

DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE RESIDÊNCIA DA ÁGUA DE CHUVA  
EM ALGUMAS BACIAS HIDROGRÁFICAS ATRAVÉS DE VALORES DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS

ADAIL RICARDO LEISTER GONÇALVES

Orientador: EIICHI MATSUI

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Energia Nuclear na Agricultura

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Outubro, 1979

À minha esposa,

*Joceli M Mantelatto Gonçalves*, pelo apoio e compreensão decisivos que re  
cebi.

Ao meu filho,

*Adail Mantelatto Gonçalves*.

## A G R A D E C I M E N T O S

Ao Dr. Eiichi Matsui, meu orientador neste trabalho, pelas sugestões e discussões.

Ao professor Admar Cervellini, Diretor do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, órgão da Comissão Nacional de Energia Nuclear, por ter colocado à minha disposição todas as facilidades dos laboratórios deste Centro, onde este trabalho foi realizado.

Ao Dr. Enéas Salati, pelas valiosas sugestões e discussões.

Ao Dr. Paulo M. B. Landim, pelas oportunas sugestões e pelo estímulo na elaboração deste trabalho.

Ao Dr. Mário Tolentino, pelo apoio científico, decisivo na conclusão deste trabalho.

Ao Dr. Osmar Cineli, pelas oportunas sugestões e especial atenção.

À Dra. Maria Helena Antunes de O. e Souza por toda atenção, auxílio e sugestões a mim dispensados na revisão do texto deste trabalho.

Meus agradecimentos às seguintes Instituições:

Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA

Centro Técnico Aeroespacial - CTA

Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico  
e Tecnológico - CNPq  
Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP  
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São  
Paulo - FAPESP  
Instituto de Desenvolvimento Econômico- Social  
do Pará - IDESP

Às expedições do Navio Alpha Helix de origem norte ame-  
ricana que muito facilitou as coletas de amostras.

Aos colegas, auxiliares de laboratório, secretárias que  
de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

Em especial à Universidade Federal de São Carlos - DCB - pe-  
las facilidades concedidas à realização deste trabalho.

Adail Ricardo Leister Gonçalves

## ÍNDICE

	Página
1. RESUMO .....	vii
2. INTRODUÇÃO .....	1
3. REVISÃO DA LITERATURA .....	2
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
4.1. Local de Pesquisa .....	10
4.2. Estações de Coleta .....	10
4.2.1. Estações coletas de amostras de água da chuva e do rio .....	11
4.3. Coleta das amostras .....	11
4.3.1. Coleta de amostras de água do rio .....	11
4.3.2. Coleta de amostras de água da chuva .....	12
4.3.3. Número de amostragem .....	12
4.4. Preparo das Amostras .....	12
4.4.1. Preparo das amostras de oxigênio .....	12
4.4.2. Preparo das amostras de hidrogênio .....	13
4.5. Tratamento estatístico para a determinação do provável tempo de residência da água, através dos valores de $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ extraídos da água de chuva e de rio .....	14
4.5.1. Pressupostos iniciais para o desenvolvimento de um modelo teórico .....	14
4.5.2. Montagem do modelo teórico .....	15
4.5.3. Aplicação de um caso real ao modelo teórico .....	18
5. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO .....	20
5.1. Dados obtidos .....	20
5.2. Relação entre $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ e $\delta\text{D}(\text{‰})$ nas águas de chuva e águas dos rios analisados .....	21

5.3. Considerações sobre o provável tempo de residência da água .....	22
5.3.1. Geologia Regional da Amazônia .....	22
5.3.2. Determinação do provável tempo de residência da água .....	25
5.4. Variação de $\delta^{18}O$ (‰) conforme a estação .....	28
5.5. Algumas medidas de $\delta^{18}O$ (‰) efetuadas ao longo do Rio Amazonas .....	29
6. CONCLUSÕES .....	31
7. PERSPECTIVAS FUTURAS .....	33
8. SUMMARY .....	34
9. LITERATURA CITADA .....	35
TABELAS .....	41
FIGURAS .....	73

## 1. RESUMO

Utilizando-se amostras de água de chuva e de rio, coletadas mensalmente, por um período de um ano, em dez estações, situadas na Bacia Amazônica, analisou-se o seu conteúdo em  $^{18}\text{O}$  e D. Com os valores de  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e  $\delta\text{D}(\text{‰})$  procurou-se determinar o provável tempo de residência da água da chuva para cada estação. Correlacionou-se valores de  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e precipitação (mm) determinando-se a ocorrência do "amount effect" nas estações. Efetuou-se ainda uma análise de amostras ao longo do Rio Amazonas para observação simples do fenômeno de "fracionamento isotópico", com valores de  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ .

## 2. INTRODUÇÃO

A Bacia Amazônica abrange uma área de aproximadamente  $6,5 \times 10^6$  km<sup>2</sup>, situada na região equatorial, pertencendo aos dois hemisférios. Trata-se de uma região pouco estudada e pouco alterada pelo homem, a um nível que possa ser considerado significativo. Representa uma incomensurável fonte de recursos naturais, cuja exploração racional exige estudos básicos para evitar desequilíbrios de variadas naturezas. Deste modo vários autores já se dedicaram e se dedicam atualmente à pesquisa dos diversos fatores influentes no equilíbrio, no seu sentido mais amplo, em toda a região, como VILA NOVA et alii (1973); MATSUI et alii (1976); MARQUES (1978); entre outros.

Neste trabalho procurou-se determinar a viabilidade ou não de se utilizar comparações entre medidas feitas, na água pluvial e fluvial, com isótopos pesados estáveis D e <sup>18</sup>O, para uma estimativa do tempo de residência da água da chuva caída na região



### 3. REVISÃO DA LITERATURA

Os trabalhos com isótopos estáveis foram efetuados tão logo estes isótopos foram descobertos. No Brasil, alguns trabalhos utilizando-se de D e  $^{18}\text{O}$  já têm sido feitos, principalmente utilizando-se águas do Nordeste Brasileiro e da Amazônia.

EPSTEIN e MAYEDA (1953) propuseram uma metodologia para o preparo de amostras de oxigênio, para análise de  $^{18}\text{O}$  por espectrometria de massa, utilizando várias amostras de água do mar e de água doce.

DANSGAARD (1953), pesquisando a abundância de  $^{18}\text{O}$  na precipitação de uma frente quente, descobriu a existência de um processo distinto de fracionamento isotópico, explicável por pressões desiguais de saturação para  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  e  $\text{H}_2^{16}\text{O}$ .

FRIEDMAN (1953) desenvolveu um método de espectrometria de massa que permite uma determinação bastante precisa da razão deutério/hidrogênio (D/H), sendo possível obter esta determinação com uma precisão de até mais ou menos 0,10%, utilizando-se material de

"abundância normal", isto é, uma parte de D em 6.700 partes de H. Tal método possibilitou a utilização de amostra de água de até 0,001 ml. Determinou ainda, que a evaporação e condensação naturais, que fracionam os isótopos de oxigênio, também fracionam os isótopos de hidrogênio, sendo a razão desses dois fracionamentos igual à razão entre as razões das pressões de vapor de  $H_2O/HDO$  e  $H_2^{16}O/H_2^{18}O$ . Além disto, determinou que as razões D/H nas águas do oceano oscilam de 0,0153 a 0,0156 moles % de D, enquanto que, nas águas doces dos Estados Unidos oscilam de 0,0133 a 0,0154 moles % de D e que, existe uma temperatura mínima de 400°F para o equilíbrio  $H_2O + HD = HDO + H_2$  nos referidos gases. Estas últimas medições foram feitas nos gases de uma fumarola do Parque Yellowstone.

DANSGAARD (1954), estudando a abundância de  $^{18}O$  em águas doces, concluiu que, no vapor d'água atmosférica, ela é dependente (a) da temperatura de precipitação, (b) da origem do vapor e (c) da média de resfriamento do vapor durante a circulação da água na natureza, e, em uma certa precipitação, depende (d) da temperatura de condensação, (e) do resfriamento desde o início da condensação do vapor em questão e (f) de evaporação durante a queda da precipitação, desde a nuvem até o chão. Além disto, concluiu que a abundância de  $^{18}O$  na água do solo de uma determinada localidade depende (g) da evaporação da precipitação desde que ela atingiu o solo e (h) da possível troca do  $^{18}O$  entre a água e substâncias que contenham oxigênio no solo.

CRAIG (1961a), propôs um padrão de referência para dados de  $^{18}O$  baseado na amostra de água do mar utilizada por EPSTEIN e

MAYEDA (1953), relativo ao National Bureau of Standards para referência isotópica de amostras de água, para relacionar ambas as variações de D e  $^{18}\text{O}$  em águas naturais relativas à mesma água.

CRAIG (1961b), estudando as variações isotópicas em águas meteóricas, determinou que o enriquecimento isotópico, relativo às águas do oceano (SMOW), mostra uma correlação linear inteira e ordenada, em se tratando de águas que não tenham sofrido evaporação excessiva.

DANSGAARD (1964), observou que na maioria dos casos o  $\delta\text{D}$  varia linearmente com o  $\delta^{18}\text{O}$ . com uma inclinação em torno de 8, podendo, entretanto, ocorrer inclinações maiores e outras menores que 8, sendo estas últimas relacionadas principalmente com climas relativamente secos.

LLOYD (1966), estudando o enriquecimento dos isótopos de oxigênio na água do mar, por evaporação, concluiu que a umidade relativa no local da evaporação é um fator importante na determinação do enriquecimento isotópico líquido, especialmente em alta salinidade.

MATSUI (1971) estudou as variações naturais de concentração de D em amostras de água, construindo um sistema de decomposição da água, utilizando urânio metálico como redutor. Estudou ainda os fatores que poderiam influenciar a precisão da medida, obtendo um erro padrão de 0,85%. Como aplicação dessa metodologia, foram analisadas amostras de água de cinco cidades do Estado de São Paulo, encontrando valores do conteúdo de Deutério variando de  $\delta\text{D} = -77,2\%$  a

$\delta D = + 19,3\%$ .

SALATI et alii (1971) estudaram as variações das concentrações de D e  $^{18}O$  em águas subterrâneas do Nordeste Brasileiro, quando analisaram amostras provenientes de trinta e uma cidades. Observaram uma variação de  $-1,27\%$  a  $-5,00\%$  para  $^{18}O$  e de  $-2,5$  a  $-28,0\%$  para D, em relação ao SMOW. Estas variações naturais indicam que tanto o  $^{18}O$  como o D poderão ser utilizados, em alguns casos, como traçadores de águas subterrâneas. Com o objetivo de se obter informações complementares sobre o mecanismo de recarga de aquíferos, foram analisadas também, em algumas cidades, as composições isotópicas das águas pluviais. Este estudo preliminar foi dirigido no sentido de correlacionar a taxa de evaporação com a salinidade das águas subterrâneas.

GAT e DANSGAARD (1972) fizeram medidas de isótopos estáveis em ocorrências de água doce em Israel e no Nordeste do Vale do Jordão, determinando que elas contêm variações no espaço e no tempo quanto à abundância isotópica na precipitação, água superficial e de solo. Puderam observar que os efeitos da geomorfologia sobre a evolução das nuvens e da evaporação secundária da queda das gotas sob a nuvem, determinam a composição isotópica da precipitação. Observaram ainda que, nos aquíferos montanhosos, a composição isotópica se iguala mais ou menos à precipitação nas áreas de recarga, e que, nas planícies costeiras e nos vales longe da costa, pode ser notado um enriquecimento adicional das espécies isotópicas pesadas nas águas do solo, relativas à precipitação local. Isto mostra que o grau de aridez em diferentes regiões do país é refletido na composição

isotópica, particularmente no valor do parâmetro  $d = \delta D - 8\delta^{18}O$ . As ocorrências de água superficial incluíram a parte superior do sistema do Rio Jordão. Os dados isotópicos foram utilizados para a avaliação da estrutura hidrográfica do fluxo combinado do Jordão e de parte da água perdida por evaporação e do papel que estes fatores re presentam no sistema de balanço hídrico da região.

SALATI et alii (1972) fizeram medidas de concentração de  $^{18}O$  em águas de chuva do Estado de São Paulo, coletadas em doze cidades, no período de outubro de 1968 a setembro de 1969. Os teores médios mensais de  $^{18}O$  foram correlacionados com as regiões climáticas e com a precipitação local. As cidades puderam ser divididas em dois grupos: ao longo do litoral, com valores de  $\delta^{18}O(\text{‰})$  por volta de  $-3,5\text{‰}$ , e, no planalto, com valores de  $\delta^{18}O(\text{‰})$  variando de  $-5\text{‰}$  a  $-7\text{‰}$ . Em quase todas as cidades as variações mensais puderam ser explicadas pelo "amount effect", com baixos valores de  $\delta^{18}O$  para os meses chuvosos (verão) e valores mais elevados de  $\delta^{18}O$  para os meses mais secos (inverno). No litoral norte do Estado, com precipitações mensais altas durante o ano todo, as variações das concentrações parecem estar estreitamente ligadas com a mudança da fonte de vapor d'água da atmosfera.

VILA NOVA et alii (1973) fizeram uma estimativa da evapotranspiração na Bacia Amazônica, utilizando dados da Região Amazônica brasileira e de algumas estações de outros países. Determinaram o balanço de energia e, com base no mesmo, o balanço hídrico da região, adaptando o método de Penman para as condições de florestas. Os dados obtidos indicam que 90% da evapotranspiração se deve ao balanço de ener

gia. A evapotranspiração real da região deve ter um valor aproximadamente igual à potencial e a média encontrada foi da ordem de 4mm/dia, ou seja, 1.460 mm/ano. Em uma primeira aproximação, concluíram que a Bacia Amazônica funciona como um sistema que recebe, através da precipitação,  $14,4 \times 10^{12} \text{ m}^3$  de água por ano, sendo este total balanceado por uma descarga superficial de  $5,5 \times 10^{12} \text{ m}^3/\text{ano}$  e uma evapotranspiração de  $8,9 \times 10^{12} \text{ m}^3/\text{ano}$ . Concluíram desse modo que, desde que a transpiração pelas plantas representa 61,8% do balanço hídrico, tudo indica que um desmatamento intensivo deverá trazer alterações no ciclo hidrológico.

SANTIAGO et alii (1975) estudaram o fracionamento isotópico da água ( $^{18}\text{O}$  e D) do Açude Santo Antonio de Russas, durante a evaporação. O referido açude situa-se no Estado do Ceará, no Nordeste brasileiro. As amostras foram coletadas nos períodos de agosto a janeiro de 1971 e agosto a dezembro de 1972. Foi obtida a linha de evaporação  $D = 5,0 \text{ }^{18}\text{O} + 0,4 \text{ e}$ , para valores de D, as taxas de evaporação foram de 26% para o primeiro período e 33% para o segundo. Comparando esses valores com medidas limnimétricas, obtidas durante os períodos acima mencionados, foi observado que a perda através da evaporação é muito maior do que através da infiltração.

MATSUI et alii (1976), estudaram hidrologia isotópica na Amazônia, através das descargas relativas dos Rios Negro e Solimões através das concentrações de  $^{18}\text{O}$ . Foram feitas medidas de  $^{18}\text{O}$  em amostras de água, coletadas durante um período de dois anos, no Amazonas abaixo da confluência dos Rios Negro e Solimões. Foi observado, através das medidas, que o Amazonas não apresenta suas águas homogeneiza

das até 120 km abaixo da confluência. Foram ainda estimados os fluxos relativos, com base nas concentrações de  $^{18}O$  e foi observado que a contribuição relativa do Negro variou de 19% em fevereiro de 1973 para 68% em julho de 1973.

MARQUES (1976), estudando problemas hidrológicos, climatológicos e ecológicos da Região Amazônica, concluiu que o Oceano Atlântico constitui a principal fonte de umidade para a região, sendo o suprimento de vapor realizado pela costa nordeste da América do Sul, e que o suprimento de vapor para a região estudada foi predominantemente zonal e no sentido leste-oeste, contribuindo a camada 1.000/700 mb com 80% do total de vapor.

SALATI et alii (1978), estudando a origem e distribuição das chuvas na Amazônia, concluíram que a fonte primária de vapor d'água para a Bacia Amazônica é o Oceano Atlântico, sendo o vapor levado à região através dos ventos alísios. Concluíram ainda que há uma recirculação do vapor d'água da região, sendo que provavelmente 50% das precipitações são devidas a este mecanismo. A cobertura vegetal (florestas) tem um papel relevante neste processo através da transpiração.

MARQUES (1978), estudando a transferência horizontal de vapor d'água na troposfera e a hidrologia da Bacia Amazônica, concluiu, através do método aerológico, que, em média, 46% da precipitação que cai na bacia tem como origem o vapor d'água oceânico, que é transportado para a região pelos ventos alísios, que constantemente sopram do oceano para a área, e 54 % tem como origem o vapor d'água

oriundo da evapotranspiração real local. Utilizando ainda o método aerológico estimou em tres meses aproximadamente, o tempo médio de residência da chuva na região, permitindo assim prever as vazões médias mensais do Amazonas com, pelo menos, três meses de antecedência, independentemente do conhecimento dos valores da precipitação e da evapotranspiração.



## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Local da Pesquisa

A pesquisa se desenvolveu na Bacia Amazônica que se estende desde 5°N de latitude a 18°S e de 45°W de longitude a 80°W, com uma população de 8 milhões de habitantes.

A Bacia contém a maior quantidade de vegetação natural e balanços hidrológico e ecológico que ainda não foram alterados de forma significativa pela ação do homem. É constituída pelas áreas dos seguintes países: Brasil, Peru, Colômbia, Venezuela, Bolívia e Equador, sendo o território brasileiro o maior em área compreendendo  $5 \times 10^6 \text{ km}^2$ , com uma população estimada em 5 milhões de habitantes, distribuídos pelos Estados do Amazonas, Acre, partes do Maranhão, Pará, Goiás, Mato Grosso do Norte, Territórios do Amapá, Roraima e Rondônia.

### 4.2. Estações de Coleta

Os dados básicos para estudo foram obtidos a partir de coleta de amostras de água do rio e da chuva nas estações indicadas

na Figura 1 e relacionadas no item 4.2.1.

#### 4.2.1. Estações coletas de amostras de água da chuva e do rio

Estação	Coordenadas		Rio
	Latitude	Longitude	
Yauaretê	0°35'N	69°13'W	Uaupes
Jacareacanga	6°15'S	57°45'W	Tapajós
Carolina	7°21'S	47°30'W	Tocantins
Benjamim Constant	4°22'S	70°10'W	Solimões
Cruzeiro do Sul	7°35'S	72°40'W	Juruá
Cachimbo	9°20'S	54°55'W	Braço do Norte
Porto Velho	8°45'S	63°55'W	Madeira
Rio Branco	9°55'S	67°52'W	Acre
Vilhena	12°45'S	60°15'W	Igarapé Pires de São
Boa Vista	3°50'N	60°40'W	Rio Caure

#### 4.3. Coleta das Amostras

A coleta das amostras foi efetuada por dois processos:

##### 4.3.1. Coleta de amostras de água do rio

A coleta de amostras de água do rio foi efetuada utilizando-se a Garrafa de Van Dorn. Após a coleta a água foi armazenada em frascos plásticos, inertes e hermeticamente fechados.

#### 4.3.2. Coleta de amostras de água da chuva

Para a coleta das águas de precipitação foram utilizados pluviômetros dos quais diariamente foi efetuada a coleta de água, que foi armazenada em frascos plásticos, inertes e hermeticamente fechados.

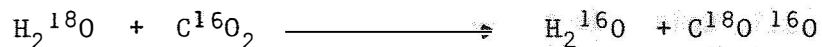
#### 4.3.3. Número de Amostragens

As amostragens foram mensais, variando de 1 a 4 anos, dependendo da estação conforme Tabelas 1 a 10 e 23.

### 4.4. Preparo das Amostras

#### 4.4.1. Preparo das amostras de oxigênio

Para o preparo de amostras de oxigênio, para análise de  $^{18}\text{O}$ , foi empregada a metodologia proposta por EPSTEIN e MAYEDA (1953). Utilizou-se também um agitador em banho térmico, de temperatura constante, com a finalidade de se estabelecer o equilíbrio da reação de troca isotópica entre o  $^{18}\text{O}$  da água e o  $^{16}\text{O}$  de  $\text{CO}_2$ . Esta reação foi prolongada por um tempo de 16 horas aproximadamente:



Após esta reação a amostra de água foi analisada, por intermédio do  $\text{CO}_2$ , no Espectrômetro de Massa Varian-Mat, modelo MAT - 230, com desvio padrão dos valores melhor que 0,2(%).

#### 4.4.2. Preparo das amostras de hidrogênio

No caso do hidrogênio (Deutério) a preparação das amostras baseia-se na decomposição da água pelo urânio metálico, segundo o sistema proposto por FRIEDMAN (1953) e modificado por MATSUI e outros (1971).

Basicamente a técnica consiste em fazer circular vapor d'água sobre urânio metálico a quente, aproximadamente 600°C ou mais. Durante a passagem, o urânio reage com a água, formando óxido de urânio e deixando livre o hidrogênio. Este óxido de urânio é pulveroso e sai facilmente da parte metálica. O urânio metálico, a temperatura acima de 500°C, não forma nenhum composto hidratado estável. Deste modo o hidrogênio pode ser recolhido e levado para análise do conteúdo de Deutério no Espectrômetro de Massa Varian -Mat, modelo GD-150, com desvio padrão dos valores melhor do que 1,0(‰)

Os resultados são dados em relação ao SMOW (Standard Mean Ocean Water) como foi definido por CRAIG (1961a), pelas relações:

$$\delta A(\text{‰}) = \frac{R_A - R_{SMOW}}{R_{SMOW}} \times 10^3$$

sendo  $R_A$  a razão isotópica  $\frac{[^{18}\text{O}]}{[^{16}\text{O}]}$  ou  $\frac{[\text{D}]}{[\text{H}]}$  respectivamente para  $\delta^{18}\text{O}$  ou  $\delta\text{D}$ .

4.5. Tratamento estatístico para a determinação do provável tempo de residência da água, através dos valores de  $\delta^{18}O(\%)$  extraídos da água de chuva e de rio.

