

CAPACITAÇÃO E MONITORAMENTO METEOROLÓGICOS NO AMBIENTE DA AMAZÔNIA: UMA EXPERIÊNCIA NO ACRE

*Alejandro Fonseca Duarte, Francisco Alves dos Santos, Camilo Lelis Gouveia,
Maria do Socorro D'ávila do Nascimento, Teresa da Silva Carneiro*
Universidade Federal do Acre (UFAC), BR 364, CEP: 69.915-900, Rio Branco – AC, Brasil
E-mail: alejandro@ufac.br

RESUMO

Este trabalho visa divulgar algumas das experiências do primeiro de quatro módulos do Curso de Capacitação em Hidrometria, como parte da execução do projeto de longa duração intitulado “Medições de vazão e pluviometria na bacia do rio Acre, amostragem e análise físico-química da água”, que se desenvolve em Rio Branco, com a participação de profissionais de organismos relacionados com serviços, gestão das águas e educação. O primeiro módulo dedicou atenção à pluviometria e à descrição de instrumentos e de sensores meteorológicos. O trabalho experimental de campo para coleta de dados e manutenção de estações pluviométricas foi concebido como ensino e pesquisa, vinculando conhecimentos teóricos e práticos ao uso de meios de informação, tratamento de conjuntos de dados e comunicação com auxílio da computação eletrônica. Este trabalho foi escrito considerando alguns aspectos dos Relatórios das Atividades cumpridos pelos alunos onde se destacaram habilidades operacionais e de acompanhamento do tempo e do clima.

Palavras-chave: Pluviometria, meteorologia, Amazônia, Estado do Acre.

ABSTRACT

This work informs some of the experiences of the first of four modules of qualification in Hidrometry, as part of the execution of a long duration project intitled “Measurements of outflow and pluviometry in the basin of the river Acre, sampling and physicochemical analysis of the water”, in course in Rio Branco, with the participation of professionals of organisms related with services and management of waters and education. The first module was dedicated to the pluviometry and the description of instruments and meteorological sensors. The experimental field works for data logging and maintenance of pluviometric stations ware conceived as education and research, relating theory and practice with the use of means of information, treatment of data sets and communication assisted by electronic computation. This paper was written considering some aspects of the participant's activity reports concerning operational and observational abilities of monitoring weather and climate.

Key words: Pluviometry, meteorology, Amazonia, Acre State.

1. INTRODUÇÃO

Os objetivos deste trabalho envolvem dois propósitos complementares: capacitação profissional em Meteorologia e aperfeiçoamento do trabalho docente científico-metodológico no Ensino Médio, centrado no tema ciclo hidrológico. O vínculo destas duas vertentes se dá a partir do desenvolvimento

de habilidades operacionais e teóricas, bem como de valores relacionados com as águas no ambiente amazônico.

O Ensino Médio em Rio Branco, como em outras partes do norte do Brasil carece de experimentação e

dos nexos entre docência e pesquisa com a participação de professores e alunos. Por outro lado, Cursos de capacitação em Meteorologia e hidrometria não têm precedentes de realização no Acre. A capacitação previu: a) desenvolver habilidades operacionais em pluviometria no contexto do Acre, b) monitorar as chuvas mediante pluviômetros *Ville de Paris* e digitais para a organização de bancos de dados, c) descrever o comportamento sazonal das chuvas na bacia do Rio Acre, d) vincular os resultados do monitoramento com a interdisciplinaridade da área Ciências Naturais e suas Tecnologias no Ensino Médio. Esta capacitação está sendo desenvolvida mediante um curso de longa duração, entre 2007 e 2009, que compreende quatro módulos dedicados a: Pluviometria, Fluviometria, Hidrologia e Modelagem. No momento foi concluído o primeiro módulo, que tratou dos seguintes temas:

- A Terra e sua atmosfera, clima e tempo.
- Observação do ritmo do tempo.
- Coordenadas geográficas e localização por GPS.
- Climatologia das chuvas no Acre.
- Sítios pluviométricos na bacia do Rio Acre.
- Instrumentos de estações meteorológicas convencionais.
- Plataforma de Coleta de Dados agrometeorológica e seus sensores.
- Pluviômetros *Ville de Paris* e de báscula (pluviômetro digital).
- Construção de pluviômetros e medição da altura da chuva.
- Trabalho operacional com um pluviômetro de garrafas.
- Coleta de dados de pluviômetros digitais mediante comunicação serial.
- Erro das medições.
- Tabelas e gráficos.
- Uso da computação eletrônica para a busca e elaboração de informações.

