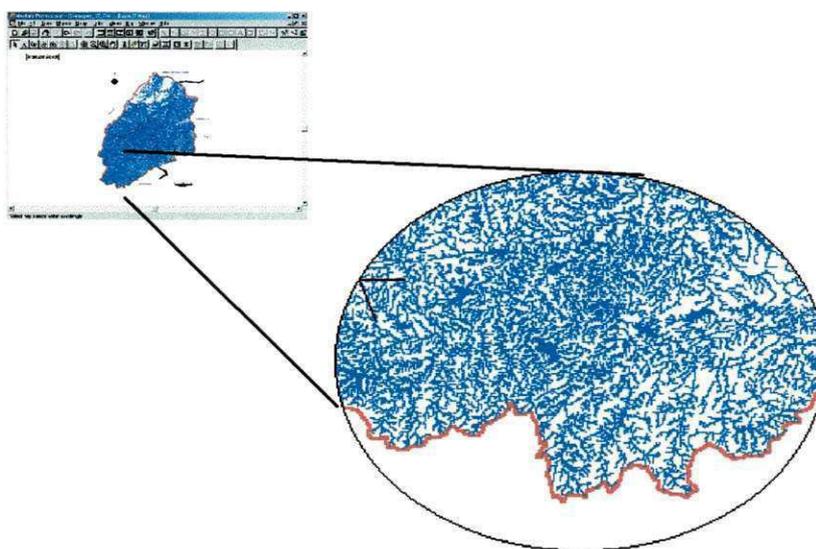


Figura 2 – mapa com a drenagem no programa MapInfo®

No programa Excel® foi disposta à equação do modelo tecnológico, através da implantação dos dados das variáveis independentes se tem o valor da variável dependente (previsão da vazão sazonal).

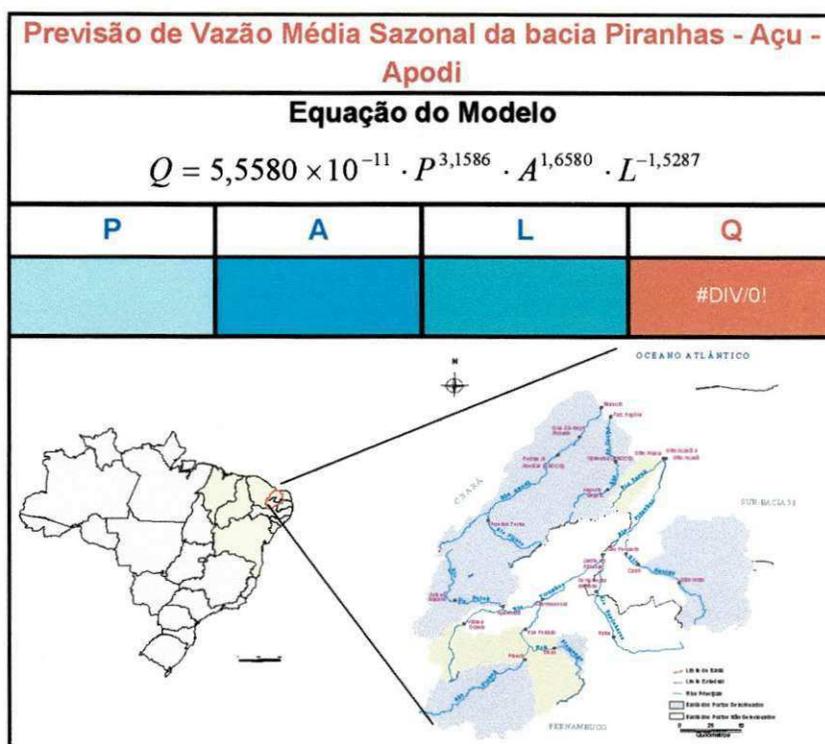


Figura 3 - equação aplicada no programa Excel®

#### 4.2 – EQUAÇÃO DO MODELO

A equação do modelo desenvolvido neste estudo apresenta um conjunto de variáveis independentes que melhor representa o comportamento hidrológico da região homogênea, ou seja, representa a variável dependente, que neste caso é a vazão Q. Sendo as variáveis independentes: a previsão de precipitação (P), área da bacia em estudo (A) e comprimento do rio principal (L). A equação é escrita da seguinte forma:

$$Q = a \cdot P^b \cdot A^c \cdot L^d$$

No qual, para a região em estudo tem-se a seguinte equação:

$$Q = 5,5580 \times 10^{-11} \cdot P^{3,1586} \cdot A^{1,6580} \cdot L^{-1,5287}$$