Como anteriormente mencionado, o problema fundamental, no presente trabalho, é a busca de um método que permita estimar o tempo de retenção das águas pluviais.

A hipótese de trabalho que se pretende testar para a resolução deste problema é a seguinte:

"Há uma correlação significativa entre a reta que relaciona os valores  $\delta^{18}O(\%)$  da água da chuva e os da água do rio, para um determinado caso, e aquela gerada artificialmente a partir dos valores de  $\delta^{18}O(\%)$  da água da chuva e os valores  $\delta^{18}O(\%)$  da água de chuva defasados de um ou mais meses, simulando os valores relativos à água do rio".

Para a elaboração de um modelo teórico, que permita testar tal hipótese, há necessidade de se partir de alguns pressupostos, baseados em experimentos previamente realizados ou em inferências lógicas e admissíveis.

4.5.1. Pressupostos iniciais para o desenvolvimento de um modelo teórico.

4.5.1.1. Há uma correlação bastante significativa entre os valores de  $\delta^{18}O(\%)$  das águas de chuva de uma dada região e os valores  $\delta^{18}O(\%)$  das águas dos cursos d'água que drenam esta região, MOU

RA DOS REIS et al (1976); CRAIG, H. (1961b) entre outros.

4.5.1.2. A regressão entre os valores acima citados é linear e uma reta, locada pelo método dos mínimos quadrados, representa satisfatoriamente a inter-relação entre os valores encontrados.

4.5.1.3. Não ocorre fracionamento isotópico no percurso da água da chuva, desde o ponto em que ela atinge o solo até sua incorporação na água do rio e coleta.

4.5.1.4. A amostra coletada de água da chuva é representativa do universo de águas pluviais caídas na bacia de drenagem e a amostra de água fluvial também é representativa de toda água que está sendo drenada na referida bacia, a montante do ponto de coleta.

#### 4.5.2. Montagem do modelo teórico

Para desenvolvimento do modelo partir-se-á da construção de uma tabela (Tabela 11), em que são explicitadas as situações hipotéticas, da seguinte forma:

4.5.2.1. Na primeira coluna são indicados, pelas respectivas iniciais, os meses de coleta;

4.5.2.2. Na segunda são colocados os valores reais de  $\delta^{18}O$  (‰), correspondentes às águas de chuva caídas nos meses indicados (estes valores são designados por A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, L, M);

4.5.2.3. Na terceira são relacionados os mesmos valores da

coluna anterior, porém, defasados de um mês (Cria-se, desta forma, a situação hipotética em que a chuva, caída num dado mês, só chega ao ponto de coleta, no rio, com (1) um mês de retardamento);

4.5.2.4. A quarta e quinta colunas são montadas da mesma forma que a anterior, mas apresentando, respectivamente, os dados com retardamento de 2 (dois) e 3 (três) meses.

Os valores com defasagem representarão, para construção do modelo, valores teóricos encontrados na água do rio que drena a região, após um, dois, três ou mais meses, a partir da queda da chuva.

Aplicando-se as técnicas de análise de regressão linear aos dados apresentados na tabela 11, podem ser geradas retas, e respectivas equações, para os pares de dados:

coluna 2 x coluna 3 (I)

coluna 2 x coluna 4 (II)

coluna 2 x coluna 5 (III)

Para uma determinada estação de coleta de dados ter-se-á, portanto, a seguinte família de retas:

$$y^I = a^I + b^I x^I$$

$$y^{II} = a^{II} + b^{II} x^{II}$$

$$y^{III} = a^{III} + b^{III} x^{III}$$

Estas retas representam as regressões (e correlações) significativas para um retardamento (e, portanto, um tempo de residência) de um, dois, três meses, entre o momento da queda da chuva e a sua

chegada ao ponto de coleta, no rio.

A partir das equações I, II e III e lançando-se os dados num sistema de coordenadas cartesianas, são obtidas retas conjugadas. Nes se mesmo sistema poder-se-á lançar a reta decorrente da regressão de um caso real. e, por comparação visual com a família-padrão de retas, estimar o tempo de retardamento (residência) do caso real.

Além deste, procurou-se idealizar um sistema que tivesse por base os valores da intersecção "a" e da inclinação "b" das retas-padrão. Para isto foi construída uma tabela contendo, na primeira coluna, os valores de tempo de retenção gerados artificialmente; na segunda coluna, os valores da intersecção "a" das retas correspondentes e, na terceira coluna, os valores da inclinação "b" das mesmas retas (Tabela 12).

Com os pares de valores apresentados na tabela 12 determinam-se as equações das retas que melhor se adaptam a esses pontos, pelo método dos mínimos quadrados, como nos casos calculados neste trabalho, com respeito ao coeficiente de ajustamento ( $r^2$ ), ou ainda pela simples observação visual a ser feita como, por exemplo, nas figuras 19 a 22. Ter-se-á, então, a correlação e a regressão entre os valores de "a" e "b" das várias retas de regressão, relacionadas aos tempos de residência:

$$y^a = a^a + b^a x^a \quad (\text{equação a})$$

$$y^b = a^b + b^b x^b \quad (\text{equação b})$$

De posse das informações acima, abre-se a possibilidade de de comparação de um caso real ao modelo teórico criado.



#### 4.5.3. Aplicação de um caso real ao modelo teórico

No caso real tem-se valores de  $\delta^{18}O(\%)$  de água de chuva, na abcissa, e valores de  $\delta^{18}O(\%)$  de água de rio, na ordenada, para o cálculo da reta de regressão. Obtém-se a equação r:

$$r \therefore y^r = a^r + b^r x;$$

esta equação apresenta uma interseção a<sup>r</sup> que pode ser utilizada na equação a, obtida utilizando-se as interseções e o atraso em meses da Tabela 12, em lugar do x quando, então, se consegue, através de uma interpolação estatística, localizar a qual atraso corresponde essa interseção a<sup>r</sup>, obtendo-se assim:

$$y^{**} = K \text{ meses.}$$

A equação r apresenta ainda uma inclinação b<sup>r</sup> que pode ser utilizada na equação b, que é aquela obtida utilizando-se as inclinações e o atraso em meses da Tabela 12, em lugar do x quando, então, se consegue, através de uma interpolação estatística, localizar a qual atraso corresponde essa inclinação b<sup>r</sup>, obtendo-se assim:

$$y'^* = K' \text{ meses.}$$

Toma-se então K meses e K' meses extraíndo-se a média a ritmética simples:

$$\frac{K + K'}{2} = \text{tempo provável de residência da água}$$

#### Caso Especial

Para o caso de Porto Velho, se observada a figura 1, nota-se que a água de chuva incorporada à drenagem pode ser considerada como aquela coletada em Rio Branco, assim sendo, para este caso o

cálculo deve ser efetuado utilizando-se das tabelas relativas ao modelo teórico aplicado para Rio Branco e a equação do caso real de Porto Velho.

## 5. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Dados Obtidos

A Bacia Amazônica tem um contínuo suprimento de vapor d'água de origem oceânica, que perfaz, em média, 46% da precipitação que cai na Bacia. Este suprimento é levado pelos ventos alísios, que constantemente sopram do Oceano Atlântico para a área. Os 54% restantes têm como origem o vapor d'água oriundo da evapotranspiração local, MARQUES (1978).

Os dados obtidos, encontram-se nas tabelas de números 1 a 10 e os locais em que foram obtidos têm sua localização precisa ítem 4.2.1.. Eles representam as análises para obtenção de D e  $^{18}O$ , a partir de águas da chuva e do rio, em cada localidade, no período de um ano, de outubro de 1972 a setembro de 1973. Juntamente aos dados encontram-se os valores de precipitações, em milímetros, para cada um dos meses do ano estudado. Os valores de D e  $^{18}O$  são dados em partes por mil (‰).

## 5.2. Relação entre $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ e $\delta\text{D}(\text{‰})$ nas Águas da Chuva e Águas dos Rios Analisados

As figuras 2 e 3 mostram a distribuição de pontos obtida, colocando-se nas abcissas, os valores de  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e, nas ordenadas, os respectivos valores de  $\delta\text{D}(\text{‰})$ , para águas dos rios e das chuvas, respectivamente. Pelo método da Regressão linear (método dos quadrados mínimos), foram obtidas as equações:

$$\delta\text{D} = 6,80 \delta^{18}\text{O} + 2,99, \text{ para água dos rios;}$$

$$\delta\text{D} = 8,15 \delta^{18}\text{O} + 10,03, \text{ para água das chuvas;}$$

e os coeficientes de correlação 0,95 e 0,98, respectivamente.

CRAIG (1961b), no seu estudo sobre variações isotópicas em águas meteóricas, analisou 400 amostras de água de rios, lagos e precipitação, com a finalidade de estabelecer a natureza do parentesco isotópico em águas meteóricas, sendo 40% delas coletadas nos Estados Unidos e o restante distribuído por todo o mundo, obteve a seguinte relação:

$$\delta\text{D} = 8 \delta^{18}\text{O} + 10$$

Assim podemos observar que a equação para água das chuvas é bastante concordante com o valor encontrado por CRAIG (1961). Para água dos rios o que varia um pouco é o excesso de Deutério. É provável que este excesso seja devido a uma possível evaporação das águas, desde a precipitação até o ponto de coleta da água do rio, provavelmente pela evaporação da água das interseções foliares e pela superfície de evaporação do próprio rio.

### 5.3. Considerações sobre o provável Tempo de Residência da Água

Entende-se por tempo de residência da água, o tempo necessário para que a água de chuva, que caiu ao solo, caminhe até o ponto de coleta.

Utilizando-se dos dados isotópicos de  $\delta D$  da água da chuva e do rio e  $\delta^{18}O$  da água da chuva e do rio, procurou-se estabelecer este tempo de residência. Coletou-se a água da chuva e determinou-se  $\delta D$  e ou  $\delta^{18}O$ ; coleta-se também água do rio próximo à estação de coleta de chuva e determina-se  $\delta D$  e/ou  $\delta^{18}O$ .

Essa coleta foi feita durante um ano, foi medida ainda a precipitação em mm. Com os valores de  $\delta D$ ,  $\delta^{18}O$  e precipitação em mm, foram feitos gráficos relativos às figuras 4 a 13.

É claro que o tempo que a água leva, após cair sob a forma de chuva, para se incorporar ao rio depende de vários fatores; entre outros, podem ser citados a existência ou não de cobertura vegetal e a permeabilidade ou não do solo, o que implica no tipo de rocha existente na região. Assim convém comentar algo quanto a Geologia Regional da Amazônia.

#### 5.3.1. Geologia Regional da Amazônia

A Bacia Amazônica é dividida em três partes, denominadas de regiões leste, central e oeste, com as Bacias do Acre e Marajó, representando as regiões oeste e leste, respectivamente. A região leste, que inclui a desembocadura do Amazonas, tem uma grande espessura

de sedimentos cretáceos e cenozóicos e é separada da região Central pelo Arco de Gurupá. A região oeste compreende a parte centro-oeste do Estado do Amazonas e do Acre. É formada por sedimentos mesozóicos dobrados durante a orogenia andina e por sedimentos cenozóicos. O Arco de Iquitos separa a região oeste da região central. Esta última, a parte noroeste da Bacia, é localizada entre os rios Xingu e Negro e é caracterizada por sedimentos paleozóicos e intrusões básicas mesozóicas. Os sedimentos mais recentes do Cretáceo e Cenozóico cobrem todos os sedimentos mais velhos. Esta região é dividida pelo alto Purus, a oeste, e alto Monte Alegre, a leste, nas partes alta, média e baixa da Bacia Amazônica, LANDIM et alii (1978).

A sedimentação paleozóica foi principalmente marinha. Durante o permiano médio teve lugar uma regressão marinha no sentido leste para oeste. No final dessa sedimentação existiam duas bacias distintas: Bacia Amazônica, parte alta e média e Bacia Amazônica parte baixa, que eram separadas pelo Arco de Purus, CAROZI et alii (1972).

Os períodos Jurássico e Triássico testemunharam uma violenta deformação crustal tectônica que antecedeu a abertura do Oceano Atlântico. Essa fase tectônica foi associada com um magmatismo básico.

A cobertura sedimentar compreende duas formações: a Formação Alter do Chão e a Formação Solimões, CAPUTO et al (1972).

A Formação Solimões cobre cerca de 1.000.000 km<sup>2</sup>, SANTOS (1974), sobre a região oeste do Alto Purus, estendendo-se para o Peru e Colômbia. A Formação Alter do Chão ocupa as regiões do médio e baixo

Amazonas. Na região do alto Amazonas, a Formação Alter do Chão é coberta pela Formação Solimões e na foz do Amazonas por sedimentos mais recentes.

A Formação Alter do Chão é formada por arenitos argilosos e argila xistosa com grauvacas, brechas intraformacionais e conglomerados. Sua idade é Cretáceo superior (Cenomaniano e Maestrichmiano), de acordo com DAEMON e CONTREIRAS (1971).

A Formação Solimões é representada por arenitos finos e médios intercalados com argila xistosa e siltitos com restos de plantas e concreções de gesso, argila xistosa dentro de marga e calcários argilosos. Nos 300m superiores desta sequência ocorrem camadas de lenhito de 2 a 10m de espessura, SANTOS (1974).

A Formação Solimões foi depositada do Paleoceno ao Pleistoceno, DAEMON e CONTREIRAS(1971).

De acordo com ALMEIDA (1974), durante o Cretáceo superior, as regiões do Alto Amazonas foram terras elevadas e as regiões do baixo Amazonas foram terras baixas, onde os sedimentos da Formação Alter do Chão foram depositados. Nessa época a Bacia do alto Amazonas foi já isolada pelo Alto Purus. No lado oeste do Alto Purus foi estabelecido um fluxo de drenagem da Bacia na direção oeste. Para a corrente principal nessa época, ALMEIDA (1974) propôs o nome de Rio Sanzama, que é o inverso de Amazonas. Este rio corria para o Oceano Pacífico na longitude  $73^{\circ}$  W, que é a presente fronteira do Brasil com o Peru. De acordo com essa hipótese, as águas continentais da Bacia do alto Amazonas eram drenadas para o Oceano Pacífico na latitude de

Guayaquil até o final do Terciário. Mais tarde essa saída foi interrompida pela orogenia andina. Nesta época as correntes, na longitude de Iquitos, voltaram-se para o norte e fluíram para dentro do Rio Orenoco, IRVING (1971). Essa situação permaneceu até o começo do Pleistoceno, quando o fluxo virou-se para o leste, obrigado pelo dobramento do geosinclíneo andino, na Colômbia e Venezuela. Isto significa que a inversão de drenagem ocorreu antes do final do Pleistoceno e, então, o presente padrão da Bacia Amazônica pode ser mais jovem do que  $10^6$  anos.

### 5.3.2. Determinação do Provável Tempo de Residência da Água

Utilizando-se das figuras de números 4 e 13 procurou-se determinar o provável tempo de residência da água observando-se os dados de  $\delta^{18}O(\text{‰})$  e/ou  $\delta D(\text{‰})$  das águas da chuva e do rio, para cada estação, ao longo do ano. A figura 4, por exemplo, não apresenta uma visível defasagem de picos ou vales, o que não nos permite determinar o provável tempo de residência.

Na maioria das estações (Figuras 4 a 13) a defasagem, quando observável, é dificilmente interpretada. Assim sendo procurou-se utilizar a estatística como uma forma de se obter os valores dos tempos de residência da água em cada uma das estações.

Desenvolveu-se um modelo teórico, através do qual se chega aos valores do tempo de residência da água.

As tabelas 13 a 16 referem-se aos valores de  $\delta^{18}O(\text{‰})$  de água de chuva atrasados de 1, 2 e 3 meses, conforme já explicado no item 4.5. A partir destas tabelas são efetuados os cálculos, chegando-se às tabelas 17 e 20. O resultado final, obtido através de cálculos



envolvendo:

- a) as equações obtidas a partir das interseções com o atraso em meses e a interseção da equação do caso real;
- b) equações obtidas a partir das inclinações com o atraso em meses e a inclinação da equação do caso real; conforme já explicado no item 4.5., está expresso na tabela 21.

As estações:

Rio Tapajós (Jacareacanga)

Rio Tocantins (Carolina - MA)

Rio Solimões (Benjamin Constant - AM)

Igarapé Pires de São (Vilhena - RO)

Rio Caume (Boa Vista - RR)

não tiveram os seus tempos de residência de água de chuva calculados, devido ao fato de não preencherem os requisitos básicos ao cálculo.

Para o efeito de controle do modelo utilizado para os cálculos do provável tempo de residência da água foram escolhidas duas estações, onde os prováveis tempos de residência foram o de menor valor e o de maior valor respectivamente, Rio Juruá (Cruzeiro do Sul-AC) e Rio Madeira (Porto Velho), e, observadas as geologias locais.

A localidade de Cruzeiro do Sul, às margens do Rio Juruá, assenta-se sobre a Formação Solimões de idade Plioceno-Pleistocênica assim composta: argilitos vermelhos, mosqueados, cinza esverdeados, maciços ou acamados, com concreções carbonáticas e gipsíferas, ocasionalmente material incarbonizado - turfa a linhito -, com concentrações esparsas de pirita, fósseis de vertebrados e invertebrados; siltitos maciços marrom cinza esverdeado, apresentando-se localmente

com nítida estratificação plano paralela; arenitos finos a grosseiros, de cores cinza e avermelhados, ocorrendo em lentes ou interdigitados com siltitos e argilitos, depositados em bancos compactos ou estratificados, friáveis e localmente bastante litificados, quando cimentados por material carbonático, mostrando estratificações cruzadas de pequena a média amplitude; calcáreos siltico-argilosos; arenitos arco-seanos de ocorrência local; arenitos ferruginosos e conglomerados polimí ticos, BRASIL (1977).

Cruzeiro do Sul, situa-se em região de mineração de argila, que é um material de má qualidade para a retenção de água, o que provavelmente pode vir a confirmar o pequeno tempo de residência encontrado para a água da chuva nessa estação.

Porto Velho, à margem do Rio Madeira, assenta-se sobre a Formação Solimões de Idade Plioceno-Pleistocênica, formada por interdigitações de argilitos vermelhos, verdes e arroxeados, micáceos, moles; siltitos cinza e vermelho-marrons, estratificação cruzada de média a grande amplitude; restos vegetais e animais; linhito e xilito; com lentes de arenitos claros a vermelhos, finos a grosseiros, ocasionalmente conglomeráticos, feldspáticos e arco-seanos, micáceos, estratificação cruzada planar de pequena e média amplitude e festonada; lentes, veiros e concreções calcíferas e gipsíferas; depósitos de fácies planície de inundação, BRASIL (1978). Desse modo, percebe-se que as lentes de arenitos funcionam como um bom reservatório de água de chuva, o que provavelmente explica o maior tempo de residência encontrado para a água de chuva nessa estação.

#### 5.4. Variação de $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ conforme a Estação

As figuras 4 a 13 mostram as variações de  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  durante o ano. Percebe-se que a variação é grandemente influenciada pelas estações, indo de aproximadamente +3,0(‰) a -14,9(‰). Em duas estações situadas mais a leste -, Cachimbo e Carolina, as variações foram menores, de +1,1 a -8,3.

DANSGAARD (1965) encontrou, especialmente em estações tropicais, uma correlação negativa entre os valores de  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e a precipitação mensal, ou seja, "baixos valores de  $\delta$  em meses chuvosos e altos valores de  $\delta$  em meses com poucas chuvas".

Tal efeito, denominado "amount effect", é encontrado apenas em estações nas quais não ocorre dominância dos efeitos da temperatura, como acontece em estações polares.

Levando-se em conta que a variação de temperatura nas estações em estudo é relativamente pequena, experimentou-se estabelecer uma correlação entre  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e a precipitação mensal, figuras 23 a 32. Os valores obtidos para a inclinação, expressos em  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  por 100 mm, e o coeficiente de correlação para as diversas estações aparecem na tabela 22.

Pelos dados da tabela 22 pode-se ver que o coeficiente de correlação, GOMES (1966), é estatisticamente significativo apenas em três estações, sendo melhor para duas estações e pior para uma estação. Disto se conclui que, nas estações de Vilhena, Porto Velho e Jacareacanga, ocorre o "amount effect", devido aos níveis de significância observáveis para estas estações, o que não nos permite, entretanto,

concluir que nas outras estações não ocorra o "amount effect", uma vez que os coeficientes de correlação encontrados são todos negativos.

Para as estações em estudo a inclinação apresentou uma variação de  $-0,73\delta^{18}O(\text{‰})$  por 100mm a  $-2,32\delta^{18}O(\text{‰})$  por 100 mm. Esta pequena variação de inclinação nas estações estudadas, da ordem de  $-1,59(\text{‰})$ , significa um comportamento pouco irregular entre precipitação e  $\delta^{18}O(\text{‰})$  que pode provavelmente ser explicado como resultado de uma uniformidade climática no que diz respeito à precipitação e consequentemente às massas de ar que deram origem a essas chuvas.

#### 5.5. Algumas medidas de $\delta^{18}O(\text{‰})$ efetuadas ao longo do Rio Amazonas

Foram ainda analisadas amostras de água de rio quanto aos valores de  $\delta^{18}O(\text{‰})$  ao longo do canal principal (Rio Amazonas), tabela 23, para que se pudesse observar o fracionamento isotópico ao longo do mesmo. As amostras são referentes aos meses de maio e junho dos anos de 1977 e 1976, respectivamente.

Considerando que a precipitação em qualquer ponto que se estude é formada pela mistura de duas massas de vapor d'água, uma proveniente de um ponto anterior (carreando vapor d'água do Oceano Atlântico, mais a influência prévia da transpiração) e outra a partir do vapor d'água gerado no próprio ponto por transpiração das plantas. A composição isotópica da chuva da região seria uma média ponderada dessas duas massas de vapor d'água. Os cálculos obtidos com este modelo levam a valores muito mais coerentes com os dados experimen-

tais do que o modelo que admite o Oceano Atlântico como única fonte de vapor d'água, SALATI et alii (1977).

