UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

MELISSA GASTE MARTINEZ

Influência da paisagem na dieta de *Bothrops atrox* na Amazônia oriental

Piracicaba
2015

MELISSA GASTE MARTINEZ

Influência da paisagem na dieta de *Bothrops atrox* na Amazônia oriental

Versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Tese apresentada ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo para obtenção de título de Doutor em Ciências

Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente

Orientador: Dr. Plínio Barbosa de Camargo

Piracicaba

2015

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Martinez, Melissa Gaste

Influência da paisagem na dieta de *Bothrops atrox* na Amazônia oriental / Melissa Gaste Martinez; orientador Plínio Barbosa de Camargo. - - versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2015.

178 p. : il.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. ^{13}C 2. ^{15}N 3. Hábito alimentar animal 4. Herpetologia 5. Isótopos estáveis 6. Serpentes 7. Viperidae I. Título

CDU 598.115.33 : 621.039.8

Dedicatória

A Deus

Pela proteção constante, força, iluminação, por permitir a minha existência e oportunidade para a realização deste trabalho.

Aos meus queridos pais

José Carlos Martinez (*In memoriam*) e Vanderci Gaste Martinez, pelo exemplo de Fé, Força, Perseverança e Determinação; por terem sempre me apoiado e incentivado em tudo, principalmente no decorrer de minha vida acadêmica, nunca me deixando parar no meio do caminho, por mais difícil que ele fosse.

As minhas queridas irmãs

Mariana e Marila, pelo amor, carinho e amizade, por estarem sempre juntas comigo em todos os momentos de minha vida.

Ao meu querido Deivid

Pela paciência, compreensão e companheirismo, durante todo o período de minha tese.

Ao meu Orientador

Professor Dr. Plínio Barbosa de Camargo, que em função de sua vasta experiência, sabedoria e amizade, me ensinou a ser persistente e a nunca desistir dos meus Sonhos por mais tempo que eles levem para se realizarem, o meu muito Obrigada por Tudo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de São Paulo – USP, Campus de Piracicaba, pela existência e permissão para a realização do meu trabalho.

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA, pela excelência do curso de pós-graduação que permitiu a realização deste trabalho.

A todos os funcionário e professores da pós-graduação, pelo auxílio prestado em todas as horas em que precisei.

Á Fundação de Amparo á Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela bolsa de doutorado concedida, nº: 2013/06239-1 e bolsa BEPE (bolsa de estágio de pesquisa no exterior) nº2014/16113-1.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo auxílio concedido do projeto temático nº1223/2011.

Ao Laboratório de Ecologia Isotópica, pelas análises realizadas, a todo apoio, amizade e companheirismo que eu recebi de todos os docentes, funcionário e alunos, o meu muito obrigado por tudo.

Aos professores Plínio, Zebu, Luciano, Marcelo, Marisa e Jorge pelos ensinamentos passados, pela pronta disponibilidade para auxiliar em discussões relacionadas à minha tese e da comunidade científica.

A Siglea e Thais, pelo auxílio no preparo das amostras de *B. atrox*, por todo o período de meu estágio no exterior.

Ao Felipe, pelo auxílio na pesagem de minhas amostras, durante este trabalho.

Aos técnicos e amigos Toninha, Geraldo, Fabiana e Edmar pelo auxílio e amizade durante todos esses anos.

As amigas e amigos, Silvia, Thais, Siglea, Cecília, Taciana, Virgínia, Fernanda, Alexandra e Rafaela, Robson, George, Luciana, Bethe, Aline e Cris pela amizade e apoio, durante todos esses anos.

Aos estagiários do laboratório de ecologia isotópica.

Ao Centro de Isótopos Estáveis Ambientais – CIE, por auxiliar em todos os momentos de preparo de amostras para das *B. atrox,* para as futuras análises isotópicas.

Ao professor Carlos Ducatti pela e a professora Márcia pelo auxílio neste trabalho.

Aos amigos e colaboradores do projeto temático da CAPES, Ana Moura, Ida, Luis Roberto, Inácio, Samella, Leijiane, Diana e familiares, Luciana, Richard, Daniela, André, Rosa, Alfredo, Taiara, Chalkids, Pedro, Ubaldo, Isla, Raimundo Cosme, Cleuton, Chico, Chiquito, Gibbs, Loro, Leca, todos os mateiros e todos os amigos de Santarém, pelos anos de colaboração para que este trabalho ocorresse e pela convivência, carinho e amizade.

Ao LBA pelas instalações e auxílio prestado durante todo o período de coleta deste trabalho.

Ao ICMBIO/IBAMA de Santarém pelas autorizações e licenças, proporcionado às coletas de todos os animais deste trabalho.

Ao professor Carlos Martinez del Rio, da Universidade de Wyoming e sua família, por todo o auxílio prestado durante o meu estágio no exterior.

Aos amigos da Universidade de Wyoming, Michael, Chandelle, Craig Cook, Craig Benkman e Merav Bem-David, pela convivência e aprendizado durante o meu estágio.

À bibliotecária Marília, pelo auxílio e formatação deste trabalho.

Aos meus familiares, Vó Cida, Tio Paulo, Tia Com, Paulo Cesar, Marcos Vinícios, Patrícia, Ana Paula, Rejane, Pedro, Felipe, Rodrigo Orfeu, Xande, Edras pelo apoio, amizade, carinho e amor que sempre me proprocionaram, o meu muito obrigado.

A todos que de alguma forma me apoiaram e contribuíram para a realização deste trabalho e ao meu crescimento pessoal e profissional.

“O primeiro sinal de sabedoria é a Humildade”.

(Albert Einsten)

RESUMO

MARTINEZ, M. G. **Influência da paisagem na dieta de *Bothrops atrox* na Amazônia oriental**. 2015. 178 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

No Brasil, 90% dos 26 mil acidentes ofídicos são ocasionados pelo gênero *Bothrops*, sendo a espécie *Bothrops atrox* a predominante na região amazônica brasileira. A região de Santarém (PA) está relacionada com 92% dos acidentes ofídicos, dos quais 20% foram considerados graves. Essa alta incidência pode estar relacionada à diversidade dos cenários florísticos da região, possibilitando a existência de uma amplitude deste gênero. Através do uso da metodologia dos isótopos estáveis do carbono (^{13}C) e do nitrogênio (^{15}N), verificou-se se as variações dos hábitos e fontes alimentares existentes nos diferentes ambientes e usos de solo na Amazônia, neste caso, ambientes de floresta, savana e pastagem, influenciaram na composição isotópica dos tecidos coletados das *B. atrox* encontradas nestes ambientes. Para a captura das *B. atrox* e de suas presas em potencial, utilizou-se três métodos de coleta, como encontro ocasional, busca ativa e armadilhas de interceptação e queda (*Pit fall traps*). Após as capturas, essas serpentes foram mantidas no biotério da FIT e retiradas amostras de tecidos periodicamente. Os tecidos das *B. atrox* e suas fontes alimentares foram analisados isotopicamente por espectrometria de massas para $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$. As diferentes fontes alimentares das *B. atrox,* foram isotopicamente distintas nos três ambientes, assim como a incorporação em seus tecidos analisados. Para as *B. atrox* mantidas no biotério, assim como o alimento de biotério oferecido, obteve-se o *turnover* de alguns tecidos independentemente do ambiente em que foram coletadas inicialmente. Após algum tempo no biotério, esses animais passaram a ter o sinal isotópico da nova alimentação oferecida, sendo que em alguns tecidos, essa troca refletia rapidamente e em outros tecidos mais lentamente. Este estudo contribuiu para o conhecimento da ecologia da serpente e seu uso dos ambientes, ainda pouco relatados e para o entendimento de *turnover* em tecidos animais.

Palavras-chave: ^{13}C. ^{15}N. Hábito alimentar animal. Herpetologia. Isótopos estáveis. Serpentes. *Viperidae* .

ABSTRACT

MARTINEZ, M. G. **Landscape influence on *Bothrops atrox* diet in the eastern Amazon**. 2015. 178 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

In Brazil, 90% of 26,000 snakebites are caused by the genus *Bothrops*, and the *Bothrops atrox* the predominant species in the Brazilian Amazon. The region of Santarém (PA) is related to 92% of snake bites, of which 20% were considered severe. This high incidence may be related to floristic diversity of scenarios in the region, enabling the existence of an amplitude of this genus. By using the methodology of carbon stable isotope (^{13}C) and nitrogen (^{15}N), it was found that the changes in eating habits and sources existing in different environments and land use in the Amazon, in this case, forest environments, savannah and pasture, influenced the isotopic composition of the collected tissues of *B. atrox* found in these environments. To catch the *B. atrox* and its potential prey, we used three methods of collection, as chance meeting, active surveillance and interception traps and falling (*Pit fall traps*). After capture, these snakes were kept in the vivarium of the FIT and tissue samples taken periodically. The tissues of *B. atrox* and their food sources were analyzed isotopically by mass spectrometry for δ^{13}C and δ^{15}N. The different food sources of *B. atrox* were isotopically different in the three environments as well as its incorporation into tissues analyzed. For *B. atrox* kept in a vivarium, as well as the vivarium food offered was obtained *turnover* of some tissues regardless of the environment in which they were originally collected. After some time in the vivarium, these animals now have the isotopic signal of the new offered food, and in some tissues, this change reflected quickly and others more slowly tissues. This study contributed to the knowledge of the ecology of the snake and its use environments, poorly reported and for understanding *turnover* in animal tissues.

Keywords: ^{13}C. ^{15}N. Animal feeding habits. Herpetology. Stable isotopes. Snakes. *Viperidae.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
REFERÊNCIAS 21
2 Comparações dos tecidos da Bothrops atrox dos diferentes ambientes de coleta na Amazônia oriental 25
2.1 Introdução 27
2.2 Objetivos 31
2.3 Material e Métodos 32
2.3.1 Animal de estudo 32
2.3.2 Área de estudo 34
2.3.3 Métodos de coleta 37
2.4 Análises Isotópicas 43
2.5 Análises Estatísticas 44
2.6 Resultados e Discussão 45
2.7 Conclusões 72
Referências 74
3 Manutenção das *B.atrox* em cativeiro, verificando em seus tecidos o *turnover* da nova dieta ingerida 78
3.1 Introdução 80
3.2 Objetivos 85
3.3 Material e Métodos 85
3.3.1 Animal de estudo 85
3.3.2 Área de estudo 86
3.3.3 Método de coleta 87
3.4 Análises Isotópicas 89
3.5 Análises Estatísticas 91
3.6 Resultados e Discussao 91
3.7 Conclusões 120
Referências 122
4 CONCLUSÕES GERAIS 126
ANEXO A 128
ANEXO B 132
ANEXO C 134
ANEXO D 173

1. INTRODUÇÃO

Bothrops é um gênero de serpente da família viperídae, com espécies popularmente conhecidas como jararacas. Essas serpentes peçonhentas, encontradas na América Central e do Sul são responsáveis por causarem acidentes em seres humanos não somente no Brasil, mas também em outros países da América Latina (McDIARMID; CAMPBELL; TOURÉ, 1999). O gênero apresenta atualmente 32 espécies com grande variabilidade dos padrões de coloração, tamanho e ação da peçonha. As espécies do gênero que causam mais acidentes ofídicos são a *B. atrox* (Amazônia brasileira), *B. jararaca* (Centro - Sul do Brasil) e *B. asper* (Peru, Colômbia e Venezuela). A variabilidade na composição dos venenos pode ser verificada entre as diferentes espécies, mas também de forma intra-específica representada por variações ontogenéticas (SALDARRIAGA et al., 2003; GUÈRCIO et al., 2006), ligadas ao sexo (MENEZES et al., 2006), ou conforme a distribuição geográfica (ALAPE-GIRÓN et al., 2008). Embora os mecanismos de seleção genética estejam envolvidos nos índices de variabilidade intra-específica (GIBBS; SANZ; CALVETE, 2009), fatores ambientais como tipo de alimentação utilizado pelas serpentes, tem sido apontados como reguladores da segregação e expressão gênica (DALTRY; WUSTER; THORPE, 1996; MARTINS; MARQUES; SAZIMA, 2002), sendo que os acidentes sem o tratamento adequado levam a taxa de mortalidade estimada em 7% e com o uso correto do soro antiofídico e tratamento de suporte, essa taxa é reduzida entre 0,5 e 3% (CAMPBELL; LAMAR, 2004).

Por seu alto índice de acidentes e devido a sua agressividade, a *Bothrops atrox* é considerada uma das serpentes mais perigosa da América do Sul. Apesar disso, esta espécie é muito pouco estudada por ser simpátrica da Amazônia, um local pouco explorado, sendo necessárias informações prioritárias de sua ecologia e história natural. Ela é uma espécie muito abundante na Amazônia oriental, principalmente na região de Santarém, PA, apresentando a maior diversidade registrada até o momento em sua distribuição geográfica (CUNHA; NASCIMENTO; ÁVILA-PIRES, 1985; NASCIMENTO; ÁVILA-PIRES; CUNHA, 1987; DUELLMAN, 1990; CUNHA; NASCIMENTO, 1993; MARTINS; OLIVEIRA, 1998). Alguns estudos com esta serpente mostraram ser uma espécie generalista, consumidoras principalmente de centopéias, peixes, anuros, lagartos, outras serpentes, aves e pequenos mamíferos (MARTINS; GORDO, 1993; EGLER; OLIVEIRA; MARTINS, 1996; MARTINS; OLIVEIRA, 1998; MARTINS; MARQUES; SAZIMA, 2002; OLIVEIRA; MARTINS, 2001; MACEDO-BERNARDE; BERNARDE, 2005; NASCIMENTO; BERNARD; BUZZETTI, 2008).

Essa jararaca, (*Bothrops atrox*) assim como algumas outras espécies, torna a região de Santarém uma área com alta incidência de acidentes ofídicos, o que pode estar relacionado à maior diversidade ambiental na região, o que possibilita a existência e concentração de todos os gêneros de serpentes peçonhentas ocorrentes no Brasil como: *Bothrops, Lachesis, Crotalus e Micrurus.*

Nesta região, áreas como a Floresta Nacional do Tapajós (FLONA), a Reserva Extrativista (RESEX - Rios Tapajós e Arapiuns) e a várzea do rio Amazonas, são exemplos da diversidade ambiental. Somam-se a essa, o surgimento de pastagens no início da década de 70, e mais recentemente, a substituição destas pastagens pelo cultivo de soja. Esse reordenamento espacial interfere na estrutura das comunidades ofídicas, em especial as taxocenoses de interesse médico como a *Bothrops atrox*.

A compreensão da influência de fatores ecológicos e históricos na estruturação de comunidades de serpentes deve ser baseada em conhecimentos prévios sobre a sistemática e biogeografia dos grupos, assim como nas relações de ocorrência e abundância de espécies com fatores bióticos (e.g. disponibilidade de alimento, estrutura da vegetação) e abióticos (pluviosidade, temperatura do ar, radiação solar). Esses fatores podem influenciar os padrões de riqueza e abundância locais, assim como, o uso dos recursos e as atividades das serpentes ao longo do ano. Além disso, a correlação entre clima, riqueza e a energia disponível no ambiente, podem ainda ser caracterizados como fatores limitantes ao comportamento e distribuição espacial de uma espécie (BERNARDE; KOKUBUM; MARQUES, 2000; OUTEIRAL, 2006; SAWAYA; MARQUES; MARTINS, 2008).

Acredita-se que venenos de serpentes são influenciados pelo tipo de presa consumida, o que interfere na composição das proteínas formadas no organismo do animal, e conseqüentemente, na toxicidade deste veneno (MACKESSY, 1988; ANDRADE; ABE, 1999; MACKESSY et al., 2006; ZELANIS; TRVAGLIA-CARDOSO; FURTADO, 2008; MACKESSY ;WILLIANS; ASHTON, 2003). A variabilidade na composição dos venenos pode ser verificada entre as diferentes espécies, e de forma intra-especifica representada por variações ontogenéticas (SALDARRIAGA et al., 2003, GUÈRCIO et al., 2006), ligadas ao sexo (MENEZES et al., 2006), ou conforme a distribuição geográfica (ALAPE-GIRÓN et al., 2008). A abundância e diversidade de presas, também devem influenciar na composição do veneno e variações relacionadas ao ambiente ocupado com diferentes usos do solo, ainda são pouco conhecidas.

A metodologia isotópica e as análises da ocorrência natural de isótopos estáveis ambientais têm possibilitado grandes avanços em estudos de ecologia animal, especialmente nas áreas de:

origem, comportamento, dieta, estrutura trófica, metabolismo e reprodução (McKECHNIE, 2004; NEWSOME et al., 2007). Estes estudos demonstraram que as composições isotópicas dos tecidos de animais dependem principalmente da alimentação, da água ingerida e dos gases inalados. Associados a estes fatos, os efeitos dos isótopos estão ligados aos processos metabólicos (KENNEDY; KROUSE, 1990).

Rankama (1956) observou, que pronunciadas variações naturais ocorrem na composição isotópica do carbono e na razão $^{13}C/^{12}C$, através da determinação por espectrometria de massa. O valor dessa razão isotópica é uma medida relativa tomada comparativamente a um padrão internacional, ou seja, um fóssil carbonatado da era Cretaceous (*Bellemnitella Americana*) da formação *Pee Dee* na Carolina do Sul, denominada de PDB. A razão ($^{13}C/^{12}C$) se expressa com terminologia em delta per mil, relativo ao padrão internacional. A fonte primária de carbono das plantas terrestres é o gás carbônico (CO_2) atmosférico, o qual tem um valor de $\delta^{13}C$ aproximadamente de -7,7‰ (KENNED; KROUSE, 1990).

Como a composição isotópica das plantas depende do ciclo fotossintético e do meio ambiente, os subprodutos derivados são isotopicamente semelhantes às plantas geradoras. Nestas o CO_2 penetra por difusão nos estômatos das folhas, passando por rotas bioquímicas no interior das células. Durante esse processo, o carbono sofre discriminação isotópica pelas plantas gerando um aumento na concentração de ^{12}C (EHLERING, 1991).

Nas referidas rotas bioquímicas, quando o primeiro composto orgânico sintetizado é constituído de três átomos de carbono, estas plantas são denominadas de plantas do ciclo fotossintético C_3. Quando apresentam quatro átomos de carbono, estas são denominadas de plantas do ciclo fotossintético C_4. No grupo C_3 encontram-se cerca de 86% das espécies vegetais em nível mundial, tais como as madeiras de lei, leguminosas, florestas de eucalipto e de pinus e árvores frutíferas (maçã, uva, etc.). No grupo das plantas C_4, destacam-se as gramíneas, milho, cana-de-açúcar, dentre outras (VOGEL, 1993). Os valores em $\delta^{13}C$, PDB das plantas C_3, variam de -22‰ a -33‰ com valor modal de -26,7‰; nas plantas C_4, sofrem variações de -9‰ à -16‰, determinando valor modal de -12,6‰ e média amostral de -12,5‰ (DE NIRO; EPPSTEIN, 1978).

Os animais ao ingerirem produtos de origem vegetal e/ou animal, podem incorporar o valor isotópico da dieta nos tecidos orgânicos, “você é aquilo que você come ± 1‰ para carbono” De Niro e Epstein (1978), recomendam a utilização do carbono de todo o animal para estimar o $\delta^{13}C$ da dieta, pois nenhum tecido isolado é ideal para determinar-se a relação da composição isotópica do animal e de sua dieta. Na prática, o melhor tecido utilizado é o músculo.

Tieszen et al. (1983), encontraram uma variação inferior a 1‰ para fígado, músculo e tecido do cérebro dos roedores gerbils e afirmaram que estes tecidos podem ser também indicadores adequados da composição isotópica da dieta.

É pouco compreendido como os isótopos estáveis, uma vez modificados ou fracionados são incorporados aos tecidos (MIZUTANI; KUBAYA; WADA; 1991).

No caso do isótopo estável de nitrogênio, o padrão internacional é o ar atmosférico, o qual é considerado uma mistura isotópica homogênea na superfície terrestre. Os valores do nitrogênio–15 ($\delta^{15}N$) são expressos em terminologia de delta per mil da razão isotópica $^{15}N/^{14}N$ do produto, em relação ao padrão internacional definido.

Diferentemente do carbono, a razão isotópica $^{15}N/^{14}N$ nas plantas não depende do ciclo fotossintético realizado. No caso das leguminosas que utilizam o ar atmosférico como fonte para a fixação do nitrogênio, esta razão aproxima–se do padrão internacional e no caso das gramíneas, que dependem do solo como fonte de nitrogênio, esta razão varia em função de cada solo específico, dependente de inúmeros fatores como clima e adubação. Assim como o carbono, a abundância natural de ^{15}N pode ser utilizada como traçador em estudos de nutrição animal, (KENNED; KROUSE, 1990).

Em análise da composição isotópica do ^{15}N em diversos materiais de origem terrestre, observa-se que o $\delta^{15}N$ nos animais varia de +3 a +13‰, enquanto que nas plantas varia de -10 a +10‰, visto que os animais são ricos em ^{15}N quando comparados com os vegetais. (LÉTOLLE, 1980). Létolle (1980), tendo por base os trabalhos de Hoering (1955) e Gaebler et al. (1963), mostrou um possível modelo do enriquecimento de nitrogênio-15 entre a alimentação e o animal como um todo e outros autores, demonstraram também que através de níveis tróficos, o modelo da variação do nitrogênio nas plantas e o fracionamento do ^{15}N nos diferentes níveis tróficos, incluindo herbívoros, carnívoros e onívoros (KOCK; FOGEL; TURONS, 1994).

Segundo Rodwell (1990), o balanço do nitrogenio é utilizado para avaliar o metabolismo protéico global, a saúde e a condição nutricional dos animais. Quando a quantidade de nitrogênio absorvida é maior que a excretada, observa-se que o indivíduo está com balanço nitrogenado positivo durante o crescimento, se a excreção é maior que a absorção o balanço nitrogenado é negativo. O equilíbrio nitrogenado ocorre em adultos normais, com absorção igual à excreção. Assim, a quantificação do nitrogênio absorvido e o excretado é uma forma de avaliar a renovação de proteínas e outros compostos celulares, ampliando as metodologias possíveis de serem utilizadas.

Piasentier et al. (2003), caracterizaram carnes de ovelhas em função da origem de países europeus e do regime de alimentação. Esta caracterização foi obtida através da análise de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$, nas proteínas puras da carne de ovelhas alimentando–se de pasto (C_4), leite (C_4) e cereais (C_3). Esses autores avaliaram também a efetividade da técnica dos isótopos estáveis do $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ como uma metodologia para a certificação da origem geográfica e do regime de alimentação de carneiros. Acredita–se que as diferenças encontradas nos valores de $\delta^{15}N$ podem ser devidas ao tipo de solo, a aplicação de fertilizantes orgânicos, assim como, a presença de plantas leguminosas que discriminam o N_2 atmosférico, ou ao próprio metabolismo animal.

A investigação da influência da dieta na distribuição de isótopos de nitrogênio em animais evidenciou que os tecidos apresentam normalmente valores maiores de ^{15}N em relação aos encontrados em plantas. Esse progressivo enriquecimento demonstrado em tecidos animais é decorrência dos caminhos catabólicos que favorecem a liberação do isótopo mais leve. Sendo assim, a cada nível trófico ocorre um aumento no valor isotópico do $\delta^{15}N$. Estudos realizados por Minagawa e Wada (1984), mostraram um enriquecimento de ^{15}N na cadeia alimentar de aproximadamente 3‰ entre cada nível trófico.

Martinez et al. (2014), estudaram o histórico alimentar de *Crotalus durissus terrificus*, utilizando o chocalho (guizo), separados em seguimentos, onde cada seguimento apresentava um valor isotópico de $\delta^{13}C$ distinto, refletindo o ambiente em que este animal se encontrava e a fonte alimentar que ele estava consumindo, podendo ser na natureza ou no cativeiro, mostrando assim o histórico alimentar desta serpente.

A base do uso de isótopos estáveis em nutrição animal deve-se ao fato que, a composição isotópica de um consumidor (serpente), reflete a composição isotópica de itens alimentares presentes em sua dieta (presas), descontando-se qualquer fracionamento isotópico que haja no processo de aquisição, digestão e incorporação dos átomos de carbono e nitrogênio advindos da dieta que são incorporados nos processos metabólicos em um determinado tecido (músculo, coração, fígado, sangue, escama, ecdise) do consumidor.

Através do uso da metodologia dos isótopos estáveis do carbono (^{13}C) e do nitrogênio (^{15}N), pretende-se verificar se as variações dos hábitos e fontes alimentares existentes nos diferentes ambientes e usos de solo na Amazônia, neste caso áreas de floresta, savana e pastagem, influenciam na composição isotópica das *B. atrox* encontradas nestes ambientes, de forma a auxiliar estudos de correlação, com a variabilidade de seus venenos.

Determinar a composição isotópica do $\delta^{13}C$ e do $\delta^{15}N$ das possíveis presas de *B. atrox* nos diferentes ambientes amostrados (floresta, savana e pastagem), verificar se há diferenças

isotópicas oriundas de diferentes fontes alimentares e níveis tróficos, entre as serpentes presentes nos diferentes ambientes (floresta, savana e pastagem) e verificar também se há diferenças isotópicas nos tecidos dos animais mantidos em cativeiro, em resposta a mudança de alimentação (*turnover*) e se os animais dos diferentes ambientes respondem de forma diferenciada isotopicamente a essa alteração alimentar.

O capítulo 2 e o capítulo 3 apresentam-se de acordo com as normas para a publicação da revista Journal of Herpetology, sendo que o capítulo 2 discute-se as diferenças isotópicas encontradas em amostras das três áreas de coleta, das *B. atrox* dos diferentes tecidos e idades analisadas. Onde se escreve tempo zero (T0), significa que este animal apresenta em seus tecidos o valor isotópico $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ da fonte alimentar da área em que foi capturado, refeletindo assim o ambiente em que este animal vivia. No capítulo 3, objetivou-se calcular o "*turnover*" dos tecidos, dos mesmos animais capturados nos três ambientes de estudo, obtendo-se como (T0), a alimentação da natureza. Após esse período, esses animais e que foram mantidos no biotério por um determinado período de tempo em dias. Após esse período, os tecidos das *B. atrox* mantidas no biotério, apresentaram o valor da alimentação do novo ambiente (camundongo).

REFERÊNCIAS

ALAPE-GIRÓN, A.; SANZ, L.; ESCOLANO, J.; FLORES-DIAS, M.; MADRIGAL, M.; SASA, M.; CALVET, J. J. Snake venomics of the lancehead *Bothrops asper*. Geographical, individual and ontogenetic variations. **Journal of Proteome Research,** Washington, DC, v. 7, p. 3556–3571, 2008.

ANDRADE, D. V.; ABE, A. S. Relationship of venon ontogeny and diet in *Bothrops*. **Herpetologica**, Lafayette, v. 55, n. 2, p. 200-204, 1999.

BERNARDE, P. S.; KOKUBUM, M. N. C.; MARQUES, O. A. Atividade e uso de hábitat em *Thamnodynastes strigatus* (Günter, 1858), no sul do Brasil (Serpentes, Colubridae). **Boletim do Museu Nacional,** Rio de Janeiro, v. 4, n. 28, p. 1-8, 2000.

CAMPBELL, J. A.; LAMAR, W. W. **The venomous reptiles of the western hemisphere**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 2004. v. 2, 870 p.

CUNHA, O. R.; NASCIMENTO, F. P. Ofídios da Amazônia. As cobras da região leste do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Zoologia**, Belém, n. 9, p. 1-191, 1993.

CUNHA, O. R.; NASCIMENTO, F. P.; ÁVILA-PIRES, T. C. S. Os répteis da área de Carajás, Pará, Brasil (Testudines e Squamatas). **Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi,** Belém, v. 40, p. 10-92, 1985.

DALTRY, J. C.; WUSTER. W.; THORPE, R. S. Diet and snake venom evolution. **Nature,** London, v. 379, p. 537-540, 1996.

DE NIRO, M. J.; EPSTEIN, S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, New York, v. 42, p. 495-506, 1978.

DUELLMAN, W. E. Herpetofauna in neotropical rainforests: comparative composition, history, and resourse use. In: GENTRY, A. (Ed.). **Four Neotropical rainforests**. Yale: Yale University Press, 1990. p. 455-505.

EGLER, S. G.; OLIVEIRA, M. E.; MARTINS, M. *Bothrops atrox* (common lancehead) foraging behavior and ophiophagy. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 27, n. 1, p. 22-23, 1996.

EHLERING, J.R. $^{13}C/^{12}C$ Fractionation and its utility in terrestrial plant studies. In: Coleman, C. D.; Fry, B. **Carbon Isotope Techniques**. New York . Academic Press, 1991. v. 1, p. 187-200.

GAEBLER, O. H.; CHOITZ, H. C.; VITTI, T. G.; VUKMIROVICH, R. Significance of ^{15}N excess in nitrogenous compounds of biological origin. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v.41, p. 1089–1097, 1963.

GUÉRCIO, R. A. P.; SHEVCHENKO, A.; SHEVCHENKO, A.; LÓPEZ-LOZANO, J. L.; SOUSA, M. V.; RICART, C. A. O. Ontogenetic variations in the venom proteome of the Amazonian snake *Bothrops atrox*. **Proteome Science**, New York, NY, v. 4, p. 11, 2006. doi: 10.1186/1477-5956-4-11.

GIBBS, H. L.; SANZ, L.; CALVETE, J. J. Snake population venomics: proteomics-based analyses of individual variation reveals significant gene regulation effects on venom protein expression in *Sistrurus rattlesnakes*. **Journal of Molecular Evolution**, New York, v. 68, p 113-125, 2009.

HOERING, T. C. Variations of nitrogen-fifteen abundance in naturally occurring substances**. Science**, Washington, DC, v. 122, p. 1233-1234, 1955.

KENNED, B. V.; KROUSE, H. R. Isotope fractionation by plants and animals: implications for nutrition research. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology,** Ottawa, v. 68, p. 960-972, 1990.

KOCK, P. L.; FOGEL, M. L.; TURONS, N. Tracing the diets of fossil animals using stable isotope. In: LAJTHA, K.; MICHENER, R. H. (Ed.). **Stable in ecology and environmental science**. London: Blackwell Scientific Publication, 1994. chap. 4, p. 63-92.

LÉTOLLE, R. Nitrogen-15 in the natural environment. In: FONTES, J. C. (Ed.). H**andbook of Environmental Isotope Geochemistry**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1980. v. 1, p. 407-429.

MACEDO-BERNARDE, L. C.; BERNARDE, P. S. *Bothrops atrox* (Common Lancehead) diet. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 36, n. 4, p. 456, 2005.

MACKESSY, S. P. Venon ontogeny in pacific rattlesnakes *Crotalus viridis helleri* and *Crotalus viridis oreganus*. **Copeia**, Lawrence, KS, n. 1, p. 92-101, 1988.

MACKESSY, S. P.; WILLIAMS, K.; ASHTON, K. G. Ontogenetic variation in venom composition and diet of *Crotalus oreganus concolor*. A case of venom Paedomorphosis? **Copeia**, Lawrence, KS, n. 4, p. 769-782, 2003.

MACKESSY, S. P.; SIXBERRY, N. M.; HEYBORNE, W. H.; FRITTS, T. Venon of the brown treesnake, *Boiga irregularis*; Ontogenetic shifts and taxa-specific toxicity. **Toxicon**, Elmsford, NY, v. 47, p. 537-548, 2006.

MARTINEZ, M. G.; DUCATTI, C.; SILVA, E. T. SANT'ANNA, S. S.; SARTORI, M. P.; BARRAVIERA, B. Does the of *Crotalus durissus terrificus* reveal its dietary history? **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, London, v. 20, p. 53, 2014.

MARTINS, M.; GORDO, M. *Bothrops atrox* (Common Lancehead) diet. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 24, p. 151-152, 1993.

MARTINS, M.; OLIVEIRA, M. E. Natural history of snakes in forests of the Manaus Region, Central Amazonian, Brazil. **Herpetological Natural History,** Stanford, v. 6, p. 78-150, 1998.

MARTINS, M.; MARQUES, O. A. V.; SAZIMA, I. Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers (Genus *Bothrops*). In: SCHUETT, G. W.; HÖGGREN, M.; DOUGLAS, M. E.; GREEN, H. W. (Ed.). **Biology of the vipers.** Eagle Mountain, Utah: Eagle Mountain Publishing, 2002. p. 307–328.

McDIARMID, R. W.; CAMPBELL, J. A.; TOURÉ, T. Snakes species of the world: A taxonomic and geographic reference. **The Herpetologist League**, Lawrence, KS, v. 1, p. 511, 1999.

McKECHNIE, A. E. Stable isotopes: powerful new tools for animal ecologists. **South African Journal of Science,** Johannesburg, v. 100, p. 131-134, 2004.

MENEZES, M. C.; FURTADO, M. F.; TRAVAGLIA-CARDOSO, S. R.; CAMARGO, A. C.; SERRANO, S. M. Sex-based individual variation of snake venom proteome among eighteen *Bothrops jararaca* siblings. **Toxicon**, Elmsford, NY, v. 47, p. 304–312, 2006.

MINAGAWA, M.; WADA, E. Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: further evidence and the relation between ^{15}N and animal age. **Geochimica et Cosmochimica Acta,** New York, v. 28, p. 1155-1164, 1984.

MIZUTANI, H.; KUBAYA, Y.; WADA, E. Nitrogen and carbon isotope composition relates linearly in cormorants tissues and its diets. **Isotopenpraxis**, Basel, v. 4, p. 166-168, 1991.

NASCIMENTO, F. P.; ÁVILA-PIRES, T. C. S.; CUNHA, O. R. Os répteis da área de Carajás, Pará, Brasil (Squamata). II. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Zoologia**, Belém, v. 3, n. 1, p. 33-65, 1987.

NASCIMENTO, P. F.; BERNARDE, P. S.; BUZZETTI, D. R. C. *Bothrops atrox* (Amazonian Lancehead). Diet. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 39, n. 3, p. 353, 2008.

NEWSOME, S. D.; DEL RIO, C. M.; BEARHOP, S.; PHILLIPS, D. L. A niche for isotopic ecology. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, DC, v. 5, n. 8, p. 429-436, 2007.

OLIVEIRA, M. E.; MARTINS, M. When and where to find a pit viper: activity patterns and habitat use of the lancehead, Bothops atrox, in central Amazonia, Brasil. **Herpetological Natural History,** Stanford, v. 8, n. 2, p. 101-110, 2001.

OUTEIRAL, A. B. **História natural de uma comunidade de serpentes da Serra do Sudeste, Bioma Pampa, Brasil**. 2006. Tese (Doutorado) - Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

PIASENTIER, E.; VALUSSO, R.; CARMIN, F.; VERSINI, G. Stable isotope ratio analysis for authentication of lamb meat. **Meat Science**, Barking, v. 64, p. 239–247, 2003.

RANKAMA, K. Carbon isotope. In: _____. **Geochemistry**. 2. ed. London: Pergamon Press, 1956. chap. 16, p. 181-234.

RODWELL, V. W. Catabolismo do nitrogênio dos aminoácidos. In: MURRAY, R.; HAPER, K. **Bioquímica**. São Paulo: Atheneu, 1990. p. 276-285.

SALDARRIAGA, M. M.; OTERO, R.; NÚÑEZ, V.; TORO, M. F.; DíAZ, A.; GUTIERREZ, M. J. Ontogenetic variability of *Bothrops atrox* and *Bothrops asper* snake venoms from Colombia. **Toxicon,** Elmsford, v. 42, p. 405–411, 2003.

SAWAYA, R. J.; MARQUES, O. A. V.; MARTINS, M. Composição e história natural das serpentes de Cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 8, p. 127-149, 2008.

TIESZEN, L. L.; BOUTTON, T. N.; TESDAHL, K. G.; SLADE, N. A. Fractionation and turnover of stable carbon isotope in animal tissues: implications for δ‰^{13}C analyses of diet. **Oecologia**, Berlin, v. 57, p. 32-37, 1983.

VOGEL, J. C. Variability of carbon isotope fractionation during photosynthesis In: EHLERINGER, J. R.; HALE, A.; FARQUHAR, G. D. (Ed.). **Stable isotopes and plants carbon-water relations**. San Diego: Academic Press, 1993. p. 29-46.

ZELANIS, A.; TRAVAGLIA-CARDOSO, S. R.; FURTADO, M. F. D. Ontogenetic changes in the venon o *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae) and its biological implication. **South American Journal of Herpetology**, Washington, DC, v. 3, n. 1, p. 43-50, 2008.

2. Comparações dos tecidos da *Bothrops atrox* dos diferentes ambientes de coleta na Amazônia oriental

Resumo

A *Bothrops atrox* é considerada uma das serpentes mais perigosa da América do Sul, por seu alto índice de acidentes e devido a sua agressividade A região de Santarém (PA) está relacionada com 92% dos acidentes ofídicos, dos quais 20% foram considerados graves. Assim como algumas outras espécies de serpentes peçonhentas, essa alta incidência de acidentes ofídicos, pode estar relacionado à maior diversidade ambiental da região, o que possibilita a existência e concentração de todos os gêneros de serpentes peçonhentas ocorrentes no Brasil e a existência de uma amplitude deste gênero. Com base nas informações de literatura e de novos estudos de ecologia e comportamentos das *B. atrox*, utilizou-se a técnica de traçadores com os isótopos estáveis do carbono (^{13}C) e do nitrogênio (^{15}N), verificando se as variações dos hábitos e fontes alimentares existentes nos diferentes ambientes e usos de solo na Amazônia, influenciaram na composição isotópica das serpentes, de forma a auxiliar estudos de correlação, com a ecologia de serpentes. As *B. atrox*, assim como as suas possíveis presas, foram coletadas em três ambientes, através de três métodos de coleta, como encontro ocasional, busca ativa e armadilhas de interceptação e queda (*pit fall traps*). Foram realizados três anos de coletas nessas áreas para que se obtivessem o maior número de serpentes e amostras, assim como suas fontes alimentares. Após as capturas, essas serpentes foram mantidas no biotério da FIT e retiradas amostras de tecidos periodicamente. Os tecidos das *B. atrox* e suas fontes alimentares foram analisados isotopicamente por espectrometria de massas para $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$. As diferentes fontes alimentares das *B. atrox*, foram isotopicamente distintas nos três ambientes, assim como a incorporação em seus tecidos analisados com reflexo na composição isotópica dos tecidos das serpentes, refletindo o ambiente em que viviam. Este estudo contribuiu para o conhecimento da ecologia da serpente e seu uso dos ambientes, ainda pouco relatados.

Palavras-chave: $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, Santarém, jararaca – do – norte, alimentação, nível trófico.

Abstract

The *Bothrops atrox* is considered one of the most dangerous snakes in South America for its high rate of accidents and due to its aggressiveness The region of Santarém (PA) is related to 92% of snake bites, of which 20% were considered severe. As well as some other species of poisonous snakes, this high incidence of snake bites, may be related to greater environmental diversity of the region, which enables the existence and concentration of all kinds of poisonous occurring snakes in Brazil and the existence of an amplitude of this genre. Based on literature information and new behavior and ecology studies of *B. atrox*, we used the tracer technique of stable carbon isotopes (^{13}C) and nitrogen (^{15}N) by checking whether the variations in habits and supplies food exist in different environments and land use in the Amazon, they influenced the isotopic composition of snakes, in order to assist correlation studies with the ecology of snakes. The *B. atrox*, as well as their possible prey, were collected in three environments through three collection methods, such as occasional encounter, active surveillance and interception traps and falling (*pit fall traps*). Three years collected for those areas which obtain the greatest number of serpents, and samples were made, as their food sources. After capture, these snakes were kept in the vivarium of the FIT and tissue samples taken periodically. The tissues of *B. atrox* and their food sources were analyzed isotopically by mass spectrometry for $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$. The different dietary sources of B. atrox were isotopically different in the three environments, as well as incorporating in their tissues analyzed with reflection in the isotopic composition of the snakes fabrics, reflecting the environment in which they lived. This study contributed to the knowledge of the ecology of the snake and its use environments, yet little reported.

Keywords: $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, Santarém, pit viper, diet, trophic level.

2.1 Introdução

A *Bothrops atrox* é considerada uma das serpentes mais perigosas da América do Sul, por devido a sua agressividade. Acidentes ofídicos sem o tratamento adequado levam a taxa de mortalidade estimada em 7%. Com o uso correto do soro antiofídico e tratamento de suporte, essa taxa é reduzida para 0,5 e 3% (CAMPBELL; LAMAR, 2004).

Alguns estudos com esta serpente mostraram ser uma espécie generalista, consumidoras principalmente de centopéias, peixes, anuros, lagartos, outras serpentes, aves e pequenos mamíferos (MARTINS; GORDO, 1993; EGLER; OLIVEIRA; MARTINS, 1996; MARTINS; OLIVEIRA, 1998; MARTINS; MARQUES; SAZIMA, 2002; OLIVEIRA; MARTINS, 2001; MACEDO-BERNARDE; BERNARDE, 2005; NASCIMENTO; BERNARD; BUZZETTI, 2008). Essa jararaca, assim como algumas outras espécies, torna a região de Santarém uma área com alta incidência de acidentes ofídicos, o que pode estar relacionado à maior diversidade ambiental na região, e possibilitando a existência e concentração de todos os gêneros de serpentes peçonhentas ocorrentes no Brasil.

A região de Santarém concentra importantes características que a colocam como um ponto importante para o estudo de biogeografia de serpentes e também do ofidismo. Ela é a terceira maior cidade do Pará, com a estimativa da população para 2015 de 292.520 habitantes (IBGE, 2015) Um fator importante, é que a região vem sofrendo grande pressão antrópica, devido aos projetos macroeconômicos em andamente, como a pavimentação da rodovia Santarém-Cuiaba (BR 163) e pela instalação do agronegócio (CARVALHO et al., 2001), sendo essas obras em constante atividade nesta região. Outro fator é que até o momento nenhum estudo havia sido realizado nesta região e o aumento das áreas agrícolas e as pastagens, constituiem em novos ambientes para a fixação dessas serpentes, levando a ocorrência de acidentes em trabalhadores agrícolas, além disso, destacam-se nesta região, áreas controladas de interesse ambienteal, como a Floresta Nacional do Tapajós (Flona), a reserva extrativista (Resex-Rios Tapajós e Arapiuns) e a várzea do rio amazonas. Destas três áreas de interesse da região, foi utilizada como ambiente de floresta para o estudo de serpentes, a Floresta Nacional do Tapajós, (FLONA), pois ela se destina à conservação da fauna silvestre e a proteção de bacias hidrográficas, e ocupa mais de 600 mil hectares, distribuídos entre os municípios de Santarém, Alveiro e Rurópolis. Criada em 1974, o planalto se situa ao longo da rodovia Santarém-Cuiaba, (BR 163), apresentando áreas de floresta tropical úmida (parte delas situadas na FLONA) e áreas de savana, entremeadas por pequenos igarapés. A composição florísticas das savanas amazônicas é menos rica que as savanas do Brasil central, no entanto, apresemtam várias espécies em comum, tanto em relação às herbáceas quanto

as lenhosas (MAGNUSSON et al., 2008). As áreas de savana são ocasionalmente afetadas pelo fogo e sua vegetação é adaptada para resistir a essa ação (FARIA; LIMA; MAGNUSSON, 2004). Entretanto, vem ocorrendo progressivamente uma reordenação da ocupação rural e urbana, com a substituição de grandes áreas de floresta e savana, na formação de culturas agrícolas e pastagens.

Esse reordenamento espacial interfere na estrutura das comunidades ofídicas, em especial a *Bothrops atrox.* A compreensão da influencia de fatores ecológicos e históricos da estruturação de comunidades de serpentes, deve ser baseada em conhecimentos prévios de sistemática e biogeografia dos grupos de estudo, assim como os fatores bióticos, como a disponibilidade de alimento e tipo de vegetação e fatores abióticos e como a pluviosidade, temperatura do ar. (BERNARDE; KOKUBUN; MARQUES, 2000; OUTEIRAL, 2006; SAWAYA; MARQUES; MARTINS, 2008). Na região Amazônica, os trabalhos sobre herpetofauna, são em geral de curto prazo e pontuais, em diferentes regiões como em floresta de terra firme, várzea e igapó, o que não permite grande genarizações sobre o grupo das *Bothrops* em especial a *Bothrops atrox*, existindo uma grande lacuna de conhecimento sobre a taxocenose de serpentes na região do oeste do Pará, em especial nas regiões de Belterra, que possui planos de manejo em execução e nas áreas de savana amazônica, que devido ao tamanho reduzido, deve possuir comunidades complexas. Frota et al., (2005), cosntataram que a presença dos três ambientes (savana amazônica, floresta de terra firme e várzea) foram importantes para constatar riquezas de 85 espécies de serpentes, sendo a diversidade registrada até hoje para a região do oeste do Pará como a mais rica já estudada na região tropical.

Estas informaçãoes são muito importantes, pois não se sabe como as *Bothrops atrox* estão se adaptando nestes ambientes e que alimentos estão ingerindo. Com base nas informações de literatura e de novos estudos de ecologia e comportamentos das *B. atrox*, utilizou-se o emprego da técnica de traçadores com os isótopos estáveis ambientais, pois estas possibilitam grandes avanços, abrindo novos horizontes nas diversas áreas das ciências básicas e aplicadas.

Análise da ocorrência natural dos isótopos estáveis ambientais tem possibilitado grandes avanços em estudos de ecologia animal, especialmente nas áreas de comportamento, estrutura trófica, metabolismo e reprodução (McKECHNIE, 2004, NEWSOME et al., 2007), sendo que a composição isotópica dos tecidos dos animais depende principalmente da alimentação (sólida, líquida) e consequentemente do ambiente em que vivem. Associados a estes fatos, os efeitos dos isótopos estão ligados aos processos metabólicos de incorporação desses compostos (KENNED; KROUSE, 1990).

Por se tratar da região amazônica, localizada no norte do Brasil em que predomina em sua maioria o bioma de floresta (floresta tropical úmida), com áreas de savana amazônica e com algumas áreas de pastagens, isto é extremamente importante, pois se têm três ambientes diferentes para o estudo. No ambiente de floresta, possuímos plantas do ciclo fotossintético denominado C_3, (plantas C_3) que são plantas, onde o primeiro composto formado na fotossíntese são três átomos de carbono e plantas do ciclo fotossintético C_4 (plantas C_4), onde se formam na fotossíntese quatro átomos de carbono, que são as plantas das áreas de pastagens. Este tipo de planta tem uma composição isotópica de carbono distinta ($\delta^{13}C$) em comparação com as plantas que seguem a via fotossintética C_3 (plantas C_3) (EHLERINGER et al., 2002) Esta diferença isotópica entre estas plantas tem permitido o uso intenso dessa técnica em estudos de alimentação animal e ecologia, já que há uma ligeira modificação da composição isotópica de carbono dos alimentos durante a digestão e incorporação no tecido animal de consumidores (GANNES, O'BRIEN; DEL RIO, 1997).

Estudos com o objetivo de investigar as dietas de serpentes são especialmente importantes porque os hábitos de alimentação estão ligados ao comportamento e à procura de alimentos destes animais (CLARK, 2002). Neste sentido, seria útil utilizar uma metodologia alternativa para complementar estudos de conteúdo estomacal para investigar a ecologia alimentar desta espécie.

É pouco compreendido como os isótopos estáveis, uma vez modificados ou fracionados são incorporados aos tecidos (MIZUTANI; KUBAYA; WADA, 1991). O conhecimento do fator de fracionamento entre tecido edieta é essencial para os estudos sobre as composições isotópicas. A outra limitação é que as taxas de *turnover* dos isótopos estáveis do carbono do tecido de aves selvagens são pouco conhecidas (HOBSON; CLARK, 1992). Ducatti et al. (2002) investigaram as taxas de *turnover* isotópico em mamíferos utilizando dietas de composição isotópicas diferentes. Estes autores observaram que as concentrações isotópicas dos tecidos animais refletem a assinatura isotópica da dieta ingerida. Isto dependerá, em parte, da taxa de *turnover*, ou seja, a síntese e a degradação isotópica do mesmo. Tecidos com *turnover* rápido apresentam metabolismo rápido e indicam dietas recentes. Àqueles com *turnover* lentos indicam médias dietéticas de longo prazo, ou seja, referem-se à alimentação antiga. A escolha do tipo de tecido para análise isotópica dependerá, então, da questão de interesse (DUCATTI, 2004). Rankama (1956) observou, que pronunciadas variações naturais ocorrem na composição isotópica do carbono e na razão $^{13}C/^{12}C$, através da determinação por espectrometria de massa. O valor dessa razão isotópica é uma medida relativa tomada comparativamente a um padrão internacional, ou seja, um fóssil carbonatado da era Cretaceous (Bellemnitella Americana) da formação *Pee Dee* na Carolina do Sul, denominada

de PDB. A razão ($^{13}C/^{12}C$) se expressa com terminologia em delta per mil, relativo ao padrão internacional.

