

Relatório do Estágio Supervisionado

Monitoramento de Açudes no Estado da Paraíba

Instituição:

Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto
do Estado da Paraíba - LMRS-PB
Rua Aprígio Veloso 882, Bodocongó.
Campina Grande - PB, Tel.: (083) 333-2355

Estagiário: **Paulo Henrique Braga Ribeiro**

Curso: **Engenharia Civil**

Matrícula: **9121071-1**

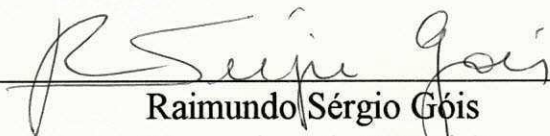
Orientador: Ricardo Pereira da Silva
Engenheiro Hidrólogo - LMRS-PB

Supervisor: Sérgio Góis
Professor da Área de Engenharia de Recursos Hídricos
Departamento de Engenharia Civil
Centro de Ciências e Tecnologia
Universidade Federal da Paraíba

Campina Grande
Dezembro 1996

Monitoramento dos Açudes do Estado da Paraíba
Paulo Henrique Braga Ribeiro

Estágio supervisionado aprovado em 16 de dezembro de 1996.



Raimundo Sérgio Góis
(Supervisor do Estágio)
Professor do Departamento de Engenharia Civil



Ricardo Pereira da Silva
(Orientador do Estágio)
Engenheiro Hidrólogo - LMRS-PB



Biblioteca Setorial do CDSA. Junho de 2021.

Sumé - PB

Agradecimentos

- *A todos os funcionários deste Laboratório, pelo apoio e pela sempre disposição que tiveram em me auxiliar, em especial ao meu orientador Ricardo Silva, pessoa de um admirável conhecimento na área de Recursos Hídricos, bem como de grande capacidade humana.*

- *A minha família que, mesmo longe, vem me apoiando e acreditando na minha capacidade.*

- *A Deus, pela oportunidade de acumular um pouco mais de conhecimento e pela Força que me move e me conduz para que um dia todo o conhecimento adquirido possa transformar-se em qualidade de vida a nossa população.*

Índice

1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	2
3. Metodologia.....	3
4. Monitoramento dos açudes.....	3
4.1. Importância da divisão do Estado em Bacias Hidrográficas.....	4
4.2. Identificação dos açudes monitorados.....	4
4.3. Trabalho de campo.....	6
4.4. Trabalho em laboratório.....	6
4.4.1. Formação do Banco de Dados.....	6
4.4.2. Modelo de Simulação.....	8
4.4.3. Distribuição espacial dos postos pluviométricos...	12
4.4.4. Precipitação Média Mensal nas Bacias Hidrográficas.....	13
5. Resultados.....	15
6. Conclusão.....	15
7. Bibliografia.....	16

Anexos

1. Introdução

A crescente necessidade do homem em bem utilizar, controlar e preservar os recursos naturais e principalmente os recursos hídricos de que se dispõe, faz com que seu monitoramento seja prioridade para qualquer Estado, mesmo aquele que, em situação atual mostre grande quantidade de recursos naturais, mas que têm-se que preservá-lo de maneira adequada.

O estado da Paraíba conta com diversos açudes que propiciam o armazenamento da água na estação chuvosa de forma a suprir as demandas ao longo do ano. Neste estado, cuja distribuição de chuva é muito concentrada em alguns meses do ano, com alta variabilidade tanto espacial quanto temporal, o manejo apropriado dos açudes assume importância fundamental para o abastecimento humano e animal como também para a agropecuária (Silva, 1993).

Com as demandas para a irrigação, abastecimento humano e industrial, sempre crescentes, o mesmo não acontece com a disponibilidade da água doce, cuja quantidade se mantém invariável ao longo do tempo. Este desequilíbrio entre oferta e demanda na área de recursos hídricos, tem imposto a necessidade de soluções cada vez mais elaboradas. Faz-se necessário, então, o monitoramento dos recursos hídricos com o objetivo de garantir o desenvolvimento e melhorar a qualidade de vida da população.

Em virtude desta necessidade o LMRS-PB (Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba) assumiu o compromisso de realizar o monitoramento dos açudes do Estado, dotando-o de um Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos - PMTCRH, que auxilie os órgãos da administração estadual na tomada de decisões, na elaboração de planos de desenvolvimento e nas ações para reduzir os efeitos da seca. O PMTCRH começou a ser implantado em 1992 com a criação de núcleos de meteorologia e recursos hídricos em 8 estados do Nordeste, visto a seguir, do Brasil através de convênios com IMPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), MCT (Ministério da Ciência e Tecnologia) e governos estaduais.

Núcleos de meteorologia e recursos hídricos implantados:

Estado	Sigla	Nome
Alagoas	NMRH-AL	Núcleo de Meteorologia e Recursos Hídricos de Alagoas
Bahia	SRH-BA	Secretaria de Recursos Hídricos da Bahia
Ceará	FUNCEME-CE	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
Pernambuco	DMRH/IPA-PE	Departamento de Meteorologia e Recursos Hídricos \ Empresa de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco
Piauí	DHME-PI	Departamento de Hidrometeorologia do Piauí
Rio Grande do Norte	EMPARN-RN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
Sergipe	CODISE-SE	Compania de Desenvolvimento Industrial de Sergipe

Existiam várias entidades estaduais e federais coletando informações de vazões em rios e níveis de açudes no estado da Paraíba, ficando estes dados armazenados nos próprios órgãos, sem a necessária divulgação dos mesmos. Hoje, o LMRS-PB se encarrega de coletar dados de nível de água nos principais açudes do estado, processá-los e divulgá-los juntamente com informações relativas a situação e previsão de armazenamento em cada um deles, através do boletim técnico mensal.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Participar do Plano de Monitoramento em Tempo, Clima e Recursos Hídricos - PMTCRH no estado da Paraíba.

2.2. Objetivos Específicos

- Monitoramento dos Recursos Hídricos no Estado, analisando cada açude monitorado quanto a sua disponibilidade hídrica, para determinar o uso adequado de suas águas tanto para irrigação quanto para abastecimento humano.

- Simulação de operação dos principais açudes, ou seja, realizando uma previsão de como eles irão se comportar ao longo do ano, principalmente na estação seca.

- Formação de Banco de Dados de Pluviometria e Açudes.

- Disseminação das informações dos açudes através de boletins mensais junto as autoridades responsáveis, no auxílio a tomadas de decisões.