Estes estudos levam à conclusão que a transpiração é um fator relevante no balanço hídrico da região Amazônica. Os primeiros cálculos levam à conclusão, dependendo do mês, que até 50% do vapor d'água atmosférico, que dá origem às precipitações, vem da transpiração das plantas, SALATI et alii (1978). As figuras 33 e 34 mostram a distribuição espacial ao longo do Rio Amazonas de valores de  $\delta^{18}O$ (‰) para os meses de junho de 1976 e maio de 1977 respectivamente. Podemos observar para ambos os casos um empobrecimento nos valores de  $\delta^{18}O$ (‰) à medida que nos dirigimos para oeste o que denota o processo do fracionamento isotópico.

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho contribui para o conhecimento hidrológico da Bacia Amazônica com as seguintes conclusões:

- Colocando-se nas abcissas os valores de  $\delta^{18}O(\text{‰})$  e nas ordenadas os respectivos valores de  $\delta D(\text{‰})$  para água da chuva e utilizando-se o método da regressão linear (método dos quadrados mínimos), foi obtida uma equação bastante próxima daquela encontrada por CRAIG(1961) no seu estudo sobre variações em águas meteóricas.

- Utilizando-se de um modelo teórico pode-se, através de dados de  $\delta^{18}O(\text{‰})$  de água do rio e da chuva, determinar o provável tempo de residência da água da chuva que cai em uma determinada estação na Bacia Amazônica.

- O "amount effect" acontece em três estações de coleta, onde os coeficientes de correlação encontrados são negativos e bastante significantes, não se pode, entretanto, concluir que não acontece nas outras estações onde, apesar de não significantes, os coeficientes de correlação são todos negativos.

- A pequena variação da inclinação  $\delta^{18}O(\text{‰})/100\text{mm}$  mostra uma relativa homogeneidade climática e, possivelmente, homogeneidade quanto às massas de ar úmido, que atuam como fonte de precipitação na região.

- A diminuição na concentração de  $\delta^{18}O(\text{‰})$  de leste para oeste, no Rio Amazonas, provavelmente evidencia o fenômeno do fracionamento isotópico, em processos de condensação a partir de massas de ar úmido que caminham neste sentido.

## 7. PERSPECTIVAS FUTURAS

Para se tentar uma melhor compreensão do problema do pro  
vável tempo de residência da água, sugiro que, em trabalhos futuros ,  
seja efetuada amostragem semanal da água da chuva e da água do rio,  
dentro de uma bacia pequena e com um levantamento geológico pré-exis  
tente.



## 8. SUMMARY

Samples of rain and river water, monthly collected during one year from ten stations of Amazon basin were analysed in their  $^{18}\text{O}$  and D content. The residence time of rain water for each station was determined using the values of  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  and  $\delta\text{D}(\text{‰})$ . The values of  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  were correlated with the precipitation ones (mm) in order to determine the occurrence of "amount effect" in the stations. An analysis of samples was done along the Amazon River for simple observation of the "isotopic fractionation" phenomenon with the values of  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ .

## 9. LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, L.F.G., 1974. *Adrenagem festonada e seu significado foto - geológico*: Vigésimo oitavo Congresso Brasileiro de Geologia, Porto Alegre, Proc. 7: 175-197.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral, 1975. *Projeto Radan*, Rio de Janeiro, Divisão de publicações do DNPM, Vol. 7, folha SB 21 Tapajós.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral, 1978. *Projeto Radan Brasil*. Rio de Janeiro, Divisão de Publicações do DNPM, Vol. 16, Folha SC 20 Porto Velho.
- CAPUTO, M.V.; R. RODRIGUES e D.N.N. VASCONCELLOS, 1972. *Nomenclatura estratigráfica da Bacia do Amazonas. Histórico e Atualização*. Belém, Vigésimo Sexto Congresso Brasileiro de Geologia, Proc.3:35-46.
- CAROZZI, A.V.; R.J. ALVES e J.C. CASTRO, 1972. *Controle Tectônico sedimentar dos carbonatos permocarboníferos das Formações Itaituba e Nova Olinda da Bacia do Amazonas, Brasil*. Belém, Vigésimo sexto Congresso Brasileiro de Geologia, Proc. 3:47-64.
- CRAIG, H., 1957. Isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass-spectrometric analysis of carbon dioxide. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Londres, 12:133-149.

- CRAIG, 1961a. Standard for Reporting Concentrations of Deuterium and Oxigen- 18 in Natural Waters. *Science*. New York, 133(3467):1833 - 1834.
- CRAIG, H. , 1961b. Isotopic Variations in Meteoric Waters. *Science*. New York, 133(3465): 1702-1703.
- DAEMON, R.F. e G.J.A. CONTREIRAS, 1971. *Zoneamento palinológico da Bacia do Amazonas*: São Paulo , Vigésimo Quinto Congresso Brasileiro de Geologia, Proc. 3: 79-92.
- DALL'OLIO, A. , 1976. *A composição isotópica das precipitações do Brasil: modelos isotérmicos e a influência da evapotranspiração na Amazônia*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz (Tese de Mestrado).
- DANSGAARD, W., 1953. The Abundance of  $^{18}\text{O}$  in Atmospheric Water and Water Vapour. *Tellus*. Suécia 5(4): 461-469.
- DANSGAARD, W., 1954. The  $^{18}\text{O}$ - Abundance in fresh water. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Londres, 6 (5):241-260.
- DANSGAARD, W., 1961. The isotopic Composition of Natural Waters. *Meddelelser om Grønland*, Bd.165, 2: 120 p.

- DANSGAARD, W., 1964. Stable Isotopes in precipitation. *Tellus. Suécia*, XVI (1964), 4 :436-467.
- EPSTEIN, S. e T. MAYEDA, 1953. Variations of the oxigen -18 Content of Water from Natural Sources. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Londres, 4 (5):213-224.
- FISHER, R.A. e F. YATES, 1949. *Tablas Estadisticas*. Madrid, Aguilar.
- FRIEDMAN, I., 1953. Deuterium Content of Natural Water and other substances. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Londres, 4:89-103.
- GARRELS, Robert M.; Fred T. MACKENZIE; Cynthia HUNT, 1975. *Chemical cycles and the Global Environment Assessing Human Influences*. California, Willian Kauf Mann, Inc. One first street, Los Altos, 94022, 206 p. ISBN 0-913232-29-7.
- GOMES, F.P. 1966. *Curso de Estatística Experimental*. Piracicaba, ESALQ Universidade de São Paulo.
- GAT, J.R. e W. DANSGAARD, 1972. Stable Isotope Survey of the Fresh Water Occurrences in Israel and Northern Jordan Rift Valley. *Journal of Hydrology*. 16:77-212.
- IRVING, E.M., 1971. La evolucion Strutral de los Andes nas Septentrionales de Colombia. *Boletim Geológico*. Bogotá, 19(2):1-89.

- LANDIM, P. M.B.; N.J. BÓRIO; F.T. WU; A.E. MEYER JR. e CASTRO, P.R. M ;  
1978. *Geological Considerations about Heavy Minerals from Amazon  
River Bed - In press.*
- LLOYD, R., 1966. Oxygen Isotope Enrichment of Sea water by Evaporation. *Geo-  
chimica et Cosmochimica Acta.* Londres, 30:801-814.
- MARQUES, J., 1976. *Contribuição ao estudo hidrológico da Bacia Amazônica.*  
Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz. (Tese de  
Mestrado).
- MARQUES, J., 1978. *A transferência horizontal de vapor d'água na Tropo-  
sfera e a hidrologia da Bacia Amazônica.* Piracicaba, ESALQ/USP, 111 p .  
(Tese de Doutorado).
- MATSUI, E., 1971. *Medida da Variação Natural da Relação D/H em Amostras de  
Água.* São Paulo, Poli/USP, 41 p. (Tese de Mestrado).
- MATSUI, E.; E. SALATI; I. FRIEDMAN; W.L.F. BRINKMAN, 1976. Isotopic Hydro-  
logy in the Amazonia, Relative Discharges of the Negro and Solimões  
Rivers through  $^{18}\text{O}$  Concentrations. *Water Resources Research.* 12(4):  
781-785.
- MOURA DOS REIS, C.; A.C.F.N.S. TANCREDI; E. MATSUI; E. SALATI, 1976. *Ca-  
racterização das Águas da Região de Marajó através de Concentrações  
de  $\text{O-18}$  e D.* *Acta Amazônica* 7(2):209-22.

- OLIVEIRA, J.V., 1974. *Concentrações de D e  $^{18}O$  nas águas de Precipitação e de superfície dos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Paraná. Piracicaba, CENA-ESALQ, 153 p. (Tese de Mestrado).*
- SALATI, E.; G. A. GUSMÃO; E. MATSUI e A. CERVELLINI, 1971. *Estudo Preliminar das Concentrações de  $^{18}O$  e D em Águas do Nordeste Brasileiro. Piracicaba, Boletim Científico 002, CENA-ESALQ-USP. 30 p.*
- SALATI, E.; A. CERVELLINI, e H. GODOY, 1972. *Medidas de Concentrações de  $^{18}O$  em Águas de Chuva do Estado de São Paulo. Piracicaba, Boletim Científico 003, CENA-ESALQ-USP. 24 p.*
- SALATI, E.; J. MARQUES e L.C.B. MOLION, 1978. *Origem e Distribuição das Chuvas na Amazônia. Interciência. Caracas, 3 (4): 200-205.*
- SALATI, E.; E. MATSUI; A. CERVELLINI; I. FRIEDMAN, s.d. *Isotope Hydrology in Amazonia. Part. I  $\delta^{18}O$  and  $\delta D$  in river waters. In press.*
- SALATI, E.; A. DALL'OLIO; E. MATSUI; J.R. GAT, s.d. *Evidência de reciclagem da água na Bacia Amazônica através de medidas de  $^{18}O$ . In press.*
- SALATI, E.; A. DALL'OLIO; E. MATSUI; J.R. GAT, s.d. *Recycling of water in the Amazon Basin: an Isotopic study. Water Resources Research. 13 p. In press.*

- SANTOS, J. C.S., 1974. *Considerações sobre a Bacia Cenozóica-Solimões*.  
Porto Alegre, Vigésimo Oitavo Congresso Brasileiro de Geologia. Proc.  
3: 3-12.
- SANTIAGO, M.M.F.; E. SALATI e E. MATSUI, 1975. Fracionamento Isotópico da  
Água ( $^{18}\text{O}$  e D) do Açude Santo Antônio de Russas durante a Evaporação.  
*Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 5: 106-112.
- VILLA NOVA, N.A; E. SALATI e E. MATSUI, 1973. Estimativa da Evapotrans-  
piração na Bacia Amazônica. *Acta Amazônica*, Piracicaba, CENA-ESALQ  
-CNEN, 6 (2):215-228.

Tabela 1 - Rio Uaupes (Yauaretê) - Análises isotópicas de Águas de Rio e de Chuva, e precipitação em mm por um período de 1 ano.

Data	Água do Rio		Água da Chuva		Precipitação
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	mm
OUT-72	-34	-5,5	-20	-4,4	148,0
NOV-72	-40	-6,5	-27	-5,0	186,0
DEZ-72	-34	-5,5	-14	-3,4	285,0
JAN-73	-29	-5,1		-1,8	232,0
FEV-73	-23	-4,2	+ 9	-1,1	180,0
MAR-73			-18	-3,6	471,0
ABR-73	-34	-5,3	-61	-8,9	336,0
MAI-73	-40	-6,6	-63	-9,0	473,2
JUN-73	-57	-8,1	-76	-10,0	339,0
JUL-73	-41	-6,7	-25	-5,2	494,0
AGO-73	-39	-6,2	-18	-3,7	372,0
SET-73	-39	-5,3	-30	-5,2	306,0



Tabela 2 - Rio Tapajós (Jacareacanga) - Análises Isotópicas de Águas de Rio e de Chuva, e precipitação em mm por um período de 1 ano.

<i>Data</i>	<i>Água do Rio</i>		<i>Água da Chuva</i>		<i>Precipitação</i>
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	<i>mm</i>
OUT-72	-25	-4,0	-4	-1,7	132,1
NOV-72	-30	-4,4	-4	-1,2	180,2
DEZ-72					187,5
JAN-73	-31	-5,2	-26	-4,3	333,1
FEV-73	-32	-5,2	-34	-4,9	282,6
MAR-73	-40	-6,0	-48	-6,9	234,7
ABR-73	-41		-66	-8,9	417,3
MAI-73	-35	-5,7	-42	-6,5	359,5
JUN-73	-34	-5,6	-12	-3,4	153,0
JUL-73	-36		+ 5	-0,7	86,7
AGO-73	-31	-6,1	+11	-0,2	111,6
SET-73	-29	-5,7	+ 3	-0,8	126,1

Tabela 3 - Rio Tocantins (Carolina - MA) - Análises Isotópicas de Águas de Rio e de Chuva, e precipitação em mm por um período de 1 ano.

<i>Data</i>	<i>Água do Rio</i>		<i>Água da Chuva</i>		<i>Precipitação</i>
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	<i>mm</i>
OUT-72	-19	-3,1	-7	-2,0	120,1
NOV-72	-15	-3,0	-13	-2,8	85,8
DEZ-72	-14	-2,1	-21	-4,4	227,7
JAN-73	-24	-4,3	-3	-2,0	190,2
FEV-73	-15	-3,0	-18	-3,9	271,2
MAR-73	-19		-38	-5,5	477,6
ABR-73	-47	-7,5	-56	-8,3	180,8
MAI-73	-17	-3,8	-13	-3,8	274,8
JUN-73	-19	-3,5		-1,6	36,4
JUL-73	-16	-1,8	+5	-1,0	
AGO-73	-15	-3,3	+18	+0,8	
SET-73	-15	-3,1	+7	-0,6	

Tabela 4 - Rio Solimões (Benjamim Constant - AM) - Análises Isotópicas de Águas de Rio e de Chuva, e precipitação em mm por um período de 3 anos.

Data	Água do Rio		Água da Chuva		Precipitação
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	mm
OUT-72	-33	-5,3	+7	-0,7	207,6
NOV-72	-9	-2,7	-30	-5,2	175,9
DEZ-72	-24	-4,3	-23	-4,4	235,7
JAN-73	-24	-4,3	-33	-6,1	358,1
FEV-73	-31	-5,2	-21	-4,4	490,0
MAR-73	-46	-6,8	-38	-6,4	384,0
ABR-73	-29	-5,2	-59	-9,0	390,0
MAI-73	-55	-7,8		-10,1	241,0
JUN-73	-55	-8,2	-33	-6,2	227,8
JUL-73	-36	-6,1	-19	-3,9	69,6
AGO-73	-37	-6,3		-2,0	174,4
SET-73	-23	-4,6	-9	-3,5	90,4
OUT-73	-24	-4,7	-23	-4,8	207,0
NOV-73	-40	-6,6	-65	-8,5	249,0
DEZ-73	-39	-6,5	-51	-7,3	252,5
JAN-74	-37	-6,2	-25	-4,3	298,0
FEV-74	-44	-6,8	-44	-6,8	189,3
MAR-74	-45	-6,5	-25	-4,0	415,5
ABR-74	-56	-8,0	-68	-9,0	183,5
MAI-74	-56	-8,1		-9,4	266,4

Data	Água do Rio		Água da Chuva		Precipitação
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	mm
JUN-74					
JUL-74	-38	-6,3		+2,7	158,1
AGO-74	-22	-3,8		-1,3	99,5
SET-74		-3,7		-0,1	160,4
OUT-74	-25	-4,0			
NOV-74		-6,3		-0,1	247,8
DEZ-74	-45	-7,0	-73	-9,1	319,3
JAN-75	-40	-5,5	-81	-10,7	
FEV-75	-37	-5,0	-74	-8,8	
MAR-75	-57	-8,8		-3,2	
ABR-75	-53	-8,5		-1,8	
MAI-75	-52	-8,3	-23	-3,5	
JUN-75	-40	-6,0	-24		
JUL-75	-31	-4,3			
AGO-75				-5,6	
SET-75	-28	-4,4		-3,5	
OUT-75	-24	-4,5		-4,4	
NOV-75	-23	-4,5			
DEZ-75					

Tabela 5 - Rio Juruá (Cruzeiro do Sul - AC) - Análises Isotópicas de Águas de Rio e de Chuva, e precipitação em mm por um período de 3 anos.

Data	Água do Rio		Água da Chuva		Precipitação mm
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	
OUT-72	-18	-3,4		-2,0	174,5
NOV-72	-36	-5,8	-46	-7,0	344,3
DEZ-72	-36	-5,6	-18	-2,9	125,5
JAN-73	-36	-5,8	-37	-5,9	323,1
FEV-73	-26	-5,0	-33	-5,6	317,0
MAR-73	-57	-8,5	-52	-8,0	312,8
ABR-73	-57	-8,7	-115	-14,9	284,4
MAI-47	-47	-7,8	-83	-11,3	146,3
JUN-73	-30	-5,2	-38	-6,4	116,7
JUL-73	-27		-31	-4,9	108,1
AGO-73			-43	-5,4	76,7
SET-73	-24	-4,5	-38	-6,3	200,0
OUT-73	-22	-4,6	-24	-4,6	201,5
NOV-73	-46	-7,2		-6,8	328,4
DEZ-73				-8,5	173,7
JAN-74			-23	-3,6	345,9
FEV-74	-33	-5,8	-51	-6,9	422,7
MAR-74	-31	-4,5	-51	-6,5	235,2
ABR-74			-79	-11,4	234,3
MAI-74	-48	-7,2	-50	-7,1	84,9

<i>Data</i>	<i>Água do Rio</i>		<i>Água da Chuva</i>		<i>Precipitação</i>
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	<i>mm</i>
JUN-74			-44	-6,9	101,9
JUL-74			-39	-6,0	60,6
AGO-74				+2,9	125,4
SET-74				+0,3	71,0
OUT-74		-2,4		-2,0	358,8
NOV-74		-4,4		-1,5	65,9
DEZ-74				+3,1	187,5
JAN-75					
FEV-75			-40		
MAR-75	-50	-7,8	-66	-9,1	
ABR-75			-65	-8,7	
MAI-75	-41		-61	-8,6	
JUN-75			-16	-2,5	
JUL-75					
AGO-75	-40	-5,2	-36	-5,7	
SET-75	-32	-4,5	-8	-2,4	
OUT-75	-22	-3,6			
NOV-75					
DEZ-75					

Tabela 6 - Braço do Norte (Cachimbo) - Análises Isotópicas de Águas de Rio e de Chuva, e precipitação por um período de 1 ano.

<i>Data</i>	<i>Água do Rio</i>		<i>Água da Chuva</i>		<i>Precipitação</i>
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	<i>mm</i>
OUT-72	-26	-4,2	+4	-0,1	224,9
NOV-72	-24	-3,7		+1,1	393,7
DEZ-72	-15	-3,3			267,5
JAN-73	-22	-4,1	-8	-1,2	254,1
FEV-73	-27	-4,1	-31	-4,9	527,1
MAR-73	-46	-7,0	-52	-7,6	409,2
ABR-73	-37	-6,1	-39	-6,2	239,7
MAI-73	-30	-5,2		-1,7	96,9
JUN-73	-26	-4,8	- 1	-1,2	28,0
JUL-73	-29	-4,6			
AGO-73	-26	-4,7	+ 5	-0,3	12,7
SET-73	-19	-3,9	+14	+0,3	92,5

Tabela 7 - Rio Madeira (Porto Velho - RO)- Análises Isotópicas de Águas de Rio e de Chuva, e precipitação em mm por um período de 1 ano.

Data	Água do Rio		Água da Chuva		Precipitação
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	mm
OUT-72	-32	-5,4	-13	-2,8	267,3
NOV-72	-37	-6,1	-19	-4,0	213,3
DEZ-72	-42	-7,1	-26	-4,8	323,6
JAN-73	-46	-7,0	-16	-3,6	260,7
FEV-73	-46	-7,1	-62	-8,8	494,2
MAR-73	-49	-7,2	-70	-9,7	380,6
ABR-73	-44	-7,2	-79	-11,2	384,9
MAI-73	-48	-7,1	-48	-7,4	219,5
JUN-73	-46	-7,1	-18	-3,4	66,8
JUL-73	-36	-5,9	+10	+0,6	57,3
AGO-73	-40	-6,8	+5	-1,1	89,9
SET-73	-35	-6,1	+13	+0,8	84,5



Tabela 8 - Igaparê Pires de Sã (Vilhena - RC) - Análises Isotópicas de Águas de Rio e de Chuva, e precipitação em mm por um período de 1 ano.

<i>Data</i>	<i>Água do Rio</i>		<i>Água da Chuva</i>		<i>Precipitação</i>
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	<i>mm</i>
OUT-72	-39	-5,8	+1	-0,8	129,8
NOV-72	-38	-5,4	-49	-7,6	154,0
DEZ-72	-37	-6,2	-49	-7,5	482,2
JAN-73	-37	-6,4	-38	-5,6	416,5
FEV-73	-41	-6,0	-65	-8,9	272,1
MAR-73	-40	-5,9	-61	-8,4	393,6
ABR-73	-39	-6,0	-67	-9,2	311,4
MAI-73	-40	-5,8	-27	-5,0	63,1
JUN-73	-40	-6,3	-27	-3,7	21,5
JUL-73	-40	-6,2	-26	-5,1	8,5
AGO-73	-39	-5,9	+17	-0,2	52,3
SET-73	-40	-6,1	+21	+1,3	104,3

Tabela 9 - Rio Acre (Rio Branco - AC) - Análises Isotópicas de Águas de Rio e de Chuva, e precipitação em mm por um período de 1 ano.

<i>Data</i>	<i>Água do Rio</i>		<i>Água da Chuva</i>		<i>Precipitação</i>
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	<i>mm</i>
OUT-72	-21	-3,3		-1,3	149,4
NOV-72	-27	-4,9	-39	-6,3	252,7
DEZ-72	-30	-5,0	-21	-4,4	152,8
JAN-73	-26	-4,8	-37	-6,5	198,7
FEV-73	-35	-5,6	-38	-5,8	262,3
MAR-73	-35	-6,2	-58	-7,4	247,6
ABR-73	-52	-7,8	-77	-10,5	162,4
MAI-73	-43		-67	-9,3	22,5
JUN-73	-39	-6,0	-17	-3,7	47,2
JUL-73	-29	-5,0	-20	-4,0	70,1
AGO-73	-30	-4,8	-11	-2,5	52,1
SET-73	-31	-4,6	- 5	-0,6	138,1

Tabela 10 - Rio Caume (Boa Vista - RR) - Análises Isotópicas de Águas de Rio e de Chuva, e precipitação em mm por um período de 3 anos.