Dentre os resultados alcançados ao concluir o primeiro módulo do curso estão:

1. Atualização do banco de dados pluviométricos da região leste do Acre;
2. Análise comparativa do comportamento das chuvas, durante os últimos anos, na bacia do Rio Acre e áreas vizinhas, em relação com a climatologia da região;
3. Organização de unidades temáticas interdisciplinares do ensino de Ciências Naturais, Matemática e suas Tecnologias, a partir do eixo temático ciclo hidrológico, no contexto da Amazônia.

Esses resultados incluem o desenvolvimento de habilidades na coleta de dados em campo por métodos operacionais simples e mediante o uso da computação eletrônica, o emprego das tecnologias da informação para a busca, tratamento e organização de dados e informações.

2. METODOLOGIA

A metodologia de ensino e pesquisa utilizada durante o Curso de capacitação, também fundamenta, de maneira intuitiva, aquela que poderá ser utilizada pelo professor ou profissional capacitado, uma vez no exercício da aplicação das experiências. Em particular: o trabalho em grupo, a experimentação individual, as discussões temáticas e a independência nas manifestações. O contexto amazônico na sua diversidade física, ambiental, econômica e social deve ser entendido como a base da interdisciplinaridade.

É de importância destacar a relevância da aquisição de conhecimentos mediante a estruturação a partir da construção de meios, manutenção dos mesmos, realização de medições, organização de dados em bancos de dados sistematizados para a elaboração de análises sazonais de curto, médio e longo prazos, fundamentados nas teorias e procedimentos de cálculo apropriados e nas informações temáticas que servem de suporte bibliográfico às interpretações.

Estes aspectos foram apoiados pela assimilação de conhecimentos e habilidades teóricas e experimentais em sala de aula e nas instalações de campo,

disponibilizadas em pontos do leste do Acre, em áreas urbanas, rurais e de floresta, cuja localização também foi objeto de exercício com uso de uma unidade de posicionamento global (GPS).

No que diz respeito às medições, a assimilação metodológica provem do embasamento na teoria de erros e fundamentos da estatística descritiva. Aspectos simples que sendo aparentemente conhecidos se mostram ausentes da prática experimental, por exemplo, na realização de medições diretas da altura da chuva (DUARTE, 2007). Isto advém das dificuldades de profissionais, professores e alunos na sua atuação em relação ao processo de medição, como são: o ato de medir; o uso e o cuidado dos instrumentos de medição; a escala do instrumento e o valor atribuído à menor divisão da escala (erro absoluto); erro relativo; a expressão do valor medido junto ao erro absoluto e às unidades da grandeza física tendo em conta corretamente os algarismos significativos; as cifras inteiras e decimais; a norma decimal adotada pelo Brasil e por outros países; as operações com algarismos significativos e casas decimais; a expressão final de uma operação usando as regras de arredondamento; o cálculo do valor médio (média) e da média compensada; a utilização de tabelas eletrônicas para a criação; manutenção e atualização de bancos de dados; a elaboração de textos e gráficos; as comparações, a interpolação e a extrapolação de valores, bem como a fundamentação das interpretações; discussões e utilização da informação gerada e assimilada da bibliografia impressa e digital.

A utilização da computação eletrônica serve aos propósitos do ensino e da pesquisa de várias formas. Uma delas, durante a coleta de dados de campo mediante a comunicação serial entre um *datalogger* e um computador como um *laptop* ou outro dispositivo que possibilite a comunicação, por exemplo, outro *datalogger* ou um computador de bolso (*palmtop*). A comunicação utilizada durante os trabalhos de campo para coletar dados de pluviômetros digitais foi via cabo serial. Outra maneira de utilização da computação eletrônica foi para buscas de informações textuais, numéricas e em forma de imagens de satélites, tanto

relacionadas com a localização geográfica e cobertura do solo, quanto para a observação do estado da atmosfera, principalmente nuvens, tipos de nuvens e posicionamento de sistemas meteorológicos, suas características, propagação e dispersão.