A fonte primária de carbono das plantas terrestres é o gás carbônico (CO_2) atmosférico, o qual tem o valor de $\delta^{13}C$ aproximadamente -7,7‰. No caso do isótopo estável de nitrogênio, o padrão internacional é o ar atmosférico, o qual é considerado uma mistura isotópica homogênea na superfície terrestre. Os valores do nitrogênio–15 ($\delta^{15}N$) são expressos em terminologia de delta per mil da razão isotópica $^{15}N/^{14}N$ do produto, em relação ao padrão internacional definido. (KENNED; KROUSE, 1990).

Diferentemente do carbono, a razão isotópica $^{15}N/^{14}N$ nas plantas não depende do ciclo fotossintético realizado, no caso das leguminosas que utilizam o ar atmosférico como fonte para a fixação do nitrogênio, esta razão aproxima–se do padrão internacional e no caso das gramíneas, que dependem do solo como fonte de nitrogênio, esta razão varia em função de cada solo específico, dependente de inúmeros fatores como clima e adubação. Assim como o carbono, a abundância natural de ^{15}N pode ser utilizada como traçador em estudos de nutrição animal.

Em análise da composição isotópica do ^{15}N em diversos materiais de origem terrestre, observa-se que o $\delta^{15}N$ nos animais varia de +3 a +13‰, enquanto que nas plantas varia de -10 a +10‰, visto que os animais são ricos em ^{15}N quando comparados com os vegetais. (LÉTOLLE, 1980).

Koch; Fogel e Turons, (1994), demonstraram também, através de níveis tróficos, o modelo da variação do nitrogênio nas plantas e o fracionamento do ^{15}N nos diferentes níveis tróficos, incluindo herbívoros, carnívoros e onívoros.

Segundo Rodwell (1990), o balanço do nitrogenado é utilizado para avaliar o metabolismo protéico global, a saúde e a condição nutricional dos animais. Quando a quantidade de nitrogênio absorvida é maior que a excretada, observa-se que o indivíduo está com balanço nitrogenado positivo durante o crescimento, se a excreção é maior que a absorção o balanço nitrogenado é negativo. O equilíbrio nitrogenado ocorre em adultos normais, com absorção igual à excreção. Assim, a quantificação do nitrogênio absorvido e o excretado é uma forma de avaliar a renovação de proteínas e outros compostos celulares, ampliando as metodologias possíveis de serem utilizadas.

Os animais ao ingerirem produtos de origem vegetal e/ou animal podem incorporar o valor da dieta nos tecidos orgânicos. Para uma melhor interpretação dos resultados isotópicos no diagnóstico alimentar, deve-se levar em consideração alguns fatores que podem causar variações

na razão isotópica do animal. As causas de variações na razão isotópica podem estar relacionadas, ao fracionamento isotópico, *turnover* isotópico, os tipos de tecidos analisados e a qualidade da dieta entre outros fatores (DE NIRO; EPSTEIN, 1978; TIESZEN et al., 1983; FRY; SHERR, 1984; POST, 2000).

A base do uso de isótopos estáveis em nutrição animal deve-se ao fato que, a composição isotópica de um consumidor (serpente), reflete a composição isotópica de itens alimentares presentes em sua dieta (presas), descontando-se qualquer fracionamento isotópico que haja no processo de aquisição, digestão e incorporação dos átomos de carbono e nitrogênio advindos da dieta que são incorporados nos processos metabólicos em um determinado tecido (músculo, coração, fígado, sangue, escama, ecdise) do consumidor.

Martinez et al. (2014), estudaram o histórico alimentar de *Crotalus durissus terrificus*, utilizando o chocalho (guizo), separados em seguimentos, onde cada seguimento apresentava um valor isotópico de $\delta^{13}C$ distinto, refletindo o ambiente em que este animal se encontrava e a fonte alimentar que ele estava consumindo, podendo ser na natureza ou no cativeiro, mostrando assim o histórico alimentar desta serpente.

Assim, este estudo pretende contribuir para o conhecimento das *B. atrox*, das fontes alimentares nos ambientes que essa serpente ocorre, (floresta, savana e pastagem), e para estudos ecológicos de serpentes atraves da metodologia isotópica na região amazônica.

2.2 Objetivos

Através do uso da metodologia dos isótopos estáveis do carbono (^{13}C) e do nitrogênio (^{15}N), pretende-se determinar a composição isotópica do $\delta^{13}C$ e do $\delta^{15}N$ das *B. atrox* e possíveis presas nos diferentes ambientes amostrados (floresta, savana e pastagem) e verificar se há diferenças isotópicas oriundas de diferentes fontes alimentares e níveis tróficos, entre as serpentes presentes nos diferentes ambientes (floresta, savana e pastagem).

2.3 Material e Métodos

2.3.1 Animal de estudo

Foram coletadas serpentes *Bothrops atrox* de diferentes idades e sexo**,** de três ambientes distintos da Amazônia e outro ambiente que chamaremos de indefinido, pois estas serpentes foram doadas para o serpentário das Faculdades Integradas Tapajós (FIT) e que vieram para o biotério de diversos ambientes em torno da cidade de Santarém Pará, sendo que os ambientes eram: floresta, pastagem e savana, assim como suas fontes alimentares de cada ambiente de estudo. Para o ambiente indefinido podemos caracterizar como fonte alimentar o animal de biotério, sendo que algumas *B. atrox* já estavam sendo mantidas no serpentário por algum tempo e com a alimentação controlada sendo utilizados os seus tecidos posteriormente para as análises de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$, assim como de todos os ambientes de estudo. Para cada ambiente coletado possuímos um N amostral diferente, sendo esse N, um dos fatores importantes para a conservação e preservação das mesmas.

Para o ambiente da Floresta Nacional do Tapajós (FLONA), sendo chamado ao longo do texto de "floresta", foram capturadas 36 serpentes da espécie *Bothrops atrox,* no ambiente de pastagem, com duas áreas bem separadas geograficamente entre si, sendo uma a de Oriximiná e a segunda a vila de São Jorge que foram chamadas ao longo do texto de "pastagem 1" e "pastagem 2". Na pastagem 1, foram coletadas 19 serpentes da espécie *Bothrops atrox* e na pastagem 2 foram coletadas 11 serpentes da espécie *Bothrops atrox.* No ambiente de savana, localizado próximo a Vila do Tapari, foram coletadas cinco serpentes da espécie *Bothrops atrox.* Por último, as serpentes que estavam sendo mantidas no biotério (indefinido), foram coletadas amostras de 13 *B. atrox* de diferentes locais da região de Santárem. Além das serpentes dos diferentes ambientes, foram coletados também as possíveis fontes alimentares de cada local, como invertebrados e pequenos vertebrados que era o alimento dessas serpentes e dos ambientes em que elas viviam. Após as coletas de cada ambiente, esses animais foram levados ao biotério, das Faculdades Integradas Tapajós (FIT) para a manutenção em cativeiro pelo máximo período de tempo, para coletas de amostras para as análises de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$.

Figura 1 - Foto de um exemplar de *Bothrops atrox* juvenil sobre a vegetação arbustiva.

Figura 2 - Foto de um exemplar de *Bothrops atrox* adulto sobre a serrapilheira.

Figura 3 – Foto de um exemplar de fonte alimentar da *Bothrops atrox.*

2.3.2 Área de estudo

Este estudo foi realizado na região amazônica mais especificamente no estado do Pará, por ser o local com maior incidência de acidentes ofídicos (Figura 4). Foram amostradas serpentes da espécie *B. atrox* em três áreas com diferentes usos do solo, sendo dois ambientes naturais, um antropizado e mais uma quarta área, que é onde localiza-se o serpentário da Faculdades Integradas Tapajós (FIT), que recebia as *B. atrox* de diferentes ambientes localizada na cidade de Santarém. Uma área foi subdividida em duas áreas de floresta de terra-firme, a Floresta Nacional do Tapajós (FLONA), distantes da cidade de Santarém, cerca de 67 km (2º53’59,65”S, 54º56’13,75”O) e 83 km (3º02’19,59”S, 54º56’05,03”O), respectivamente, (Figuras 5,e 6), no município de Santarém (PA).

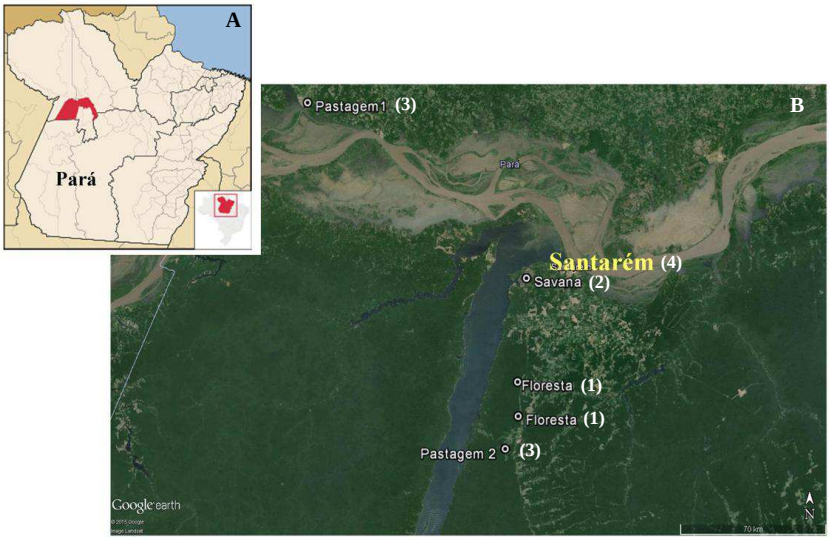


Figura 4 - Foto de satélite das áreas de coletas das *B. atrox* – A: localização do município de Santarém no estado do Pará (vermelho), B: áreas de amostragem de (1) floresta, (2) savana, (3) pastagem, (4) região urbana de Santarém.

Figura 5 – Foto da área de floresta 67 km da Floresta Nacional do Tapajós.

Figura 6 – Foto da área de floresta 83 km da Floresta Nacional do Tapajós.

A segunda área de amostragem foi uma área de savana, composta por uma mistura de árvores esparsas e gramíneas nativas localizada próximo a vila de Tapari, no município de Santarém (2º25’26,65”S, 54º55’28,18”O) (Figura 7).

Figura 7 - Foto da área de savana, próximo à Vila do Tapari.

Finalmente, em uma área de pastagem, cultivada com *Brachiaria umidicola*, localizada a margem da rodovia Santarém-Cuiabá, próximo à Vila de São Jorge, pertencente ao município de Belterra (PA) (3º10’14,41”S, 54º59’23,13”O) (Figura 8).

Figura 8 - Foto da área de pastagem cultivada, próximo a vila de São Jorge.

2.3.3 Métodos de coleta

As *B. atrox* e suas fontes alimentares, foram coletadas utilizando-se diferentes métodos de captura, esses animais foram identificados, georreferenciados e anotados por qual método de captura foram coletados:

a) *Armadilhas de interceptação e queda* (HEYER et al., 1994; CECHIN; MARTINS, 2000) - Este sistema consiste em enterrar baldes plásticos (110 L), ao nível do solo, que foram ligados por cerca guia. Em cada um dos ambientes estudados, (floresta, savana e pastagens), foram instalados onze baldes, dispostos a intervalos de 10 m ao longo de uma linha e interligados por uma cerca guia constituída de uma lona plástica ou tela verde (mosquiteiro) de 1,60 metros de altura. Esta cerca guia foi enterrada a 10 cm abaixo do solo mantido na posição vertical por estacas de madeira com 1,80 metros de altura. Dentro de cada balde, foi colocado uma placa de isopor (25 x 25 x 5 cm) apoiada em quatro espetos de madeira e um pequeno recipiente de água, para criar um micro ambiente úmido e abrigado do sol evitando assim, a morte por desidratação (Figura 9). Elas permaneceram abertas durante quinze em cada mês de coleta, por um período de três anos, onde no primeiro dia foram abertas as armadilhas, (que permanecem fechadas com tampas

plásticas, fora do período de coleta) e fechadas no último dia da expedição para evitar que exemplares eventualmente caiam nas armadilhas e venham a morrer presos nas mesmas. As armadilhas foram vistoriadas diariamente sendo coletados as *B. atrox* e alguns animais que serviram de alimento das mesmas, o restante dos animais foi devolvido ao ambiente. As figuras 10, 11, 12, 13 e 14, são dos ambientes em que foram instaladas as armadilhas de interceptação e queda *(pit fall traps*) Todas as coletas possuem a devida autorização e licença do IBAMA/ICMBIO nº32098-4 com data de 10/12/2013, renovação (Anexo A).

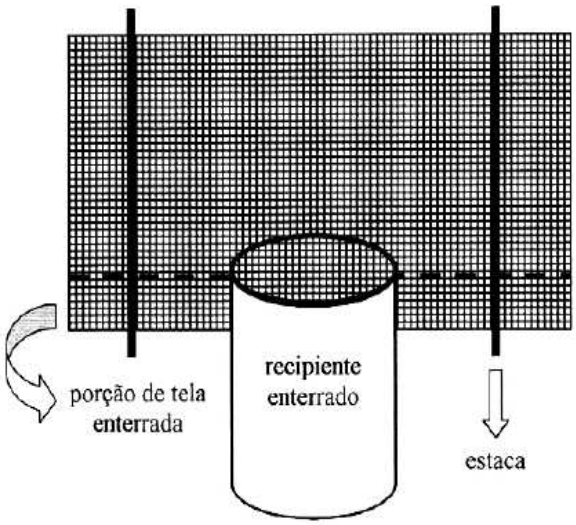


Figura 9 - Esquema de um trecho de armadilhas de queda com cerca-guia. A linha tracejada representa o nível do solo (CECHIN; MARTINS, 2000).

Figura 10 - Foto da instalação das armadilhas a (*pit fall traps*) no 67 km na área de floresta para a coleta de fontes alimentares e *B. atrox.*

Figura 11 - Foto da instalação das armadilhas a (*pit fall traps*), no 83 km na área de floresta para a coleta de fontes alimentares e *B. atrox,* com a equipe marcando os pontos de GPS.

Figura 12 – Foto da instalação das armadilhas a (*pit fall traps*) na área de savana, próxima a vila do Tapari.

Figura 13 – Foto da limpeza da área de pastagem cultivada para a instalação das armadilhas de interceptação e queda (*pit fall traps*)

Figura 14 - Foto da instalação das armadilhas a (*pitt fall traps*) na área de pastagem proximo a vila de São Jorge.

b) *Procura visual ativa limitada por tempo* (MARTINS; OLIVEIRA, 1998) - Este método consiste em buscas realizadas durante o dia e a noite em trajetos realizados a pé com velocidade de 1 km/h, em trilhas, estradas secundárias, matas de galeria e locais próximos a residências. Com esta metodologia procurou-se aumentar o esforço de captura dos animais e amostrar o maior número possível de microhabitats desses ambientes, buscando-se animais em atividade em abrigos (e.g., tocas, sob pedras, troncos caídos, formigueiros) ou apenas vestígios (mudas). A procura foi realizada em apenas um horário do dia nos períodos de coleta.

Figura 15 - Procura visual ativa limitada por tempo (área de pastagem)

c) *Encontro ocasional* - Corresponde ao encontro de serpentes durante atividades distintas dos demais métodos de amostragem. Para cada espécime capturado foram anotadas as seguintes informações: hora, a data de coleta, ponto georreferenciado, método de coleta, micro-habitat (chão aberto, serrapilheira, sobre arbustos e/ou árvores, sob a vegetação e/ou troncos ou pedras) e foram então acondicionados em caixas plásticas e transferidos para o laboratório de pesquisas zoológicas da FIT, onde serão identificados e analisados morfologicamente (sexo, peso, comprimento total, comprimento da cauda). De cada espécime foram obtidas amostras de escama, sangue e fezes. Os animais que eventualmente vierem a óbito durante seu transporte do campo para o laboratório foram amostrados seu fígado, coração, músculo e se possível seu conteúdo estomacal para a verificação de itens alimentares.

Figura 16 - Coleta *de Bothrops atrox* por encontro ocoasional (floresta).

Além das serpentes, alguns invertebrados e vertebrados descritos na literatura como constituintes da dieta de *B. atrox*, também foram coletados, dentre eles: aranhas, lagartos, escorpiões, anfíbios e pequenos mamíferos, que foram encontrados nas armadilhas de interceptação e queda, a fim de obter suas assinaturas isotópicas para a determinação de fontes alimentares nas serpentes. As presas foram identificas ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio de especialistas de cada grupo taxonômico da região (em parceria com a FIT – Faculdades Integradas Tapajós).

2.4 Análise isotópica

As análises isotópicas foram realizadas no Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba – SP.

As amostras de tecido foram limpas manualmente para a remoção de contaminantes provenientes do ambiente ou mesmo de algum outro tecido do próprio animal, fragmentadas no menor tamanho possível e moídas a uma granulometria menor que 0,250 mm, para isso foi utilizado um moinho criogênico do Centro de Isótopos Estáveis Ambientais (CIE) da UNESP – Botucatu. Caso fosse necessário, a retirada de água e gorduras, as amostras foram liofilizadas e desengorduradas, uma vez que a parte lipídica (gordura) ocasiona uma diferença isotópica de até 5‰ no carbono-13. Piasentier et al., (2003), utilizando um extrator de gordura Soxhlet

(Sarge Aparelhos Ltda - Modelo TE-044, Piracicaba, Brasil). O material resultante foi pesado (aproximadamente 2 a 3 mg) em balanças de alta precisão (0,001mg), e colocado em pequenas cápsulas de estanho para a análise. As composições isotópicas de carbono e nitrogênio foram determinadas pela técnica CF-IRMS (Continuous Flow – Isotope Ratio Mass Spectrometers) através da combustão "on-line" da amostra, em um analisador elementar Carlo Erba (CHN-1110). No Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP) Neste processo, os gases gerados pela combustão da amostra, são purificados e separados através de uma coluna cromatográfica gasosa e posteriormente inserida diretamente no espectrômetro de massas, (IRMS Delta Plus; Finnigan Delta Plus), para a determinação das razões isotópicas.

A abundância natural de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ é expressa como desvio por mil (‰) em relação a um padrão internacionalmente reconhecido (ver equação 1). O erro analítico é da ordem de 0,3‰, para o $\delta^{13}C$ e de 0,5‰ para o $\delta^{15}N$.

$$\delta\ (^{13}C,\ ^{15}N) = (R_{amostra}/R_{padrão}) - 1 \qquad (1)$$

Onde (1), R representa a razão entre o isótopo mais pesado e o mais leve, em particular $^{13}C/^{12}C$ para o carbono e $^{15}N/^{14}N$ para o nitrogênio.

2.5 Análises estatísticas

Todos os dados analisados dos tecidos das serpentes *B. atrox* e suas fontes alimentares dos três ambientes de coleta foram testados através da análise de variância (ANOVA), seguida de teste post hoc de Tukey; $P<0,05$ utilizou-se para as comparações dos tecidos das serpentes dos três ambientes de coleta e mais o ambiente indefinido, os resultados de $\delta^{13}C$ $\delta^{15}N$ e relação C/N em função do ambiente e de cada faixa de idade (filhote, juvenil e adulto). Os gráficos de dispersão permitem avaliar para cada animal coletado o grupo de alimentos que este ingeria, caracterizando assim sua dieta, sendo usado o software Minitab 16.

2.6 Resultados e Discussão

Das 36 serpentes *B. atrox*, do ambiente de floresta (FLONA), foram coletadas entre elas, amostras dos tecidos como coração, fígado, estômago, escama, ecdise, fezes e sangue. Sendo também coletados 25 exemplares de pequenos vertebrados e invertebrados, sugerindo que esses animais podem ser as fontes alimentares destas serpentes neste ambiente. No ambiente de pastagem 1, das 19 serpentes *B.atrox*, foram coletadas as mesmas amostras de tecidos coletados na floresta, no entanto com um número de repetição diferente, sendo coração, fígado, estômago, escama, ecdise, fezes e sangue. Na pastagem 1 não foram coletadas as possíveis fontes alimentares. Na pastagem 2, foram coletadas 11 serpentes *B. atrox*, os tecidos coletados para as análise de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$, foram: coração, fígado, estômago, escama, ecdise, fezes e sangue. Além das serpentes também foram coletadas 56 exemplares de pequenos vertebrados e invertebrados, sugerindo que esses animais podem ser as fontes alimentares destas serpentes neste ambiente. No ambiente de savana, forma coletadas cinco serpentes *B. atrox* e coletadas os mesmos tecidos coletados anteriormente como coração, fígado, estômago, escama, ecdise, fezes e sangue. Além das serpentes também foram coletadas 5 exemplares de pequenos vertebrados e invertebrados, sugerindo que esses animais podem ser as fontes alimentares destas serpentes neste ambiente e por último as serpentes que foram caracterizadas como ambiente indefinido, estas serpentes foram recebidas ao serpentário da FIT e também foram coletados os mesmos tecidos das anteriores para as análise isotópicas. Foram coletados tecidos de 13 serpentes *B. atrox,* onde os tecidos foram: coração, fígado, estômago, escama, ecdise, fezes e sangue. Neste ambiente, por se tratar de um serpentário (biotério), a alimentação destes animais era controlada mensalmente com camundongos mantidos no biotério do próprio serpentário da FIT.todas as informações das B. atrox encontram-se no anexo C. As fontes alimentares com média e desvio-padrão de todos os ambientes de coleta, podem ser visualizados na Figura 45 e anexo D.

As análises foram dividas em grupos de tecidos, comparando os ambientes por tecidos analisados, junto com cada faixa de idade. Os resultados isotópicos de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ das *B.atrox* no sangue são visualizados na Figura 17. O $\delta^{13}C$ nos ambientes de pastagem 1 e 2, mostraram que estas serpentes apresentam valores intermediários entre pastagem e a floresta típica (C_4 e C_3) e que estão se alimentando dos animais desses ambientes, apresentando valores intermediários entre as palntas C_3 e plantas C_4. Na Amazônia, as pastagens são rodeadas por pequenos fragmentos de floresta e acredita-se que as fontes alimentares dessas serpentes possam se refugiar e alimentar-se nesses fragmentos. O ambiente de floresta e savana também mostram que esses animais estão se alimentando de presas destes ambientes, pois os resultados de floresta são característicos das

plantas C_3 e os resultados da savana são caracteristicos isotopicamente de plantas C_3 C_4. No ambiente de savana, temos a presença de plantas lenhosas, herbáceas, cactáceas e epífetas, que apresentam resultados intermediários entre as plantas C_3 e C_4. Segundo Magnusson et al. (2008), a composição florística das savanas amazônica são menos ricas que as do Brasil central, no entanto apresentam várias espécies de plantas em comum. Para os resultados de $\delta^{15}N$ no sangue, não apresentaram diferenças significativa, entre os ambientes de floresta, pastagens 1 e 2 e savana, (Figuras 17). Na Figura 18, verificou, diferenças significativas ($p<0,05$) entre os ambientes de coleta e as idades das *B. atrox*, sendo estas entre adulto e filhote nos ambientes de pastagem 2 e floresta. Para os outros ambientes e idades (filhote juvenil e adulto), não foi possível verificar diferenças significativas das *B.atrox*.

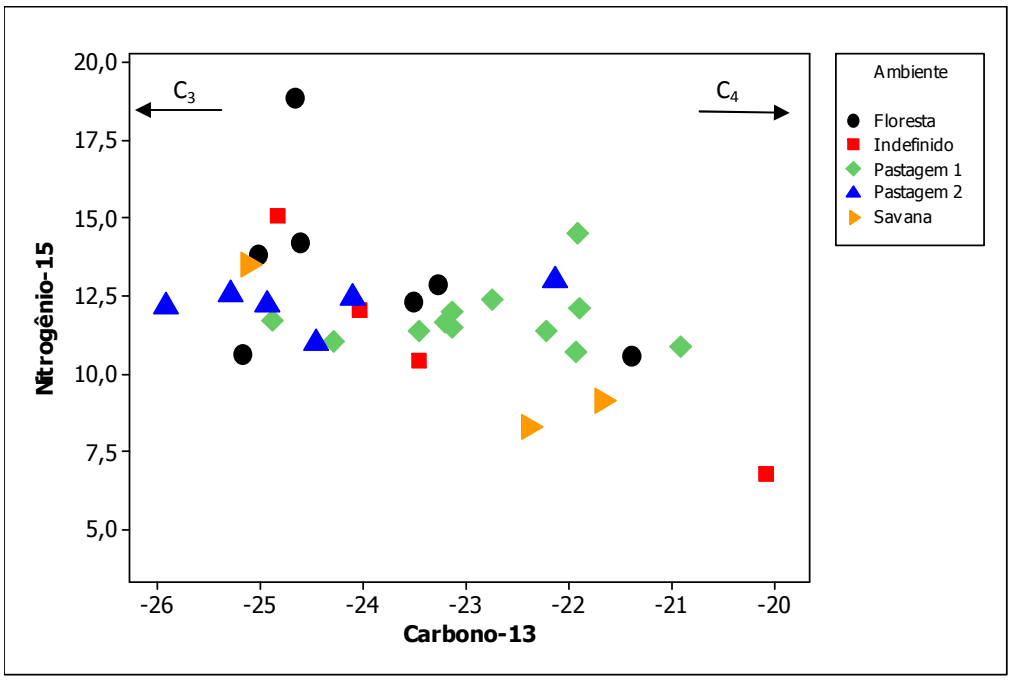


Figura 17 – Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ para o sangue de todos os ambientes de estudo.

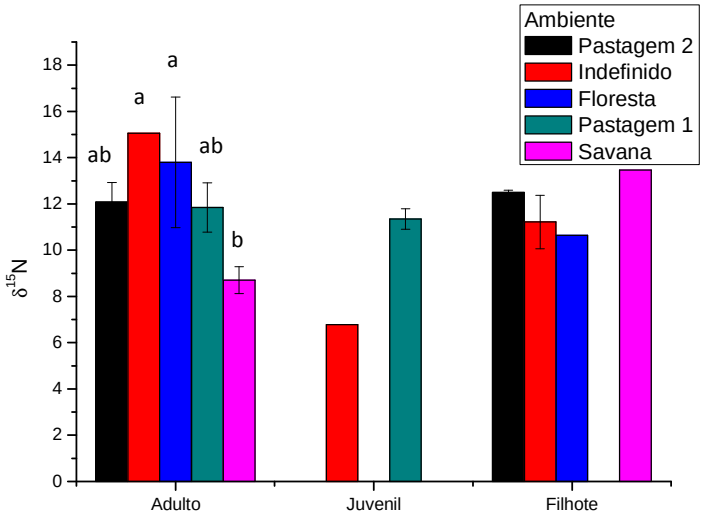


Figura 18 - Análise de $\delta^{15}N$ no sangue, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 19 apresenta as comparações entre os ambientes e as idades das serpentes *B.atrox*, no sangue, não apresentando diferenças significativas entre os ambientes, mas apresentou diferenças significativas ($p< 0,05$) entre o ambiente pastagem 2 nos juvenis comparados com os adultos e filhotes do mesmo ambiente. Nos demais ambientes e idades, os resultados não apresentaram diferenças significativas.

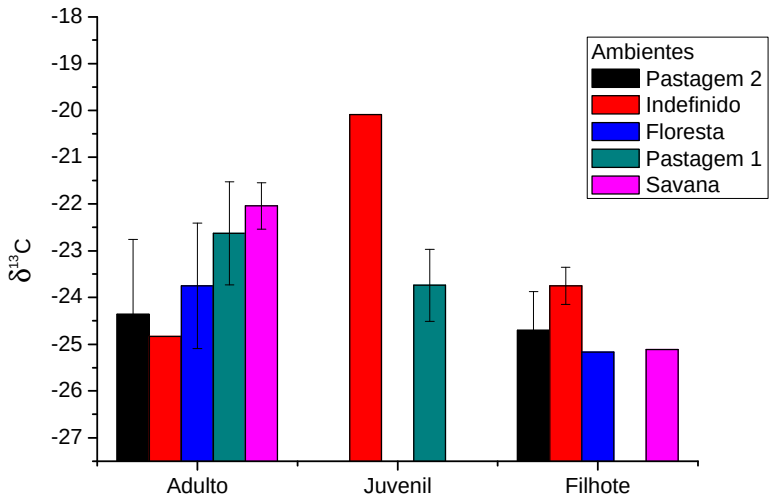


Figura 19 - Análise de $\delta^{13}C$ no sangue, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 20 apresenta os resultados da razão C/N no sangue das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coletas e nas diferentes idades das *B.atrox*. Esses resultados não apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, (floresta, savana, pastagem 1 e 2 e indefinido) mas apresentaram diferenças significativas entre adulto e filhote entre as idades das *B. atrox.*

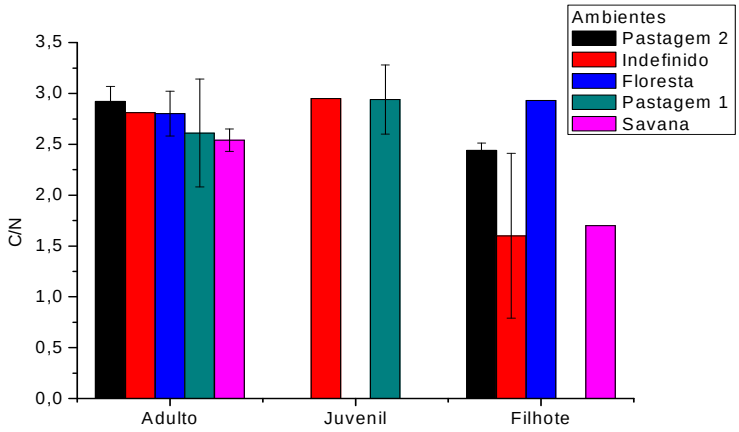


Figura 20 - Análise de C/N no sangue, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

Os resultados isotópicos de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ das *B.atrox* nas fezes são visualizados na Figura 21. Os ambientes de pastagem 1 e 2 no $\delta^{13}C$, mostraram que estas serpentes apresentram valores intermediários entre pastagem e floresta e que estão se alimentando de animais de ambientes. O ambiente de floresta e savana também mostrou que esses animais estão se alimentando de presas destes ambientes, pois os resultados de floresta são característicos de plantas C_3 e os resultados da savana são caracteristicos isotopicamente de savana. No ambiente de savana, temos a presença de plantas lenhosas, herbácias cactáceas e epífetas, que apresentam resultados intermediários entre as plantas C_3 e C_4. Para os resultados de $\delta^{15}N$ nas fezes, apresenta diferenças significativas, entre floresta, pastagem 1 e savana, não apresentando diferenças significativas, entre as pastagen 2, floresta e indefinido, apresentando diferença significativa, com $p<0,05$ entre pastagem 1, 2 e savana (Figura 22). Não sendo possível verificar diferenças significativas entre os ambientes das *B.atrox*, mas foi possível detectar variações isotópicas entre as idades, filhote, juvenil e adulto para os ambientes de pastagem 2 e indefinido. Para os valores do $\delta^{15}N$, (Figura 21) é possível também visualizar a diferença de nível trofico entre os ambientes, sendo possível caracterizar o ambiente de coleta das *B. atrox*, pelas análises isotópicas de $\delta^{15}N$. No caso das fezes das *B. atrox* pode-se levar em conta o balanço nitrogenado. Segundo Rodwell (1990), o balanço do nitrogenado é utilizado para avaliar o metabolismo protéico global, a saúde e a condição nutricional dos animais. Quando a quantidade de nitrogênio absorvida é maior que a excretada, observa-se que o indivíduo está com balanço nitrogenado positivo durante o crescimento, caracterizando filhotes e juvenis das *B.atrox*, se a excreção é maior que a absorção o

balanço nitrogenado é negativo. O equilíbrio nitrogenado ocorre em adultos normais, com absorção igual à excreção. Assim, a quantificação do nitrogênio absorvido e o excretado é uma forma de avaliar a renovação de proteínas e outros compostos celulares, ampliando as metodologias possíveis de serem utilizadas, mas no caso das serpentes é importante utilizar outros tecidos para compara esse balanço, pois cada tecido terá uma resposta a alimetaçao ingerida diferente. A análise apenas das fezes pode levar ao erro de interpretação, pois na maioria das vezes o que é excretado não é necessáriamente o que foi incorporado nos outros tecidos e nem metabolizado como é o caso de pelos e unhas e sim o que as fontes se alimentaram.

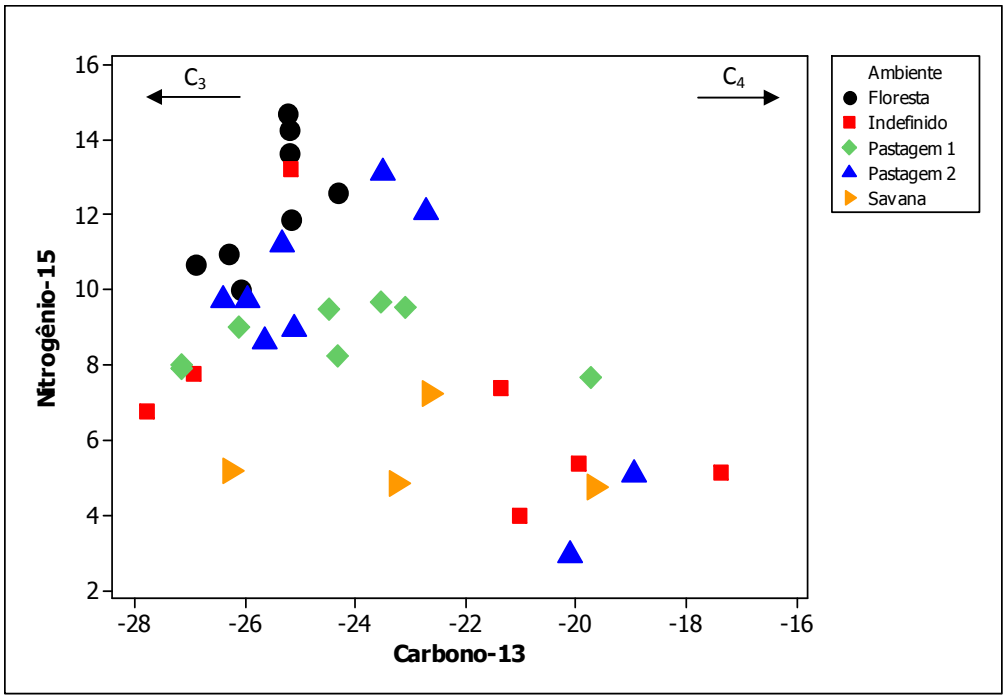


Figura 21 – Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ para fezes de todos os ambientes de estudo.

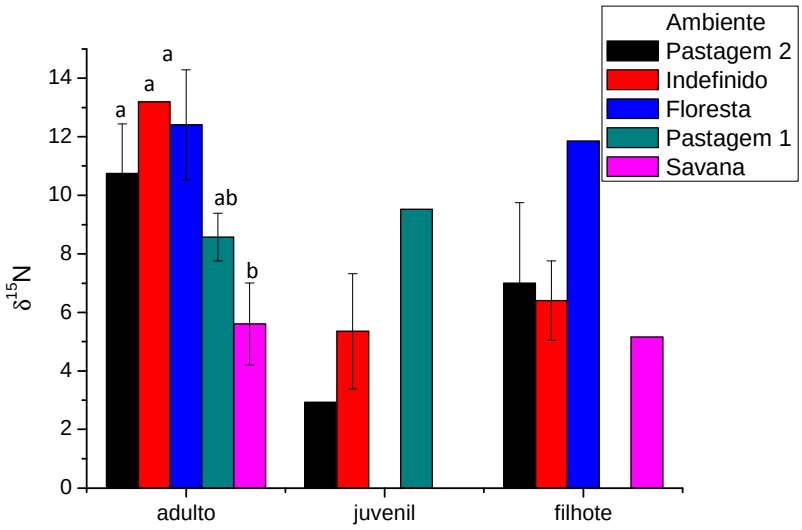


Figura 22 - Análise de $\delta^{15}N$ nas fezes, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 23 apresenta os resultados de $\delta^{13}C$ nas fezes das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados não apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, (floresta savana, pastagem 1, 2 e indefinido), mostrando que para as análises isotópicas do $\delta^{13}C$ nas fezes coletadas nos diferentes ambientes e com serpentes de idades diferentes não é possível diferenciar isotopicamente os ambientes de estudo.

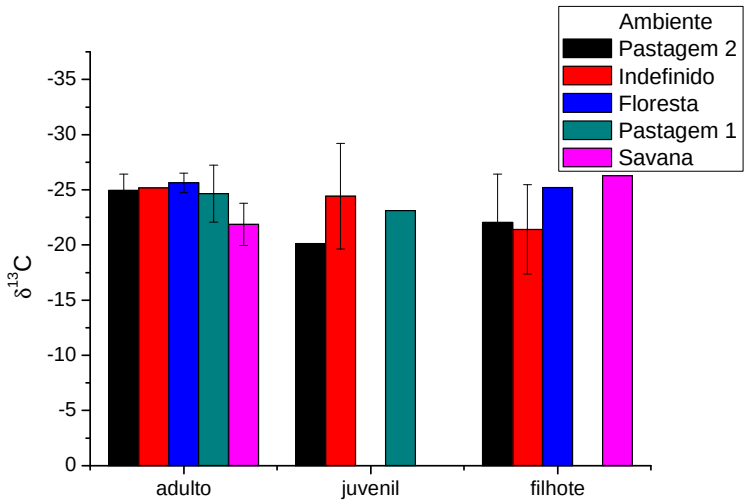


Figura 23 - Análise de $\delta^{13}C$ nas fezes, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 24 apresenta os resultados da razão de $\delta^{13}C$ nas fezes das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados não apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, (floresta savana, pastagem 1, 2 e indefinido.

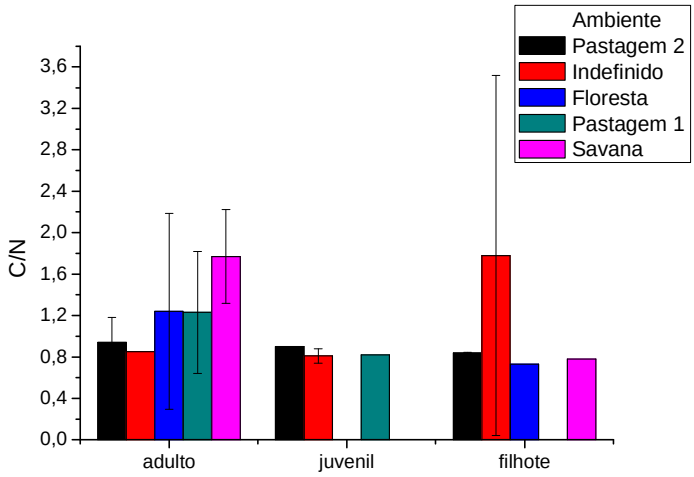


Figura 24 - Análise de C/N nas fezes, comparando os ambientes de coleta. Letras maiúsculas representam a diferença entre as idades para cada ambiente. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

Os resultados isotópicos de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ das *B.atrox* no fígado são visualizados na Figura 25. Os resultados de $\delta^{13}C$ para os diferentes ambientes no fígado, não apresentaram diferenças entre os ambientes de estudo. Os valores isotópicos dos tecidos anteriores (sangue e fezes), assim como o fígado, estão refletindo no $\delta^{13}C$ o ambiente em que viviam e o alimento que consumiam mostrados isotopicamente (DE NIRO; EPPSTEIN, 1978). Os resultados para $\delta^{15}N$ nos mostraram diferenças entre os ambientes de estudo, assim como o nível trófico em que esses animais se encontram, pois as composições isotópicas dos tecidos dos animais (*B. atrox*) dependem principalmente da água ingerida, dos gases inalados e associados a esses fatos dos processos metabóbicos de cada animal (KENNEDY; KROUSE, 1990). Através desses resultados, consegue-se distinguir cada ambiente de estudo, com a mudança de cada nível trófico da ordem de ± 3,0‰, sendo a savana com o nitrogênio -15, mais leve e a floresta com o $\delta^{15}N$ mais pesado, ficando com valores intermediários as pastagens e o indefinido.

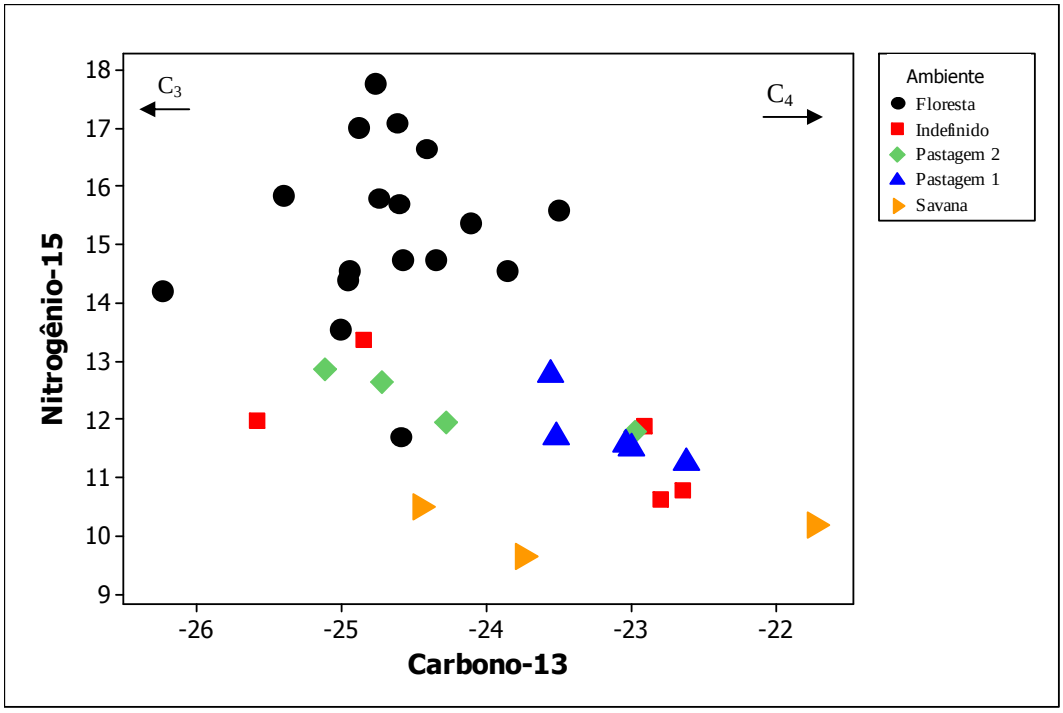


Figura 25 – Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ para o fígado de todos os ambientes de estudo.

A análise da Figura 26 apresenta os resultados de $\delta^{15}N$ no fígado das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) entre os ambientes, (floresta savana, pastagem 1 e 2), mostrando que para análises isotópicas do fígado para o $\delta^{15}N$ entre os ambientes e idades (filhote, juvenil e

adulto), além de refletirem o nível trófico que se encontram, sugere também que os filhotes, independente do ambiente que se encontram, se alimentam de fontes (presas) diferentes dos adultos.

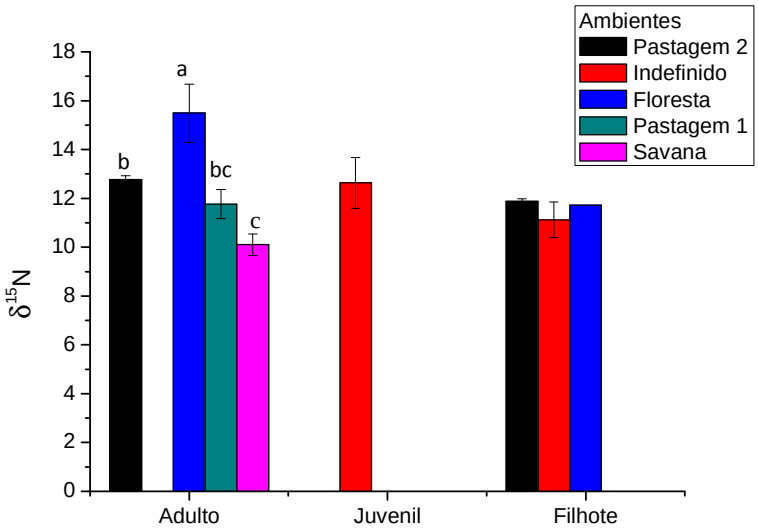


Figura 26 - Análise de $\delta^{15}N$ no fígado, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 27 apresenta os resultados de $\delta^{13}C$ no fígado das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) entre os ambientes, (floresta savana, pastagem 1 e 2), pois esses animais de diferentes ambientes e idades (adulto, juvenil e filhote) se alimentam nos mesmos ambientes mas não necessariamente das mesmas fontes.

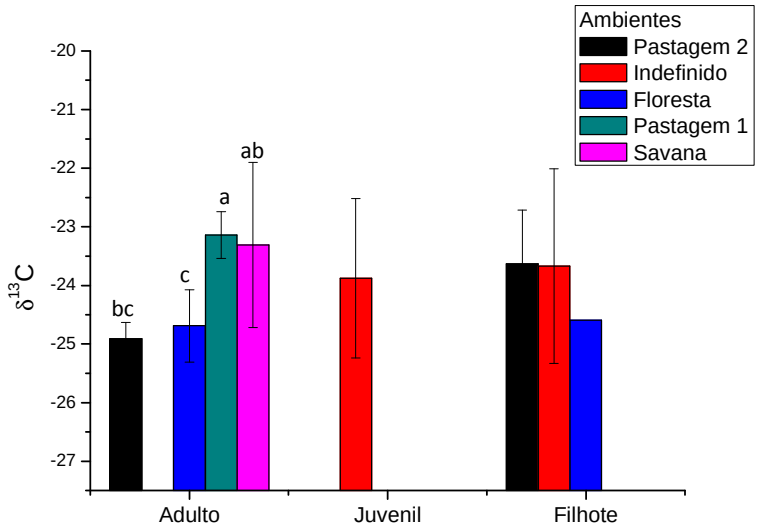


Figura 27 - Análise de $\delta^{13}C$ no fígado, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 28 apresenta os resultados da razão C/N no fígado das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados não apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, (floresta savana, pastagem 1 e 2).

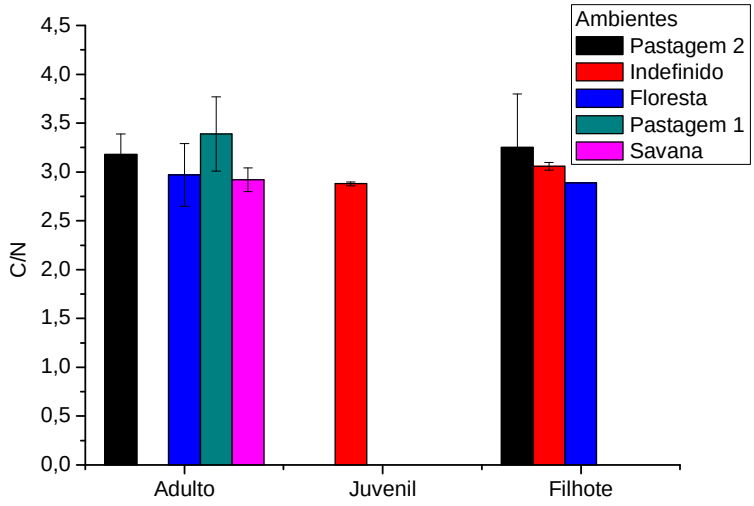


Figura 28 - Análise de C/N no fígado, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

Os resultados isotópicos de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ das *B.atrox* na ecdise são visualizados na Figura 29. Os resultados de $\delta^{13}C$ para os diferentes ambientes na ecdise, não apresentam diferenças entre os ambientes de estudo. Por serem trocas de pele, esses valores podem estar refletindo nas *B. atrox* o alimento que elas ingeriram no passado e que foram incorporados lentamente nesses tecidos. Martinez et al., (2014), verificaram em *Crotalus durissus terrificus* nos seguimentos do guizo que para se obter um *turnover* completo o animal deve permanecer no mesmo ambiente por pelo menos 33 meses, sedo que cada *turnover* vai depender do metabolismo do animal e do tipo de tecido estudado. Observa-se, portanto um *turnover* lento em animais de metabolismo lento como é o caso das serpentes e em tecidos de troca lenta tais como o guizo, ecdise e escamas. Estes dados concordam com os postulados por Mizutani, Kubaya e Wada (1991), que propõe que animais de metabolismo lento possuem *turnover* lento; animais de metabolismo rápido possuem *turnover* rápido. Os resultados para $\delta^{15}N$ nos mostram que não há diferenças entre os ambientes de estudo, assim como o nível trófico em que esses animais se encontram. Através desses resultados, na ecdise não foi possível distinguir cada ambiente de estudo, com a mudança de cada nível trófico da ordem de ± 3,0‰, sendo a savana com o nitrogênio -15, mais leve e a floresta com o $\delta^{15}N$ mais pesado, ficando com valores intermediários as pastagens e o indefinido.