Data	Água do Rio		Água da Chuva		Precipitação
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	mm
OUT-72	-25	-3,5	-14	-3,7	120,1
NOV-72	-33	-4,6			0,0
DEZ-72	-31	-4,9	-5	-1,7	19,9
JAN-73	-31	-4,2			0,0
FEV-73	-29	-4,1			1,3
MAR-73	-26	-4,0	-3		7,5
ABR-73	-25	-3,8	-29	-5,4	46,4
MAI-73	-27	-4,7	-13	-2,6	208,3
JUN-73	-30	-4,8	-61	-8,8	261,1
JUL-73	-32	-4,5	-10	-1,0	168,5
AGO-73	-21	-3,9	-9		150,6
SET-73	-23	-4,1	+16		227,5
OUT-73	-28	-4,4	-3	-2,1	226,6
NOV-73	-29	-4,9			
DEZ-73	-26	-4,3		-1,6	103,4
JAN-74	-18	-2,1		-0,3	71,5
FEV-74	-31	-4,2	-16	-2,8	16,1
MAR-74	-20	-2,8		-2,6	139,8
ABR-74	-29	-4,0		-1,3	79,8
MAI-74	-22	-3,5		+6,4	33,4

<i>Data</i>	<i>Água do Rio</i>		<i>Água da Chuva</i>		<i>Precipitação</i>
	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	<i>mm</i>
JUN-74	-29	-5,1	-20	-4,4	216,7
JUL-74	-31	-5,2	-25	-4,6	621,4
AGO-74	-20		-20	-4,3	321,0
SET-74	-24	-3,8		+ 2,2	
OUT-74	-27	-4,0	-9	-2,4	
NOV-74	-23	-3,3		-1,0	
DEZ-74	-39	-6,0	-27	-4,5	5,0
JAN-75	-33			+6,6	29,5
FEV-75				+6,5	1,9
MAR-75	-38	-5,9		+5,8	1,2
ABR-75	-35	-6,3	-42	-5,9	164,3
MAI-75	-39	-6,3	-43	-5,8	251,2
JUN-75	-32	-4,8	-32	-4,5	123,1
JUL-75	-31	-4,7		-3,6	330,2
AGO-75	-33	-4,6	- 2	-1,1	110,2
SET-75			-29	-4,6	28,2
OUT-75					
NOV-75					
DEZ-75					

Tabela 11 - Apresentação, de forma simbólica, dos valores de  $\delta^{18}\text{O}(\%)$  de água de chuva, nos vários meses do ano (representados por suas iniciais), e dos valores simulados de  $\delta^{18}\text{O}(\%)$  para água de rio, obtidos por defasagem mensal dos valores anteriores, utilizados na elaboração do modelo teórico.

Atraso (meses)	Água de Chuva		Água de Rio	
		1	2	3
	Data	$\delta^{18}\text{O}(\%)$	$\delta^{18}\text{O}(\%)$	$\delta^{18}\text{O}(\%)$
JAN	A			
FEV	B	A'		
MAR	C	B	A''	
ABR	D	C'	B''	A*
MAI	E	D'	C''	B*
JUN	F	E'	D''	C*
JUL	G	F'	E''	D*
AGO	H	G'	F''	E*
SET	I	H'	G''	F*
OUT	J	I'	H''	G*
NOV	L	J'	I''	H*
DEZ	M	L'	J''	I*

Tabela 12 - Agrupamento dos valores das interseções e das inclinações das retas correspondentes às equações relativas aos valores de  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  de água de chuva com retardamentos mensais.

<i>Atraso</i> (meses)	<i>Interseção</i> (a)	<i>Inclinação</i> (b)
1	a <sup>I</sup>	b <sup>I</sup>
2	a <sup>II</sup>	b <sup>II</sup>
3	a <sup>III</sup>	b <sup>III</sup>
(y)	(x)	(x)

Tabela 13 - Rio Uaupes (Yauaretê) - Apresentação dos valores de  $\delta^{18}O$ (‰) de Água de Chuva, nos vários meses do ano (representados por suas iniciais), e dos valores simulados de  $\delta^{18}O$ (‰) para água de rio, obtidos por defasagem mensal dos valores anteriores, utilizados na elaboração do modelo teórico.

<i>Água da Chuva</i>				
<i>Atraso(meses)</i>		1	2	3
<i>Data</i>	$\delta^{18}O$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
OUT-72	-4,4			
NOV-72	-5,0	-4,4		
DEZ-72	-3,4	-5,0	-4,4	
JAN-73	-1,8	-3,4	-5,0	-4,4
FEV-73	-1,1	-1,8	-3,4	-5,0
MAR-73	-3,6	-1,1	-1,8	-3,4
ABR-73	-8,9	-3,6	-1,1	-1,8
MAI-73	-9,0	-8,9	-3,6	-1,1
JUN-73	-10,0	-9,0	-8,9	-3,6
JUL-73	- 5,2	-10,0	-9,0	-8,9
AGO-73	- 3,7	-5,2	-10,0	-9,0
SET-73	-5,2	-3,7	-5,2	-10,0

Tabela 14 - Rio Juruá (Cruzeiro do Sul- AC) - Apresentação dos valores de  $\delta^{18}O(\text{‰})$  de Água de Chuva, nos vários meses do ano (representados por suas iniciais), e dos valores simulados de  $\delta^{18}O(\text{‰})$  para água de rio, obtidos por defasagem mensal dos valores anteriores, utilizados na elaboração do modelo teórico.

<i>Água da Chuva</i>				
<i>Atraso (meses)</i>				
	1	2	3	
<i>Data</i>	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$	$\delta^{18}O(\text{‰})$
OUT-72	-2,0			
NOV-72	-7,0	-2,0		
DEZ-72	-2,9	-7,0	-2,0	
JAN-73	-5,9	-2,9	-7,0	-2,0
FEV-73	-5,6	-5,9	-2,9	-7,0
MAR-73	-8,0	-5,6	-5,9	-2,9
ABR-73	-14,9	-8,0	-5,6	-5,9
MAI-73	-11,3	-14,9	-8,0	-5,6
JUN-73	-6,4	-11,3	-14,9	-8,0
JUL-73	-4,9	-6,4	-11,3	-14,9
AGO-73	-5,4	-4,9	-6,4	-11,3
SET-73	-6,3	-5,4	-4,9	-6,4



Tabela 15 - Braço do Norte (Cachimbo) - Apresentação dos valores de  $\delta^{18}O$ (‰) de Água de Chuva, nos vários meses do ano (representados por suas iniciais), e dos valores simulados de  $\delta^{18}O$ (‰) para água de rio, obtidos por defasagem mensal dos valores anteriores, utilizados na elaboração do modelo teórico.

<i>Água da Chuva</i>				
<i>Atraso (meses)</i>				
	1	2	3	
<i>Data</i>	$\delta^{18}O$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
OUT-72	-0,1			
NOV-72	+1,1	-0,1		
DEZ-72		+1,1	-0,1	
JAN-73	-1,2		+1,1	-0,1
FEV-73	-4,9	-1,2		+1,1
MAR-73	-7,6	-4,9	-1,2	
ABR-73	-6,2	-7,6	-4,9	-1,2
MAI-73	-1,7	-6,2	-7,6	-4,9
JUN-73	-1,2	-1,7	-6,2	-7,6
JUL-73		-1,2	-1,7	-6,2
AGO-73	-0,3		-1,2	-1,7
SET-73	+0,3	-0,3		-1,2

Tabela 16 - Rio Acre (Rio Branco - AC) - Apresentação dos valores de  $\delta^{18}O$ (‰) de Água de Chuva, nos vários meses do ano (representados por suas iniciais), e dos valores simulados de  $\delta^{18}O$ (‰) para água de rio, obtidos por defasagem mensal dos valores anteriores, utilizados na elaboração do modelo teórico.

<i>Água da Chuva</i>				
<i>Atraso (meses)</i>		1	2	3
<i>Data</i>	$\delta^{18}O$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
OUT-72	-1,3			
NOV-72	-6,3	-1,3		
DEZ-72	-4,4	-6,3	-1,3	
JAN-73	-6,5	-4,4	-6,3	-1,3
FEV-73	-5,8	-6,5	-4,4	-6,3
MAR-73	-7,4	-5,8	-6,5	-4,4
ABR-73	-10,5	-7,4	-5,8	-6,5
MAI-73	-9,3	-10,5	-7,4	-5,8
JUN-73	-3,7	-9,3	-10,5	-7,4
JUL-73	-4,0	-3,7	-9,3	-10,5
AGO-73	-2,5	-4,0	-3,7	-9,3
SET-73	-0,6	-2,5	-4,0	-3,7

Tabela 17 - Rio Uaupes (Yauaretê) - Agrupamento dos valores das interseções e das inclinações das retas correspondentes às equações relativas aos valores de  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  de Água de Chuva com retardamentos mensais.

<i>Atraso</i> (meses)	<i>Interseção</i> (a)	<i>Inclinação</i> (b)
0	0,0	1
1	- 1,94	0,61
2	- 4,99	0,05
3	- 7,50	-0,42
(y)	(x)	(x)

Tabela 18 - Rio Juruá (Cruzeiro do Sul - AC) - Agrupamento dos valores das interseções e das inclinações das retas correspondentes às equações relativas aos valores de  $\delta^{18}O$ (‰) de Água de Chuva com retardamentos mensais.

<i>Atraso</i> (meses)	<i>Interseção</i> (a)	<i>Inclinação</i> (b)
0	0,0	1
1	-3,49	0,46
2	-6,42	0,07
3	-10,33	-0,42
(y)	(x)	(x)

Tabela 19 - Braço do Norte (Cachimbo) - Agrupamento dos valores das interseções e das inclinações das retas correspondentes às equações relativas aos valores de  $\delta^{18}\text{O}(\%)$  de Água de Chuva com retardamentos mensais.

<i>Atraso</i> (meses)	<i>Interseção</i> (a)	<i>Inclinação</i> (b)
0	0,0	1
1	-1,47	0,58
2	-3,45	-0,04
3	-3,09	-0,40
(y)	(x)	(x)

Tabela 20 - Rio Acre (Rio Branco - AC) Agrupamento dos valores das interseções e das inclinações das retas correspondentes às equações relativas aos valores de  $\delta^{18}O$ (‰) de Água de Chuva com retardamentos mensais.

<i>Atraso</i> (meses)	<i>Interseção</i> (a)	<i>Inclinação</i> (b)
0	0,0	1
1	-3,05	0,46
2	-5,01	0,17
3	-7,08	-0,17
(y)	(x)	(x)

Tabela 21 - Provável tempo de residência da Água das Chuvas por esta-  
ção.

Estação	Tempo de Residência (meses)		
	Tr(a)	Tr(b)	Trp
Rio Uaupes (Yauaretê)	1,90	1,60	1,7
Rio Juruá (Cruzeiro do Sul-AC)	0,96	1,26	1,1
Braço do Norte (Cachimbo)	3,10	1,49	2,3
Rio Madeira (Porto Velho-RO)	2,52	2,18	2,3
Rio Acre (Rio Branco - AC)	1,49	1,62	1,5

Tr(a) = Tempo de residência calculado a partir da interseção da equação real.

Tr(b) = Tempo de residência calculado a partir do coeficiente angular da equação real.

Trp =  $\frac{\text{Tr(a)} + \text{Tr(b)}}{2}$  = Tempo de residência provável para cada estação.

Tabela 22 - Representação das estações, inclinação das retas de cada estação e coeficiente de correlação.

<i>Estação</i>	<i>Inclinação δ %0/100mm</i>	<i>r(1)</i>
Rio Uaupes (Yauaretê)	-0,97	-0,41
Rio Tapajós (Jacareacanga)	-2,32	-0,89**
Rio Tocantins (Carolina - MA)	-0,78	-0,48
Rio Solimões (Benjamin Constant - AM)	-1,14	-0,40
Rio Juruá (Cruzeiro do Sul - AC)	-0,90	-0,31
Braço do Norte (Cachimbo)	-0,84	-0,49
Rio Madeira (Porto Velho - RO)	-2,30	-0,84**
Igarapé Pires de Sá (Vilhena - RO)	-1,28	-0,60*
Rio Acre (Rio Branco - AC)	-0,73	-0,20
Rio CAUME (Boa Vista - RR)	-1,38	-0,41

(1) = coeficiente de correlação

\* = 5%

\*\* = 0,1%



Tabela 23 - Resultados das análises de  $\delta^{18}\text{O}$ (‰) de Águas dos Rios com suas localizações e coordenadas.

Rio	Coordenadas		Local	Período	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)
	Latitude	Longitude			
Rio Tocantins	1°38'S	49°02'W	Abaixo confl. Rio Pará	junho/76	-4,0
Rio Amazonas	1°12'S	51°17'W	Canal do Vieira	junho/76	-7,7
Rio Amazonas	1°12'S	51°19'W	Gurupá	junho/76	-7,9
Rio Amazonas	1°25'S	51°43'W	Acima de Gurupá	junho/76	-7,9
Rio Xingú	1°40'S	52°13'W	Abaixo do Porto de Moz	junho/76	-4,4
Rio Amazonas	1°23'S	51°56'W	Ilha Baixa Grande	junho/76	-7,6
Rio Amazonas	1°23'S	51°56'W	Ilha Baixa Grande	junho/76	-8,0
Rio Amazonas	1°23'S	51°56'W	Ilha Baixa Grande	junho/76	-8,2
Rio Amazonas	1°38'S	52°52'W	Acima Ilha Jurupari	junho/76	-7,6
Rio Amazonas	2°27'S	54°39'W	Santarém	junho/76	-7,7
Rio Amazonas	2°27'S	54°39'W	Santarém	junho/76	-7,8
Rio Amazonas	2°27'S	54°39'W	Santarém	junho/76	-8,3
Rio Tapajós	2°23'S	54°50'W	Acima de Santarém	junho/76	-5,2
Rio Amazonas	2°23'S	54°50'W	Acima de Santarém	junho/76	-8,1
Rio Amazonas	2°12'S	54°46'W	Ilha Grande do Mama- ru	junho/76	-7,8
Rio Amazonas	2°12'S	54°46'W	Ilha Grande do Mama- ru	junho/76	-8,0
Rio Amazonas	2°12'S	54°46'W	Ilha Grande do Mama- ru	junho/76	-7,9

<i>Rio</i>	<i>Coordenadas</i>		<i>Local</i>	<i>Período</i>	$\delta^{18}O(\%)$
	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>			
Rio Amazonas	2°03'S	55°23'W	Óbidos	junho/76	-8,2
Rio Amazonas	2°03'S	55°23'W	Óbidos	junho/76	-8,0
Rio Amazonas	2°03'S	55°23'W	Óbidos	junho/76	-8,0
Rio Amazonas	2°03'S	55°23'W	Óbidos	junho/76	-7,8
Rio Amazonas	2°03'S	55°23'W	Ilha Grande do Mamaru	junho/76	-8,1
Rio Amazonas	2°03'S	55°23'W	Ilha Grande do Mamaru	junho/76	-7,9
Rio Amazonas	2°03'S	55°23'W	Ilha Grande do Mamaru	junho/76	-8,0
Rio Amazonas	2°03'S	55°23'W	Ilha Grande do Mamaru	junho/76	-7,8
Rio Amazonas	1°51'S	55°46'W	Abaixo de Oriximiná	junho/76	-6,7
Rio Amazonas	2°20'S	56°21'W	Abaixo da Ilha do Caldeirão	junho/76	-6,6
Rio Amazonas	2°36'S	56°44'W	Parintins	junho/76	-8,0
Rio Amazonas	2°23'S	57°32'W	Ilha Flexal	junho/76	-8,2
Rio Amazonas	3°10'S	58°27'W	Itacoatiara	junho/76	-7,9
Rio Amazonas	3°09'S	58°39'	Acima de Itacoatiara	junho/76	-7,5
Rio Madeira	3°28'S	58°48'W	Ilha do Capitari	junho/76	-6,7
Rio Madeira	3°28'S	58°48'W	Ilha do Capitari	junho/76	-6,8
Rio Madeira	3°24'S	58°46'W	Acima Confl. com Amazonas	junho/76	-7,0
Rio Amazonas	3°15'S	58°57'W	Acima de Amatari	junho/76	-7,8
Rio Amazonas	3°14'S	59°01'W	Abaixo da I.do Jacaré	junho/76	-8,3
Rio Amazonas	3°14'S	59°01'W	Abaixo da I.do Jacaré	junho/76	-7,5
Rio Negro	3°07'S	60°06'W	Acima de Manaus	junho/76	-6,8

<i>Rio</i>	<i>Coordenadas</i>		<i>Local</i>	<i>Período</i>	$\delta^{18}O(\%)$
	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>			
Rio Amazonas	3°04'S	59°48'W	Abaixo de Manaus	junho/76	-8,2
Rio Solimões	3°12'S	59°54'W	Ilha Paciência	junho/76	-8,3
Rio Solimões	3°19'S	60°34'W	Ilha Manacapuru	junho/76	-8,7
Rio Solimões	3°19'S	60°34'W	Ilha Manacapuru	junho/76	-8,7
Rio Solimões	3°19'S	60°34'W	Ilha Manacapuru	junho/76	-8,7
Rio Solimões	3°19'S	60°34'W	Ilha Manacapuru	junho/76	-8,6
Rio Solimões	3°19'S	60°34'W	Ilha Manacapuru	junho/76	-8,5
Rio Solimões	3°19'S	60°39'W	Ilha Marrecão	junho/76	-8,3
Rio Solimões	3°38'S	61°26'W	Acima da Ilha Laura	junho/76	-8,3
Rio Purus	3°51'S	61°23'W	Abaixo de Beruri	junho/76	-7,5
Rio Solimões	3°43'S	61°33'W	Ilha Amba	junho/76	-8,7
Lago de Coari	4°02'S	63°00'W	Entre Barreira e Mamiã	junho/76	-8,6
Lago de Coari	3°56'S	63°09'W	Acima de Coari	junho/76	-8,5
Rio Solimões	3°55'S	63°13'W	Abaixo de São Pedro	junho/76	-8,3
Rio Solimões	3°31'S	64°24'W	Abaixo de Tefe	junho/76	-8,5
Rio Solimões	3°19'S	64°44'W	Acima da Ilha Caramba	junho/76	-6,8
Rio Japurá	3°02'S	64°45'W		junho/76	-8,5
Rio Japurá	3°05'S	63°55'W	Poucos km rio acima	junho/76	-8,4
Rio Solimões	3°05'S	64°57'W	Acima da Ilha Parauari	junho/76	-8,4
Rio Juruá	2°35'S	65°47'W	Acima de Porto Colum - biano	junho/76	-7,4
Rio Juruá	2°40'S	65°49'W	Abaixo de Barracão do Camaleão	junho/76	-7,2

<i>Rio</i>	<i>Coordenadas</i>		<i>Local</i>	<i>Período</i>	$\delta^{18}O(\%)$
	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>			
Confl. do Ju- ruã c/Solimões	2°37'S	65°44'W	Confluência do Juruã com Solimões	junho/76	-7,6
Rio Solimões	2°31'S	65°49'W	Acima da Ilha de Taia cutuba	junho/76	-8,3
Rio Solimões	2°41'S	66°48'W	Procela	junho/76	-8,7
Rio Jutai	2°56'S	66°55'W	Acima da foz do Jutai	junho/76	-6,4
Rio Solimões	2°44'S	67°10'W	Abaixo de Surubim	junho/76	-8,5
Rio Solimões	3°08'S	68°00'W	Abaixo de Planeta	junho/76	-8,4
Rio Solimões	3°08'S	68°00'W	Abaixo de Planeta	junho/76	-8,5
Rio Solimões	3°08'S	68°00'W	Abaixo de Planeta	junho/76	-8,5
Rio Iça	3°36'S	68°09'W	Acima de Pacovaia	junho/76	-8,2
Rio Solimões	3°27'S	68°07'W	Acima de Novo Paraizo	junho/76	-8,3
Rio Solimões	3°44'S	69°00'W	Acima de Espírito San to	junho/76	-8,1
Rio Solimões	3°50'S	69°29'W	São Jerônimo	junho/76	-8,3
Rio Jauri	4°16'S	70°05'W	Abaixo de Atalaia	junho/76	-5,0
Rio Jauri	4°26'S	70°03'W	Ilha Aramacã	junho/76	-8,2
Rio Solimões	4°02'S	70°13'W	Islas Yauama	junho/76	-8,3
Rio Maranhão	3°28'S	71°55'W	Peuas, margem esquerda	junho/76	-7,8
Rio Maranhão	3°41'S	72°25'W	Abaixo do Rio Napo	junho/76	-7,8
Rio Maranhão	3°42'S	73°09'W	Acima do Rio Napo	junho/76	-7,5
	3°47'S	73°15'W		maio/77	-8,4

<i>Rio</i>	<i>Coordenadas</i>		<i>Local</i>	<i>Período</i>	$\delta^{18}O(\%)$
	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>			
	3°47'S	73°15'W		maio/77	-8,2
	3°47'S	73°15'W		maio/77	-8,5
	3°47'S	73°15'W		maio/77	-8,7
	3°47'S	73°15'W		maio/77	-8,8
	3°47'S	73°15'W		maio/77	-8,5
	3°47'S	73°15'W		maio/77	-8,7
	3°59'S	70°13'W	Abaixo da Secção IQUITOS	maio/77	-8,6
	3°55'S	70°34'W		maio/77	-8,6
Rio Napo	3°52'S	71°44'W		maio/77	-7,8
	3°47'S	73°15'W		maio/77	-8,0
	3°35'S	69°00'W		maio/77	-8,0
	3°35'S	69°00'W		maio/77	-7,9
	3°35'S	69°00'W		maio/77	-8,3
	3°35'S	69°00'W		maio/77	-8,1
	3°35'S	69°00'W		maio/77	-8,1
	3°35'S	69°00'W		maio/77	-8,0
Lago Várzea	4°01'S	71°17'W	São Paulo	maio/77	-7,8
	4°27'S	70°03'W	Jandaiatuba	maio/77	-8,6
	4°20'S	69°31'W	Abaixo de São Paulo	maio/77	-8,0
	3°46'S	69°27'W	Acima de Iça	maio/77	-8,0
	3°08'S	68°00'W		maio/77	-8,0
	3°08'S	68°00'W		maio/77	-7,8

