

## SUMÁRIO – 13.4.2 PROJETO DE MONITORAMENTO DA AVIFAUNA AQUÁTICA E SEMIAQUÁTICA

---

13.4.2.PROJETO DE MONITORAMENTO DA AVIFAUNA AQUÁTICA E SEMIAQUÁTICA.....	13.4.2-1
13.4.2.1. ANTECEDENTES .....	13.4.2-1
13.4.2.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES .....	13.4.2-1
13.4.2.2.1. CRONOGRAMA GRÁFICO.....	13.4.2-1
13.4.2.3. RESULTADOS E AVALIAÇÃO .....	13.4.2-3
13.4.2.3.1. padrão estrutural da avifauna .....	13.4.2-3
13.4.2.3.2. ANÁLISE DO STATUS DE RARIDADE.....	13.4.2-8
13.4.2.3.3. EXCLUSIVIDADE DE ESPÉCIES AQUÁTICAS POR ÁREA AMOSTRAL .....	13.4.2-10
13.4.2.3.4. ÍNDICES DE DIVERSIDADE, DOMINÂNCIA E EQUITABILIDADE .....	13.4.2-12
13.4.2.3.5. VARIAÇÃO ESPACIAL NA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E INDÍVIDUOS.....	13.4.2-13
13.4.2.3.6. VARIAÇÃO TEMPORAL NA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E INDÍVIDUOS.....	13.4.2-17
13.4.2.3.7. ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO .....	13.4.2-18
13.4.2.3.8. ESPÉCIES BIOINDICADORAS.....	13.4.2-18
13.4.2.3.9. ESPÉCIES ENDÊMICAS .....	13.4.2-19
13.4.2.3.10. ÁREAS PREFERENCIAIS DE NIDIFICAÇÃO .....	13.4.2-20
13.4.2.3.11. ÁREAS PREFERENCIAIS DE ALIMENTAÇÃO .....	13.4.2-20
13.4.2.4. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS .....	13.4.2-21
13.4.2.5. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO .....	13.4.2-21
13.4.2.6. ANEXOS .....	13.4.2-22

## 13.4.2. PROJETO DE MONITORAMENTO DA AVIFAUNA AQUÁTICA E SEMIAQUÁTICA

### 13.4.2.1. ANTECEDENTES

Durante a realização da primeira campanha amostral foram despendidos três dias de amostragem para cada uma das quatro áreas de monitoramento, o que foi considerado um tempo amostral suficiente para a realização das atividades propostas pelo **Projeto de Monitoramento da Avifauna Aquática e Semiaquática (PAASA)** dado ao fato de que esta campanha foi realizada em período de cheia, onde a maioria dos ambientes insulares, incluindo praias e pedrais, e de bordas encontrava-se submersa e, portanto, não amostrável. A partir da segunda campanha, cuja realização se deu em período de vazante, propôs-se o incremento do tempo de amostragem por área em dois dias – totalizando assim, cinco dias de coletas de dados por área de monitoramento –, de modo a evitar que os ambientes de interesse para o monitoramento ficassem subamostrados, visto que na ocasião dessa campanha grande parte encontrava-se exposta devido ao processo de drenagem natural do rio Xingu. Para a campanha sequencial, realizada em período de seca, manteve-se o tempo amostral de cinco dias por área, por se tratar do período com maior exposição de ambientes de interesse. Como justificativa de padronização do esforço amostral entre as campanhas, na campanha de enchente manteve-se também o tempo amostral de cinco dias por área de monitoramento.

Em relação à obtenção de licença de captura e coleta, no cronograma original do PBA esta atividade estava prevista para o segundo trimestre de 2011. Contudo, não foi necessária a solicitação de autorização para este projeto, visto que não estão previstas capturas e coletas de material biológico para a avifauna aquática e semiaquática.

### 13.4.2.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES

Todas as atividades previstas pelo PAASA para o ano de 2012 foram plenamente executadas. Ao longo desse período foram realizadas quatro campanhas amostrais, abrangendo diferentes fases do ciclo hidrológico do rio Xingu: campanha 1 (19/03/2012 a 06/04/2012), campanha 2 (20/06/2012 a 21/07/2012), campanha 3 (04 a 26/09/2012) e campanha 4 (12/11/2012 a 12/12/2012).

#### 13.4.2.2.1. CRONOGRAMA GRÁFICO

O cronograma gráfico é apresentado na sequência.

**PACOTE DE TRABALHO: 13.4.2 Projeto de Monitoramento da Avifauna Aquática e Semi-Aquática**

Atividades   Produtos		Desvio do rio pelo vertedouro (sítio Pimental) Início enchimento Reserv. Xingu - Emissão prevista da LO da casa de força complementar Início geração comercial da 1ª UG CF Complementar Enchimento Reserv. Interm. - LO Casa de Principal (Belo Monte) Entrada operação última UG da CF Complementar Início geração comercial CF Principal																							
		2011				2012				2013				2014				2015				2016			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
<b>CRONOGRAMA DO PACOTE DE TRABALHO</b>																									
13	<b>13. PLANO DE CONSERVAÇÃO DOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS</b>																								
13.4	<b>13.4 Programa de Conservação da Fauna Aquática</b>																								
13.4.2	<b>13.4.2 Projeto de Monitoramento da Avifauna Aquática e Semi-Aquática</b>																								
1	<b>Equipe técnica</b>																								
1.1	Mobilização e treinamento das equipes																								
1.1	Mobilização e treinamento das equipes																								
2	Contato com as instituições																								
2	Contato com as instituições																								
3	<b>Execução</b>																								
3.1	Obtenção de licença de captura, coleta																								
3.1	Obtenção de licença de captura, coleta																								
3.2	Campanhas de campo																								
3.2	Campanhas de campo																								
4	Relatórios consolidados																								
4	Relatórios consolidados																								