3. Metodologia

Para realizar o monitoramento dos açudes do estado empregou-se a seguinte metodologia:

a) dividir o estado em bacias hidrográficas para facilitar o trabalho de monitoramento dos açudes. Isto foi feito tomando-se como base o rio principal e as condições topográficas da região.

b) determinar os postos pluviométricos representativos de cada bacia hidrográfica, aproveitando os que já foram implantados anteriormente pela SUDENE.

c) Implantar o programa de monitoramento de acordo com os recursos disponíveis, os quais foram oferecidos pelo estado.

4. Monitoramento dos açudes

Para realizar o monitoramento dos açudes foi-se necessário conhecer informações sobre os reservatórios da Paraíba como: capacidade, volume morto, curva cota-área-volume e séries históricas de vazões afluentes ao reservatório; os quais foram obtidas por intermédio,

principalmente, da CAGEPA, DNOCS e do PBRH/94. Através destas informações, o Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba - LMRS-PB implementou o monitoramento com o objetivo de emitir informações aos tomadores de decisão do Governo do Estado sobre a disponibilidade atual de cada reservatório, bem como uma previsão da situação futura do seu volume armazenado.

Atualmente, são monitorados 57 açudes nas principais bacias hidrográficas do Estado da Paraíba.

4.1. Importância da divisão do Estado em Bacias Hidrográficas

É de muita importância a utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo dos recursos hídricos pelos seguintes aspectos:

a) as alterações de qualidade e quantidade da água do rio, definidas pela bacia, estão diretamente ligadas às atividades desenvolvidas na mesma, sejam elas pecuárias, indústrias ou abastecimento humano;

b) o monitoramento para prevenir ou solucionar problemas de poluição, salinização ou de conflitos de uso de água só é possível se o mesmo considerar a bacia do rio em questão.

4.2. Identificação dos açudes monitorados

Para identificação dos açudes monitorados foram consultados os órgãos usuários dos açudes (CAGEPA, DNOCS, SUPLAN, SRH). estes órgãos estabeleceram como prioridade para o monitoramento aqueles açudes que possuíssem maior quantidade de volume armazenado no Estado, cuja finalidade era abastecer a população circunvizinha e liberar água para projetos de irrigação. A partir daí procurou-se implementar o programa de monitoramento dos açudes do estado da Paraíba segundo vários estágios, os quais definem a alocação dos açudes, mostrados a diante.

Utilizou-se dividir os açudes dentro de cada estágio como forma de aplicar de maneira mais racional os recursos repassados pelo Estado, reduzindo assim os custos e propiciando futuramente a passagem de determinado açude para um estágio mais avançado. São eles:

Estágio 1:

Considerado o estágio mais simples e econômico, no qual dispõe-se apenas da instalação de réguas linimétricas e levantamento batimétrico (caso não se disponha de curva cota-área-volume). Neste estágio o monitoramento dos açudes ficará bastante restrito, tendo em vista a estimativa de dados de demanda para irrigação e abastecimento.

Estágio 2:

É considerado um estágio mais preciso pois além do método empregado no estágio anterior associa-se aparelhos para medição de vazão das demandas de irrigação e abastecimento.

Estágio 3:

Medem-se a vazão afluente ao açude e a evaporação através de linígrafos e tanques evaporimétricos, além das demais variáveis medidas no estágio 2. Obviamente, este estágio é considerado o mais preciso em virtude do número de dados medidos.

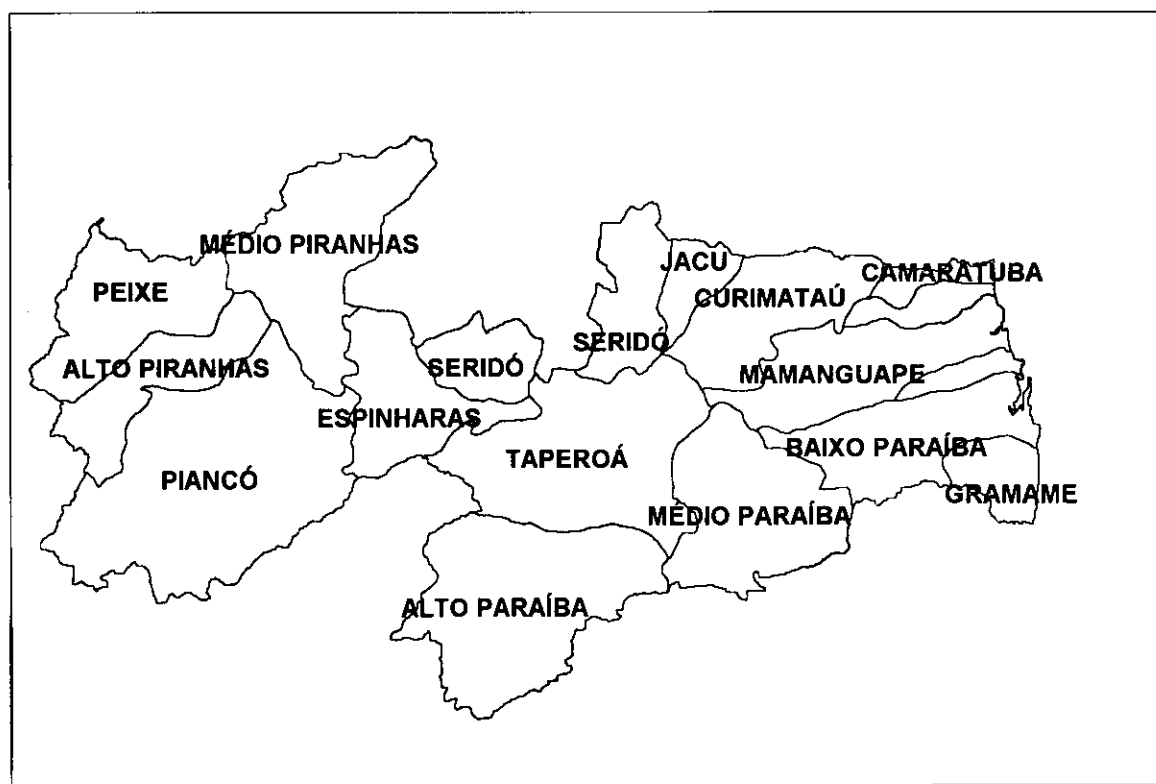


Figura 1 - bacias hidrográficas do estado da Paraíba

4.3. Trabalho de campo

O trabalho de campo iniciou com a instalação da rede de monitoramento dos açudes, no primeiro semestre de 1994, precedida de inspeção nos açudes, realizada pela Associação Técnico Científica Ernesto Luís de Oliveira Júnior - ATECEL, para verificar-se a existência de réguas linimétricas, equipamentos ou estruturas de medição de vazão e seu estado de conservação.