<i>Rio</i>	<i>Coordenadas</i>		<i>Local</i>	<i>Período</i>	$\delta^{18}O(\%)$
	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>			
	3°08'S	68°00'W		maio/77	-8,0
	3°08'S	68°00'W		maio/77	-8,0
	3°08'S	68°00'W		maio/77	-7,5
	3°08'S	68°00'W		maio/77	-7,5
Lagoa Várzea	3°35'S	69°00'W	Iça	maio/77	-8,0
Rio Iça	3°28'S	68°27'W		maio/77	-7,2
	3°15'S	68°02'W	Acima do Rio Jutai	maio/77	-8,0
Rio Jutai	3°08'S	68°00'W		maio/77	-7,6
	3°00'S	68°12'W	Acima do Rio Juruá	maio/77	-7,7
Rio Juruá	2°43'W	63°27'W		maio/77	-7,6
Rio Japurá	2°50'S	66°56'W		maio/77	-7,1
Lago Caiambe	2°49'S	66°52'W		maio/77	-5,7
	2°31'S	65°47'W	Loari	maio/77	-7,0
	2°30'S	66°28'W	Acima de Coari	maio/77	-5,8
	2°34'S	65°41'W	Acima de Purus	maio/77	-7,4
Rio Purus	2°34'S	65°22'W		maio/77	-6,8
	3°20'S	60°34'W		maio/77	-6,9
	3°20'S	60°34'W		maio/77	-7,1
Lago Cambaliana	3°05'S	64°55'W	Mandirapuru	maio/77	-6,1
Rio Manacapuru	3°20'S	60°34'W		maio/77	-6,9
Rio Manacapuru	3°20'S	60°34'W		maio/77	-7,1
Rio Manacapuru	3°20'S	60°34'W		maio/77	-7,2
Rio Manacapuru	3°20'S	60°34'W		maio/77	-7,4

<i>Rio</i>	<i>Coordenadas</i>		<i>Local</i>	<i>Período</i>	$\delta^{18}O(\%)$
	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>			
Rio Madeira	3°54'S	63°23'W		maio/77	-6,7
	4°04'S	63°03'W	Acima do Trombetas	maio/77	-6,7
Lago Mamauru	3°52'S	62°27'W		maio/77	-6,2
Rio Trombetas	3°41'S	61°30'W		maio/77	-6,2
	3°32'S	60°47'W	Acima do Tapajós	maio/77	-6,1
Rio Tapajós	3°20'S	60°34'W		maio/77	-5,9
Rio Amazonas	3°15'S	59°56'W	Final do Canal Principal	maio/77	-6,5
Rio Xingú	2°58'S	60°27'W		maio/77	-5,1
Rio Matari	2°58'S	60°27'W	Abaixo do Xingu	maio/77	-5,4
Rio Amazonas	1°56'S	55°31'W		maio/77	-6,4
Rio Amazonas	1°56'S	55°31'W	Óbidos	maio/77	-6,6
Rio Amazonas	1°56'S	55°31'W	Óbidos	maio/77	-6,6
Rio Amazonas	1°56'S	55°31'W	Óbidos	maio/77	-6,5
Rio Amazonas	1°56'S	55°31'W	Óbidos	maio/77	-6,6
Rio Amazonas	1°56'S	55°31'W	Óbidos	maio/77	-6,5
Rio Amazonas	1°56'S	55°31'W	Óbidos	maio/77	-6,6
Rio Amazonas	1°56'S	55°31'W	Óbidos	maio/77	-6,7
Rio Amazonas	1°56'S	55°31'W	Óbidos	maio/77	-6,7

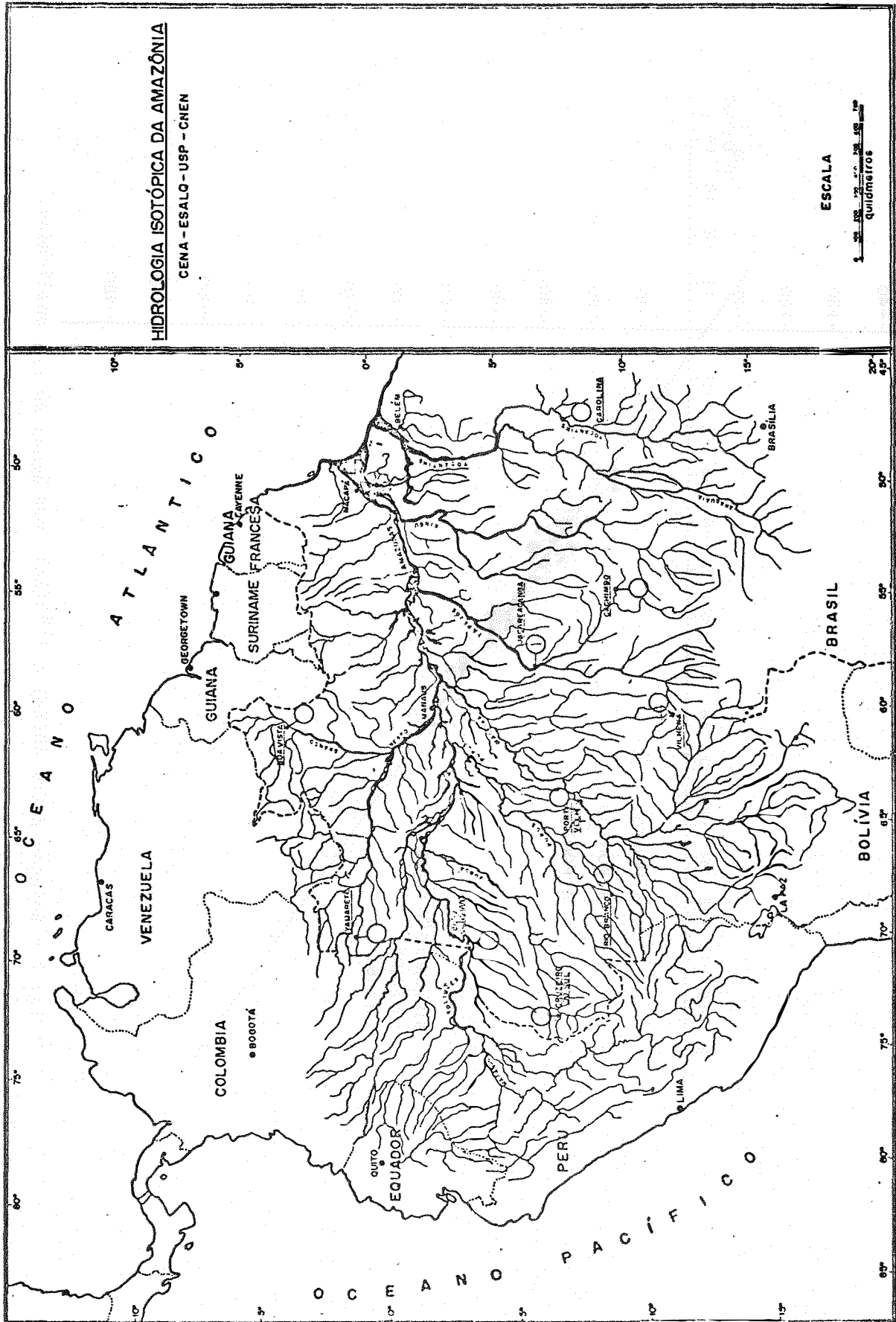


Fig. 1 - Mapa com localização das estações de coleta de água de chuva e de rio.



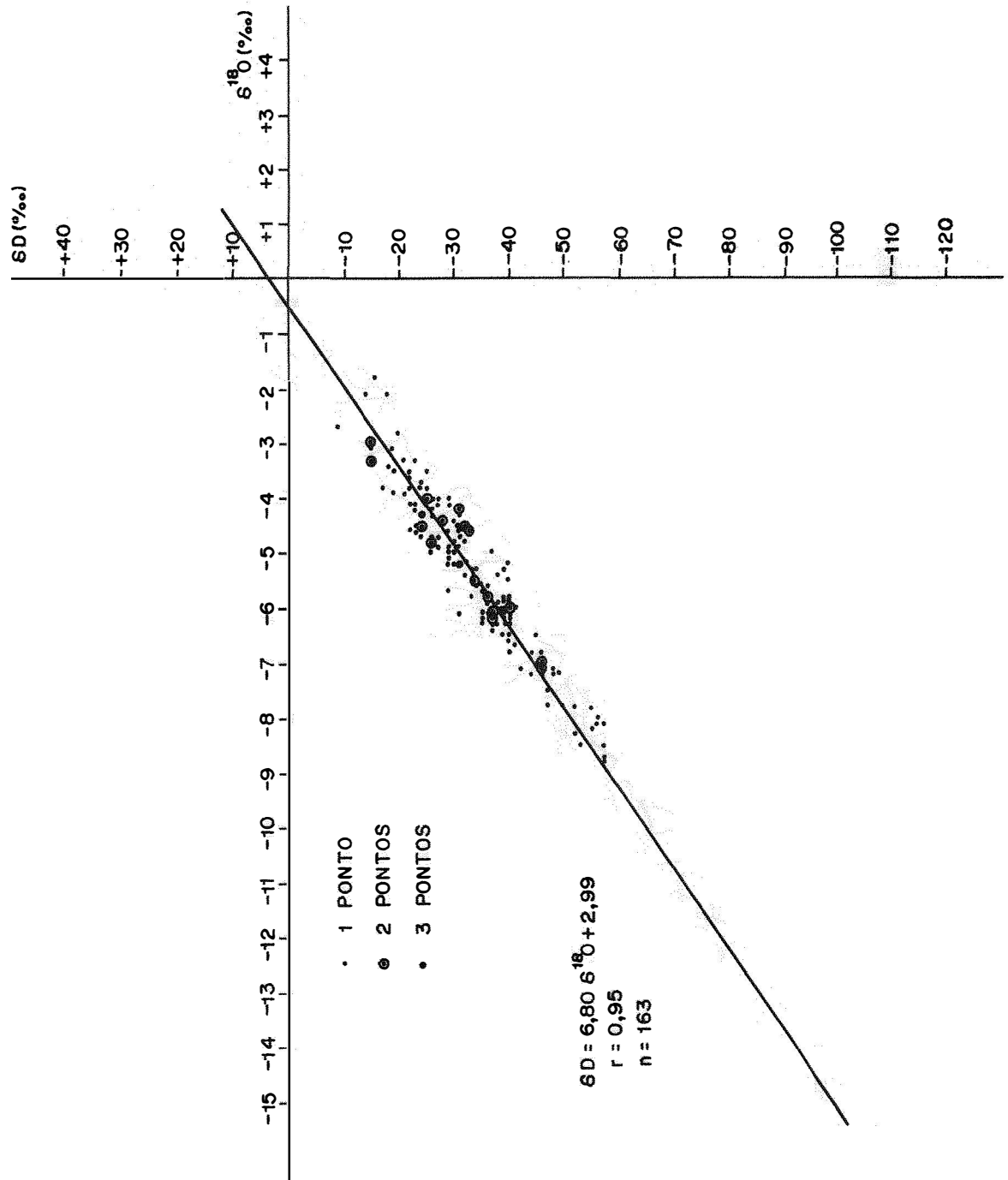


Fig. 2 - Relação entre  $\delta D (\text{‰})$  e  $\delta^{18}O (\text{‰})$  nas águas de rio analisadas.

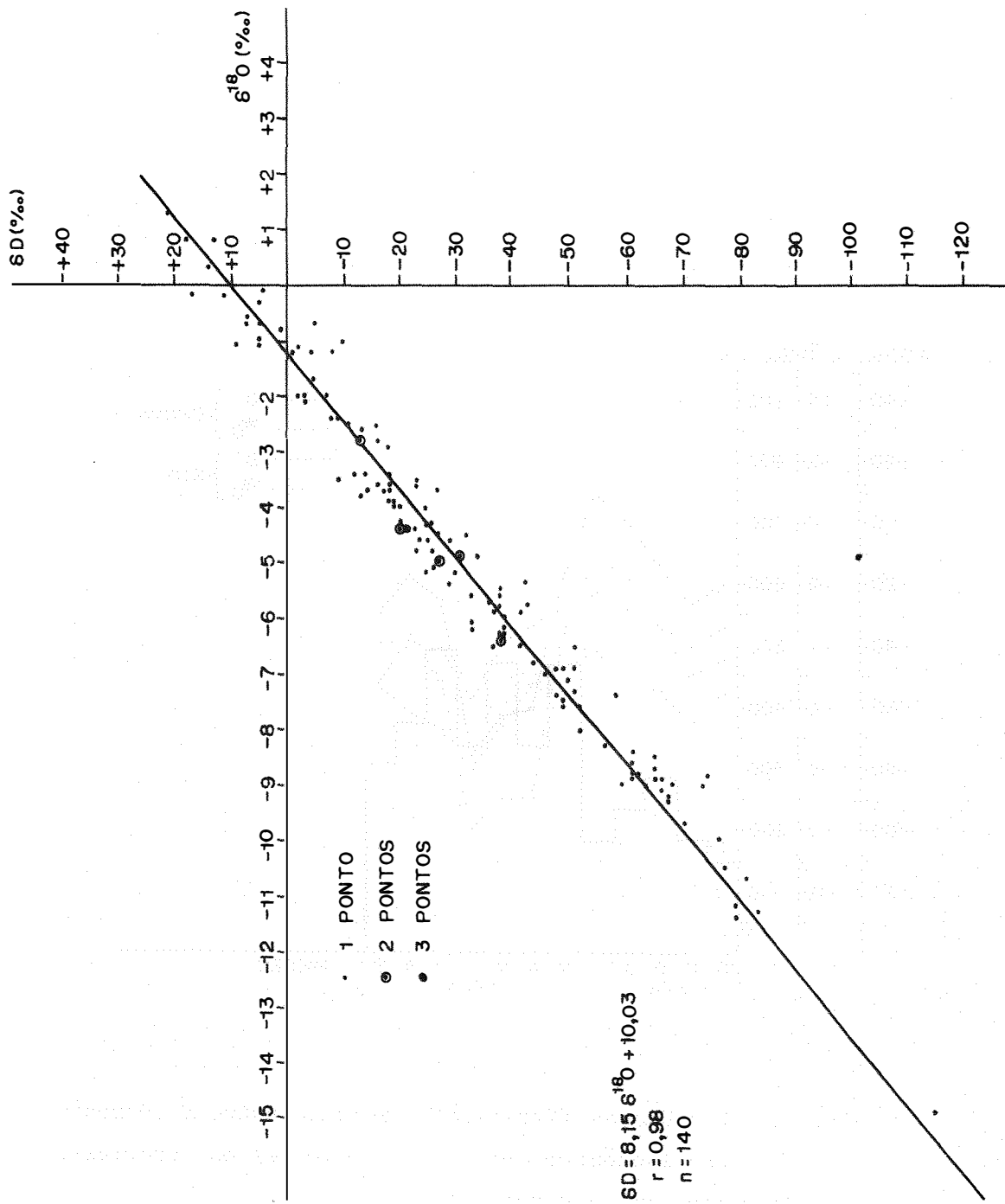


Fig. 3 - Relação entre  $\delta D$ (‰) e  $\delta^{18}O$ (‰) nas águas de Chuva analisadas.

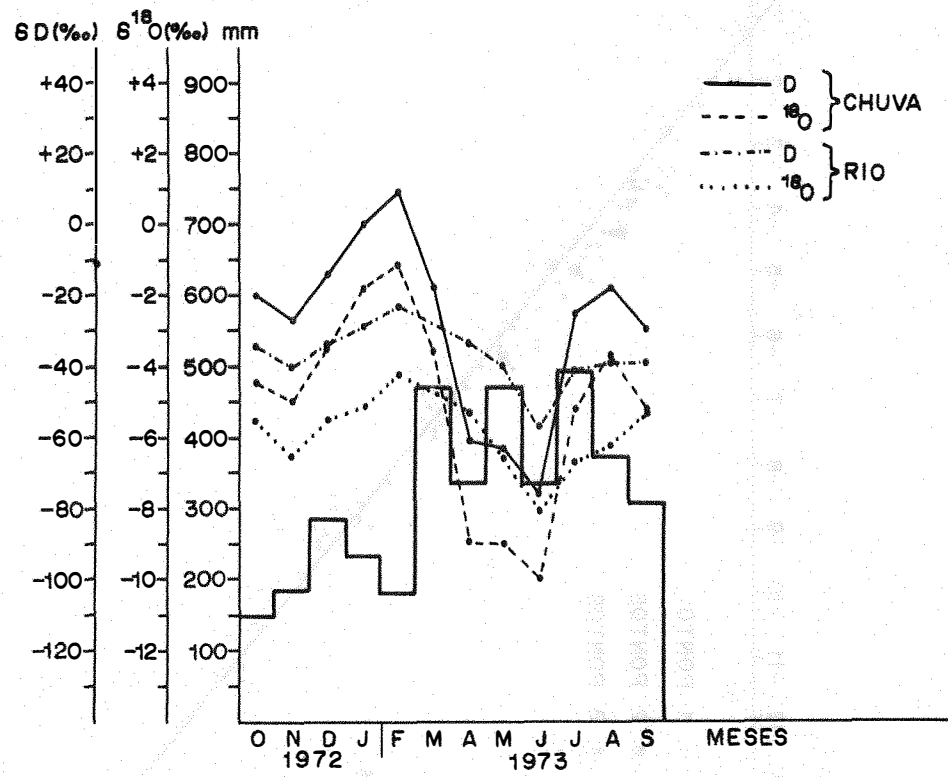


Fig. 4 - Rio Uaupes (Yauaretê) - Relação entre a composição Isotópica  $\delta^{18}O(\text{‰})$   $\delta D(\text{‰})$  e/ ou precipitação (mm) e o tempo em meses.

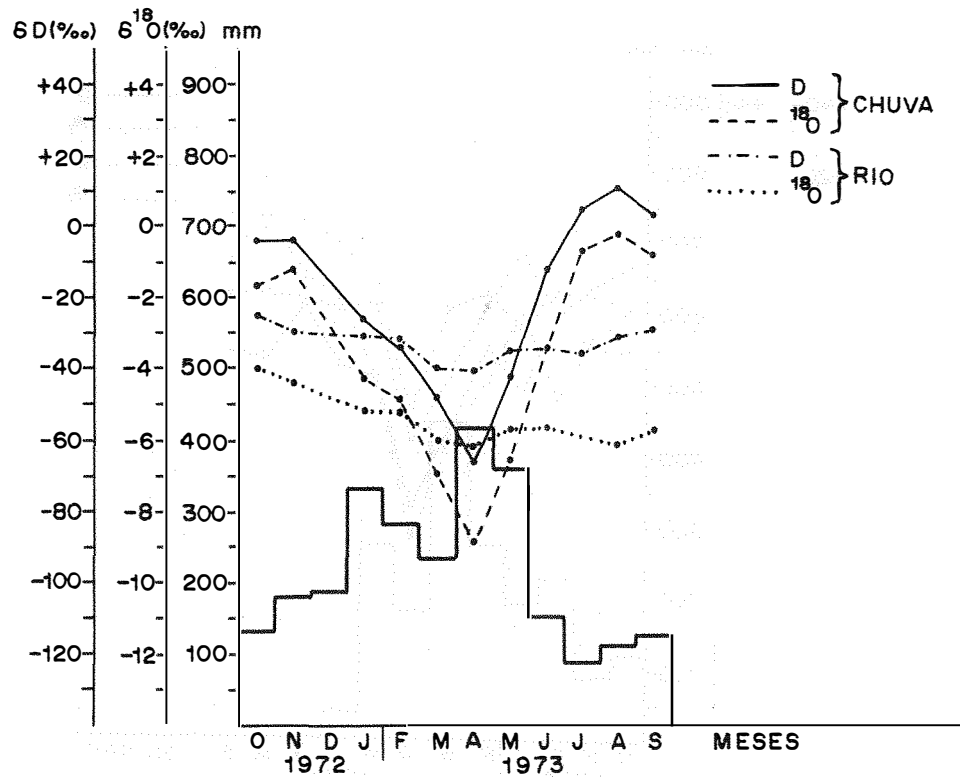


Fig. 5 - Rio Tapajós (Jacareacanga) - Relação entre a composição isotópica  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$   $\delta\text{D}(\text{‰})$  e/ou precipitação (mm) e o tempo em meses.

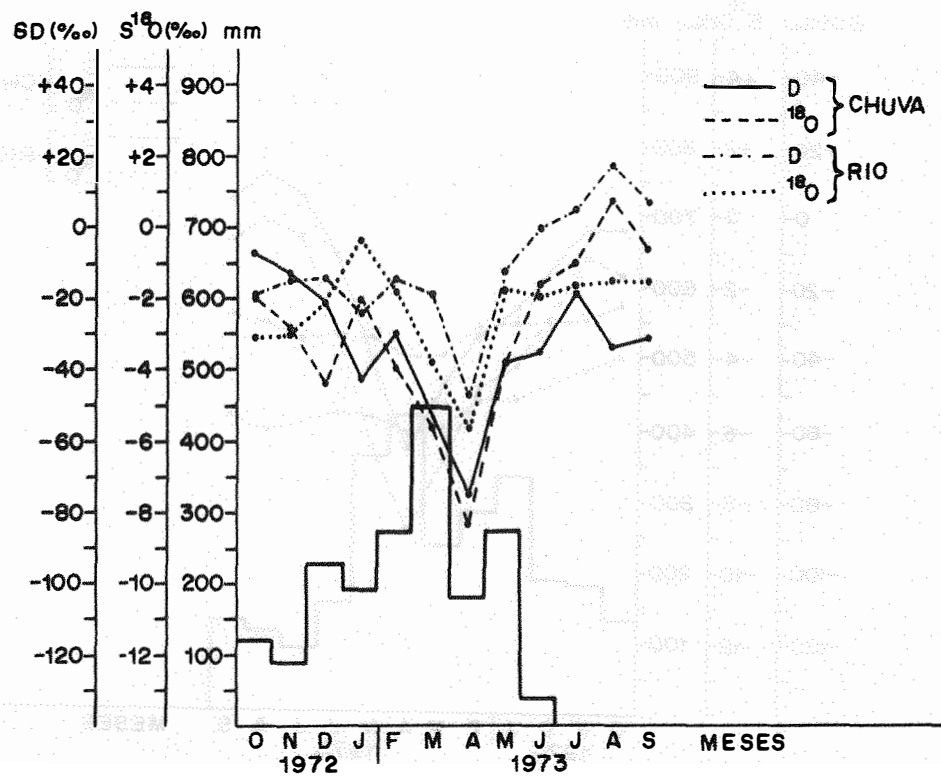


Fig. 6 - Rio Tocantins (Carolina-MA) - Relação entre a composição isotópica  $\delta^{18}O$  (‰)  $\delta D$  (‰) e /ou precipitação (mm) e o tempo em meses.