#### 4.3 – ROTINA OPERACIONAL

Com o modelo implantado, o laboratório poderá fazer a previsão de volume sazonal escoado numa determinada sub-bacia, em que se encontra na região das bacias hidrográficas dos rios Piranhas - Açu – Apodi, através da seguinte rotina de processo de operação:

1. O setor de Meteorologia fará a previsão de precipitação sazonal da sub-bacia em que se deseja fazer a previsão de vazão ou volume.
2. O setor de Recursos Hídricos, através do programa MapInfo, fará a delimitação da bacia e a verificação do rio principal. Ainda com o software MapInfo fará o cálculo da área da bacia e do comprimento do rio principal.
3. Após feita a delimitação e o reconhecimento do comprimento do rio principal e da área da bacia, o setor de RH dispõe os valores no banco de dados, para que futuramente não se precise repetir os processos 1 e 2, para a mesma sub-bacia.
4. Com as três variáveis independentes da equação, o setor de RH, aplicará as variáveis à equação do modelo, através da disposição do programa Excel.
5. Com o valor da vazão sazonal, se tem o valor do volume previsto através de sua multiplicação pelo tempo (segundos) do período chuvoso.

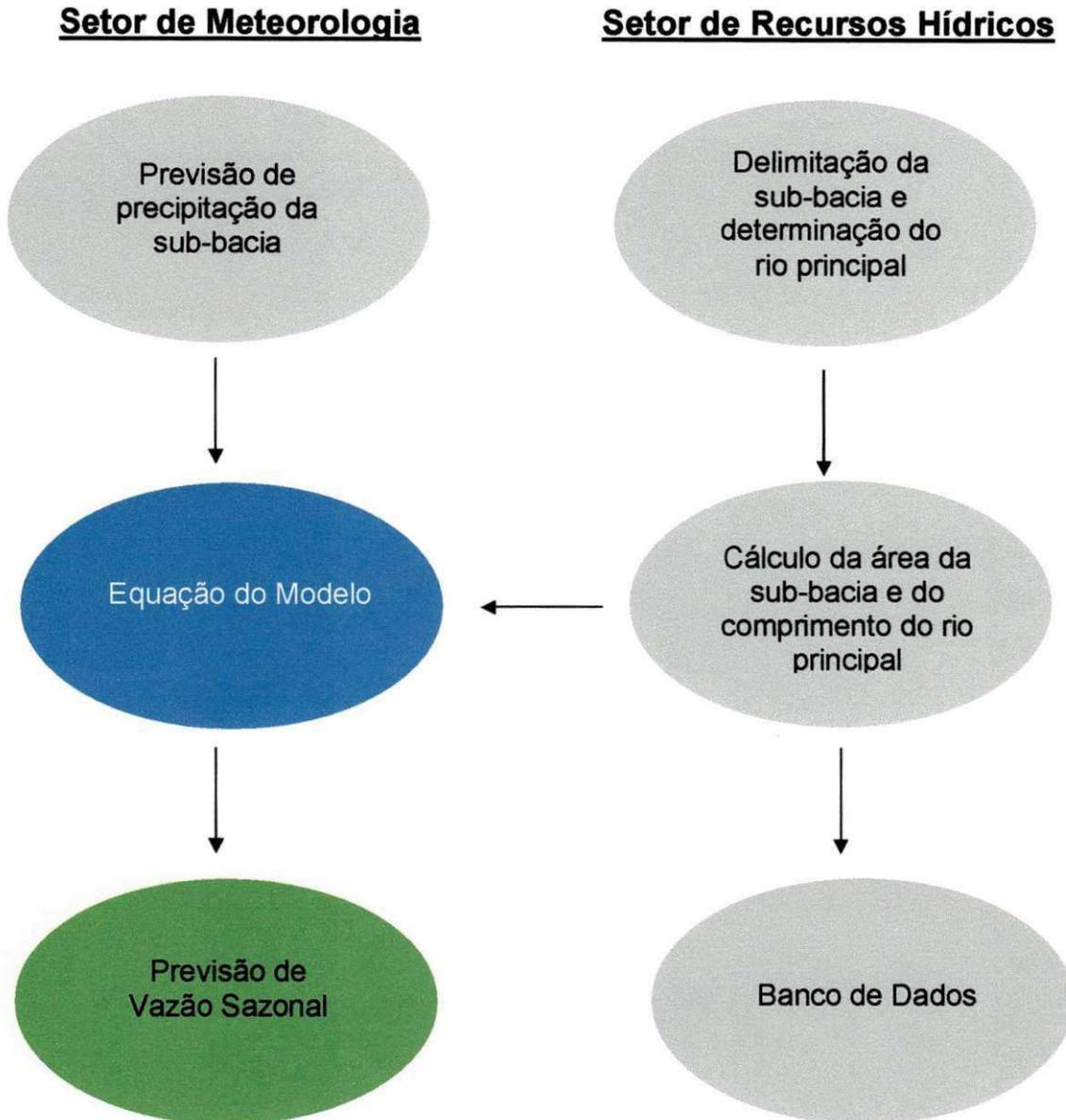


Figura 4 - Fluxograma de aplicação do Modelo Tecnológico

## **5 – ATIVIDADES REALIZADAS**

### **5.1 – CONHECIMENTO DA INSTITUIÇÃO**

O estágio presente foi iniciado com a integração da aluna nas atividades do laboratório, na intenção de conhecer os objetivos da instituição, saber como irá contribuir o modelo aplicado em suas atividades e , principalmente, observar a rotina de atividades do laboratório para que o modelo seja implantado da melhor forma possível sem que haja uma grande mudança na rotina.