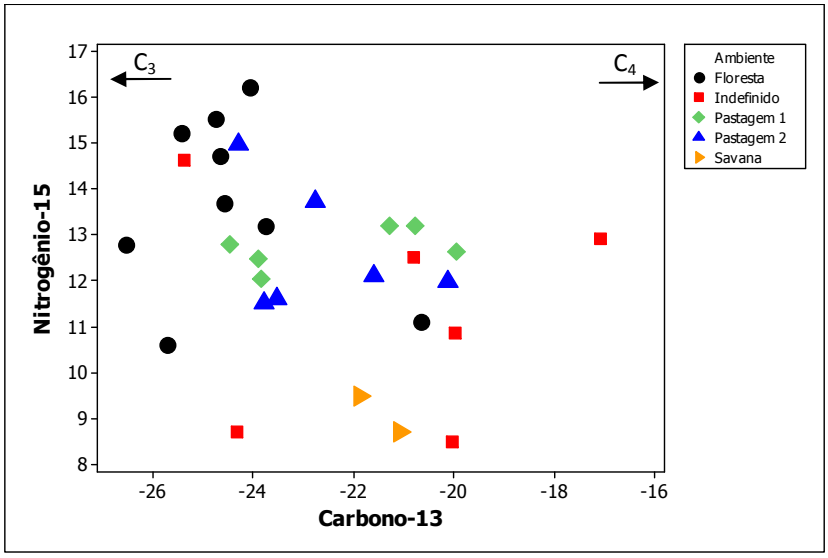


Figura 29 - Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ da ecdise de todos os ambientes de estudo

A análise da Figura 30 apresenta os resultados de $\delta^{15}N$ na ecdise das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados não

apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, (floresta savana, pastagem 1, 2 e indefinido), mas apresentou diferença significativa ($p<0,05$) entre as idades de adulto e juvenil na pastagem 1, mostrando que este tecido é de metabolismo lento e que provavelmente as análises isotópicas da ecdise para o $\delta^{15}N$ entre as idades (filhote, juvenil e adulto), estão incorporando lentamente a nova alimentação havendo uma mistura neste tecido a alimetação recente com a alimentação antiga, não definindo bem o nível trófico em que essas serpentes se encontam nestes ambientes.

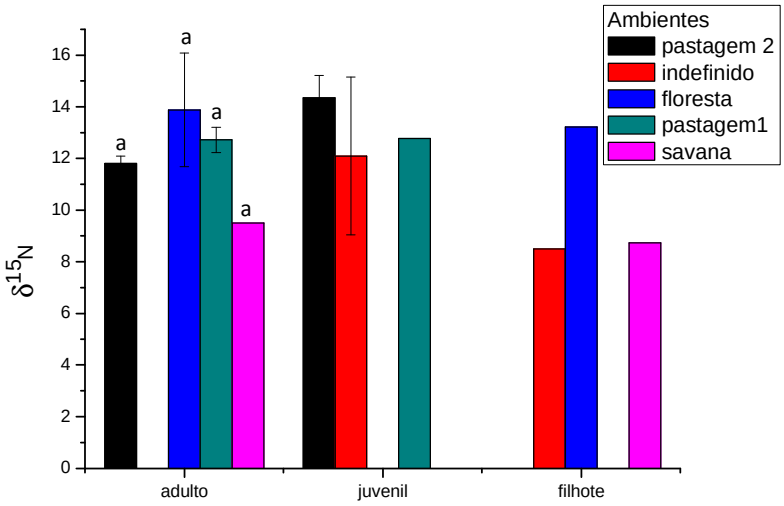


Figura 30 - Análise de $\delta^{15}N$ da ecdise, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 31 apresenta os resultados de $\delta^{13}C$ na ecdise das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados não apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, (floresta, savana, pastagem 1, 2 e indefinido). As análises isotópicas de $\delta^{13}C$ na ecdise apresentaram uma pequena diferença isotópica entre o valor mais leve e o mais pesado, não sendo possível diferenciar os ambientes de estudo, para o carbono -13 em animais de metabolismo lento, a incorporação da fonte alimentar mais recente é muito lenta, havendo uma mistura na incorporação de sinais istópicos da fonte alimentar mais antiga pela fonte mais recente.

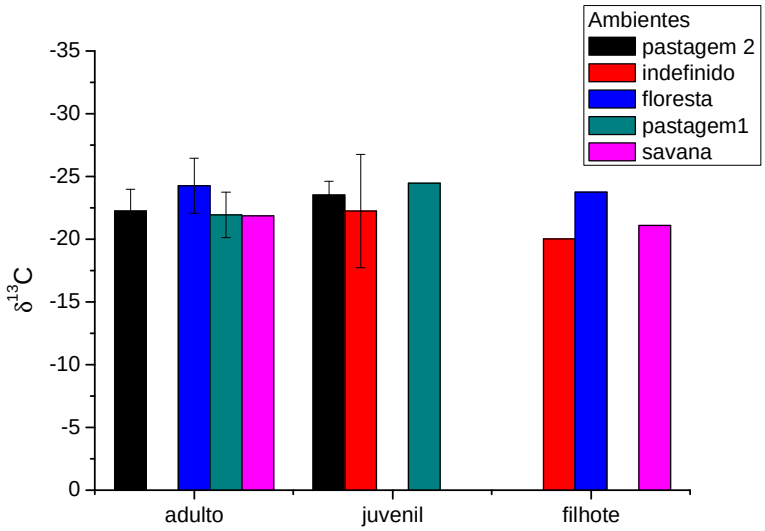


Figura 31 - Análise de $\delta^{13}C$ da ecdise, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 32 apresenta os resultados da razão C/N na ecdise das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados nao apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, (floresta savana, pastagem 1, 2 e indefinido).

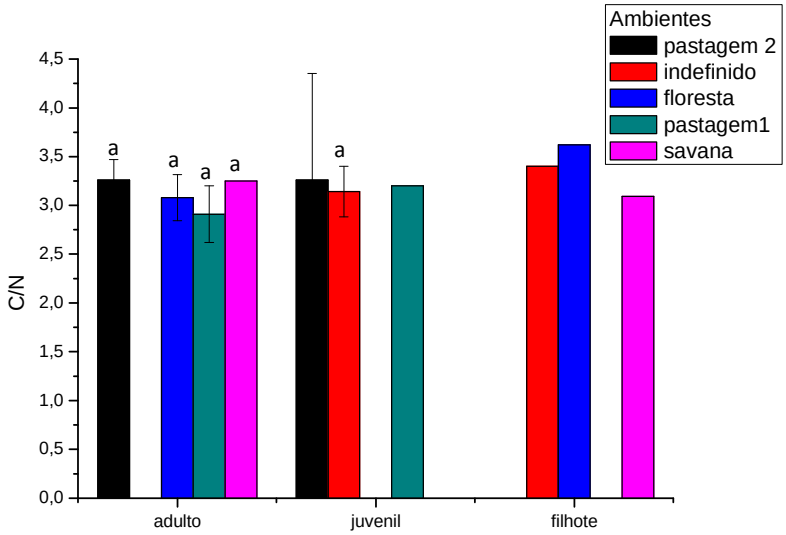


Figura 32 - Análise de C/N da ecdise, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

Os resultados isotópicos de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ das *B.atrox* da escama são visualizados na Figura 33. Os resultados das análises isotópicas para os diferentes ambientes da escama são muito parecidos com os resultados da ecdise, (Figura 29), tanto para o $\delta^{13}C$, quanto para o $\delta^{15}N$, mas neste caso, os resultados apresentam diferenças entre os ambientes de estudo e entre as idades, provavelmente por este tecido ter um metabolismo um pouco maior que a ecdise. A escama é um tecido queratinizado, muito parecido com o chocalho da cascavel e com as trocas de pele, sendo assim é um tecido de incorporação lenta em um animal de metabolismo lento. Em todos os resultados apresentados, verificou-se que foram coletadas *B. atrox* de diferentes idades, sexo em diferentes ambientes e tecidos diferentes, sendo os tecidos queratinizados foram os que apresentam maior mistura de valores isotópicos em seus tecidos tanto no carbono-13 quanto no nitrogênio-15, nos diferentes ambientes de coleta, levando em consideração que os filhotes e juvenis possuem o metabolismo um pouco maior que os adultos e a incorporação da dieta nos tecidos queratinizados como a escama pode ser mais rápida. Na Figura 33, no $\delta^{15}N$ observou-se uma pequena diferença dos resultados de alguns animais da floresta e da savana em relação ao nível trófico, mas, os outros resultados em sua grande maioria não são distinguíveis claramente. Os resultados de pastagem hora se misturam com a savana, hora se misturam com a floresta, mas mesmo assim é possível verificar as diferenças, o mesmo acontece com o $\delta^{13}C$ que as fontes alimentares aparentemente se misturam nos ambientes quando analisado o tecido escama. Na

Figura 45, visualiza-se a média das fontes alimentares nos diferentes ambientes e nos diferentes isótopos ($\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$). A incorporção dos isotopos estáveis, uma vez modificados ou fracionados são incorporados nos tecidos Mizutani, Kubaya e Wada (1991) e as causas da variação da razão isotópica isotópica podem estar relacionadas, ao fracionamento isotópico, turnover isotópico, os tipos de tecidos analisados e a qualidade da dieta entre outros fatores (DE NIRO; EPSTEIN, 1978; TIESZEN et al., 1983; FRY; SHERR, 1984; POST, 2000).

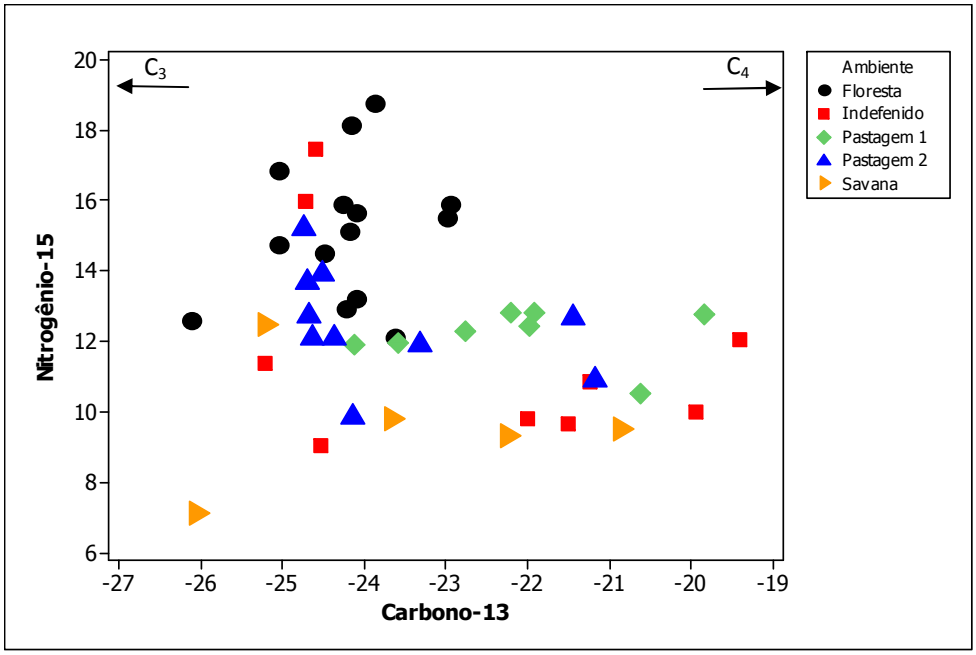


Figura 33 - Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ da escama de todos os ambientes de estudo.

A análise da Figura 34 apresenta os resultados de $\delta^{15}N$ na escama, das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Os resultados entre floresta e indefinido, não apresentaram diferenças significativas e nem entre as pastagem 1 e 2, mas, apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) entre os ambientes, (floresta, savana, pastagem 1, 2). Estes dados concordam novamente com os postulados por Mizutani; Kubaya e Wada,(1991), que propõe que animais de metabolismo lento possuem *turnover* lento e animais de metabolismo rápido possuem *turnover* rápido, como é o caso do tecido escama das *B. atrox* em que a incorporação da dieta nesses ambientes e neste tecido, é realizada mais lentamente.

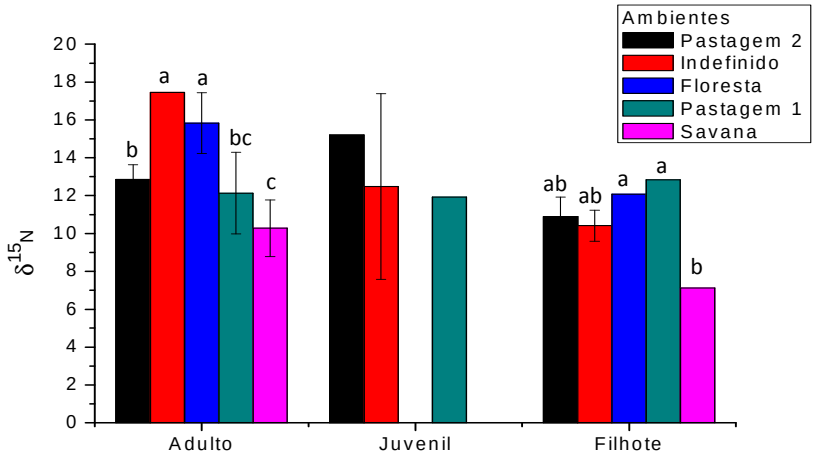


Figura 34 - Análise de $\delta^{15}N$ da escama, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 35 apresenta os resultados de $\delta^{13}C$ na escama das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) entre os ambientes, (floresta, savana, pastagem 1, 2 e indefinido), nos animais adultos dos ambientes pastagem 2, floresta, pastagem 1 e indefinido não apresentaram resultados significativos ($p<0,05$). A savana foi significativa ($P<0,05$) quando comparadas com todos os outros ambientes, (floresta, pastagem 1, 2 e indefinido). As análises isotópicas de $\delta^{13}C$ na escama apresentaram uma pequena diferença isotópica entre o valor do resultado do isótopo mais leve para o mais pesado, não sendo possível a diferenciar os ambientes de estudo para o $\delta^{13}C$.

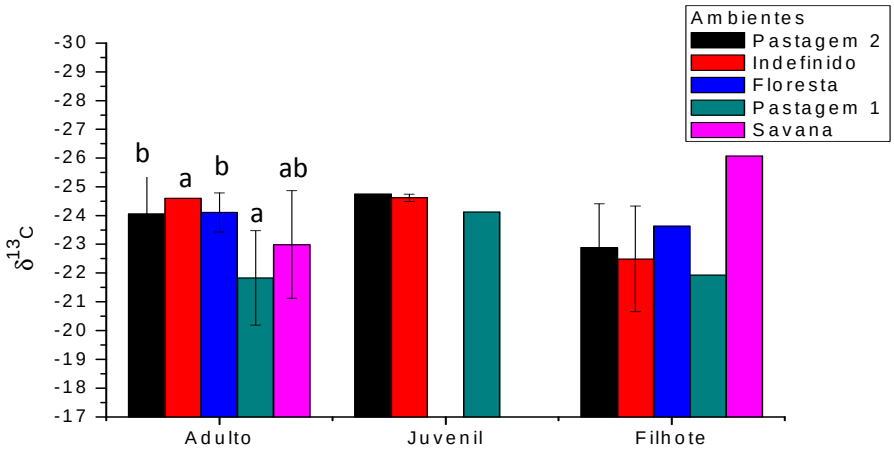


Figura 35 - Análise de $\delta^{13}C$ da escama, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 36 apresenta os resultados da razão C/N na escama das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados não apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, (floresta savana, pastagem 1, 2 e indefinido). O ambiente indefinido apresentou diferença significativa ($p<0,05$) entre as idades (adulto e filhote) e (juvenil e filhote), não apresentando diferença significativa entre adulto e juvenil, já o ambiente de savana apresentou diferenças significativas entre as idades (adulto e filhote), não apresentando diferenças significativas de (filhote e juvenil) e (adulto e juvenil) isto é possível, pois depende da porcentagem de carbono e nitrogênio incorporado nos tecidos analisados.

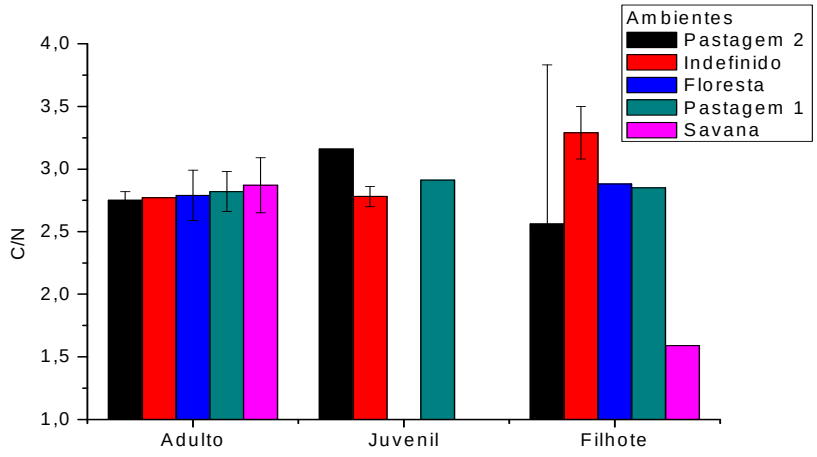


Figura 36 - Análise de C/N da escama, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; P<0,05. Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

Os resultados isotópicos de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ das *B.atrox* no coração são visualizados na Figura 37. Esses resultados são muito parecidos com os resultados do fígado (Figura 25), pois por ser um tecido de metabolismo rápido as trocas da alimentação ingerida são realizadas mais rapidamente. Os resultados de $\delta^{13}C$ para os diferentes ambientes no coração, não apresentaram diferenças entre os ambientes de estudo. Os valores isotópicos dos tecidos anteriores (sangue, fezes, fígado), assim como o coração, estão refletindo no $\delta^{13}C$ o ambiente em que viviam, e o alimento que consumiam mostrados isotopicamente, (DE NIRO; EPPSTEIN, 1978). Os resultados para $\delta^{15}N$ nos mostraram diferenças entre os ambientes de estudo, assim como o nível trófico em que esses animais encontram, pois as composições isotópicas dos tecidos dos animais (*B. atrox*) dependem principalmente da água ingerida, dos gases inalados e associados a esses fatos dos processos metabóbicos de cada animal. (KENNEDY; KROUSE, 1990). Através desses resultados, consegue-se distinguir cada ambiente de estudo, com a mudança de cada nível trófico da ordem de ± 3,0‰, sendo a savana com o nitrogênio -15, mais leve e a floresta com o $\delta^{15}N$ mais pesado, ficando com valores intermediários as pastagens e o indefinido. Ducatti et al. (2002), postularam que o conhecimento do fator de fracionamento tecido/dieta é essencial para os estudos sobre as composições isotópicas. Estes autores observaram que as concentrações isotópicas dos tecidos dos animais refletem a assinatura isotópica da dieta ingerida. Segundo Tieszen et al. (1983), este valor gira em torno de 1‰ para o $\delta^{13}C$, embora Ducatti et al. (2002), acrescenta que isso também

dependerá, em parte da taxa de *turnover*, ou seja, da síntese e da degradação isotópica dos mesmos.

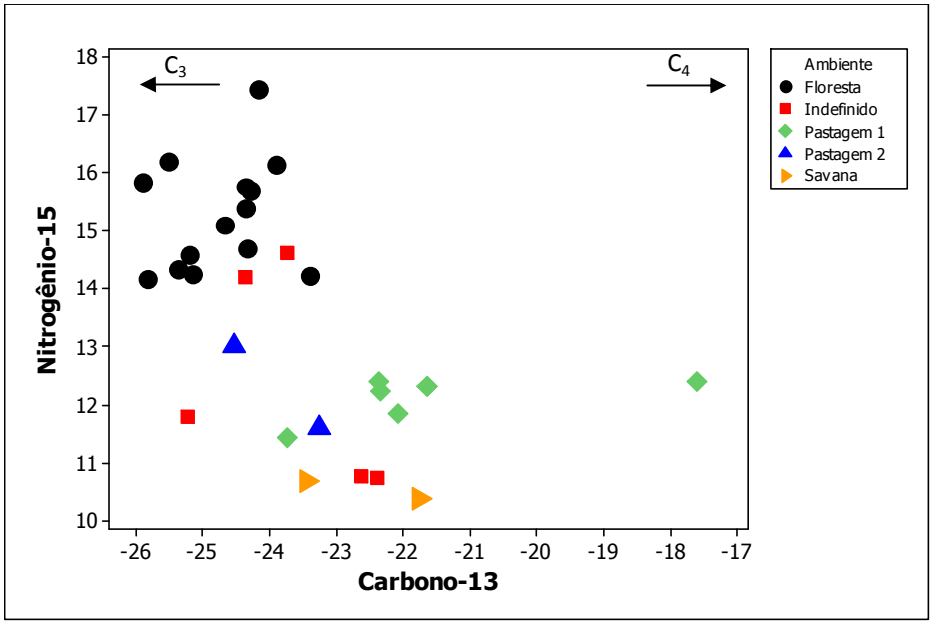


Figura 37 - Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ do coração de todos os ambientes de estudo.

A análise da Figura 38 apresenta os resultados de $\delta^{15}N$ no coração das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) entre os ambientes, (floresta savana, pastagem 1, 2 e indefinido)

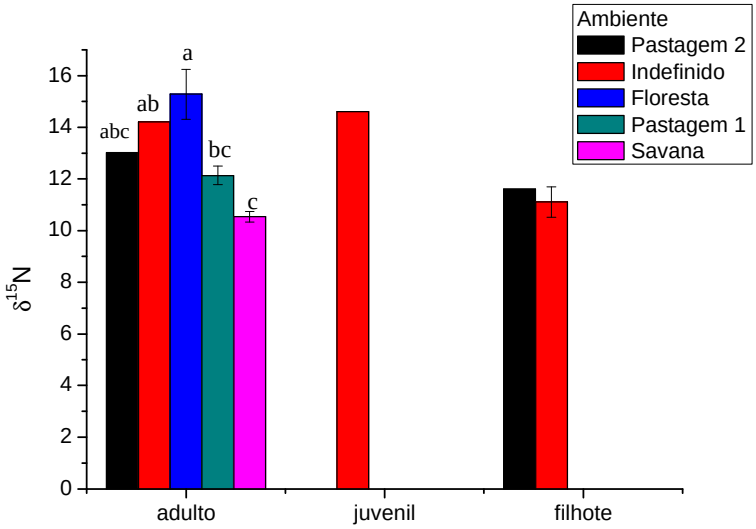


Figura 38 - Análise de $\delta^{15}N$ do coração, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 39 apresenta os resultados de $\delta^{13}C$ no coração das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) entre os ambientes, (floresta, savana, pastagem 1, 2 e indefinido), sendo significativo ($p<0,05$) na pastagem 1 e na floresta e não sendo significativo ($p<0,05$) entre a pastagem 2, savana e o indefinido nos animais adultos. As análises isotópicas de $\delta^{13}C$ no coração apresentou uma pequena diferença isotópica para o $\delta^{13}C$ entre o valor do isótopo mais leve para o isótopo mais pesado, sendo possível diferenciar os ambientes de estudo.

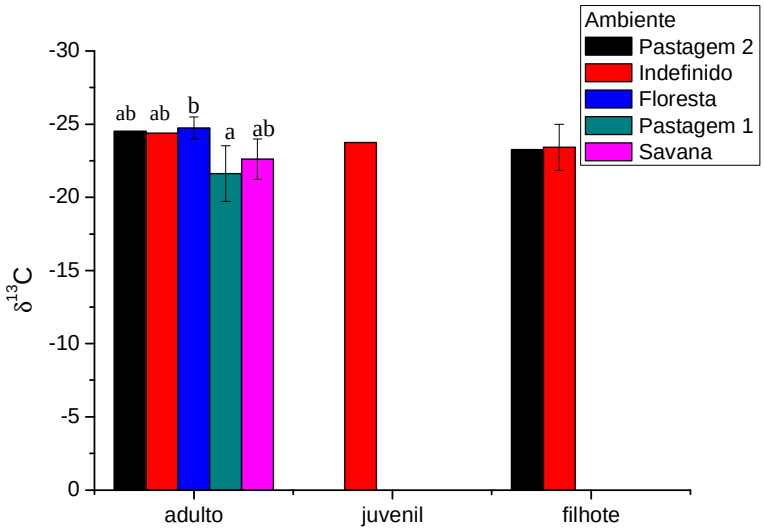


Figura 39 - Análise de $\delta^{13}C$ do coração, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 40 apresenta os resultados da razão C/N no coração das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados não apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, (floresta savana, pastagem 1, 2 e indefinido, no ambiente indefinido e apresntaram diferenças significativas ($p<0,05$) e na pastagem 2, entre idades e ambientes (adulto e filhote) também apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$).

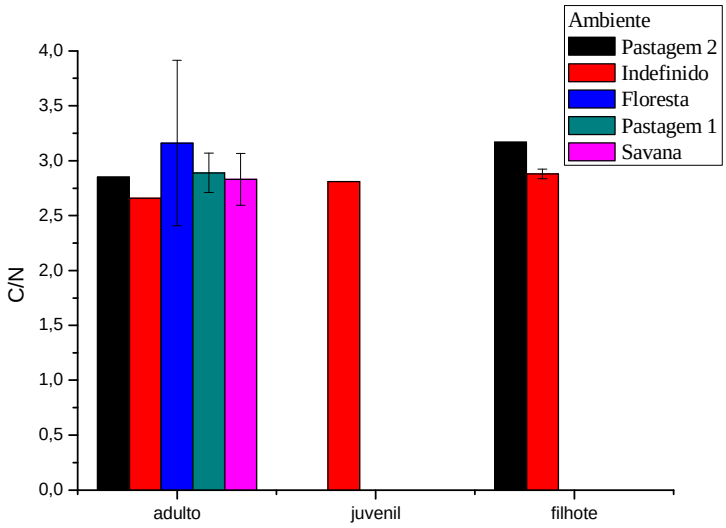


Figura 40 - Análise de C/N do coração, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

Os resultados isotópicos de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ das *B. atrox* no estômago são visualizados na Figura 41. Esses resultados são muito pareceido com os resultados do fígado (Figura 25) e do coração (Figura 37), por ser um tecido de metabolismo rápido as trocas da alimentação ingerida são realizadas mais rapidamente. Os resultados de $\delta^{13}C$ para os diferentes ambientes no estômago, não apresentaram diferenças entre os ambientes de estudo. Os valores isotópicos dos tecidos anteriores (sangue, fezes, fígado, coração), assim como o estomago, estão refletindo no $\delta^{13}C$ o ambiente em que viviam, e o alimento que consumiam mostrados isotopicamente, (DE NIRO; EPPSTEIN, 1978). Os resultados para $\delta^{15}N$ nos mostram diferenças entre os ambientes de estudo, assim como o nível trófico em que esses animais encontram, pois as composições isotópicas dos tecidos dos animais (*B. atrox*) dependerão das presas que elas estão ingerindo e do ambiente em que elas se encontram. Através desses resultados, consegue-se distinguir cada ambiente de estudo, com a mudança de cada nível trófico da ordem de ± 3,0‰, sendo a savana com o nitrogênio -15, mais leve e a floresta com o $\delta^{15}N$ mais pesado, ficando com valores intermediários as pastagens e o indefinido.

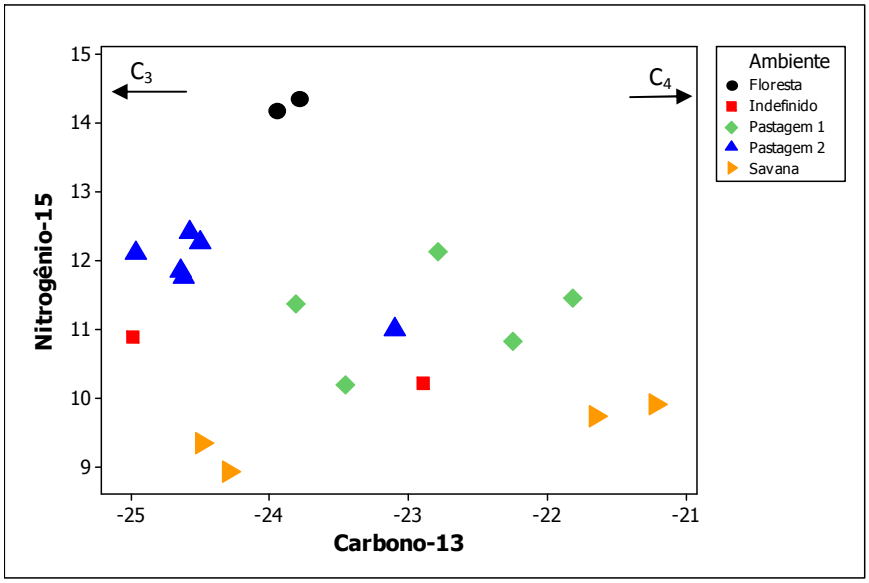


Figura 41 – Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ do estômago de todos os ambientes de estudo.

A análise da Figura 4 apresenta os resultados de $\delta^{15}N$ no estômago das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) entre os ambientes, (floresta savana, pastagem 1, 2).

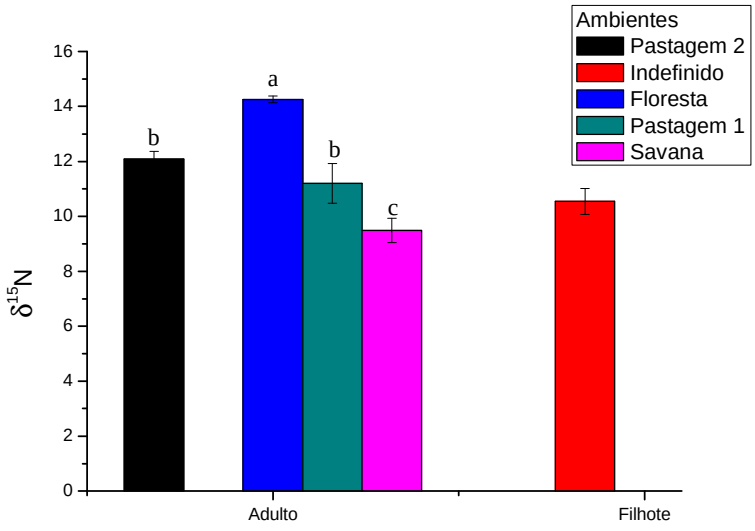


Figura 42 - Análise de $\delta^{15}N$ do estômago, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 43 apresenta os resultados de $\delta^{13}C$ no estômago das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados não apresentaram diferenças significativas entre os ambientes, (floresta, savana, pastagem 1, 2). Não obteve resultados de $\delta^{13}C$ para os animais juvenis, pois não se obteve amostras para as análises isotópicas. As análises isotópicas de $\delta^{13}C$ no estômago apresentou uma pequena diferença isotópica entre o valor do isótopo mais leve e do mais pesado, sendo possível diferenciar os ambientes de estudo.

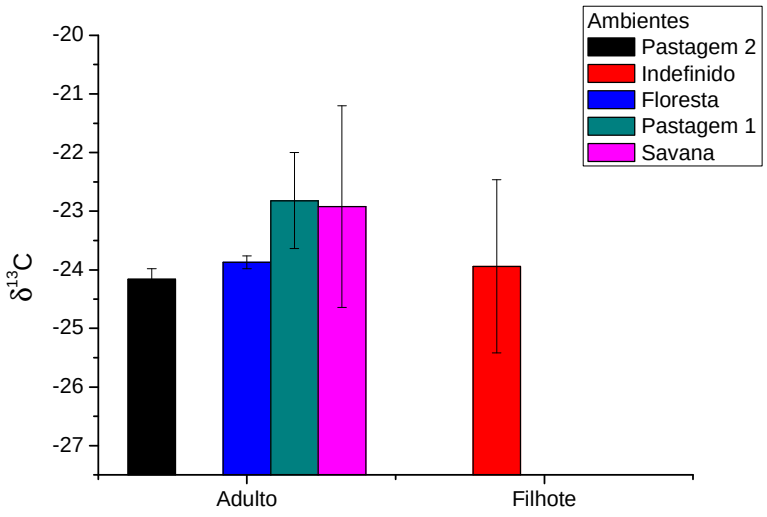


Figura 43 - Análise de $\delta^{13}C$ do estômago, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se, ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A análise da Figura 44 apresenta os resultados da razão C/N no estômago das amostras analisadas nos diferentes ambientes de coleta e diferentes idades das *B. atrox*. Esses resultados não apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) entre os ambientes, (floresta, savana, pastagem 1, 2) Entre as idades e ambientes (filhote e adulto) não apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$). Não obteve resultados para a razão C/N para os animais juvenis, pois não obteve-se amostras para as análises isotópicas.

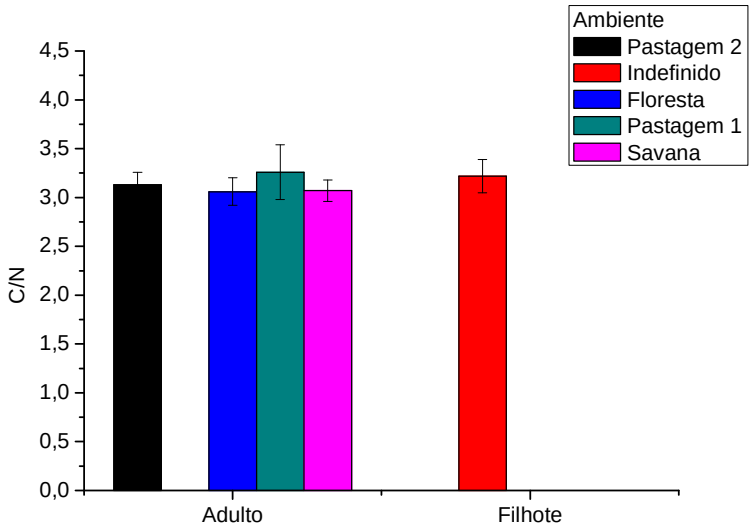


Figura 44 - Análise de C/N do estômago, comparando os ambientes de coleta. Letras minúsculas representam a diferença entre os ambientes para cada idade. Utilizou-se ANOVA seguida de teste post hoc de Tukey; ($p<0,05$). Ausência de letras é devida a falta de repetição ou de diferença estatística.

A Figura 45 apresenta os resultados com média e desvio-padrão das fontes alimentares das *B.atrox* dos diferentes ambientes de coleta (floreta, pastagens e savana). Neste caso temos as fontes de um quarto ambiente que é o biotério em que essas serpentes após as coletas eram mantidas no biotério da FIT e recebiam a alimentação do local de manutenção, lembrando que os resultados desses tecidos das *B. atrox* dos diferentes locais de coleta foram amostrado apenas no tempo inicial (T0) e não depois que começaram a receber a alimentação do biotério. As fontes de todos os ambientes com os nomes científico e resultados isotópicos encontram-se no anexo D.

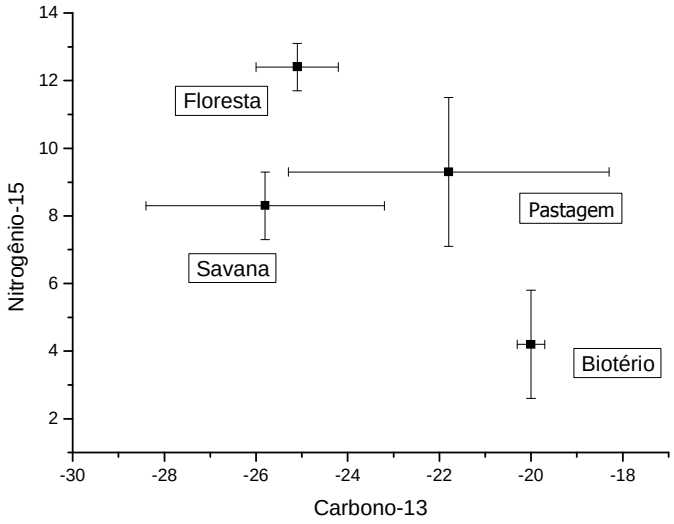


Figura 45 - Distribuição dos valores das fontes alimentares dos ambientes de coleta com média e desvio-padrao, caracterizando o ambiente em que esses animais viviam.

Análise empregada no presente estudo foi a anáise isotópica de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ por espectrometria de massas dos diferentes tecidos das serpentes *B.atrox* nos diferentes ambientes de coleta e também em serpentes recebidas como doação no serpentário da FIT. Pode- se verificar que, coletando os mesmos os tecidos das mesmas serpentes e dos mesmos ambientes, (floresta, savana e pastagens), cada tecido analisado respondeu isotopicamente e estatisticamente de forma diferente isto observou-se também em relação as idades (filhote, juvenil e adulto). Em relação aos ambientes, nas análises de $\delta^{15}N$, pode-se verificar que a floresta é mais rica em $\delta^{15}N$ em suas fontes que a savana e isto refletiu na incorporação dos tecidos analisados. Segundo Ducatti et al. (2002), o conhecimento do fator de fracionamento tecido/dieta é essencial para os estudos sobre as composições isotópicas. Estes autores observaram que as concentrações isotópicas dos tecidos dos animais refletem a assinatura isotópica da dieta ingerida. Que neste estudo são os tecidos analisados das *B. atrox* e as fontes alimentares (dieta). Neste caso, o valor da composição isotópica em valores de $\delta^{13}C$ passa de um animal para o outro com um pequeno fator de fracionamento. Tieszen et al. (1983) falaram que este valor gira em torno de 1‰ para o $\delta^{13}C$, embora Ducatti et al. (2002), acrescentaram que isso também dependerá, em parte da taxa de *turnover*, ou seja, da síntese e da degradação isotópica dos mesmos. Concluindo, que os tecidos com *turnover* rápidos apresentam metabolismo rápido e indicam dietas recentes; tecidos com *turnover* lentos, indicam dietas a longo prazo e animais de metabolismos lentos. A escolha do tecido e da dieta dependerá então da questão de interesse, de acordo com Ducatti, (2004). Alguns

estudos com esta serpente mostraram ser uma espécie generalista, consumidoras principalmente de centopéias, peixes, anuros, lagartos, outras serpentes, aves e pequenos mamíferos (MARTINS; GORDO, 1993; EGLER; OLIVEIRA; MARTINS, 1996; MARTINS; OLIVEIRA, 1998; MARTINS; MARQUES; SAZIMA, 2002; OLIVEIRA; MARTINS, 2001; MACEDO-BERNARDE; BERNARDE, 2005; NASCIMENTO; BERNARDE; BUZZETTI, 2008), sendo coletadas as fontes alimentares descritas na literatura nestes ambientes. Por ser uma espécie tão generalista, tavez a explicação do $\delta^{15}N$ ser tão enriquecido na floresta, pela diversidade de animais ser maior e mais empobrevido na savana, onde o próprio ambiente é mais pobre. Acredita-se que venenos de serpentes são influenciados pelo tipo de presa consumida, o que interfere na composição das proteínas formadas no organismo do animal, e conseqüentemente, na toxicidade deste veneno (MACKESSY, 1988; ANDRADE; ABE, 1999; MACKESSY et al., 2006; ZELANIS TRAVAGLIA-CARDOSO; FURTADO, 2008; MACKESSY et al., 2003). A variabilidade na composição dos venenos pode ser verificada entre as diferentes espécies, e de forma intra-especifica representada por variações ontogenéticas (SALDARRIAGA et al., 2003; GUÉRCIO et al., 2006), ligadas ao sexo (MENEZES et al., 2006), ou conforme a distribuição geográfica (ALAPE-GIRÓN et al., 2008). A abundância e diversidade de presas, também devem influenciar na composição do veneno e variações relacionadas ao ambiente ocupado, neste caso, as *B. atrox* coletadas nos diferentes ambientes pode se observar que existem diferenças significativas com ($p<0,05$) entre as idades e os ambientes em alguns tecidos analisados para o $\delta^{15}N$ como (sangue, fezes, fígado, ecdise, escamas) nos diferentes ambientes como floresta, pastagens e savana. Isto sugere que a presa pode influenciar na composição do veneno e as diferenças de níveis tróficos que esses animais encontram se nos diferentes ambientes coletados.

Estudos futuros comparando os venenos dessas serpentes isotópicamentes com análise de cromatografia, por exemplo, poderiam desvendar se o veneno dessas serpentes refletem em suas proteínas, as fontes alimentares ingeridas nos diferentes ambientes e se essas diferenças estão relacionadas com o habito alimentar e o ambiente onde o animal foi coletado.

2.7 Conclusões

De acordo com os resultados obtidos nos diferentes tecidos coletados (sangue, fezes, fígado, ecdise, escama, coração e estômago) nos diferentes ambientes de estudo, (floresta, savana, pastagens e indefinido), concluímos que no mesmo animal, cada tecido responde isotopicamente

diferente tanto para $\delta^{13}C$ quanto para o $\delta^{15}N$ e que a escolha do tecido a ser estudado irá depender da pergunta que se quer responder.

Dependendo do tecido analisado nas *B.atrox* pode se ter diferenças entre as idades do animal (adulto, juvenil e filhote) e diferenças entre os ambientes de estudo, isto dependerá também da fonte alimentar ingerida (presa).

Quando comparados os tecidos das *B.atrox* (predador) com as fontes alimentares (presa), conseguimos visualizar diferenças no $\delta^{15}N$ entre presa e predador e que estas diferenças, estão relacionadas com o nível trófico desses animais, independentemente do ambiente em que vivem.

Quando analisados os tecidos como escama e ecdise, nos resultados de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ verificamos que esses resultados são distintos dos tecidos como fígado, coração, sangue, estomago e fezes, pois essas diferenças estão relacionadas aos diferentes processos metabólicos e relacionadas à incorporação da dieta em cada tecido, podendo representar as diferentes fases alimentares dessas serpentes, sugerindo se elas estão se alimetando de animais dos ambientes em que foram encontradas.

As fontes alimentares coletadas nos mesmos ambientes das *B. atrox*, diferem entre si caracterizando o ambiente que viviam.

As diferenças de idades e ambientes dos tecidos das *B. atrox* analisadas comparadas com as fontes alimentares, sugerem que animais maiores se alimentam de presas maiores, como é o caso dos adultos e animais menores irão se alimentar de presas menores, como é o caso dos filhotes e isto também interfere na composição isotópica dos tecidos das *B. atrox* e no metabolismo do alimento ingererido, o ambiente em que ela vive também é uma informação importante, sugerindo também que ao realizar análises isotópicas do veneno, as composições proteicas podem ser também diferentes.

Além desse estudo, outros estudos com ecologia isotópica e metabolismo animal, são importantes de serem realizados, afim de cada vez mais se aprofundar de como essas serpentes vivem, do que elas se alimentam e de como isso refelte isotopicamente em seu metabolismo.

Referências

ALAPE-GIRON, A.; SANZ, L.; ESCOLANO, J.; FLORES-DIAS, M.; MADRIGAL, M.; SASA, M.; CALVET, J. J. Snake venomics of the lancehead *Bothrops asper*. Geographical, individual and ontogenetic variations. **Journal of Proteome Research,** Washington, DC, v. 7, p. 3556–3571, 2008.

ANDRADE, D. V.; ABE, A. S. Relationship of venon ontogeny and diet in *Bothrops*. **Herpetologica**, Lafayette, v. 55, n. 2, p. 200-204, 1999.

BERNARDE, P. S.; KOKUBUM, M. N. C.; MARQUES, O. A. Atividade e uso de hábitat em *Thamnodynastes strigatus* (Günter, 1858), no sul do Brasil (Serpentes, Colubridae). **Boletim do Museu Nacional,** Rio de Janeiro, v. 4, n. 28, p. 1-8, 2000.

CAMPBELL, J. A.; LAMAR, W. W. **The venomous reptiles of the western hemisphere**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2004. v. 2, 870 p.

CARVALHO, G.; BARROS, A. C.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D. Sensitive development could protect amazonia instead of destroying it. **Nature**, London, v. 409, p. 131, 2001.

CECHIN, S. Z.; MARTINS, M. Eficiências das armadilhas de interceptação e queda (piitfall traps) em amostragem de anfíbios e répteis do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 17, n. 3, p. 729-740, 2000.

CLARK, R. H. Diet of the Timber Rattlesnake *Crotalus durissus*. **Journal of herpetology,** Salt Lake City, v. 36, p. 494-499, 2002.

DE NIRO, M. J.; EPSTEIN, S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, New York, v. 42, p. 495-506, 1978.

DUCATTI, C. **Isótopos estáveis ambientais**. Botucatu: Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2004.

DUCATTI, C.; CARRIJO, A. S.; PEZZATO, A. C.; MANCERA, P. F. A. Modelo teórico e experimental da reciclagem do carbono–13 em tecidos de mamíferos e aves. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, p. 29-33, 2002.

EGLER, S. G.; OLIVEIRA, M. E.; MARTINS, M. *Bothrops atrox* (common lancehead) foraging behavior and ophiophagy. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 27, n. 1, p. 22-23, 1996.

EHLERINGER, J. R.; BOWLING, D. R.; FLANAGAN, L.B.; FESSENDEN, J.; HELLIKER, B.; MARTINELLI, L. A.; OMETTO, J. P. Stable Iisotopes and carbon cycle processes in forests and grassland. **Plant Biology**, New York, v. 4, p. 181-189, 2002.

FARIA, A. S.; LIMA, A. P.; MAGNUSSON, W. E. the effects of fire on behavious and relative abundance of the three lizard species in Amazinian savanna. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 20, p. 591-594, 2004.

FROTA, J. G.; SANTOR JUNIOR, A. P.; CHALKIDIS, H. M.; GUEDES, A. G.; As serpentes da região do baixo rio Amazonas, Oeste do estado do Pará (*Squamata*). **Biociências,** Taubaté, v. 13, p. 211-220, 2005.

FRY, B.; SHERR, E. B. ^{13}C measurement as indicators of carbon flow in marine and fresh water ecossystems. **Contribution in Marine Science**, Port Aransas, TX, v. 27, p. 13-46, 1983.

GANNES, L. Z.; O'BRIEN, D. M.; DEL RIO, C. M. Stable isotopes in animal ecology: assumptions, caveats, and a call more laboratory experimentals. **Ecology**, Brooklyn, v. 78, p. 1271-1276, 1997.

GUÉRCIO, R. A. P.; SHEVCHENKO, A.; SHEVCHENKO, A.; LÓPEZ-LOZANO, J. L.; SOUSA, M. V.; RICART, C. A. O. Ontogenetic variations in the venom proteome of the Amazonian snake *Bothrops atrox*. **Proteome Science**, New York, NY, v. 4, p. 11, 2006. doi: 10.1186/1477-5956-4-11.

HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; McDIARMID, R. W.; HAYEK, L. C.; FOSTER, M. S. **Measuring and monitoring biological diversity**. Standard methods for Amphibians. Washington, DC: Smithsonian Institute Press, 1994.

HOBSON, K. A.; CLARK, R. G. Assessing avian diets using stables II: factores influencing diet-tissue fractionation. **The Condor**, Waco, v. 94, p. 189-197, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades**. Pará. Santarém. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: http://cod.ibge.gov.br/236R3. Acesso em: 20 jul. 2015.

KENNED, B. V.; KROUSE, H. R. Isotope fractionation by plants and animals: implications for nutrition research. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology,** Ottawa, v. 68, p. 960-972, 1990.

KOCK, P. L.; FOGEL, M. L.; TURONS, N. Tracing the diets of fossil animals using stable isotope. In: LAJTHA, K.; MICHENER, R. H. (Ed.). **Stable in ecology and environmental science**. London: Blackwell Scientific Publication, 1994. chap. 4, p. 63-92

LÉTOLLE, R. Nitrogen-15 in the natural environment. In: FONTES, J. C. (Ed.). H**andbook of Environmental Isotope Geochemistry**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1980. v. 1, p. 407-429.

MACEDO-BERNARDE, L. C.; BERNARDE, P. S. *Bothrops atrox* (Common Lancehead) diet. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 36, n. 4, p.456, 2005.

MACKESSY, S. P. Venon ontogeny in pacific rattlesnakes *Crotalus viridis helleri* and *Crotalus viridis oreganus*. **Copeia**, Lawrence, KS, n. 1, p. 92-101, 1988.

MACKESSY, S. P.; WILLIAMS, K.; ASHTON, K. G. Ontogenetic variation in venom composition and diet of *Crotalus oreganus concolor*. A case of venom Paedomorphosis? **Copeia**, Lawrence, KS, n. 4, p. 769-782, 2003.

MACKESSY, S. P.; SIXBERRY, N. M.; HEYBORNE, W. H.; FRITTS, T. Venon of the brown treesnake, *Boiga irregularis*; Ontogenetic shifts and taxa-specific toxicity. **Toxicon**, Elmsford, NY, v. 47, p. 537-548, 2006.

MARTINEZ, M. G.; DUCATTI, C.; SILVA, E. T. SANT'ANNA, S. S.; SARTORI, M. P.; BARRAVIERA, B. Does the of *Crotalus durissus terrificus* reveal its dietary history? **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, London, v. 20, p. 53, 2014.

MARTINS, M.; GORDO, M. *Bothrops atrox* (Common Lancehead) diet. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 24, p. 151-152, 1993.

MARTINS, M.; OLIVEIRA. M. E. Natural history of snakes in forests of the Manaus Region, Central Amazonian, Brazil. **Herpetological Natural History,** Stanford, v. 6, p. 78-150, 1998.