O LMRS-PB contou com apoio do DNOCS que cedeu uma caminhonete e um topógrafo. Uma vez que já se registravam chuvas na parte oeste do Estado, priorizou-se a instalação de réguas linimétricas nas bacias do Sistema Piranhas, aproveitando o baixo volume armazenado na maioria deles, possibilitando a colocação de maior número de réguas. Mas, alguns açudes em pouco tempo recuperou seu volume máximo, o que impossibilitou a instalação de réguas.

Após a colocação de réguas no açude, a equipe de campo escolhia um observador, de preferência funcionário do órgão proprietário do açude, o qual recebia uma caderneta em duas vias para anotação diária do nível de água, como também envelopes pré-franqueados pelos correios para envio ao LMRS-PB no final de cada mês. Em seguida passava-lhe instruções necessárias a leitura dos níveis e anotações de fatos relacionados ao monitoramento.

4.4. Trabalho em Laboratório

4.4.1. Formação do Banco de Dados

Logicamente para o monitoramento dos açudes faz-se necessário um certo conhecimento dos eventos da natureza; eventos estes que serão transformados em dados hidrológicos, de forma que se torna importante para o hidrólogo saber aferir com precisão estas variáveis. Em virtude desta importância teceu-se um breve comentário a respeito.

- Definição das variáveis e parâmetros que regem a maioria dos eventos hidrológicos:

- Variáveis climáticas: precipitação, evaporação e variáveis secundárias ligados às primeiras (radiações solares, temperaturas, umidade do ar, vento)

- Variáveis de escoamento: descargas líquidas e parâmetros secundários ligados às primeiras (nível da água, características da rede de drenagem, área da bacia delimitada pela rede de drenagem, velocidade, qualidade da água e dos sedimentos transportados, reservatórios naturais e artificiais)

- Parâmetros característicos do meio receptor: geologia, topografia, solos, vegetação, urbanização

Como o movimento da água na superfície terrestre compreende um ciclo, geralmente estuda-se este ciclo hidrológico, cujo sistema pode-se resumir da seguinte maneira:

$$\text{entradas} + \text{armazenamento inicial} = \text{saídas} + \text{armazenamento final}$$

Daí a necessidade do bom conhecimento dos dados hidrológicos.

Não é suficiente medir as variáveis, é necessário também processar, gerar e dar consistência aos dados medidos da maneira mais eficiente possível.

O Sistema de Informações Gerenciais em Tempo, Clima e Recursos Hídricos - SIGTEC, requer não somente um Banco de Dados com séries históricas de variáveis climatológicas e hidrológicas atualizadas periodicamente, mas também que haja o controle de qualidade dos dados que são recebidos pelo LMRS-PB e que existam meios para que os dados se transformem em informações úteis aos tomadores de decisão. Os meios para transformar estes dados em informações úteis são os modelos de simulação disponíveis no LMRS-PB.

Os dados obtidos são armazenados em DBASE e planilha eletrônica (Quatro Pro - for Windows) e recebem um tratamento estatístico, onde posteriormente são convertidos em gráficos e tabelas para uma melhor compreensão das autoridades governamentais.

PROCEDIMENTO PARA CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS

1) Para criação do banco de dados, fez-se um cadastro de cotas (inteiras) dos respectivos açudes monitorados associados à área e ao volume dos mesmos;

2) Fez-se necessário também cadastrar as entradas e saídas mensais de água dos açudes monitorados. Isto foi feito obtendo-se a lâmina evaporada e vazão afluyente segundo o Relatório do Plano Estadual e Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a vazão de demanda para irrigação de acordo com o Plano Estadual de Irrigação (caso o açude tivesse esta finalidade) e logicamente a vazão de demanda para abastecimento, critério este estabelecido pela CAGEPA;

3) Posteriormente, colocar no banco de dados as leituras de níveis de água que são enviados mensalmente pelos observadores de cada açude;

4) Estas cotas digitadas são comparadas com as já cadastradas anteriormente e através de interpolação matemática (realizada por um programa criado pelo setor de informática do LMRS-PB) pode-se saber a quantidade de água disponível do açude em estudo;

A finalidade do banco de dados portanto, é a de proporcionar um monitoramento mais preciso dos açudes, visto que se consegue reunir as variáveis hidrológicas envolvidas neste processo de monitoramento.

4.4.2. Modelo de Simulação

O manejo de açudes baseia-se em uma política de uso da água que deve ser estabelecida pelo governo. Uma ferramenta fundamental é a simulação do comportamento do açude através de modelos matemáticos. A eficácia destes modelos está ligada a sua base teórica adequada e também a qualidade dos dados pelos quais o modelo é apresentado. Dados incorretos colocados no modelo vão gerar informações pouco confiáveis. Um modelo de simulação do comportamento do reservatório requer que sejam fornecidos dados de oferta de água tais como precipitação na bacia hidrográfica do açude, vazão afluyente e dados de demanda que vem a ser as vazões para regularizar o rio, para abastecimento e para irrigação, além da evaporação, entre outras. Também devem ser conhecidos o volume do açude e a área do espelho da água através de medição de nível da água e

utilização do gráfico cota-área-volume. O modelo utilizado no LMRS-PB, realiza o balanço hídrico mensal no açude considerando vazão afluente, precipitação, evaporação e demandas de água para diversos usos. Através deste balanço pode-se realizar a previsão do volume armazenado em cada açude.

A seguir, temos a equação utilizada:

$$V_i = V_{Ai} - \frac{1E_i A_{Ai}}{2} \quad [1]$$

com:

$$V_{Ai} = V_{i-1} - \frac{1E_i A_{i-1}}{2} + C_q V_{Qi} - C_d V_{Si} \quad [2]$$

onde:

V_i = volume no açude no mês i (m^3)

V_{Ai} = volume armazenado no açude em meados do mês i (m^3)

V_{i-1} = volume armazenado no açude no mês anterior (m^3)

E_i = evaporação do mês i (m)

A_{i-1} = área do espelho de água no mês anterior a i (m^2)

A_{Ai} = área do espelho de água correspondente ao volume armazenado em meados do mês i (m^2)

V_{Qi} = volume médio de entrada no açude no mês i (m^3)

V_{Si} = volume médio de saída do mês i (m^3)

C_q = coeficiente para adequar a vazão de entrada à previsão meteorológica

C_d = coeficiente para adequar a vazão de saída a possíveis racionamentos

Utiliza-se a equação acima como tentativa de distribuir a evaporação (muito alta no trópico e semi-árido) mais regularmente ao longo do mês, dividindo a lâmina de água em duas partes: uma antes da retirada das demandas para abastecimento e irrigação e outra depois da retirada para os dois usos acima citados. Enfim, o que se procura é o meio termo entre as duas situações.