**LEGENDA**

- Linha de Base - Aprovada pelo IBAMA
- Realizado
- Previsto até fim do produto

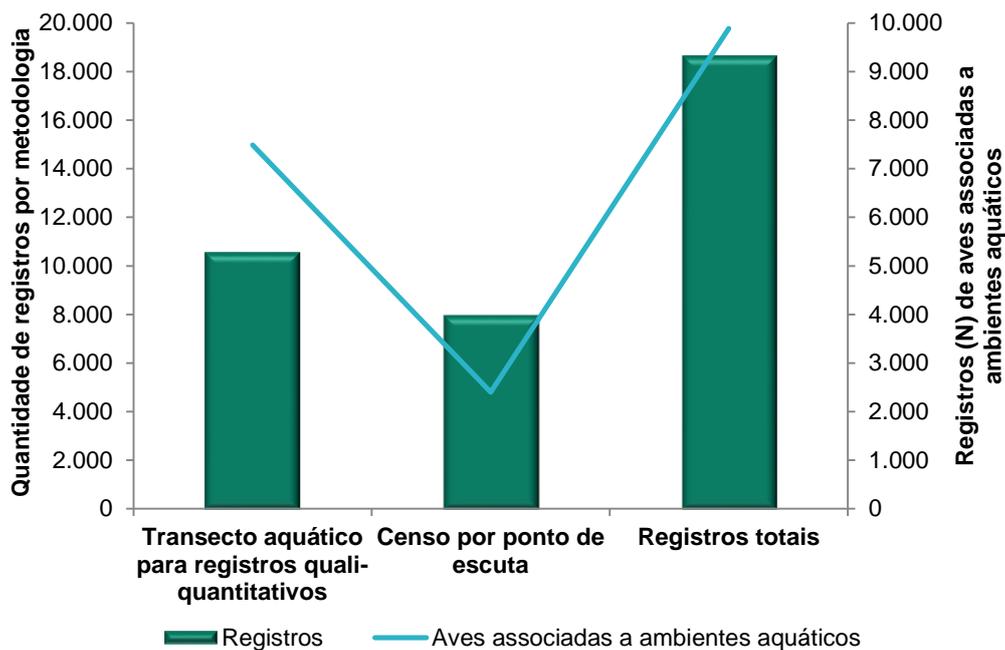
### 13.4.2.3. RESULTADOS E AVALIAÇÃO

A seguir, os resultados e análises se referem aos dados obtidos durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte (cheia, vazante e seca). A quarta campanha de campo (enchente) foi finalizada em 12/12/2012 e os seus dados não foram incluídos nas análises em conjunto das demais campanhas que constam desse relatório, sendo apresentados separadamente no **Anexo 13.4.2. - 1**.

#### 13.4.2.3.1. PADRÃO ESTRUTURAL DA AVIFAUNA

##### a) Abundância e riqueza de espécies

Como resultado das três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte realizadas na fase pré-enchimento do reservatório foram realizados 18.665 registros de aves – 14.001 registros visuais e 4.664 vocalizações –, sendo 10.623 através de transectos aquáticos para registros quali-quantitativos e 8.043 através do método de censo por ponto de escuta. Desse total de registros, 9.887 são de indivíduos pertencentes a espécies de aves associadas a ambientes aquáticos *lato sensu* (**Figura 13.4.2 - 1**).



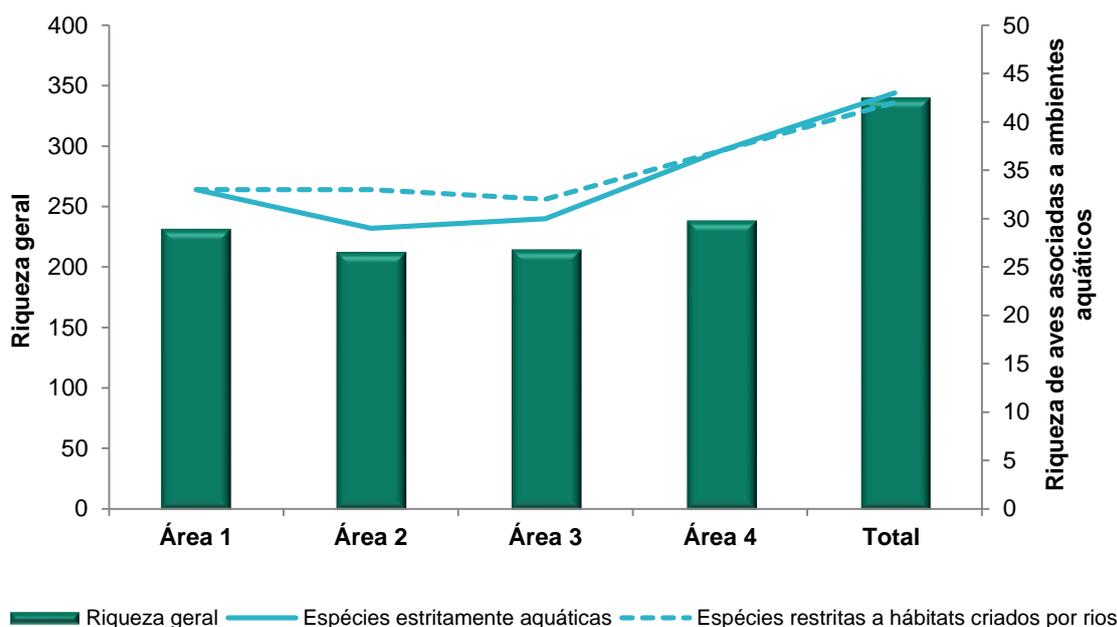
**Figura 13.4.2 - 1 – Representatividade dos registros por metodologias aplicadas e da abundância (N) de aves associadas a ambientes aquáticos *lato sensu* durante as três primeiras campanhas amostrais do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

Quanto à riqueza, as aves registradas estão distribuídas entre 339 espécies pertencentes a 24 ordens, 58 famílias e 237 gêneros. Especificamente em relação àquelas associadas a ambientes aquáticos, a riqueza é composta de 84 espécies distribuídas entre 24 ordens, 56 famílias e 176 gêneros, sendo 42 espécies estritamente aquáticas e 42 restritas a ambientes criados por rios (Remsen & Parker III, 1983; Sick, 1997) (**Figura 13.4.2 - 2**).

Através do método de censo quali-quantitativo foram registradas 189 espécies, e destas, 42 são consideradas aves estritamente aquáticas e 34 são restritas a habitats criados por rios. Com a aplicação do método de censo por pontos de escuta teve-se como resultado o registro de 315 espécies, das quais 34 são consideradas estritamente aquáticas e 38 são associadas à habitats criados por rios.

Cabe lembrar que, na fase pré-enchimento, os estudos são desenvolvidos em quatro áreas distintas:

- Área 1: controle - confluência do rio Iriri até o reservatório principal (remanso);
- Área 2: reservatório principal - remanso até o sítio Pimental;
- Área 3: Trecho de Vazão Reduzida (TVR);
- Área 4: jusante – povoado de Belo Monte até a cidade de Senador José Porfírio.



**Figura 13.4.2 - 2 – Representatividade da riqueza geral e da riqueza de espécies associadas a ambientes aquáticos registradas durante as três primeiras campanhas amostrais do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

No **Banco de Dados 13.4.2 - 2** (meio digital em formato Excel) encontra-se o demonstrativo dos dados brutos, obtidos com a aplicação das metodologias censo aquático para registros quali-quantitativos e censo terrestre para registro de aves associadas aos habitats criados por rios.