Neste sentido um exercício didático metodológico chamado *Olhando o tempo* constituiu uma forma de apreciar o ritmo dos acontecimentos meteorológicos durante o dia e ao passo de semanas, durante meses. As informações derivadas dessas observações foram elaboradas também em formato digital, para com isso e os dados das coletas (em pluviômetros, estações meteorológicas convencionais e Plataformas de Coleta de Dados - PCDs), acompanhar o comportamento das principais variáveis meteorológicas e suas manifestações no contexto do clima local e regional.

Os registros fotográficos das visitas a campo tomadas durante o trabalho nos sítios de coleta de dados dão uma idéia dos procedimentos operacionais usados durante essas atividades.

O fato de que não existam hábitos culturais de cuidado aos equipamentos de monitoramento e de laboratório, tanto em escolas como em outras instituições, faz com que se percam muitos recursos, dados e continuidade no monitoramento ambiental.

Os instrumentos precisam de operadores, que é o que o Curso está formando. Numa recente entrevista à revista *Ciência Hoje* o Professor Cristovam Buarque dá um conceito interessante quanto à isto, dizendo “*A economia está saindo do tempo do operário para o do operador, um usa as mãos com um pouco de habilidade, o outro usa os dedos com conhecimento.*”

3. ÁREA DE ESTUDO E DADOS COLETADOS

A área de monitoramento meteorológico, em particular o pluviométrico, é apresentada na Figura 1, e corresponde à parte da bacia do Rio Acre, no leste do Estado do Acre. Na Tabela 1 é mostrado a localização de cada estação.

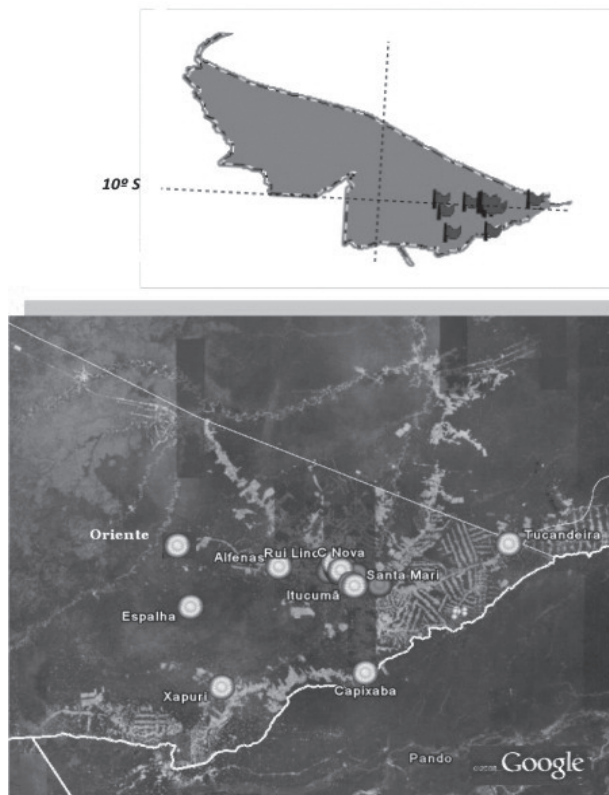


Figura 1: Área de monitoramento meteorológico no leste do Estado do Acre.

Tabela 1: Localização geográficas (lat., long.) das estações.