Os resultados da simulação de cada açude são armazenados em arquivos que também contém a série histórica do volume dos açudes e média mensal histórica. Estes arquivos também geram gráficos, como mostrados na figura 2, contendo todas as informações necessárias para se fazer uma análise futura de seu volume. Nota-se as curvas de volume com as diferentes vazões de entrada (80%, 100% e 120% da vazão média), ajustada na equação 1 e 2 pelo Cq .

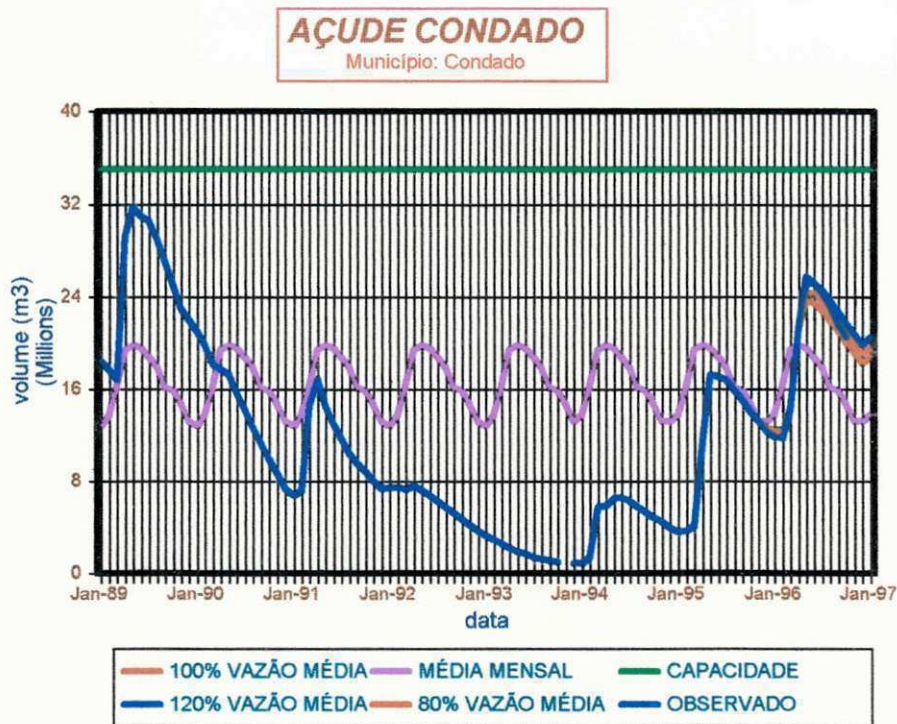


Figura 2 - Gráfico com volume médio mensal, capacidade total, de armazenamento e volume simulado, a diferentes vazões de entrada, até janeiro de 1997.

O gráfico da figura 3, mostra os açudes divididos em bacias hidrográficas, e os volumes referentes do mês atual, do mês anterior e do mesmo período do ano anterior, possibilitando uma visão tanto temporal quanto espacial dentro da bacia.

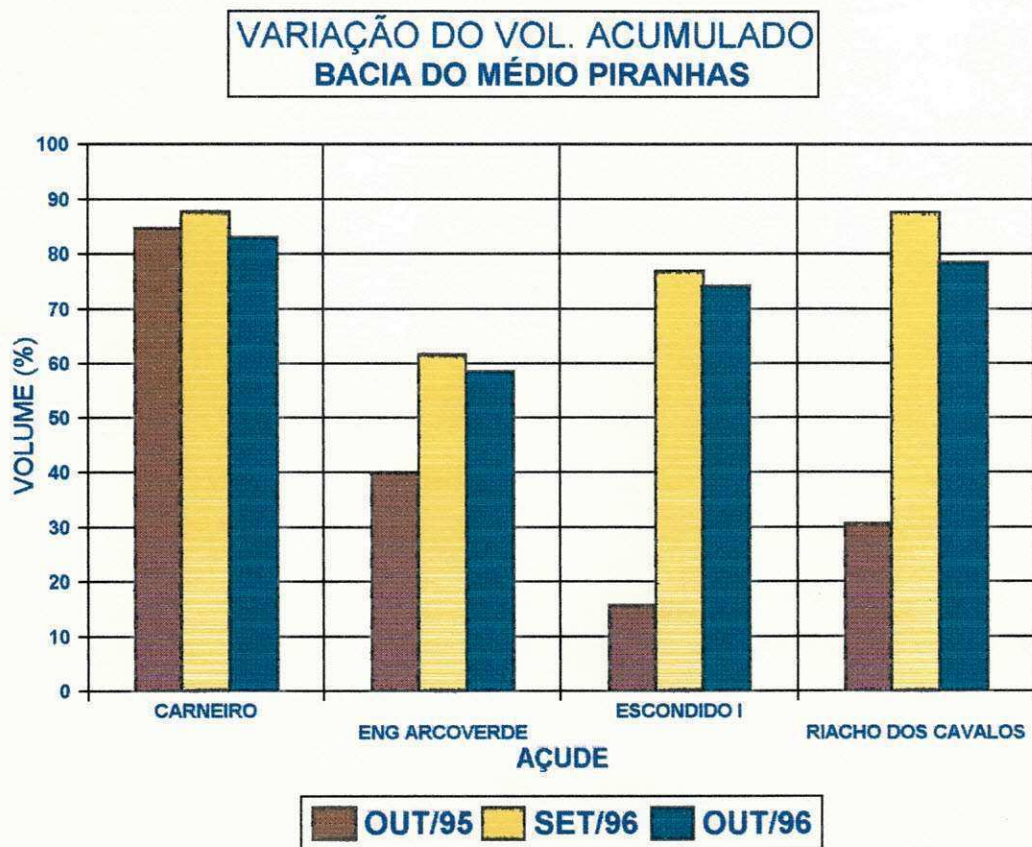


Figura 3 - Em cada bacia é mostrado a situação dos respectivos açudes, no mês atual, anterior e no mesmo período do ano passado.