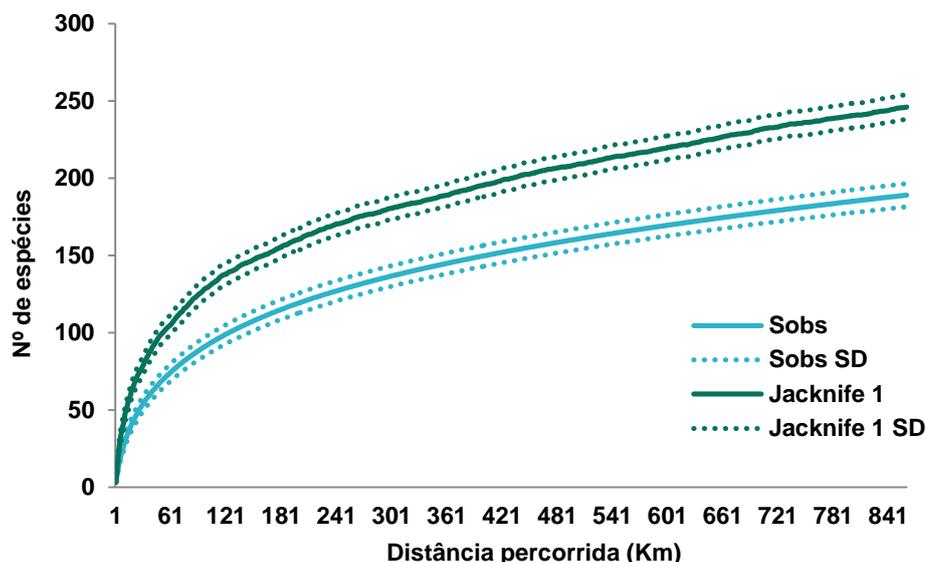
No **Banco de Dados 13.4.2 - 2** (meio digital em formato Excel) encontram-se os dados de riqueza e abundância das aves registradas por área amostral, juntamente

com informações relacionadas ao status de conservação (Machado et al., 2008; IUCN, 2012; CITES, 2011; SEMA, 2009), endemismo (Silva, 1995; Silva & Santos, 2005; Sick, 1997; Pinheiro & Dornas, 2009), guildas tróficas (Sick, 1997; Santos, 2004; Dário, 2008), importância econômica, cinergismo, risco epidemiológico (Luna et al., 2003; Nunes & Tomas, 2004) e comportamento migratório (CEMAVE, 2005; CBRO, 2011). Para a nomenclatura seguiu-se CBRO (2011).

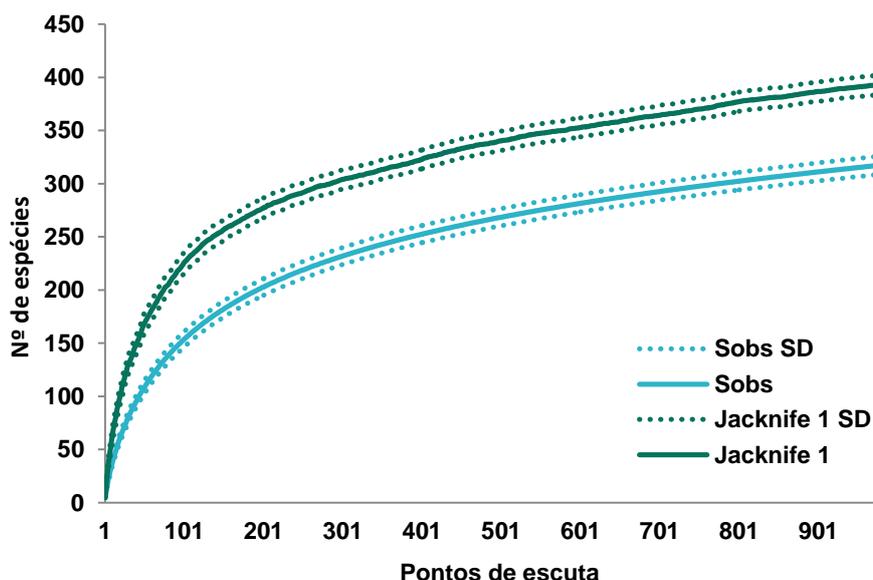
No **Anexo 13.4.2 - 2** é apresentada a coletânea fotográfica de parte da avifauna aquática e semiaquática registrada durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte na fase pré-enchimento do reservatório.

#### b) Estimativa e acumulação de espécies

A estimativa de riqueza (Jackknife 1) calculada a partir dos dados coletados pelo método de censo quali-quantitativo nas quatro áreas amostrais ao longo das três primeiras campanhas realizadas foi igual a 246 espécies, ou seja, 57 espécies a mais que a riqueza observada (**Figura 13.4.2 - 3**). Considerando-se os dados obtidos com a aplicação do método de censo por ponto de escuta, o estimador Jackknife 1 apontou um quantitativo de 393 espécies, o que corresponde a 78 espécies a mais que o observado (**Figura 13.4.2 - 4**).



**Figura 13.4.2 - 3 – Curva de acumulação geral de espécies utilizando dados do método de censo quali-quantitativo obtidos durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte, demonstrando os valores de riqueza observados e esperados através do estimador de primeira ordem Jackknife 1. Sobs - Riqueza observada; Jackknife 1 - Riqueza estimada; SD - Desvio padrão.**

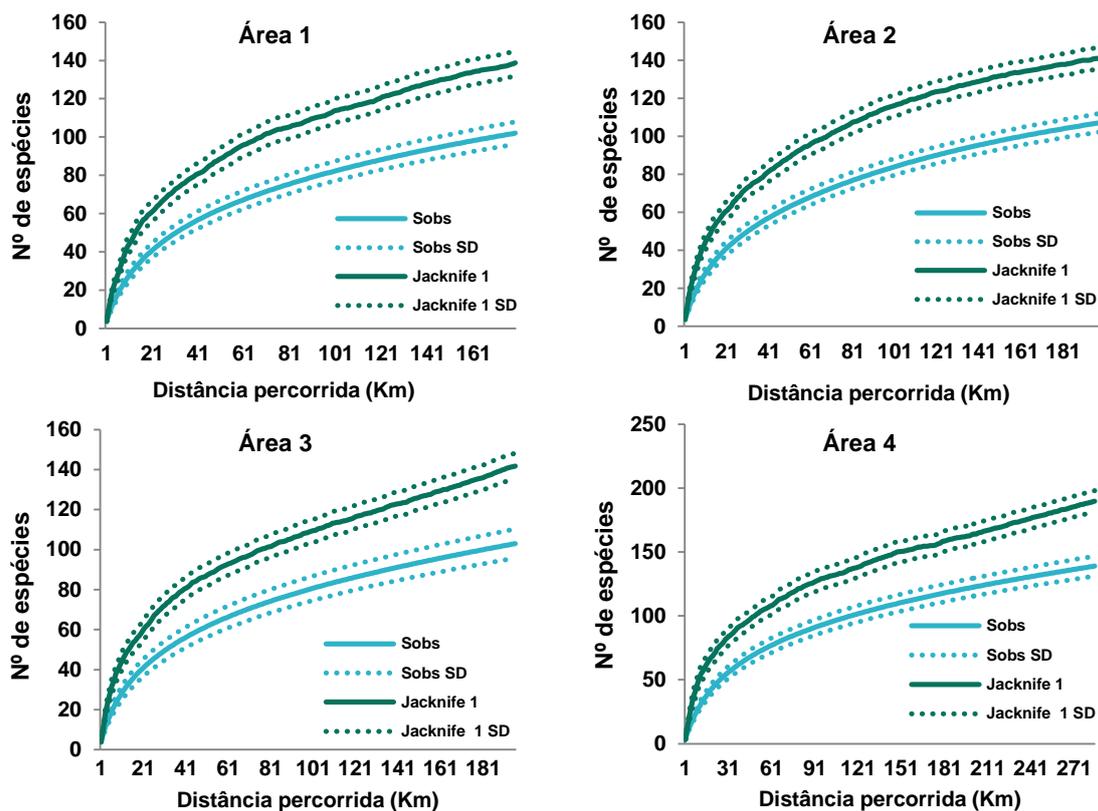


**Figura 13.4.2 - 4 – Curva de acumulação geral de espécies utilizando dados do método de censo por ponto de escuta obtidos durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte, demonstrando os valores de riqueza observados e esperados através do estimador de primeira ordem Jackknife 1. Sobs - Riqueza observada; Jackknife 1 - Riqueza estimada; SD - Desvio padrão.**