Primeiramente, foi analisada a rotina do setor de recursos hídricos, onde foi constatado que este não dispõe de uma tecnologia em que se tenha dados futuros de armazenamento dos açudes por ele monitorados. Este volume é calculado diariamente nos principais açudes do estado. Sendo assim, constatou-se que o modelo de previsão de vazão sazonal terá grande importância para o setor para que se tenha o volume armazenado nos açudes do estado em períodos no ano de interesse para o estado.

Outra questão observada no setor que dificultaria a aplicação do modelo em sua rotina, é o fato de que não é realizada dentro de suas atividades, a delimitação de sub-bacias, para que se tenha, assim, a sua área e o comprimento de seu rio principal.

Foi analisado, também, o setor de meteorologia, onde foi constatado que o setor não realiza a previsão de precipitação do estado com valores de unidade. A previsão é dada por valores percentuais acima ou abaixo da média, o que dificultaria a implantação do modelo, pois este necessita da previsão de precipitação da sub-bacia em valores absolutos (mm).

Por último, foi analisado o setor de computação, onde observou-se que o setor ainda não dispõe de um banco de dados digital com o valores de precipitação coletados pelo laboratório. Dificultando, assim, para o cálculo da previsão de precipitação sazonal das sub-bacias do estado.

## 5.2 – SOLUÇÕES ENCONTRADAS

Diante das dificuldades encontradas para implantação do modelo, foram sugeridas as seguintes soluções:

1. O setor de recursos hídricos irá dispor um funcionário para a realizar as delimitações das sub-bacias monitoradas pelo laboratório, dispondo os valores em um banco de dados digital.

2. O setor de meteorologia irá dispor um funcionário para realizar a previsão de precipitação através de dados antigos (últimos 10,15 ou 20 anos) armazenados no laboratório. Fazendo uma média dos valores dos postos pluviométricos situados dentro da sub-bacia, no período ao qual se deseja fazer a previsão de vazão.

