



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**CARACTERIZAÇÃO ISOTÓPICA DAS FONTES DE ENERGIA
DOS PEIXES DO LAGO GRANDE, MANACAPURU, AMAZONAS,
BRASIL.**

Bolsista: Jesaiás Ismael da Costa. CNPq

**MANAUS-AM
2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRO REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

RELATÓRIO PARCIAL

PIB-A-0056/2008

**CARACTERIZAÇÃO ISOTÓPICA DAS FONTES DE ENERGIA
DOS PEIXES DO LAGO GRANDE, MANACAPURU, AMAZONAS,
BRASIL.**

Bolsista: Jesaías Ismael da Costa, CNPq

Curso: Engenharia de Pesca

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Belarmino de Oliveira

Unidade executora: Faculdade de Ciências Agrárias

Renovação: Não

Ass. Orientador: _____

Ass. Bolsista: _____

MANAUS

2009

SUMÁRIO

RESUMO	6
1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo geral	9
2.2 Objetivos específicos	9
3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	10
3.1 Isótopos de carbono	11
3.2 Isótopos de nitrogênio	13
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Coleta de dados.....	15
4.1.1 Fitoplâncton e zooplâncton.....	15
4.1.2 Macrófitas aquáticas e árvores da floresta alagada	16
4.1.3 Fauna de invertebrados e outros pequenos vertebrados	16
4.1.4 Sedimento	16
4.2 Preparação das amostras em laboratório	17
4.3 Análise isotópica	17
4.4 Análise estatística	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6 CONCLUSÃO	26
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	27
8 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	31

Lista de Tabelas e Figuras

Tabela 1. Valores máximos, mínimos, médios e desvio padrão (S) de Carbono das fontes alimentares coletadas no lago Grande no período de Cheia.	19
Tabela 2. Valores máximos, mínimos, médios e desvio padrão (S) de Nitrogênio das fontes alimentares coletadas no lago Grande no período de Cheia.	19
Tabela 3. Valores máximos, mínimos, médios e desvio padrão (S) de Carbono das fontes alimentares coletadas no lago Grande no período de Seca.	20
Tabela 4. Valores máximos, mínimos, médios e desvio padrão (S) de Nitrogênio das fontes alimentares coletadas no lago Grande no período de Seca.	20
Tabela 5. Resultados do Teste t para as fontes alimentares ocorridas no lago Grande comparando os períodos de Seca e Cheia.	23
Figura 1. Distribuição dos valores isotópicos de Carbono nos período de Seca.	21
Figura 2. Distribuição dos valores isotópicos de Carbono nos período de Cheia.	21
Figura 3. Distribuição dos valores isotópicos de Nitrogênio no período de Seca.	22
Figura 4. Distribuição dos valores isotópicos de Nitrogênio no período de Cheia.	22

RESUMO

Caracterização isotópica das fontes de energia dos peixes do lago Grande, Manacapuru, Amazonas, Brasil.

A crescente ocupação humana nos últimos anos tem provocado o desmatamento das florestas alagáveis, alterando as condições ecológicas, comprometendo a biodiversidade de plantas e animais. A partir da técnica de isótopos estáveis é possível indicar quais fontes de energia são realmente incorporadas pelo peixe e quantificar sua importância para a manutenção dos estoques pesqueiros. Foi determinada a composição isotópica das fontes de energia disponíveis aos peixes do lago Grande, no Município de Manacapuru, Amazonas, Brasil. Foram coletadas e caracterizadas isotopicamente 174 amostras das possíveis fontes de energia identificadas como: produtores primários (n=67), sedimento(n=8), invertebrados (n=106) e vertebrados(n=2), para os períodos de seca e cheia. Na seca os valores médios de $\delta^{15}\text{N}$ variaram entre 9,64 ‰ para *Macrobachium jelskii* à -0,78 ‰ em Macrófitas C_3 fixadoras de nitrogênio, enquanto que $\delta^{13}\text{C}$ variaram entre -38 ‰ em Oligoqueta a 12,69 ‰ em Macrófitas C_4 . Na cheia os valores médios de $\delta^{15}\text{N}$ variaram entre 0,14 ‰ em Macrófitas C_3 fixadoras de nitrogênio a 9,47 ‰ em *Macrobachium amazonicum*, enquanto que $\delta^{13}\text{C}$ variaram entre -11,29 ‰ em Macrófitas C_4 à -38,51 ‰ em Zooplâncton. A maioria das fontes não apresentaram diferença entre a seca e a cheia, excetuando os valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ de zooplâncton e macrófitas C_4 . Os resultados de $\delta^{13}\text{C}$ obtidos neste trabalho demonstraram um incremento isotópico das fontes a partir dos produtores primários com separação das fontes entre C_3 e C_4 . Porém o $\delta^{15}\text{N}$ apresentou distinção entre plantas fixadoras de nitrogênio e as demais fontes.

Palavras Chave: várzea, ictiofauna, alimentação, lago, isótopos estáveis

1 INTRODUÇÃO

As áreas alagadas dos rios de águas brancas, as várzeas, são as mais produtivas entre os diferentes ambientes da bacia Amazônica, sendo responsáveis por cerca de 90% do total de peixes capturados pela pesca de subsistência e comercial. (BAYLEY & PETRERE, 1989). Devido essa grande abundância de pescado nessas áreas, este é a principal fonte de alimento para a população, como efeito dessa intensa exploração nos últimos anos registrou-se um considerável decréscimo nos desembarques pesqueiros da região (BATISTA, 1998; IBAMA, 2000). Estas áreas são consideradas ainda criatórios naturais de peixes de importância econômica e nem por isso estão protegidas de ações antrópicas que vêm ocorrendo na região. A crescente ocupação humana nos últimos anos tem provocado o desmatamento das florestas alagáveis, alterando as condições ecológicas, comprometendo a biodiversidade de plantas e animais dos lagos de várzea.

Diante desta realidade, para se realizar um manejo efetivo das populações de peixes há necessidade de se compreender os fatores que controlam sua produção, ou seja, a disponibilidade de energia. Um passo fundamental para esta investigação é o estudo de alguns aspectos da dinâmica do carbono no sistema e na biota com base na identificação das fontes autotróficas de carbono incorporadas pelos organismos. A variação natural dos isótopos de carbono, como traçador do destino da matéria orgânica na cadeia alimentar, é uma ótima ferramenta para estudos desta natureza. O método isotópico pode prover uma contínua mensuração da posição trófica que integra a assimilação de energia ou o fluxo de massa através de todas as diferentes vias tróficas de um organismo (POST, 2002).

A elevada inter-relação entre os ambientes aquáticos e terrestres observada nas várzeas disponibiliza uma grande variedade de itens alimentares (SANTOS & FERREIRA, 1999). No período de cheia isto é mais evidente, pois com a presença de floresta alagada os peixes têm acesso a esta variedade de fontes alimentares, dentre as quais se destacam os frutos, sementes, folhas e a entomofauna. No período de retração das águas, na seca, os lagos de várzea ficam isolados da floresta e o fitoplâncton, o perifiton, o zooplâncton, as macrófitas aquáticas e os macroinvertebrados tornam-se

fontes importantes de carbono e de nitrogênio (JUNK *et al.*, 1997; SAINT-PAUL *et al.*, 2000).

A grande maioria das informações sobre a alimentação da ictiofauna da região amazônica é baseada na técnica de análises de conteúdo estomacal (HONDA *et al.*, 1974, GOULDING & CARVALHO, 1982; SOARES *et al.* 1986; SILVA *et al.*, 2000; CLARO-JR *et al.*,2004). Esses estudos fornecem importantes informações para o entendimento das inter-relações da biota e conseqüentemente direciona as ações mitigadoras para as alterações antrópicas nos ecossistemas. Contudo o método de análise de conteúdo estomacal fornece informações sobre a presa e o predador, indicando os possíveis itens alimentares ingeridos, mas não efetivamente os incorporados pelo organismo animal. Assim o método de análise isotópica é uma ferramenta de grande importância para obtermos informações mais precisas sobre a ecologia trófica dos organismos. (MARTINELLI *et al.*, 1988; FORSBERG *et al.*, 1993)

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Caracterização isotópica das possíveis fontes de energia dos peixes do lago Grande, no município de Manacapuru, Amazonas, Brasil.