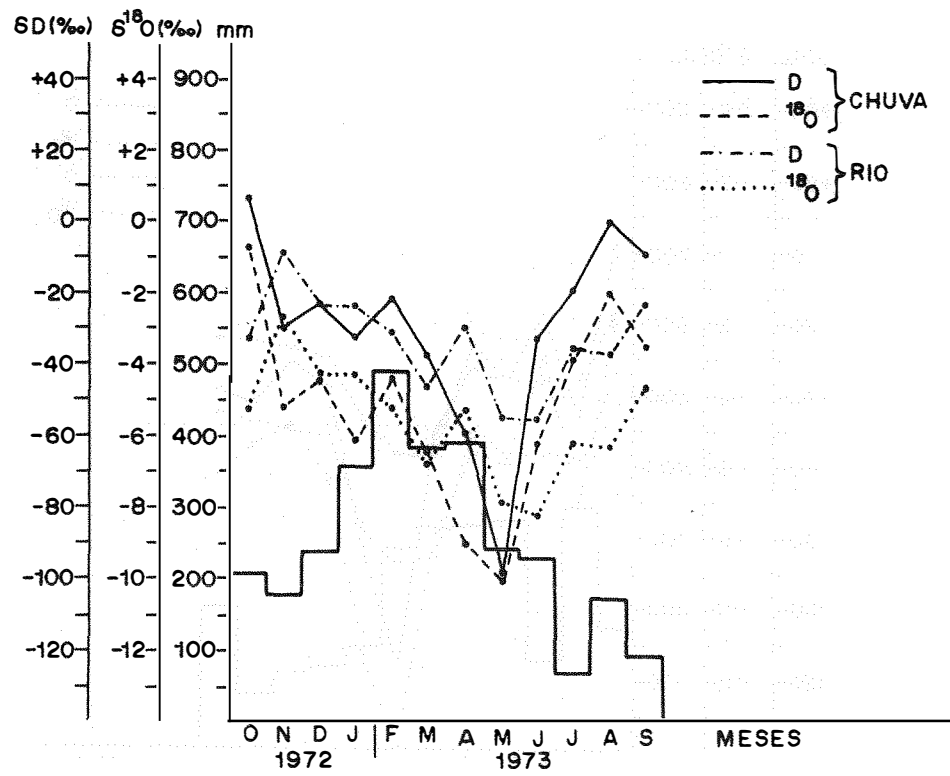


Fig. 7 - Rio Solimões (Benjamin Constant - AM) - Relação entre a composição isotópica  $\delta^{18}O$  (‰)  $\delta D$  (‰) e/ou precipitação (mm) e o tempo em meses.

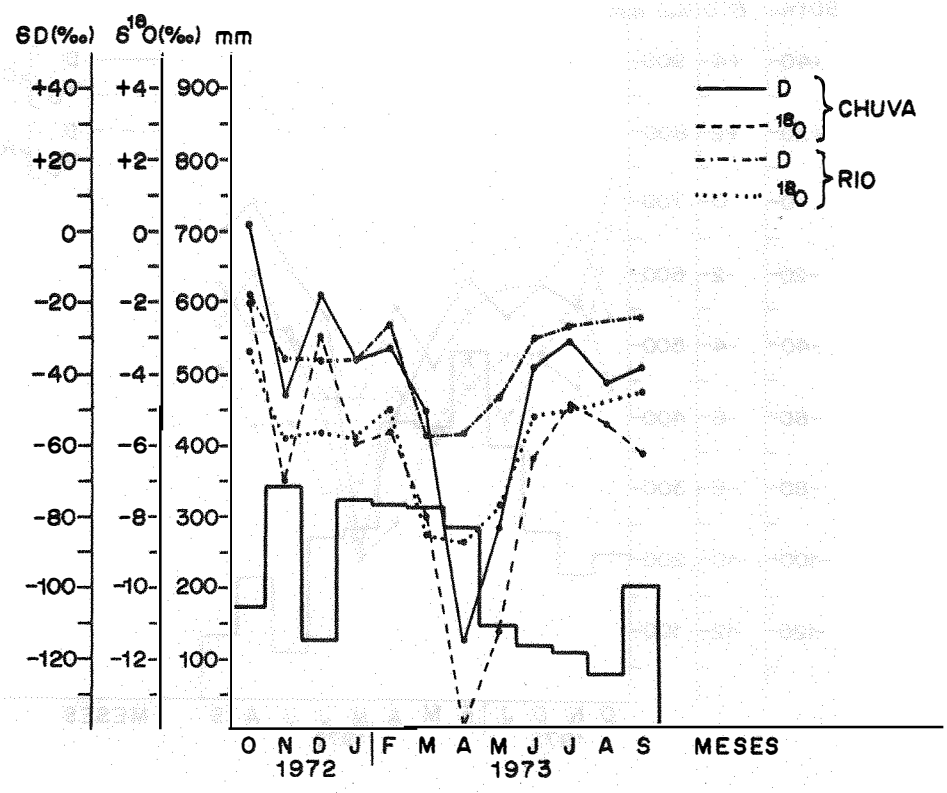


Fig. 8 - Rio Juruá (Cruzeiro do Sul -AC) - Relação entre a composição isotópica  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$   $\delta\text{D}(\text{‰})$  e/ou precipitação (mm) e o tempo em meses.

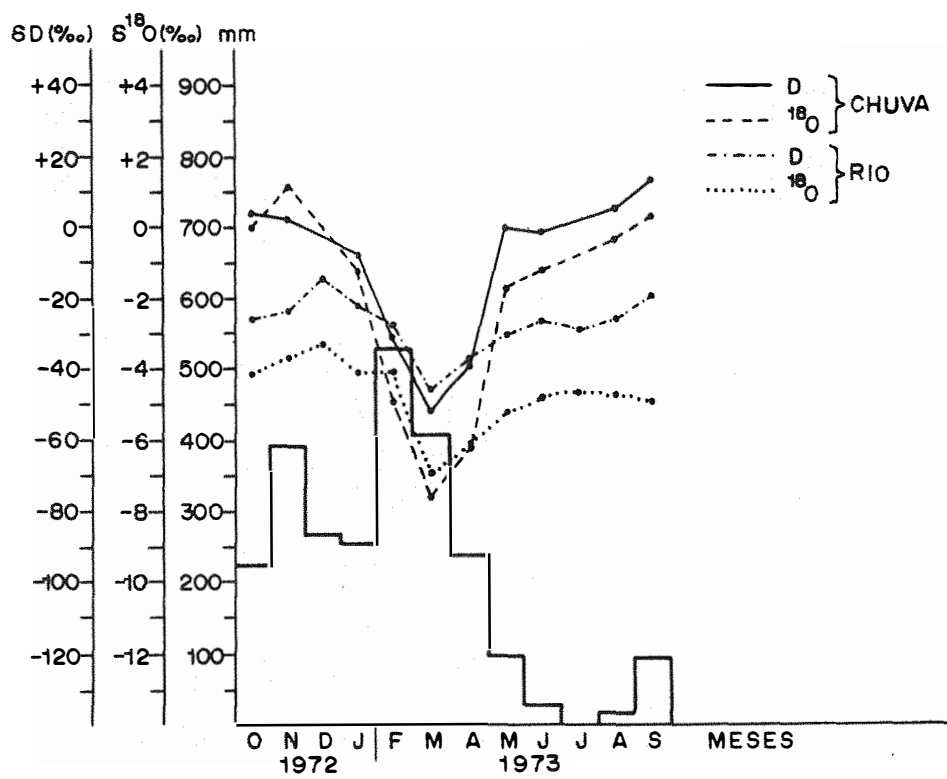


Fig. 9 - Braço do Norte (Cachimbo) - Relação entre a composição isotópica  $\delta^{18}\text{O}$ (‰)  $\delta\text{D}$ (‰) e/ou precipitação (mm) e o tempo em meses.



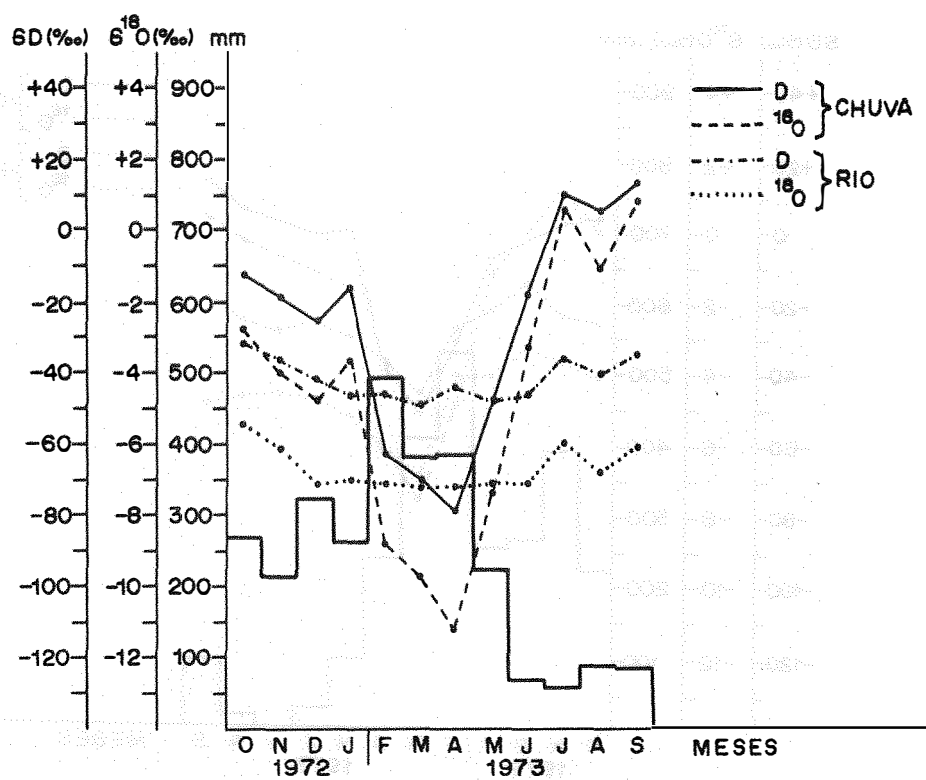


Fig. 10 - Rio Madeira (Porto Velho - RO) - Relação entre a composição isotópica  $\delta^{18}\text{O}$  (‰)  $\delta\text{D}$  (‰) e/ou precipitação (mm) e o tempo em meses.

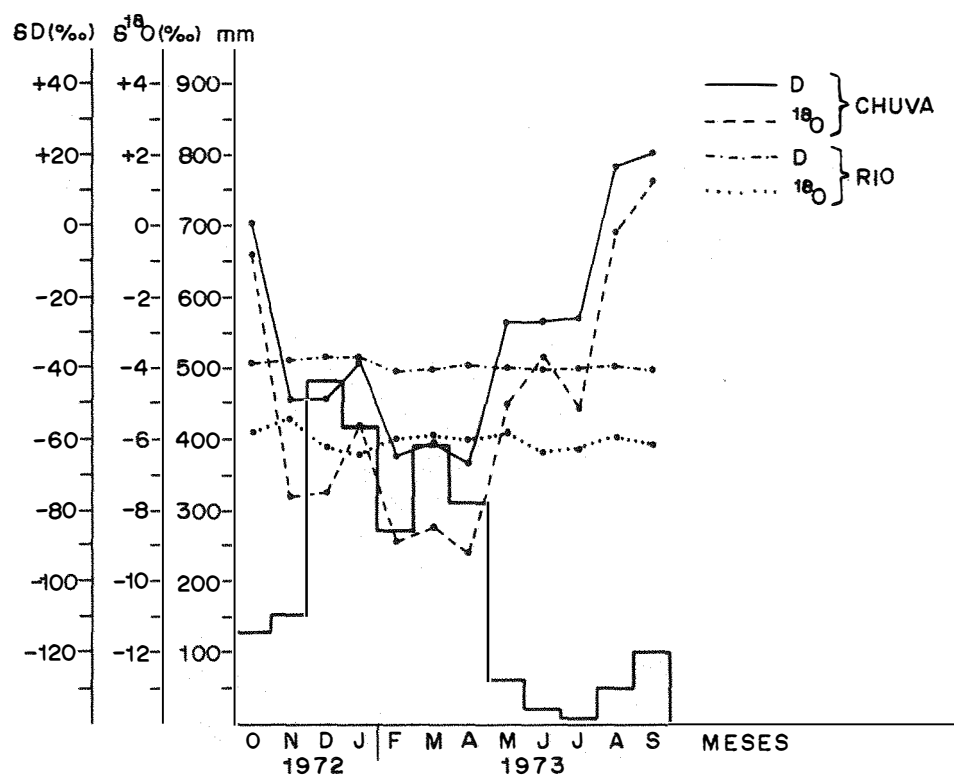


Fig. 11 - Igarapé Pires de São (Vilhena -RO) - Relação entre a composição isotópica  $\delta^{18}O$  (‰)  $\delta D$  (‰) e/ou precipitação (mm) e o tempo em meses.

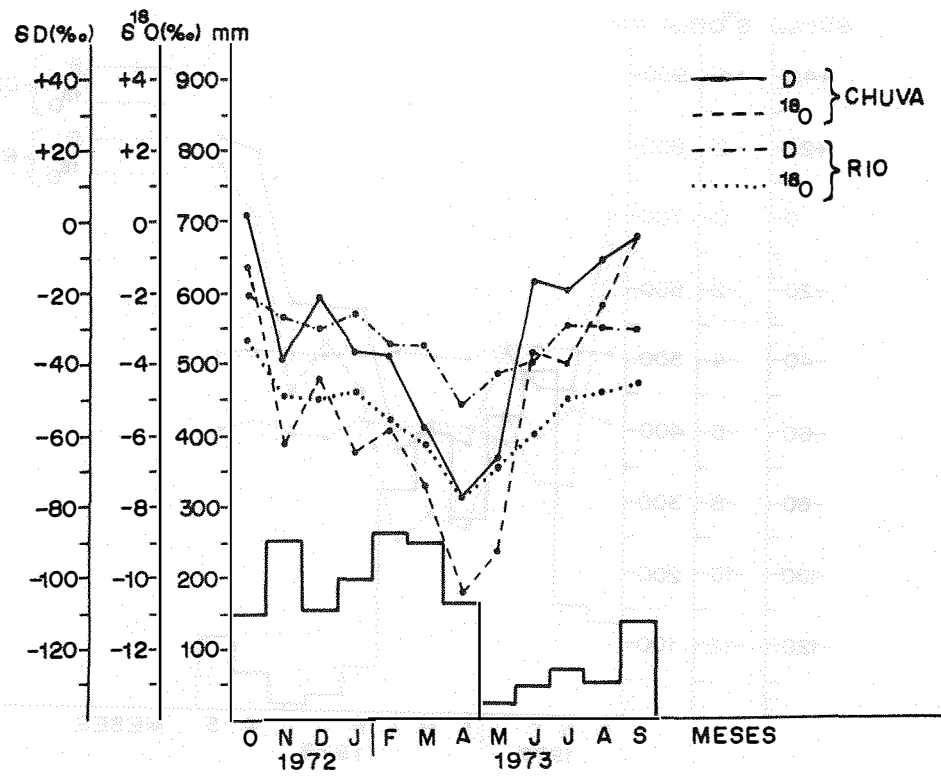


Fig. 12 - Rio Acre (Rio Branco - AC) - Relação entre a composição isotópica  $\delta^{18}\text{O}$ (‰)  $\delta\text{D}$ (‰) e/ou precipitação (mm) e o tempo em meses.

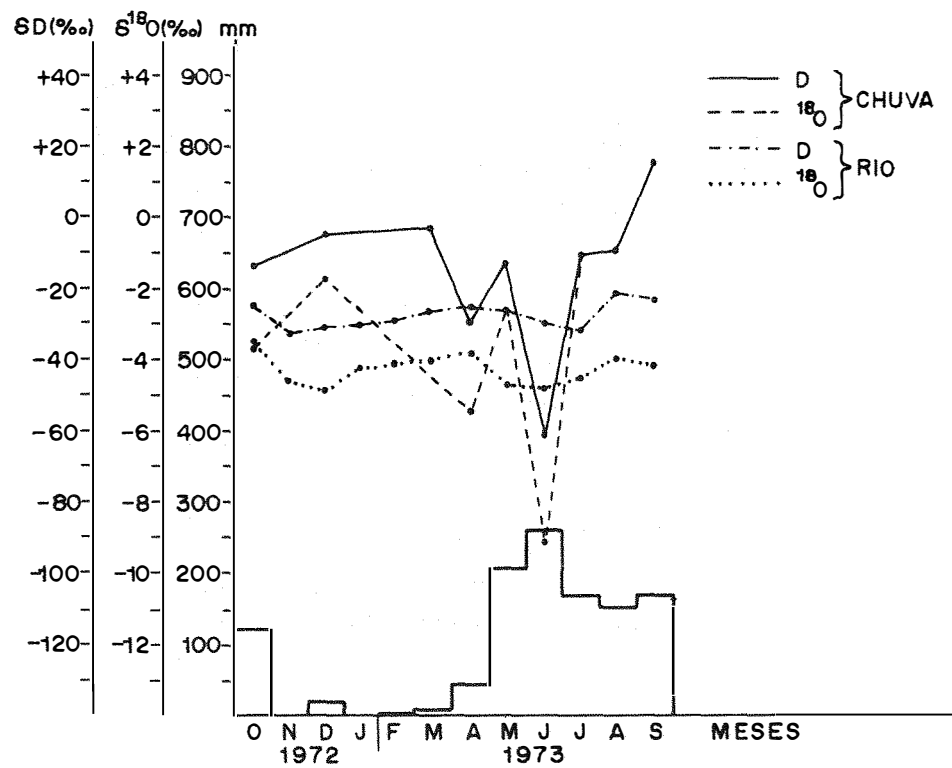


Fig. 13 - Rio Caume (Boa Vista -RR) - Relação entre a composição isotópica  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$   $\delta\text{D}(\text{‰})$  e/ou precipitação (mm) e o tempo em meses.

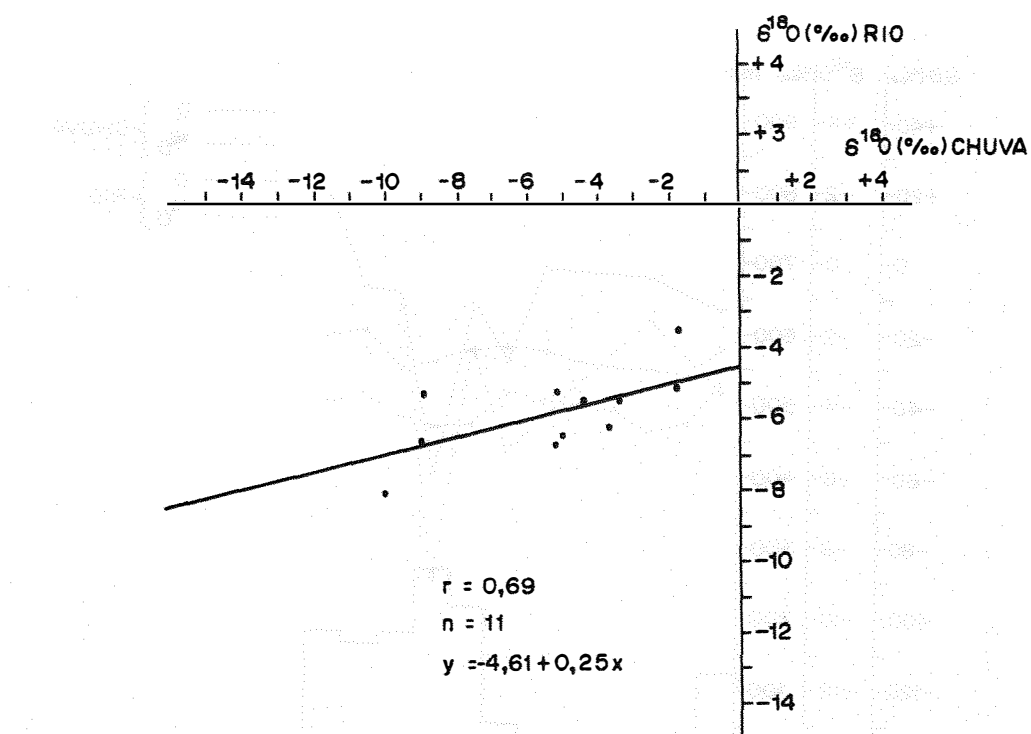


Fig. 14 - Rio Uaupes (Yauaretê) - Relação entre a composição isotópica do rio  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ .

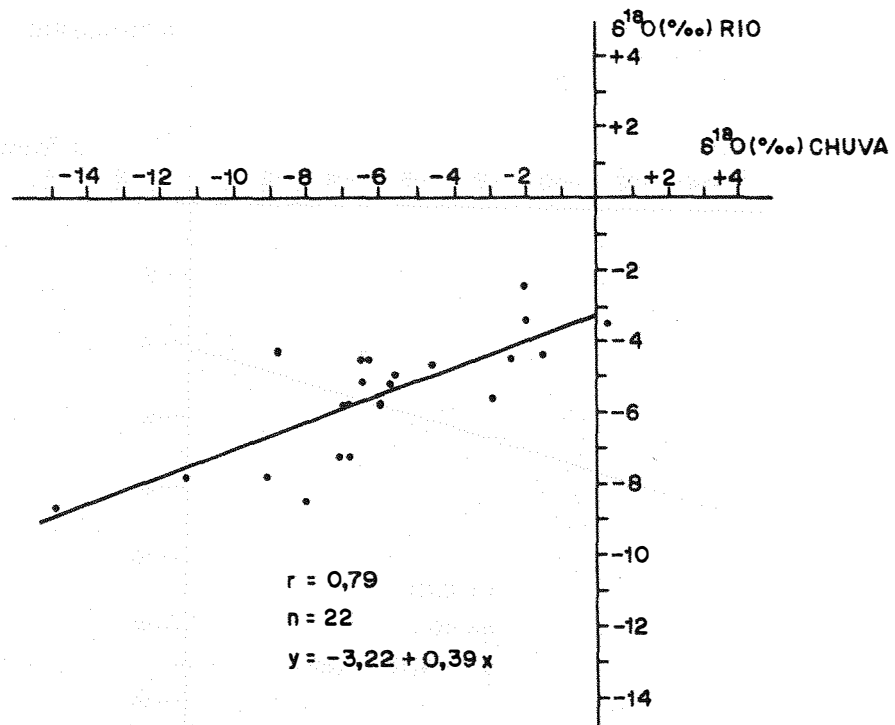


Fig. 15 - Rio Juruá (Cruzeiro do Sul -AC) - Relação entre a composição isotópica do rio  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ .

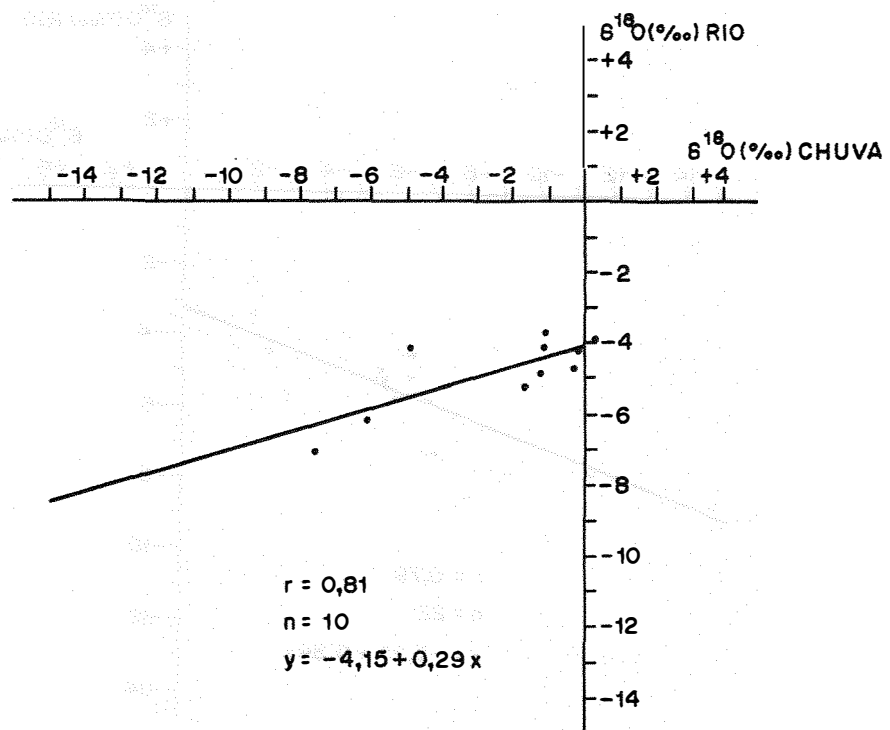


Fig. 16 - Braço do Norte (Cachimbo) - Relação entre a composição isotópica do rio  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ .

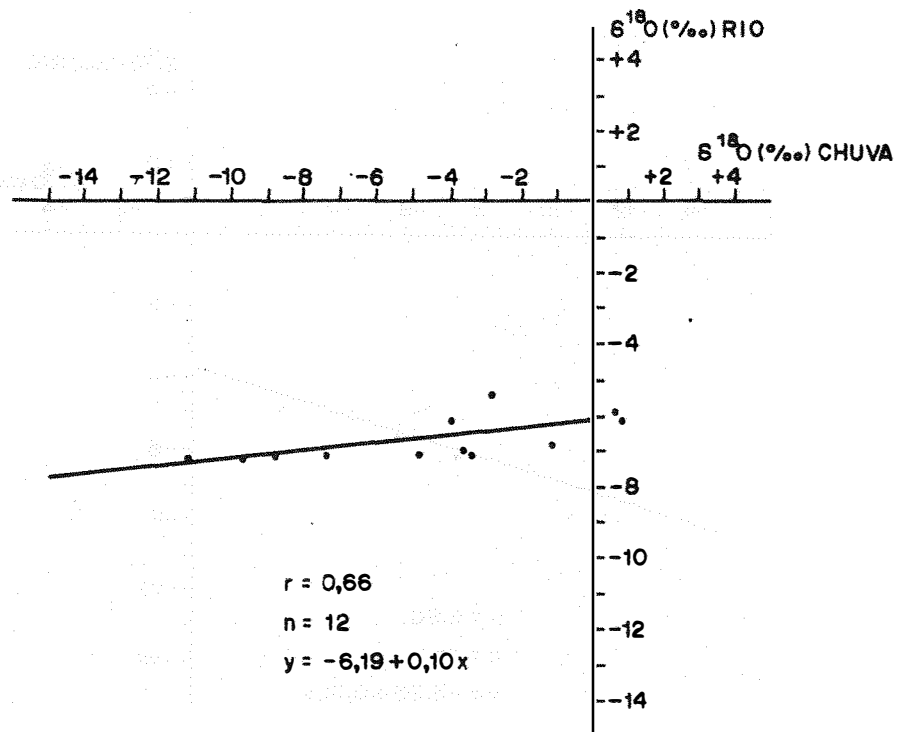


Fig. 17 - Rio Madeira (Porto Velho-RO) - Relação entre a composição isotópica do rio  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ .



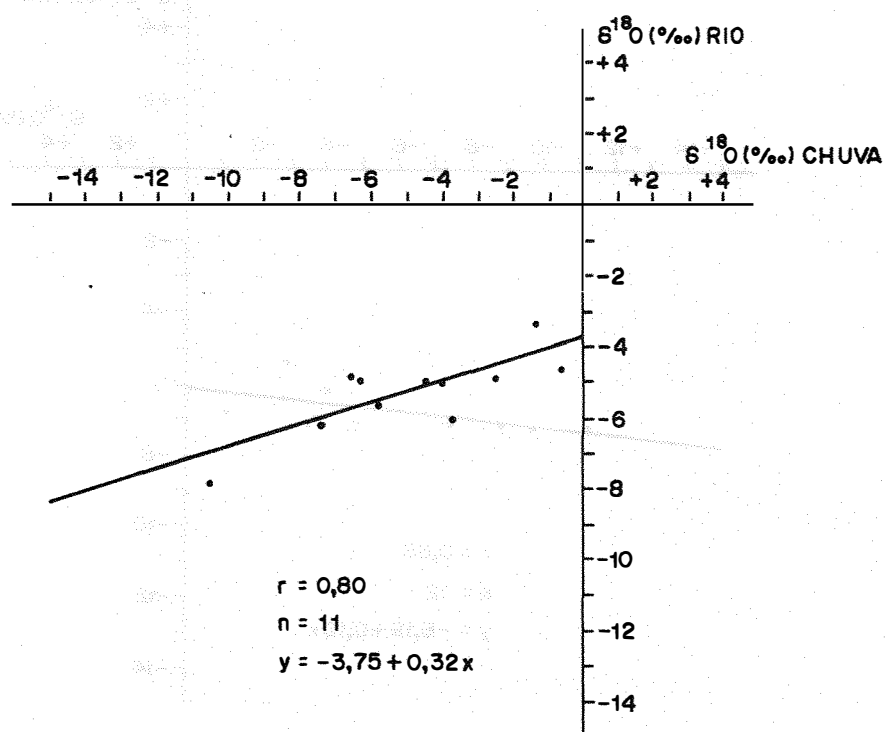


Fig. 18 - Rio Acre (Rio Branco -AC) - Relação entre a composição isotópica do rio  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$ .

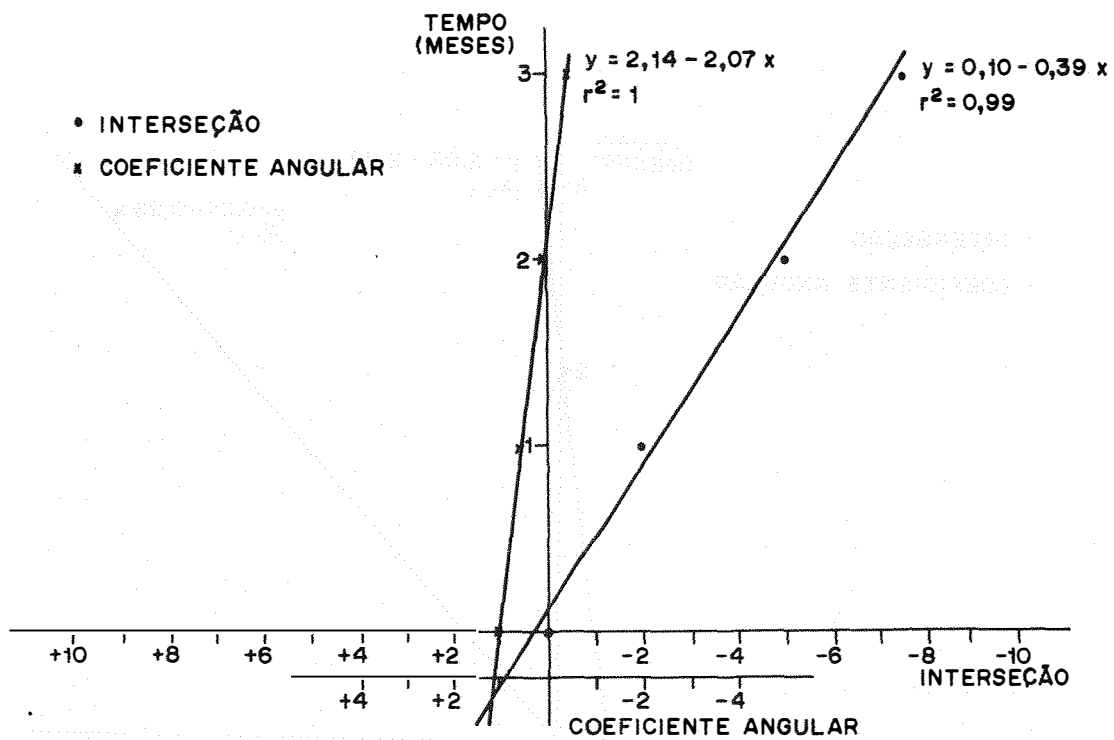


Fig. 19 - Rio Uaupes (Yauaretê) - Relação entre o coeficiente angular e a interseção e o tempo em meses.

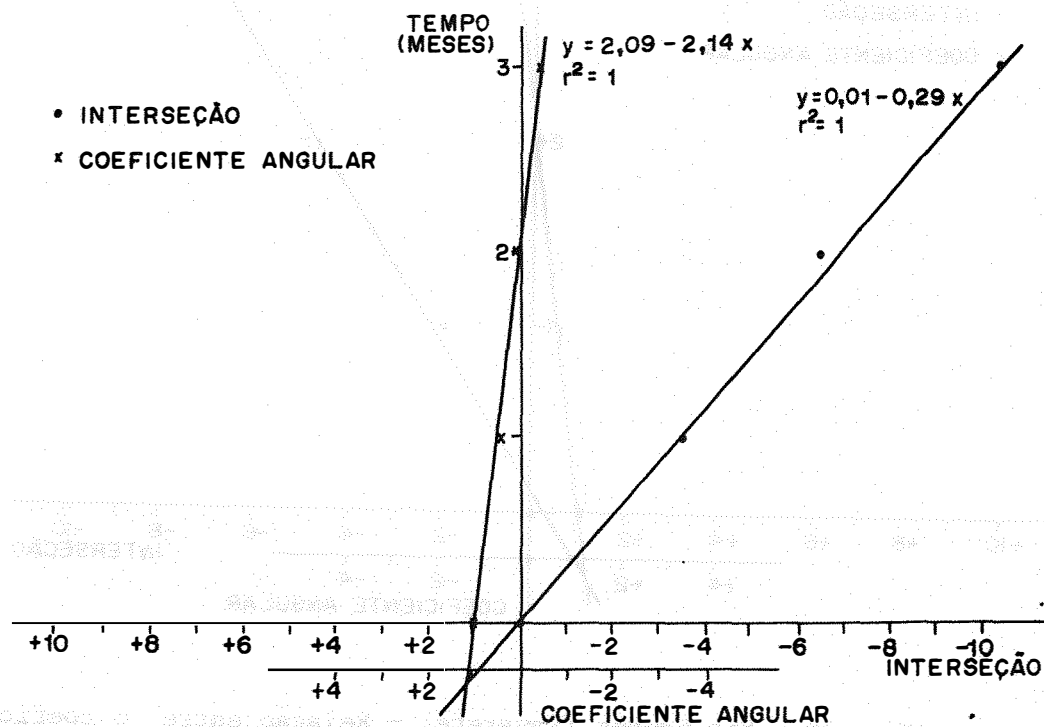


Fig. 20 - Rio Juruá (Cruzeiro do Sul - AC) - Relação entre o coeficiente angular e a interseção e o tempo em meses.

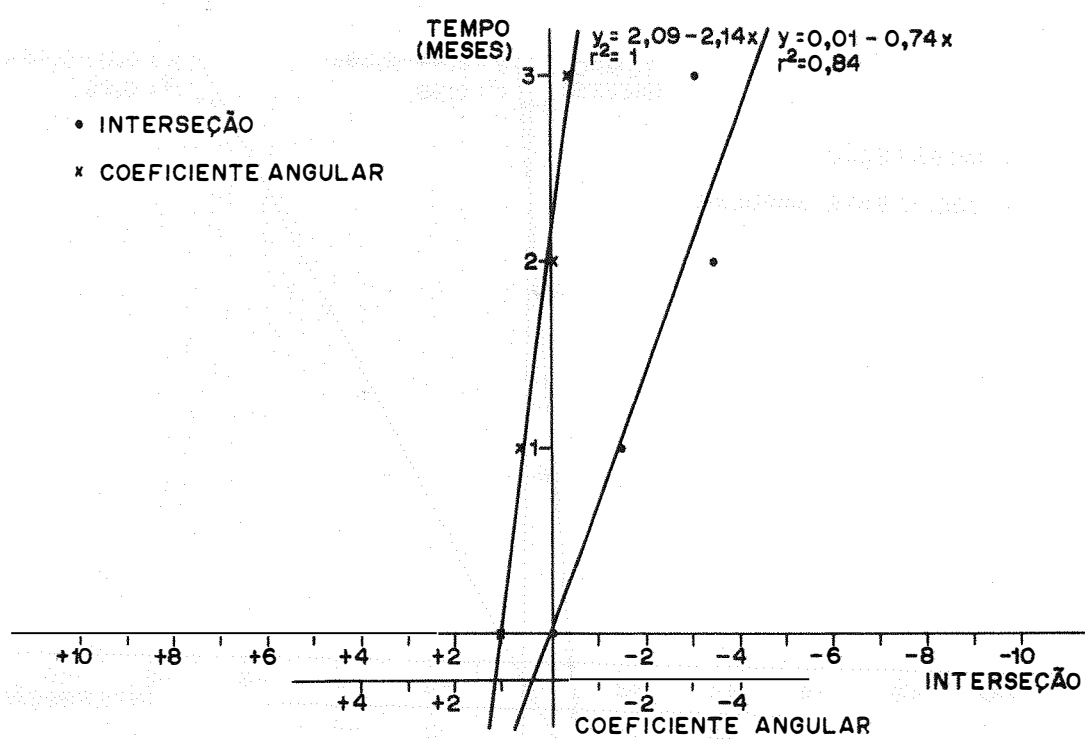


Fig. 21 - Braço do Norte (Cachimbo) - Relação entre o coeficiente angular e a interseção e o tempo em meses.

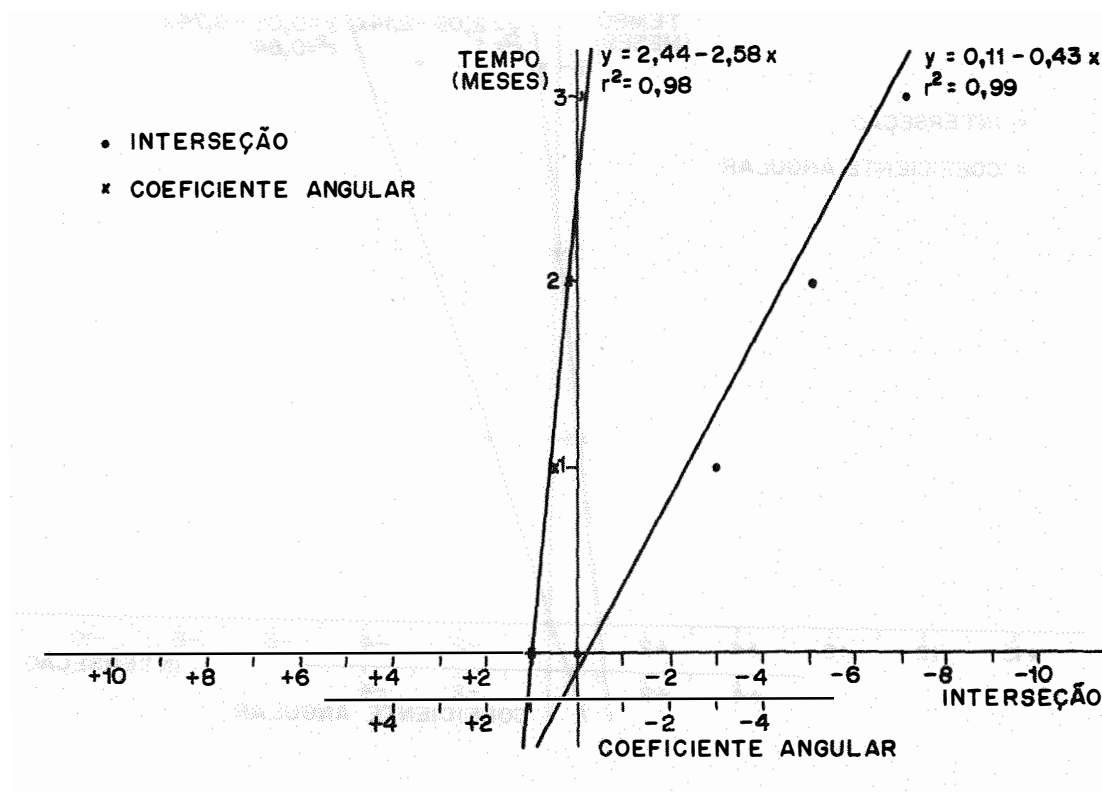


Fig. 22 - Rio Acre (Rio Branco - AC) - Relação entre o coeficiente angular e a interseção e o tempo em meses.

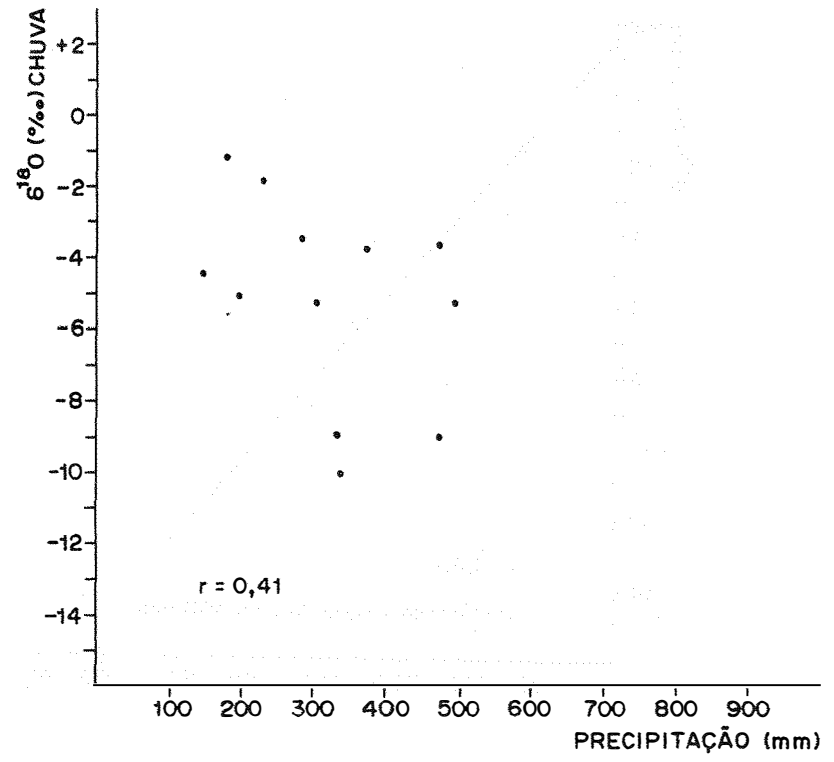


Fig. 23 - Rio Uaupes (Yauaretê) - Relação entre a composição isotópica da chuva δ<sup>18</sup>O(‰) e a precipitação (mm). "Amount effect".