3. O setor de computação, após a conclusão da construção do banco de dados, irá dispor para o setor de meteorologia para facilitar o cálculo da média dos valores armazenados.

## 5.3 – CONSTRUÇÃO DE UM MANUAL

Foi elaborado, pela estagiária, um manual com todos os passos para se realizar a previsão do volume armazenado na sub-bacia. Este manual dispõe de imagens dos programas (softwares) utilizados e exemplos práticos para facilitar o entendimento de aplicação do modelo.

O manual elaborado está anexado a este relatório.

## 5.4 – APRESENTAÇÃO DEFINITIVA DO MODELO AO LABORATÓRIO

Após todas as etapas descritas acima, a estagiária mostrou aos funcionários dos três setores a utilidade do modelo tecnológico ao laboratório e descreveu passo a passo como utilizá-lo. Apresentando a eles as soluções encontradas para a sua implantação no laboratório.

Foi entregue aos funcionários o manual de aplicação do modelo para que seja disposto a todos os funcionários do laboratório.

## **6 – CONCLUSÃO**

Conclui-se, assim, que o modelo tecnológico para estimativa de vazões médias sazonais em bacias sem dados hidrométricos implantado ao LMRS/PB – Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba vem a somar para a sua importância junto ao Estado nas suas atividades. Possibilitando a realização da previsão do volume armazenado nos açudes da região, monitorados pelo laboratório.

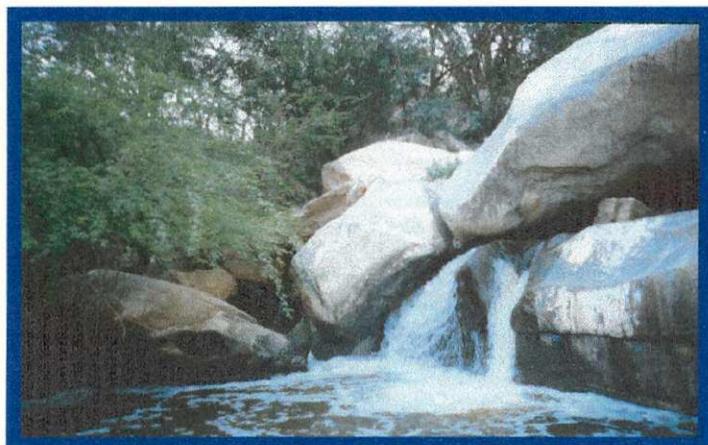
# **ANEXO**

**Área de Engenharia de Recursos Hídricos**

Departamento de Engenharia Civil  
Centro de Ciências e Tecnologia  
Universidade Federal de Campina Grande  
Campina Grande - Paraíba



## MANUAL DE ESTIMATIVA DE VAZÃO MÉDIA SAZONAL



**Elaboradora:**

**Poliana Tamara Braga Ribeiro – estagiária**

**Orientador:**

**Prof. Carlos de Oliveira Galvão**



## ÍNDICE

1.0 – DESCRIÇÃO	2
2.0 – EQUAÇÃO PARA REGIÃO	3
3.0 – APLICAÇÃO DO MODELO	5
4.0 – SOFTWARE DE GEOPROCESSAMENTO	6
4.1 - DELIMITAÇÃO DA SUB-BACIA	6
4.2 - DETERMINAÇÃO DO RIO PRINCIPAL	8
4.3 - CÁLCULO DA ÁREA DA SUB-BACIA	9
5.0 – Excel	10
6.0 – VOLUME SAZONAL ESTIMADO	13
7.0 – BANCO DE DADOS	13

## 1– DESCRIÇÃO

Este manual descreve os passos para a utilização de um modelo tecnológico para previsão de vazão média sazonal, que utiliza o método de regionalização para prever vazões a partir de previsões sazonais de precipitação, fazendo uso das características físicas da bacia. Tal modelo dispõe de uma equação em que as variáveis independentes são a previsão de precipitação acumulada na estação chuvosa do ano ("precipitação sazonal"), área da bacia e comprimento do rio principal.