A figura apresentada em ANEXO (2), mostra o armazenamento em cada bacia no mês atual, levando em consideração apenas aqueles açudes monitorados na sub-bacia. Este mapeamento destina-se a comparar a situação do armazenamento hídrico em cada bacia e estabelecer certa ordem de prioridade de ações de combate aos efeitos da seca, em função da situação mais ou menos crítica enfrentada por cada bacia.

4.4.3. Distribuição espacial dos postos pluviométricos

A quantidade ideal de postos pluviométricos a ser instalada em uma determinada área depende essencialmente da finalidade dos estudos a que se destinam os dados colhidos e da homogeneidade da distribuição das precipitações.

As redes fundamentais, que são as destinadas a recolher dados permanentemente, são constituídas em geral de pluviômetros instalados em locais de maior interesse. Admitido que uma média de um posto a cada 500 ou 400 km² seja suficiente (Garcez, 1967).

Utilizando o sistema CAD (Desenho Auxiliado por Computador), o mapa do estado foi digitalizado com suas principais bacias e sub-bacias hidrográficas (sub bacias do Alto Piranhas, Médio Piranhas, Peixe, Piancó, Seridó, Espinharas, Alto Paraíba, Taperoá, Curimataú, Jacú e Mamanguape) e foram inseridos, através de suas coordenadas geográficas os postos pluviométricos. A área de influência de cada posto encontrada através do método dos polígonos de Thiessen, foi determinada em computador, tendo como resultado dados de grande precisão (figura 4). Foram usados os dados da rede pluviométrica operada pelo LMRS-PB e dados da série histórica desta rede fornecidos pela SUDENE. Mensalmente é verificado a climatologia do estado e o resultado é enviado aos órgãos da Administração Estadual e Companhia de Abastecimento do Estado dotando-os de subsídios para tomar decisão para um melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

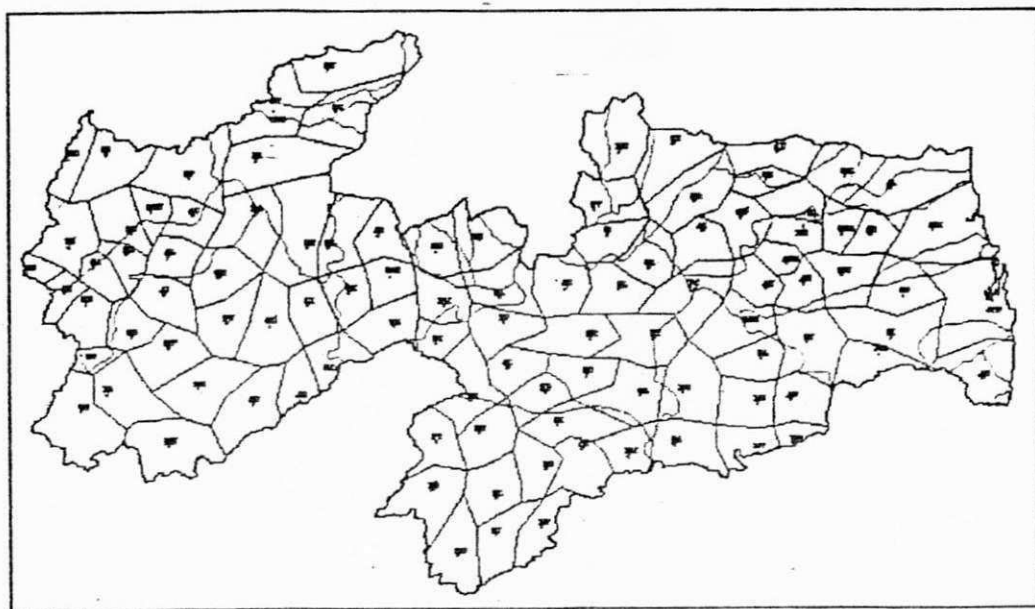


Figura 4 - Método de Thiessen acompanhado por computador

4.4.4. Precipitação Média Mensal nas Bacias Hidrográficas

Um dos dados mais importantes na área de recursos hídricos é, saber quantificar a precipitação média em bacias hidrográficas e os períodos do ano mais chuvosos, pois as chuvas não se distribuem homoganeamente tanto no plano temporal como no plano espacial. A fim de resolver este problema no estado da Paraíba usou-se para o seu cálculo a metodologia dos polígonos de Thiessen, onde a região é dividida de forma a determinar a área de influência de cada pluviômetro seguindo os passos abaixo como mostrado em Garcez, 1967:

- 1) unem-se os postos adjacentes por linhas retas;
- 2) traçam-se as mediatrizes dessas retas formando polígonos;
- 3) a área A_i de cada polígono é o peso que se dará à precipitação registrada em cada aparelho (P_i).

A precipitação média (\bar{h}) é calculada pela média ponderada, entre a precipitação P_i de cada estação e o peso a ela atribuído A_i , que é a área de influência do posto pluviométrico cujo a precipitação é P_i (equação 3 e fig.5).

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad [3]$$

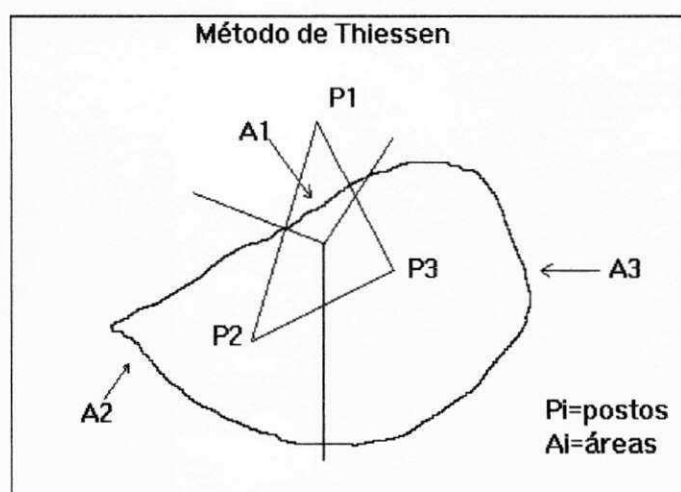


Figura 5 - metodologia dos polígonos de Thiessen

As figuras mostradas em ANEXOS (4 e 5), mostram os resultados do desvio de precipitação por bacia hidrográfica no mês atual e o desvio acumulado de precipitação por bacia do início do ano ao mês atual.