MARTINS, M.; MARQUES, O. A. V.; SAZIMA, I. Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers (Genus *Bothrops*). In: SCHUETT, G. W.; HÖGGREN, M.; DOUGLAS, M. E.; GREEN, H. W. (Ed.). **Biology of the vipers.** Eagle Mountain, Utah: Eagle Mountain Publishing, 2002. p. 307–328.

MAGNUSSON, W. E.; LIMA, A. P.; ALBERNAZ, L. K. M.; SANAIOTTI, T. M.; GUILLAUMET, J. Composição, floristica de cobertura vegetal das savannas na região de Alter do Chão, Santarém, PA. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 31, p. 165-177, 2008.

McKECHNIE, A. E. Stable isotopes: powerful new tools for animal ecologists. **South African Journal of Science,** Johannesburg, v. 100, p. 131-134, 2004.

MENEZES, M. C.; FURTADO, M. F.; TRAVAGLIA-CARDOSO, S. R.; CAMARGO, A. C.; SERRANO, S. M. Sex-based individual variation of snake venom proteome among eighteen *Bothrops jararaca* siblings. **Toxicon**, Elmsford, NY, v. 47, p. 304–312, 2006.

MINITAB INC. **Minitab**®. Statistical software; version 16 for windows ®. Pacific Grove, CA: Duxbury Press, 2010.

MIZUTANI, H.; KUBAYA, Y.; WADA, E. Nitrogen and carbon isotope composition relates linearly in cormorants tissues and its diets. **Isotopenpraxis**, Basel, v. 4, p. 166-168, 1991.

NASCIMENTO, P. F.; BERNARDE, P. S.; BUZZETTI, D. R. C. *Bothrops atrox* (Amazonian Lancehead) diet. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 39, n. 3, p. 353, 2008.

NEWSOME, S. D.; DEL RIO, C. M.; BEARHOP, S.; PHILLIPS, D. L. A niche for isotopic ecology. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, DC, v. 5, n. 8, p. 429-436, 2007.

OLIVEIRA, M. E.; MARTINS, M. When and where to find a pit viper: activity patterns and habitat use of the lancehead, Bothops atrox, in central Amazonia, Brasil. **Herpetological Natural History,** Stanford, v. 8, n. 2, p. 101-110, 2001.

OUTEIRAL, A. B. **História natural de uma comunidade de serpentes da Serra do Sudeste, Bioma Pampa, Brasil**. 2006. Tese (Doutorado) - Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

POST, D. M. Using stable isotopes to estimate throphic position: models, methods and assumptions. **Ecology**, Brooklyn, v. 83, p. 703-718, 2002.

RANKAMA, K. Carbon isotope. In: _____. **Geochemistry**. 2. ed. London: Pergamon Press, 1956. chap. 16, p. 181-234.

RODWELL, V. W. Catabolismo do nitrogênio dos aminoácidos. In: MURRAY, R.; HAPER, K. **Bioquímica**. São Paulo: Atheneu, 1990. p. 276-285.

SALDARRIAGA, M. M.; OTERO, R.; NÚÑEZ, V.; TORO, M. F.; DíAZ, A.; GUTIERREZ, M. J. Ontogenetic variability of *Bothrops atrox* and *Bothrops asper* snake venoms from Colombia. **Toxicon,** Elmsford, v. 42, p. 405–411, 2003.

SAWAYA, R. J.; MARQUES, O. A. V.; MARTINS, M. Composição e história natural das serpentes de Cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 8, p. 127-149, 2008.

TIESZEN, L. L.; BOUTTON, T. N.; TESDAHL, K. G.; SLADE, N. A. Fractionation and turnover of stable carbon isotope in animal tissues: implications for δ‰^{13}C analyses of diet. **Oecologia**, Berlin, v. 57, p. 32-37, 1983.

ZELANIS, A.; TRAVAGLIA-CARDOSO, S. R.; FURTADO, M. F. D. Ontogenetic changes in the venon o *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae) and its biological implication. **South American Journal of Herpetology**, Washington, DC, v. 3, n. 1, p. 43-50, 2008.

3. Manutenção das *B. atrox* em cativeiro, verificando em seus tecidos o *turnover* da nova dieta ingerida.

Resumo

A *Bothrops atrox* é considerada uma das serpentes mais perigosa da América do Sul, por seu alto índice de acidentes e devido a sua agressividade. Acidentes ofídicos sem o tratamento adequado levam a taxa de mortalidade estimada em 7%. Com o uso correto do soro antiofídico e tratamento de suporte, essa taxa é reduzida para 0,5 e 3%. Essa jararaca, assim como algumas outras espécies, torna a região de Santarém uma área com alta incidência de acidentes ofídicos, isso pode estar relacionado à maior diversidade ambiental na região, e a existência e concentração de todos os gêneros de serpentes peçonhentas ocorrentes no Brasil. A compreensão da influencia de fatores ecológicos e históricos da estruturação de comunidades de serpentes, deve ser baseada em conhecimentos prévios de sistemática e biogeografia dos grupos de estudo, assim como os fatores bióticos, como a disponibilidade de alimento e tipo de vegetação e abióticos, como a pluviosidade, temperatura do ar. Pelo do uso da metodologia dos isótopos estáveis do carbono (^{13}C) e do nitrogênio (^{15}N) verificou se as variações dos hábitos e fontes alimentares existentes nos diferentes ambientes e usos de solo na Amazônia, neste caso, ambientes de floresta, savana e pastagem, apresentaram diferenças isotópicas nos tecidos dos animais mantidos em cativeiro, em resposta a mudança de alimentação (tecidos coletados nos diferentes ambientes e em biotério) e se os animais dos diferentes ambientes respondem de forma diferenciada isotopicamente a essa alteração alimentar. As serpentes, assim como as suas possíveis presas, foram coletadas nos três ambientes, através de três métodos de coleta, como encontro ocasional, busca ativa e armadilhas de interceptação e queda (*Pitt fall traps*) e que tiveram os seus tecidos analisados isotopicamente. As serpentes foram coletadas nos diferentes ambientes, foram mantidas no cativeiro com a alimentação de biotério, sendo coletadas amostras de tecidos periodicamente possibilitando verificar o *turnover* dos tecidos analisados. As diferentes fontes alimentares coletadas nos diferentes ambientes foram isotopicamente distintas, com reflexo na composição isotópica dos tecidos das serpentes, no tempo inicial (T0), refletindo o ambiente em que viviam. Foi coletado também o alimento do biotério que foi oferecido para as serpentes mantidas em cativeiro. Assim, verificou o *turnover* dos tecidos desses animais independentemente do ambiente em que foram coletados inicialmente e o sinal isotópico da nova alimentação oferecida. Este estudo contribuiu para o conhecimento da ecologia da serpente e seu uso dos ambientes, ainda pouco relatados em estudos de ecologia isotópica em animais, assim como estudos de *turnover*.

Palavras-chave: Serpentes, nível trófico, dieta, biotério, mudança alimentar.

Abstract

The *Bothrops atrox* is considered one of the most dangerous snakes in South America for its high rate of accidents and due to its aggressiveness. Snake bites without proper treatment lead to estimated mortality rate of 7%. With the correct use of antivenom and supportive treatment, this rate is reduced to 0.5 to 3%. This pit viper, as well as some other species, makes the Santarém region an area with high incidence of snake bites, this may be related to greater environmental diversity in the region and the existence and concentration of all kinds of poisonous snakes occurring in Brazil. Understanding the influence of ecological and historical factors structuring snakes communities, should be based on prior knowledge of systematic and biogeography of the study groups, as well as biotic factors such as food availability and type of vegetation and abiotic, as rainfall, air temperature. By the use of the methodology of carbon stable isotope (^{13}C) and nitrogen (^{15}N) examined the changes in eating habits and sources existing in different environments and land use in the Amazon, in this case, forest environments, savannah and grassland, presented isotopic differences in the tissues of animals kept in captivity, in response to power changes (collected tissues in different environments and animal facilities) and animals of different environments respond differently isotopically this food change. Snakes, as well as their possible prey, were collected in the three environments through three collection methods, such as occasional encounter, active surveillance and interception traps and falling (*Pitt fall traps*) and had their tissues analyzed isotopically. The snakes were collected in different environments, were held in bondage to the power vivarium, tissue samples being collected periodically enabling check the turnover of the analyzed tissues. The different food sources collected in different environments were isotopically distinct, reflecting the isotopic composition of the snakes tissue at baseline (T0), reflecting the environment in which they lived. It was also collected the vivarium of the food that was offered to snakes kept in captivity. So we checked the tissues of these animals *turnover* regardless of the environment in which they were originally collected and the isotopic signal of the new power offered. This study contributed to the knowledge of the ecology of the snake and its use environments, yet little reported in studies of isotope ecology in animals as well as *turnover* studies.

Keyword: Snakes, trophic level, diet, biotery, dietary change.

3.1 Introdução

Os acidentes causados por animais peçonhentos constituem um problema de saúde pública para os países tropicais (BARRAVIERA; FERREIRA JUNIOR, 2007). No Brasil, a partir de 1986, ano em que foi instituído o Programa Nacional de Controle de Acidentes por Animais Peçonhentos, o Ministério da Saúde passou a se preocupar com a notificação dos acidentes, bem como com a publicação de manuais de orientação à comunidade. Assim, em 1987 foi publicado o primeiro manual denominado Manual de Diagnóstico e Tratamento de Acidentes Ofídicos. Em 1992 publicou-se o Manual de Diagnóstico e Tratamento de Acidentes por Animais Peçonhentos e foram atualizados em 1998. A partir de então foi possível conhecer o número de acidentes por animais peçonhentos nas diversas regiões do país, bem como sua prevalência e gravidade (UETZ, 2015).

Bothrops é um gênero de serpente da família viperídae, com espécies popularmente conhecidas como jararacas. Essas serpentes peçonhentas, encontradas na América Central e do Sul são responsáveis por causarem acidentes em seres humanos não somente no Brasil, mas também em outros países da América Latina (McDIARMID; CAMPBELL; TOURÉ, 1999). O gênero apresenta atualmente 32 espécies com grande variabilidade dos padrões de coloração, tamanho e ação da peçonha.

A *Bothrops atrox* é considerada uma das serpentes mais perigosa da América do Sul, por seu alto índice de acidentes e devido a sua agressividade. Acidentes ofídicos sem o tratamento adequado levam a taxa de mortalidade estimada em 7%. Com o uso correto do soro antiofídico e tratamento de suporte, essa taxa é reduzida para 0,5 e 3% (CAMPBELL; LAMAR, 2004).

Alguns estudos com esta serpente mostraram ser uma espécie generalista, consumidoras principalmente de centopéias, peixes, anuros, lagartos, outras serpentes, aves e pequenos mamíferos (MARTINS; GORDO, 1993; EGLER; OLIVEIRA; MARTINS, 1996; MARTINS; OLIVEIRA, 1998; MARTINS; MARQUES; SAZIMA, 2002; OLIVEIRA; MARTINS, 2001; MACEDO-BERNARDE; BERNARDE, 2005; NASCIMENTO; BERNARD; BUZZETTI, 2008). Essa jararaca, assim como algumas outras espécies, torna a região de Santarém uma área com alta incidência de acidentes ofídicos, o que pode estar relacionado à maior diversidade ambiental na região e possibilitam a existência e concentração de todos os gêneros de serpentes peçonhentas ocorrentes no Brasil.

A compreensão da influencia de fatores ecológicos e históricos da estruturação de comunidades de serpentes, deve ser baseada em conhecimentos prévios de sistemática e biogeografia dos grupos de estudo, assim como os fatores bióticos, como a disponibilidade de alimento e tipo de vegetação e abióticos, como a pluviosidade, temperatura do ar (BERNARDE; KOKUBUM; MARQUES, 2000; OUTEIRAL, 2006; SAWAYA; MARQUES; MARTINS, 2008). Na região Amazônica, os trabalhos sobre herpetofauna, são em geral de curto prazo e pontuais, em diferentes regiões como em floresta de terra firme, várzea e igapó, o que não permite grande genarizações sobre o grupo das *Bothrops* em especial a *Bothrops atrox,* existindo uma grande lacuna de conhecimento sobre a taxocenose de serpentes na região do oeste do Pará, em especial nas regiões de Belterra, que possui palnos de manejo em execução e nas áreas de savana amazônica, que devido ao tamanho reduzido, deve possuir comunidades complexas e Frota et al. (2005), constataram que apresença dos três ambientes (savana amazônica, floresta de terra firme e várzea) foram importantes para constatar riquezas de 85 espécies de serpentes, sendo a diversidade registrada até hoje para a região do oeste do Pará como a mais rica já estudada na região tropical.

Estas informaçãoes são importantes, pois não se sabe como as *Bothrops atrox* (*B. atrox*) estão se adaptando nestes ambientes e que alimentos estão ingerindo. Com base nas informações de literatura e de novos estudos de ecologia e comportamentos das *B. atrox*, utilizou-se o emprego da técnica de traçadores com os isótopos estáveis ambientais, pois tem possibilitado grandes avanços e abrindo novos horizontes nas diversas áreas das ciências básicas e aplicadas.

Análise da ocorrência natural dos isótopos estáveis ambientais tem possibilitando estudos de ecologia animal, especialmente nas áreas de comportamento, estrutura trófica, metabolismo e reprodução (McKECHNIE, 2004; NEWSOME et al., 2007). Estas investigações demonstram que as composições isotópicas dos tecidos dos animais dependem principalmente da alimentação (sólida, líquida) e consequentemente do ambiente em que vivem. Associados a estes fatos, os efeitos dos isótopos estão ligados aos processos metabólicos de incorporação desses compostos (KENNED; KROUSE, 1990).

Por se tratar da região amazonica, localizada no norte do Brasil em que predomina em sua maioria o bioma de floresta (floresta tropical úmida), com áreas de savana amazônica e com algumas áreas de pastagens, isto é extremamente importante, pois tem - se três ambientes diferentes para o estudo. No ambiente de floresta, possuímos plantas do ciclo fotossintético denominado C_3, (plantas C_3) que são plantas, onde o primeiro composto formado na fotossíntese são três átomos de carbono e plantas do ciclo fotossintético C_4 (plantas C_4), formam na fotossíntese quatro átomos de carbono, que são as plantas das áreas de pastagens. Este tipo de planta tem uma composição isotópica de carbono distinta ($\delta^{13}C$) em comparação com as plantas

que se seguem a via fotossintética C_3 (plantas C_3) (EHLERINGER et al., 2002). Esta diferença isotópica entre estas plantas tem permitido o uso intenso dessa técnica em estudos de alimentação em ecologia animal, já que há uma ligeira modificação da composição isotópica de carbono dos alimentos durante a digestão e a incorporação no tecido animal de consumidores (GANNES; O'BRIEN; DEL RIO, 1997).

Estudos com o objetivo de investigar as dietas de serpentes são especialmente importantes porque os hábitos de alimentação estão ligados ao comportamento e à procura de alimentos destes animais (CLARK et al., 2002). Neste sentido, seria útil utilizar uma metodologia alternativa para complementar os estudos de conteúdo estomacal para investigar a ecologia alimentar desta espécie.

É pouco compreendido como os isótopos estáveis, uma vez modificados ou fracionados são incorporados aos tecidos (MIZUTANI; KUBAYA; WADA, 1991). O conhecimento do fator de fracionamento tecido/dieta é essencial para os estudos sobre as composições isotópicas. A outra limitação é que as taxas de *turnover* dos isótopos estáveis do carbono do tecido de aves selvagens são pouco conhecidas (HOBSON; CLARK, 1992). Ducatti et al. (2002), investigaram as taxas de *turnover* isotópico em mamíferos utilizando dietas de composição isotópicas diferentes. Estes autores (DUCATTI et al., 2002) observaram que as concentrações isotópicas dos tecidos animais refletem a assinatura isotópica da dieta ingerida. Isto dependerá, em parte, da taxa de *turnover*, ou seja, a síntese e a degradação isotópica do mesmo. Tecidos com *turnover* rápido apresentam metabolismo rápido e indicam dietas recentes. Àqueles com *turnover* lentos indicam médias dietéticas de longo prazo, ou seja, referem-se a alimentação antiga. A escolha do tipo de tecido para análise isotópica dependerá, então, da questão de interesse (DUCATTI, 2004). Rankama (1956), observou, que pronunciadas variações naturais ocorrem na composição isotópica do carbono e a razão $^{13}C/^{12}C$, através da determinação por espectrometria de massa. O valor dessa razão isotópica é uma medida relativa tomada comparativamente a um padrão internacional, ou seja, um fóssil carbonatado da era Cretaceous (Bellemnitella Americana) da formação *Pee Dee* na Carolina do Sul, denominada de PDB. A razão ($^{13}C/^{12}C$) se expressa com terminologia em delta per mil, relativo ao padrão internacional.

A fonte primária de carbono das plantas terrestres é o gás carbônico (CO_2) atmosférico, o qual tem o valor de $\delta^{13}C$ aproximadamente -7,7‰. No caso do isótopo estável de nitrogênio, o padrão internacional é o ar atmosférico, o qual é considerado uma mistura isotópica homogênea na superfície terrestre. Os valores do nitrogênio–15 ($\delta^{15}N$) são expressos em terminologia de

delta per mil da razão isotópica $^{15}N/^{14}N$ do produto, em relação ao padrão internacional definido. (KENNED; KROUSE; 1990). Diferentemente do carbono, a razão isotópica $^{15}N/^{14}N$ nas plantas não depende do ciclo fotossintético realizado, no caso das leguminosas que utilizam o ar atmosférico como fonte para a fixação do nitrogênio, esta razão aproxima–se do padrão internacional e no caso das gramíneas, que dependem do solo como fonte de nitrogênio, esta razão varia em função de cada solo específico, dependente de inúmeros fatores como clima e adubação. Assim como o carbono, a abundância natural de ^{15}N pode ser utilizada como traçador em estudos de nutrição animal.

Em análise da composição isotópica do ^{15}N em diversos materiais de origem terrestre, observa-se que o $\delta^{15}N$ nos animais varia de +3 a +13‰, enquanto que nas plantas varia de -10 a +10‰, visto que os animais são ricos em ^{15}N quando comparados com os vegetais. (LÉTOLLE, 1980). Este autor, tendo por base os trabalhos de Hoering (1955) e Gaebler et al. (1963), mostraram um possível modelo do enriquecimento de nitrogênio-15 entre a alimentação e o animal como um todo.

Trabalhos de Kock, Fogel e Turon (1994), demonstraram também através de níveis tróficos, o modelo da variação do nitrogênio nas plantas e o fracionamento do ^{15}N nos diferentes níveis tróficos, incluindo herbívoros, carnívoros e onívoros.

Piassentier et al. (2003), caracterizaram carnes de ovelhas em função da origem de países europeus e do regime de alimentação. Esta caracterização foi obtida através da análise de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$, nas proteínas puras da carne de ovelhas alimentando–se de pasto (C_4), leite (C_4) e cereais (C_3), estes autores avaliaram também a efetividade da técnica dos isótopos estáveis do $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ como uma metodologia para a certificação da origem geográfica e do regime de alimentação de carneiros. Acredita–se que as diferenças encontradas nos valores de $\delta^{15}N$ podem ser devidas ao tipo de solo, a aplicação de fertilizantes orgânicos, assim como, a presença de plantas leguminosas que discriminam o N_2 atmosférico, ou ao próprio metabolismo animal.

Segundo Rodwell (1990), o balanço do nitrogenado é utilizado para avaliar o metabolismo protéico global, a saúde e a condição nutricional dos animais. Quando a quantidade de nitrogênio absorvida é maior que a excretada, observa-se que o indivíduo está com balanço nitrogenado positivo durante o crescimento, se a excreção é maior que a absorção o balanço nitrogenado é negativo. O equilíbrio nitrogenado ocorre em adultos normais, com absorção igual à excreção. Assim, a quantificação do nitrogênio absorvido e o excretado é uma forma de avaliar a renovação de proteínas e outros compostos celulares, ampliando as metodologias possíveis de serem utilizadas.

A investigação da influência da dieta na distribuição de isótopos de nitrogênio em animais evidenciou que os tecidos apresentam normalmente valores maiores de ^{15}N em relação aos encontrados em plantas. Esse progressivo enriquecimento demonstrado em tecidos animais é decorrência dos caminhos catabólicos que favorecem a liberação do isótopo mais leve. Sendo assim, a cada nível trófico ocorre um aumento no valor isotópico do $\delta^{15}N$. Estudos realizados por Minagawa e Wada (1984), mostraram um enriquecimento de ^{15}N na cadeia alimentar de aproximadamente 3‰ entre cada nível trófico.

Os animais ao ingerirem produtos de origem vegetal e/ou animal podem incorporar o valor da dieta nos tecidos orgânicos. Para uma melhor interpretação dos resultados isotópicos no diagnóstico alimentar, deve-se levar em consideração alguns fatores que podem causar variações na razão isotópica do animal. As causas de variações na razão isotópica podem estar relacionadas, ao fracionamento isotópico, *turnover* isotópico, os tipos de tecidos analisados e a qualidade da dieta entre outros fatores (DE NIRO; EPSTEIN, 1978; TIESZEN et al., 1983; FRY; SHERR, 1984; POST, 2000).

A base do uso de isótopos estáveis em nutrição animal deve-se ao fato que, a composição isotópica de um consumidor (serpente), reflete a composição isotópica de itens alimentares presentes em sua dieta (presas), descontando-se qualquer fracionamento isotópico que haja no processo de aquisição, digestão e incorporação dos átomos de carbono e nitrogênio advindos da dieta que são incorporados nos processos metabólicos em um determinado tecido (músculo, coração, fígado, sangue, escama, pele) do consumidor.

Martinez et al. (2014), estudaram o histórico alimentar de *Crotalus durissus terrificus*, utilizando o chocalho (guizo), separados em seguimentos, onde cada seguimento apresentava um valor isotópico de $\delta^{13}C$ distinto, refletindo o ambiente em que este animal se encontrava e a fonte alimentar que ele estava consumindo, podendo ser na natureza ou no cativeiro, mostrando assim o histórico alimentar desta serpente.

Assim, este estudo pretende contribuir para o estudo de *turnover* dos tecidos das *B. atrox* coletadas na natureza nas diferentes áreas da Amazônia e mantidos em cativeiro e verificar as diferenças de quanto tempo esses tecidos levam para trocar a alimentação da natureza pela alimentação de cativeiro.

3.2 Objetivos

Através do uso da metodologia dos isótopos estáveis do carbono (^{13}C) e do nitrogênio (^{15}N), verificar se há diferenças isotópicas nos tecidos dos animais mantidos em cativeiro, em resposta a mudança de alimentação (tecidos coletados nos diferentes ambientes e em biotério) e se os animais dos diferentes ambientes respondem de forma diferenciada isotopicamente a essa alteração alimentar (*turnover*).

3.3 Material e Método

3.3.1 Animal de estudo

Foram coletadas serpentes *Bothrops atrox* de diferentes idades e sexo, de três ambientes distintos da Amazônia, Santarém Pará, sendo os ambientes: Floresta, pastagem e savana, assim como suas fontes alimentares de cada ambiente de estudo. Para cada ambiente coletado possuímos um N amostral diferente, sendo esse N um dos fatores importantes para a conservação e preservação das mesmas. No ambiente de floresta, (Floresta Nacional do Tapajós - FLONA), foram capturadas 36 serpentes da espécie *Bothrops atrox,* no ambiente de pastagem, com duas áreas bem separadas geograficamente entre si, sendo uma a de Oriximiná e a segunda a vila de São Jorge que foram chamadas ao longo do texto de “pastagem 1” e “pastagem 2”. Na pastagem 1, foram coletadas 19 serpentes da espécie *Bothrops atrox* e na pastagem 2 foram coletadas 11 serpentes da espécie *Bothrops atrox.*

Por último, o ambiente de savana, localizado próximo a Vila do Tapari, foram coletadas cinco serpentes da espécie *Bothrops atrox.* Além das serpentes dos diferentes ambientes, foram coletados também as possíveis fontes alimentares de cada local, como invertebrados e pequenos invertebrados para se obter um “raio x” dos alimentos desses animais e do ambientes em que elas viviam. Após as coletas de cada ambiente esses animais foram levados ao biotério, das Faculdades Integradas e (FIT) para a manutenção em cativeiro pelo máximo período de tempo, para coletas de amostras para as análises de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ e a realização de experimentos de *turnover* com a alimentação de biotério. O tempo zero (T0) foi considerado quando o animal era capturado na natureza com a alimentação do local, independente da área (floresta, savana ou pastagens). Após esse período o animal era levado para o cativeiro (biotério) e ofertado a alimentação do próprio biotério (camundongo) sendo coletado tecidos de tempos em tempo para se traçar o perfil do animal no cativeiro. Como os tecidos foram coletados com o (T0) na natureza, então tem-se a alimentação da natureza e a alimentação do cativeiro posteriormente, sendo possível calcular a

meia-vida de cada tecido e o *turnover* dos mesmos, verificando o tempo em dias que leva para trocar a alimentação antiga pela nova alimentação desses animais.

3.3.2 Área de estudo

Este estudo foi realizado na região amazônica mais especificamente no estado do Pará, por ser o local com maior incidência de acidentes ofídicos (Figura 4). Foram amostradas serpentes da espécie *B. atrox* em três áreas com diferentes usos do solo, sendo dois ambientes naturais, um antropizado e mais uma quarta área, que é onde localiza-se o serpentário da Faculdades Integradas Tapajós (FIT), que recebia as *B. atrox* de diferentes ambientes localizada na cidade de Santarém. Uma área foi subdividida em duas áreas de floresta de terra-firme, a Floresta Nacional do Tapajós (FLONA), distantes da cidade de Santarém, cerca de 67 km (2º53’59,65”S, 54º56’13,75”O) e 83 km (3º02’19,59”S, 54º56’05,03”O), respectivamente, (Figuras 5, 6, 7 e 8), no município de Santarém (PA).

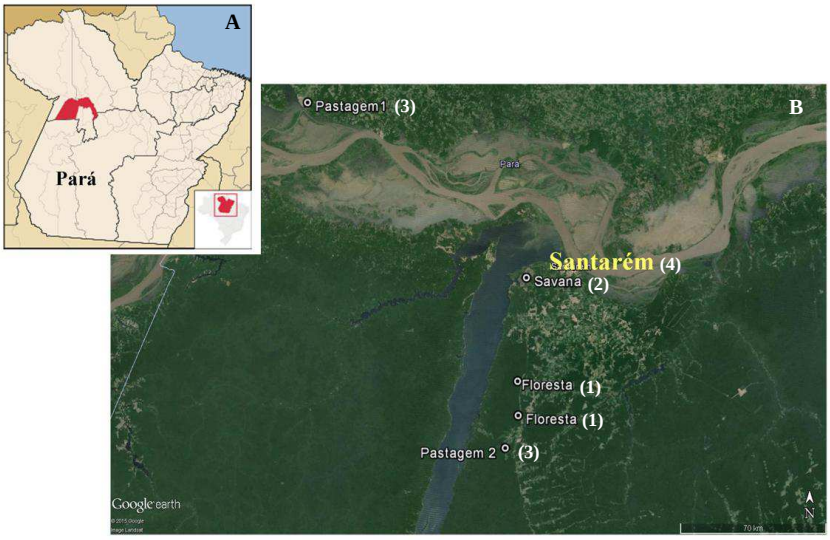


Figura 4 - Foto de satélite das áreas de coletas das *B. atrox* – A: localização do município de Santarém no estado do Pará (círculo vermelho), B: áreas de amostragem de (1) floresta, (2) savana, (3) pastagem, (4) região urbana de Santarém.

A segunda área de amostragem foi uma área de savana, composta por uma mistura de árvores esparsas e gramíneas nativas localizada próximo a vila de Tapari, no município de Santarém (2º25’26,65”S, 54º55’28,18”O) e a terceira área de amostragem, uma área de pastagem,

cultivada com *Brachiaria umidicola*, localizada a margem da rodovia Santarém-Cuiabá, próximo à Vila de São Jorge, pertencente ao município de Belterra (PA) (3º10’14,41”S, 54º59’23,13”O)

3.3.3 Métodos de coleta

As *B. atrox* e suas fontes alimentares, foram coletadas utilizando-se diferentes métodos de captura, esses animais foram identificados, georreferenciados e anotados por qual método de captura foram coletados:

a) *Armadilhas de interceptação e queda* (HEYER et al., 1994; CECHIN; MARTINS, 2000) - Este sistema consiste em enterrar baldes plásticos (110 L), ao nível do solo, que foram ligados por cerca guia. Em cada um dos ambientes estudados, (floresta, savana e pastagens), foram instalados onze baldes, dispostos a intervalos de 10 m ao longo de uma linha e interligados por uma cerca guia constituída de uma lona plástica ou tela verde (mosquiteiro) de 1,60 metros de altura. Esta cerca guia foi enterrada a 10 cm abaixo do solo mantido na posição vertical por estacas de madeira com 1,80 metros de altura. Dentro de cada balde, foi colocado uma placa de isopor (25 x 25 x 5 cm) apoiada em quatro espetos de madeira e um pequeno recipiente de água, para criar um micro ambiente úmido e abrigado do sol evitando assim, a morte por desidratação (Figura 14). Elas permaneceram abertas durante quinze em cada mês de coleta, por um período de três anos, onde no primeiro dia foram abertas as armadilhas, (que permanecem fechadas com tampas plásticas, fora do período de coleta) e fechadas no último dia da expedição para evitar que exemplares eventualmente caiam nas armadilhas e venham a morrer presos nas mesmas. As armadilhas foram vistoriadas diariamente sendo coletados as *B. atrox* e alguns animais que serviram de alimento das mesmas, o restante dos animais foram devolvidos ao ambiente. Todas as coletas possuem a devida autorização e licença do IBAMA/ICMBIO nº32098-4 com data de 10/12/2013, renovação (Anexo A).

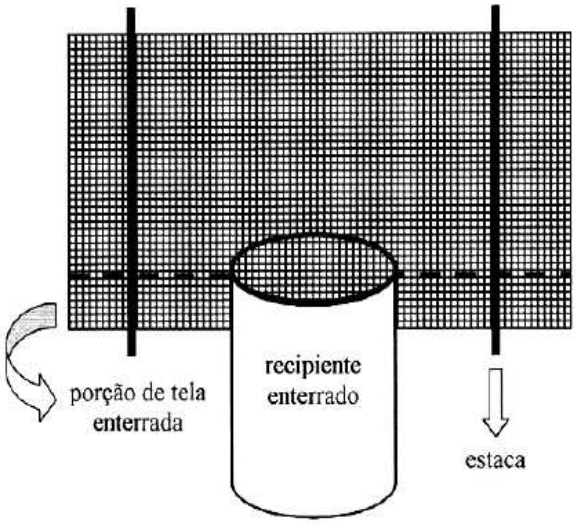


Figura 5 - Esquema de um trecho de armadilhas de queda com cerca-guia. A linha tracejada representa o nível do solo (CECHIN; MARTINS, 2000).

b) *Procura visual ativa limitada por tempo* (MARTINS; OLIVEIRA, 1998) - Este método consiste em buscas realizadas durante o dia e a noite em trajetos realizados a pé com velocidade de 1 km/h, em trilhas, estradas secundárias, matas de galeria e locais próximos a residências. Com esta metodologia procura-se aumentar o esforço de captura dos animais e amostrar o maior número possível de microhabitats desses ambientes, buscando-se animais em atividade em abrigos (e.g., tocas, sob pedras, troncos caídos, formigueiros) ou apenas vestígios (mudas). A procura foi realizada em apenas um horário do dia nos períodos de coleta.

c) *Encontro ocasional* - Corresponde ao encontro de serpentes durante atividades distintas dos demais métodos de amostragem. Para cada espécime capturado foram anotadas as seguintes informações: hora, a data de coleta, ponto geo-referenciado, método de coleta, micro-habitat (chão aberto, serrapilheira, sobre arbustos e/ou arvores, sob a vegetação e/ou troncos ou pedras) e foram então acondicionados em caixas plásticas e transferidos para o laboratório de pesquisas zoológicas da FIT, onde foram identificados e analisados morfologicamente (sexo, peso, comprimento total, comprimento da cauda). De cada espécime foram obtidas amostras de escama, sangue e fezes e veneno.

Além das serpentes, alguns invertebrados e vertebrados descritos na literatura como constituintes da dieta de *B. atrox*, também foram coletados, dentre eles: aranhas, lagartos,

escorpiões, anfíbios e pequenos mamíferos, que foram encontrados nas armadilhas de interceptação e queda, a fim de obter suas assinaturas isotópicas para a determinação de fontes alimentares nas serpentes. As presas foram identificas ao menor nível taxonômico possível, com o auxílio de especialistas de cada grupo taxonômico da região (em parceria com a FIT – Faculdades integradas Tapajós).

3.4 Análise isotópica

As análises isotópicas foram realizadas no Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba – SP.

As amostras de tecido foram limpas manualmente para a remoção de contaminantes provenientes do ambiente ou mesmo de algum outro tecido do próprio animal, fragmentadas no menor tamanho possível e moídas a uma granulometria menor que 0,250 mm, para isso foi utilizado um moinho criogênico do Centro de Isótopos Estáveis Ambientais (CIE) da UNESP – Botucatu. Caso fosse necessário, a retirada de água e gorduras, as amostras foram liofilizadas e desengorduradas, uma vez que a parte lipídica (gordura) ocasiona uma diferença isotópica de até 5‰ no carbono-13 (Piasentier et al. 2003), utilizando um extrator de gordura Soxhlet (Sarge Aparelhos Ltda-Modelo TE-044, Piracicaba, Brasil). O material resultante foi pesado (aproximadamente 2 a 3 mg) em balanças de alta precisão (0,001mg), e colocado em pequenas cápsulas de estanho para a análise. As composições isotópicas de carbono e nitrogênio foram determinadas pela técnica CF-IRMS (Continuous Flow – Isotope Ratio Mass Spectrometers) através da combustão “on-line” da amostra, em um analisador elementar Carlo Erba (CHN-1110). No Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP) Neste processo, os gases gerados pela combustão da amostra, são purificados e separados através de uma coluna cromatográfica gasosa e posteriormente inserida diretamente no espectrômetro de massas, (IRMS Delta Plus; Finnigan Delta Plus), para a determinação das razões isotópicas.

A abundância natural de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ é expressa como desvio por mil (‰) em relação a um padrão internacionalmente reconhecido (ver equação 1). O erro analítico é da ordem de 0,3‰, para o $\delta^{13}C$ e de 0,5‰ para o $\delta^{15}N$.

$$\delta\ (^{13}C,\ ^{15}N) = [(R_{amostra}/R_{padrão})-1 \qquad (1)$$

Onde (1), R representa a razão entre o isótopo mais pesado e o mais leve, em particular $^{13}C/^{12}C$ para o carbono e $^{15}N/^{14}N$ para o nitrogênio. Ocorrendo um erro analítico maior que o padronizado, as amostras foram repetidas, tanto para $\delta^{13}C$ quanto para o ^{15}N.

O conhecimento do fator de fracionamento tecido-dieta é essencial para os estudos sobre as composições isotópicas da dieta e dos tecidos de animais e consumidores. (DUCATTI, 2004), define o grande delta isotópico entre fases isotópicas distintas, através de $\Delta_{a\text{-}b} \cong \delta_a - \delta_b$, sendo adaptado para ciências da vida como:

$$\Delta_{\text{tecido} - \text{dieta}} \cong \delta_{\text{tecido}} - \delta_{\text{dieta}}. \qquad (2)$$

Segundo Jones et al. (1997), a alternância da fonte isotópica, depois de determinado intervalo de tempo gera resultados de enriquecimento isotópico relativo (delta per mil) versus tempo em dias, com desenho em forma aproximada de uma onda quadrada específica para cada tecido ou subproduto analisado. Normalmente, a continuidade dos valores isotópicos obtidos nos subprodutos, entre os patamares isotópicos gerados pela Fonte A e posteriormente pela Fonte B é função exponencial do tempo.

A exploração dessa função, (equação 3), abre perspectivas de novas interpretações nestes experimentos tipo sanduíche, visando estudo da síntese e degradação de metabólitos sob regime de dieta à base de plantas C_3 e C_4, ou misturas isotópicas, com valores de delta per mil distintas entre si. A equação isotópica do *turnover* (equação 3) exprime o enriquecimento isotópico ($\delta^{13}C$), versus o tempo (t). O mesmo emprega-se para o $\delta^{15}N$, ou para qualquer outro isótopo estável que desejar utilizar, substituindo-se os valores de delta (δ) na equação 3.

$$\delta^{13}C(t) = \delta^{13}C\,(f) + [\delta^{13}C\,(i) - \delta^{13}C(f)]e^{-kt} \qquad (3)$$

Na equação (3), a simbologia empregada significa:

$\delta^{13}C(t)$ = enriquecimento isotópico do tecido em qualquer tempo (t). Adimensional.

$\delta^{13}C(f)$ = enriquecimento isotópico do tecido no patamar de equilíbrio, ou condição final. Adimensional.

$\delta^{13}C(i)$ = enriquecimento isotópico do tecido, na condição inicial. Adimensional.

k = constante de troca (*turnover*) em dia^{-1}

t = tempo (em dias) a partir da substituição da dieta.

Na condição de metade de concentração inicial e metade de concentração final, pode-se pela da equação (3) exprimir o conceito de meia vida (T), em unidades de tempo, equação (4).

$$T = \ln 2 / k \qquad (4)$$

Dessa forma, a constante k apresenta unidade de $tempo^{-1}$ e fornece a idéia da "velocidade" do processo de eliminação ou troca dos isótopos no tecido.

Como cada tecido, apresenta taxa de entrada e taxa de saída peculiar, a constante k será diferente para cada tecido estudado, assim como o valor da meia vida (T) será distinto para o tecido de cada animal (DUCATTI, 2002).

Sobre estas considerações, o *turnover*, a constante de troca (k) e a meia vida (T) poderão ajudar na elucidação do comportamento das serpentes no meio ambiente e no cativeiro.

3.5 Análises estatísticas

Todos os dados foram analisados estatisticamente pelo método de equações de regressão, Oring® 8.0 Professional (Microcal Sofware, 2007).

3.6 Resultados e Discussão

Para o estudo deste capítulo, utilizaremos as mesmas serpentes coletadas nas diferentes áreas de estudo, mas com um diferencial na interpretação das análises isotópicas, utilizou-se as amostras dessas serpentes, quando estes foram mantidos no cativeiro e coletadas as amostras de tempos em tempos para realizar o *turnover* de tecidos, sendo o (T0), o tempo inicial quando essas *B. atrox* ainda não receberam a alimentação de cativeiro. Foram realizadas amostragens de *Bothrops atrox (B. atrox)*, e presas em potencial como pequenos vertebrados e invertebrados em ambientes de floresta (FLONA-Tapajós), Savana (Tapari), duas áreas de pastagens: pastagem 1 (Oriximiná) e pastagem 2 (São Jorge), e o outro ambiente que iremos chamar de indefinido, pois as serpentes foram doadas ao serpentário da (FIT), não oriundos de nenhum dos locais ecolhidos para o estudo e sim de outros em torno da região de Santarém, PA, das serpentes do ambiente indefinido, foi coletado os mesmos tecidos, para as análises isotópicas de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$. Para cada

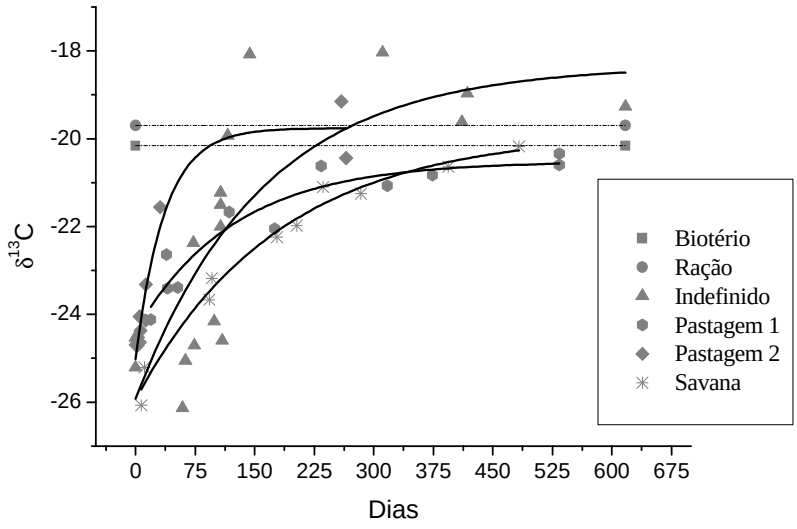
ambiente foi coletado das *B.atrox* os mesmos tecidos, mas com N amostral diferente, pois dependia do número de serpentes e da disponibilidade do tecido na hora da coleta. No ambiente de floresta (FLONA), foram coletadas 36 serpentes *B. atrox*, entre elas, amostras de tecidos como sangue, escamas, fezes e veneno. Além das serpentes também foram coletadas 25 exemplares de pequenos vertebrados e invertebrados, sugerindo que esses animais podem ser as fontes alimentares destas serpentes neste ambiente. No ambiente de pastagem, (pastagem 1), foram coletados 19 serpentes *B.atrox*, entre elas as mesmas amostras de tecidos coletados na floresta, mas que cada ambiente possuía um número de repetição diferente. Os tecidos coletados foram: sangue, escamas, fezes e veneno. Na pastagem 1 não foram coletadas as possíveis fontes alimentares. Na pastagem 2, foram coletadas 11 serpentes *B. atrox*, os tecidos coletados para as análise de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$, foram: sangue, escamas, fezes e veneno. Além das serpentes também foram coletadas 56 exemplares de pequenos vertebrados e invertebrados, sugerindo que esses animais podem ser as fontes alimentares destas serpentes neste ambiente. No ambiente de savana, forma coletadas cinco serpentes *B. atrox* e coletadas os mesmos tecidos coletados anteriormente como sangue, escamas, fezes e veneno. Além das serpentes também foram coletadas 5 exemplares de pequenos vertebrados e invertebrados, sugerindo que esses animais podem ser as fontes alimentares destas serpentes neste ambiente e por último as serpentes que foram caracterizadas como ambiente indefinido, estas serpentes foram recebidas ao serpentário da FIT e também foram coletados os mesmos tecidos das anteriores para as análise isotópicas. Foram coletados tecidos de 13 serpentes *B. atrox*, onde os tecidos foram: sangue, escamas, fezes e veneno. Neste ambiente, por se tratar de um serpentário (biotério), a alimentação destes animais era controlada mensalmente com camundongos mantidos no biotério do próprio serpentário da FIT com valores isotópicos de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ de –20,19‰ e 5,1‰, que eram alimentados com raçao comercial (anexo B), com valores isotópicos de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ de -20,07‰ e 1,92‰. As fontes alimentares com média e desvio-padrão do biotério podem ser visualizadas na Figura 34 e das fontes alimentares das serpentes no ambiente em que foram coletadas podem ser visualizadas na Figura 35, (anexo D)

Para os resultados dos tecidos analisados, foram realizadas análises de *turnover* das mesmas serpentes coletadas nos três ambientes de estudo, com a comparação de alguns tecidos que foram possíveis de serem coletados mensalmente com T0, o tempo inicial (animal com alimentação da natureza), (anexo C). Esses animais foram mantidos no cativeiro com a alimentação de biotério, que eram ofertadas uma vez por mês para essas *B. atrox* de diferentes idades e sexo, podendo elas comer ou não. Os tecidos utilizados para essas análises foram: sangue,

escamas, fezes e veneno, utilizando-se a equação de *turnover* e o cálculo de meia – vida, diferententemente para cada tecido analizado. Para os dados de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$, foi realizado o ajuste exponencial de primeira ordem, no software Origin 8, quando o R^2 foi < 0,70 foi desconsiderada a regressão sendo apenas representado em gráfico de dispersão.

Foi utilizado para as análises de *turnover* e meia-vida, as amostras de cada tecido e de cada ambiente de coleta, sendo o este o resultado incial de cada ambiente e tecido, chamado de T0 e representado em todas as figuras a seguir.

A Figura 6 apresenta os valores de *turnover* da escama para o $\delta^{13}C$ versus o tempo em dias para os ambientes de pastagem 1, 2, indefinido e savana, comparando com os resultados de alimentação de biotério (ração e camundongo). Para cada ambiente analisado obtem-se o *turnover* da escama e a meia-vida deste tecido comparado com a alimentação atual (camundongo de biotério). De acordo com as funções da Figura 6 para os ambientes analisados, verificou - se que para o ambiente indefinido o ajuste da exponencial obteve um R^2 de 0,5861 e uma meia–vida de ($T_{(1/2)}$ = 110,65) dias na escama para se alcançar o patamar de equilíbrio, mas como o R^2 foi menor que 0,70, pode-se desconsiderar a regressão. Já para os demais ambientes como pastagem 1, 2 e savana, consideramos a regressão, e a meia-vida desses ambientes. A escama na pastagem 1, apresentou o valor de meia-vida ($T_{(1/2)}$= 85,58) dias para trocar toda alimentação antiga (T0 da natureza), pela nova alimentação (cativeiro), camundongo do biotério. A pastagem 2, apresentou na escama o valor de meia-vida ($T_{(1/2)}$ = 25,27), para trocar toda alimentação da natureza pela do cativeiro e a savana apresentou na escama o valor de meia-vida de ($T_{(1/2)}$ = 124,39) dias, para que essa troca de alimentação ocorresse. Essas diferenças de meia-vida podem sugerir os valores de $\delta^{13}C$ da alimentação inicial desses animais na natureza no tecido escama, apresentaram valores isotópicos mais próximos da alimentação do cativeiro, (camundongo = -20,19‰) ou mais distantes (ambiente de coleta inicial –T0).



Funções:

Indefinido: $\delta^{13}C = -18,33 -7,59e^{-0,0063\ t}$
T(1/2)=110,65
R^2=0,5861

Pastagem 1: $\delta^{13}C = -20,52 -3,87e^{-0,0081\ t}$
T(1/2)=85,58
R^2=0,8914

Pastagem 2: $\delta^{13}C = -19,76 -5,26e^{-0,0274\ t}$
T(1/2)=25,27
R^2=0,9389

Savana: $\delta^{13}C = -19,86 -6,09e^{-0,0056\ t}$
T(1/2)=124,39
R^2=0,9779

Figura 6 - Distribuição dos valores de $\delta^{13}C$ do *turnover* na escama das *B. atrox*, com as funções de cada ambiente. Os ambientes que não aparecerem no gráfico com as funções, significa que não foi possível o *turnover* neste tecido para o $\delta^{13}C$.

Não foi possível realizar o cáculo de *turnover* dos resultados de $\delta^{13}C$ da escama das *B. atrox* coletados na floresta, sendo apresentados os valores em um gráfico de dispersão (Figura 7). Podemos sugerir o porquê de não ter ocorrido o *turnover* nas amostras de escama coletadas na floresta. Um ponto importante é a coleta de amostras de tecidos periodicamente e a mesma alimentação por um longo período no cativeiro, já que o valor do camundongo para o $\delta^{13}C$ é de -20,19‰ e da floresta em torno de -28,0‰, neste caso a meia-vida de um animal de floresta levaria mais tempo para trocar a alimentação antiga pela nova do que um animal de pastagem.

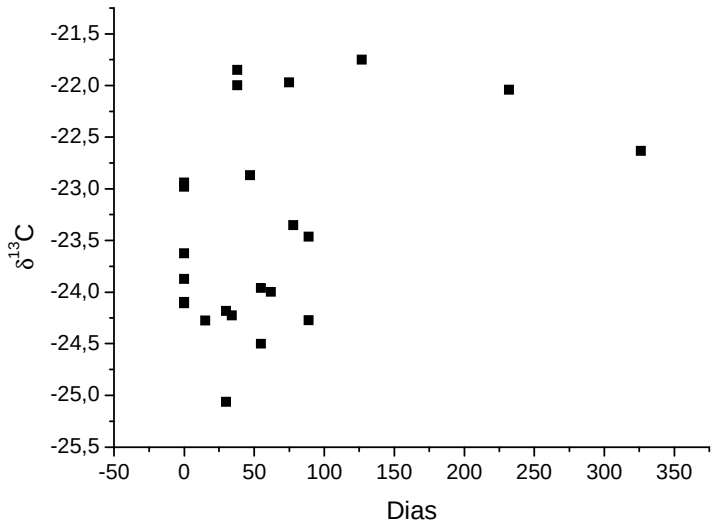


Figura 7 – Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ na escama das *B. atrox*, coletadas no ambiente de Floresta e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

Para os resultados de $\delta^{15}N$ na escama, não foi possível realizar o cálculo de *turnover* nos ambientes de savana (Figura 8), pastagem 2 (Figura 9), pastagem 1 (Figura 10), indefinido (Figura 11) e floresta (Figura 12). Pode-se verificar nessas figuras, que o valor de nitrogênio não alcançou o patamar de equilíbrio entre o valor da alimentação mais antiga para a alimentação mais recente, sendo que os valores do $\delta^{15}N$ para a alimentação de biotério (camundongo) é da ordem de 5,1‰ e da ração deste camundongo é da ordem de 1,92‰. Martinez et al. (2014), verificou em *Crotalus durissus terrificus* nos seguimentos do guizo que para se obter um *turnover* completo o animal deve permanecer no mesmo ambiente por pelo menos 33 meses, sedo que cada *turnover* vai depender do metabolismo do animal e do tipo de tecido estudado. Observa-se, portanto um *turnover* lento em animais de metabolismo lento como é o caso das serpentes e em tecidos de troca lenta tais como o guizo, ecdise e escamas. Estes dados corroboram com os postulados por Mizutani; Kubaya e Wada (1991), que propõe que animais de metabolismo lento possuem *turnover* lento; animais de metabolismo rápido possuem *turnover* rápido. Nas Figuras 34 e 35, visualiza-se a média das fontes alimentares nos diferentes ambientes e nos diferentes isótopos ($\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$) na natureza (T0) e no cativeiro (ração e camundongo de biotério). A incorporção dos isotopos estáveis, uma vez modificados ou fracionados são incorporados nos tecidos Mizutani; Kubaya e Wada (1991), e as causas da variação da razão isotópica isotópica podem estar relacionadas, ao fracionamento isotópico, *turnover* isotópico, os tipos de tecidos analisados e a

qualidade da dieta entre outros fatores (DE NIRO; EPSTEIN, 1978; TIESZEN et al., 1983; FRY; SHERR, 1984; POST, 2000).