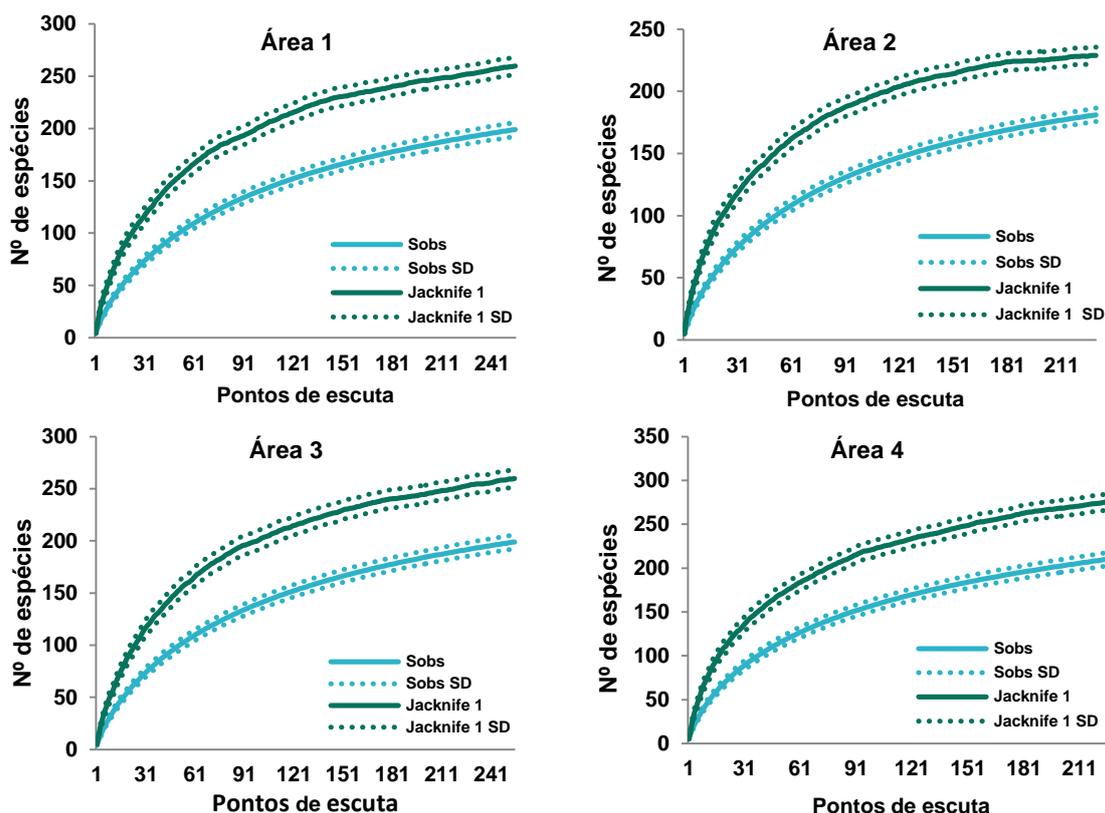
Considerando-se os dados das quatro áreas amostrais separadamente, obteve-se estimativas que variaram dentro de um intervalo de 34 a 51 espécies a mais que o registrado pela metodologia de censo quali-quantitativo, e de 48 a 66 espécies a mais que o observado pela metodologia de censo por ponto de escuta (**Figura 13.4.2 - 5** e **Figura 13.4.2 - 6**).

Nessa análise observou-se que a Área 2 (reservatório principal) foi aquela onde a riqueza observada mais se aproximou da riqueza estimada, enquanto que na área 4 (jusante de Belo Monte) houve uma maior distância entre o estimado e o observado.

Com os resultados obteve-se para todos os casos curvas de rarefação de perfil ainda levemente ascendente, porém esses resultados são considerados satisfatórios dado à alta diversidade da região em estudo. Além disso, conforme Santos (2003), os resultados de estudos faunísticos realizados em regiões tropicais, dificilmente geram curvas estabilizadas de acumulação de espécies.



**Figura 13.4.2 - 5 – Curva de acumulação de espécies por área amostral utilizando-se dados do método de censo quali-quantitativo obtidos durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte, demonstrando os valores de riqueza observados e esperados através do estimador de primeira ordem Jackknife 1. Sobs - Riqueza observada; Jackknife 1 - Riqueza estimada; SD - Desvio padrão.**



**Figura 13.4.2 - 6 – Curva de acumulação de espécies por área amostral utilizando-se dados do método de censo por pontos de escuta obtidos durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte, demonstrando os valores de riqueza observados e esperados através do estimador de primeira ordem Jackknife 1. Sobs - Riqueza observada; Jackknife 1 - Riqueza estimada; SD - Desvio padrão.**

#### 13.4.2.3.2. ANÁLISE DO STATUS DE RARIDADE

Para a obtenção do índice de vulnerabilidade das aves associadas a ambientes aquáticos, registradas durante as três primeiras campanhas do PAASA, as populações das espécies registradas localmente, foram classificadas em comum (abundância relativa menor que o inverso da riqueza) ou incomum (abundância relativa maior ou igual ao inverso da riqueza) (Camargo, 1993). Na sequência, realizou-se a classificação das espécies quanto à distribuição geográfica, obtendo-se as categorias ampla (área de ocorrência representada por mais de 25% do bioma Amazônico e/ou engloba outros biomas) e restrita (área de ocorrência representada por menos de 25% do bioma Amazônico ou no caso de endemismos referentes ao interflúvios Tocantins-Xingu ou Xingu-Tapajós). Para essa classificação foram obtidos shapefiles de distribuição geográfica das espécies de interesse junto à plataforma NatureServe (NatureServe, 2012) e estes foram contrastados com arquivos shapefiles da classificação de biomas e ecorregiões definida por Miklos Udvardy (MMA, 2012). Finalmente, para se definir o padrão de raridade das espécies, estas foram classificadas quanto à especificidade ao hábitat em baixa (ocorrência em habitats antropizados) e *alta* (ocorrência exclusiva de habitats primários).