Equação de Desvio Acumulado:

$$\text{DESVIO} = \frac{P_{obs} - P_{média}}{P_{média}} \times 100$$

DESVIO = desvio acumulado em um período (%)

P_{obs} = precipitação média observada no período (mm)

$P_{média}$ = precipitação média histórica dos meses (mm)

5. Resultados

- Criação de um banco de dados com informações referentes a capacidade, curva cota-área-volume e série histórica de vazões afluentes de cada açude monitorado e dados referentes a rede pluviométrica tornando-a mais confiável através de uma série longa e ininterrupta;

- Criação de gráficos que apresentam volume armazenado por bacia hidrográfica, variação do volume acumulado na bacia e desvios de precipitação por bacia hidrográfica (ver anexos);

- Monitoramento de 55 açudes, com possibilidade de aumentar ainda mais este número, mensalmente publicado em um boletim denominado HIDROINFORME que de uma forma simples e objetiva é confeccionado e distribuído a vários órgãos;

6. Conclusão

Este trabalho de monitoramento realizado pelo Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto do Estado da Paraíba - LMRS-PB, apresentando informações sobre os açudes e as redes pluviométricas do estado, mostra o quanto é importante um estudo dos recursos hídricos neste estado, como em qualquer outro estado, para garantir um aproveitamento ótimo dos mesmos e, evitar ou minimizar os danos causados devido as irregularidades das chuvas.

As informações disseminadas por este trabalho é de grande utilidade nas mãos daqueles que possuam interesse de administrar e preservar os recursos do estado, sem causar transtornos a população que se beneficia dos mesmos, proporcionando uma melhoria da sua qualidade de vida.

7. Bibliografia

ATECEL, **Plano estadual e sistema de gerenciamento de recursos hídricos**. Campina Grande, 1994.

Garcez, L. N. **Hidrologia**. Editora da Universidade de São Paulo, 1967.

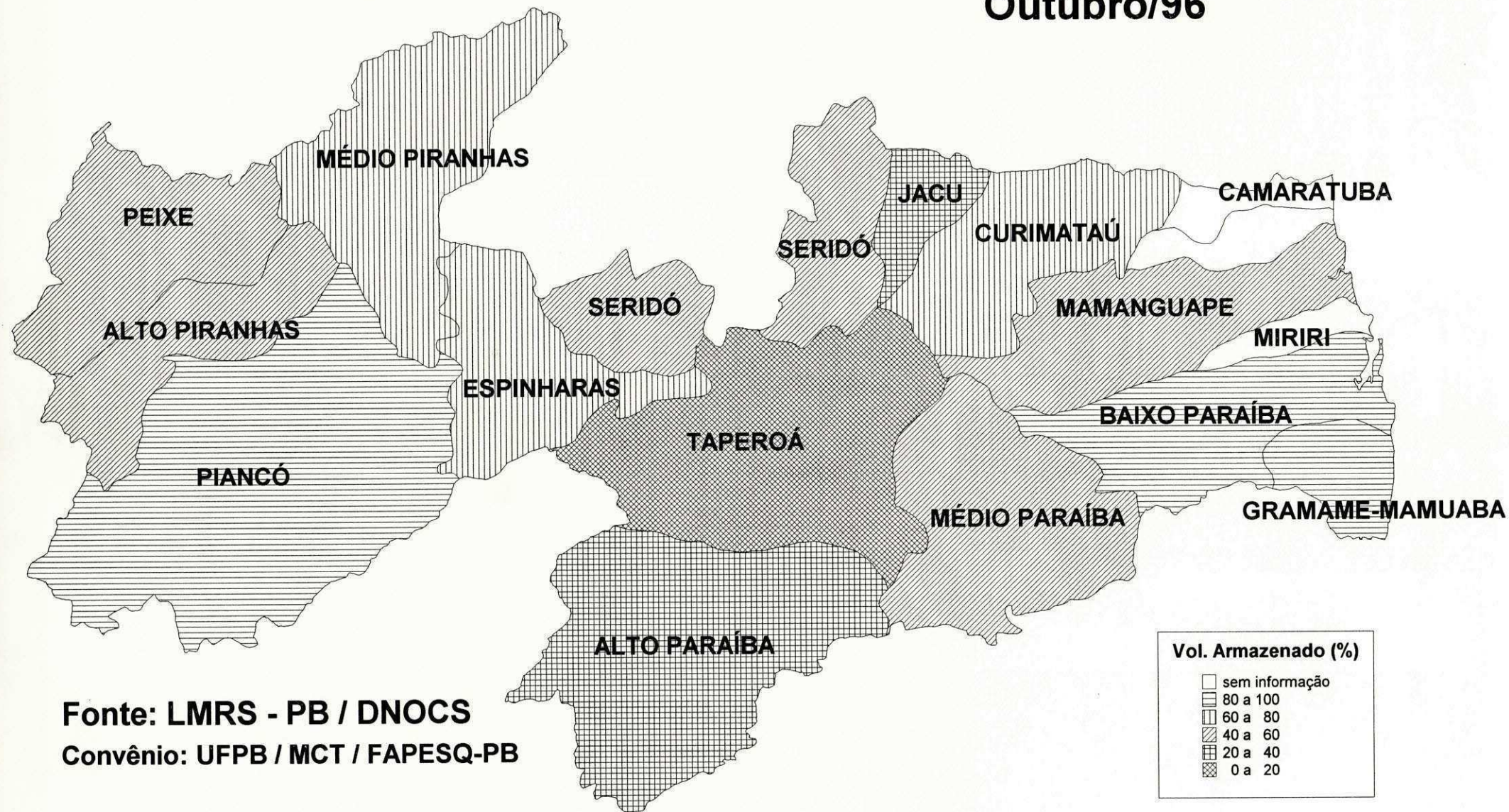
Silva, R. P., Galvão, C. O., **Diagnóstico da rede pluviométrica da Paraíba**, Campina Grande, LMRS-PB, 1993.

Silva, R. P., Ribeiro, M. M. R., Galvão, C. O., **Programa de monitoramento dos principais açudes do estado da Paraíba**, Campina Grande, LMRS-PB, 1993.