Nome	Lat. S (°)	Lon. W (°)
Alfenas	9,95709	68,16510
Alto Alegre	9,91764	67,82155
Baixa Verde	10,02500	67,55722
Bosque	9,95764	67,80908
Capixaba	10,57889	67,68191
Catuaba	10,06070	67,60252
Eldorado	9,93594	67,08010
Espalha	10,19142	68,66213
João Eduardo	9,98086	67,82752
Limoeiro	9,86672	67,63430
Oriente	9,93417	68,74630
Tucandeira	9,82222	66,87663
UFAC	9,95331	67,86527
Xapuri	10,66195	68,48858

As instalações presentes no leste do Acre, são:

Na Campus da UFAC, em Rio Branco:

- Uma Plataforma de Coleta de Dados (INPE);
- Uma estação meteorológica convencional (INMET);
- Um pluviômetro digital;
- Um pluviômetro Ville de Paris (de garrafas plásticas).

Em outros pontos da cidade de Rio Branco:

- Um pluviômetro de garrafas plásticas no bairro Bosque;
- Um pluviômetro de garrafas plásticas no bairro João Eduardo;
- Um pluviômetro digital no bairro Alto Alegre;
- Um pluviômetro digital no bairro Eldorado.

Em fazendas e projetos de assentamento do INCRA:

- Um pluviômetro digital na fazenda Catuaba;
- Um pluviômetro digital na fazenda Alfenas (Transacreana);
- Um pluviômetro digital no projeto de assentamento Colibri (Limoeiro);
- Um pluviômetro digital no projeto de assentamento Baixa Verde.

Em outros municípios:

- Um pluviômetro digital em Capixaba;
- Um pluviômetro digital em Xapuri;
- Um pluviômetro digital em Tucandeira (Acrelândia).

Em áreas de floresta:

- Um pluviômetro digital no seringal Espalha;
- Um pluviômetro digital no seringal São Pedro do Icó (Oriente).

A PCD agrometeorológica foi instalada em 2004 pelo INPE. Está situada a 800 m da estação convencional do INMET, um avanço no monitoramento das variáveis meteorológicas, visto como uma transição para dotar de maior qualidade os bancos de dados existentes há trinta anos. O INMET tem planos de instalar outras 12 PCDs no Acre, segundo mostrado na Figura 2.