Com a obtenção e combinação dos parâmetros *caracterização da abundância populacional local, distribuição geográfica e especificidade ao hábitat* – essenciais para se definir o padrão de raridade das espécies – foi gerada uma matriz com sete tipos de raridade (Rabinowitz *et al.*, 1986) traduzidos na forma de índice de vulnerabilidade (IV) (**Quadro 13.4.2 - 1**).

**Quadro 13.4.2 - 1 – Distribuição das espécies entre as três dimensões de raridade e índice de vulnerabilidade das aves associadas a ambientes aquáticos registradas durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte – Fase pré-enchimento do reservatório.**

		DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA			
		AMPLA		RESTRITA	
ESPECIFICIDADE AO HÁBITAT		BAIXA	ALTA	BAIXA	ALTA
ABUNDÂNCIA	COMUM	18 21,18% <b>IV = 8</b> (não rara → não vulnerável)	18 21,18% <b>IV = 6</b> (rara em 1 dimensão)	- <b>IV = 5</b> (rara em 1 dimensão)	- <b>IV = 2</b> (rara em duas dimensões)
	INCOMUM	1 1,18% <b>IV = 7</b> (rara em 1 dimensão)	40 48,24% <b>IV = 4</b> (rara em duas dimensões)	- <b>IV = 3</b> (rara em duas dimensões)	1 1,18% <b>IV = 1</b> (rara em 3 dimensões → altamente vulnerável)

Do total de 84 espécies de aves associadas a ambientes aquáticos registradas, 18 foram consideradas não raras (IV = 8); 1 (uma) foi considerada rara apenas em nível de abundância (espécie incomum) (IV = 7); outras 18 foram consideradas raras apenas em nível de especificidade ao hábitat (alta especificidade) (IV = 6); 40 foram consideradas raras nos níveis abundância (espécie incomum) e especificidade ao hábitat (alta especificidade) (IV = 4); e 1 (uma) espécie foi considerada rara nas três dimensões analisadas (IV = 1) (**Quadro 13.4.2 - 2**), sendo, portanto, altamente vulnerável.

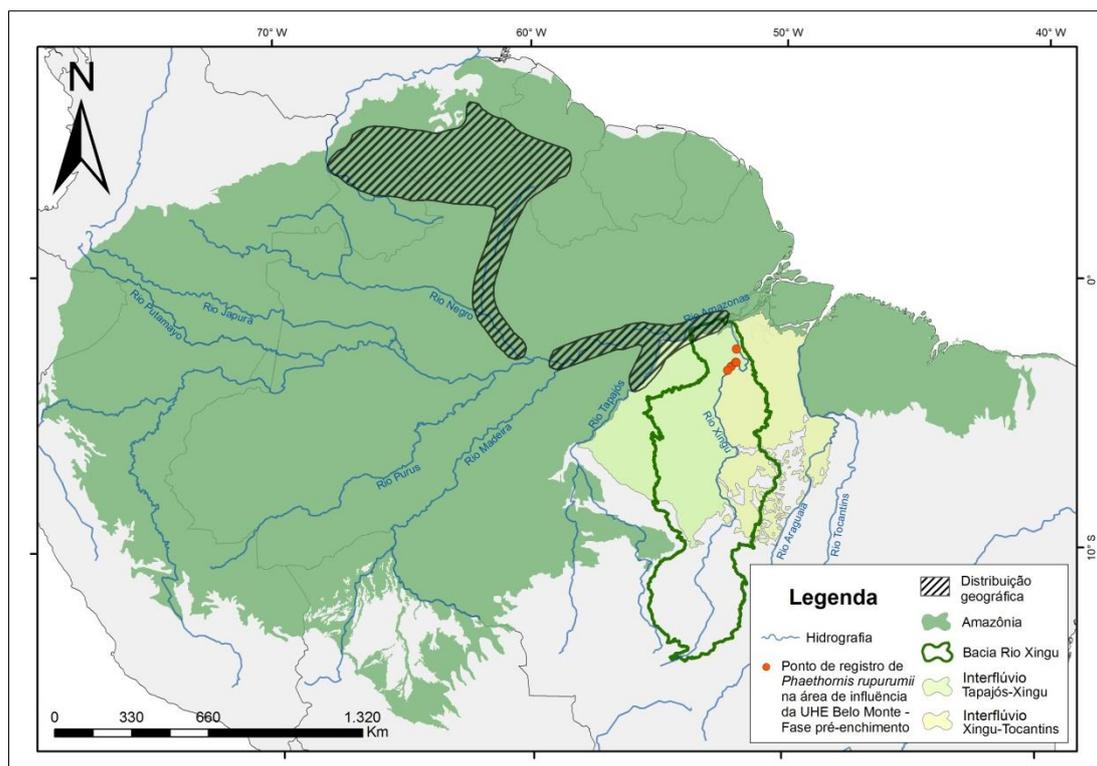
Trata-se de *Phaethornis rupurumii* (rabo-branco-do-rupununi), uma espécie restrita a habitats criados por rios, cujos espécimes foram registrados ao longo das campanhas de vazante e seca nas áreas amostrais 1, 2 e 3. Quanto ao tipo de registro, três indivíduos foram registrados a partir de avistamento e cinco através de vocalização, sempre em ambientes florestais (interior e borda).

O mapa da (**Figura 13.4.2 - 7**) apresenta a distribuição geográfica de *P. rupurumii* e os pontos de registro dos espécimes observados durante as campanhas do PAASA.

De acordo com Víctor de Queiroz Piancentini, pesquisador/colaborador do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) (*com. pess.*, 2012) – que revisou

recentemente a taxonomia e a distribuição geográfica do gênero *Phaethornis* –, os espécimes registrados em Belo Monte pertencem à subespécie *P. rupurumii amazonicus*.

Ressalta-se que como o monitoramento ainda é incipiente, visto que o ciclo sazonal ainda não se completou, será necessário um acúmulo maior de dados principalmente sobre abundância e especificidade ao hábitat das populações locais para se traçar um perfil de raridade mais fidedigno para as aves da área de influência da UHE Belo Monte.



**Figura 13.4.2 - 7 – Área de ocorrência de *Phaethornis rupurumii* e pontos de registro da espécie durante as campanhas do PAASA da UHE Belo Monte – Fase pré-enchimento do reservatório. (Fonte: NatureServe, 2012).**

#### 13.4.2.3.3. EXCLUSIVIDADE DE ESPÉCIES AQUÁTICAS POR ÁREA AMOSTRAL

Dentre as áreas estudadas, as áreas 1 (controle) e 4 (jusante de Belo Monte) foram as que apresentaram a maior riqueza de aves associadas a ambientes aquáticos, com respectivamente 66 e 74 espécies do total de 85 registradas. As áreas 2 (reservatório principal) e 3 (TVR) apresentaram, cada uma, 62 espécies (**Quadro 13.4.2 - 2**). A variação da riqueza obtida entre as quatro áreas amostradas não foi estatisticamente significativa ( $F = 3,336$ ;  $p = 0,896$ ).