As extrações das características físicas da bacia pode ser feitas em meio digital através de software de geoprocessamento, MapInfo, ArcView, etc., em que se tenha a drenagem e as curvas de nível da bacia, ou através da utilização de cartas de drenagem, fornecidas pela SUDENE.

Através da utilização do modelo de aplicação para a previsão de vazão sazonal escoado numa determinada sub-bacia, pode-se ter o valor previsto médio do volume escoado no período chuvoso na região ao qual se fez o estudo.

Para maior facilidade de entendimento deste manual temos como exemplo, onde foi aplicado o modelo, a região formada pelas bacias hidrográficas dos rios Apodi (rio estadual) e Piranhas-Açu (rio federal); cujos principais municípios desta bacia são Mossoró, Açu e Caicó, localizados no Estado do Rio Grande do Norte, e Patos, Sousa e Cajazeiras, no Estado da Paraíba.



Figura 1 - região da bacia Piranhas-Açu-Apodi

## 2 – A EQUAÇÃO PARA A REGIÃO

O modelo desenvolvido neste estudo apresenta um conjunto de variáveis independentes que melhor representa o comportamento hidrológico da região homogênea, ou seja, representa a variável dependente, que neste caso é a vazão  $Q$ . Este é escrito da seguinte forma:

$$Q = a \cdot P^b \cdot A^c \cdot L^d$$

Onde  $a$ ,  $b$  e  $c$  são os parâmetros encontrados na análise das estimativas, respectivamente: a exponencial do valor da estimativa correspondente ao coeficiente linear; a estimativa correspondente ao valor do parâmetro  $P$ ; a estimativa correspondente ao valor do parâmetro  $A$ ; e a estimativa correspondente ao valor do parâmetro  $L$ . E ainda,  $P$ ,  $A$ , e  $L$  que são respectivamente a precipitação na bacia, a área da bacia e o comprimento do rio principal desta, e  $Q$  é a variável dependente e neste caso, a vazão desejada. Ou seja, é obtida com essa relação, a vazão da bacia em função das características físicas desta e da variável meteorológica prevista, a previsão de precipitação.

Para a região da bacia Piranhas-Açu-Apodi, onde já foi feito um estudo para aplicação do modelo, a equação de previsão é:

$$Q = 5,5580 \times 10^{-11} \cdot P^{3,1586} \cdot A^{1,6580} \cdot L^{-1,5287}$$

### 3 – APLICAÇÃO DO MODELO

Para a aplicação do modelo é necessário a seguinte rotina operacional:



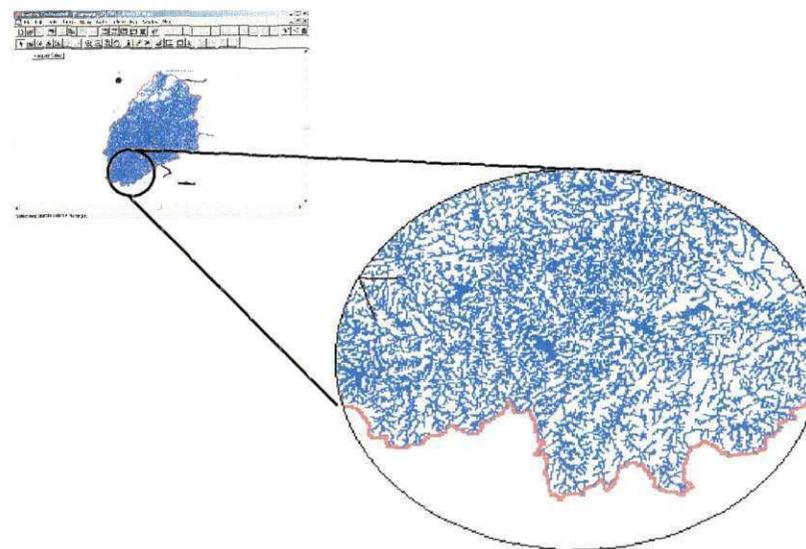
Figura 2 - Fluxograma de aplicação do Modelo Tecnológico