2.2 Objetivos específicos

- a) Coletar as possíveis fontes de energia para os peixes disponíveis no lago Grande.

- b) Identificar as possíveis fontes de energia para os peixes disponíveis no lago Grande.

- c) Determinar a composição isotópica das fontes de energia para os peixes disponíveis do lago Grande.

3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Na Amazônia a técnica de isótopos estáveis vem sendo utilizada em estudos para investigação de ecologia trófica nos ecossistemas aquáticos de assembléias de peixes desde a década de 80 buscando compreender como a energia transita no ecossistema (ARAÚJO-LIMA *et al.* 1986; FORSBERG *et al.* 1993; FRY *et al.*, 1999; POST, 2002; OLIVEIRA *et al.* 2006).

O método isotópico baseia-se na determinação da razão entre o isótopo pesado e o leve da matéria orgânica. Cada matéria orgânica apresenta uma razão característica ou “sinal isotópico” específico que é expresso em delta por mil para permitir a visualização das diferenças nos valores isotópicos, tendo em vista que a variação é muito pequena. À medida que a matéria orgânica é transformada na natureza seja por ações físicas, químicas ou biológicas sofre um fracionamento isotópico previsível, o que permite sua utilização como traçadora dos caminhos dos elementos na cadeia alimentar até a sua deposição no tecido animal (DeNIRO & EPSTEIN, 1981; MARTINELLI *et al.*, 1988).

Uma das condições básicas para o uso dos isótopos estáveis como metodologia em estudos alimentares é que as fontes que compõem a dieta do animal em questão tenham sinais isotópicos distintos (DeNIRO & EPSTEIN, 1981; MARTINELLI *et al.*, 1988).

Assim utilizando os valores de composição isotópica dos peixes e suas potenciais fontes de alimento disponíveis no sistema é possível indicar quais das fontes são incorporadas pelos peixes, além de quantificar sua importância para a manutenção dos estoques pesqueiros. Essa técnica pode prover uma contínua mensuração da posição trófica que integra a assimilação de energia ou fluxo de massa através de todas as diferentes vias tróficas principais para um organismo (POST, 2002).

Também vem sendo amplamente empregada em estudos de caracterização isotópica de fontes de energia de peixes, (ARAÚJO-LIMA *et al.* 1986; FORSBERG *et al.* 1993; BENEDITO-CECILIO *et al.*, 2002; FURUYA *et al.*, 2002; CALHEIROS, 2003; MANETTA *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.* 2006). Entretanto há necessidade de que se conheçam os fatores que controlam a produção dos estoques naturais de peixes,

para se realizar o seu manejo e uma das principais ferramentas para isto são as fontes de energia. Dessa forma os isótopos estáveis mais utilizados em estudos ecológicos são os isótopos de carbono e nitrogênio.

3.1 Isótopos de carbono

O isótopos estáveis de carbono são os ^{12}C e ^{13}C , e a relação entre o $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, nos dá uma razão isotópica que em comparação com o padrão internacional adotado (para o carbono é de uma rocha calcária *PeeDee Belemnite*) nos fornece a composição isotópica, essa é única e utilizada para a determinação da origem e destino da matéria orgânica, ou seja, da fonte de energia.(MARTINELLI, 1888).

Segundo DeNiro & Epstein (1978) o valor da composição isotópica do consumidor reflete o da sua dieta, mas com um incremento de 1‰ por nível trófico, logo os valores de composição isotópica dependem da fonte primária de energia que é diferenciada em plantas C_3 e plantas C_4 . Essa diferença esta na forma de fixação do CO_2 , onde as plantas absorvem preferencialmente o ^{12}C em relação ao ^{13}C , ou seja, promovem um fracionamento. Sendo que as plantas C_3 (ciclo de Calvin) sintetizam inicialmente um composto orgânico com três átomos de carbono e discriminam mais o ^{13}C em relação ao ^{12}C promovendo um maior fracionamento, o que resulta em valores mais empobrecidos ou mais negativos por volta de -27‰ como observado por Araujo-Lima *et. al* (1986) e Martinelli (1988), já as plantas C_4 que sintetizam um composto orgânico com quatro átomos de carbono discriminam menos ^{13}C em relação ao ^{12}C promovendo um menor fracionamento quando comparado com as plantas C_3 o que nos fornece valores mais enriquecidos ou mais positivos em torno de -12 ‰ também evidenciado por Araujo-Lima *et. al* (1986) e Martinelli (1988). Ducatti (2007) observou que a via fotossintética C_3 inclui a maioria das árvores, arbustos entre vegetais superiores de médio e grande porte, sendo a via C_4 observada na grande maioria das gramíneas tropicais.

A transferência da assinatura isotópica de carbono é conservativa e utilizada para traçar o fluxo de energia nos sistemas onde há fontes com diferenças nos valores isotópicos, fornecendo informações sobre o produto consumido e a proporção assimilada (FURUYA *et al* 2002).

Furuyai *et al* (2002) utilizaram a abundância natural de isótopos estáveis de ^{13}C de itens alimentares para determinar a contribuição destes no crescimento de *Pseudoplatystoma corruscans*, mostrando que alguns itens foram subestimados na análise de conteúdo estomacal, pois apresentavam pouca dominância. Entretanto através da técnica de isótopos estáveis foi evidenciada a real importância de Chironomídea que apresentou uma contribuição relativa de 10,76% em sua biomassa, um valor bem acima do encontrado na análise de conteúdo estomacal que obteve uma taxa de dominância de $x\% = 3,16\%$. Segundo Forsberg *et al* (1993) baixas taxas de dominância de determinados itens alimentares são evidenciadas pelo fato de os compostos encontrados nos estômagos são as partes menos digestíveis da dieta. Considerando que os itens ingeridos apresentam composições químicas distintas, o que implica em diferentes velocidades de digestão e consequentemente incertezas na identificação do item realmente assimilado (MANETTA & BENEDITO-CECILIO 2003).

Araújo-Lima *et al* (1986), coletou e caracterizou as fontes de energia para peixes detritívoros no rio Amazonas, encontrando valores de -12,9‰, -27,6‰, -26,8‰ e -27,6‰ para macrófitas C_4 , macrófitas C_3 , perifiton e árvores riparianas respectivamente. Martinelli (1988) mostrando a utilização das variações naturais de $\delta^{13}\text{C}$ no estudo de cadeias alimentares demonstrou que as plantas C_4 e C_3 distinguem-se isotopicamente, apresentando valores de -12‰ e -27‰ respectivamente. Forsberg *et al* (1993) identificaram o fitoplâncton e as macrófitas C_3 como a principal fonte de energia para peixes de importância comercial, sendo as macrófitas C_3 a fonte primária de energia para 34 espécies de peixes na Amazônia Central, estes encontraram valores de 33,3‰, -28,8‰, -26,2‰, -27,6‰ e -12,8‰ para fitoplâncton, floresta alagada, perifiton, macrófitas C_3 e macrófitas C_4 respectivamente.

Waichman (1996) caracterizou isotopicamente fontes ao longo do rio Solimões-Amazonas, tributários e lagos marginais para verificar quais as principais fontes de carbono para o bacterioplâncton heterotrófico encontrando valores de $\delta^{13}\text{C}$ que variaram entre -33,0 ‰ a -13,1‰. Caracterizando isotopicamente o fitoplâncton com valores entre -38,1 a -27,6 ‰ (média=-33 ± 3,5‰; n=13), perifiton com valores entre -34,8 a -21,5 ‰ (média= -27,4 ± 3,25‰; n=22), macrófitas C_3 com valores entre -34,7 a -24,7 ‰ (média= -29,1 ± 2,26; n=33), macrófitas C_4 com valores entre -15,7 a -11,7 ‰

(média= $-13,1 \pm 0,99$; n=68) e plantas C₃ com valores entre -38,1 a -21,5 ‰ (média= $-29,7 \pm 2,83$; n=117).