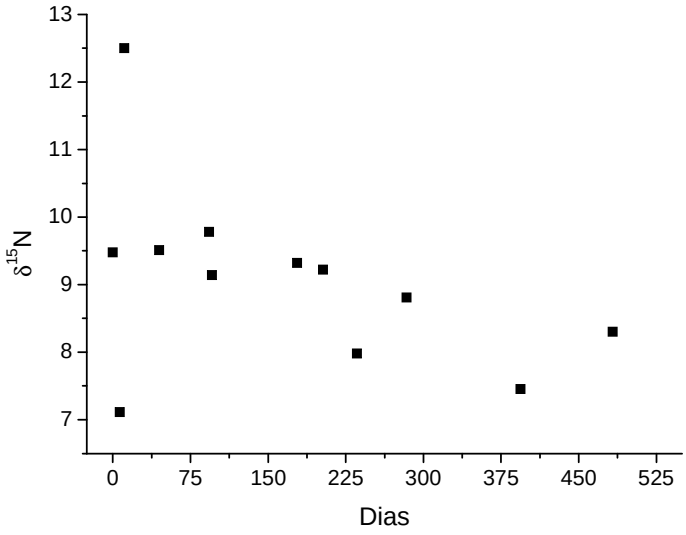


Figura 8 – Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ na escama das *B. atrox*, coletadas no ambiente de Savana e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

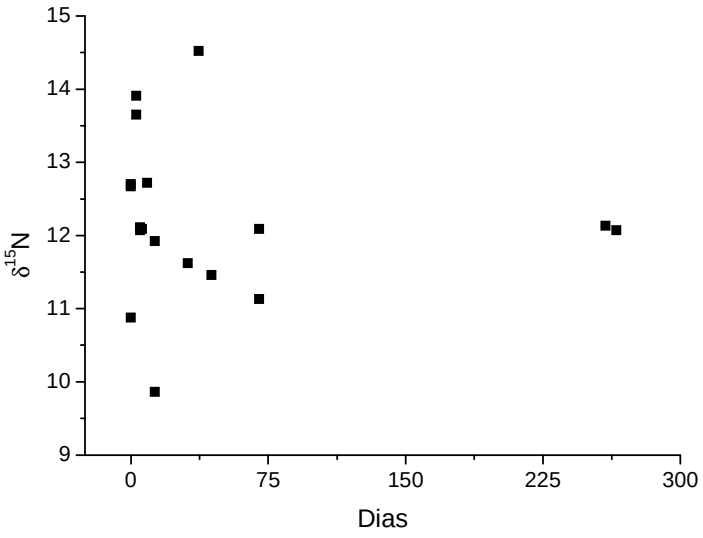


Figura 9 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ na escama das *B. atrox*, coletadas no ambiente de Pastagem 2 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

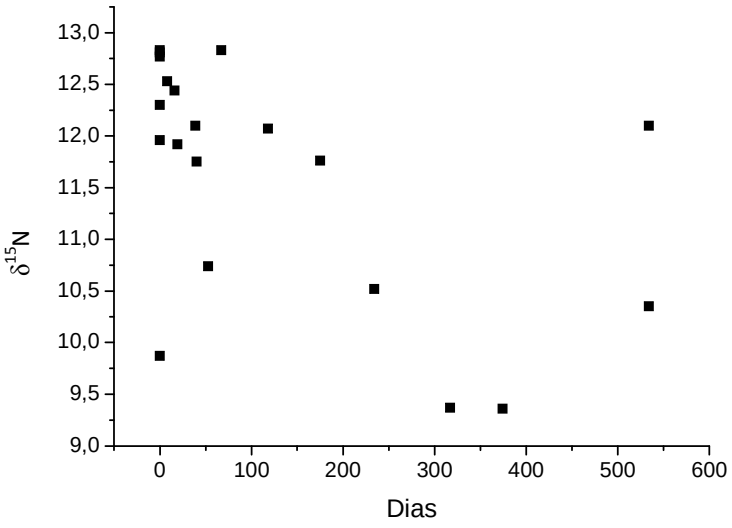


Figura 10 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ na escama das *B. atrox*, coletadas no ambiente de Pastagem 1 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

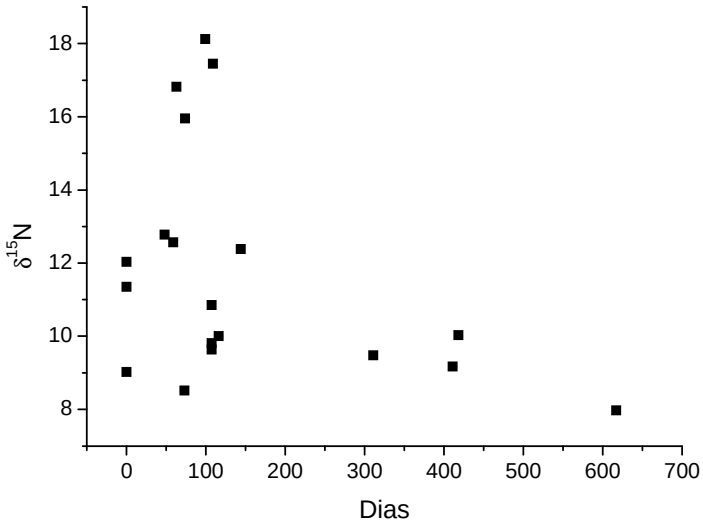


Figura 11 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ na escama das *B. atrox*, coletadas no ambiente indefinido e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

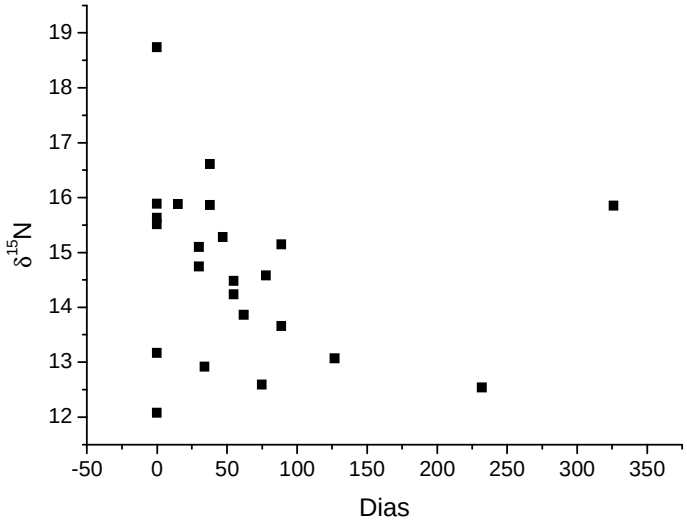
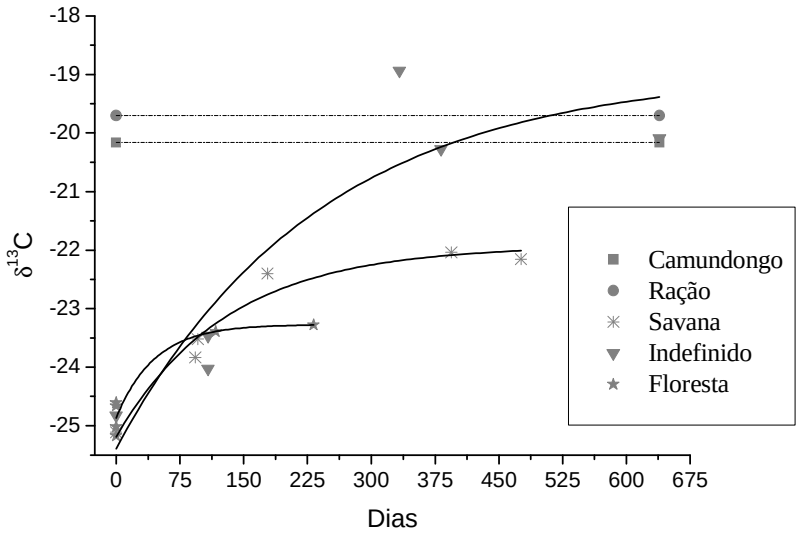


Figura 12 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ na escama das *B. atrox*, coletadas no ambiente de Floresta e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

A Figura 13 apresenta os valores de *turnover* no sangue para o $\delta^{13}C$ versus o tempo em dias para os ambientes de savana, indefinido e floresta, comparando com os resultados de alimentação de biotério (ração e camundongo). Para cada ambiente analisado obtem-se o *turnover* do sangue e a meia-vida deste tecido comparado com a alimentação atual (camundongo de biotério), sendo que quando o R^2 foi < que 0,70 este cálculo foi desconsiderado tanto para $\delta^{13}C$ quanto para os valores de $\delta^{15}N$, apresentados nas demais Figuras. De acordo com as funções da

Figura 13 para os ambientes analisados, verificou - se que para o ambiente indefinido o ajuste da exponencial obteve um R^2 de 0,7502 e uma meia–vida ($T_{(1/2)}$ = 134,17) dias no sangue para se alcançar o patamar de equilíbrio, que é trocar toda a alimentação antiga pela nova alimentação. O sangue das *B.atrox* coletada do ambiente de floresta, apresentou o valor de meia-vida ($T_{(1/2)}$ = 31,29) dias com R^2 de 0,8886 e a savana, apresentou no sangue o valor de meia-vida ($T_{(1/2)}$ = 130,34) dias e R^2 de 0,9412, para trocar toda alimentação da natureza pela do cativeiro. Essas diferenças de meia-vida podem sugerir os valores de $\delta^{13}C$ da alimentação inicial desses animais na natureza no tecido sangue ainda está refletindo a alimentação que este animal possuia na natureza havendo uma mistura entre a alimentação antiga pela alimentacao atual, (camundongo = -20,19‰). Sendo mostrado isotopicamente que "você é o que você come ± 1 ‰ para o carbono -13" (DE NIRO; EPPSTEIN, 1978). Estudos realizados por Minagawa e Wada (1984), mostraram um enriquecimento de ^{15}N na cadeia alimentar de aproximadamente 3‰ entre cada nível trófico. Ducatti et al. (2002), postularam que o conhecimento do fator de fracionamento tecido/dieta é essencial para os estudos sobre as composições isotópicas.

Estes autores observaram que as concentrações isotópicas dos tecidos dos animais refletem a assinatura isotópica da dieta ingerida. Segundo Tieszen et al. (1983), este valor gira em torno de 1‰ para o $\delta^{13}C$, embora Ducatti et al. (2002), acrescenta que isso também dependerá, em parte da taxa de *turnover*, ou seja, da síntese e da degradação isotópica dos mesmos. Outro fator importantante para os próximos estudos de serpentes é tentar fracionar o sangue, analisando a parte branca (plasma) da parte vermelha (hemácias, hematócritos), pois existe uma diferença de *turnover* nos valores isotópicos em relação ao tempo de incorporação. Pimenta et al. (2014), analisaram o *turnover* do carbono em sangue e plasma, nas fases crescimento e postura, de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) e verificaram as diferenças entre o sangue e o plasma, constatando que o palsma possui uma velocidade de troca muito mais rápida do que o sangue e que dependendo do estudo é melhor fracionar o sangue para as análises de *turnover*.



Funções:

Floresta: $\delta^{13}C = -23,27 -1,59e^{-0,0222\ t}$
T(1/2)=31,29
R^2=0,8886

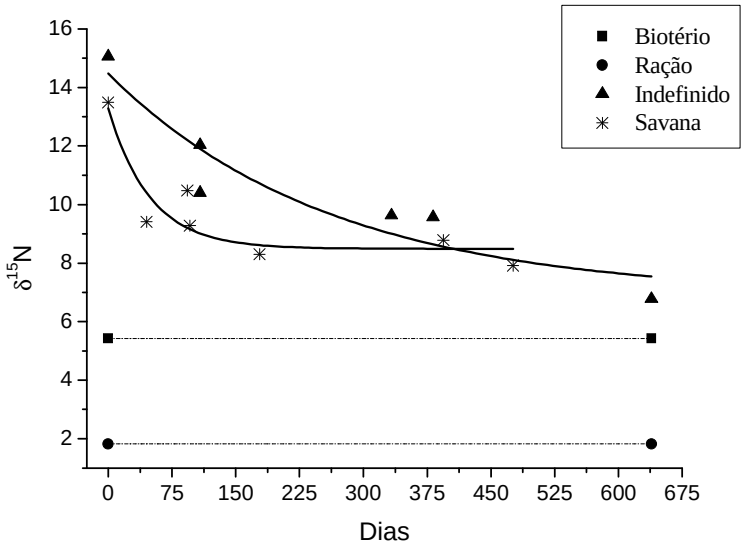
Indefinido: $\delta^{13}C = -18, 95 -6,44e^{-0,0052\ t}$
T(1/2)=134,17
R^2=0,7502

Savana: $\delta^{13}C = -21,92 -3,26e^{-0,0076\ t}$
T(1/2)=130,34
R^2=0,9412

Figura 13 - Distribuição dos valores de $\delta^{13}C$ do *turnover* no sangue das *B. atrox*, com as funções de cada ambiente. Os ambientes que não aparecerem no gráfico com as funções, significa que não foi possível o *turnover* neste tecido para o $\delta^{13}C$.

A Figura 14 apresenta os valores de *turnover* no sangue para o $\delta^{13}C$ versus o tempo em dias para os ambientes de savana e indefinido, comparando com os resultados de alimentação de biotério (ração e camundongo). Para cada ambiente analisado obtem-se o *turnover* do sangue e a meia-vida deste tecido comparado com a alimentação atual (camundongo de biotério), sendo que quando o R^2 foi < que 0,70 este cálculo foi desconsiderado tanto para $\delta^{13}C$ quanto para os valores de $\delta^{15}N$, apresendtados nas demais Figuras. De acordo com as funções da Figura 14 para os resultados de $\delta^{15}N$ nos ambientes analisados, verificou - se que para o ambiente indefinido, o ajuste da exponencial obteve um R^2 de 0,8077 e uma meia–vida ($T_{(1/2)}$ = 180,4) dias no sangue

para se alcançar o patamar de equilíbrio, que é trocar toda a alimentação antiga pela nova alimentação. O sangue das *B.atrox* coletada do ambiente de savana apresentou o valor de meia-vida ($T_{(1/2)}$ = 33,29) dias com R^2 de 0,7758. Essas diferenças de meia-vida podem sugerir os valores de $\delta^{15}N$ da alimentação inicial desses animais na natureza no tecido sangue, ainda está refletindo a alimentação que este animal possuia na natureza, havendo uma mistura entre a alimentação antiga pela alimentacao atual, (camundongo = -20,19‰). Os resultados para $\delta^{15}N$ nos mostram diferenças entre os ambientes de estudo, assim como o nível trófico em que esses animais se encontram, pois as composições isotópicas dos tecidos dos animais (*B. atrox*) dependem principalmente da água ingerida, dos gases inalados e associados a esses fatos dos processos metabóbicos de cada animal (KENNEDY; KROUSE, 1990). Através desses resultados, consegue-se distinguir cada ambiente de estudo, com a mudança de cada nível trófico da ordem de ± 3,0‰, sendo a savana com o nitrogênio -15, mais leve e a floresta com o $\delta^{15}N$ mais pesado, ficando com valores intermediários as pastagens e o indefinido, podendo visualizar as fontes desses animais nos ambientes em que foram coletados na Figura 35. Ducatti et al. (2002), postularam que o conhecimento do fator de fracionamento tecido/dieta é essencial para os estudos sobre as composições isotópicas. Estes autores observaram que as concentrações isotópicas dos tecidos dos animais refletem a assinatura isotópica da dieta ingerida e acrescenta que isso também dependerá em parte da taxa de *turnover*, ou seja, da síntese e da degradação isotópica dos mesmos.



Funções:

Savana: $\delta^{15}N = 8{,}489 + 4{,}804e^{-0{,}0204\,t}$
T(1/2)=33,9
R^2=0,7758

Indefinido: $\delta^{15}N = 6{,}895 + 7{,}584e^{-0{,}0038\,t}$
T(1/2)=180,4
R^2=0,8077

Figura 14 - Distribuição dos valores de $\delta^{15}N$ do *turnover* no sangue das *B. atrox*, com as funções de cada ambiente. Os ambientes que não aparecerem no gráfico com as funções, significa que não foi possível o *turnover* neste tecido para o $\delta^{15}N$.

Para os resultados de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ no sangue, não foi possível realizar o cálculo de *turnover* nos ambientes de pastagem 2 (Figuras 15 e 16), pastagem 1 (Figuras 17 e 18) e $\delta^{15}N$ para floresta (Figura 19). Pode-se verificar nessas figuras, que o valor de carbono e nitrogênio não alcançaram o patamar de equilíbrio entre o valor da alimentação mais antiga para a alimentação mais recente, sendo que os valores do $\delta^{13}C$ para a alimentação de biotério (camundongo) é da ordem de -20,19‰ e da ração do camundongo da ordem de -20,07‰ e o do $\delta^{15}N$ para a alimentação de biotério (camundongo) é da ordem de 5,1‰ e da ração deste camundongo é da ordem de 1,92‰. Observa-se, portanto um *turnover* lento em animais de metabolismo lento como é o caso das serpentes e em tecidos de troca lenta. Por ter utilizado o sangue total e não fracionado, talvez não pode se visualizar essa troca neste tecido pelo tempo de incorporação da nova dieta.

Estes dados corroboram com os postulados por Mizutani, Kubaya e Wada (1991), que propõe que animais de metabolismo lento possuem *turnover* lento; animais de metabolismo rápido possuem *turnover* rápido e a escolha do tecido e da dieta dependerá então da questão de interesse, de acordo com (DUCATTI, 2004).

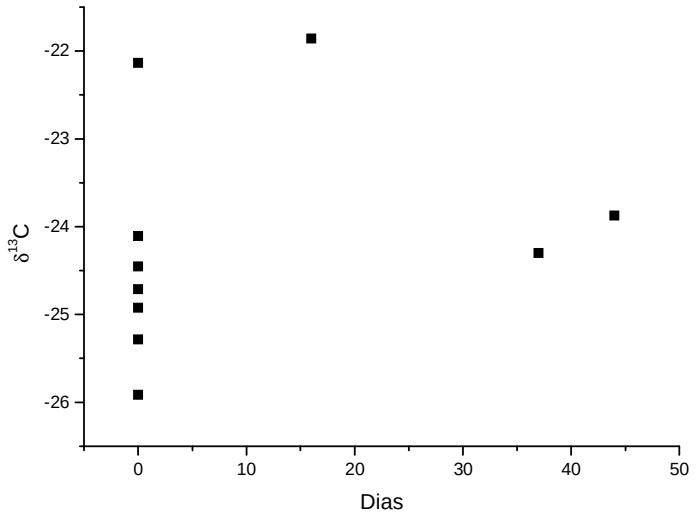


Figura 15 - Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ no sangue das *B. atrox*, coletadas no ambiente de pastagem 2 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

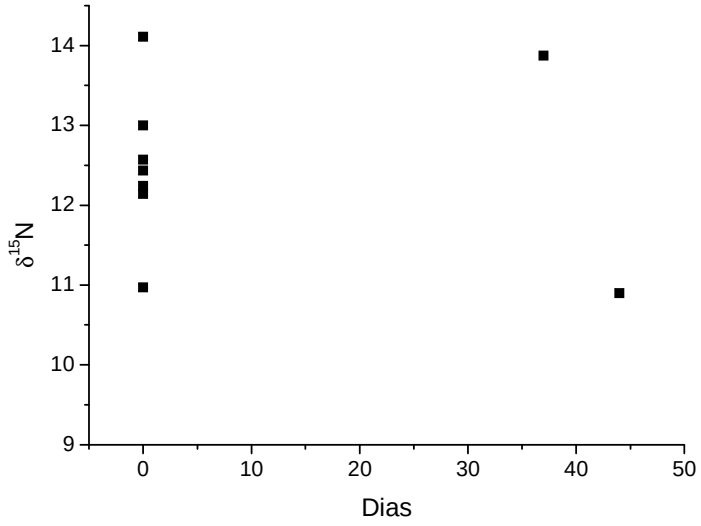


Figura 16 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ no sangue das *B. atrox*, coletadas no ambiente de pastagem 2 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo dem dias.

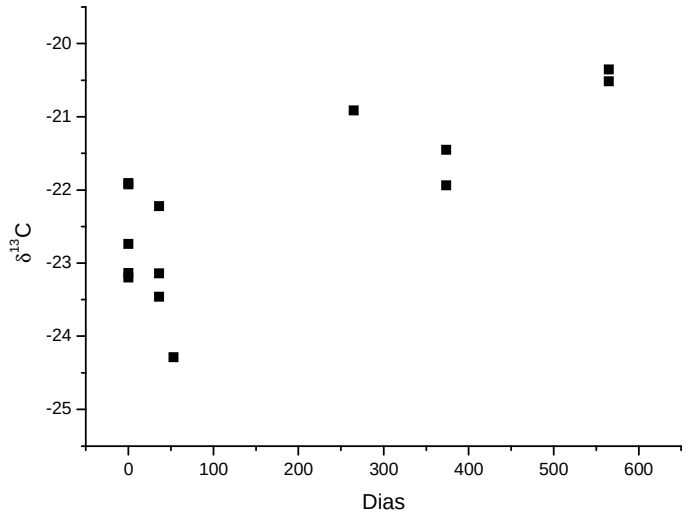


Figura 17 - Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ no sangue das *B. atrox*, coletadas no ambiente de pastagem 1 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

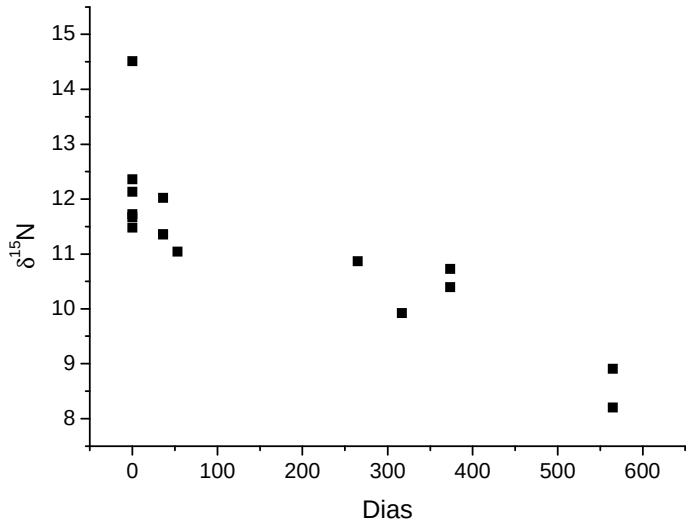


Figura 18 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ no sangue das *B. atrox*, coletadas no ambiente de pastagem 1 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

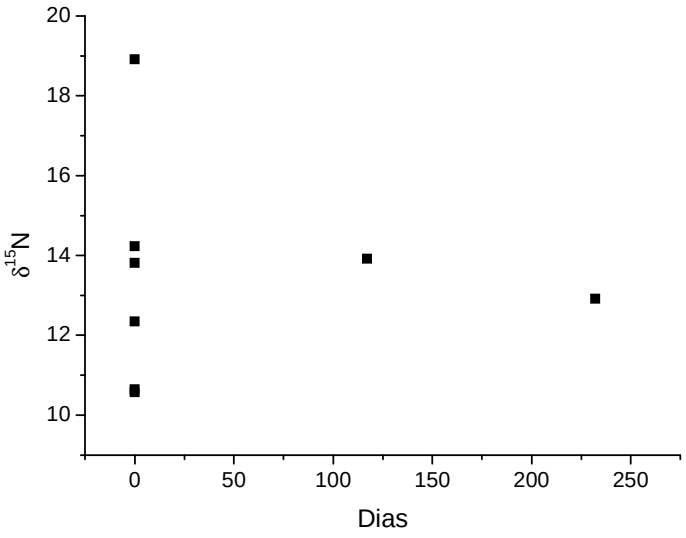
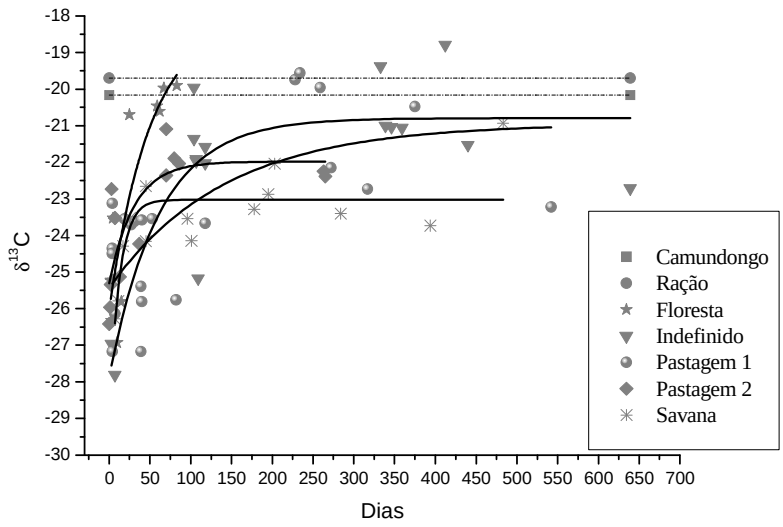


Figura 19 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ no sangue das *B. atrox*, coletadas no ambiente de Floresta e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

A Figura 20 apresenta os valores de *turnover* nas fezes para o $\delta^{13}C$ versus o tempo em dias para os ambientes de floresta, pastagem 1, 2, indefinido e savana, comparando com os resultados de alimentação de biotério (ração e camundongo). Para cada ambiente analisado obtem-se o *turnover* das fezes e a meia-vida deste tecido comparado com a alimentação atual (camundongo de biotério), sendo que quando o R^2 foi < que 0,70 este cálculo foi desconsiderado tanto para $\delta^{13}C$ quanto para os valores de $\delta^{15}N$, apresentados nas demais Figuras. De acordo com as funções da Figura 20 para os ambientes analisados, verificou - se que para o ambiente de floresta o ajuste da exponencial obteve um R^2 de 0,739 e uma meia–vida de ($T_{(1/2)}$ = 110,65) dias nas fezes para se alcançar o patamar de equilíbrio, o ambiente indefinido apresentou meia vida de ($T_{(1/2)}$ = 42,46) e R^2 de 0,672, na pastagem 1, apresentou o valor de meia-vida ($T_{(1/2)}$= 97,97) dias com R^2 de 0,4455, pastagem 2, apresentou na escama o valor de meia-vida ($T_{(1/2)}$ = 21,20) dias, com R^2 de 0,5827 e a savana paresentou na escama o valor de meia-vida de ($T_{(1/2)}$ = 124,39), com R^2 de 0,5581 dias, para que essa troca de alimentação ocorresse. Essas diferenças de meia-vida podem sugerir os valores de $\delta^{13}C$ da alimentação inicial desses animais na natureza no tecido fezes, apresentaram valores isotópicos mais próximos da alimentação do cativeiro, (camundongo = -20,19‰) ou mais distantes (ambiente de coleta inicial –T0). Os ambientes: indefinido, pastagem 1, 2 e savana apresentaram R^2<0,70 pode-se desconsiderar a regressão, verificando os valores de dispersão de cada ambiente. É importante lembrar que em todos os ambientes foram coletadas *B. atrox* de diferentes idades e sexo, sendo que as repetições possuem

animais adultos, juvenis e filhotes podendo ter um turnover mais rápido ou mais lento em cada tecido analisado. Ducatti et al. (2002), postularam que o conhecimento do fator de fracionamento tecido/dieta é essencial para os estudos sobre as composições isotópicas. Estes autores observaram que as concentrações isotópicas dos tecidos dos animais refletem a assinatura isotópica da dieta ingerida. Segundo Tieszen et al. (1983), este valor gira em torno de 1‰ para o $\delta^{13}C$, embora Ducatti et al. (2002), acrescenta que isso também dependerá, em parte da taxa de *turnover*, ou seja, da síntese e da degradação isotópica dos mesmos.



Funções:

Floresta: $\delta^{13}C = -18{,}07 - 7{,}97e^{-0{,}0198\,t}$
T(1/2)=35,02
R^2=0,739

Indefinido: $\delta^{13}C = -20{,}79 - 7{,}11e^{-0{,}0163\,t}$
T(1/2)=42,46
R^2=0,672

Pastagem 1: $\delta^{13}C = -20{,}94 - 4{,}49e^{-0{,}0071\,t}$
T(1/2)=97,97
R^2=0,4455

Pastagem 2: $\delta^{13}C = -21{,}98 - 3{,}33e^{-0{,}0327\,t}$
T(1/2)=21,20
R^2=0,5827

Savana: $\delta^{13}C = -23{,}02 - 5{,}99e^{-0{,}0819\,t}$
T(1/2)=8,46
R^2=0,5581

Figura 20 - Distribuição dos valores de $\delta^{13}C$ do *turnover* nas fezes das *B. atrox*, com as funções de cada ambiente. Os ambientes que não aparecerem no gráfico com as funções, significa que não foi possível o *turnover* neste tecido para o $\delta^{13}C$.

Para os resultados de $\delta^{15}N$ nas fezes, não foi possível realizar o cálculo de *turnover* nos ambientes de indefinido (Figura 21), pastagem 2 (Figura 22), pastagem 1 (Figura 23), savana (Figura 24) e floresta (Figura 25). Pode-se verificar nessas figuras, que o valor de nitrogênio não alcançou o patamar de equilíbrio entre o valor da alimentação mais antiga para a alimentação mais recente, sendo que os valores do $\delta^{15}N$ para a alimentação de biotério (camundongo) é da

ordem de 5,1‰ e da ração deste camundongo é da ordem de 1,92‰. Nas Figuras 34 e 35, visualiza-se a média das fontes alimentares nos diferentes ambientes e nos diferentes isótopos ($\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$) na natureza (T0) e no cativeiro (ração e camundongo de biotério). A incorporção dos isotopos estáveis, uma vez modificados ou fracionados, são incorporados nos tecidos (MIZUTANI; KUBAYA; WADA, 1991) e as causas da variação da razão isotópica isotópica podem estar relacionadas, ao fracionamento isotópico, *turnover* isotópico, os tipos de tecidos analisados e a qualidade da dieta entre outros fatores (DE NIRO; EPSTEIN, 1978; TIESZEN et al., 1983; FRY; SHERR, 1984; POST, 2000). Para os valores do $\delta^{15}N$, (Figuras 21, 22, 23, 24 e 25) é possível também visualizar a diferença de nível trofico entre os ambientes, sendo possível caracterizar o ambiente de coleta das *B. atrox*, pelas análises isotópicas de $\delta^{15}N$. No caso das fezes das *B. atrox* pode-se levar em conta o balanço nitrogenado. Segundo Rodwell (1990), o balanço do nitrogenado é utilizado para avaliar o metabolismo protéico global, a saúde e a condição nutricional dos animais. Quando a quantidade de nitrogênio absorvida é maior que a excretada, observa-se que o indivíduo está com balanço nitrogenado positivo durante o crescimento, caracterizando filhotes e juvenis das *B.atrox,* se a excreção é maior que a absorção o balanço nitrogenado é negativo. O equilíbrio nitrogenado ocorre em adultos normais, com absorção igual à excreção. Assim, a quantificação do nitrogênio absorvido e o excretado é uma forma de avaliar a renovação de proteínas e outros compostos celulares, ampliando as metodologias possíveis de serem utilizadas, mas no caso das serpentes é importante utilizar outros tecidos para compara esse balanço, pois cada tecido terá uma resposta a alimentaçao ingerida diferente. A análise apenas das fezes pode levar ao erro de interpretação, pois na maioria das vezes o que é excretado não é necessáriamente o que foi incorporado nos outros tecidos e nem metabolizado como é o caso de pelos e unhas excretado dos roedores nas fezes.

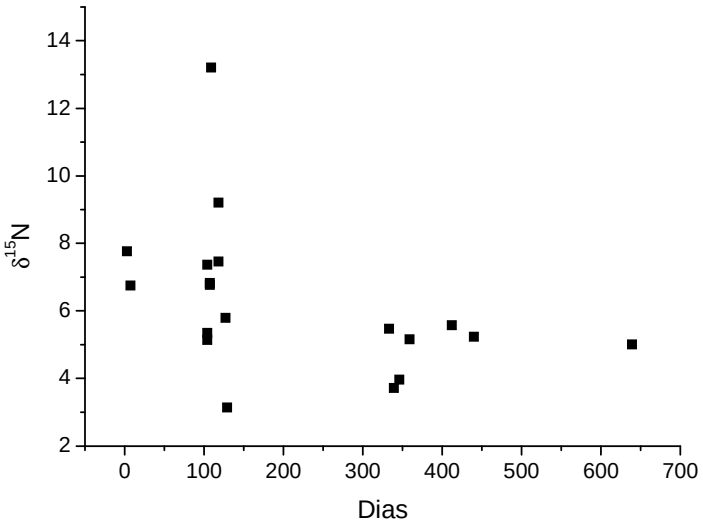


Figura 21 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ nas fezes das *B. atrox*, coletadas no ambiente indefinido e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

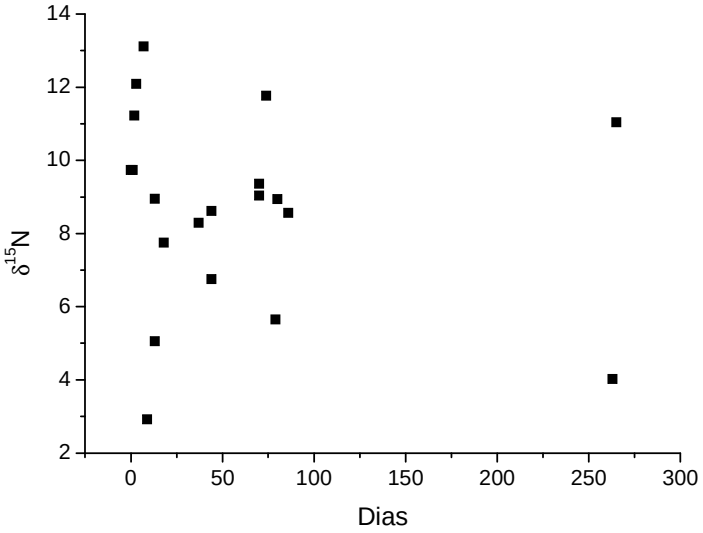


Figura 22 – Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ nas fezes das *B. atrox*, coletadas no ambiente de pastagem 2 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

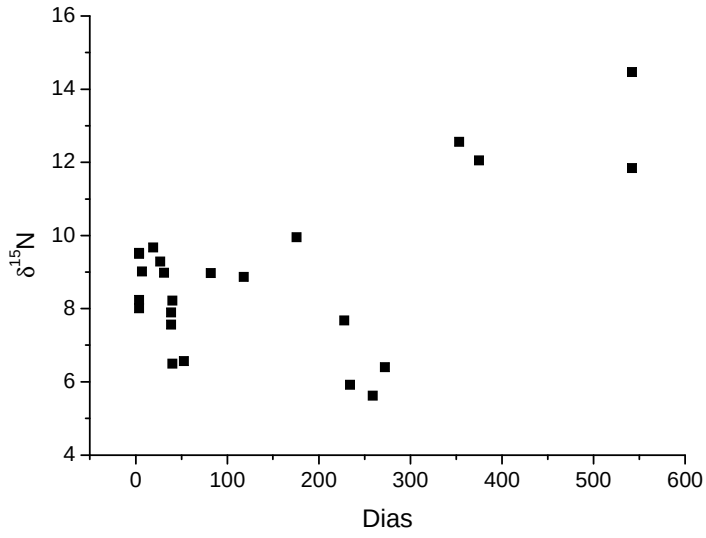


Figura 23 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ nas fezes das *B. atrox*, coletadas no ambiente de pastagem 1 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

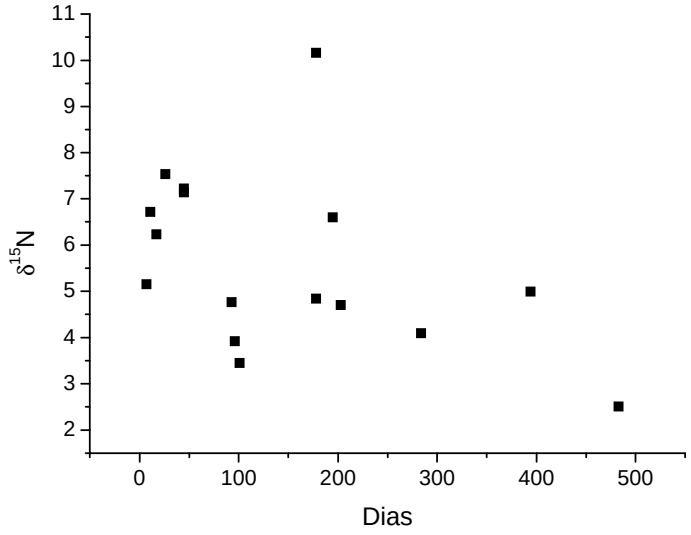


Figura 24 – Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ nas fezes das *B. atrox*, coletados no ambiente de Savana e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

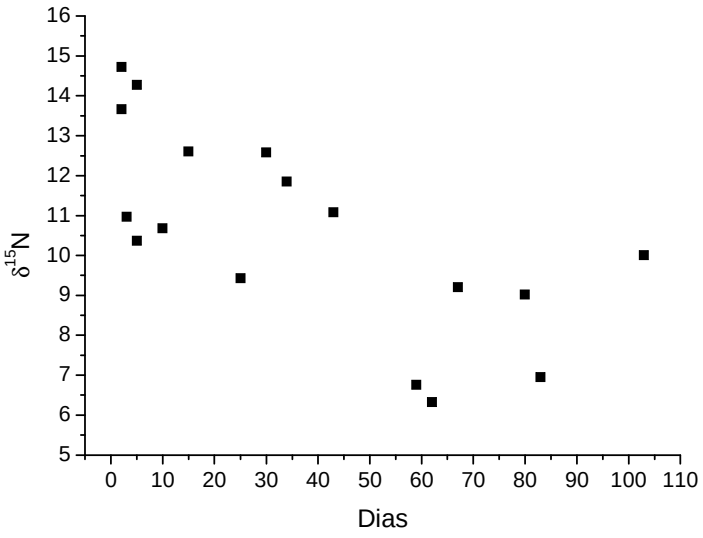
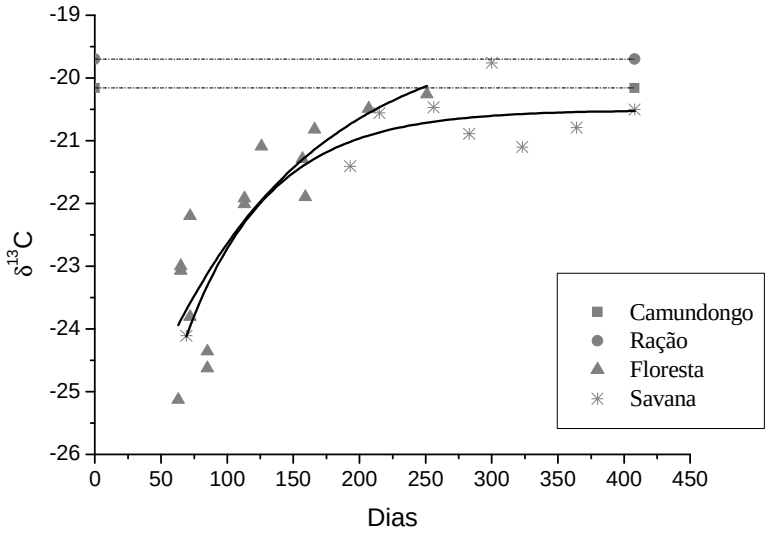


Figura 25 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ nas fezes das *B. atrox*, coletados no ambiente de Floresta e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

A Figura 26 apresenta os valores de *turnover* no veneno para o $\delta^{13}C$ versus o tempo em dias para os ambientes de floresta e savana, comparando com os resultados de alimentação de biotério (ração e camundongo). Para cada ambiente analisado obtem-se o *turnover* do veneno e a meia-vida deste tecido comparado com a alimentação atual (camundongo de biotério), sendo que quando o R^2 foi < que 0,70 este cálculo foi desconsiderado tanto para $\delta^{13}C$ quanto para os valores de $\delta^{15}N$, apresentados nas demais Figuras. De acordo com as funções da Figura 26 para os ambientes analisados, verificou - se que para o ambiente de floresta o ajuste da exponencial obteve um R^2 de 0,6496 e uma meia–vida de ($T_{(1/2)}$ = 80,13) dias no veneno para se alcançar o patamar de equilíbrio, e a savana paresentou no veneno o valor de meia-vida de ($T_{(1/2)}$ = 43,80) dias, com R^2 de 0,8443, para que essa troca de alimentação ocorresse alcançando o turnover deste tecido. Essas diferenças de meia-vida podem sugerir os valores de $\delta^{13}C$ da alimentação inicial desses animais na natureza no tecido veneno, apresentaram valores isotópicos mais próximos da alimentação do cativeiro, (camundongo = -20,19‰) como é o caso dos resultados $\delta^{13}C$ das *B.atrox* da savana ou mais distantes (ambiente de coleta inicial –T0), como é o casodos resultados das *B. atrox* da floresta. Os ambientes: indefinido, pastagem 1, 2 não apresentaram *turnover*, verificando os valores de dispersão de cada ambiente (Figuras 27, 28 e 29). É importante lembrar que em todos os ambientes foram coletadas *B. atrox* de diferentes idades e sexo, sendo que as repetições possuem animais adultos, juvenis e filhotes podendo ter um turnover mais rápido ou mais lento em cada tecido analisado.



Funções:

Floresta: $\delta^{13}C = -19{,}19 - 8{,}19e^{-0{,}0086\ t}$
T(1/2)=80,13
R^2=0,6496

Savana: $\delta^{13}C = -20{,}51 - 10{,}76e^{-0{,}0158\ t}$
T(1/2)=43,80
R^2=0,8443

Figura 26 - Distribuição dos valores de $\delta^{13}C$ do *turnover* veneno das *B. atrox*, com as funções de cada ambiente. Os ambientes que não aparecerem no gráfico com as funções, significa que não foi possível o *turnover* neste tecido para o $\delta^{13}C$.

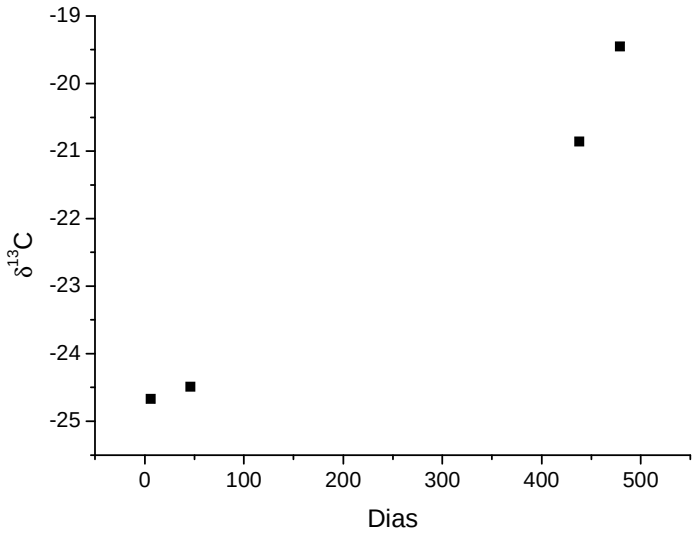


Figura 27 - Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ no veneno das *B. atrox*, coletadas no ambiente de Indefinido e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

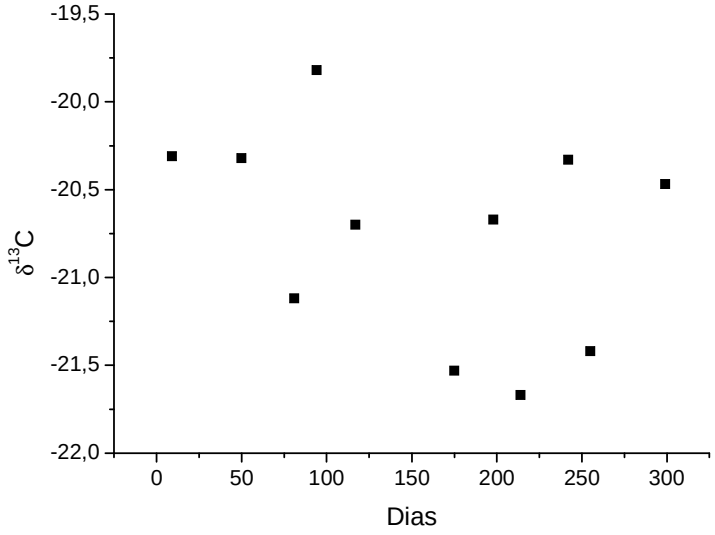


Figura 28 - Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ no veneno das *B. atrox*, coletadas no ambiente de Pastagem 1 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

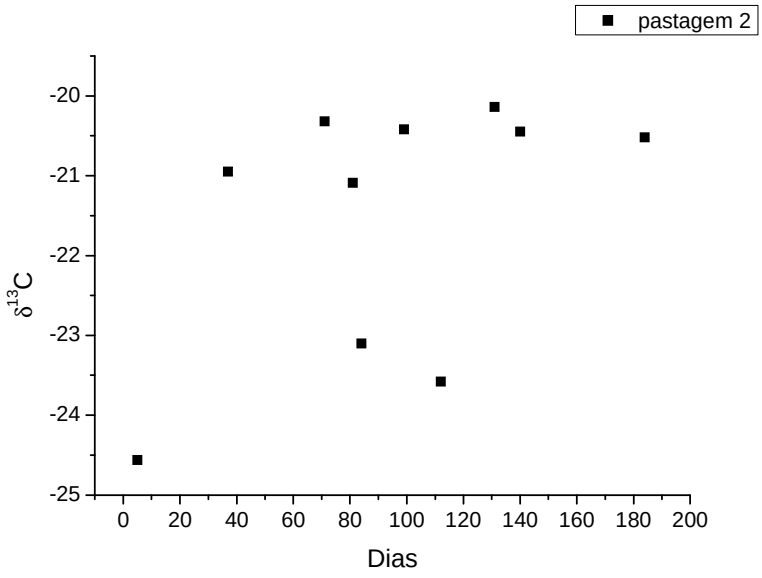
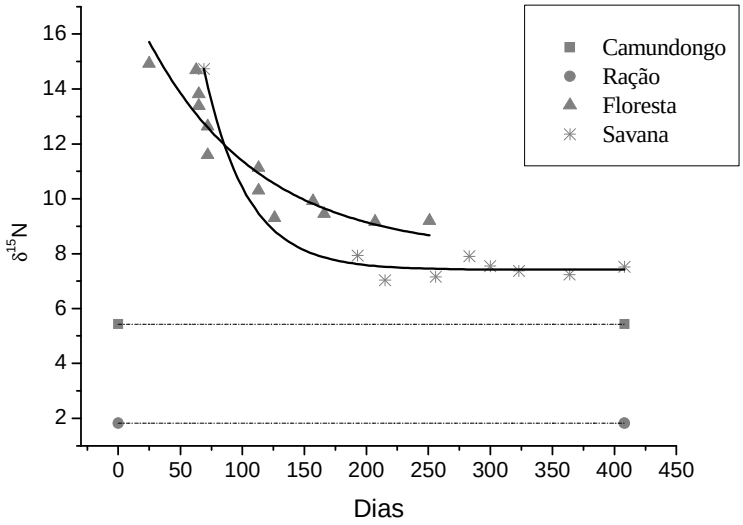


Figura 29 - Dispersão dos valores de $\delta^{13}C$ no veneno das *B. atrox*, coletadas no ambiente de Pastagem 2 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

A Figura 30 apresenta os valores de *turnover* no veneno para o $\delta^{15}N$ versus o tempo em dias para os ambientes de floresta e savana, comparando com os resultados de alimentação de biotério (ração e camundongo). Para cada ambiente analisado obtem-se o *turnover* do veneno e a meia-vida deste tecido comparado com a alimentação atual (camundongo de biotério), sendo que quando o R^2 foi < que 0,70 este cálculo foi desconsiderado tanto para $\delta^{13}C$ quanto para os valores de $\delta^{15}N$, apresentados nas demais Figuras. De acordo com as funções da Figura 30 para os ambientes analisados, verificou - se que para o ambiente de floresta o ajuste da exponencial obteve um R^2 de 0,8545 e uma meia–vida de ($T_{(1/2)}$ = 62,59) dias no veneno para se alcançar o patamar de equilíbrio, e a savana paresentou no veneno o valor de meia-vida de ($T_{(1/2)}$ = 24,07) dias, com R^2 de 0,9806 para que essa troca de alimentação ocorresse alcançando o *turnover* deste tecido. Essas diferenças de meia-vida podem sugerir os valores de $\delta^{15}N$ da alimentação inicial desses animais na natureza no tecido veneno, apresentaram valores isotópicos mais próximos da alimentação do cativeiro, (camundongo = 5,1‰) como é o caso dos resultados $\delta^{15}N$ das *B.atrox* da savana ou mais distantes (ambiente de coleta inicial – T0), como é o casodos resultados das *B. atrox* da floresta. Os ambientes: indefinido, pastagem 1, 2 não apresentaram turnover, verificando os valores de dispersão de cada ambiente (Figuras 31, 32 e 33). É importante lembrar que em todos os ambientes foram coletadas *B. atrox* de diferentes idades e sexo, sendo que as repetições possuem animais adultos, juvenis e filhotes podendo ter um turnover mais rápido ou mais lento em cada

tecido analisado. Ducatti et al. (2002), postularam que o conhecimento do fator de fracionamento tecido/dieta é essencial para os estudos sobre as composições isotópicas. Embora isso também dependa em parte da taxa de *turnover*, ou seja, da síntese e da degradação isotópica dos mesmos. A incorporção dos isotopos estáveis, uma vez modificados ou fracionados são incorporados nos tecidos (MIZUTANI; KUBAYA; WADA, 1991) e as causas da variação da razão isotópica isotópica podem estar relacionadas, ao fracionamento isotópico, *turnover* isotópico, os tipos de tecidos analisados e a qualidade da dieta entre outros fatores (DE NIRO; EPSTEIN, 1978; TIESZEN et al., 1983; FRY; SHERR, 1984; POST, 2000).