### 4 – SOFTWARE DE GEOPROCESSAMENTO

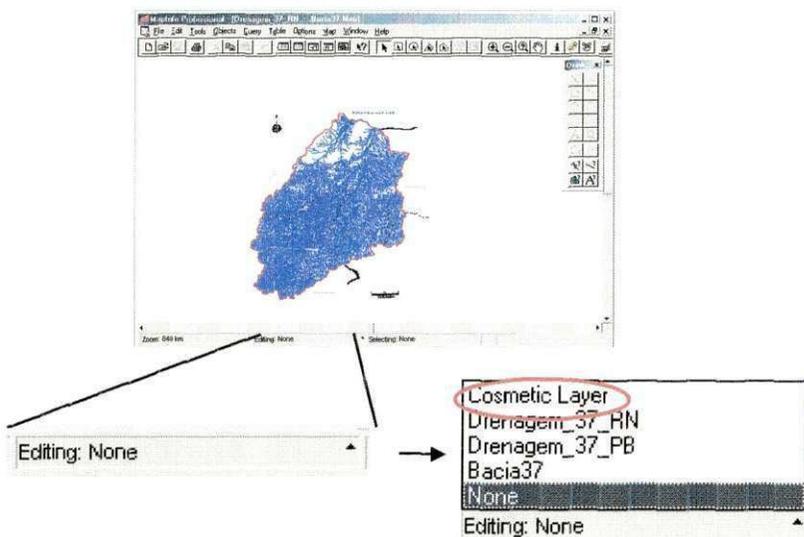
Tendo-se disponível em um programa de geoprocessamento, MapInfo, ArcView, etc., a bacia da região com toda sua drenagem e as curvas de nível da região, pode-se fazer a delimitação da sub-bacia, para a qual se deseja fazer a previsão, e verificar qual é o seu rio principal. Após a delimitação da bacia, pode-se calcular a sua área e o comprimento do rio principal.

#### 4.1 – DELIMITAÇÃO DA SUB-BACIA

Através do mapa da região com toda a sua drenagem, pode-se fazer a delimitação da sub-bacia.



Para a região do exemplo foi utilizado o programa MapInfo, de onde nossas figuras foram extraídas. Primeiramente é necessário, para que se possa criar uma nova camada, aplicar o Cosmetic Layer para criar uma região (da sub-bacia).



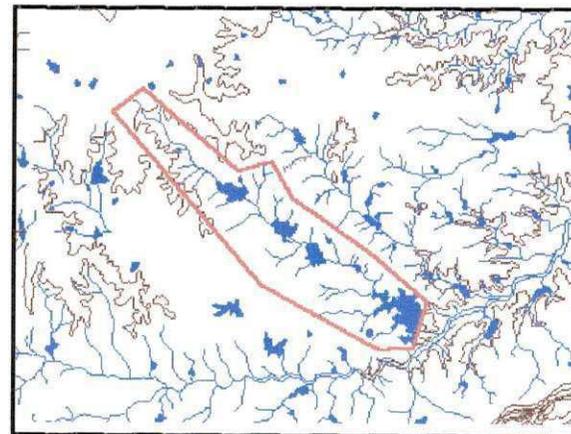
Assim, já se pode ter uma nova camada, na qual se irá encontrar a sub-bacia que se deseja fazer a previsão.

Para se fazer a delimitação da sub-bacia, é necessário se ter o conhecimento para tomar como limites posições geográficas, baseando-se na drenagem e nas curvas de nível da região.

No programa MapInfo, usa-se a ferramenta *Polygon* para determinar os limites.

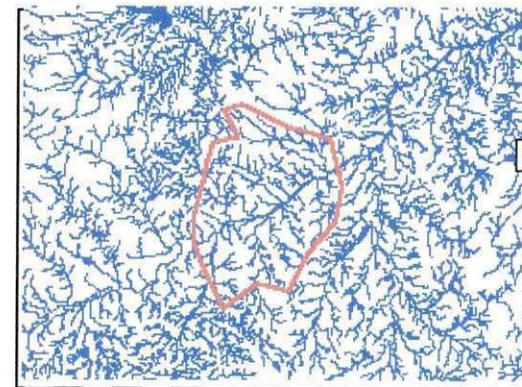


Polygon – cria um polígono.