Adis & Victoria (2001) determinaram as fontes primárias de energia de artrópodes semi-aquáticos e aquáticos, onde duas espécies obtiveram seu carbono de fontes C₄ e duas de fontes C₃. Os artrópodes terrestres utilizaram distintamente fontes C₃ e C₄, enquanto que os indivíduos imaturos utilizaram ambas as fontes diferentemente dos adultos.

3.2 Isótopos de nitrogênio

Assim como os isótopos estáveis de carbono os isótopos estáveis de nitrogênio do consumidor refletem o da sua dieta, com um incremento de 3,4 ‰ por nível trófico (MINAGAWA & WADA, 1984).

A razão entre o ¹⁵N/¹⁴N em comparação com um padrão (para o nitrogênio o padrão é o N₂ atmosférico) nos fornece uma composição isotópica, que vem sendo utilizada para determinar o nível trófico dos consumidores, a partir de suas fontes de energia. Com relação aos isótopos de nitrogênio os produtores primários diferem-se em fixadores ou não de nitrogênio. Sendo que a maioria das plantas fixadoras pertence à família das Leguminosas e segundo Manetta & Benedito-Cecilio (2003) estas apresentam valores mais baixos de sua composição isotópica do que aquelas que não podem fixar o nitrogênio molecular.

O isótopo de nitrogênio é uma importante ferramenta para formação de modelagens de níveis tróficos em ecossistemas já que a utilização de dados de biomassa e produção de cada nível trófico são bastante criticados, tendo em vista que alguns organismos se alimentam simultaneamente em um mesmo nível trófico (REZENDE *et al.* 2008).

Em estudos realizados em laboratório, investigando o enriquecimento em $\delta^{15}\text{N}$ no processo de metamorfose entre as diferentes formas de vida de insetos, Tibbets *et al.* (2008) observaram que adultos de Lepidópteras, Dípteras e Trichópteras foram enriquecidos em 3 ‰ a 4 ‰ após a metamorfose, onde a forma de excreção do

nitrogênio é um importante fator na discriminação do ^{15}N durante o processo de metamorfose.

A utilização de apenas um dos isótopos, carbono e nitrogênio pode nos prover uma mensuração da fonte de energia e da posição trófica respectivamente, mas ao utilizarmos conjuntamente podemos saber qual a fonte de energia e em que nível trófico esta está sendo consumida e qual o elo entre estes (FURUYA *et al.*, 2002; MANETTA & BENEDITO-CECILIO *et al.*, 2003; DUCATTI, 2007), sendo que Junk (1984) e Thomé-Souza (2005) observaram que o principal elo entre a fonte primária de energia e a biomassa de peixes são os invertebrados, dessa forma Calheiros (2003) investigando a influência do pulso de inundação na composição isotópica das fontes de energia em planície de inundação no rio Paraguai no Pantanal - MS caracterizou não apenas os produtores primários, mas também invertebrados. Nos quais os valores da composição isotópica das fontes observadas para os produtores primários variaram entre -33,5 a -25,4 ‰ (média=-29,5 ± 1,6‰) para $\delta^{13}\text{C}$ e -2,0 a 9,9 ‰ (média=3,5 ± 2,2 ‰) para $\delta^{15}\text{N}$ nas plantas C_3 e para as plantas do ciclo C_4 os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variaram de -15,3 a -11,4 ‰ (média= -12,3 ± 1,0 ‰) e os de $\delta^{15}\text{N}$ de -1,3 a 6,9 ‰ (média= 4,0 ± 2,3‰) corroborando a diferença do sinal de carbono entre as plantas C_3 e C_4 , enquanto que para o sinal isotópico de nitrogênio houve distinção somente entre plantas fixadoras de N e as não fixadoras de N.

Calheiros (2003) encontrou valores médios da composição isotópica para invertebrados planctônicos, epifíticos e bentônicos pertencentes aos grupos da Classe Insecta (Ordens: Coleóptera, Hemiptera, Odonata, Diptera e Ephemeroptera), Classe Gastropoda (Ordens: Mesogastropoda e Basommatophora), Classe Bivalvia (Ordem: Filibranchiata) e Classe Crustacea (Ordens: Conchostraca, Decapoda, Copepoda e Cladocera) variando de -43 a -20 ‰ para $\delta^{13}\text{C}$ e de -2 a 11,5 ‰ para $\delta^{15}\text{N}$.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no lago Grande, sendo este um lago de várzea, no médio Solimões, próximo do município de Manacapuru. As coletas foram realizadas nas excursões do Projeto “Biologia e Ecologia de Peixes de Lago de Várzea: Subsídios para Conservação e Uso dos Recursos Pesqueiros da Amazônia”, com MCT/CNPq /PPG7, nos períodos de seca (Outubro a Dezembro) e cheia (Maio a Julho). No período de cheia devido ao aumento do nível da água há uma maior variedade de ambientes a serem explorados pela ictiofauna, sendo realizadas as coletas junto as margem da floresta alagada, nos bancos de macrófitas aquáticas e em ambiente de água aberta. No período de seca com a retração das águas as coletas foram realizadas tanto quanto possível no mesmo local das coletas da cheia.

4.1 Coleta de dados

As coletas das fontes foram realizadas utilizando equipamentos específicos para cada grupo:

4.1.1 Fitoplâncton e zooplâncton

Nas coletas de plâncton foram utilizadas redes de fitoplâncton com abertura de 20 μm e redes de zooplâncton com abertura de 55 μm . Estas redes eram lançadas na água a certa distância do bote, permitindo o arrasto sub-superficial em baixa velocidade e obtenção de amostras concentradas, com volume de aproximadamente 20 litros.

As amostras de água no laboratório de campo foram então submetidas a um processo de filtragem em uma bateria de oito peneiras com malhas de 500 μm ; 300 μm ; 120 μm ; 80 μm ; 60 μm ; 30 μm ; 20 μm e 10 μm , com a finalidade de obter amostras puras de fitoplâncton e zooplâncton. Nesse processo as amostras de água foram filtradas em um balde de 20 litros iniciando a bateria com as malhas de 500 μm até a rede 30 μm . As amostras de zooplâncton obtidas das malhas de 60 a 30 μm foram analisadas em lupa para verificar o grau de impureza, separando assim as amostras limpas. A água resultante da filtragem da malha de 30 μm passou pelo processo de filtragem na malha

de 20 µm com o auxílio de um aparelho de sucção a vácuo (modelo Aspiramax). O mesmo procedimento foi repetido para a malha de 10 µm. Como as amostras de fitoplâncton foram obtidas pela filtragem em malhas de 20 µm e 10 µm. Todas as amostras foram refrigeradas e transportadas até o laboratório – LAMPAQ/UFAM.

4.1.2 Macrófitas aquáticas e árvores da floresta alagada

Das plantas presentes nas áreas de transição entre o sistema terrestre e o aquático foram retiradas amostras com talos, folhas, inflorescência, sementes e frutos, quando presentes. No caso das macrófitas flutuantes foram retiradas amostras da planta inteira, das fixas e submersas foram coletadas amostras com folhas, talos, raiz, inflorescência, sementes e frutos, quando presentes. Foram preparadas exsiccatas para realização da identificação correta das espécies em laboratório com o auxílio de especialistas.

4.1.3 Fauna de invertebrados e outros pequenos vertebrados

Os invertebrados, insetos, moluscos, macrocrustáceos (camarões, etc.) e pequenos vertebrados (anfíbios) foram coletados nos diferentes ambientes (bancos de macrófitas, margem do lago, floresta alagada, sedimento de fundo e na água aberta) com equipamentos específicos como puçás, rapixé, armadilhas e redinhas. Todo o material foi triado em bandeja transluminada de madeira e acrílico e separado para a identificação em laboratório com o auxílio de especialistas. Foram coletadas amostras totais dos organismos (corpo inteiro), exceto para camarões e moluscos os quais tiveram, respectivamente, o exoesqueleto e a concha removidos, e apenas o tecido muscular foi analisado. As amostras foram armazenadas em recipientes de plástico, refrigeradas e transportadas ao LAMPAQ/UFAM.