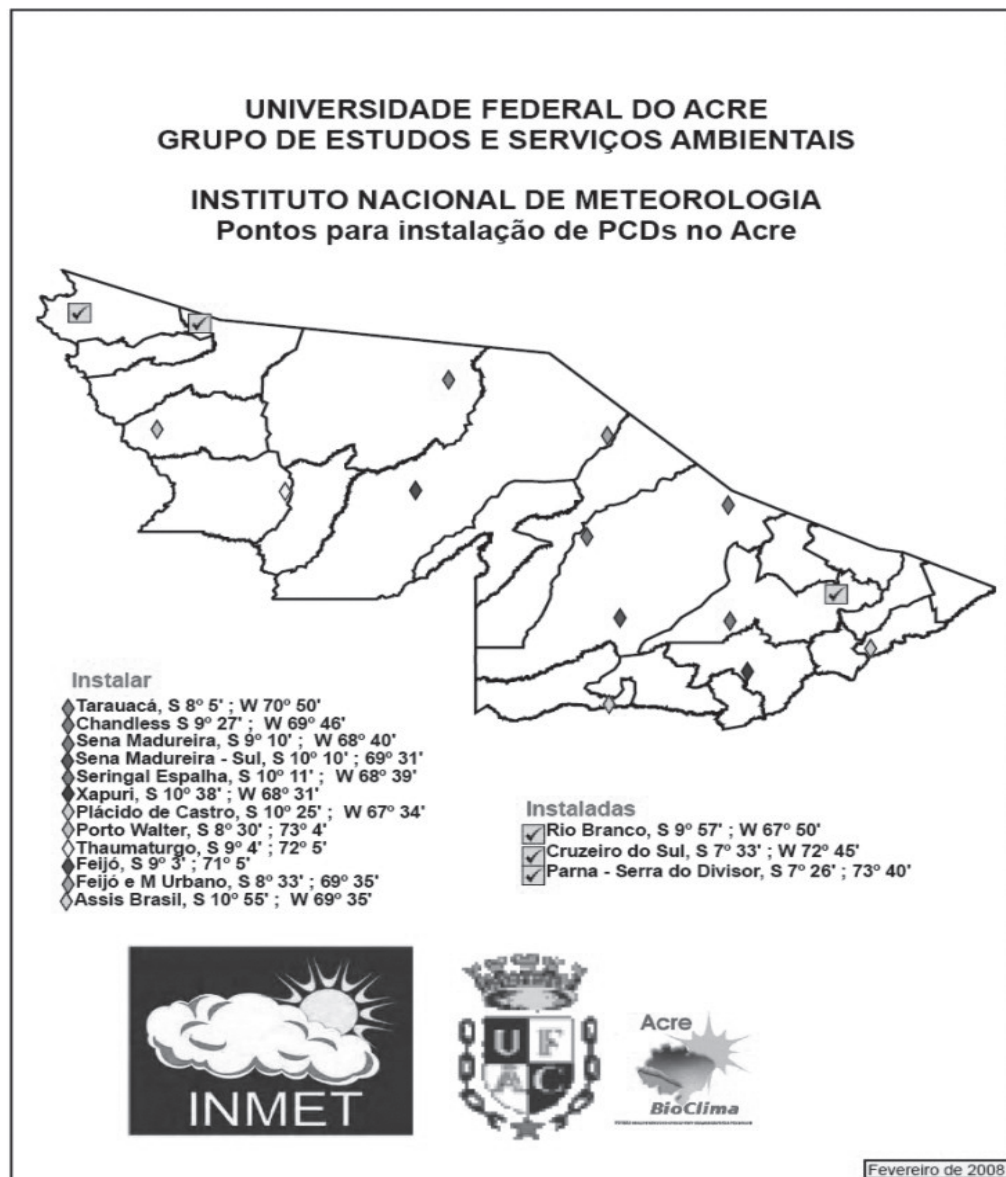


Figura 2: Localização de PCDs a serem instaladas no Acre pelo INMET.

A estação meteorológica convencional do INMET foi instalada em 1968, conta com um banco de dados de longo prazo, que tem permitido a realização de estudos climatológicos.

O banco de dados com informações das estações meteorológicas e pluviométricas se divulga na página: <http://acrebioclima.pro.br>. A atualização da PCD se faz em tempo (quase) real; as demais estações demoram em ser atualizadas, pois requerem de coletas mediante operadores. As estações mais distantes como as situadas em áreas de floresta, nos


seringais São Pedro do Icó e Espalha, se atualizam uma vez por ano, devido ao inacessível desses lugares durante o período das chuvas.

A Figura 3 mostra alunos do Curso de capacitação durante trabalhos de coleta de dados e manutenção nas estações pluviométricas digitais em Tucandeira, Limoeiro, Catuaba e durante a instalação de um pluviômetro em Eldorado. A Tabela 2 mostra um exemplo de organização do banco de dados de chuvas, no bairro Bosque, para o ano de 2007.



Figura 3: Alunos do Curso de capacitação durante trabalhos de c

Tabela 2: Chuvas no bairro Bosque, ano 2007.

		Estação pluviométrica G008 Bairro Bosque, Rio Branco - AC Lat: S 9° 57' 27,5" Lon: W 67° 48' 32,8 Chuvas (mm), ano 2007											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
1	0,3	1	0	10	0	0	0	0	0	0	3	0,3	
2	3	48	0	0	1	0	0	0	0	6	4	12	
3	0,3	19	0	0	14	0	0	0	0	0	2	0	
4	3	0	69	15	0,3	0	0	0	0	0	0,3	1	
5	0	33	0	5	0	0	0,3	0	0	0	0	37	
6	12	0	8	51	0	0	0,3	0	0	0	0	4	
7	0,3	0	6	4	55	0	0	0	0	4	42	0	
8	9	0,3	0,5	37	0	0	0	0	0	0	17	21	
9	70	2	16	0	76	0	0	0	0	0	0	5	
10	28	0	0,3	6	0	0	0	0	0	15	0	9	
11	0,3	0	33	2	0	0	0	0	0	7	0,3	29	
12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
13	0	0	66	0	0	0	0	0	0	23	0,3	0	
14	30	9	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	
15	60	10	7	2	0	0	0	0	0	10	4	6	
16	0	39	0	0	0	0	1	0	35	0,3	0,3	2	
17	29	7	54	28	0,3	0	0	0	0	0	0	8	
18	1	39	3	0,3	39	0	5	0	0	0	0	0	
19	0	0,3	0	0,3	0	0	0	0	0	0,3	56	48	
20	23	16	0	1	0	0	0	0	13	0,3	0	0	
21	70	39	0	0,3	0	0	0	0	48	0	60	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0,3	17	
24	0	64	10	19	8	0	0,3	0	5	82	0	0	
25	0,3	2	15	7	0	0	0	0	0	0	1	1	
26	0	0	0,3	8	0	0	3	0	0	0	28	5	
27	0	0	23	41	0	0	0	43	0	0,3	0	29	
28	0	0	0,3	0,3	0	0	0	0	0	11	11	0	
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	8	12	
31	0		0,3		0		0	0		0		0	
	339	329	313	237	194	0	10	43	101	180	238	248	