Funções:

Floresta: $\delta^{15}N = 8{,}042 + 10{,}11e^{-0{,}0111\,t}$
T(1/2)=62,59
R^2=0,8545

Savana: $\delta^{15}N = 7{,}416 + 53{,}36e^{-0{,}0288\,t}$
T(1/2)=24,07
R^2=0,9806

Figura 30 - Distribuição dos valores de $\delta^{15}N$ do *turnover* no veneno das *B. atrox*, com as funções de cada ambiente. Os ambientes que não aparecerem no gráfico com as funções, significa que não foi possível o *turnover* neste tecido para o $\delta^{15}N$.

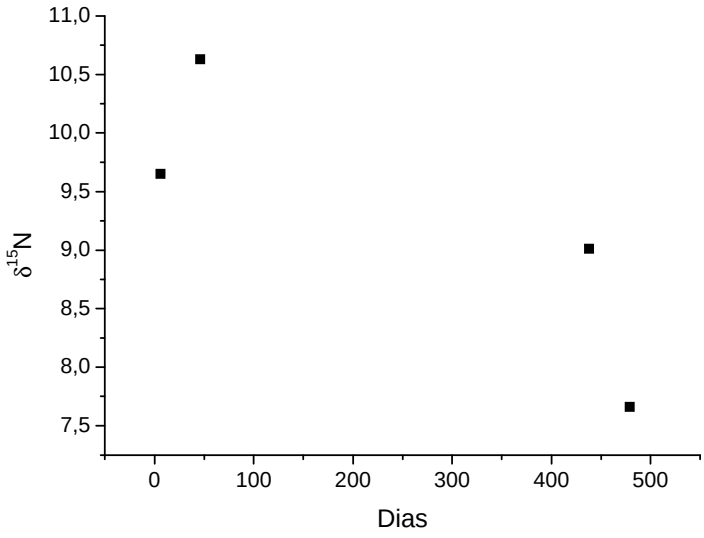


Figura 31 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ no veneno das *B. atrox*, coletadas no ambiente Indefinido e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

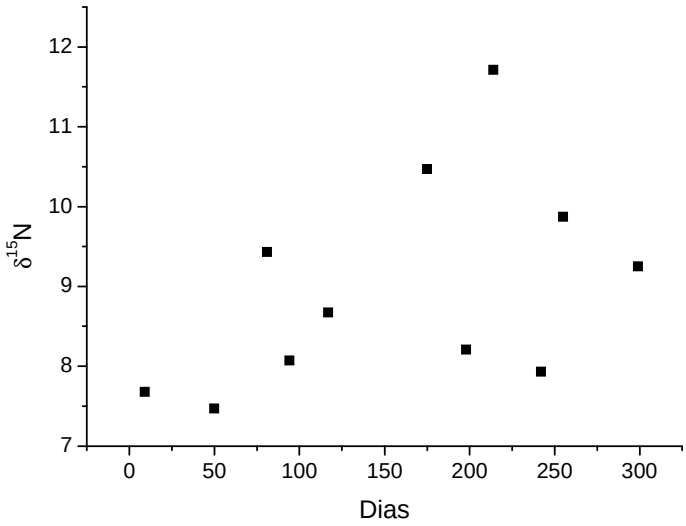


Figura 32 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ no veneno das *B. atrox*,coletadas no ambiente de Pastagem 1 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

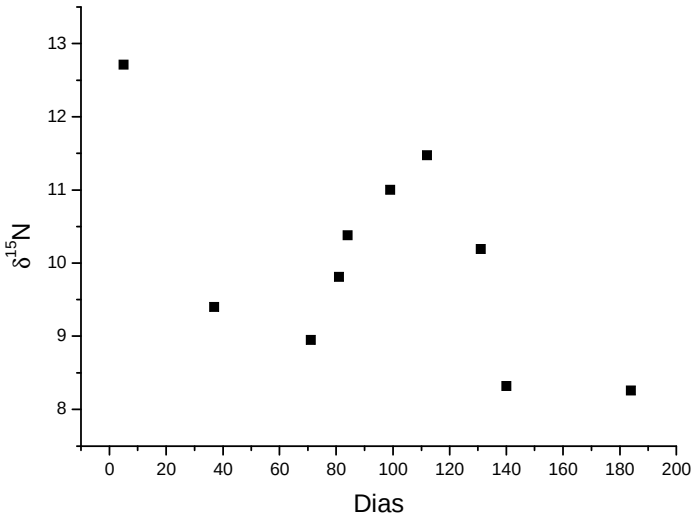


Figura 33 - Dispersão dos valores de $\delta^{15}N$ no veneno das *B. atrox*, coletadas no ambiente de Pastagem 2 e mantidas com alimentação de biotério por um período de tempo em dias.

A Figura 34 apresenta os resultados das fontes alimentares do Biotério (FIT) com a média e desvio padrão dos resultados de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ na ração, sendo esta a fonte alimentar do camundongo e o camundondo sendo a fonte alimentar das *B. atrox* com fator de fracionamento de ±1‰ para o $\delta^{13}C$ (DENIRO; EPPSTEIN, 1978) e um enriquecimento isotópico médio entre os animais nos diferentes níveis tróficos de +3‰ (KOCK; FOGEL; TURONS, 1994). O mesmo acontece com a Figura 35, os resultados para $\delta^{13}C$ as fontes alimentares das *B. atrox* coletadas nos diferentes ambientes de estudo e resultados para $\delta^{15}N$ nos mostram diferenças entre os ambientes de estudo, assim como o nível trófico em que esses animais encontram, pois as composições isotópicas dos tecidos dos animais (*B. atrox*) dependem principalmente da água ingerida, dos gases inalados e associados a esses fatos dos processos metabóbicos de cada animal (KENNEDY; KROUSE, 1990).

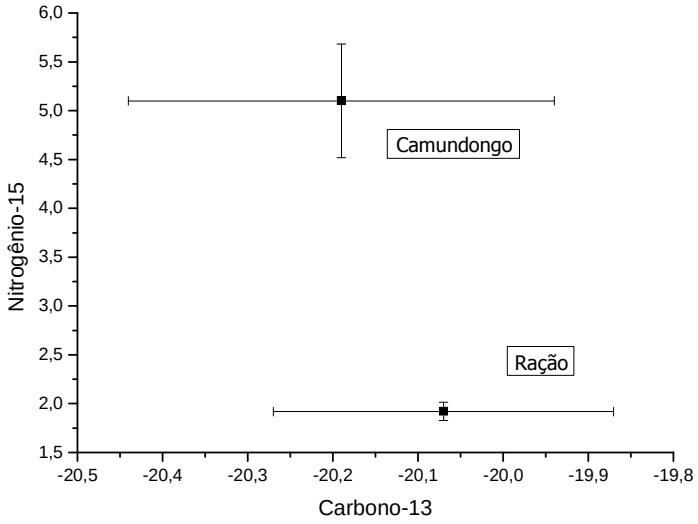


Figura 34 - Distribuição dos valores de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$, das fontes alimentares dos ambientes de biotério para o cálculo de *turnover* e meia vida, com média e desvio-padrão, caracterizando o ambiente com a alimentação de biotério.

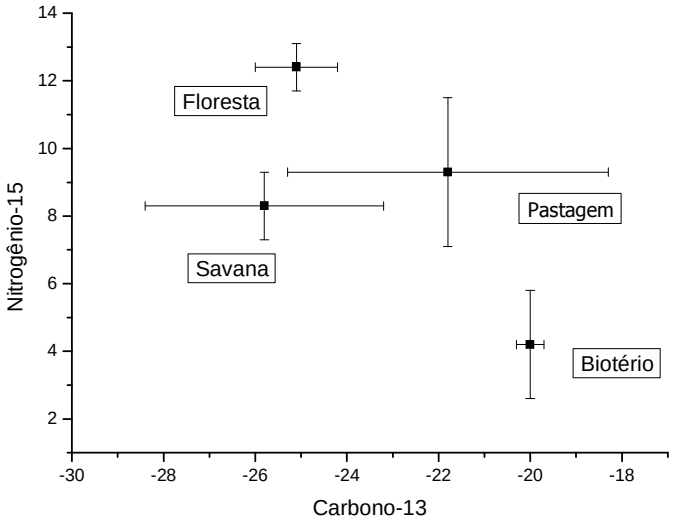


Figura 35 - Distribuição dos valores das fontes alimentares dos ambientes de coleta (T0), com média e desvio-padrão, caracterizando o ambiente em que esses animais viviam.

Análise empregada no presente estudo foi a anáise isotópica de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ por espectrometria de massas dos diferentes tecidos das serpentes *B.atrox* nos diferentes ambientes de coleta e também em serpentes recebidas como doação no serpentário da FIT. Essas *B. atrox* foram

todas mantidas no biotério da FIT e posteriormente alimentadas com a alimentação do próprio biotério. De periodicamente foram coletadas amostras de escama, sangue, fezes e veneno, para se verificar as mudanças isotópicas de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ da antiga alimentação pela nova e o *turnover* dos mesmos. Pode- se verificar que, coletando os mesmos os tecidos das mesmas serpentes e dos mesmos ambientes, (floresta, savana e pastagens), cada tecido analisado respondeu isotopicamente e estatisticamente de forma diferente isto observou-se também em relação as idades (filhote, juvenil e adulto). Em relação aos ambientes, nas análises de $\delta^{15}N$, pode-se verificar que a floresta é mais rica em $\delta^{15}N$ em suas fontes que a savana e isto refletiu na incorporação dos tecidos analisados. Segundo Ducatti et al. (2002), o conhecimento do fator de fracionamento tecido/dieta é essencial para os estudos sobre as composições isotópicas. Estes autores observaram que as concentrações isotópicas dos tecidos dos animais refletem a assinatura isotópica da dieta ingerida. Que neste estudo são os tecidos analisados das *B. atrox* e as fontes alimentares (dieta). Neste caso, o valor da composição isotópica em valores de $\delta^{13}C$ passa de um animal para o outro com um pequeno fator de fracionamento. Tieszen et al. (1983), falaram que este valor gira em torno de 1‰ para o $\delta^{13}C$, embora Ducatti et al. (2002), acrescentaram que isso também dependerá, em parte da taxa de *turnover*, ou seja, da síntese e da degradação isotópica dos mesmos. Concluindo, que os tecidos com *turnover* rápidos apresentam metabolismo rápido e indicam dietas recentes; tecidos com *turnover* lentos, indicam dietas a longo prazo e animais de metabolismos lentos. A escolha do tecido e da dieta dependerá então da questão de interesse, de acordo com Ducatti (2004). Alguns estudos com esta serpente mostraram ser uma espécie generalista, consumidoras principalmente de centopéias, peixes, anuros, lagartos, outras serpentes, aves e pequenos mamíferos (MARTINS; GORDO, 1993; EGLER; OLIVEIRA; MARTINS, 1996; MARTINS; OLIVEIRA, 1998; MARTINS; MARQUES; SAZIMA, 2002; OLIVEIRA; MARTINS, 2001; MACEDO-BERNARDE; BERNARDE, 2005; NASCIMENTO; BERNARDE; BUZZETTI, 2008), sendo coletadas as fontes alimentares descritas na literatura nestes ambientes. Por ser uma espécie tão generalista, tavez a explicação do $\delta^{15}N$ ser tão enriquecido na floresta, e o turnover possuir uma meia-vida tao variada. Talvez pela diversidade de animais ser maior na floresta mais empobrecida na savana, onde o próprio ambiente é mais pobre. Acredita-se que venenos de serpentes são influenciados pelo tipo de presa consumida, o que interfere na composição das proteínas formadas no organismo do animal, e conseqüentemente, na toxicidade deste veneno (MACKESSY, 1988; ANDRADE; ABE, 1999; MACKESSY; WILLIANS; ASHTON, 2006; ZELANIS; TRAVAGLIA-CARDOSO; FURTADO, 2008; MACKESSY et al., 2003). A variabilidade na composição dos venenos pode ser verificada entre as diferentes espécies, e de forma intra-

especifica representada por variações ontogenéticas (SALDARRIAGA et al., 2003, GUÉRCIO et al., 2006), ligadas ao sexo (MENEZES et al., 2006), ou conforme a distribuição geográfica (ALAPE-GIRÓN et al., 2008). O que foi visualizado no estudo de *turnover* de veneno das *B. atrox*, verificando para cada ambiente um tempo de incorporação da nova dieta diferente. A abundância e diversidade de presas, também devem influenciar na composição do veneno e variações relacionadas ao ambiente ocupado, neste caso, as *B.atrox* coletadas nos diferentes ambientes é importante lembrar que as análises de turnover foram realizadas com animais de diferentes idades e sexo, tentando manter ao máximo uma situação corriqueira de serpentes mantidas em biotérios para estudos ecológico, de tecidos, comportamento, extração de venenos para a produção de soros. As diferenças de meia-vidas para o nitrogênio -15, sendo maior ou menor do que na natureza e nos diferentes ambientes é possível, pois essas mudanças podem estar relacionadas com ao tipo de fonte ingerida incorporando mais rapidamente ou mais lentamente nos tecidos e levar também em consideração a idade e sexo do animal como é o caso de animais jovens ou adultos, fêmea ou macho. Isto também dependerá do metabolismo do próprio animal e com isso as diferenças de incorporações da nova dieta em um mesmo tecido. Estudos como este são importantes de serem realizados, pois se consegue verificar a relação de ambiente, alimentação, metabolismo idade, sexo de um mesmo animal e como os tcidos de um mesmo animal correspondem a essas variáveis. Este estudo colabora com outros estudos de ecologia de serpentes e estudos de veneno, podendo sugerir que quando comparados com estudo de cromatografia de venenos, o perfil das proteínas existentes aparecem ou desaparecem, por exemplo, e se essa relação tem haver com o hábito alimentar dessas *B. atrox*, relacionados com o ambiente em que vivem.

3.7 Conclusões

A análise dos resultados em seu conjunto nos permite tecer as seguintes considerações:

De acordo com os resultados obtidos nos diferentes tecidos coletados (escama, sangue, fezes e veneno) coletados no tempo inicial (T0) nos diferentes ambientes de estudo, (floresta, savana, pastagens e indefinido) e após mantidos no cativeiro (biotério) concluímos que no mesmo animal, cada tecido responde isotopicamente diferente tanto para $\delta^{13}C$ quanto para o $\delta^{15}N$ e que a escolha do tecido a ser estudado irá depender da pergunta que se quer responder.

Dependendo do tecido analisado nas *B.atrox* pode se ter diferenças entre as idades do animal (adulto, juvenil e filhote) e diferenças entre os ambientes de estudo, isto dependerá também da fonte alimentar igerida (presa) podendo refletir no *turnover* dos mesmos.

Quando comparados os tecidos das *B.atrox* (predador) com as fontes alimentares (presa), conseguimos visualizar diferenças no $\delta^{15}N$ entre presa e predador e que estas diferenças, estão relacionadas com o nível trófico desses animais, independentemente do ambiente em que vivem e nas análises de *turnover*, dependendo do ambiente e do tecido analisado, a meia-vida pode ser menor ou maior no mesmo tecido estudado nas *B. atrox*, em relação às outras análises de *turnover*.

As fontes alimentares coletadas nos mesmos ambientes das *B. atrox*, (floresta, pastagens e savana), diferem entre si, caracterizando o ambiente que viviam.

As diferenças de idades e ambientes dos tecidos das *B.atrox* analisadas comparadas com as fontes alimentares, sugerem que animais maiores se alimentam de presas maiores, como é o caso dos adultos e animais menores irão se alimentar de presas menores, como é o caso dos filhotes e isto também interfere na composição isotópica dos tecidos das *B.atrox* e no metabolismo do alimento ingererido.

Nas análises de *turnover*, a velocidade de incorporação da nova alimentação nos tecidos estudados também é um fator um importante, pois isto dependerá do animal de estudo, do tecido analisado, da idade dos animais, do metabolismo, sexo e de vários outros fatores que podem interferir na interpretação dos resultados.

Mais estudo com *turnover* em serpentes devem ser realizados para o entendimento entre ambiente-dieta e como elas respondem as mudanças metabólicas desses ambientes e a alimentação.

Além desse estudo, outros estudos com ecologia isotópica e metabolismo animal, são importantes de serem realizados, afim de cada vez mais se aprofundar de como essas serpentes vivem, do que elas se alimentam e de como isso refelte isotopicamente em seu metabolismo.

Estudos futuros comparando o *turnover* dos venenos de outras espécies de serpentes com análise de cromatografia, por exemplo, poderiam desvendar se o veneno dessas serpentes refletem em suas proteínas, as fontes alimentares ingeridas nos diferentes ambientes e se essas diferenças estão relacionadas com o habito alimentar e o ambiente onde o animal foi coletado.

Referencias

ALAPE-GIRÓN, A.; SANZ, L.; ESCOLANO, J.; FLORES-DIAS, M.; MADRIGAL, M.; SASA, M.; CALVET, J. J. Snake venomics of the lancehead *Bothrops asper*. Geographical, individual and ontogenetic variations. **Journal of Proteome Research,** Washington, DC, v. 7, p. 3556–3571, 2008.

ANDRADE, D. V.; ABE, A. S. Relationship of venon ontogeny and diet in *Bothrops*. **Herpetologica**, Lafayette, v. 55, n. 2, p. 200-204, 1999.

BARRAVIERA, B.; FERREIRA JUNIOR, R. S. **Acidentes por animais peçonhentos**. Botucatu: CEVAP-UNESP, 2007.

BERNARDE, P. S.; KOKUBUM, M. N. C.; MARQUES, O. A. Atividade e uso de hábitat em *Thamnodynastes strigatus* (Günter, 1858), no sul do Brasil (Serpentes, Colubridae). **Boletim do Museu Nacional,** Rio de Janeiro, v. 4, n. 28, p. 1-8, 2000.

CAMPBELL, J. A.; LAMAR, W. W. **The venomous reptiles of the western hemisphere**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 2004. v. 2, 870 p.

CECHIN, S. Z.; MARTINS, M. Eficiências das armadilhas de interceptação e queda (piitfall traps) em amostragem de anfíbios e répteis do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 17, n. 3, p. 729-740, 2000.

CLARK, R. H. Diet of the Timber Rattlesnake *Crotalus durissus*. **Journal of herpetology,** Salt Lake City, v. 36, p. 494-499, 2002.

DE NIRO, M. J.; EPSTEIN, S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, New York, v. 42, p. 495-506, 1978.

DUCATTI, C. **Isótopos estáveis ambientais**. Botucatu: Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2004.

DUCATTI, C.; CARRIJO, A. S.; PEZZATO, A. C.; MANCERA, P. F. A. Modelo teórico e experimental da reciclagem do carbono–13 em tecidos de mamíferos e aves. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, p. 29-33, 2002.

EGLER, S. G.; OLIVEIRA, M. E.; MARTINS, M. *Bothrops atrox* (common lancehead) foraging behavior and ophiophagy. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 27, n. 1, p. 22-23, 1996.

EHLERINGER, J. R.; BOWLING, D. R.; FLANAGAN, L.B.; FESSENDEN, J.; HELLIKER, B.; MARTINELLI, L. A.; OMETTO, J. P. Stable Isotopes and carbon cycle processes in forests and grassland. **Plant Biology**, New York, v. 4, p. 181-189, 2002.

FROTA, J. G.; SANTOR JUNIOR, A. P.; CHALKIDIS, H. M.; GUEDES, A. G. As serpentes da região do baixo rio Amazonas, Oeste do estado do Pará (*Squamata*). **Biociências,** Taubaté, v. 13, p. 211-220, 2005.

FRY, B.; SHERR, E. B. ^{13}C measurement as indicators of carbon flow in marine and fresh water ecossystems. **Contribution in Marine Science**, Port Aransas, TX, v. 27, p. 13-46, 1983.

GAEBLER, O. H.; CHOITZ, H. C.; VITTI, T. G.; VUKMIROVICH, R. Significance of ^{15}N excess in nitrogenous compounds of biological origin. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v.41, p. 1089–1097, 1963.

GANNES, L. Z.; O'BRIEN, D. M.; DEL RIO, C. M. Stable isotopes in animal ecology: assumptions, caveats, and a call more laboratory experimentals. **Ecology**, Brooklyn, v. 78, p. 1271-1276, 1997.

GUÉRCIO, R. A. P.; SHEVCHENKO, A.; SHEVCHENKO, A.; LÓPEZ-LOZANO, J. L.; SOUSA, M. V.; RICART, C. A. O. Ontogenetic variations in the venom proteome of the Amazonian snake *Bothrops atrox*. **Proteome Science**, New York, NY, v. 4, p. 11, 2006. doi: 10.1186/1477-5956-4-11.

HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; McDIARMID, R. W.; HAYEK, L. C.; FOSTER, M. S. **Measuring and monitoring biological diversity**. Standard methods for Amphibians. Washington, DC: Smithsonian Institute Press, 1994.

HOBSON, K. A.; CLARK, R. G. Assessing avian diets using stables II: factores influencing diet-tissue fractionation. **The Condor**, Waco, v. 94, p. 189-197, 1992.

HOERING, T. C. Variations of nitrogen-fifteen abundance in naturally occurring substances**.** **Science**, Washington, DC, v. 122, p. 1233-1234, 1955.

JONES, R. J.; LUDLOW, M. M.; TROUGTON, J. H.; BLUNT, C. G. Estimationof the proportion of C_3 and C_4 plant species in diet of animal from the raio natural ^{12}C and ^{13}C isotopes in the faeces. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 92, p. 91-100, 1997.

KENNED, B. V.; KROUSE, H. R. Isotope fractionation by plants and animals: implications for nutrition research. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology,** Ottawa, v. 68, p. 960-972, 1990.

KOCK, P. L.; FOGEL, M. L.; TURONS, N. Tracing the diets of fossil animals using stable isotope. In: LAJTHA, K.; MICHENER, R. H. (Ed.). **Stable in ecology and environmental science**. London: Blackwell Scientific Publication, 1994. chap. 4, p. 63-92.

LÉTOLLE, R. Nitrogen-15 in the natural environment. In: FONTES, J. C. (Ed.). H**andbook of Environmental Isotope Geochemistry**. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1980. v. 1, p. 407-429.

MACEDO-BERNARDE, L. C.; BERNARDE, P. S. *Bothrops atrox* (Common Lancehead) diet. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 36, n. 4, p. 456, 2005.

MACKESSY, S. P. Venon ontogeny in pacific rattlesnakes *Crotalus viridis helleri* and *Crotalus viridis oreganus*. **Copeia**, Lawrence, KS, n. 1, p. 92-101, 1988.

MACKESSY, S. P.; WILLIAMS, K.; ASHTON, K. G. Ontogenetic variation in venom composition and diet of *Crotalus oreganus concolor*. A case of venom Paedomorphosis? **Copeia**, Lawrence, KS, n. 4, p. 769-782, 2003.

MACKESSY, S. P.; SIXBERRY, N. M.; HEYBORNE, W. H.; FRITTS, T. Venon of the brown treesnake, *Boiga irregularis*; Ontogenetic shifts and taxa-specific toxicity. **Toxicon**, Elmsford, NY, v. 47, p. 537-548, 2006.

McDIARMID, R. W.; CAMPBELL, J. A.; TOURÉ, T. Snakes species of the world: A taxonomic and geographic reference. **The Herpetologist league**, Lawrence, KS, v. 1, p. 511, 1999.

McKECHNIE, A. E. Stable isotopes: powerful new tools for animal ecologists. **South African Journal of Science,** Johannesburg, v. 100, p. 131-134, 2004.

MARTINEZ, M. G.; DUCATTI, C.; SILVA, E. T. SANT'ANNA, S. S.; SARTORI, M. P.; BARRAVIERA, B. Does the of *Crotalus durissus terrificus* reveal its dietary history? **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, London, v. 20, p. 53, 2014.

MARTINS, M.; GORDO, M. *Bothrops atrox* (Common Lancehead) diet. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 24, p. 151-152, 1993.

MARTINS, M.; OLIVEIRA. M. E. Natural history of snakes in forests of the Manaus Region, Central Amazonian, Brazil. **Herpetological Natural History,** Stanford, v. 6, p. 78-150, 1998.

MARTINS, M.; MARQUES, O. A. V.; SAZIMA, I. Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers (Genus *Bothrops*). In: SCHUETT, G. W.; HÖGGREN, M.; DOUGLAS, M. E.; GREEN, H. W. (Ed.). **Biology of the vipers.** Eagle Mountain, Utah: Eagle Mountain Publishing, p. 307–328 2002.

MENEZES, M. C.; FURTADO, M. F.; TRAVAGLIA-CARDOSO, S. R.; CAMARGO, A. C.; SERRANO, S. M. Sex-based individual variation of snake venom proteome among eighteen *Bothrops jararaca* siblings. **Toxicon**, Elmsford, NY, v. 47, p. 304–312, 2006.

MICROCAL SOFTWARE INC. Micro Software Origin® 8.0. Professional: Origin data análysis and technical graphics. Northampton, UK, 2007.

MINAGAWA, M.; WADA, E. Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: further evidence and the relation between ^{15}N and animal age. **Geochimica et Cosmochimica Acta,** London, v. 28 p. 1155-1164, 1984.

MIZUTANI, H.; KUBAYA, Y.; WADA, E. Nitrogen and carbon isotope composition relates linearly in cormorants tissues and its diets. **Isotopenpraxis**, Basel, v. 4, p. 166-168, 1991.

NASCIMENTO, P. F.; BERNARDE, P. S.; BUZZETTI, D. R. C. *Bothrops atrox* (Amazonian Lancehead) diet. **Herpetological Review**, Lawrence, KS, v. 39, n. 3, p. 353, 2008.

NEWSOME, S. D.; DEL RIO, C. M.; BEARHOP, S.; PHILLIPS, D. L. A niche for isotopic ecology. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, DC, v. 5, n. 8, p. 429-436, 2007.

OLIVEIRA, M. E.; MARTINS, M. When and where to find a pit viper: activity patterns and habitat use of the lancehead, Bothops atrox, in central Amazonia, Brasil. **Herpetological Natural History,** Stanford, v. 8, n. 2, p. 101-110, 2001.

OUTEIRAL, A. B. **História natural de uma comunidade de serpentes da Serra do Sudeste, Bioma Pampa, Brasil**. 2006. Tese (Doutorado) - Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

PIASENTIER, E.; VALUSSO, R.; CARMIN, F.; VERSINI, G. Stable isotope ratio analysis for authentication of lamb meat. **Meat Science**, Barking, v. 64, p. 239–247, 2003.

PIMENTA, G. E. M.; DENADAI, J. C.; SARTORI, M. M. P.; PEZZATO, A. C.; SARTORI, J. R.; GARCIA, E. A.; ISHIZUKA, A. N. D.; LUIGGI, F. G.; FASANARO, R.; PASQUALI, G. A. M.; SILVA, E. T.; DUCATTI, C. Turnover do carbono em sangue e plasma, nas fases crescimento e postura, de codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 66, p. 1847-1854, 2014.

POST, D. M. Using stable isotopes to estimate throphic position: models, methods and assumptions. **Ecology**, Brooklyn, v. 83, p. 703-718, 2002.

RANKAMA, K. Carbon isotope. In: _____. **Geochemistry**. 2. ed. London: Pergamon Press, 1956. chap. 16, p. 181-234.

RODWELL, V. W. Catabolismo do nitrogênio dos aminoácidos. In: MURRAY, R.; HAPER, K. **Bioquímica**. São Paulo: Atheneu, 1990. p. 276-285.

SALDARRIAGA, M. M.; OTERO, R.; NÚÑEZ, V.; TORO, M. F.; DíAZ, A.; GUTIERREZ, M. J. Ontogenetic variability of *Bothrops atrox* and *Bothrops asper* snake venoms from Colombia. **Toxicon,** Elmsford, v. 42, p. 405–411, 2003.

SAWAYA, R. J.; MARQUES, O. A. V.; MARTINS, M. Composição e história natural das serpentes de Cerrado de Itirapina, São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 8, p. 127-149, 2008.

TIESZEN, L. L.; BOUTTON, T. N.; TESDAHL, K. G.; SLADE, N. A. Fractionation and turnover of stable carbon isotope in animal tissues: implications for δ‰^{13}C analyses of diet. **Oecologia**, Berlin, v. 57, p. 32-37, 1983.

UETZ, P. **The EMBL reptile database**. [database on the Internet]. Heidelberg, 2002. Disponível em: http://reptile-database.reptarium.cz/. Acesso em: 22 jul. 2015.

ZELANIS, A.; TRAVAGLIA-CARDOSO, S. R.; FURTADO, M. F. D. Ontogenetic changes in the venon o *Bothrops insularis* (Serpentes: Viperidae) and its biological implication. **South American Journal of Herpetology**, Washington, DC, v. 3, n. 1, p. 43-50, 2008.

4 CONCLUSÕES GERAIS

Com os resultados obtidos nos dois artigos, concluí-se que:

No mesmo animal, cada tecido responde isotopicamente diferente tanto para $\delta^{13}C$ quanto para o $\delta^{15}N$ e que a escolha do tecido a ser estudado irá depender da pergunta que se quer responder.

Dependendo do tecido analisado nas *B. atrox* pode se ter diferenças entre as idades do animal (adulto, juvenil e filhote) e diferenças entre os ambientes de estudo, isto dependerá também da fonte alimentar igerida (presa).

Quando comparados os tecidos das *B.atrox* (predador) com as fontes alimentares (presa), conseguimos visualizar diferenças no $\delta^{15}N$ entre presa e predador e que estas diferenças, estão relacionadas com o nível trófico desses animais, independentemente do ambiente em que vivem.

As fontes alimentares coletadas nos mesmos ambientes das *B. atrox*, diferem entre si caracterizando o ambiente que viviam.

Quando comparados os tecidos das *B.atrox* (predador) com as fontes alimentares (presa), consegue-se visualizar diferenças no $\delta^{15}N$ entre presa e predador e que estas diferenças, estão relacionadas com o nível trófico desses animais, independentemente do ambiente em que vivem e nas análises de *turnover*, dependendo do ambiente e do tecido analisado, a meia-vida pode ser menor ou maior no mesmo tecido estudado nas *B. atrox*, em relação às outras análises de *turnover*

Além desse estudo, outros estudos com ecologia isotópica e metabolismo animal, são importantes de serem realizados, afim de cada vez mais se aprofundar de como essas serpentes vivem, do que elas se alimentam e como isso refelte isotopicamente em seu metabolismo.

Estudos futuros comparando o *turnover* dos venenos de outras espécies de serpentes com análise de cromatografia, por exemplo, poderiam desvendar se o veneno dessas serpentes refletem em suas proteínas, as fontes alimentares ingeridas nos diferentes ambientes e se essas diferenças estão relacionadas com o hábito alimentar e o ambiente onde o animal foi coletado.

ANEXOS

Anexo A – SISBIO - IBAMA

Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 32098-4	Data da Emissão: 10/12/2013 17:47	Data para Revalidação*: 09/01/2015

* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: Ana Maria Moura da Silva	CPF: 011.789.788-42
Título do Projeto: BOTHROPS ATROX NO OESTE DO PARÁ - HÁBITOS ALIMENTARES, COMPOSIÇÃO DO VENENO E ENVENENAMENTO EXPERIMENTAL DE ESPÉCIMES COLETADOS EM ÁREAS DE FLORESTA, SAVANA E CULTIVO DE SOJA	
Nome da Instituição : INSTITUTO BUTANTAN	CNPJ: 61.821.344/0001-56

SISBIO

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	coletas periódicas e manutenção em cativeiro	01/2012	07/2016

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA n° 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio n° 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen.
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

Outras ressalvas

1	1) Como o projeto contempla acesso ao PG ou ao CTA, os pesquisadores devem ter especial atenção ao item 7, do campo OBSERVAÇÕES E RESSALVAS, que consta da Autorização SISBIO. 2)Considerando que ao término da estudo as serpentes serão mortas e incorporadas em coleções, recomenda-se o uso de método que NÃO caracterize maus tratos, como os preconizados, por exemplo, pelo Guidelines for Use of Live Amphibians and Reptiles in Field and Laboratory Research (Ash, 2004), pela Resolução 1000/2012-CFMV, pela American Society of Icthyologists and Herpetologists, e/ou outro protocolo oficial que seja do conhecimento da pesquisadora e respectiva equipe de colaboradores.

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Luis Roberto de Camargo Gonçalves	Pesquisador	012.897.378-19	10912473X SSP-SP	Brasileira
2	Inacio de Loiola Meirelles Junqueira de Azevedo	Pesquisador	271.177.508-98	16776365-9 SSP-SP-SP	Brasileira
3	PLÍNIO BARBOSA DE CAMARGO	Pesquisador	067.607.638-66	9474056 SSP-SP	Brasileira
4	Alfredo Pedroso dos Santos Júnior	Pesquisador	518.498.872-68	5108852327 SJS-RS	Brasileira
5	Richard Hemmi Valente	Pesquisador	168.397.688-64	09165714-8 IFP-RJ	Brasileira
6	Joacir Stolarz de Oliveira	Pesquisador	709.368.629-04	362109709 SSP-SP	Brasileira

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

SISBIO

Código de autenticação: 89621476

Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 32098-4	Data da Emissão: 10/12/2013 17:47	Data para Revalidação*: 09/01/2015

* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: Ana Maria Moura da Silva	CPF: 011.789.788-42
Título do Projeto: BOTHROPS ATROX NO OESTE DO PARÁ - HÁBITOS ALIMENTARES, COMPOSIÇÃO DO VENENO E ENVENENAMENTO EXPERIMENTAL DE ESPÉCIMES COLETADOS EM ÁREAS DE FLORESTA, SAVANA E CULTIVO DE SOJA	
Nome da Instituição : INSTITUTO BUTANTAN	CNPJ: 61.821.344/0001-56

SISBIO

7	HIPÓCRATES DE MENEZES CHALKIDIS	Pesquisador	631.999.982-91	2398381 SSP-PA	Brasileira
8	Ida Sigueko Sano martins	Pesquisador	689.043.128-68	4540002-7 ssp-SP	Brasileira
9	Mellissa Gaste Martinez	Estudante de Doutorado	277.343.228-24	32727169-3 SSP-SP	Brasileira
10	Rosa Helena Veras Mourão	Pesquisador	170.285.073-00	4641106 SSP-PA	Brasileira
11	DIANA REGO AMAZONAS	Estudante de Doutorado	746.050.032-15	4227604 SEGUP-PA	Brasileira
12	Luciana Aparecida Freitas de Sousa	Estudante de Mestrado	954.763.772-04	5569112 SEGUP-PA	Brasileira
13	Leijiane Figueira de Sousa	Estudante de Mestrado	600.641.882-72	3308476 SEGUP-PA	Brasileira
14	Sâmella Silva de Oliveira	Estudante de Mestrado	867.209.882-04	4639361 SEGUP-PA	Brasileira

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	BELTERRA	PA	FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS	UC Federal
2	SANTAREM	PA	Area agricola e de savana	Fora de UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Bothrops atrox
2	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Bothrops atrox
3	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Bothrops atrox (*Qtde: 20)
4	Manutenção temporária (até 24 meses) de vertebrados silvestres em cativeiro	Bothrops atrox

* Quantidade de indivíduos por espécie, por localidade ou unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

1	Amostras biológicas (Répteis)	Fragmento de tecido/órgão, Secreção, Escama, Regurgitação/conteúdo estomacal
2	Método de captura/coleta (Répteis)	Armadilha de queda "pit fall", Captura manual

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	Instituto Santareno de Educação Superior	coleção
2	INSTITUTO BUTANTAN	coleção

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

SISBIO

Código de autenticação: 89621476

Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 32098-4	Data da Emissão: 10/12/2013 17:47	Data para Revalidação*: 09/01/2015

* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: Ana Maria Moura da Silva	CPF: 011.789.788-42
Título do Projeto: BOTHROPS ATROX NO OESTE DO PARÁ - HÁBITOS ALIMENTARES, COMPOSIÇÃO DO VENENO E ENVENENAMENTO EXPERIMENTAL DE ESPÉCIMES COLETADOS EM ÁREAS DE FLORESTA, SAVANA E CULTIVO DE SOJA	
Nome da Instituição : INSTITUTO BUTANTAN	CNPJ: 61.821.344/0001-56

SISBIO

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

SISBIO

Código de autenticação: 89621476

Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 32098-4	Data da Emissão: 10/12/2013 17:47	Data para Revalidação*: 09/01/2015
* De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Ana Maria Moura da Silva	CPF: 011.789.788-42
Título do Projeto: BOTHROPS ATROX NO OESTE DO PARÁ - HÁBITOS ALIMENTARES, COMPOSIÇÃO DO VENENO E ENVENENAMENTO EXPERIMENTAL DE ESPÉCIMES COLETADOS EM ÁREAS DE FLORESTA, SAVANA E CULTIVO DE SOJA	
Nome da Instituição : INSTITUTO BUTANTAN	CNPJ: 61.821.344/0001-56

SISBIO

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

SISBIO

Código de autenticação: 89621476

Anexo B – Formulação da ração utilizada nos camundongos do Biotério FIT

Ração presence, ratos e camundongos.

Ração para animais de laboratório

Lote: 7883

Indicação: Produto destinado para a alimentação de ratos, camundongos e hamsters de laboratório. Produto indicado para ser autoclavado.

Modo de usar: Fornecer o produto à vontade e à livre acesso. Consumo aproximado: Camundongos - 4 a 5 g/dia. Ratos - 12 a 30 g/dia dependendo do tamanho e da espécie. Hamster - 10 a 14 g/dia. Uso proibido na alimentação de ruminantes.

Formulação: Níveis de garantia

Umidade (máx)130,00 g/kg

Proteína bruta (mín)230,00 g/kg

Extrato etéreo (mín)40,00 g/kg

Fibra bruta (máx)50,00 g/kg

Matéria mineral (máx)100,00 g/kg

Cálcio (mín)12,00 g/kg

Cálcio (máx)13,00 g/kg

Fósforo (mín)8.500,00 mg/kg

Sódio (mín)2.700,00 mg/k

Gmagnésio (mín)500,00 mg/kg

Ferro (mín)180,00 mg/kg

Cobre (mín)30,00 mg/kg

Manganês (mín)110,00 mg/kg

Zinco (mín)110,00 mg/kg

Iodo (mín)1,00 mg/kg

Cobalto (mín)2,00 mg/kg

Selênio (mín)0,20 mg/kg

Vitamina A (mín)25.500,00 UI/kg

Vitamina D3 (mín)4.000,00 UI/kg

Vitamina E (mín)82,00 UI/kg

Vitamina K3 (mín)6,40 mg/kg

Vitamina B1 (mín)11,00 mg/kg

Vitamina B2 (mín)12,00 mg/kg

Niacina (mín)219,00 mg/kg

Ácido pantotênico (mín)90,00 mg/kg

Vitamina B6 (mín)11,00 mg/kg

Ácido fólico (mín)13,00 mg/kg

Biotina (mín)0,10 mg/kg

Vitamina B12 (mín)40,00 mcg/kg

Colina (mín)1.800,00 mg/kg

Lisina (mín)12,50 g/kg

Metionina (mín)3.500,00 mg/

Anexo C

Tabela 1 – Tecido sangue, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

Amostra	Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXF25 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Flona	24/01/2013	11,723	14,23	1,86	-24,61	5,09	2,73	Adulto	Fêmea
ATX F26 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Flona	25/11/2013	0,795	10,57	1,31	-21,40	3,69	2,82	Adulto	Macho
ATX F29 - TO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Flona	25/11/2013	0,744	12,91	1,47	-23,28	4,41	3,00	Adulto	Macho
ATX F 32 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Flona	28/03/2104	0,587	10,65	2,31	-25,17	6,75	2,93	Filhote	Fêmea
ATX F33 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Flona	02/06/2014	0,734	12,34	5,65	-23,52	16,29	2,88	Adulto	Fêmea
ATX F34 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Flona	02/06/2014	0,680	13,82	1,08	-25,03	2,60	2,40	Adulto	Fêmea
ATX F35 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Flona	02/06/2014	0,784	18,91	1,27	-24,66	3,76	2,96	Adulto	Macho
ATXB2-	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Biotério	25/01/2013	11,698	10,40	0,42	-23,47	0,91	2,17	Filhote	Fêmea
ATXB6-	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Biotério	25/01/2013	14,678	12,04	0,26	-24,03	0,26	1,03	Filhote	Fêmea
ATX 8 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Biotério	25/11/2013	0,630	6,78	0,98	-20,09	2,90	2,95	Juvenil	Fêmea
ATX 31 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Biotério	25/11/2013	0,760	15,06	1,12	-24,83	3,15	2,81	Adulto	Fêmea
ATXO6-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	29/01/2013	15,300	10,87	1,43	-20,91	3,64	2,55	Adulto	Fêmea
ATXO7-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	23/11/2013	19,808	10,73	1,12	-21,94	2,93	2,62	Adulto	Fêmea
ATXO9-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	31/01/2013	9,055	11,67	1,37	-23,20	3,71	2,70	Juvenil	Fêmea
ATX O9 - TO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	06/03/2013	0,600	11,04	9,60	-24,29	30,57	3,18	Juvenil	Fêmea
ATXO10-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	06/03/2013	6,959	12,13	1,80	-21,91	5,10	2,83	Adulto	Macho
ATXO11-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	06/03/2013	8,759	11,48	1,56	-23,13	4,13	2,65	Adulto	Macho
ATX O11 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	11/04/2013	0,719	11,36	15,26	-23,46	45,91	3,01	Adulto	Macho
ATXO12-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	06/03/2013	14,175	12,36	0,75	-22,74	1,41	1,87	Adulto	Macho
ATX O12 - TO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	11/04/2013	0,794	12,02	3,18	-23,14	9,00	2,83	Adulto	Macho
ATXO13-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	03/03/2013	10,984	14,51	0,60	-21,93	0,90	1,51	Adulto	Macho
ATX O13 - TO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	11/04/2013	0,619	11,36	14,16	-22,22	42,44	3,00	Adulto	Macho
ATX O19 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 1	27/03/2014	0,684	11,72	4,04	-24,89	12,99	3,21	Adulto	Macho
ATXD1-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 2	29/11/2012	9,345	12,43	0,86	-24,11	2,14	2,49	Filhote	Macho
ATXD2-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 2	29/11/2012	9,881	12,57	0,69	-25,29	1,65	2,39	Filhote	Macho

Tabela 1 – Tecido sangue, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

(continua)

Amostra	**Nome científico**	**Nome popular**	**Partes do animal**	**Local**	**Data**	**Massa**	**^{15}N**	**%N**	**^{13}C**	**%C**	**C/N**	**Idade**	**Sexo**
ATXD3-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 2	04/03/2013	10,683	10,97	1,89	-24,45	5,42	2,87	Adulto	Fêmea
ATX D7 -T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 2	25/06/2013	0,728	13,00	4,26	-22,14	12,82	3,01	Adulto	Fêmea
ATX D8 - TO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 2	11/07/2013	0,740	12,14	7,31	-25,92	22,52	3,08	Adulto	Fêmea
ATX D9 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Pastagem 2	25/11/2013	0,701	12,24	1,07	-24,93	2,93	2,74	Adulto	Fêmea
ATXS1-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Savana	24/01/2013	8,240	8,30	2,16	-22,40	5,64	2,62	Adulto	Fêmea
ATXS3-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Savana	25/01/2013	9,375	13,49	0,51	-25,11	0,87	1,70	Filhote	Fêmea
ATXS4-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Sangue	Savana	26/02/2013	9,873	9,11	1,54	-21,69	3,78	2,46	Adulto	Fêmea

Tabela 2 – Tecido sangue, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXF24 - 1 - T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	117	Sangue	Floresta	03/03/2013	8,807	13,92	1,31	-23,39	3,37	2,57	Adulto	Fêmea
ATXF25 - 0 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Floresta	24/01/2013	11,723	14,23	1,86	-24,61	5,09	2,73	Adulto	Fêmea
ATX F 32 - SANGUE - 28/03/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Floresta	28/03/2104	0,587	10,65	2,31	-25,17	6,75	2,93	Filhote	Fêmea
ATX F26 - SANGUE - 25/01/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Floresta	25/11/2013	0,795	10,57	1,31	-21,40	3,69	2,82	Adulto	Fêmea
ATX F35 - SANGUE - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Floresta	02/06/2014	0,784	18,91	1,27	-24,66	3,76	2,96	Adulto	Fêmea
ATX F33 - SANGUE - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Floresta	02/06/2014	0,734	12,34	5,65	-23,52	16,29	2,88	Adulto	Fêmea
ATX F34 - SANGUE - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Floresta	02/06/2014	0,680	13,82	1,08	-25,03	2,60	2,40	Adulto	Fêmea
ATX F29 - SANGUE - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	232	Sangue	Floresta	25/11/2013	0,744	12,91	1,47	-23,28	4,41	3,00	Adulto	Macho
ATXB2-NASCERAM NO BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	108	Sangue	Indefinido	25/01/2013	11,698	10,40	0,42	-23,47	0,91	2,17	Filhote	Fêmea
ATXB6-NASCERAM NO BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	108	Sangue	Indefinido	25/01/2013	14,678	12,04	0,26	-24,03	0,26	1,03	Filhote	Fêmea
ATX8 -BIOTÉRIO 10-8 -T2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	333	Sangue	Indefinido	23/01/2013	9,523	9,63	1,32	-18,94	3,63	2,75	Juvenil	Fêmea
ATX 8 - SANGUE - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	639	Sangue	Indefinido	25/11/2013	0,630	6,78	0,98	-20,09	2,90	2,95	Juvenil	Fêmea
ATX B2 - SANGUE - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	382	Sangue	Indefinido	25/11/2013	0,778	9,57	1,37	-20,28	4,77	3,48	Filhote	Fêmea
ATX 31 - SANGUE - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Indefinido	08/08/2014	0,760	15,06	1,12	-24,83	3,15	2,81	Adulto	Fêmea
ATXO6-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	265	Sangue	Pastagem 1	29/01/2013	15,300	10,87	1,43	-20,91	3,64	2,55	Adulto	Fêmea
ATXO6 - SANGUE - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	565	Sangue	Pastagem 1	25/11/2013	0,708	8,91	1,25	-20,35	3,75	3,00	Adulto	Fêmea
ATX O6 - SANGUE - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	565	Sangue	Pastagem 1	25/11/2013	0,811	8,20	1,19	-20,52	3,36	2,83	Adulto	Fêmea
ATX O7 - SANGUE - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	374	Sangue	Pastagem 1	25/11/2013	0,657	10,39	1,30	-21,45	3,88	2,98	Adulto	Fêmea
ATXO7-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	374	Sangue	Pastagem 1	23/11/2013	19,808	10,73	1,12	-21,94	2,93	2,62	Adulto	Fêmea
ATXO9-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 1	31/01/2013	9,055	11,67	1,37	-23,20	3,71	2,70	Juvenil	Fêmea