4.1.4 Sedimento

As amostras de sedimento foram obtidas do fundo do lago com o uso de uma draga tipo Petersen. O material coletado foi peneirado em uma malha de 500 µm para a retirada de partículas como restos de plantas, animais, pedras e outros. As amostras

foram acondicionadas em recipientes, refrigeradas e transportadas até o laboratório, onde foram diluídas com água destilada para a separação do material arenoso por sedimentação.

4.2 Preparação das amostras em laboratório

No LAMPAQ-UFAM as amostras de plâncton, invertebrados, vertebrados e sedimento foram secas em estufa de circulação forçada a 55°C e moídas em almofariz com pistilo até a forma de pó fino. As amostras de plantas foram submetidas, quando necessário, a um processo de limpeza com água destilada e trituração com o auxílio de um processador e quando necessário foi utilizado o pistilo e almofariz para obtenção de um pó fino. Todas as amostras depois de trituradas foram armazenadas em tubos ependorfes® para análise de composição isotópica de carbono e nitrogênio.

4.3 Análise isotópica

Todas as amostras após preparadas foram enviadas ao Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) – Universidade de São Paulo (USP) para determinação das composições isotópicas em carbono e em nitrogênio. As amostras foram analisadas a partir da tomada de uma alíquota de aproximadamente um miligrama e suas composições isotópicas determinadas através da combustão das amostras sob fluxo contínuo de hélio, em um analisador elementar (Carlo Erba, CHN – 1110) acoplado ao espectrômetro de massa Thermo Finnigan Delta Plus. Os gases CO₂ e N₂, resultantes da combustão das amostras, foram analisados em duplicata, com erro analítico de 0,3‰ e 0,5‰, respectivamente. Os resultados isotópicos foram tabulados de acordo com as categorias das amostras.

4.4 Análise estatística

Foi realizada análise estatística descritiva em termos de média, desvio padrão e intervalo de confiança, utilizando os resultados das composições isotópicas das fontes alimentares. As médias das composições isotópicas de C e N das fontes que ocorreram nos períodos de seca e cheia e tiveram amostras suficientes para realização do teste

estatístico foram analisadas separadamente pelo Teste t de Student para duas médias para verificar se existe diferença significativa entre os dois períodos. A análise estatística foi feita utilizando o Office Microsoft Excel 2003.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As coletas realizadas no lago Grande forneceram 174 amostras de fontes alimentares, compreendendo as categorias: plantas, sedimento, vertebrados e invertebrados.

As fontes alimentares foram caracterizadas isotopicamente conforme valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no período de seca e cheia. Sendo no período de cheia coletadas um total de 89 amostras para as seguintes categorias: produtores primários (n=47), sedimento (n=3) e invertebrados (n=39) (Tabela 1 e 2). No período de cheia foram coletadas 94 amostras das categorias: produtores primários (n=20), sedimento (n=5), vertebrados (n=2) e invertebrados (n=67) (Tabela 3 e 4).

No período de seca os valores médios de $\delta^{15}\text{N}$ variaram entre 9,64 ‰ para *Macrobachium jelskii* à -0,78 ‰ em Macrófitas C₃ fixadoras de nitrogênio (Tabela 4), enquanto que para o $\delta^{13}\text{C}$ variaram entre -38 ‰ em Oligoqueta a 12,69 ‰ em Macrófitas C₄ (Tabela 3). No período de cheia os valores médios de $\delta^{15}\text{N}$ variaram entre 0,14 ‰ em Macrófitas C₃ fixadoras de nitrogênio a 9,47 ‰ em *Macrobachium amazonicum* (Tabela 2) enquanto que $\delta^{13}\text{C}$ variaram entre -11,29 ‰ em Macrófitas C₄ à -38,51 ‰ em Zooplâncton (Tabela 1).

Tabela 1. Valores máximos, mínimos, médios e desvio padrão (S) de Carbono das fontes alimentares coletadas no lago Grande no período de Cheia.

Cheia						
Fontes	Discriminação	N	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$			
			Máximo	Mínimo	Média	S
Produtores Primários						
Macrofitas C3		10	-25,67	-32,04	-29,06	1,65
Macrofitas C3 Fixadoras de N		2	-29,94	-30,69	-30,31	0,54
Macrofitas C4		2	-11,27	-11,31	-11,29	0,03
Plantas C3		24	-26,77	-32,66	-29,57	1,48
Plantas C3 Fixadoras de N		5	-26,92	-28,67	-27,58	0,67
Fitoplâncton		3	-31,56	-35,38	-33,01	2,07
Fitoplâncton-filamentoso		1			-25,40	
		3	-30,30	-33,66	-31,77	1,72
Sedimento						
Invertebrados						
Ephemeroptera	<i>Polymitarcyidae</i>	2	-36,57	-39,58	-38,07	2,13
Odonata	Anizoptera / Zigoptera	4	-29,86	-34,51	-32,51	1,94
Orthoptera	<i>Gryllotalpinae / Grilidae / Mantodae / Phasmidae</i>	4	-22,60	-35,61	-28,61	5,43
Heteroptera	<i>Pentatomidae / Belostomatidae / Coriscidae</i>	4	-28,22	-36,60	-31,60	3,89
Coleoptera	<i>Lampiridae / Scarabeidae / Gyrinidae / Coccinellidae</i>	7	-12,71	-34,30	-26,68	6,92
Lepidoptera		1			-29,40	
Hymenoptera	<i>Vespidae / Formicidae</i>	2	-28,14	-29,93	-29,03	1,26
Notostraca	<i>Pomaceae</i>	1			-22,43	
Decapoda	<i>Macrobrachium jelskii</i>	4	-29,23	-31,35	-30,44	0,95
Decapoda	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	5	-27,49	-30,92	-28,62	1,37
Arachnida	<i>Aranae</i>	1			-27,06	
Planaria		1			-22,16	
Zooplâncton		3	-38,36	-38,77	-38,51	0,23

Tabela 2. Valores máximos, mínimos, médios e desvio padrão (S) de Nitrogênio das fontes alimentares coletadas no lago Grande no período de Cheia.

Cheia						
Fontes	Discriminação	N	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$			
			Máximo	Mínimo	Média	S
Produtores Primários						
Macrofitas C3		10	5,36	2,84	4,13	0,77
Macrofitas C3 Fixadoras de N		2	0,87	-0,59	0,14	1,03
Macrofitas C4		2	8,74	4,51	6,62	2,99
Plantas C3		24	6,34	1,20	3,80	1,30
Plantas C3 Fixadoras de N		5	0,92	-2,43	0,05	1,40
Fitoplâncton		3	7,16	5,75	6,24	0,80
Fitoplâncton-filamentoso		1			4,03	
		3	5,58	4,75	5,16	0,41
Sedimento						
Invertebrados						
Ephemeroptera	<i>Polymitarcyidae</i>	2	7,49	4,13	5,81	2,38
Odonata	Anizoptera / Zigoptera	4	8,20	6,58	7,28	0,73
Orthoptera	<i>Gryllotalpinae / Grilidae / Mantodae / Phasmidae</i>	4	9,15	4,63	6,90	1,91
Heteroptera	<i>Pentatomidae / Belostomatidae / Coriscidae</i>	4	9,34	5,71	6,70	1,77
Coleoptera	<i>Lampiridae / Scarabeidae / Gyrinidae / Coccinellidae</i>	7	7,17	3,78	5,32	1,52
Lepidoptera		1			8,02	
Hymenoptera	<i>Vespidae / Formicidae</i>	2	7,73	6,30	7,01	1,01
Notostraca	<i>Pomaceae</i>	1			2,30	
Decapoda	<i>Macrobrachium jelskii</i>	4	9,83	9,00	9,45	0,34
Decapoda	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	5	9,73	8,96	9,47	0,30
Arachnida	<i>Aranae</i>	1			8,85	
Planaria		1			5,36	
Zooplâncton		3	6,53	5,59	6,16	0,51

Tabela 3. Valores máximos, mínimos, médios e desvio padrão (S) de Carbono das fontes alimentares coletadas no lago Grande no período de Seca.