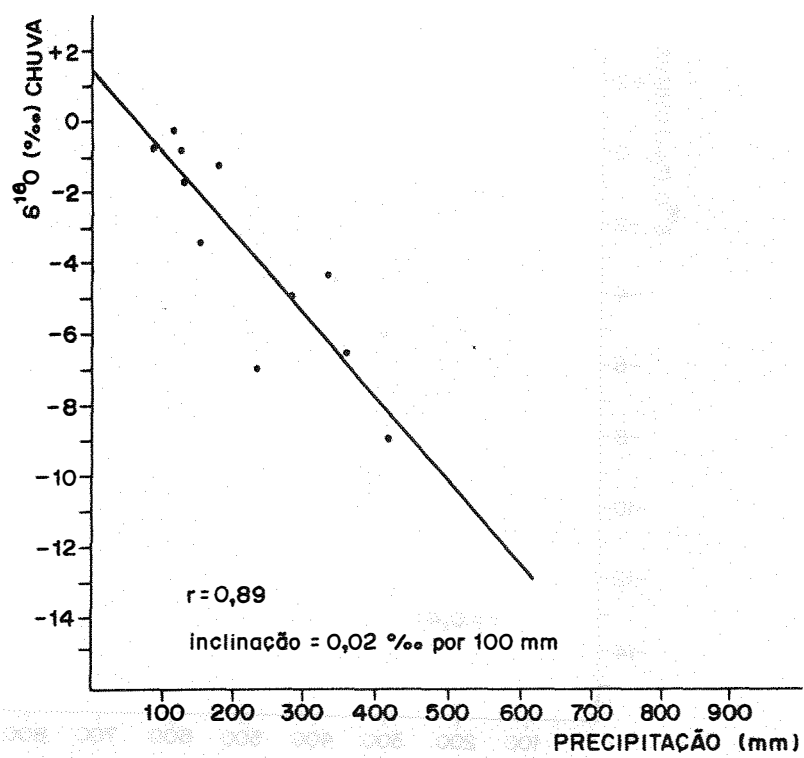


Fig. 24 - Rio Tapajós (Jacareacanga) - Relação entre a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}O$ (‰) e a precipitação (mm). "Amount effect".

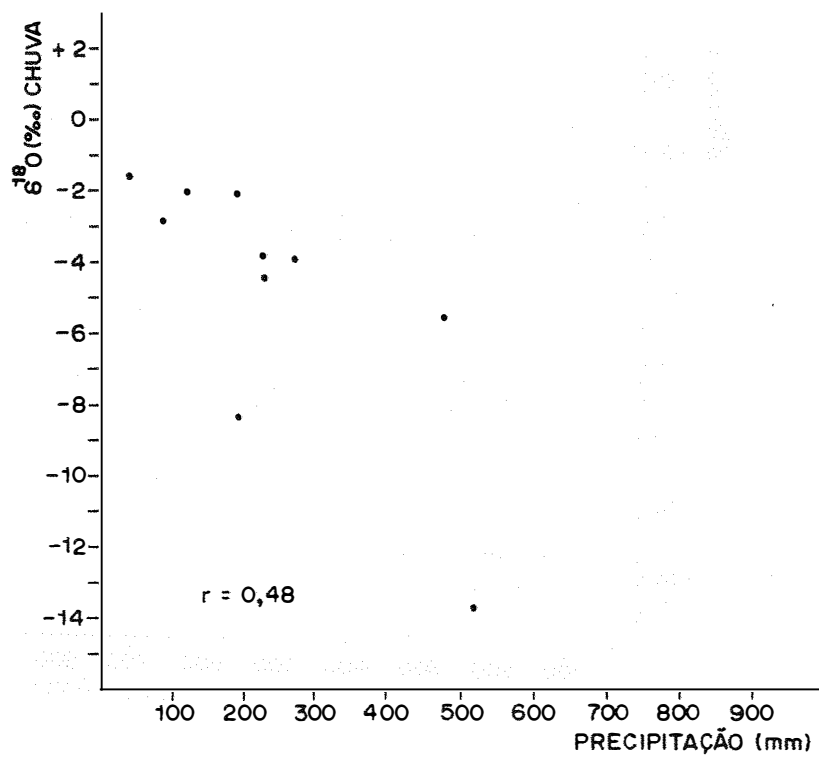


Fig.25 - Rio Tocantins (Carolina - MA) - Relação entre a com posição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}$  (‰) e a precipitação (mm). "Amount effect".



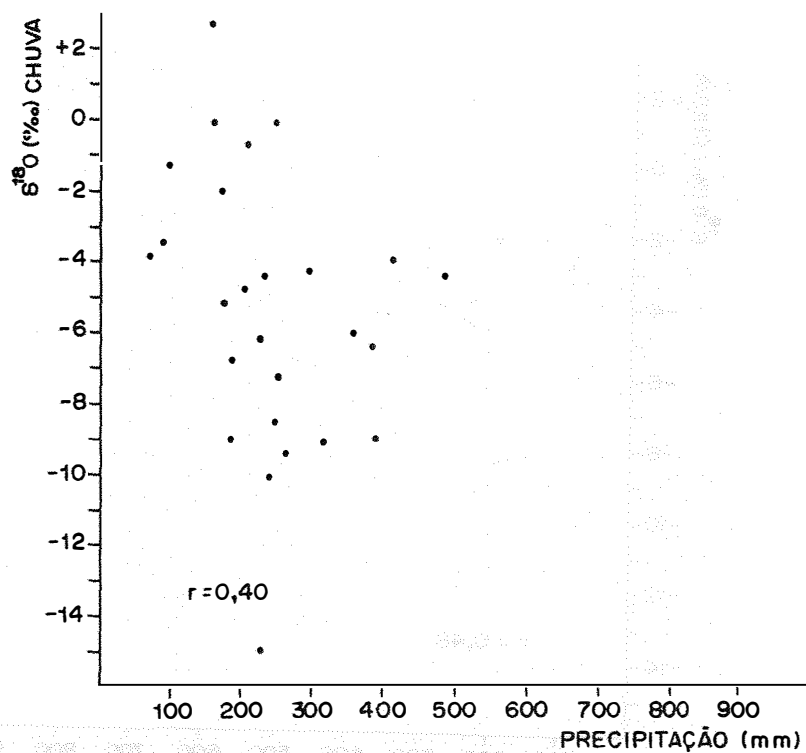


Fig. 26 - Rio Solimões (Benjamin Constant) - Relação entre a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e a precipitação (mm). "Amount effect".

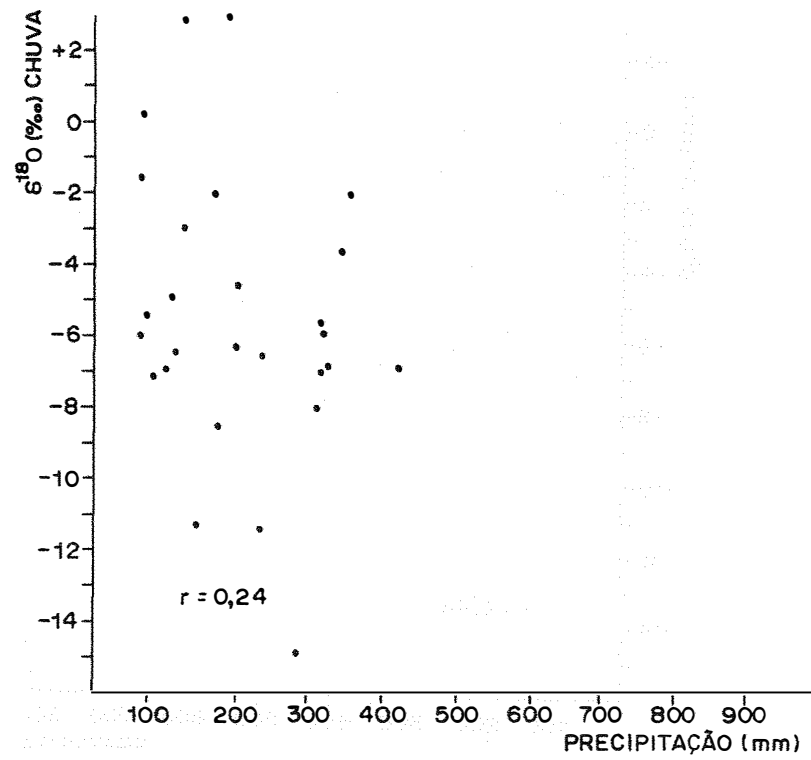


Fig. 27 - Rio Juruá (Cruzeiro do Sul - AC) - Relação entre a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$  e a precipitação (mm). "Amount effect".

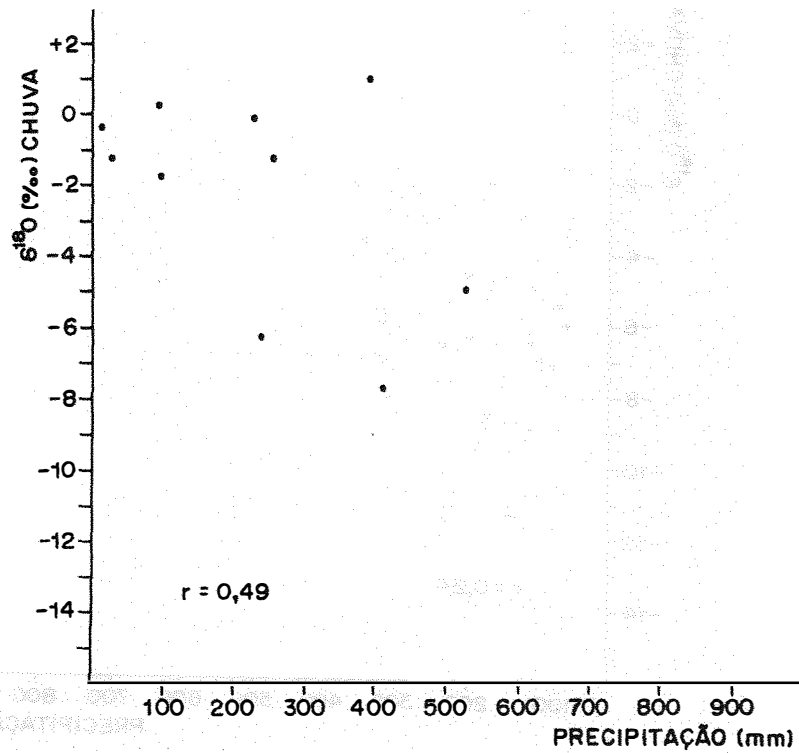


Fig. 28 - Braço do Norte (Cachimbo) - Relação entre a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}$ (‰) e a precipitação (mm). "Amount effect".

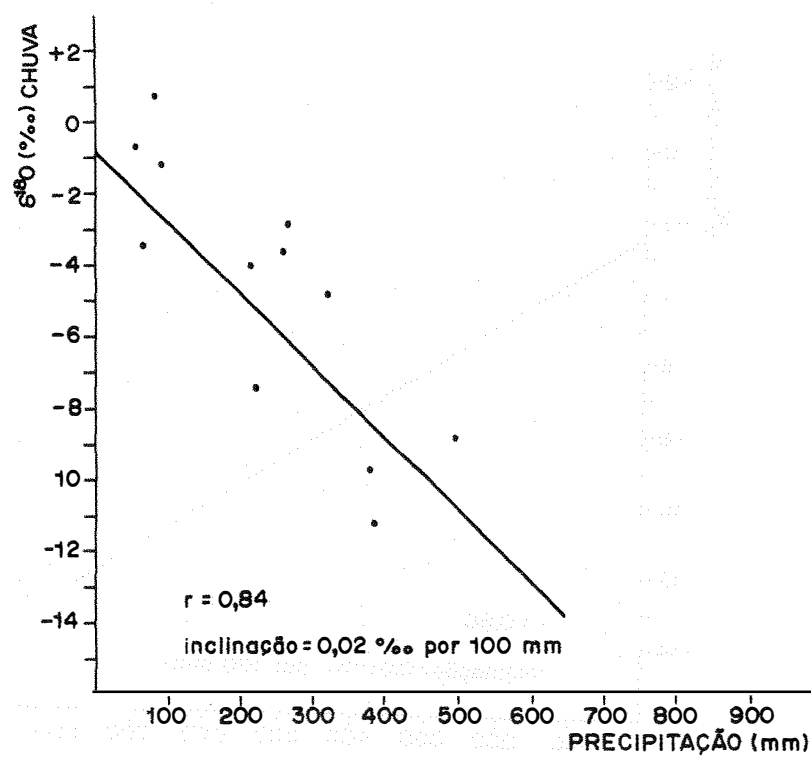


Fig. 29 - Rio Madeiras (Porto Velho - RO) - Relação entre a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}$  (‰) e a precipitação (mm). "Amount effect".

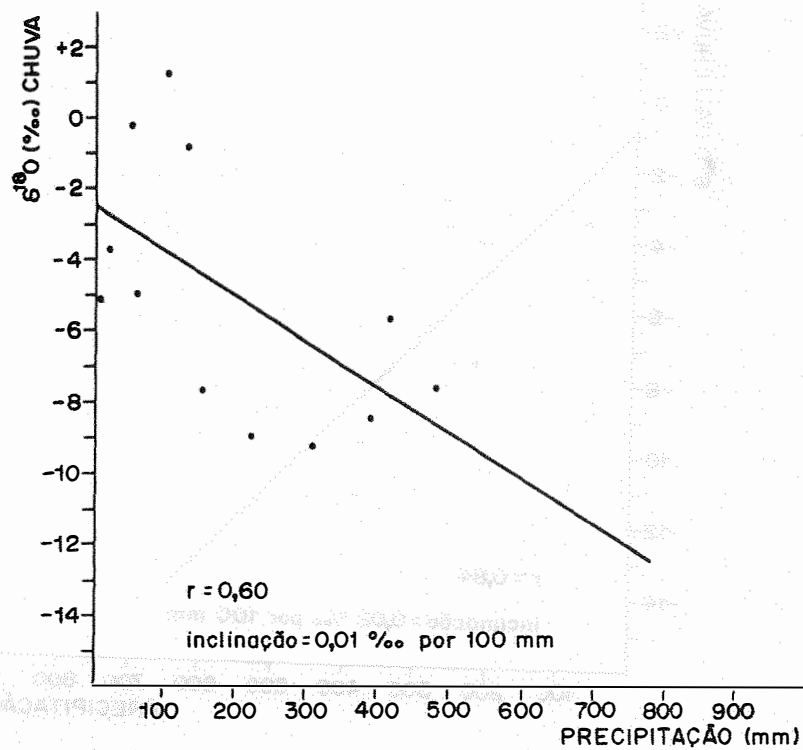


Fig. 30 - Iguarapê Pires de São (Vilhena - RO) - Relação entre a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}$  (‰) e a precipitação (mm). "Amount effect".

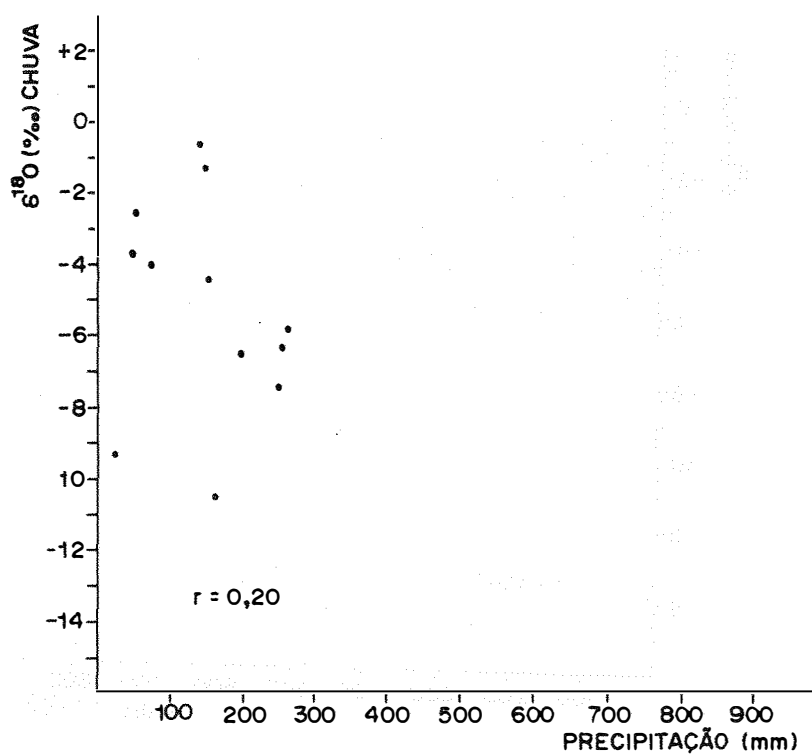


Fig. 31 - Rio Acre (Rio Branco - AC) - Relação entre a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}$ (‰) e a precipitação (mm). "Amount effect".

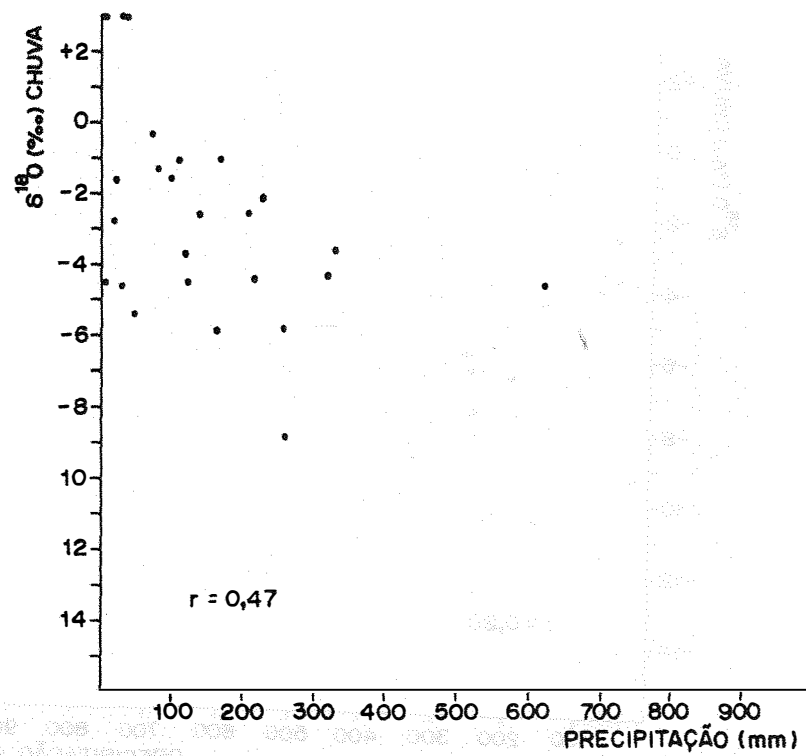


Fig. 32 - Rio Caume (Boa Vista - RR) - Relação entre a composição isotópica da chuva  $\delta^{18}\text{O}$  (‰) e a precipitação (mm). "Amount effect".

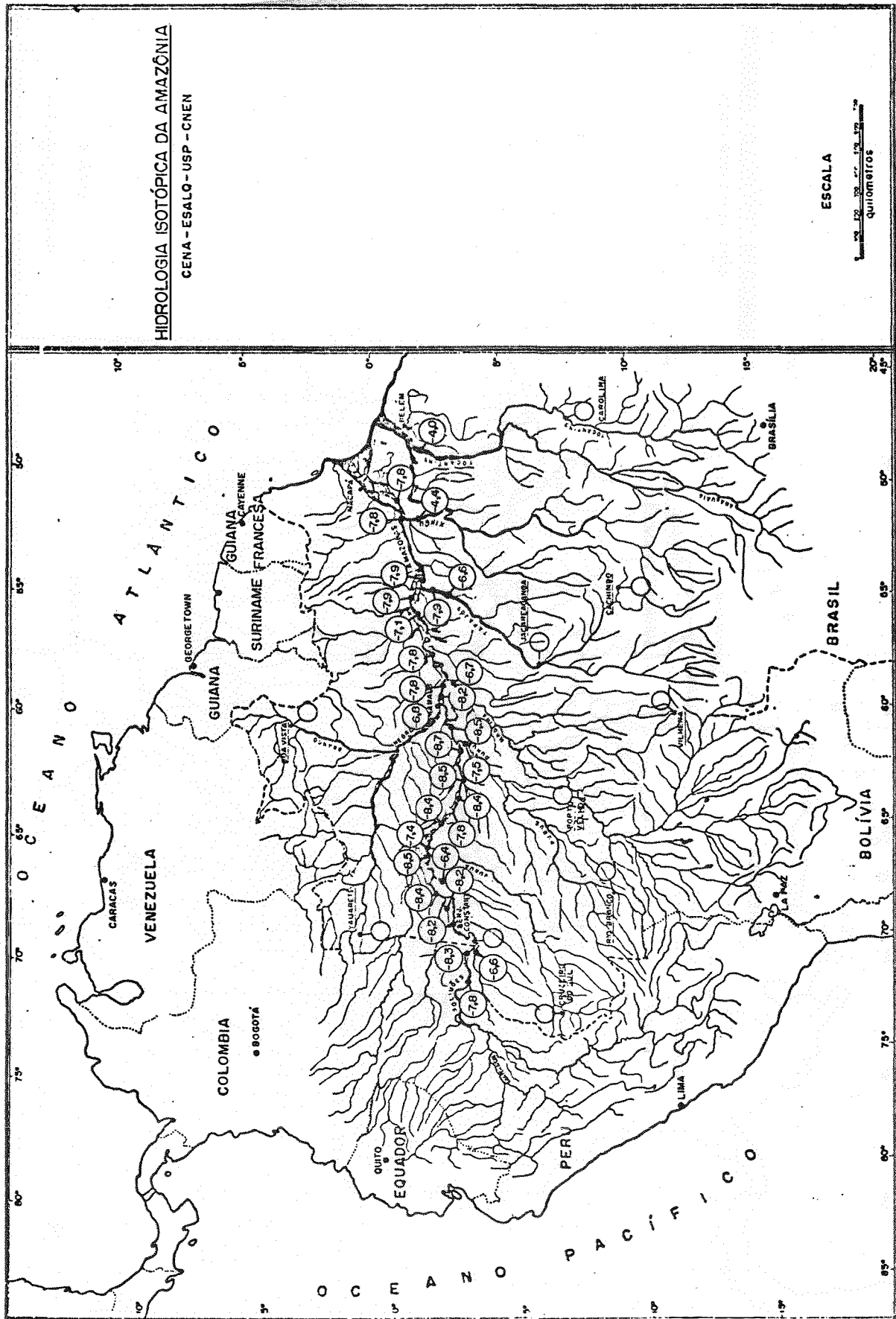


Fig. 33 - Valores de  $\delta^{18}O$ (‰) de águas de rio coletadas durante o mês de junho de 1976.