Um conjunto de 49 espécies foi registrado em todas as quatro áreas amostradas e um total de 16 espécies registradas exclusivamente em apenas uma das quatro áreas. Nesse caso, a área 4 foi onde registrou-se o maior número de espécies exclusivas (10

espécies), seguida pela área 1 (três espécies), área 2 (duas espécies) e área 3 (uma espécie) (**Quadro 13.4.2 - 3**) (**Figura 13.4.2 - 8**).

O fato da área 4 ter contribuído de maneira mais relevante para a exclusividade de espécies pode ser reflexo do efeito do hábitat, visto que esta área possui grandes extensões de vegetação de igapó mesmo na vazante do rio Xingu e hábitats específicos, como vegetações aquáticas variadas. Esses hábitats amazônicos possuem um conjunto de espécies típicas, o que sugere que, sem os mesmos, provavelmente essas espécies não poderiam ser registradas na região.

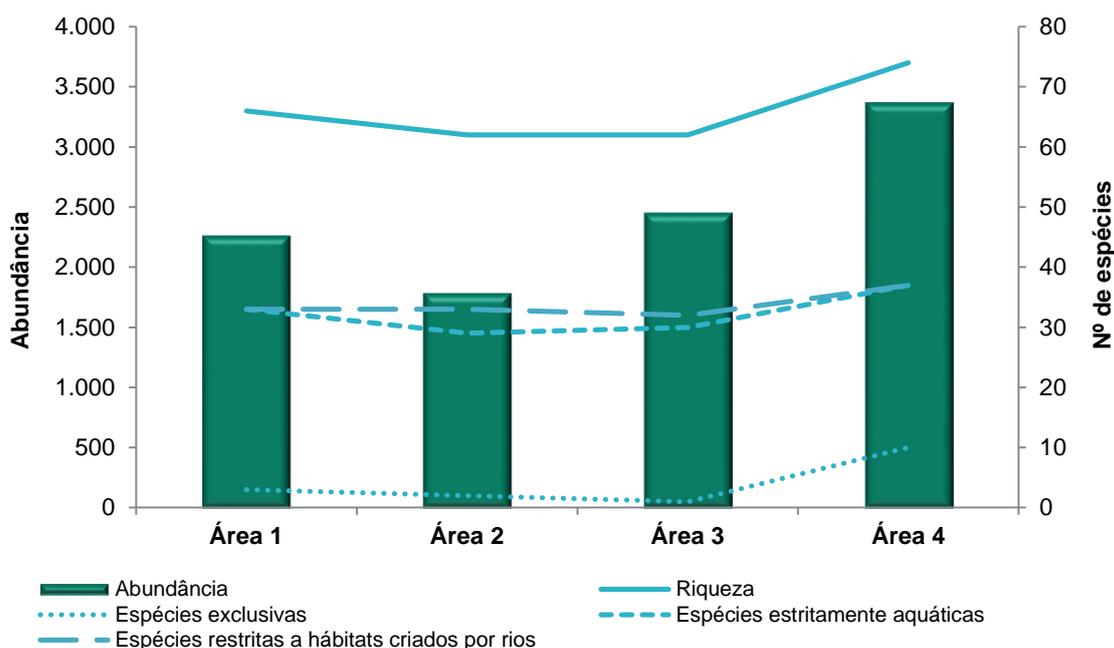
Ressalta-se que esse conjunto de espécies exclusivas de cada área pode ser apenas um artefato de amostragem, sendo, portanto, mais prudente esperar que nas demais campanhas amostrais ao menos parte dessas espécies possa também ser registrada nas outras áreas.

**Quadro 13.4.2 - 2 – Riqueza de aves associadas a ambientes aquáticos por tipo metodológico registrada durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

ÁREAS AMOSTRAIS	RIQUEZA	CENSO QUALI-QUANTITATIVO	PONTOS DE ESCUTA
Área 1	66	52	46
Área 2	62	45	45
Área 3	62	47	43
Área 4	74	62	59

**Quadro 13.4.2 - 3 – Riqueza de espécies de aves associadas a ambientes aquáticos, abundância e exclusividade de espécies registradas durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

ÁREAS AMOSTRAIS	RIQUEZA	ABUNDÂNCIA	ESPÉCIES EXCLUSIVAS	ESPÉCIES ESTRITAMENTE AQUÁTICAS	ESPÉCIES RESTRITAS À HÁBITATS CRIADOS POR RIOS
Área 1	66	2.269	3	33	33
Área 2	62	1.791	2	29	33
Área 3	62	2.457	1	30	32
Área 4	74	3.370	10	37	37



**Figura 13.4.2 - 8 – Representatividade da riqueza de espécies de aves associadas a ambientes aquáticos, abundância e exclusividade de espécies das três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

#### 13.4.2.3.4. ÍNDICES DE DIVERSIDADE, DOMINÂNCIA E EQUITABILIDADE

Considerando-se apenas a composição de espécies que apresentam relação com ambientes aquáticos (estritamente aquáticas + restritas a habitats criados por rios), os dados obtidos até o momento revelam que a área amostral 2, apesar de apresentar a menor riqueza (62 espécies), é a que apresenta a maior diversidade ( $H' = 3,44$ ) (**Quadro 13.4.2 - 4**).

Esse resultado é seguramente influenciado pelo fato dessa área apresentar o menor índice de dominância da comunidade ( $D = 0,04$ ) do conjunto avaliado e a maior equitabilidade ( $J' = 0,83$ ), o que significa que é a área amostral onde a maioria das espécies tem valores de abundância aproximados, proporcionando um maior equilíbrio na distribuição dos espécimes entre as espécies presentes.

A área 4, apesar de apresentar a maior riqueza e abundância registradas no estudo, não configurou como a de maior diversidade em virtude de apresentar uma distribuição dos espécimes entre as espécies presentes levemente mais heterogênea que a área 2 ( $H' = 3,42$ ;  $D = 0,05$ ;  $J' = 0,80$ ). Avaliando a dominância por espécie dessas duas áreas, observa-se que, enquanto na área 2 a maior dominância por espécie foi igual a 11,11% (*Pygochelidon melanoleuca*, com 199 indivíduos), na área 4 foi igual a 12,73% (*Phalacrocorax brasilianus*, com 429 indivíduos).

Das quatro áreas amostrais, a área 1 apresentou a menor diversidade ( $H' = 2,90$ ), e portanto, o maior índice de dominância da comunidade ( $D = 0,13$ ) e a menor

equitabilidade ( $J' = 0,70$ ). Analisando a dominância por espécie dessa área, tem-se que apenas duas espécies do total de 66 representaram mais que 46% de todos os 2.269 indivíduos registrados (*Progne tapera*, com 381 indivíduos; e *Pygochelidon melanoleuca*, com 676 indivíduos), revelando, portanto, certa heterogeneidade na distribuição dos espécimes.

Ressalta-se, no entanto, que apesar das variações nos índices obtidos, as quatro áreas de um modo geral apresentam alta diversidade e baixa dominância de espécies, implicando possivelmente em uma comunidade estável que ocupa áreas bem conservadas.