Seca						
Fontes	Discriminação	N	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)			
			Máximo	Mínimo	Média	S
Produtores Primários						
Macrofitas C3		3	-28,37	-28,80	-28,52	0,25
Macrofitas C3 Fixadoras de N		1			-31,73	
Macrofitas C4		4	-12,23	-13,12	-12,69	0,37
Fitoplâncton		8	-30,35	-35,73	-33,67	2,03
Perifiton		4	-23,15	-29,05	-26,03	3,27
Sedimento						
Invertebrados						
Ephemeroptera	<i>Polymitarcyidae</i>	2	-30,59	-32,90	-31,75	1,63
Odonata	Anisoptera / Zygoptera	4	-27,83	-31,59	-30,45	1,77
Orthoptera	Acrididae	3	-24,96	-28,51	-26,90	1,80
Heteroptera	<i>Belostomatidae / Pentatomidae / Nepidae</i>	10	-12,87	-40,86	-27,66	7,23
Homoptera		4	-18,27	-29,51	-25,30	5,08
Coleoptera	<i>Coccinellidae / Curculionidae / Carabeidae / Elmidae / Diliscidae</i>	13	-12,15	-41,19	-24,22	7,85
Lepidoptera		4	-14,80	-30,55	-25,41	7,20
Diptera	<i>Chironomidae / Culicidae / Tabanidae / Tipulidae</i>	5	-21,18	-30,53	-24,77	4,37
Conchostraca		3	-18,81	-30,91	-24,80	6,05
Notostraca		6	-20,22	-27,33	-23,57	2,71
Decapoda	<i>Macrobrachium jelskii</i>	1			-27,77	
Decapoda	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	4	-26,81	-28,95	-28,08	1,01
Araneida	<i>Aranae</i>	4	-19,60	-26,97	-22,39	3,53
Oligoqueta		1			-38,00	
Zooplâncton		3	-33,61	-34,88	-34,21	0,64
Planaria		1			-29,58	
Vertebrados						
Anuros	<i>Bufo</i> / <i>Hyla</i>	2	-19,76	-27,24	-23,50	5,3

Tabela 4. Valores máximos, mínimos, médios e desvio padrão (S) de Nitrogênio das fontes alimentares coletadas no lago Grande no período de Seca.

Seca						
Fontes	Discriminação	N	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)			
			Máximo	Mínimo	Média	S
Produtores Primários						
Macrofitas C3		3	8,51	5,49	7,06	1,51
Macrofitas C3 Fixadoras de N		1			-0,78	
Macrofitas C4		4	10,05	7,41	8,43	1,26
Fitoplâncton		8	7,36	5,06	6,46	0,76
Perifiton		4	6,54	4,80	5,61	0,83
Sedimento						
Invertebrados						
Ephemeroptera	<i>Polymitarcyidae</i>	2	11,37	7,26	9,31	2,91
Odonata	Anisoptera / Zygoptera	4	7,88	6,63	7,21	0,51
Orthoptera	Acrididae	3	7,02	4,54	5,41	1,39
Heteroptera	<i>Belostomatidae / Pentatomidae / Nepidae</i>	10	7,82	4,84	6,39	1,08
Homoptera		4	8,16	5,09	6,47	1,32
Coleoptera	<i>Coccinellidae / Curculionidae / Carabeidae / Elmidae / Diliscidae</i>	13	9,94	-0,43	6,14	3,11
Lepidoptera		4	7,02	4,61	5,79	1,14
Diptera	<i>Chironomidae / Culicidae / Tabanidae / Tipulidae</i>	5	8,10	5,45	6,84	1,18
Conchostraca		3	8,97	5,98	7,83	1,62
Notostraca		6	7,63	4,19	6,87	1,32
Decapoda	<i>Macrobrachium jelskii</i>	1			9,64	
Decapoda	<i>Macrobrachium amazonicum</i>	4	9,41	7,76	8,58	0,71
Araneida	<i>Aranae</i>	4	10,02	7,85	8,95	1,18
Oligoqueta		1			4,77	
Zooplâncton		3	10,06	6,27	8,63	2,05
Planaria		1			8,502	
Vertebrados						
Anuros	<i>Bufo</i> / <i>Hyla</i>	2	7,60	5,26	6,43	1,66

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ das fontes primárias e secundárias de energia para o período da seca tiveram sua maior frequência entre -27 a -30 ‰, equivalendo a um percentual de 35% das amostras coletadas. Conforme a figura 1 os valores de $\delta^{13}\text{C}$ encontram-se levemente distribuídos não havendo uma separação clara entre fontes primárias C_3 e C_4 consumidas. No período de Cheia a maior frequência dos valores foi observado entre -27 a -32 ‰, representando 73% das amostras, no qual ficou claro a distinção entre as fontes primárias C_3 e C_4 (Figura 2).

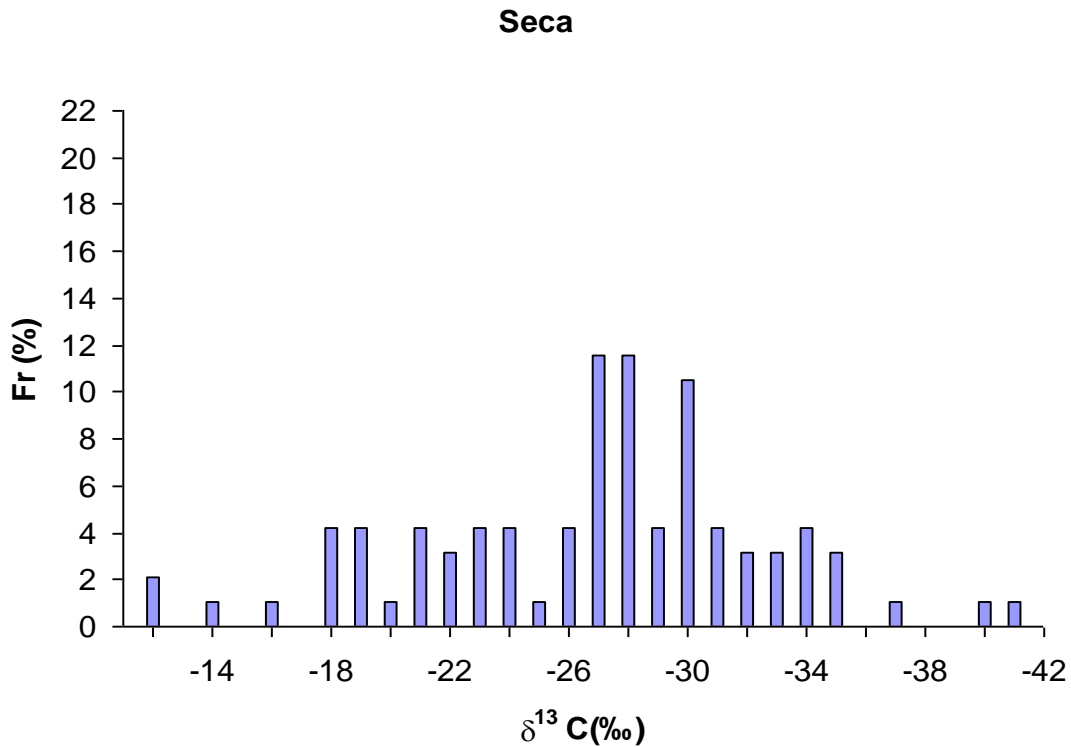


Figura 1. Distribuição dos valores isotópicos de Carbono nos período de Seca.