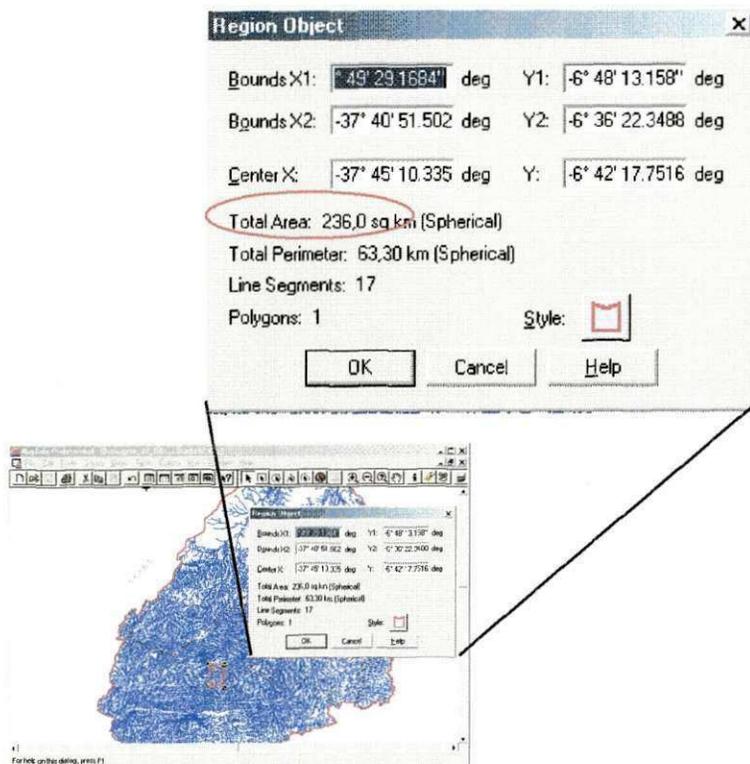
#### 4.2 – DETERMINAÇÃO DO RIO PRINCIPAL

Após a delimitação da sub-bacia, é necessário determinar o seu rio principal, para que se possa saber o seu comprimento.



### 4.3 – CÁLCULO DA ÁREA DA SUB-BACIA

Conhecida a área da sub – bacia, a qual se deseja fazer a previsão, no MapInfo basta seleciona-la e clicar duas vezes no botão esquerdo do mouse do computador.



### 5 – EXCEL®

No programa Excel® estará disposta a equação do modelo. Após a implantação dos valores das variáveis independentes se tem o valor da variável dependente (vazão média sazonal).

Faz-se necessário lembrar de verificar as unidades das variáveis independentes, para a região da bacia Piranhas – Açu – Apodi a equação do modelo foi determinada utilizando para precipitação, área e comprimento do rio principal, respectivamente, (mm), (Km<sup>2</sup>) e (Km) como unidades.

Também no Excel®, se terá um banco de dados, onde se implantarão os valores estimados das sub-bacias, para armazenamento dos dados.