Em áreas conservadas, normalmente existem poucas espécies dominantes e a abundância da maioria é equivalente, o que serve como um indicador de alta diversidade de espécies. Por outro lado, em áreas alteradas há uma tendência de poucas espécies serem muito abundantes em detrimento das demais, ou seja, há uma forte dominância de poucas espécies, o que normalmente sugere uma área com baixa diversidade.

**Quadro 13.4.2 - 4 – Índices de Diversidade de Shannon ( $H'$ ), Dominância ( $D$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) das quatro áreas amostradas durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

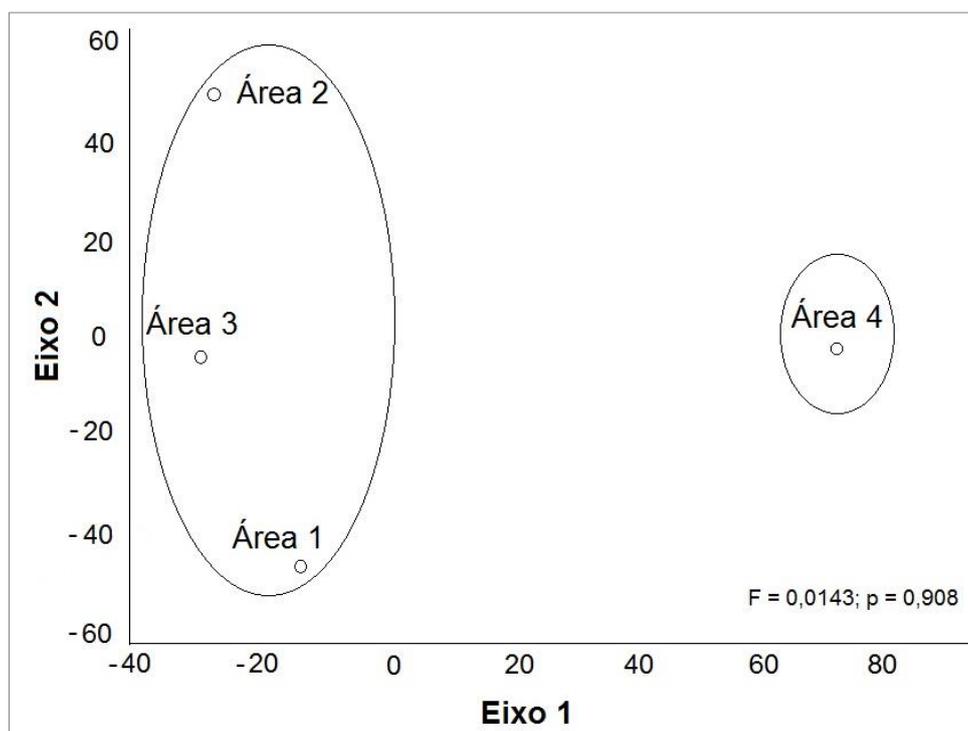
ÁREAS AMOSTRAIS	S	N	DIVERSIDADE ( $H'$ )	DOMINÂNCIA ( $D$ )	EQUITABILIDADE ( $J'$ )
Área 1	66	2.269	2,90	0,13	0,70
Área 2	62	1.791	3,44	0,04	0,83
Área 3	62	2.457	3,23	0,06	0,78
Área 4	74	3.370	3,42	0,05	0,80

#### 13.4.2.3.5. VARIAÇÃO ESPACIAL NA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E INDÍVIDUOS

A partir dos dados da riqueza das aves associadas a ambientes aquáticos foi aplicada uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) para ordenar as composições avifaunísticas registradas nas quatro áreas amostrais do PAASA da UHE Belo Monte, a fim de testar o efeito da distribuição geográfica sobre tais composições. A DCA foi realizada utilizando-se o programa PC-ORD versão 5.15 (McCune & Mefford, 2006) e para a produção do gráfico, que facilita a visualização dos resultados, foi utilizado o programa STATISTICA versão 7.1 (Stat Soft. Inc., 2005).

Como resultado da análise de ordenação foi possível verificar que ocorre um arranjo segregativo formado por dois conjuntos, sendo um composto pelas espécies das áreas amostrais 1, 2 e 3 e outro apenas pelas espécies da área 4 (**Figura 13.4.2 - 9**). Esse resultado certamente revela a influência de um grupo de 10 espécies registradas exclusivamente na área amostral 4 (*Amazonetta brasiliensis*, *Anhima cornuta*, *Arundinicola leucocephala*, *Busarellus nigricollis*, *Dendrocygna viduata*, *Gallinago paraguayae*, *Gelochelidon nilotica*, *Hemitriccus striaticollis*, *Platalea ajaja* e *Pluvialis*

*dominica*) sobre a dissimilaridade que há entre as áreas avaliadas. No entanto, apesar dessa segregação dicotômica, a ANOVA realizada com os eixos da DCA a fim de verificar se há diferença significativa no padrão encontrado apontou relevância significativamente baixa nessa segregação ( $F = 0,0143$ ;  $p = 0,908$ ), o que é esperado, visto que trata-se de áreas contíguas (**Anexo 13.4.2 - 3**) e com basicamente o mesmo padrão fitofisionômico – características estas que contribuem sobremaneira para um padrão único na composição de espécies.



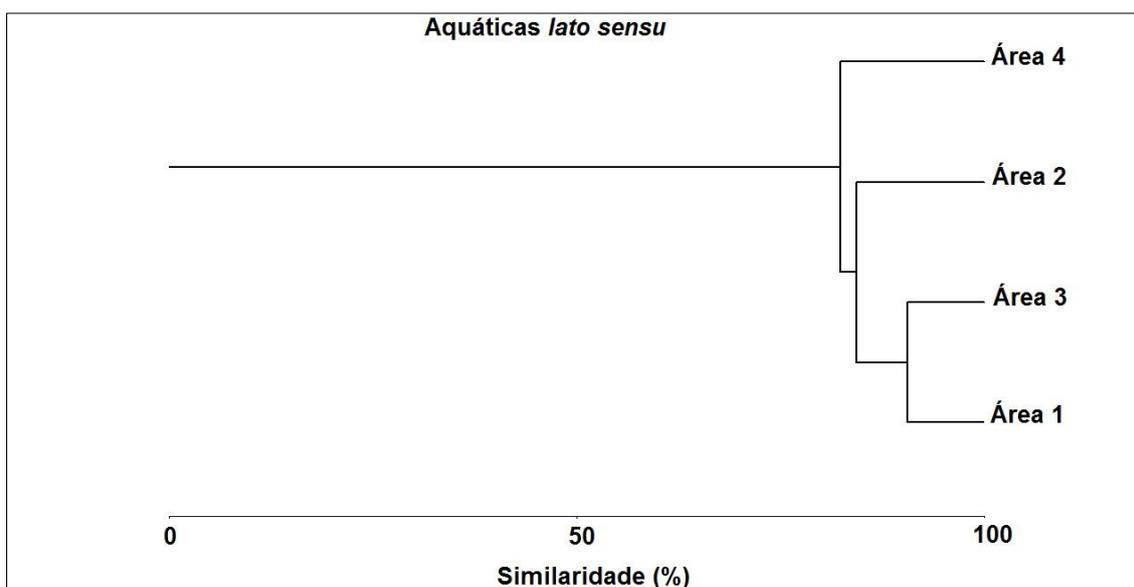
**Figura 13.4.2 - 9 – Ordenação resultante da análise de DCA dos dados de riqueza das aves associadas a ambientes aquáticos coletados durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

Para comparar a composição de espécies de aves associadas a ambientes aquáticos registradas em cada área foi calculado o índice de similaridade de Jaccard utilizando-se o método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages) (Krebs, 1999), através do programa Biodiversity Professional - versão 2.