Tabela 2 – Tecido sangue, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX O9 - SANGUE - 25/11/2103	*B. Atrox*	Jararaca do norte	317	Sangue	Pastagem 1	25/11/2013	0,690	9,92	2,98	-22,98	9,38	3,15	Juvenil	Fêmea
ATX O9 - SANGUE T1 - 06/03/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	53	Sangue	Pastagem 1	06/03/2013	0,600	11,04	9,60	-24,29	30,57	3,18	Juvenil	Fêmea
ATXO10-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 1	06/03/2013	6,959	12,13	1,80	-21,91	5,10	2,83	Adulto	Macho
ATXO11-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 1	06/03/2013	8,759	11,48	1,56	-23,13	4,13	2,65	Adulto	Macho
ATX O11 - SANGUE T1 - 11/04/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	36	Sangue	Pastagem 1	11/04/2013	0,719	11,36	15,26	-23,46	45,91	3,01	Adulto	Macho
ATXO12-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 1	06/03/2013	14,175	12,36	0,75	-22,74	1,41	1,87	Adulto	Macho
ATX O12 - SANGUE T1 - 11/04/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	36	Sangue	Pastagem 1	11/04/2013	0,794	12,02	3,18	-23,14	9,00	2,83	Adulto	Macho
ATXO13-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 1	03/03/2013	10,984	14,51	0,60	-21,93	0,90	1,51	Adulto	Macho
ATX O13 - SANGUE T1 - 11/04/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	36	Sangue	Pastagem 1	11/04/2013	0,619	11,36	14,16	-22,22	42,44	3,00	Adulto	Macho
ATX O19 - SANGUE - 27/03/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 1	27/03/2014	0,684	11,72	4,04	-24,89	12,99	3,21	Adulto	Fêmea
ATXD1-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 2	29/11/2012	9,345	12,43	0,86	-24,11	2,14	2,49	Filhote	Macho
ATXD2-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 2	29/11/2012	9,881	12,57	0,69	-25,29	1,65	2,39	Filhote	Macho
ATXD3-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 2	04/03/2013	10,683	10,97	1,89	-24,45	5,42	2,87	Adulto	Fêmea
ATX D3 - SANGUE T1 - 11/04/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	44	Sangue	Pastagem 2	11/04/2013	0,670	10,91	1,95	-23,87	5,60	2,88	Adulto	Fêmea
ATX D4 - SANGUE T0 - 14/03/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 2	14/03/2013	0,697	14,11	6,76	-24,71	22,75	3,37	Juvenil	Macho
ATX D4 - SANGUE T1 - 11/04/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	37	Sangue	Pastagem 2	11/04/2013	0,794	13,87	3,86	-24,30	11,74	3,05	Juvenil	Macho
ATX D4 - SANGUE -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	16	Sangue	Pastagem 2	21/03/2013	0,747	9,74	0,92	-21,86	2,67	2,90	Juvenil	Macho
ATX D7 - SANGUE T0 - 25/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 2	25/06/2013	0,728	13,00	4,26	-22,14	12,82	3,01	Adulto	Fêmea
ATX D8 - SANGUE T0 - 11/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 2	11/07/2013	0,740	12,14	7,31	-25,92	22,52	3,08	Adulto	Fêmea
ATX D9 - T0 - SANGUE - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Pastagem 2	25/11/2013	0,701	12,24	1,07	-24,93	2,93	2,74	Adulto	Fêmea
ATXS1-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	178	Sangue	Savana	24/01/2013	8,240	8,30	2,16	-22,40	5,64	2,62	Adulto	Fêmea

Tabela 2 – Tecido sangue, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX S1 - SANGUE - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	476	Sangue	Savana	25/11/2013	0,783	7,92	2,29	-22,16	7,06	3,08	Adulto	Fêmea
ATXS2-T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	93	Sangue	Savana	28/01/2013	1,038	10,48	9,14	-23,83	30,58	3,34	Adulto	Fêmea
ATXS2-T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	96	Sangue	Savana	31/01/2013	10,729	9,28	0,49	-23,52	0,91	1,87	Adulto	Fêmea
ATX S2 - SANGUE - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	394	Sangue	Savana	25/11/2013	0,672	8,78	1,42	-22,04	4,03	2,84	Adulto	Fêmea
ATXS3-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Sangue	Savana	25/01/2013	9,375	13,49	0,51	-25,11	0,87	1,70	Filhote	Fêmea
ATX S4 - SANGUE T1 - 11/04/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	45	Sangue	Savana	11/04/2013	0,713	9,41	13,41	-21,96	40,86	3,05	Adulto	Fêmea

Tabela 3 – Tecido fezes, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

Amostra	**Nome científico**	**Nome popular**	**Partes do animal**	**Local**	**Data**	**Massa**	**^{15}N**	**%N**	**^{13}C**	**%C**	**C/N**	**Idade**	**Sexo**
ATXF24 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Floresta	18/02/2012	1,044	**10,01**	34,66	**-26,11**	28,80	0,83	Adulto	Fêmea
ATXF25 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Floresta	10/12/2012	0,879	**10,68**	29,01	**-26,93**	33,67	1,16	Adulto	Fêmea
ATXF26 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Floresta	08/01/2013	0,957	**14,27**	9,43	**-25,22**	31,73	3,37	Adulto	Macho
ATXF27 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Floresta	11/04/2013	1,600	**11,85**	24,98	**-25,20**	18,33	0,73	Filhote	Fêmea
ATX F29 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Floresta	07/05/2013	0,670	12,58	35,83	-24,33	28,65	0,80	Adulto	Macho
ATX F33 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Floresta	02/06/2014	0,614	10,97	33,43	-26,33	27,89	0,83	Adulto	Fêmea
ATX F34 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Floresta	02/06/2014	0,822	13,66	28,15	-25,22	24,32	0,86	Adulto	Fêmea
ATX F35 - TO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Floresta	02/06/2014	0,744	14,72	32,79	-25,24	27,72	0,85	Adulto	Macho
ATXB1 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Indefinido	21/01/2013	0,949	**7,37**	8,90	**-21,36**	39,06	4,39	Filhote	Macho
ATXB2 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Indefinido	21/01/2013	1,087	**5,14**	35,58	**-17,38**	31,33	0,88	Filhote	Fêmea
ATXB6 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Indefinido	21/01/2013	1,015	**5,35**	36,08	**-19,96**	29,67	0,82	Filhote	Fêmea
ATX8 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Indefinido	05/01/2013	1,135	**3,96**	33,12	**-21,04**	28,58	0,86	Juvenil	Fêmea
ATX12 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Indefinido	15/03/2013	1,029	**7,77**	28,05	**-26,96**	29,23	1,04	Filhote	Fêmea
ATX 13 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Indefinido	10/05/2013	0,672	6,75	39,11	-27,81	29,69	0,76	Juvenil	Macho
ATX 31 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Indefinido	25/11/2014	0,735	13,20	29,24	-25,17	24,91	0,85	Adulto	Macho
ATXO6 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 1	23/01/2013	1,121	**7,67**	12,68	**-19,74**	31,90	2,52	Adulto	Macho
ATXO7 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 1	23/11/2012	1,165	**9,02**	33,89	**-26,14**	31,09	0,92	Adulto	Macho
ATXO9 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 1	31/01/2013	1,022	**9,67**	29,15	**-23,55**	24,02	0,82	Adulto	Macho
ATXO10 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 1	06/03/2013	0,871	**8,24**	27,62	**-24,35**	29,74	1,08	Adulto	Fêmea
ATXO11 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 1	06/03/2013	0,831	**9,49**	18,40	**-24,49**	19,67	1,06	Adulto	Macho
ATXO12 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 1	11/04/2013	0,888	**7,89**	19,74	**-27,17**	26,93	1,36	Adulto	Fêmea
ATX O19 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 1	27/03/2014	0,817	8,01	28,87	-27,17	25,45	0,88	Adulto	Fêmea
ATXO13 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 1	06/03/2013	0,940	**9,52**	31,66	**-23,12**	26,06	0,82	Juvenil	Fêmea
ATXD1 - FEZES T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 2	29/11/2012	0,274	**8,95**	36,07	**-25,13**	30,25	0,84	Filhote	Macho
ATXD2 - FEZES T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 2	29/11/2012	0,733	**5,06**	35,91	**-18,94**	29,85	0,83	Filhote	Macho

Tabela 3 – Tecido fezes, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

(continua)

Amostra	**Nome científico**	**Nome popular**	**Partes do animal**	**Local**	**Data**	**Massa**	**^{15}N**	**%N**	**^{13}C**	**%C**	**C/N**	**Idade**	**Sexo**
ATXD4 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 2	14/03/2013	1,039	**2,92**	33,66	**-20,11**	30,15	0,90	Juvenil	Macho
ATXD6 - FEZES T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 2	18/03/2013	0,808	**13,11**	15,58	**-23,52**	19,51	1,25	Adulto	Fêmea
ATX D7 - FEZES T0 - 25/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 2	25/06/2013	0,619	12,09	32,25	-22,73	24,94	0,77	Adulto	Fêmea
ATX D8 - FEZES - T0 - 08/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 2	08/07/2013	0,750	9,73	36,57	-25,96	29,40	0,80	Adulto	Fêmea
ATX D9 - FEZES - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 2	25/11/2013	0,635	9,73	33,26	-26,42	26,92	0,81	Adulto	Fêmea
ATX D11 - FEZES - 21/03/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Pastagem 2	21/03/2013	0,623	11,22	34,06	-25,34	25,51	0,75	Adulto	Fêmea
ATXS1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Savana	24/01/2013	0,878	**4,84**	19,51	**-23,28**	24,23	1,24	Adulto	Fêmea
ATXS2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Savana	28/01/2013	1,050	**4,76**	16,73	**-19,67**	33,81	2,02	Adulto	Fêmea
ATXS3	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Savana	25/01/2013	1,193	**5,15**	36,76	**-26,28**	28,83	0,78	Filhote	Fêmea
ATXS4	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fezes	Savana	11/04/2013	1,077	**7,22**	18,68	**-22,65**	38,05	2,04	Adulto	Fêmea

Tabela 4 – Tecido fezes, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXF24 - FEZES T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	103	Fezes	Floresta	18/02/2013	1,044	**10,01**	34,66	**-26,11**	28,80	0,83	Adulto	Fêmea
ATXF24 - FEZES T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	83	Fezes	Floresta	29/01/2013	0,896	**6,95**	20,24	**-19,90**	24,16	1,19	Adulto	Fêmea
ATXF25 - FEZES T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	10	Fezes	Floresta	10/12/2012	0,879	**10,68**	29,01	**-26,93**	33,67	1,16	Adulto	Fêmea
ATXF25 - FEZES T3	*B. Atrox*	Jararaca do norte	80	Fezes	Floresta	18/02/2013	0,871	**9,02**	36,20	**-24,51**	30,25	0,84	Adulto	Fêmea
ATXF25 - FEZES T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	59	Fezes	Floresta	28/01/2013	1,229	**6,76**	19,96	**-20,46**	32,38	1,62	Adulto	Fêmea
ATXF25 - FEZES T2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	62	Fezes	Floresta	31/01/2013	0,780	**6,33**	12,80	**-20,61**	40,63	3,17	Adulto	Fêmea
ATXF25 - FEZES T3	*B. Atrox*	Jararaca do norte	67	Fezes	Floresta	05/02/2013	0,810	**9,20**	12,98	**-19,97**	40,19	3,10	Adulto	Fêmea
ATXF26 - FEZES T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	15	Fezes	Floresta	18/01/2013	1,157	**12,61**	35,63	**-25,81**	31,17	0,87	Adulto	Macho
ATXF26 - FEZES T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	5	Fezes	Floresta	08/01/2013	0,899	**10,37**	31,73	**-23,53**	27,06	0,85	Adulto	Macho
ATXF26 - FEZES T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	5	Fezes	Floresta	08/01/2013	0,957	**14,27**	9,43	**-25,22**	31,73	3,37	Adulto	Macho
ATXF26 - FEZES T2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	25	Fezes	Floresta	28/01/2013	1,012	**9,43**	9,91	**-20,70**	34,03	3,43	Adulto	Macho
ATX F26 - FEZES - 25/11/2013 T4	*B. Atrox*	Jararaca do norte	326	Fezes	Floresta	25/11/2013	0,627	12,83	18,85	-24,45	18,68	0,99	Adulto	Macho
ATXF26- FEZES T3	*B. Atrox*	Jararaca do norte	43	Fezes	Floresta	15/02/2013	0,965	**11,08**	31,45	**-23,77**	26,24	0,83	Adulto	Macho
ATXF27 - FEZES T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	34	Fezes	Floresta	11/04/2013	1,600	**11,85**	24,98	**-25,20**	18,33	0,73	Filhote	Fêmea
ATX F29 - FEZES T0 - 07/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	30	Fezes	Floresta	07/05/2013	0,670	12,58	35,83	-24,33	28,65	0,80	Adulto	Macho
ATX F33 - FEZES - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	3	Fezes	Floresta	02/06/2014	0,614	10,97	33,43	-26,33	27,89	0,83	Adulto	Fêmea
ATX F34 - FEZES - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	2	Fezes	Floresta	02/06/2014	0,822	13,66	28,15	-25,22	24,32	0,86	Adulto	Fêmea
ATX F35 - FEZES - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	2	Fezes	Floresta	02/06/2014	0,744	14,72	32,79	-25,24	27,72	0,85	Adulto	Macho
ATX8 - FEZES T4	*B. Atrox*	Jararaca do norte	359	Fezes	Indefinido	18/02/2013	0,817	**5,16**	26,08	**-21,06**	31,82	1,22	Juvenil	Fêmea
ATX8 - FEZES T2 - 29/01/13 - BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	339	Fezes	Indefinido	29/01/2013	0,189	**3,72**	35,39	**-21,00**	31,54	0,89	Juvenil	Fêmea

Tabela 4 – Tecido fezes, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX8 - FEZES T3 - 05/02/13 - BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	346	Fezes	Indefinido	05/01/2013	1,135	**3,96**	33,12	**-21,04**	28,58	0,86	Juvenil	Fêmea
ATX8 - FEZES T1 - 23/01/13 - BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	333	Fezes	Indefinido	23/01/2013	1,200	**5,47**	13,77	**-19,38**	34,11	2,48	Juvenil	Fêmea
ATX 8 - FEZES - 10/05/2013 T5	*B. Atrox*	Jararaca do norte	440	Fezes	Indefinido	10/05/2013	0,697	5,23	23,92	-21,53	24,74	1,03	Juvenil	Fêmea
ATX 8 - FEZES - 25/11/2013 T6	*B. Atrox*	Jararaca do norte	639	Fezes	Indefinido	25/11/2013	0,670	5,00	18,53	-22,71	17,09	0,92	Juvenil	Fêmea
ATX12 T0 - ALOJAMENTO LBA	*B. Atrox*	Jararaca do norte	3	Fezes	Indefinido	15/03/2013	1,029	**7,77**	28,05	**-26,96**	29,23	1,04	Filhote	Fêmea
ATX 13 - FEZES T0 - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	7	Fezes	Indefinido	10/05/2013	0,672	6,75	39,11	-27,81	29,69	0,76	Juvenil	Macho
ATX 31 - FEZES - 25/11/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	109	Fezes	Indefinido	25/11/2014	0,735	13,20	29,24	-25,17	24,91	0,85	Adulto	Fêmea
ATXB1-FEZES T0 - 21/01/13 - BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	104	Fezes	Indefinido	21/01/2013	0,949	**7,37**	8,90	**-21,36**	39,06	4,39	Filhote	Macho
ATXB1 - FEZES T1 - 25/01/13 - BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	107	Fezes	Indefinido	25/01/2013	0,898	**6,83**	35,02	**-21,91**	30,99	0,88	Filhote	Macho
ATXB2 - FEZES T0 - 21/01/13- BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	104	Fezes	Indefinido	21/01/2013	1,087	**5,14**	35,58	**-17,38**	31,33	0,88	Filhote	Fêmea
ATXB2 - FEZES T1 - 04/02/13- BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	118	Fezes	Indefinido	04/02/2013	1,200	**7,46**	35,38	**-21,58**	28,75	0,81	Filhote	Fêmea
ATXB2 - FEZES T2 - 13/02/13 - BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	127	Fezes	Indefinido	13/02/2013	1,157	**5,79**	34,07	**-17,94**	28,82	0,85	Filhote	Fêmea
ATX B2 - FEZES - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	412	Fezes	Indefinido	25/11/2013	0,781	5,58	27,05	-18,79	27,47	1,02	Filhote	Fêmea

Tabela 4 – Tecido fezes, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXB2 - FEZES T3 - 15/02/13 - BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	129	Fezes	Indefinido	15/02/2013	1,093	**3,14**	36,08	**-18,69**	30,43	0,84	Filhote	Fêmea
ATXB6 - FEZES T0 - 21/01/13 - BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	104	Fezes	Indefinido	21/01/2013	1,015	**5,35**	36,08	**-19,96**	29,67	0,82	Filhote	Fêmea
ATXB6 - FEZES T1 - 25/01/13- BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	107	Fezes	Indefinido	25/01/2013	1,080	**6,77**	36,76	**-21,97**	31,17	0,85	Filhote	Fêmea
ATXB6 -FEZES T2 - 04/02/13 BIOTÉRIO	*B. Atrox*	Jararaca do norte	118	Fezes	Indefinido	04/02/2013	0,063	**9,21**	33,25	**-22,02**	28,02	0,84	Filhote	Fêmea
ATXO6 - FEZES T3 - 18/02/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	272	Fezes	Pastagem 1	18/02/2013	0,825	**6,40**	33,52	**-22,15**	29,73	0,89	Adulto	Fêmea
ATXO6 - FEZES T1 - 29/01/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	234	Fezes	Pastagem 1	29/01/2013	0,884	**5,91**	14,37	**-19,56**	29,83	2,08	Adulto	Fêmea
ATXO6 - FEZES T2 - 05/02/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	259	Fezes	Pastagem 1	05/02/2013	1,000	**5,63**	15,21	**-19,96**	31,32	2,06	Adulto	Fêmea
ATXO6 - FEZES T0 - 23/01/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	228	Fezes	Pastagem 1	23/01/2013	1,121	**7,67**	12,68	**-19,74**	31,90	2,52	Adulto	Fêmea
ATXO6 - FEZES - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	542	Fezes	Pastagem 1	25/11/2013	0,692	11,84	6,63	-24,84	18,42	2,78	Adulto	Fêmea
ATX O6 - FEZES T0 - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	353	Fezes	Pastagem 1	10/05/2013	0,790	12,56	12,32	-24,41	24,27	1,97	Adulto	Fêmea
ATX O6 - FEZES - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	542	Fezes	Pastagem 1	25/11/2013	0,724	14,46	13,78	-23,22	19,86	1,44	Adulto	Fêmea
ATXO7 - FEZES T0 - 23/11/12	*B. Atrox*	Jararaca do norte	7	Fezes	Pastagem 1	23/11/2012	1,165	**9,02**	33,89	**-26,14**	31,09	0,92	Adulto	Fêmea
ATXO7 - FEZES T1 - 05/02/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	82	Fezes	Pastagem 1	05/02/2013	1,234	**8,97**	27,05	**-25,76**	36,11	1,34	Adulto	Fêmea
ATX 07 - FEZES - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	176	Fezes	Pastagem 1	10/05/2013	0,804	9,95	13,33	-24,98	23,39	1,75	Adulto	Fêmea
ATX O7 - FEZES - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	375	Fezes	Pastagem 1	25/11/2013	0,750	12,05	1,59	-20,48	4,54	2,86	Adulto	Fêmea
ATXO9 - T1 - FEZES 06/03/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	53	Fezes	Pastagem 1	06/03/2013	0,885	**6,57**	35,04	**-23,54**	28,85	0,82	Juvenil	Fêmea

Tabela 4 – Tecido fezes, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXO9 - FEZES T0 - 31/01/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	19	Fezes	Pastagem 1	31/01/2013	1,022	**9,67**	29,15	**-23,55**	24,02	0,82	Juvenil	Fêmea
ATXO9 - FEZES T1 - 08/02/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	27	Fezes	Pastagem 1	08/02/2013	1,168	**9,29**	35,19	**-23,70**	30,06	0,85	Juvenil	Fêmea
ATXO9 - FEZES T2 - 12/02/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	31	Fezes	Pastagem 1	12/02/2013	1,014	**8,98**	36,18	**-23,62**	30,45	0,84	Juvenil	Fêmea
ATX O9 - FEZES - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	118	Fezes	Pastagem 1	10/05/2013	0,795	8,87	22,35	-23,67	20,48	0,92	Juvenil	Fêmea
ATX O9 - FEZES - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	317	Fezes	Pastagem 1	25/11/2013	0,656	4,82	27,35	-22,73	24,50	0,90	Juvenil	Fêmea
ATXO10 - FEZES - T0 - 06/03/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	4	Fezes	Pastagem 1	06/03/2013	0,871	**8,24**	27,62	**-24,35**	29,74	1,08	Adulto	Macho
ATXO11 - FEZES T0 - 06/03/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	4	Fezes	Pastagem 1	06/03/2013	0,831	**9,49**	18,40	**-24,49**	19,67	1,06	Adulto	Macho
ATXO11 - FEZES T1 - 11/04/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	40	Fezes	Pastagem 1	11/04/2013	0,948	**8,22**	31,33	**-25,81**	29,48	0,94	Adulto	Macho
ATXO12 - FEZES T0 - 11/04/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	39	Fezes	Pastagem 1	11/04/2013	0,888	**7,89**	19,74	**-27,17**	26,93	1,36	Adulto	Macho
ATXO12 - FEZES T1 - 11/04/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	39	Fezes	Pastagem 1	11/04/2013	1,228	**7,56**	32,32	**-25,39**	31,45	0,97	Adulto	Macho
ATXO13 - FEZES T1 - 11/04/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	40	Fezes	Pastagem 1	11/04/2013	1,152	**6,50**	34,11	**-23,58**	28,34	0,83	Adulto	Macho
ATXO13 - FEZES T0 - 06/03/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	4	Fezes	Pastagem 1	06/03/2013	0,940	**9,52**	31,66	**-23,12**	26,06	0,82	Adulto	Macho
ATX O19 - FEZES - 27/03/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	4	Fezes	Pastagem 1	27/03/2014	0,817	8,01	28,87	-27,17	25,45	0,88	Adulto	Fêmea
ATXD1 - FEZES T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	13	Fezes	Pastagem 2	29/11/2012	0,274	**8,95**	36,07	**-25,13**	30,25	0,84	Adulto	Fêmea
ATXD1 - FEZES T 1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	70	Fezes	Pastagem 2	25/01/2013	0,908	**9,36**	4,99	**-21,09**	44,93	9,00	Adulto	Fêmea
ATXD1 - FEZES T2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	80	Fezes	Pastagem 2	04/02/2013	1,233	**8,94**	36,19	**-21,89**	30,36	0,84	Adulto	Fêmea
ATXD2 - FEZES T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	18	Fezes	Pastagem 2	04/12/2012	0,273	**7,75**	34,57	**-27,55**	28,26	0,82	Filhote	Macho
ATXD2 - FEZES T2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	70	Fezes	Pastagem 2	25/01/2013	0,800	**9,04**	35,68	**-22,36**	29,88	0,84	Filhote	Macho
ATXD2 - FEZES T3	*B. Atrox*	Jararaca do norte	74	Fezes	Pastagem 2	29/01/2013	0,925	**11,77**	0,78	**-19,16**	5,00	6,41	Filhote	Macho

Tabela 4 – Tecido fezes, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXD2 - FEZES T4	*B. Atrox*	Jararaca do norte	79	Fezes	Pastagem 2	05/02/2013	1,010	**5,65**	19,92	**-20,41**	31,31	1,57	Filhote	Macho
ATXD2 - FEZES T5	*B. Atrox*	Jararaca do norte	86	Fezes	Pastagem 2	12/02/2013	1,029	**8,56**	36,05	**-22,04**	29,19	0,81	Filhote	Macho
ATXD2 - FEZES T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	13	Fezes	Pastagem 2	29/11/2012	0,733	**5,06**	35,91	**-18,94**	29,85	0,83	Filhote	Macho
ATXD3 - FEZES T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	44	Fezes	Pastagem 2	11/04/2013	1,564	**8,62**	20,73	**-25,65**	25,93	1,25	Adulto	Fêmea
ATX D3 - FEZES T1 - 11/04/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	44	Fezes	Pastagem 2	11/04/2013	0,689	6,75	22,75	-25,84	16,25	0,71	Adulto	Fêmea
ATXD4 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	9	Fezes	Pastagem 2	14/03/2013	1,039	**2,92**	33,66	**-20,11**	30,15	0,90	Juvenil	Macho
ATXD4 - FEZES T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	37	Fezes	Pastagem 2	11/04/2013	1,039	**8,29**	35,36	**-24,23**	29,64	0,84	Juvenil	Macho
ATX D4 - FEZES - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	265	Fezes	Pastagem 2	25/11/2013	0,697	11,04	3,50	-22,39	9,54	2,72	Juvenil	Macho
ATXD6 - FEZES T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	7	Fezes	Pastagem 2	18/03/2013	0,808	**13,11**	15,58	**-23,52**	19,51	1,25	Adulto	Fêmea
ATX D6 - FEZES - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	263	Fezes	Pastagem 2	25/11/2013	0,642	4,02	21,41	-22,25	19,14	0,89	Adulto	Fêmea
ATX D7 - FEZES T0 - 25/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	3	Fezes	Pastagem 2	25/06/2013	0,619	12,09	32,25	-22,73	24,94	0,77	Adulto	Fêmea
ATX D8 - FEZES - T0 - 08/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	1	Fezes	Pastagem 2	08/07/2013	0,750	9,73	36,57	-25,96	29,40	0,80	Adulto	Fêmea
ATX D9 - FEZES - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Fezes	Pastagem 2	25/11/2013	0,635	9,73	33,26	-26,42	26,92	0,81	Adulto	Fêmea
ATX D11 - FEZES - 21/03/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	2	Fezes	Pastagem 2	21/03/2014	0,623	11,22	34,06	-25,34	25,51	0,75	Adulto	Fêmea
ATXS1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	203	Fezes	Savana	18/02/2013	1,365	**4,70**	21,96	**-22,04**	25,88	1,18	Adulto	Fêmea
ATXS1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	178	Fezes	Savana	24/01/2013	0,878	**4,84**	19,51	**-23,28**	24,23	1,24	Adulto	Fêmea
ATXS1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	178	Fezes	Savana	24/01/2013	1,328	**10,16**	7,81	**-25,81**	21,58	2,76	Adulto	Fêmea
ATX S1 - FEZES - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	284	Fezes	Savana	10/05/2013	0,636	4,09	8,33	-23,40	16,57	1,99	Adulto	Fêmea
ATX S1 - FEZES - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	483	Fezes	Savana	25/11/2013	0,693	2,50	37,70	-20,93	30,05	0,80	Adulto	Fêmea
ATXS2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	96	Fezes	Savana	31/01/2013	0,867	**3,92**	33,95	**-23,54**	30,35	0,89	Adulto	Fêmea
ATXS2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	101	Fezes	Savana	05/02/2013	1,291	**3,45**	34,72	**-24,14**	30,76	0,89	Adulto	Fêmea
ATXS2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	93	Fezes	Savana	28/01/2013	1,050	**4,76**	16,73	**-19,67**	33,81	2,02	Adulto	Fêmea

Tabela 4 – Tecido fezes, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	**Nome científico**	**Nome popular**	**Tempo em dias**	**Partes do animal**	**Local**	**Data**	**Massa**	**^{15}N**	**%N**	**^{13}C**	**%C**	**C/N**	**Idade**	**Sexo**
ATX S2 - FEZES - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	195	Fezes	Savana	10/05/2013	0,692	6,60	26,90	-22,87	22,93	0,85	Adulto	Fêmea
ATX S2 - FEZES - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	394	Fezes	Savana	25/11/2013	0,632	4,99	21,79	-23,73	23,70	1,09	Adulto	Fêmea
ATXS3	*B. Atrox*	Jararaca do norte	7	Fezes	Savana	25/01/2013	1,193	**5,15**	36,76	**-26,28**	28,83	0,78	Filhote	Fêmea
ATXS3	*B. Atrox*	Jararaca do norte	11	Fezes	Savana	29/01/2013	1,162	**6,72**	30,08	**-25,79**	27,65	0,92	Filhote	Fêmea
ATXS3	*B. Atrox*	Jararaca do norte	17	Fezes	Savana	04/02/2013	1,247	**6,23**	36,88	**-24,29**	29,00	0,79	Filhote	Fêmea
ATXS3	*B. Atrox*	Jararaca do norte	26	Fezes	Savana	13/02/2013	1,195	**7,53**	34,45	**-23,52**	29,77	0,86	Filhote	Fêmea
ATXS4	*B. Atrox*	Jararaca do norte	45	Fezes	Savana	11/04/2013	1,077	**7,22**	18,68	**-22,65**	38,05	2,04	Adulto	Fêmea
ATXS4	*B. Atrox*	Jararaca do norte	45	Fezes	Savana	11/04/2013	0,840	**7,14**	31,21	**-24,16**	27,08	0,87	Adulto	Fêmea

Tabela 5 – Tecido escama, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

Amostra	Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Observação	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXF18 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	19/11/2011	Fêmea/adulto/cativeiro	0,46	15,89	17	-22,94	41,52	2,44	Adulto	Fêmea
ATXF 18 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	19/11/2011	Fêmea/adulto/cativeiro	0,32	15,51	16,95	-22,98	41,91	2,47	Adulto	Fêmea
ATXF21 - 3 - Biotério 11	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	11/06/2012	Fêmea/adulto/cativeiro	0,840	18,12	15,64	-24,16	44,31	2,83	Adulto	Fêmea
ATXF22 - 0 - Biotério12	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	07/05/2012	Macho/adulto/cativeiro	0,840	16,82	12,80	-25,05	39,53	3,09	Adulto	Macho
ATXF23 - 0 - Biotério 15	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	16/05/2012	Sem identificação	0,840	12,56	15,41	-26,13	43,58	2,83	Não	Não
ATXF25 - 0 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	24/01/2013	Fêmea/adulto/cativeiro	0,893	14,48	15,24	-24,50	42,24	2,77	Adulto	Fêmea
ATXF26 - 0 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	18/01/2013	Fêmea/adulto/cativeiro	0,753	15,88	13,55	-24,28	40,36	2,98	Adulto	Macho
ATXF27 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	11/04/2013		0,297	12,92	10,78	-24,23	37,01	3,43	Filhote	Fêmea
ATX F 28 - ESCAMAS T0 - 07/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	07/05/2013		0,608	14,74	16,21	-25,06	44,90	2,77	Adulto	Macho
ATX F29 - ESCAMAS T0 - 07/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	07/05/2013		0,699	15,10	13,89	-24,19	38,48	2,77	Adulto	Macho
ATX F 32 - ESCAMAS - 28/03/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	28/03/2014		0,809	12,08	12,69	-23,63	36,55	2,88	Filhote	Fêmea
ATX F33 - ESCAMAS - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	02/06/2014		0,735	13,17	10,28	-24,10	27,96	2,72	Adulto	Fêmea
ATX F34 - ESCAMAS - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	02/06/2014		0,628	15,63	13,03	-24,11	37,31	2,86	Adulto	Fêmea
ATX F35 - ESCAMAS - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Flona	02/06/2014		0,669	18,74	9,13	-23,87	26,86	2,94	Adulto	Macho
ATX5 - Biotério 09-01 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Indefinido	22/02/2012	Sem identificação	0,840	12,03	12,53	-19,41	37,32	2,98	Não	Não
ATX7 - Biotério 07	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Indefinido	12/06/2012	Sem identificação	0,840	10,00	15,75	-19,93	45,64	2,90	Não	Não
ATX8 - Biotério 10-3a - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Indefinido	09/05/2012	Fêmea/juvenil/cativeiro	0,840	15,95	14,51	-24,71	41,13	2,83	Juvenil	Fêmea
ATXB1- Nasceram no Biotério	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Indefinido	25/01/2013	Macho/filhote/cativeiro	0,318	9,81	12,94	-22,00	39,36	3,04	Filhote	Macho

Tabela 5 – Tecido escama, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Observação	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXB2-Nasceram no Biotério	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Indefinido	25/01/2013	Fêmea/filhote/cativeiro	0,677	9,63	13,23	-21,51	42,92	3,24	Filhote	Fêmea
ATXB6-Nasceram no Biotério	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Indefinido	25/01/2013	Fêmea/filhote/cativeiro	0,309	10,85	13,05	-21,23	43,37	3,32	Filhote	Fêmea
ATX12 - alojamento LBA T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Indefinido	15/03/2013		0,711	**11,35**	10,67	**-25,21**	37,79	3,54	Filhote	Fêmea
ATX 13 - ESCAMAS T0 - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Indefinido	10/05/2013		0,758	9,02	16,05	-24,53	43,73	2,73	Juvenil	Macho
ATX 31 - ESCAMAS - 25/11/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Indefinido	25/11/2013		0,756	17,45	15,20	-24,60	42,05	2,77	Adulto	Fêmea
ATXO6 -T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 1	29/01/2013	Fêmea/adulta/cativeiro	1,024	10,52	15,02	-20,62	45,17	3,01	Adulto	Fêmea
ATXO7 -T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 1	23/11/2012	Fêmea/adulta/cativeiro	0,820	12,77	15,37	-19,83	44,74	2,91	Adulto	Fêmea
ATXO8-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 1	03/12/2012	Fêmea/adulta/cativeiro	0,864	12,44	15,43	-21,98	45,26	2,93	Adulto	Fêmea
ATXO9-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 1	31/01/2013	Fêmea/jovem/cativeiro	0,624	11,92	12,49	-24,12	36,40	2,91	Juvenil	Fêmea
ATXO10-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 1	06/03/2013	Macho/adulta/cativeiro	0,950	12,81	4,97	-22,20	12,42	2,50	Adulto	Macho
ATXO11-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 1	06/03/2013	Macho/adulta/cativeiro	1,008	11,96	11,97	-23,59	33,24	2,78	Adulto	Macho
ATXO12-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 1	06/03/2013	Macho/adulta/cativeiro	0,927	12,30	15,63	-22,76	43,64	2,79	Adulto	Macho
ATXO13-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 1	03/03/2013	Macho/adulta/cativeiro	0,844	12,83	15,65	-21,93	44,54	2,85	Filhote	Macho
ATX D1-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 2	29/11/2012	Macho/filhote/cativeiro	0,263	9,86	29,09	-24,14	31,67	1,09	Filhote	Macho
ATX D2-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 2	29/11/2012	Macho/filhote/cativeiro	0,358	11,92	13,19	-23,32	42,24	3,20	Filhote	Macho
ATX D3- T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 2	04/03/2013	Fêmea/adulta/cativeiro	0,967	12,09	15,90	-24,37	42,68	2,68	Adulto	Fêmea

Tabela 5 – Tecido escama, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

(continua)

Amostra	**Nome científico**	**Nome popular**	**Partes do animal**	**Local**	**Data**	**Observação**	**Massa**	**15N**	**%N**	**13C**	**%C**	**C/N**	**Idade**	**Sexo**
ATXD4 - escamas T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 2	14/03/2013		0,822	**15,20**	12,74	**-24,74**	40,23	3,16	Juvenil	Macho
ATXD6 - escamas T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 2	18/03/2013		1,182	**10,88**	12,13	**-21,18**	41,01	3,38	Filhote	Macho
ATX D7 - ESCAMAS T0 - 25/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 2	25/06/2013		0,803	12,67	13,73	-21,44	38,92	2,84	Adulto	Fêmea
ATX D8 - ESCAMAS T0 - 08/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 2	08/07/2013		0,616	12,07	15,95	-24,63	43,47	2,73	Adulto	Fêmea
ATX D9 - ESCAMAS - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 2	25/11/2013		0,749	12,70	15,05	-24,69	42,63	2,83	Adulto	Fêmea
ATX D11 - ESCAMAS - 21/03/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 2	21/03/2013		0,784	13,91	11,98	-24,52	32,89	2,75	Adulto	Fêmea
ATX D11 - ESCAMAS - 21/03/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Pastagem 2	21/03/2013		0,726	13,65	12,53	-24,70	33,67	2,69	Adulto	Fêmea
ATXS1-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Savana	24/01/2013	Fêmea/adulta/cativeiro	0,937	9,32	16,34	-22,24	42,74	2,62	Adulto	Fêmea
ATXS2- T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Savana	28/01/2013	Fêmea/adulta/cativeiro	0,598	9,78	15,80	-23,67	44,62	2,82	Adulto	Fêmea
ATXS3-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Savana	25/01/2013	Fêmea/filhote/cativeiro	0,749	7,11	22,57	-26,07	35,91	1,59	Filhote	Fêmea
ATXS4-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Savana	26/02/2013	Fêmea/adulta/cativeiro	1,077	9,48	16,95	-20,86	48,92	2,89	Adulto	Fêmea
ATX S5 - ESCAMAS - 20/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Escama	Savana	20/06/2013		0,712	12,50	11,06	-25,21	34,78	3,15	Adulto	Macho

Tabela 6 – Tecido escama, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

Amostra	**Nome científico**	**Nome popular**	**Tempo em dias**	**Partes do animal**	**Local**	**Data**	**Massa**	**^{15}N**	**%N**	**^{13}C**	**%C**	**C/N**	**Idade**	**Sexo**
ATXF18 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Floresta	19/11/2011	0,46	15,89	17	-22,94	41,52	2,44	Adulto	Fêmea
ATXF 18 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Floresta	19/11/2011	0,32	15,51	16,95	-22,98	41,91	2,47	Adulto	Fêmea
ATXF 18 - 1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	38	Escama	Floresta	25/01/2012	0,840	15,86	15,22	-21,85	36,97	2,43	Adulto	Fêmea
ATXF 18 - 1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	38	Escama	Floresta	25/01/2012	0,840	16,61	16,66	-22,00	40,94	2,46	Adulto	Fêmea
ATXF18 - 2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	75	Escama	Floresta	09/03/2012	0,887	12,59	15,01	-21,97	44,93	2,99	Adulto	Fêmea
ATXF21 - 3 - Biotério 11	*B. Atrox*	Jararaca do norte	99	Escama	Indefinido	11/06/2012	0,840	18,12	15,64	-24,16	44,31	2,83	Adulto	Fêmea
ATXF22 - 0 - Biotério12	*B. Atrox*	Jararaca do norte	63	Escama	Indefinido	07/05/2012	0,840	16,82	12,80	-25,05	39,53	3,09	Adulto	Macho
ATXF23 - 0 - Biotério 15	*B. Atrox*	Jararaca do norte	59	Escama	Indefinido	16/05/2012	0,840	12,56	15,41	-26,13	43,58	2,83	Sem identificação	Sem identificação
ATXF24 - 1 - T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	78	Escama	Floresta	24/01/2013	0,815	14,58	16,62	-23,35	47,27	2,84	Adulto	Fêmea
ATXF25 - 0 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	55	Escama	Floresta	24/01/2013	0,893	14,48	15,24	-24,50	42,24	2,77	Adulto	Fêmea
ATXF25 - 1 - T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	55	Escama	Floresta	31/01/2013	0,932	14,24	14,84	-23,96	43,96	2,96	Adulto	Fêmea
ATXF25 - 2 - T2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	62	Escama	Floresta	19/02/2013	0,996	13,86	15,38	-24,00	46,38	3,02	Adulto	Fêmea
ATXF26 - 0 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	15	Escama	Floresta	18/01/2013	0,753	15,88	13,55	-24,28	40,36	2,98	Adulto	Fêmea
ATXF26 - 1 - T1 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	47	Escama	Floresta	19/02/2013	1,200	15,28	13,83	-22,87	43,38	3,14	Adulto	Fêmea
ATX F26 - ESCAMAS - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	127	Escama	Floresta	10/05/2013	0,420	13,07	15,23	-21,75	42,77	2,81	Adulto	Macho
ATX F26 - ESCAMAS - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	326	Escama	Floresta	25/11/2013	0,755	15,85	6,90	-22,63	16,43	2,38	Adulto	Macho
ATXF27 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	34	Escama	Floresta	11/04/2013	0,297	**12,92**	10,78	**-24,23**	37,01	3,43	Filhote	Fêmea

Tabela 6 – Tecido escama, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX F 28 - ESCAMAS T0 - 07/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	30	Escama	Floresta	07/05/2013	0,608	14,74	16,21	-25,06	44,90	2,77	Adulto	Fêmea
ATX F28 - ESCAMAS T1 - 05/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	89	Escama	Floresta	05/07/2013	0,756	13,66	15,03	-24,27	44,68	2,97	Adulto	Fêmea
ATX F29 - ESCAMAS - 05/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	89	Escama	Floresta	05/07/2013	0,631	15,15	15,69	-23,46	44,44	2,83	Adulto	Macho
ATX F29 - ESCAMAS T0 - 07/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	30	Escama	Floresta	07/05/2013	0,699	15,10	13,89	-24,19	38,48	2,77	Adulto	Macho
ATX F29 - ESCAMAS - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	232	Escama	Floresta	25/11/2013	0,764	12,54	11,46	-22,04	30,78	2,69	Adulto	Macho
ATX F 32 - ESCAMAS - 28/03/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Floresta	28/03/2014	0,809	12,08	12,69	-23,63	36,55	2,88	Filhote	Fêmea
ATX F33 - ESCAMAS - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Floresta	02/06/2014	0,735	13,17	10,28	-24,10	27,96	2,72	Adulto	Fêmea
ATX F34 - ESCAMAS - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Floresta	02/06/2014	0,628	15,63	13,03	-24,11	37,31	2,86	Adulto	Fêmea
ATX F35 - ESCAMAS - 02/06/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Floresta	02/06/2014	0,669	18,74	9,13	-23,87	26,86	2,94	Adulto	Macho
ATX8 - Biotério 10-3a - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	74	Escama	Indefinido	09/05/2012	0,840	15,95	14,51	-24,71	41,13	2,83	Juvenil	Fêmea
ATX8 - Biotério 10-3b - T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	144	Escama	Indefinido	09/08/2012	0,840	12,38	15,18	-18,08	39,76	2,62	Juvenil	Fêmea
ATX8 -Biotério 10-8 -T2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	311	Escama	Indefinido	23/01/2013	0,817	9,48	15,26	-18,04	43,31	2,84	Juvenil	Fêmea
ATX 8 - ESCAMAS - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	418	Escama	Indefinido	10/05/2013	0,425	10,03	15,55	-18,97	43,26	2,78	Juvenil	Fêmea

Tabela 6 – Tecido escama, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX 8 - ESCAMAS - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	617	Escama	Indefinido	25/11/2013	0,775	7,97	11,40	-19,27	32,16	2,82	Juvenil	Fêmea
ATX7 - Biotério 07	*B. Atrox*	Jararaca do norte	116	Escama	Indefinido	12/06/2012	0,840	10,00	15,75	-19,93	45,64	2,90	Sem identificação	Sem identificação
ATX5 - Biotério 09-01 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Indefinido	22/02/2012	0,840	12,03	12,53	-19,41	37,32	2,98	Sem identificação	Sem identificação
ATX5 - Biotério 09-02 - T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	48	Escama	Indefinido	11/04/2012	0,840	12,78	14,37	-20,24	42,29	2,94	Sem identificação	Sem identificação
ATX12 - alojamento LBA T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Indefinido	15/03/2013	0,711	**11,35**	10,67	**-25,21**	37,79	3,54	Filhote	Fêmea
ATX 13 - ESCAMAS - 15/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	73	Escama	Indefinido	15/07/2013	0,720	8,52	16,08	-22,37	43,49	2,70	Juvenil	Macho
ATX 13 - ESCAMAS T0 - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Indefinido	10/05/2013	0,758	9,02	16,05	-24,53	43,73	2,73	Juvenil	Macho
ATX 31 - ESCAMAS - 25/11/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	109	Escama	Indefinido	25/11/2014	0,756	17,45	15,20	-24,60	42,05	2,77	Adulto	Fêmea
ATXB1- Nasceram no Biotério	*B. Atrox*	Jararaca do norte	107	Escama	Indefinido	25/01/2013	0,318	9,81	12,94	-22,00	39,36	3,04	Filhote	Macho
ATXB2-Nasceram no Biotério	*B. Atrox*	Jararaca do norte	107	Escama	Indefinido	25/01/2013	0,677	9,63	13,23	-21,51	42,92	3,24	Filhote	Fêmea
ATX B2 - ESCAMAS - 25/11/2103	*B. Atrox*	Jararaca do norte	411	Escama	Indefinido	25/11/2013	0,734	9,17	11,90	-19,62	33,50	2,81	Filhote	Fêmea
ATXB6-Nasceram no Biotério	*B. Atrox*	Jararaca do norte	107	Escama	Indefinido	25/01/2013	0,309	10,85	13,05	-21,23	43,37	3,32	Filhote	Fêmea
ATXO6	*B. Atrox*	Jararaca do norte	234	Escama	Pastagem 1	29/01/2013	1,024	10,52	15,02	-20,62	45,17	3,01	Adulto	Fêmea
ATX O6 - ESCAMAS 10/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Pastagem 1	10/06/2013	0,700	9,87	15,29	-20,12	43,16	2,82	Adulto	Fêmea

Tabela 6 – Tecido escama, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX O6 - ESCAMAS - 25 /11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	534	Escama	Pastagem 1	25/11/2013	0,652	12,10	8,85	-20,34	24,29	2,74	Adulto	Fêmea
ATX O6 - ESCAMAS - 25 /11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	534	Escama	Pastagem 1	25/11/2013	0,717	10,35	9,08	-20,60	25,23	2,78	Adulto	Fêmea
ATXO7 -T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Pastagem 1	23/11/2012	0,820	12,77	15,37	-19,83	44,74	2,91	Adulto	Fêmea
ATX O7 - ESCAMAS - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	175	Escama	Pastagem 1	10/05/2013	0,679	11,76	15,18	-22,05	44,44	2,93	Adulto	Fêmea
ATXO7 -T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	67	Escama	Pastagem 1	22/01/2013	0,809	12,83	15,23	-20,04	45,53	2,99	Adulto	Fêmea
ATX O7 - ESCAMAS - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	374	Escama	Pastagem 1	25/11/2013	0,709	9,36	9,49	-20,83	28,09	2,96	Adulto	Fêmea
ATXO8-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	16	Escama	Pastagem 1	03/12/2012	0,864	12,44	15,43	-21,98	45,26	2,93	Adulto	Fêmea
ATXO9-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	19	Escama	Pastagem 1	31/01/2013	0,624	11,92	12,49	-24,12	36,40	2,91	Juvenil	Fêmea
ATXO9 - escama T1 - 06/03/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	53	Escama	Pastagem 1	06/03/2013	1,075	**10,74**	11,86	**-23,39**	39,98	3,37	Juvenil	Fêmea
ATX O9 - ESCAMAS - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	118	Escama	Pastagem 1	10/05/2013	0,790	12,07	15,85	-21,67	46,25	2,92	Juvenil	Fêmea
ATX O9 - ESCAMAS - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	317	Escama	Pastagem 1	25/11/2013	0,634	9,37	13,02	-21,07	36,15	2,78	Juvenil	Fêmea
ATXO10-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Pastagem 1	06/03/2013	0,950	12,81	4,97	-22,20	12,42	2,50	Adulto	Macho
ATXO11-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Pastagem 1	06/03/2013	1,008	11,96	11,97	-23,59	33,24	2,78	Adulto	Macho
ATXO11 - escamas T1 - 11/04/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	40	Escama	Pastagem 1	11/04/2013	0,798	**11,75**	13,51	**-23,41**	42,15	3,12	Adulto	Macho
ATXO12-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Pastagem 1	06/03/2013	0,927	12,30	15,63	-22,76	43,64	2,79	Adulto	Macho