A observação qualitativa do tempo e sua descrição no período diurno mediante um exercício de contemplação das mudanças visíveis do estado da atmosfera que acontecem a cada momento, possibilitou prestar a atenção devida à dinâmica dos fenômenos do ambiente próximo e de outros ambientes, pois tal exercício motivou a curiosidade para o acompanhamento das informações e notícias meteorológicas que a televisão e sítios de internet divulgam, para o Acre, o Brasil, a América do Sul e o mundo todo.

A Figura 4, *Olhando o tempo*, é um exemplo de como se modificou o tempo entre as manhãs e as tardes, em Fevereiro de 2008, aos olhos de um observador situado no bairro João Eduardo de Rio Branco.

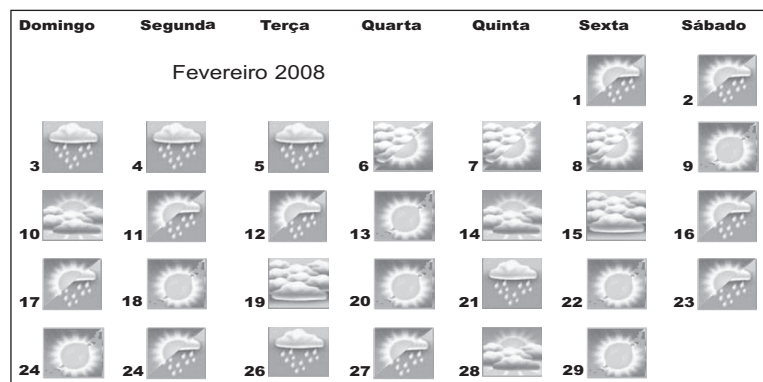


Figura 4. Observação das mudanças diurnas do tempo de manhã para a tarde.

As imagens representam o estado ensolarado, chuvoso, nublado ou de sol entre nuvens durante todo o dia ou parte dele. Geralmente as chuvas intensas acontecem nas tardes por convecção, enquanto os sistemas de meso-escala e regionais provocam chuvas menos intensas a qualquer hora do dia ou da noite.

4. CHUVAS NO ACRE

Os valores médios de chuvas, que caracterizam a climatologia do leste do Acre, calculada para o

Tabela 3: Climatologia das chuvas (mm) no leste do Acre.

	1971 - 2000											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	293	301	252	182	93	33	43	50	104	154	204	249
Desvio P	96	80	91	76	52	29	39	34	57	66	63	65

Tabela 4. Climatologia dos dias chuvosos no leste do Acre.

	1971 - 2000											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	21	20	20	16	10	5	4	5	8	13	16	20
Desvio P	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3

intervalo entre 1971 e 2000 (DUARTE, 2006), estão dados na Tabela 3, e os dias com chuvas para cada mês, na Tabela 4.