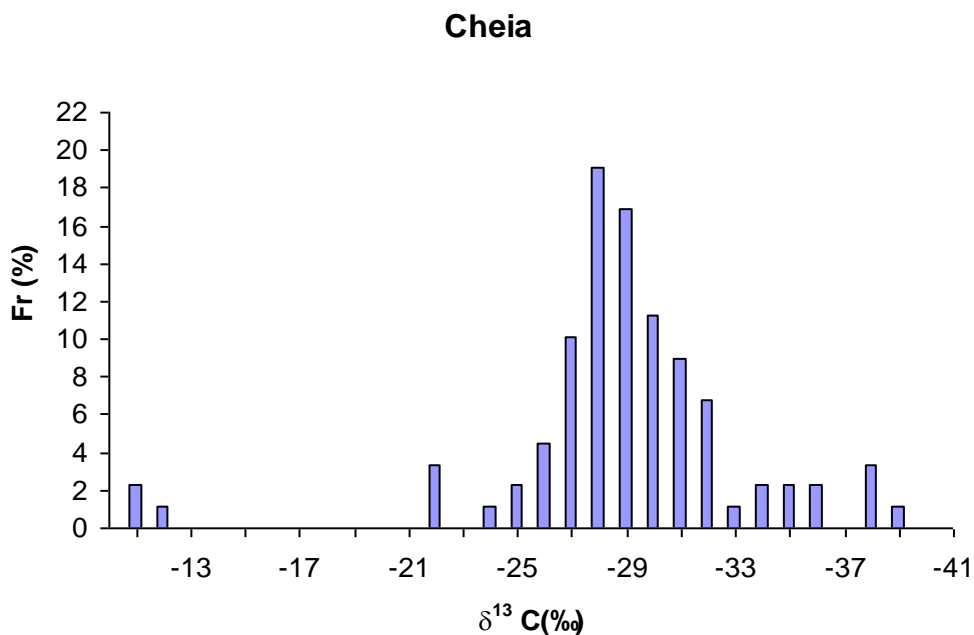


Figura 2. Distribuição dos valores isotópicos de Carbono nos período de Cheia.

Os valores $\delta^{15}\text{N}$ das amostras no período de seca foram mais frequentes entre 5 e 10 ‰, representando 93% das amostras (Figura 3). No período da cheia a maior frequência dos valores foi observada entre 3 e 10 ‰, representado quase 90% das amostras (Figura 4).

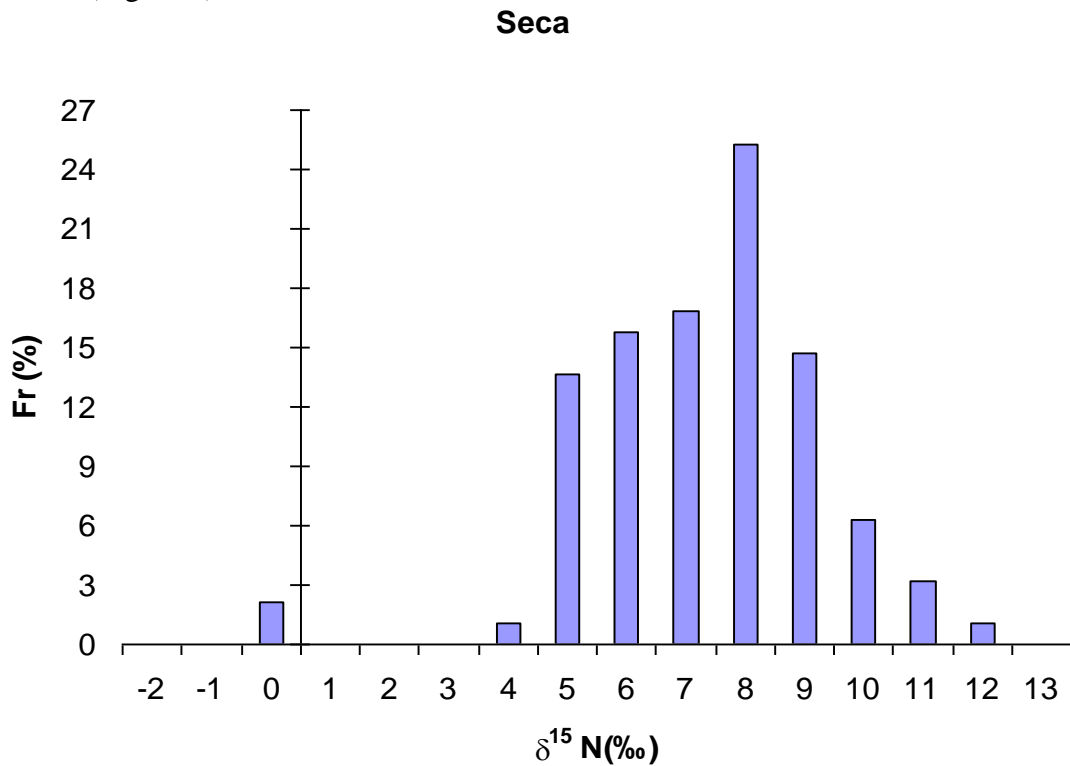


Figura 3. Distribuição dos valores isotópicos de Nitrogênio no período de Seca.

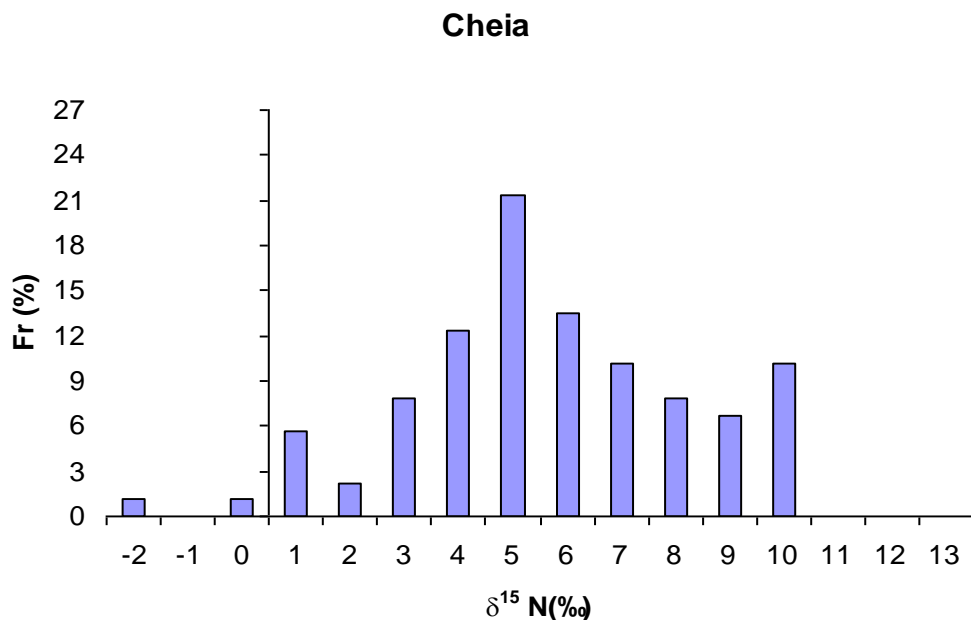


Figura 4. Distribuição dos valores isotópicos de Nitrogênio no período de Cheia.

O teste estatístico mostrou que não houve diferença significativa entre os dois períodos (seca e cheia) para grande maioria das fontes primárias e secundárias (Tabela 5).

Tabela 5. Resultados do Teste t para as fontes alimentares ocorridas no lago Grande comparando os períodos de Seca e Cheia.