Tabela 6 – Tecido escama, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	**Nome científico**	**Nome popular**	**Tempo em dias**	**Partes do animal**	**Local**	**Data**	**Massa**	**^{15}N**	**%N**	**^{13}C**	**%C**	**C/N**	**Idade**	**Sexo**
ATXO12 - escamas T1 - 11/04/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	39	Escama	Pastagem 1	11/04/2013	0,860	**12,10**	13,11	**-22,64**	41,03	3,13	Adulto	Macho
ATXO13-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Pastagem 1	03/03/2013	0,844	12,83	15,65	-21,93	44,54	2,85	Adulto	Macho
ATXO13 - escamas T1 - 11/03/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	8	Escama	Pastagem 1	11/03/2013	1,140	**12,53**	7,55	**-21,82**	24,75	3,28	Adulto	Macho
ATX D1-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	13	Escama	Pastagem 2	29/11/2012	0,263	9,86	29,09	-24,14	31,67	1,09	Filhote	Macho
ATX D1-T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	70	Escama	Pastagem 2	25/01/2013	0,974	11,13	15,23	-23,07	49,46	3,25	Filhote	Macho
ATX D2-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	13	Escama	Pastagem 2	29/11/2012	0,358	11,92	13,19	-23,32	42,24	3,20	Filhote	Macho
ATX D2-T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	70	Escama	Pastagem 2	25/01/2013	0,199	12,09	13,21	-23,53	40,04	3,03	Filhote	Macho
ATX D3- T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	6	Escama	Pastagem 2	04/03/2013	0,967	12,09	15,90	-24,37	42,68	2,68	Adulto	Fêmea
ATXD3 - escamas T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	44	Escama	Pastagem 2	11/04/2013	1,006	**11,46**	9,83	**-23,26**	31,79	3,23	Adulto	Fêmea
ATXD4 - escamas T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	37	Escama	Pastagem 2	11/04/2013	1,005	**14,52**	7,57	**-23,96**	26,33	3,48	Juvenil	Macho
ATX D4 - ESCAMAS - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	265	Escama	Pastagem 2	25/11/2013	0,653	12,07	10,57	-20,44	29,81	2,82	Juvenil	Macho
ATXD6 - escamas T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Pastagem 2	18/03/2013	1,182	**10,88**	12,13	**-21,18**	41,01	3,38	Adulto	Fêmea
ATXD6 - escamas T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	31	Escama	Pastagem 2	11/04/2013	0,826	**11,62**	14,38	**-21,56**	44,64	3,10	Adulto	Fêmea
ATX D6 - ESCAMAS - 25 /11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	259	Escama	Pastagem 2	25/11/2013	0,634	12,13	10,33	-19,15	27,41	2,65	Adulto	Fêmea
ATX D7 - ESCAMAS - 05/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	9	Escama	Pastagem 2	05/07/2013	0,800	12,72	14,14	-21,01	41,28	2,92	Adulto	Fêmea

Tabela 6 – Tecido escama, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX D7 - ESCAMAS T0 - 25/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Pastagem 2	25/06/2013	0,803	12,67	13,73	-21,44	38,92	2,84	Adulto	Fêmea
ATX D8 - ESCAMAS T1- 08/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	5	Escama	Pastagem 2	08/07/2013	0,708	12,11	15,89	-24,05	45,09	2,84	Adulto	Fêmea
ATX D8 - ESCAMAS T0 - 08/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	5	Escama	Pastagem 2	08/07/2013	0,616	12,07	15,95	-24,63	43,47	2,73	Adulto	Fêmea
ATX D9 - ESCAMAS - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Pastagem 2	25/11/2013	0,749	12,70	15,05	-24,69	42,63	2,83	Adulto	Fêmea
ATX D11 - ESCAMAS - 21/03/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	3	Escama	Pastagem 2	21/03/2013	0,784	13,91	11,98	-24,52	32,89	2,75	Adulto	Fêmea
ATX D11 - ESCAMAS - 21/03/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	3	Escama	Pastagem 2	21/03/2013	0,726	13,65	12,53	-24,70	33,67	2,69	Adulto	Fêmea
ATXS1-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	178	Escama	Savana	24/01/2013	0,937	9,32	16,34	-22,24	42,74	2,62	Adulto	Fêmea
ATXS1-T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	203	Escama	Savana	18/02/2013	1,155	9,22	15,41	-21,98	46,07	2,99	Adulto	Fêmea
ATX S1 - ESCAMAS - 10/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	284	Escama	Savana	10/05/2013	0,583	8,81	16,10	-21,25	44,45	2,76	Adulto	Fêmea
ATX S1 - ESCAMAS - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	483	Escama	Savana	25/11/2013	0,609	8,30	12,88	-20,18	36,69	2,85	Adulto	Fêmea
ATXS2- T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	93	Escama	Savana	28/01/2013	0,598	9,78	15,80	-23,67	44,62	2,82	Adulto	Fêmea
ATXS2-T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	96	Escama	Savana	31/01/2013	0,865	9,14	15,63	-23,18	45,88	2,93	Adulto	Fêmea
ATX S2 - ESCAMAS	*B. Atrox*	Jararaca do norte	236	Escama	Savana	20/06/2013	0,722	7,98	16,27	-21,10	45,02	2,77	Sem identificação	Sem identificação
ATX S2 - ESCAMAS - 25/11/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	394	Escama	Savana	25/11/2013	0,645	7,45	14,14	-20,64	40,11	2,84	Sem identificação	Sem identificação

Tabela 6 – Tecido escama, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXS3-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	7	Escama	Savana	25/01/2013	0,749	7,11	22,57	-26,07	35,91	1,59	Filhote	Fêmea
ATXS4-T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Escama	Savana	26/02/2013	1,077	9,48	16,95	-20,86	48,92	2,89	Adulto	Fêmea
ATXS4	*B. Atrox*	Jararaca do norte	45	Escama	Savana	11/04/2013	0,827	**9,51**	14,57	**-20,66**	44,86	3,08	Sem identificação	Sem identificação
ATX S5 - ESCAMAS - 20/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	11	Escama	Savana	20/06/2013	0,712	12,50	11,06	-25,21	34,78	3,15	Sem identificação	Sem identificação

Tabela 7 – Tecido veneno, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

Amostra	**Nome científico**	**Nome popular**	**Partes do animal**	**Local**	**Data**	**Massa**	**^{15}N**	**%N**	**^{13}C**	**%C**	**C/N**	**Idade**	**Sexo**
Veneno B R1 Butantan	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Butantan			8,56		-20,52			Não	Não
Veneno B R2 Butantan	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Butantan			8,38		-20,41			Não	Não
Veneno B R3 Butantan	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Butantan			8,15		-20,49			Não	Não
ATXF5 -0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Flona	14/01/2010		14,79		-24,90			Adulto	Macho
ATXF6 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Flona	12/01/2010		15,04		-24,51			Adulto	Fêmea
ATXF6 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Flona	12/01/2010		14,98		-24,25			Adulto	Fêmea
ATXF9 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Flona	18/05/2010		15,90		-24,36			Adulto	Macho
ATXF12 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Flona	31/03/2010		15,59		-24,13			Adulto	Macho
ATXF12 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Flona	31/03/2010		15,28		-24,18			Adulto	Macho
ATXF13 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Flona	31/03/2010		13,64		-23,93			Adulto	Macho
ATX F28 - 0 - VENENO - 02/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Flona	02/05/2103	0,339	14,93	13,81	-24,24	41,47	3,00	Adulto	Fêmea
ATX 13 - 0 - VENENO - 09/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Biotério	09/05/2013	0,703	9,65	12,68	-24,67	38,38	3,03	Juvenil	Macho
ATX D8 - 0 - VENENO - 08/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Veneno	Área degradada/pasto	05/07/2013	0,767	12,71	13,84	-24,56	40,97	2,96	Adulto	Fêmea

Tabela 7 – Tecido veneno, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
VENENO B R1 BUTANTAN	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Padrão biotério	Veneno	Butantan			8,56		-20,52			Sem identidicação	Sem identificação
VENENO B R2 BUTANTAN	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Padrão biotério	Veneno	Butantan			8,38		-20,41			Sem identidicação	Sem identificação
VENENO B R3 BUTANTAN	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Padrão biotério	Veneno	Butantan			8,15		-20,49			Sem identidicação	Sem identificação
ATXF5 -0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Veneno	Floresta	14/01/2010		14,79		-24,90			Adulto	Macho
ATXF5 -1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	63	Veneno	Floresta	18/03/2010		14,70		-25,13			Adulto	Macho
ATXF6 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Veneno	Floresta	12/01/2010		15,04		-24,51			Adulto	Fêmea
ATXF6 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	0	Veneno	Floresta	12/01/2010		14,98		-24,25			Adulto	Fêmea
ATXF6 - 1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	65	Veneno	Floresta	18/03/2010		13,82		-23,07			Adulto	Fêmea
ATXF6 - 1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	65	Veneno	Floresta	18/03/2010		13,39		-23,00			Adulto	Fêmea
ATXF9 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	85	Veneno	Floresta	18/05/2010		15,90		-24,36			Adulto	Macho
ATXF9 - 1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	85	Veneno	Floresta	18/05/2010		15,80		-24,63			Adulto	Macho
ATXF12 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	3	Veneno	Floresta	31/03/2010		15,59		-24,13			Adulto	Macho
ATXF12 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	3	Veneno	Floresta	31/03/2010		15,28		-24,18			Adulto	Macho
ATXF13 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	5	Veneno	Floresta	31/03/2010		13,64		-23,93			Adulto	Macho
ATX F 25 - 4 - VENENO - 09/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	159	Veneno	Floresta	09/05/2013	0,692	12,06	13,19	-21,90	40,15	3,04	Adulto	Fêmea

Tabela 7 – Tecido veneno, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX F26 - 3 - VENENO - 09/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	126	Veneno	Floresta	09/05/2013	0,709	9,30	13,38	-21,09	39,71	2,97	Adulto	Macho
ATX F26 - 4 - VENENO - 18/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	166	Veneno	Floresta	18/06/2013	0,754	9,45	13,15	-20,82	40,03	3,04	Adulto	Macho
ATX F26 - 5 - VENENO - 29/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	207	Veneno	Floresta	29/07/2013	0,672	9,16	12,80	-20,49	37,42	2,92	Adulto	Macho
ATX F26 - 6 - VENENO - 11/09/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	251	Veneno	Floresta	11/09/2013	0,750	9,20	13,45	-20,26	41,07	3,05	Adulto	Macho
ATX F28 - 0 - VENENO - 02/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	25	Veneno	Floresta	02/05/2103	0,339	14,93	13,81	-24,24	41,47	3,00	Adulto	Fêmea
ATX F28 - 1 - VENENO - 18/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	72	Veneno	Floresta	18/06/2013	0,666	12,64	13,83	-23,81	41,54	3,00	Adulto	Fêmea
ATX F28 - 2 - VENENO - 29/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	113	Veneno	Floresta	29/07/2013	0,688	11,13	13,93	-22,01	40,76	2,93	Adulto	Fêmea
ATX F28 - 3 - VENENO - 11/09/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	157	Veneno	Floresta	11/09/2013	0,774	9,92	12,99	-21,29	38,70	2,98	Adulto	Fêmea
ATX F29 - 1 - VENENO - 18/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	72	Veneno	Floresta	18/06/2013	0,625	11,60	13,58	-22,20	40,87	3,01	Adulto	Macho
ATX F 29 -2 - VENENO 29/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	113	Veneno	Floresta	29/07/2013	0,306	10,30	14,13	-21,92	41,94	2,97	Adulto	Macho

Tabela 7 – Tecido veneno, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX F29 - 3 - VENENO - 11/09/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	157	Veneno	Floresta	11/09/2013	0,637	12,62	13,24	-22,53	39,45	2,98	Adulto	Macho
ATX 8 - 10 - VENENO - 09/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	438	Veneno	Indefinido	09/05/2013	0,877	9,01	12,83	-20,86	38,85	3,03	Juvenil	Fêmea
ATX 8 - 11 - VENENO - 18/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	479	Veneno	Indefinido	18/06/2013	0,629	7,66	13,17	-19,45	40,14	3,05	Juvenil	Fêmea
ATX 13 - 0 - VENENO - 09/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	6	Veneno	Indefinido	09/05/2013	0,703	9,65	12,68	-24,67	38,38	3,03	Juvenil	Macho
ATX 13 - 1 - VENENO - 18/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	46	Veneno	Indefinido	18/06/2013	0,629	10,63	13,01	-24,49	40,11	3,08	Juvenil	Macho
ATX O13 - 2 - VENENO - 21/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	81	Veneno	Pastagem 1	21/05/2013	0,703	9,43	12,50	-21,12	38,84	3,11	Adulto	Fêmea
ATX O6 - 6 - VENENO - 18/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	9	Veneno	Pastagem 1	18/06/2013	0,744	7,68	13,19	-20,31	39,55	3,00	Adulto	Fêmea
ATX O6 - 7- VENENO - 29/07/2103	*B. Atrox*	Jararaca do norte	50	Veneno	Pastagem 1	29/07/2013	0,848	7,47	13,26	-20,32	39,85	3,00	Adulto	Fêmea
ATX O6 - 8 VENENO - 11/09/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	94	Veneno	Pastagem 1	11/09/2013	0,758	8,07	13,45	-19,82	39,91	2,97	Adulto	Fêmea
ATX O7 - 4 - VENENO - 09/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	175	Veneno	Pastagem 1	09/05/2013	0,724	10,47	13,76	-21,53	39,98	2,90	Adulto	Fêmea
ATX O7 - 5 - VENENO 18/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	214	Veneno	Pastagem 1	18/06/2013	0,737	11,71	12,33	-21,67	37,63	3,05	Adulto	Fêmea

Tabela 7 – Tecido veneno, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX O7 - 6 - VENENO- 29/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	255	Veneno	Pastagem 1	29/07/2013	0,842	9,87	13,56	-21,42	40,95	3,02	Adulto	Fêmea
ATX O7 - 7 - VENENO - 11/09/2103	*B. Atrox*	Jararaca do norte	299	Veneno	Pastagem 1	11/09/2013	0,154	9,25	14,67	-20,47	43,32	2,95	Adulto	Fêmea
ATX O9 - 2 - VENENO - 09/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	117	Veneno	Pastagem 1	09/05/2013	0,799	8,67	13,51	-20,70	39,73	2,94	Juvenil	Fêmea
ATX O9 - 5 - VENENO - 11/09/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	242	Veneno	Pastagem 1	11/09/2013	0,633	7,93	13,78	-20,33	41,53	3,01	Juvenil	Fêmea
ATX O9 - 4 - VENENO - 29 /-7/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	198	Veneno	Pastagem 1	29/07/2013	0,600	8,21	13,70	-20,67	40,00	2,92	Juvenil	Fêmea
ATX D3 - 2 - VENENO - 21/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	84	Veneno	Pastagem 2	21/05/2013	0,845	10,38	13,78	-23,10	40,91	2,97	Adulto	Fêmea
ATX D3 - 3 - VENENO - 18/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	112	Veneno	Pastagem 2	18/05/2013	0,711	11,47	14,15	-23,58	42,18	2,98	Adulto	Fêmea
ATX D4 - 5 - VENENO - 11/09/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	131	Veneno	Pastagem 2	11/09/2013	0,263	10,19	14,82	-20,14	43,10	2,91	Juvenil	Macho
ATX D6 - 2 - VENENO - 21/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	71	Veneno	Pastagem 2	21/05/2013	0,787	8,95	13,49	-20,32	40,50	3,00	Adulto	Fêmea
ATX D6 - 3- VENENO - 18/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	99	Veneno	Pastagem 2	18/06/2013	0,649	11,00	13,39	-20,42	40,84	3,05	Adulto	Fêmea
ATX D6 - 4 - VENENO - 29/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	140	Veneno	Pastagem 2	29/07/2013	0,714	8,32	13,28	-20,45	40,42	3,04	Adulto	Fêmea
ATX D6 - 5 - VENENO - 11/09/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	184	Veneno	Pastagem 2	11/09/2013	0,699	8,26	13,59	-20,52	40,63	2,99	Adulto	Fêmea

Tabela 7 – Tecido veneno, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX D8 - 0 - VENENO - 08/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	5	Veneno	Pastagem 2	05/07/2013	0,767	12,71	13,84	-24,56	40,97	2,96	Adulto	Fêmea
ATX D7 - 2 - VENENO - 11/09/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	37	Veneno	Pastagem 2	11/09/2013	0,352	9,40	14,92	-20,95	42,34	2,84	Adulto	Fêmea
ATX D7 - 1 - VENENO - 29/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	81	Veneno	Pastagem 2	29/07/2013	0,666	9,81	12,78	-21,09	37,00	2,89	Adulto	Fêmea
ATX S1 - 6 - VENENO - 29/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	364	Veneno	Savana	29/07/2013	0,799	7,24	13,72	-20,79	40,82	2,98	Adulto	Fêmea
ATX S1 - 4 - VENENO - 09/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	283	Veneno	Savana	09/05/2013	0,249	7,90	14,12	-20,89	42,09	2,98	Adulto	Fêmea
ATX S1 - 5 - VENENO - 18/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	323	Veneno	Savana	18/06/2013	0,959	7,37	9,42	-21,10	27,40	2,91	Adulto	Fêmea
ATX S1 - 7 - VENENO - 11/09/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	408	Veneno	Savana	11/09/2013	0,613	7,52	13,56	-20,50	39,44	2,91	Adulto	Fêmea
ATX S2 - 4 - VENENO - 09/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	193	Veneno	Savana	09/05/2013	0,748	7,93	13,45	-21,41	39,89	2,97	Adulto	Fêmea
ATX S2 - 5 - VENENO - 18/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	215	Veneno	Savana	18/06/2013	0,689	7,04	13,48	-20,56	39,58	2,94	Adulto	Fêmea
ATX S2 - 6 - VENENO - 29/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	256	Veneno	Savana	29/07/2013	0,749	7,16	14,06	-20,47	41,89	2,98	Adulto	Fêmea
ATX S2 - 7 - VENENO - 11/09/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	300	Veneno	Savana	11/09/2013	0,788	7,55	12,64	-19,76	36,91	2,92	Adulto	Fêmea

Tabela 7 – Tecido veneno, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0) e *turnover*.

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Tempo em dias	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX S4 - 2 - VENENO - 02/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	69	Veneno	Savana	02/05/2013	0,623	14,73	13,85	-24,11	39,63	2,86	Adulto	Fêmea

Tabela 8 – Tecido ecdise, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

Amostra	Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXF18 - 0 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Floresta	19/11/2011	0,32	16,23	16,44	-24,06	46,4	2,82	Adulto	Fêmea
ATXF22 - 0 - BIOTÉRIO12	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Floresta	07/05/2012	0,840	15,22	14,18	-25,43	47,85	3,38	Adulto	Macho
ATXF23 - 0 - BIOTÉRIO 15	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Floresta	16/05/2012	0,840	12,81	11,34	-26,52	32,13	2,83	Nao	Nao
ATXF24 -1 - T1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Floresta	18/01/2013	0,812	15,53	15,57	-24,73	43,64	2,80	Adulto	Fêmea
ATX F26 - ECDISE - 16/12/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Floresta	16/02/2013	0,689	11,11	15,73	-20,66	48,42	3,08	Adulto	Macho
ATX F27 - ECDISE - 03/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Floresta	03/05/2013	0,866	13,21	11,40	-23,74	41,31	3,62	Filhote	Fêmea
ATX F28 - ECDISE - 25/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Floresta	25/06/2013	0,745	14,73	13,59	-24,66	44,87	3,30	Adulto	Fêmea
ATX F29 - ECDISE - 24/04/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Floresta	24/04/2013	0,722	13,71	13,18	-24,57	42,84	3,25	Adulto	Macho
ATX F32 - ECDISE - 14/04/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Floresta	14/04/2014	0,811	10,62	15,50	-25,69	45,35	2,93	Adulto	Fêmea
ATX5 - BIOTÉRIO 09-01 - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Indefinido	22/02/2012	0,840	12,50	15,73	-20,81	45,87	2,92	Nao	Nao
ATX7 - BIOTÉRIO 07	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Indefinido	12/06/2012	0,840	10,88	14,15	-19,98	40,44	2,86	Nao	Nao
ATX8 - BIOTÉRIO 10-3A - T0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Indefinido	09/05/2012	0,840	14,65	16,05	-25,36	46,33	2,89	Juvenil	Fêmea
ATX 13 - ECDISE - 02/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Indefinido	02/07/2013	0,791	8,72	13,56	-24,31	46,09	3,40	Juvenil	Macho

Tabela 8 – Tecido ecdise, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX 16 - ECDISE - 03/04/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Indefinido	03/04/2014	0,806	12,92	14,19	-17,08	44,29	3,12	Juvenil	Macho
ATX B2 - ECDISE - 05/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Indefinido	05/06/2013	0,733	8,49	13,02	-20,02	44,35	3,40	Filhote	Macho
ATXO6	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 1	23/01/2013	1,089	13,19	15,05	-21,29	47,00	3,12	Adulto	Fêmea
ATXO7	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 1	04/02/2013	0,847	13,20	14,77	-20,76	46,70	3,16	Adulto	Fêmea
ATX O8 - PELE TO 03/12/2012	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 1	03/12/2012	0,635	12,63	16,81	-19,94	41,44	2,47	Adulto	Fêmea
ATX O9 - ECDISE - 13/04/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 1	13/04/2014	0,693	12,78	14,08	-24,46	45,11	3,20	Juvenil	Fêmea
ATXO11 - ECDISE - 01/04/13	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 1	01/04/2013	0,882	**12,06**	14,65	**-23,81**	40,63	2,77	Adulto	Macho
ATX O19 - 30/04/2014	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 1	30/04/2014	0,804	12,49	15,71	-23,87	47,28	3,01	Adulto	Fêmea
ATX D3 - ECDISE 03/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 2	03/06/2013	0,633	11,52	13,12	-23,77	44,68	3,41	Adulto	Fêmea
ATX D3 - ECDISE - 03/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 2	03/06/2013	0,709	11,61	12,37	-23,52	41,17	3,33	Adulto	Fêmea
ATX D4 - ECDISE - 03/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 2	03/06/2013	0,518	13,73	13,43	-22,75	43,07	3,21	Juvenil	Macho
ATXD4	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 2	12/04/2013	0,812	**14,96**	13,82	**-24,29**	45,86	3,32	Juvenil	Macho
ATXD6	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 2	18/04/2013	0,790	**11,99**	14,37	**-20,11**	42,31	2,95	Adulto	Fêmea
ATX D7 - ECDISE - 29/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Pastagem 2	29/07/2013	0,723	12,10	12,87	-21,58	42,99	3,34	Adulto	Fêmea
ATXS1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Savana	02/04/2013	0,845	**9,51**	13,89	**-21,87**	45,14	3,25	Adulto	Fêmea

Tabela 8 – Tecido ecdise, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

(continua)

Amostra	**Nome científico**	**Nome popular**	**Partes do animal**	**Local**	**Data**	**Massa**	**^{15}N**	**%N**	**^{13}C**	**%C**	**C/N**	**Idade**	**Sexo**
ATX S2 - ECDISE - 30/09/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Ecdise	Savana	30/09/2013	0,807	8,73	15,31	-21,09	47,33	3,09	Filhote	Fêmea

Tabela 9 – Tecido fígado, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

Amostra	Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXF5 -0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Flona	14/01/2010		14,76		-24,35			Adulto	Macho
ATXF5 -1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Flona	18/03/2010		14,75		-24,59			Adulto	Macho
ATXF6 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Flona	12/01/2010		14,42		-24,96			Adulto	Fêmea
ATXF6 - 1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Flona	18/03/2010		14,56		-24,95			Adulto	Fêmea
ATXF9 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Flona	18/05/2010		15,70		-24,60			Adulto	Macho
ATXF12 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Flona	31/03/2010		15,85		-25,40			Adulto	Macho
ATXF13 -0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Flona	31/03/2010		14,21		-26,23			Adulto	Macho
ATX F25 - FÍGADO - 12/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Flona	12/05/2013	0,747	15,62	15,66	-23,50	41,77	2,67	Adulto	Fêmea
ATXF12 - FÍGADO - 19/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Flona	19/02/2013	0,644	16,66	15,78	-24,42	43,91	2,78	Adulto	Macho
ATXF14 - FÍGADO - 19/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Flona	19/02/2013	0,636	15,80	11,77	-24,75	43,91	3,73	Adulto	Fêmea
HMC 138 - FÍGADO- 19/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Flona	19/02/2013	0,697	11,72	15,74	-24,59	45,53	2,89	Filhote	Fêmea
ATXF13 - FÍGADO - 19/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Flona	19/02/2013	0,578	15,40	15,05	-24,11	42,83	2,85	Adulto	Macho
HCM 141 - FÍGADO - 19/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Flona	19/02/2013	0,678	13,56	13,31	-25,01	37,31	2,80	Adulto	Macho
HMC 188 - FÍGADO - 19/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Flona	19/02/2013	0,668	17,03	14,73	-24,88	46,09	3,13	Adulto	Macho
ATXF17- FÍGADO - 19/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Flona	19/02/2013	0,794	17,79	15,98	-24,77	45,30	2,84	Adulto	Macho

Tabela 9 – Tecido fígado, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
HMC 180 - FÍGADO - 19/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Flona	19/02/2013	0,696	17,10	14,91	-24,62	45,16	3,03	Adulto	Fêmea
ATXF16 - FÍGADO - 19/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Flona	19/02/2013	0,693	14,55	15,53	-23,86	44,48	2,86	Adulto	Macho
ATX 12 - FÍGADO - 16/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Indefinido	16/02/2013	0,787	11,97	15,67	-25,58	48,50	3,09	Filhote	Fêmea
ATX B6 - FÍGADO - 04/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Indefinido	04/02/2013	0,756	10,64	14,85	-22,79	45,44	3,06	Filhote	Fêmea
ATX 11 - FÍGADO - 26/10/2012	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Indefinido	26/10/2012	0,612	13,38	12,96	-24,84	37,51	2,89	Juvenil	Macho
ATX 10 - FÍGADO - 1 - 09/03/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Indefinido	09/03/2013	0,616	11,90	15,16	-22,91	43,49	2,87	Juvenil	Macho
ATX B1- FÍGADO - 25/01/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Indefinido	25/01/2013	0,757	10,79	14,93	-22,65	45,07	3,02	Filhote	Macho
ATX O8 - RESTOS DE FÍGADO - 03/12/2012	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Restos de fígado	Pastagem 1	03/12/2012	0,565	12,79	12,10	-23,56	46,55	3,85	Adulto	Fêmea
ATX O10 - FÍGADO - 09/03/2013 - 2	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Pastagem 1	09/03/2013	0,667	11,58	11,38	-23,03	38,43	3,38	Adulto	Macho
ATX O12 - FÍGADO - 11/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Pastagem 1	11/05/2013	0,682	11,51	11,16	-23,00	36,81	3,30	Adulto	Macho
ATX O13 - FÍGADO - 24/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Pastagem 1	24/05/2013	0,889	11,28	12,60	-22,62	45,46	3,61	Adulto	Macho

Tabela 9 – Tecido fígado, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX O11 - FÍGADO - 30/04/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Pastagem 1	30/04/2013	0,677	11,72	14,61	-23,52	41,47	2,84	Adulto	Macho
ATX D8 - FÍGADO - 1 - 12/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Pastagem 2	12/07/2013	0,596	12,66	12,86	-24,71	42,73	3,32	Adulto	Fêmea
ATX D5 - FÍGADO - 12/03/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Pastagem 2	12/03/2013	0,734	11,96	12,41	-24,28	45,23	3,65	Filhote	Fêmea
ATX D1 - FÍGADO - 04/03/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Pastagem 2	04/03/2013	0,710	11,81	14,98	-22,98	42,87	2,86	Filhote	Macho
ATX D8 - FÍGADO - 2 - 12/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Pastagem 2	12/07/2013	0,810	12,88	14,10	-25,11	42,70	3,03	Adulto	Fêmea
ATX S5 - 1 - FÍGADO - 14/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Fígado	Savana	14/06/2013	0,840	9,64	13,31	-23,74	40,70	3,06	Adulto	Macho
ATX S5 - FÍGADO - 14/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Savana	14/06/2013	0,707	10,51	14,40	-24,46	41,63	2,89	Adulto	Macho
ATX S4 - FÍGADO - 21/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Figado	Savana	21/05/2013	0,786	10,19	15,32	-21,74	43,15	2,82	Adulto	Fêmea

Tabela 10 – Tecido coração, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

Amostra	Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATXF5 -0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	14/01/2010		15,11		-24,66			Adulto	Macho
ATXF5 -1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	18/03/2010		14,71		-24,32			Adulto	Macho
ATXF6 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	12/01/2010		14,36		-25,36			Adulto	Fêmea
ATXF6 - 1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	18/03/2010		14,61		-25,19			Adulto	Fêmea
ATXF9 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	18/05/2010		15,39		-24,36			Adulto	Macho
ATXF12 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	31/03/2010		16,19		-25,52			Adulto	Macho
ATXF12 - 1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	07/03/2012	0,840	16,16	12,86	-23,90	38,72	3,01	Adulto	Macho
ATXF13 -0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	31/03/2010		14,17		-25,82			Adulto	Macho
ATXF13 - 1	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	07/03/2012	0,840	15,70	15,49	-24,29	45,03	2,91	Adulto	Macho
ATXF14 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	22/04/2010	0,840	15,78	11,15	-24,35	40,93	3,67	Adulto	Fêmea
ATXF17 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	23/04/2010	0,840	17,46	15,06	-24,17	43,88	2,91	Adulto	Macho
ATX F 25 - CORAÇÃO - 12/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	12/05/2013	0,763	14,23	15,99	-23,39	46,44	2,90	Adulto	Macho
HCM 84 - CORAÇÃO - 19/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	19/02/2013	0,600	15,83	10,39	-25,90	37,70	3,63	Adulto	Fêmea
HMC 180 - CORAÇÃO - 19/02/2013 (RECEBIDA)	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Flona	29/04/2011 (coletada)	0,530	14,26	13,81	-25,14	42,11	3,05	Adulto	Fêmea
ATX6 - INDEFINIDO - 19/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Indefinido	19/02/2013	0,676	14,21	12,33	-24,36	32,77	2,66	Adulto	Fêmea
ATX B6 - CORAÇÃO - 04/02/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Indefinido	04/02/2013	0,695	10,75	14,71	-22,38	41,69	2,83	Filhote	Fêmea

Tabela 10 – Tecido coração, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

(continua)

Amostra	Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N	Idade	Sexo
ATX B1 - CORAÇÃO 25/01/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Indefinido	25/01/2013	0,667	10,78	15,54	-22,62	44,78	2,88	Filhote	Macho
ATX 11 - CORAÇÃO - 26/10/2012	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Indefinido	26/10/2012	0,742	14,61	15,49	-23,74	43,57	2,81	Juvenil	Macho
ATX 12 - CORAÇÃO - 16/03/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Indefinido	16/03/2013	0,693	11,79	15,75	-25,21	46,02	2,92	Filhote	Fêmea
ATXO3 - 0	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Pastagem 1	07/03/2012	0,840	12,40	15,58	-17,59	43,21	2,77	Adulto	Macho
ATX O8 - CORAÇÃO T0 03/12/2012	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Pastagem 1	03/12/2012	0,546	12,32	13,65	-21,65	41,90	3,07	Adulto	Fêmea
ATX O8 - CORAÇÃO T0 03/12/2012	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Pastagem 1	03/12/2012	0,546	12,32	13,65	-21,65	41,90	3,07	Adulto	Fêmea
ATX O10 - CORAÇÃO - 09/03/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Pastagem 1	09/03/2013	0,772	11,84	15,54	-22,06	41,74	2,68	Adulto	Macho
ATX O11 - 2 - CORAÇÃO - 30/04/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Pastagem 1	30/04/2013	0,715	11,44	13,91	-23,72	42,07	3,03	Adulto	Macho
ATX O12 - CORAÇÃO - 11/05/2103	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Pastagem 1	11/05/2013	0,677	12,40	15,88	-22,36	42,45	2,67	Adulto	Macho
ATX O 13 - CORAÇÃO - 24/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Pastagem 1	24/05/2013	0,713	12,23	15,17	-22,33	44,60	2,94	Adulto	Macho
ATX D1 - CORAÇÃO - 04/03/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Pastagem 2	04/03/2013	0,707	11,61	13,36	-23,26	42,32	3,17	Filhote	Macho
ATX D8 - CORAÇÃO - 12/07/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Pastagem 2	12/07/2013	0,816	13,02	14,48	-24,51	41,24	2,85	Adulto	Fêmea
ATX S4 - CORAÇÃO - 21/05/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Savana	21/05/2013	0,744	10,39	15,08	-21,77	45,20	3,00	Adulto	Fêmea
ATX S5 - CORAÇÃO - 14/06/2013	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Coração	Savana	14/06/2013	0,699	10,68	16,26	-23,45	43,26	2,66	Adulto	Macho

Tabela 11 – Tecido estômago, utilizado das *B. atrox* nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro, no tempo zero (T0).

Amostra	**Nome científico**	**Nome popular**	**Partes do animal**	**Local**	**Data**	**Massa**	**^{15}N**	**%N**	**^{13}C**	**%C**	**C/N**	**Idade**	**Sexo**
Atx f25 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Flona	12/05/2013	0,797	14,17	12,99	-23,95	41,13	3,17	Adulto	Fêmea
Atx f25 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Flona	12/05/2013	0,640	14,36	14,92	-23,79	44,17	2,96	Adulto	Fêmea
Atx 12 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Indefinido	16/03/2013	0,715	10,89	12,88	-24,98	43,06	3,34	Filhote	Fêmea
Atx b1 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Indefinido	25/01/2013	0,717	10,22	13,83	-22,90	42,88	3,10	Filhote	Macho
Atx o8 - -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Pastagem 1	03/23/2012	0,658	11,46	12,35	-21,82	40,34	3,27	Adulto	Fêmea
Atx o8	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Pastagem 1	03/12/2012	0,701	12,13	12,55	-22,79	45,93	3,66	Adulto	Fêmea
Atx o11	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Pastagem 1	30/04/2013	0,820	11,37	14,33	-23,81	47,29	3,30	Adulto	Macho
Atx o11 - estômago	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Pastagem 1	30/04/2013	0,793	10,21	14,30	-23,45	41,14	2,88	Adulto	Macho
Atx o13 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Pastagem 1	24/05/2013	0,658	10,82	12,97	-22,25	41,79	3,22	Adulto	Macho
Atx d1 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Pastagem 2	04/03/2013	0,538	11,00	12,87	-23,10	40,76	3,17	Filhote	Macho
Atx d8 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Pastagem 2	12/07/2013	0,548	11,76	13,11	-24,61	40,92	3,12	Adulto	Fêmea
Atx d8 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Pastagem 2	13/07/2013	0,600	12,26	11,87	-24,49	37,94	3,19	Adulto	Fêmea
Atx d8 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Pastagem 2	14/07/2013	0,768	12,11	9,89	-24,96	33,30	3,37	Adulto	Fêmea
Atx d8 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Pastagem 2	12/03/2013	0,885	11,85	14,87	-24,64	44,86	3,02	Adulto	Fêmea
Atx d8 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Pastagem 2	12/07/2013	0,720	12,43	14,63	-24,58	45,15	3,09	Adulto	Fêmea
Atx s4 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Savana	21/05/2013	0,814	9,74	14,11	-21,65	41,78	2,96	Adulto	Fêmea
Atx s4 -	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Savana	21/05/2013	0,676	9,92	13,85	-21,23	43,18	3,12	Adulto	Fêmea
Atx s5	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Savana	24/05/2013	0,740	9,35	13,35	-24,49	42,74	3,20	Adulto	Macho
Atx s5	*B. Atrox*	Jararaca do norte	Estômago	Savana	14/06/2013	0,684	8,94	14,52	-24,30	43,83	3,02	Adulto	Macho

Anexo D

Tabela 1 - Fontes alimentares utilizadas pelas *B. atrox*, nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro.

Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Observação	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N
Avicularia sp	Aranha caranguejeira	Animal inteiro	Floresta	27/02/2013		1,086	11,62	12,64	-22,48	39,54	3,13
Leptodactylidae pristimatis fenestratus	Anfíbio /sapinho	Animal inteiro	Floresta	03/12/2012	Utilizada para a alimetação das B.atrox nascidas em cativeiro	0,982	10,79	11,60	-25,35	37,38	3,22
Leptodactylus knudensis	Anfíbio /sapinho	Animal inteiro	Floresta	26/12/2012 e 27/12/2012	Não utilizada para a alimetação das B.atrox	1,175	11,90	11,20	-24,31	39,59	3,54
Leptodactylus pentadacylus	Anfíbio /sapinho	Animal inteiro	Floresta	26/12/2012 e 27/12/2013	Não utilizada para a alimetação das B.atrox	0,909	11,54	12,11	-24,96	39,77	3,29
Leptodactylus pentadacylus	Anfíbio /sapinho	Animal inteiro	Floresta	26/12/2012 e 27/12/2014	Não utilizada para a alimetação das B.atrox	0,871	12,67	11,16	-24,71	40,64	3,64
Leptodactylus knudensis	Anfíbio /sapinho	Animal inteiro	Floresta	26/12/2012 e 27/12/2015	Não utilizada para a alimetação das B.atrox	1,158	12,89	10,82	-25,71	43,12	3,98
Allobastes femorallis	Anfíbio /sapinho	Animal inteiro	Floresta	25/02/2013		1,075	12,34	10,78	-25,00	32,72	3,04
Lepossoma percarinatum	Lagarto	Animal inteiro	Floresta	27/02/2013		0,851	11,09	11,81	-25,55	37,22	3,15
Iphisa elegans	Lagarto	Animal inteiro	Floresta	27/02/2013		1,084	11,01	13,02	-25,15	41,24	3,17
Amphisbaena fulginosa	Lagarto	Animal inteiro	Floresta	22/02/2013		0,624	13,94	11,65	-24,34	36,82	3,16
Amphisbaena fulginosa	Lagarto	Animal inteiro	Floresta	22/02/2013		0,672	14,13	10,98	-24,75	40,23	3,66
Amphisbaena fulginosa	Lagarto	Animal inteiro	Floresta	22/02/2013		0,652	11,23	13,92	-26,06	43,61	3,13
Amphisbaena fulginosa	Lagarto	Animal inteiro	Floresta	22/02/2013		0,831	12,03	1,76	-24,83	7,73	4,39
Amphisbaena fulginosa	Lagarto	Animal inteiro	Floresta	22/02/2013		0,628	12,22	10,53	-23,92	45,07	4,28
Amphisbaena fulginosa	Lagarto	Animal inteiro	Floresta	22/02/2013		0,833	10,47	14,28	-25,96	45,53	3,19
Amphisbaena fulginosa	Lagarto	Animal inteiro	Floresta	22/02/2013		0,600	10,06	13,96	-26,45	42,26	3,03
A. fulginosa	Lagarto	Fígado	Floresta	22/03/2013		0,780	14,30	13,54	-25,17	45,85	3,39
A. fulginosa	Lagarto	Músculo	Floresta	22/03/2013		0,711	14,31	16,65	-25,08	47,76	2,87
A. fulginosa	Lagarto	Coração	Floresta	22/03/2013		0,804	11,69	15,71	-26,23	47,13	3,00
A. fulginosa	Lagarto	Figado	Floresta	22/03/2013		0,713	14,23	12,47	-25,41	45,54	3,65

Tabela 1 - Fontes alimentares utilizadas pelas *B. atrox*, nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro.

(continua)

Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Observação	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N
A. Fulginosa	Lagarto	Fígado	Floresta	22/02/2013		0,733	14,06	13,26	-25,29	45,75	3,45
A. Fulginosa	Lagarto	Pele	Floresta	22/02/2013		0,724	11,63	17,35	-24,77	43,10	2,48
A. Fulginosa	Lagarto	Figado	Floresta	22/02/2013		0,692	13,91	14,61	-25,16	44,27	3,03
A. Fulginosa	Lagarto	Estômago	Floresta	22/02/2013		0,677	14,17	11,99	-24,95	43,33	3,61
A. Fulginosa	Lagarto	Fígado e vesícula	Floresta	12/02/2013		0,651	10,91	13,21	-26,93	45,00	3,41
Mus musculos - neonatos	Neonatos de camundongo	Animal inteiro	Biotério	25/01/2013		0,760	4,95	9,43	-20,10	42,29	4,49
Ração lab comundongo	Ração	Ração atrox	Biotério	08/11/2012		0,690	1,90	4,01	-20,30	41,03	10,23
Ração lab comundongo	Ração	Ração atrox	Biotério	08/11/2012		0,635	2,03	4,11	-20,59	41,19	10,01
Mus musculos	Camundongo	Camundongo	Biotério	30/11/2012		0,591	4,24	10,29	-20,07	34,93	3,40
Mus musculos	Camundongo	Camundongo	Biotério	30/11/2012		0,744	4,77	9,46	-20,04	32,62	3,45
Mus musculos	Camundongo	Camundongo	Biotério	30/11/2012		0,687	4,90	9,39	-19,86	31,80	3,39
Mus musculos	Camundongo	Camundongo	Biotério	30/11/2012		0,522	4,81	9,01	-20,09	29,80	3,31
Ração crock canina	Ração	Ração canina	Biotério	Maio a julho de 2013		0,633	1,82	4,17	-19,70	39,02	9,36
Neonato *mus musculus*	Camundongo	Animal inteiro	Biotério	25/01/2013		0,719	6,09	10,27	-19,88	36,11	3,52
Neonato *mus musculus*	Camundongo	Animal inteiro	Biotério	25/01/2014		0,693	5,41	11,32	-20,16	35,10	3,10
Neonato *mus musculus*	Camundongo	Animal inteiro	Biotério	25/01/2013		0,696	5,64	11,32	-19,40	33,05	2,92
Phoneutra reydii	Aranha armadeira	Animal inteiro	Pastagem 2	03/10/2012		0,729	12,33	12,93	-22,78	40,34	3,12
Pedaço de cauda de squamata	Pedaço de cauda de lagarto	Parte da cauda	Pastagem 2	03/10/2012		0,865	9,60	9,90	-20,63	30,96	3,13
Phoneutra reydii	Aranha armadeira	Animal inteiro	Pastagem 2	03/10/2012		0,926	10,59	12,73	-23,17	43,97	3,46
Phoneutra reydii	Aranha armadeira	Animal inteiro	Pastagem 2	03/10/2012		0,900	12,28	10,10	-15,27	36,12	3,58
Phoneutra reydii	Aranha armadeira	Animal inteiro	Pastagem 2	03/10/2012		0,787	13,72	12,22	-20,82	41,58	3,40
Tityus obscurus	Escorpião	Animal inteiro	Pastagem 2	03/10/2012		0,830	8,93	13,20	-23,93	45,82	3,47
Tityus obscurus	Escorpião	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		1,118	9,05	12,40	-25,10	43,39	3,50
Tityus obscurus	Escorpião	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,961	9,20	13,27	-22,84	40,89	3,08

Tabela 1 - Fontes alimentares utilizadas pelas *B. atrox*, nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro.

(continua)

Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Observação	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N
Tityus obscurus	Escorpião	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		1,010	10,48	13,27	-23,95	44,43	3,35
Tityus silvestris	Escorpião	Animal inteiro	Pastagem 2	04/03/2013		0,999	7,80	12,70	-26,12	45,90	3,61
Tityus obscurus	Escorpião	Animal inteiro	Pastagem 2	19/02/2013		0,878	12,98	11,53	-27,29	47,62	4,13
Artrópode	Artrópode	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,853	8,61	9,36	-23,80	55,65	5,94
Diplopoda	Piolho de cobra	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,947	7,31	2,21	-22,49	12,88	5,83
Diplopoda	Piolho de cobra	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		1,135	6,40	2,46	-21,39	13,64	5,55
Diplopoda	Piolho de cobra	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,997	7,65	2,05	-21,92	10,12	4,95
Diplopoda	Piolho de cobra	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		1,120	7,76	3,25	-22,66	16,56	5,10
Amblypigeae sp	Opilião	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,835	8,71	11,40	-25,40	42,61	3,74
Amblypigeae sp	Opilião	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,829	8,85	11,64	-22,10	45,46	3,91
Phoneutra reydii	Aranha armadeira	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,944	11,50	10,74	-23,52	46,92	4,37
Phoneutra reydii	Aranha armadeira	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,823	10,87	12,80	-23,61	41,29	3,23
Avicularia sp	Aranha caranguejeira	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,991	12,61	12,16	-19,61	41,03	3,37
Phoneutra reydii	Aranha armadeira	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		1,129	11,83	13,03	-25,85	42,42	3,25
Phoneutra reydii	Aranha armadeira	Animal inteiro	Pastagem 2	25/02/2013		0,920	9,97	12,88	-26,04	42,48	3,30
Phoneutra reydii	Aranha armadeira	Animal inteiro	Pastagem 2	25/02/2013		1,004	15,86	15,23	-24,70	44,87	2,95
Avicularia sp	Aranha caranguejeira	Animal inteiro	Pastagem 2	25/02/2013		1,147	13,43	12,16	-19,51	41,72	3,43
Avicularia sp	Aranha caranguejeira	Animal inteiro	Pastagem 2	25/02/2013		0,956	12,14	11,44	-23,96	41,48	3,63
Mabuya nigropunctata	Lagarto	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		1,045	7,79	10,97	-20,30	30,93	2,82
Mabuya nigropunctata	Lagarto	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,829	9,07	10,82	-21,49	29,57	2,73
Cercosaura occelata	Lagarto	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,886	8,02	12,78	-15,19	38,27	2,99
Mabuya nigropunctata	Lagarto	Animal inteiro	Pastagem 2	19/02/2013		0,925	7,96	11,43	-20,96	38,17	3,34
Mabuya nigropunctata	Lagarto	Animal inteiro	Pastagem 2	19/02/2013		1,037	7,77	11,79	-20,14	37,79	3,20
Ameiva ameiva	Lagarto	Animal inteiro	Pastagem 2	23/02/2013		0,947	8,80	12,53	-21,41	35,30	2,82

Tabela 1 - Fontes alimentares utilizadas pelas *B. atrox*, nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro.

(continua)

Nome científico	Nome popular	Partes do animal	Local	Data	Observação	Massa	^{15}N	%N	^{13}C	%C	C/N
Cercosaura occelata	Lagarto	Animal inteiro	Pastagem 2	22/02/2013		1,008	7,48	12,72	-13,92	39,43	3,10
Ameiva ameiva	Lagarto	Animal inteiro	Pastagem 2	22/02/2013		0,986	8,24	12,18	-21,89	35,93	2,95
Diplopoda	Piolho de cobra	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		0,942	6,96	3,12	-15,97	16,40	5,26
Diplopoda	Piolho de cobra	Animal inteiro	Pastagem 2	22/02/2013		1,116	5,87	3,28	-24,38	17,87	5,45
Diplopoda	Piolho de cobra	Animal inteiro	Pastagem 2	22/02/2013		1,015	7,04	3,25	-23,67	17,15	5,27
Diplopoda	Piolho de cobra	Animal inteiro	Pastagem 2	22/02/2013		1,177	6,59	3,23	-19,05	16,50	5,11
Diplopoda	Piolho de cobra	Animal inteiro	Pastagem 2	22/02/2013		1,181	6,45	2,63	-24,02	13,95	5,31
Diplopoda	Piolho de cobra	Animal inteiro	Pastagem 2	22/02/2013		1,031	7,01	2,72	-18,92	14,76	5,42
Rhinella margaritífer	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	16/02/2013		1,090	8,29	11,18	-21,49	39,65	3,55
Rhinella margaritífer	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	17/02/2013		0,946	9,22	11,28	-21,02	35,95	3,19
Leptodactilidae prismantis fenestratus	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	17/02/2013		0,972	7,98	10,89	-15,09	35,41	3,25
Chiamoscleis hudsoni/Microhilidae	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	17/02/2013		1,027	7,92	11,00	-14,29	38,13	3,47
Adenomera hylaedaclyla	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	17/02/2013		1,074	13,63	11,48	-25,21	41,99	3,66
Adenomera hylaedaclyla	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	17/02/2013		0,862	9,88	10,80	-24,89	41,48	3,84
Leptodactilus petersii	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	17/02/2013		0,802	9,09	11,60	-25,14	39,35	3,39
Rhinella margaritífer	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	19/02/2013		1,180	8,67	10,74	-24,67	39,85	3,71
Leptodactylus fuscus	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	19/02/2013		0,931	9,08	11,46	-16,64	34,79	3,04
Eleutherodactylus fenestratus (Aromobatidae)	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	23/02/2013		0,868	8,95	11,29	-13,86	38,57	3,42
Brachycephalidae prismantis fenestratus	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	22/02/2013		1,018	9,89	11,50	-18,18	38,31	3,33
Adenomera hulaedactyla	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	22/02/2013		1,189	12,25	11,40	-24,24	40,19	3,53
Leptodactylus petersii	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Pastagem 2	22/02/2013		1,006	10,40	10,50	-26,05	42,16	4,02
Tityus obscurus	Escorpião preto	Animal inteiro	Pastagem 2	17/02/2013		0,972	**9,32**	14,19	**-25,19**	44,22	3,12

Tityus obscurus	Escorpião preto	Animal inteiro	Pastagem 2	27/02/2013	0,021	**7,10**	8,37	**-23,98**	24,76	2,96
Mus musculus	Jararaca do Norte	Animal inteiro	Pastagem 2	25/01/2013	0,702	4,94	7,89	-20,28	44,23	5,61

Tabela 1 - Fontes alimentares utilizadas pelas *B. atrox*, nos ambientes de coleta (Floresta, Pastagens e Savana) e no biotério, quando mantidas no cativeiro.

(continua)

Nome científico	**Nome popular**	**Partes do animal**	**Local**	**Data**	**Observação**	**Massa**	**^{15}N**	**%N**	**^{13}C**	**%C**	**C/N**
Phoneutra reydii	Aranha armadeira	Animal inteiro	Savana	25/02/2013		0,940	8,12	12,29	-28,69	44,12	3,59
Phoneutra reydii	Aranha armadeira	Animal inteiro	Savana	25/02/2013		1,046	8,50	11,75	-26,41	39,85	3,39
Leptodactylus petrsii	Anfíbio/sapinho	Animal inteiro	Savana	25/02/2013		1,023	7,11	11,59	-25,80	37,07	3,20