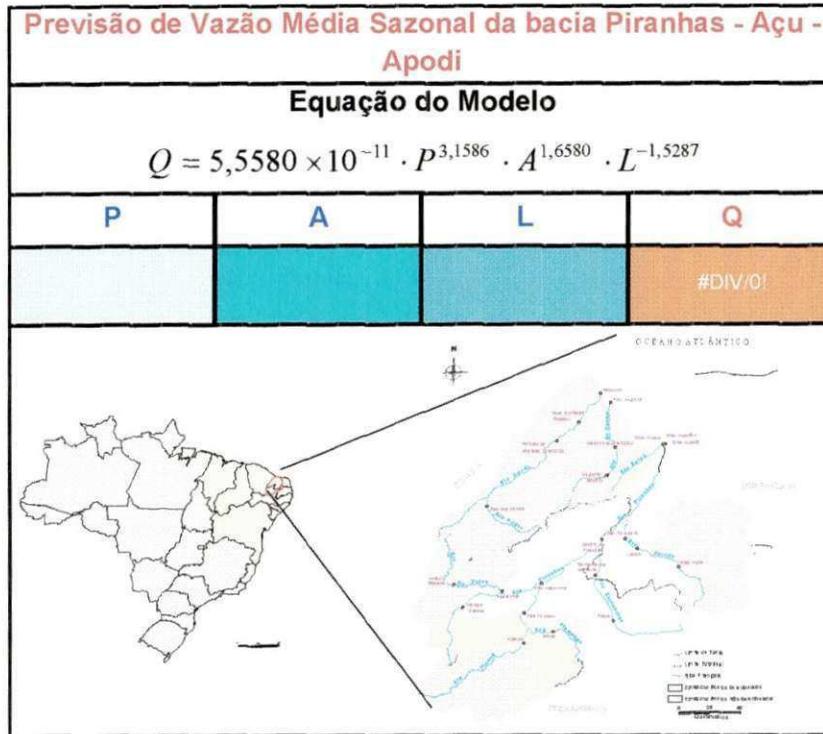
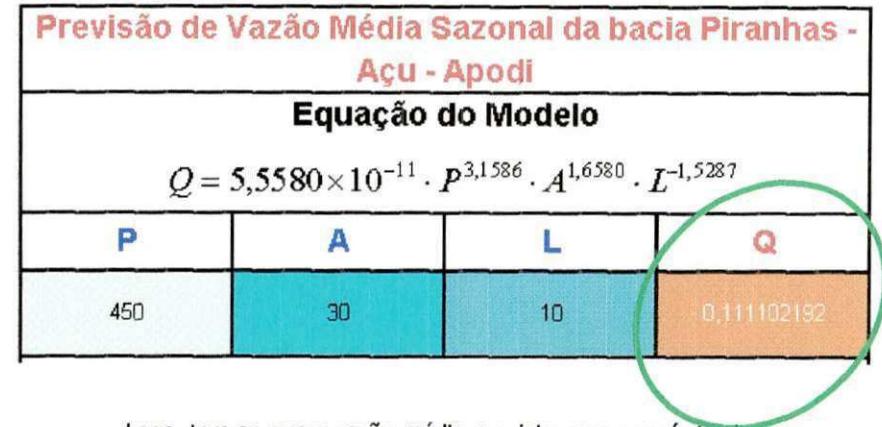


Figura 3 - equação aplicada no programa excel®

Ex:

Deseja-se fazer a previsão média sazonal de uma sub-bacia, que se encontra na região Piranhas-Açú-Apodi, na qual se sabe que está previsto uma precipitação sazonal de 450 mm, que a sua área é de 30 Km<sup>2</sup> e que o comprimento do seu rio principal é de 10 Km.



Logo, tem-se que a vazão média prevista para o período chuvoso é de 0,11 m<sup>3</sup>/s (110 litros/ s).

## **6 – VOLUME SAZONAL ESTIMADO**

Encontrada a vazão sazonal estimada para a sub – bacia, pode-se ter o volume total estimado. Sabendo-se o período sazonal da região, basta multiplicar seu valor (em segundos) pelo valor da vazão estimada, encontrada através da utilização do modelo.

Como exemplo, tendo-se encontrado, para uma determinada sub-bacia, uma vazão média prevista para o período chuvoso de 6,11 m<sup>3</sup>/s (6110 litros/ s), sendo o período chuvoso compreendido entre os meses de fevereiro e maio, tem-se que o volume total sazonal previsto para a sub-bacia é de 1140480 m<sup>3</sup>.

Vazão estimada: 6,11 m<sup>3</sup>/s;

Período sazonal: 120 dias = 10368000 segundos;

$$\begin{aligned}\text{Volume sazonal} &= \text{Vazão estimada} \times \text{Período sazonal} \\ &= 6,11 \text{ m}^3/\text{s} \times 10368000 \text{ segundos} \\ &= 6.3348.480 \text{ m}^3\end{aligned}$$

## **7 – BANCO DE DADOS**

Depois de encontrado o valor da vazão ao qual foi estimada, faz-se necessário o armazenamento em um banco de dados, para que fique ao acesso do laboratório.