Fontes	Carbono		Nitrogênio	
	t	P	t	P
Macrofitas C3	2,228	0,339	4,303	0,084
Macrofitas C4	3,182	0,005*	12,706	0,563
Fitoplâncton	2,776	0,660	3,182	0,705
Sedimento	2,776	0,785	2,571	0,561
Ephemeroptera	4,303	0,079	4,303	0,318
Odonata	2,447	0,167	2,571	0,881
Orthoptera	2,776	0,589	2,571	0,287
Heteroptera	2,228	0,218	2,776	0,760
Coleoptera	2,145	0,483	2,101	0,443
<i>M. amazonicus</i>	2,365	0,522	2,776	0,081
Zooplâncton	3,182	0,002*	4,303	0,181

Nota: * Valores que significativamente diferentes (significância de 0,05).

A maioria das fontes primárias e secundárias coletadas em ambos os períodos de seca e cheia, não apresentaram diferenças significativas na composição isotópica, o que possibilita para futuros estudos juntar as amostras a fim de aumentar a representatividade das categorias que não foram diferentes entre os períodos. Somente os valores de $\delta^{13}\text{C}$ das categorias: macrófitas C₄ e zooplâncton foram isotopicamente diferentes entre os períodos, onde se verificou um enriquecimento no período de cheia para macrófitas C₄, diferentemente o zooplâncton neste mesmo período foi mais empobrecido. Os valores de macrófitas C₄ no período de cheia variaram de -11,27 a -11,31 ‰ (média=-11,29‰ ± 0,03) e seca -12,23 a -13,12 ‰ (média=-12,69‰ ± 0,37), estando os valores de ambos os períodos dentro da faixa de -15,7 a -11,7 ‰ e -15,3 a -11,4 ‰, observada por Waichaman *et al.* (1996) na Amazônia Central e Calheiros (2005) na bacia do rio Paraguai-Pantanal-MT respectivamente. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ de zooplâncton apresentaram um enriquecimento de aproximadamente 4 ‰ no período de seca em relação à cheia, variando os valores na seca de -33,61 a -34,88 ‰ (média=-34,21‰ ± 0,64) e na cheia de -38,36 a -38,77‰ (média=-38,51‰ ± 0,23), estando dentro da faixa de -42,7 a 31,6 ‰ (média= -36,5 ‰) observada por Calheiros (2005).

A diferença observada para o zooplâncton pode está associado à presença de amostras contaminadas por outras fontes que não foi possível serem retiradas na purificação das amostras da seca, ou o zooplâncton mudou sua dieta nos períodos, alternando entre uma dieta mais enriquecida para uma mais empobrecida, sendo esta hipótese pouco provável, já que para que isto ocorra seria necessário que outras fontes dais quais o zooplâncton aproveitam tivessem apresentado diferenças isotópicos entre os períodos conforme proposto por Calheiros (2005, p.126), ou ainda que as fontes de energia do zooplâncton não tenham sido incluídas nas coletas.

O enriquecimento observado em macrófitas C₄ pode estar relacionado ao fato de que as amostras coletadas na cheia são de espécies diferentes da seca, mesmo apresentando a mesma forma de fixação de CO₂ podem apresentar uma diferenciação isotópica, ou o as macrofitas podem estar utilizando tanto o CO₂ atmosférico livre e parte do CO₂ produzido por elas no processo de respiração, assumindo assim valores mais empobrecidos conforme elucidado por Martinelli & Victoria.

Os dados de $\delta^{13}\text{C}$ dos produtores primários apresentaram uma clara distinção entre as fontes primárias C₃ e C₄, sendo que os valores encontrados neste trabalho em plantas C₃, macrófitas C₃, macrófitas C₄, perifiton e fitoplâncton são semelhantes aos relatados por Araújo-Lima *et al.* (1986), Martinelli *et al.* (1988), Frosberg *et al.* (1993), Waichaman *et al.* (1996) e Calheiros (2005).

O fitoplâncton foi a categoria mais empobrecida em $\delta^{13}\text{C}$ das fontes primárias, variando seus valores de -30,35 a -35,73 ‰ (média=-33,67 ± 2,03 ‰) e entre -31,56 a -35,38 ‰ (média=-33,01 ± 2,07‰) na seca e cheia respectivamente, este empobrecimento é atribuído por Boutton (1991) *apud* Oliveira (2003) ao fato de que o fitoplâncton mesmo apresentado metabolismo semelhante ao das plantas C₃, diferem no substrato que utilizam, enquanto as Plantas C₃ utilizam CO₂ atmosférico. Enquanto que o fitoplâncton utiliza preferencialmente o CID (carbono inorgânico dissolvido).

Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ do fitoplâncton variaram de 7,16 a 5,75 ‰ (média=6,24 ± ‰) e entre 7,36 a 5,06 ‰ (média=6,46 ± 0,76‰) na cheia e seca respectivamente. Na cheia o fitoplâncton apresentou uma amostra diferente das outras, na qual foi identificado como fitoplâncton-filamentoso apresentado valores de -25,4 ‰ e 4,03 ‰ para $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{13}\text{C}$ respectivamente. Sendo mais empobrecido tanto em $\delta^{15}\text{N}$ como em $\delta^{13}\text{C}$ das

demais amostras. Esse empobrecimento pode estar associado às diferenças que ocorrem entre as espécies.

Os resultados de distribuição dos valores isotópicos demonstram que as maiores ocorrências estão em faixas parecidas de $\delta^{15}\text{N}$, de 3 a 10 ‰ e 5 a 10 ‰ para os períodos de cheia e seca respectivamente, havendo alteração nos picos de frequências, que foram de 8 ‰ e 5 ‰ na seca e cheia respectivamente. Em ambos os períodos pode-se observar claramente a presença de fontes com valores de $\delta^{15}\text{N}$ negativos decorrentes da presença de plantas fixadoras de nitrogênio, corroborando os resultados de Calheiros (2005) observados no rio Paraguai-Pantanal-MT.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ estão distribuídos em faixas semelhantes nos períodos hidrológicos, onde a ocorrência máxima de $\delta^{13}\text{C}$ na seca foi observada em -27 e -28 ‰ e na cheia a frequência máxima foi observada em -28 ‰. Na seca se pode observar uma maior distribuição dos valores isotópicos, não apresentando uma faixa de intervalo clara das fontes entre C_3 e C_4 , diferentemente na cheia se pode observar uma clara distinção das fontes entre C_3 e C_4 . Este padrão pode estar relacionado com o fato de que na cheia há uma maior diversidade de habitats e os organismos que representam as fontes secundárias podem estar aproveitando o carbono proveniente de fontes primárias C_3 , como indicado por Frosberg *et al.* (1993) que relata uma leve seletividade dos organismos consumidores pelo o carbono oriundo de fontes primárias C_3 .

Os invertebrados não apresentaram diferenças entre os períodos, entretanto dentro de um mesmo grupo de invertebrados houve grande variação de $\delta^{13}\text{C}$ observado para Coleóptera, Heteroptera, Orthoptera, Díptera, Conchostraca e Araneida que na seca variaram entre -12,15 a -41,19 ‰, -12,87 a -40,86 ‰, -18,27 a -29,51 ‰, -21,18 a -30,53 ‰ e -18,81 a 30,91 ‰ respectivamente. E na cheia para Orthoptera, Heteroptera e Coleóptera variando entre -22,60 a -35,61 ‰, -28,22 a -36,60 ‰ e -12,71 a -34,30 ‰. A variação dentro de um mesmo grupo é associada ao fato de que este é composto por famílias e espécies diferentes, e que, portanto se alimentam de fontes diferentes. Os invertebrados apresentam valores mais enriquecidos do que os produtores primários, o que sugere o seu aproveitamento pelos invertebrados como observado por Calheiros (2003).