ANEXOS

AÇUDE	MUNICÍPIO	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VAR %	VOL (%)	VOL (%)	VOL %
		31/10/96	30/09/96	31/10/96		31/10/96	30/09/96	31/10/96
		(m3)	(m3)	(m3)	[(4)-(3)]/(1)	(2)/(1)	(3)/(1)	(4)/(1)
		(2)	(3)	(4)	(6)	(6)	(7)	(8)
SUB-BACIA ALTO PARAÍBA								
1	CAMALAU	3.046.680	5.211.446	4.820.414 *	-0,84	6,56	11,22	10,38
2	CAMPOS	*****	1.946.760	1.858.066 *	-1,34	*****	29,52	28,18
3	CORDEIRO	50.735.733	38.914.952	36.120.290	-3,99	72,51	55,62	51,63
4	POÇÕES	0	3.439.568	2.933.756	-1,69	0,00	11,52	9,82
5	SANTO ANTÔNIO	2.958.148	2.744.483	2.638.651	-0,43	12,10	11,24	10,80
6	SUMÉ	1.794.262	5.423.870	4.716.920	-1,58	4,00	12,09	10,51
SUB-BACIA MÉDIO PARAÍBA		68,11	60,82	58,02				
1	EPITÁCIO PESSOA	369.491.495	329.922.177	314.786.171	-2,83	68,98	61,59	58,76
2	RCH. SANTO ANTÔNIO	0	7.840	7.454	-0,01	0,00	0,11	0,11
SUB-BACIA BAIXO PARAÍBA		94,69	99,66	97,64				
1	SÃO SALVADOR	11.956.948	12.571.639	12.329.488	-1,92	94,69	99,56	97,64
SUB-BACIA TAPEROÁ		26,88	21,49	20,34				
1	JEREMIAS	*****	2.650.171	2.399.770	-5,38	*****	56,89	51,51
2	LAGOA DO MEIO	575.357	1.496.241	1.444.233	-0,78	8,65	22,51	21,72
3	SERRA BRANCA	537.775	363.875	338.750	-1,19	25,40	17,19	16,00
4	SERRA BRANCA II	*****	883.899	808.828 *	-0,53	*****	6,29	5,76
5	SOLEDADE	1.770.225	1.064.750	1.028.540	-0,13	6,54	3,94	3,80
6	TAPEROÁ II	15.148.900	8.515.275	8.148.616 *	-2,42	100,00	56,21	53,79
BACIA CURIMATAÚ		28,13	81,26	79,61				
1	CACIMBA DE VÁRZEA	*****	9.089.086	8.879.646 *	-2,26	*****	98,11	95,85
2	CURIMATAÚ	4.290.860	3.305.980	3.248.860	-0,95	71,65	55,20	54,25
BACIA JACU			49,84	30,04				
1	BOQUEIRÃO DO CAIS	4.676.942	6.375.996	6.104.080	-2,20	37,82	51,56	49,36
2	POLEIROS	*****	3.752.656	*****	*****	*****	47,18	*****
BACIA MAMANGUAPE			57,36	57,21				
1	ALGODÕES	125.660	177.620	171.125	-0,63	12,26	17,33	16,70
2	COVÃO	421.374	*****	*****	*****	77,33	*****	*****
3	EMÍDIO	222.425	115.792	94.710	-5,07	53,50	27,85	22,78
4	LAGOA DO MATIAS	1.224.025	1.239.883	1.128.874	-8,95	98,72	100,00	91,05
5	VACA BRAVA I	2.854.750	2.152.650	2.281.305 *	4,02	89,21	67,27	71,29
BACIA GRAMAME		94,76	100,00	98,90				
1	GRAMAME	53.954.190	56.937.000	56.309.040	-1,10	94,76	100,00	98,90
SUB-BACIA ALTO PIRANHAS		34,36	61,23	57,16				
1	BARTOLOMEU I	*****	12.559.308	11.775.411 *	-4,46	*****	71,48	67,02
2	ENG AVIDOS	95.873.300	162.538.300	152.337.100	-4,00	37,60	63,74	59,74
3	NOVO	247.438	382.700	*****	*****	64,66	100,00	*****
4	SÃO GONÇALO	11.975.040	20.813.200	19.155.580	-3,72	26,85	46,67	42,95
4	SÃO JOSÉ	2.044.639	*****	*****	*****	67,01	*****	*****
SUB-BACIA MÉDIO PIRANHAS			76,83	72,17				
1	CARNEIRO	26.482.313	27.457.289	25.960.589 *	-4,78	84,65	87,76	82,98
2	ENG ARCOVERDE	14.020.438	21.555.642	20.500.007	-3,02	40,06	61,59	58,57
3	ESCONDIDO I	2.135.790	10.490.116	10.114.942	-2,75	15,65	76,86	74,11
4	RIACHO DOS CAVALOS	5.424.802	15.506.600	13.882.600	-9,18	30,65	87,61	78,44
SUB-BACIA PEIXE			57,99	51,12				
1	ARROJADO	787.836	1.893.310	1.712.966	-5,05	22,07	53,05	47,99
2	CHUPADOURO	620.356	661.284	*****	*****	22,44	23,92	*****
3	GAMELA	248.895	378.715	326.285	-11,10	52,70	80,19	69,08
4	LAGOA DO ARROZ	9.797.710	44.921.837	39.828.038	-6,35	12,21	56,00	49,65
5	PILÕES	10.978.362	10.431.487	9.268.387	-8,95	84,45	80,24	71,30
SUB-BACIA PIANCÓ			88,61	84,68				
1	CACHOEIRA DOS ALVES	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
2	CAFUNDÓ	232.659	*****	233.118	*****	74,17	*****	74,32
3	COCHOS	3.310.232	3.651.230	3.391.422	-6,19	78,82	86,94	80,75
4	COREMAS/MÁE D'ÁGUA	1.180.075.000	1.233.825.000	1.182.225.000	-3,80	86,90	90,88	87,06
5	FRUTUOSO II	*****	3.133.950	2.948.303	-5,28	*****	89,10	83,82
6	JATOBÁ II	4.103.589	6.023.772	3.944.958	-32,04	63,26	92,86	60,81
7	PIMENTA	168.386	*****	*****	*****	65,84	*****	*****
8	PIRANHAS	*****	22.139.308	20.807.020	-5,19	*****	86,17	80,99
9	QUEIMADAS	12.289.394	13.582.782	13.112.714	-3,01	78,65	86,93	83,92
10	SACO	86.130.850	78.234.875	73.881.110	-4,44	87,89	79,83	75,39
11	SANTA INÊS	16.538.456	18.959.725	18.247.580	-2,73	63,33	72,60	69,87
12	SERRA VERMELHA	9.963.325	11.786.314	11.295.955	-4,16	84,43	99,87	95,72
13	TIMBAÚBA	6.503.748	5.859.408	5.520.958	-2,19	42,13	37,95	35,76
14	VAZANTES	7.687.608	7.619.862	6.942.402	-7,45	84,56	83,82	76,36
SUB-BACIA SERIDÓ			53,48	51,05				
1	CARAIBEIRAS	*****	1.789.777	1.922.131	4,89	*****	66,06	70,95
2	SANTA LUZIA	341.400	10.427.933	9.868.515	-4,68	2,85	87,19	82,51
3	SÃO MAMEDE	1.125.945	4.071.732	3.759.000	-1,98	7,13	25,78	23,80
SUB-BACIA ESPINHAS			71,51	64,97				
1	CAPOEIRA	31.608.069	36.187.136	32.684.394	-6,55	59,14	67,70	61,15
2	FARINHA	17.085.476	16.874.541	15.320.122 *	-6,04	68,38	65,56	59,52
3	JATOBÁ I	5.476.726	16.090.888	14.819.752	-7,26	31,27	91,86	84,61
4	SÃO FRANCISCO	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
VOL. ARMAZENADO (m3)		2.089.061.877	2.318.162.510	2.198.384.749				
VOL. PERCENTUAL		66,76	72,97	69,20				
Obs.: Ao lado do nome de cada bacia mostra-se a percentagem armazenado em relação a capacidade máxima armazenável nesses a								
* - Valores estimados								