Nota-se que os valores medidos no primeiro quadrimestre de 2007 (Tabela 2), embora dentro do desvio padrão, são todos superiores aos correspondentes valores médios para cada mês. De janeiro a abril de 2007 a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) foi persistente. Os acumulados de chuvas mais significativos afetaram as regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (INFOCLIMA, 2007). Entre março e abril a parte SW da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a NW da ZCAS influenciaram simultaneamente as chuvas no Acre. Mas esta evidência válida para os primeiros quatro meses dos anos 2007 é mais geral e manifesta uma característica do comportamento das chuvas no Acre segundo a climatologia entre 1971 e 2000.

Com base nela se observa que:

- O acumulado das chuvas durante os quatro primeiros meses do ano é maior que o caracterizado para antes de 1970, por outro lado o valor mínimo de chuva acontece em junho e não em agosto como antigamente.
- A seca chega abruptamente em maio.
- O aumento das precipitações na transição da seca para a estação chuvosa até dezembro acontece a uma taxa de 31 mm/mês, menor do

- que o estabelecido para antes de 1970, que era de 37 mm/mês.
- iv. As chuvas se estabelecem mais lentamente.
 - v. Na época das chuvas, entre outubro e abril, caem 83 % do volume das chuvas anuais.
 - vi. A distribuição das chuvas por trimestre expressa que o acumulado de janeiro a março é 43 % do total anual, de abril a junho de 16 %, de julho a setembro de 10 % e de outubro a dezembro de 31 %.
 - vii. A distribuição das chuvas por quadrimestre demonstra que o acumulado de janeiro a abril é de 53 % do total anual, de maio a agosto de 11 % e de setembro a dezembro de 36 %.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade da capacitação para a melhoria do ensino interdisciplinar, as operações de leitura e manutenção de instrumentos meteorológicos, a geração e assimilação de conceitos e conhecimentos sobre o comportamento do tempo e o clima a partir do monitoramento *in-situ* ganha atualmente uma maior importância na sua dimensão social. Enchentes e secas têm sido recorrentes no Acre, marcando uma sazonalidade anual que prejudica à população pelo excesso de chuvas nos primeiros quatro meses do ano, em particular de janeiro a março, e a falta de chuvas centrada no mês de junho. Mais chuvas nos primeiros quatro meses do ano, seguido de uma chegada abrupta da seca, que tem mudado do mês mais seco, agosto, para junho, e que poderia retrair para maio ou abril. Também, a lenta chegada da época das chuvas permite concluir que a seca aumenta em duração enquanto as chuvas se concentram em menos meses e o acumulado anual das chuvas diminui. Logicamente isto se reflete no Rio Acre, que vem diminuindo anualmente seu nível mínimo durante as secas. Atualmente sobra água em vários meses e falta água durante outros, quando numerosos bairros ficam sem o abastecimento, nesse momento não existe água nem para combater os incêndios urbanos; as queimadas florestais se apagam com as chuvas que demoram a vir. Sendo muito escasas as

instalações para o monitoramento em tempo real, o monitoramento das chuvas mediante pluviômetros simples vem sendo útil, embora limitado. A futura instalação de 12 PCDs com uma distribuição espacial de abrangência uniforme em todo o Estado do Acre, beneficiará a observação e divulgação, em internet quase instantaneamente, dos valores de chuvas e outros como temperaturas e umidade relativa, cujos extremos de anomalias positivas e negativas impactam a população. A capacitação em hidrometria continuará então sendo de utilidade junto à modernização.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUARQUE C. Uma escola “redonda” para todos. *Ciência Hoje*, v. 42, nº 247, p.10-13, 2008.

DUARTE, A. F. **Hidrometria no Acre: Clima, medições e informações meteorológicas**. Vol.1. Edufac. Rio Branco, 2007, p.59 – 64.

DUARTE, A. F. Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971 – 2000. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.21, nº 3, p.308 – 317, 2006.

INFOCLIMA **Boletim de informações climáticas. Sistemas meteorológicos e ocorrências significativas no Brasil**. Anos 14 e 15; 2007 e 2008.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através dos Projetos CNPq/MilenioLBA2 e CNPq/Proc.555413/ 2006-3 do Fundo Setorial de Recursos Hídricos, CT-Hidro, pelo apoio, incentivo e oportunidade.

Siglas:

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
 INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
 INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
 GPS – Global Positioning System