6 CONCLUSÃO

Houve incremento isotópico em $\delta^{13}\text{C}$ das fontes a partir dos produtores primários, com clara separação entre fontes C_3 e C_4 . Da mesma forma o $\delta^{15}\text{N}$ apresentou uma separação entre plantas fixadoras de nitrogênio e as demais fontes coletadas. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ não diferiram entre os períodos de seca e cheia para maioria das fontes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADIS, J.; VICTORIA, L. C3 or C4 macrophytes: a specific carbon source for the development of semi-aquatic and terrestrial arthropods in central amazonian river-floodplains according to $\delta^{13}\text{C}$ values. *Isotopes Environment Health Studies*, v.37, p.193-198, 2001.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; FORSBERG, B. R.; Victória, R.; MARTINELLI, L. A. Energy sources for detritivorous fishes in the Amazon. *Science*, v.234, p.256-1258, 1986.
- BAYLEY, P.B. & PETRERE Jr, M. Amazon Fisheries: Assessment methods, current status and management options, pp. 385-398. 1989.
- BATISTA, V. S. Distribuição, dinâmica da frota e dos recursos pesqueiros da Amazônia central. Manaus, 1998. 291p. Thesis (Ph. D.) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas.
- BENEDITO-CECILIO, E.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Variation in the carbon isotope composition of *Semaprochilodus insignis*, a detritivorous fish associated with oligotrophic and eutrophic Amazonian rivers. *Journal of Fish Biology*, v.60, p.1603-1607, 2002.
- CALHEIROS, D. F.; Influência do pulso de inundação na composição isotópica ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) das fontes primárias de energia na planície de inundação do rio Paraguai (Pantanal – MS). Tese de Doutorado – Centro de Energia Nuclear na Agricultura. 164p. Piracicaba, 2003.
- CLARO-JR, L.; FERREIRA, E.; ZUANON, J.; ARAÚJO-LIMA, C. O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazônica*, v.34(1), p.133-137, 2004.

- DeNIRO , M. J.; EPSTEIN, S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 42, p.495-506, 1978.
- DeNIRO, M. J. & EPSTEIN, S. Influence of the diet on the distribution of nitrogen isotopes in animais. *Geochemical et Cosmochimica Acta*, v.45: p.341-351. 1981.
- DUCATTI, C. Aplicação dos isotópos estáveis em aquíicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, suplemento especial, p.01-10, 2007.
- FORSBERG, B. R.; ARAUJO-LIMA, C. A R. M.; MARTINELLI, L. A.; VICTÓRIA, R. L.; BONASSI, J. A. Autotrophic carbon sources for fish of the Central Amazon. *Ecology*, v.74, p.643-652, 1993.
- FRY, B., MUNFORD, P. L.; FOX, D. D.; WARREN, G. L.; HAVENS, K. E.; STEINMAN, A. D. Trophic position and individual feeding histories of fish from lake Okeechobee, Florida. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v.56, p.590-600. 1999.
- FURUYA, V. B.; HAYASHI, C.; FURUYA, W. M.; DUCATTI, C. Abundância natural de isótopo estável de carbono (^{13}C) de alguns itens alimentares e sua contribuição de juvenis de pintado, *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Pimelodidae). *Acta Scientiarum*, v. 24(2), p.493-498, 2002.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Charachidae). An important Amazonian food fish. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.1, p.107-133, 1982.
- HONDA, E. M. S. Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. 2. Alimentação do tambaqui, *Colossoma bidens* (Spix). *Acta Amazônica*, v.4, p.47-53, 1974.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Estatística da Pesca 1998 Brasil: Grandes Regiões e

- Unidades da Federação. Tamandaré.: Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Nordeste – CEPENE, 96 p, 2000.
- JUNK, W.J. Ecology of the varzea floodplain of Amazonian whitewater rivers. In. H. SIOLI (ed). **The Amazon** - Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dordrecht: Dr. W. Junk, p.215-243, 1984.
- JUNK, W. J.; SOARES, M. G. M.; SAINT-PAUL, U. The fish. In: W. J. JUNK. The central-Amazonian floodplain: ecology of a pulsing system. Berlin: Springer, p.385-405. 1997.
- MANETTA, G. I. & BENEDITO-CECILIO, E. Aplicação da técnica de isótopos estáveis na estimativa do *turnover* em estudos ecológicos: uma síntese. Acta Scientiarum: Biological Sciences. v. 25 (1), p. 121-129, 2003.
- MARTINELLI, L. A.; VICTÓRIA, R. L.; MATSUI, E.; FORSBERG, B. R.; MOZETO, A. A. Utilização das variações naturais de $\delta^{13}\text{C}$ no estudo de cadeias alimentares em ambientes aquáticos: princípios e perspectivas. Acta Limnológica Brasileira, v.11, p.859-882. 1988.
- MARTINELLI, L. A. & VICTORIA, R. L. O uso da composição isotópica de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$) em estudos de ambientais. Um exemplo: Aspectos do Ciclo de Carbono na Bacia Amazonica. Centro de Energia Nuclear na Agricultura. p. 513-514.
- MINAGAWA, M.; WADA, E. Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: Further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v.28, p.1155-1164, 1984.
- OLIVEIRA, A. C. B. Isótopos estáveis de C e de N como indicadores qualitativos e quantitativos da dieta do tmbaqui (*Colossoma macropomum*) da Amazônia Central. Tese Doutorado CENA-USP. 86 p. Piracicaba, 2003.

- OLIVEIRA, A. C. B.; SOARES, M. G.; MARTINALLI, L. A.; MORREIRA, M. Z. Carbon Sources of fish in an Amazonian floodplain lake. *Aquatic Sci.* v.68, p.229-238, 2006
- POST, D. M. Using stable isotopes to estimate trophic position: Models, methods, and assumptions. *Ecology*, v.83 (3), p.703-718. 2002.
- REZENDE, C. F.; CARAMASCHI, E. M. P.; MAZZONI, R. Fluxo de Energia em comunidades aquáticas, com ênfase em ecossistemas lóticos. *Oecol. Brasiliense.*, 12 (4): 626-639, 2008.
- SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.; CORREA, M. A.V.; GARCIA, M.; FABRÉ, N. N.; BERGER, U.; JUNK, W. J. Fish communities in Central Amazonian white and blackwater floodplains. *Environmental Biology of Fishes*, v.57, p.235-250, 2000.
- SILVA, J. A. M. DA; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M. I. DE. Seasonal variation of nutrients and energy in tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) natural food. *Revista Brasileira de Biologia*, v.60, n.4, p.599-605, 2000.
- SOARES, M. G. M.; ALMEIDA, R. G.; JUNK, W. J. The trophic status of the fish fauna in Lago Camaleão a macrophyte dominated floodplain lake in the middle Amazon. *Amazoniana*, v.9, n.4, p.511-526, 1986.
- SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G. Peixes da Bacia Amazônica. In: Lowe-McConnell, R. H. *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*. São Paulo: Edusp, 1999. p.345-354.
- THOMÉ-SOUZA, M. J. F. Fontes autotróficas de energia para peixes do canal principal e quelônios ao longo da bacia do médio rio Negro, Amazônia – Brasil. Tese Doutorado – INPA/UFAM. 78 p. Manaus, 2005.

TIBBETS, T. M.; WHEELLES, L. A.; DEL-RIO, C. M. Isotopic enrichment without change in diet: an ontogenetic shift in during insect metamorphosis. *Functional Ecology*, v.22, p. 109-113, 2008.

WAICHMAN, A. V. Autotrophic carbon sources for heterotrophic bacterioplankton in a floodplain lake of central Amazon. *Hydrobiologia*, v. 341, p. 27-36, 1996.

8 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Nº	Descrição	Ago 2008	Set	Out	Nov	Dez	Jan 2009	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1	Levantamento bibliográfico	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	
2	Identificação dos exemplares coletados	R	R	R	R								
3	Secagem das amostras em estufa	R	R	R	R								
4	Preparação das amostras para análise	R	R	R	R								
5	Determinação do sinal Isotópico no CENA/USP	R	R	R	R								
6	Tabulação e análise dos dados					R	R	R					
7	Elaboração do Relatório Parcial						R						
8	Análise estatística								R	R			
9	Elaboração do Resumo e Relatório Final (atividade obrigatória)										R	R	
10	Preparação da Apresentação Final para o Congresso (atividade obrigatória)												P

P – Previsto

R – Realizado