Volume Armazenado por Bacia Hidrográfica Outubro/96



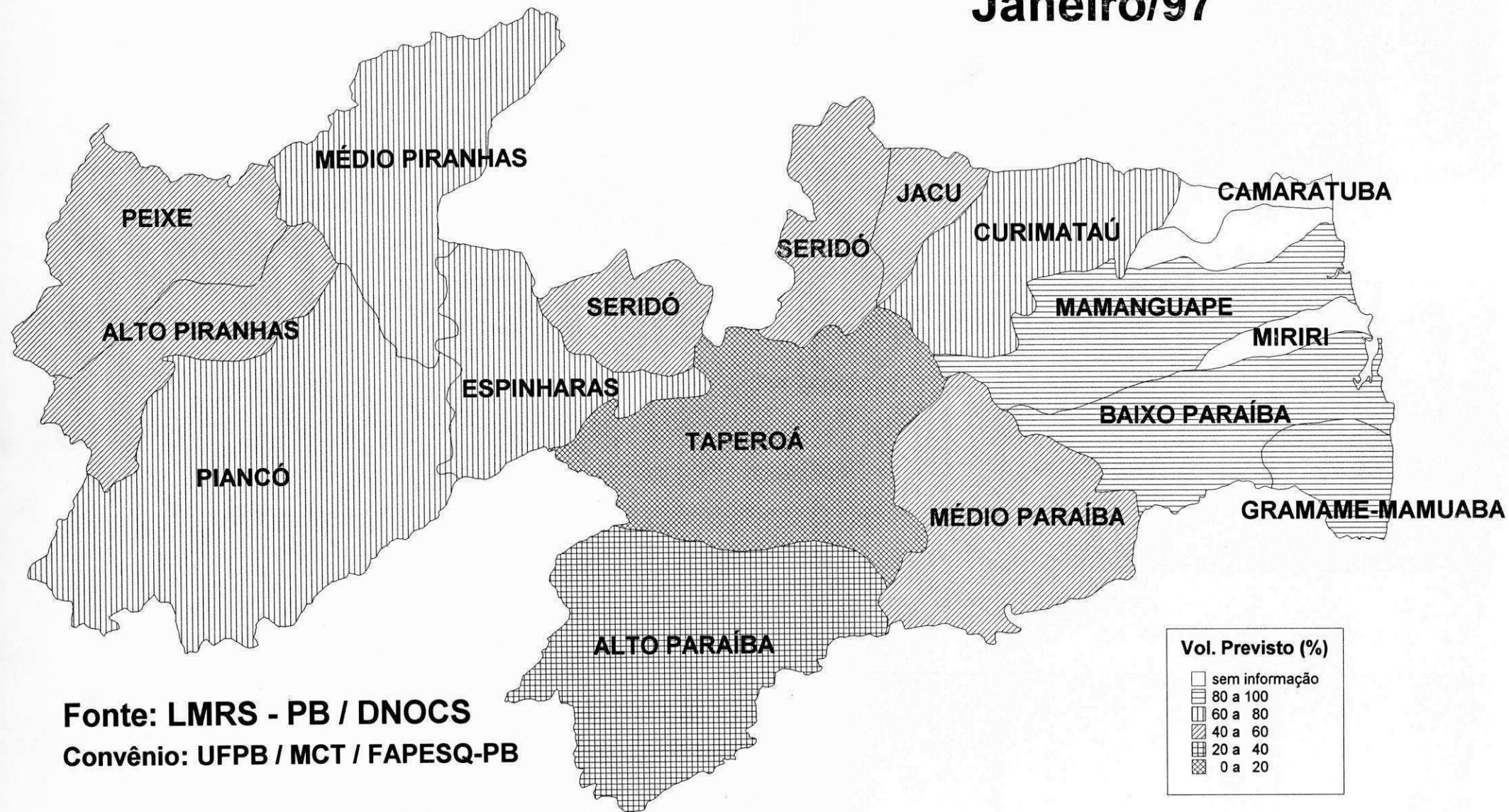
Fonte: LMRS - PB / DNOCS

Convênio: UFPB / MCT / FAPESQ-PB

Vol. Armazenado (%)

- sem informação
- ▨ 80 a 100
- ▧ 60 a 80
- ▩ 40 a 60
- 20 a 40
- 0 a 20

Volume Armazenado por Bacia Hidrográfica Janeiro/97



Fonte: LMRS - PB / DNOCS

Convênio: UFPB / MCT / FAPESQ-PB

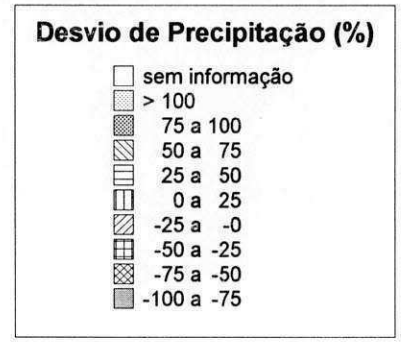
Vol. Previsto (%)

- sem informação
- 80 a 100
- 60 a 80
- 40 a 60
- 20 a 40
- 0 a 20

DESVIO DE PRECIPITAÇÃO POR BACIA HIDROGRÁFICA Outubro/96



Fonte: LMRS - PB / SUDENE / EMATER
Convênio: UFPB / MCT / FAPESQ-PB



Desvio de Precipitação por Bacia Hidrográfica Janeiro - Outubro/96



Fonte: LMRS - PB / SUDENE / EMATER

Convênio: UFPB / MCT / FAPESQ-PB