Como resultado obteve-se índices de similaridade bastante expressivos, variando de 82,35% a 90,63%. Os menores valores de similaridade foram observados entre os pares que envolveram a área 4 (82,35% a 84,29%), e o mais elevado foi observado no par formado pela área 1 e a área 3 (90,63%) (**Quadro 13.4.2 - 5**) (**Figura 13.4.2 - 10**). Esse padrão legitima o resultado obtido na DCA, onde a área 4 ficou segregada e as demais ficaram ordenadas mais juntamente.

**Quadro 13.4.2 - 5 – Matriz de similaridade de Jaccard envolvendo dados de riqueza das espécies associadas a ambientes aquáticos das quatro áreas amostradas durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

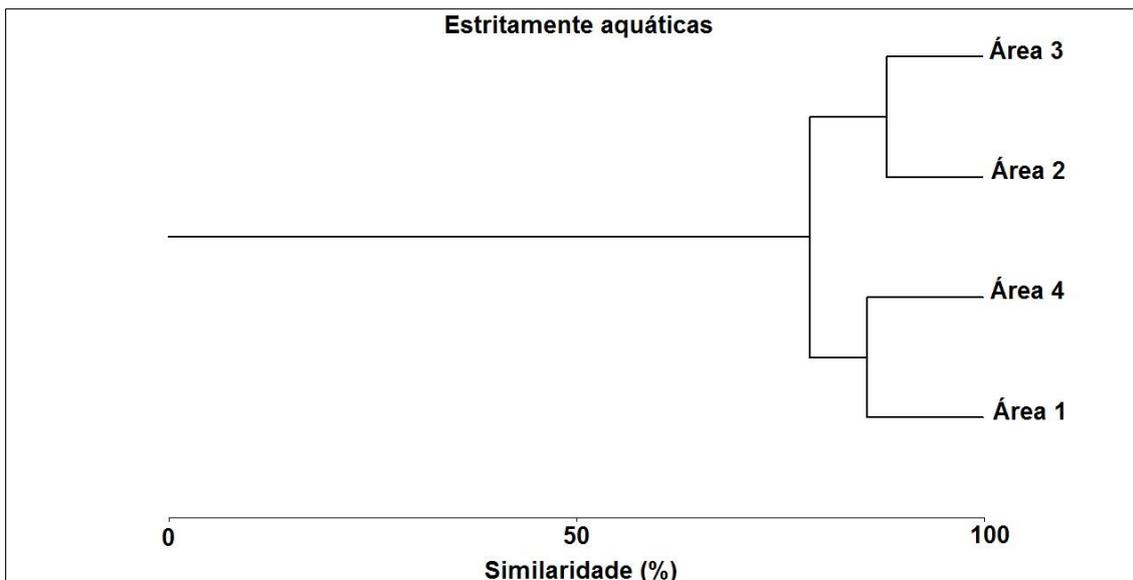
ÁREAS AMOSTRAIS	ÁREA 1	ÁREA 2	ÁREA 3	ÁREA 4
ÁREA 1	*	84,36	90,63	84,29
ÁREA 2	*	*	88,71	82,35
ÁREA 3	*	*	*	82,36
ÁREA 4	*	*	*	*



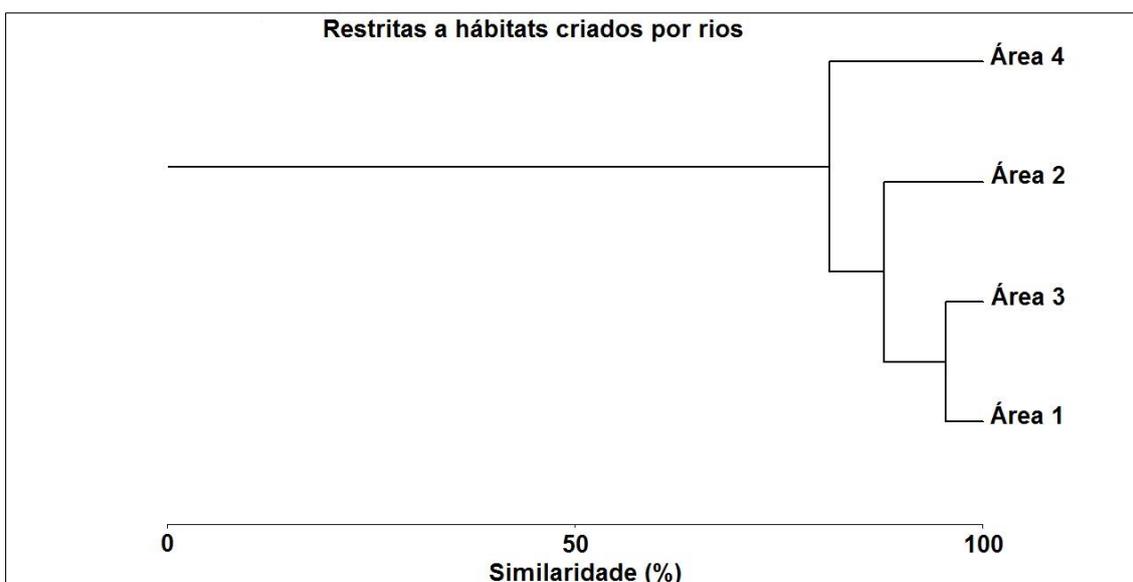
**Figura 13.4.2 - 10 – Análise de similaridade envolvendo dados de riqueza de espécies associadas a ambientes aquáticos das quatro áreas amostradas durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

Quando as duas categorias de aves de interesse (aves estritamente aquáticas e aves restritas a habitats criados por rios) foram avaliadas separadamente, notou-se que as restritas a habitats criados por rios foram as que determinaram esse arranjo segregativo que envolveu a área 4 (**Figura 13.4.2 – 11 e Figura 13.4.2 - 12**).

Apesar desse resultado, é importante ressaltar novamente que ainda é cedo para inferir que a área 4 possui uma avifauna aquática particular, e portanto, diferenciada das demais áreas, sendo mais prudente, nesse momento, atribuir esse resultado a um artefato de amostragem. Com a continuidade do monitoramento, de modo a averiguar as influências sazonais sobre a avifauna aquática do rio Xingu, poderá se ter um entendimento mais acurado sobre a distribuição espacial do grupo em estudo na área de influência da UHE Belo Monte.



**Figura 13.4.2 - 11 – Análise de similaridade envolvendo dados de riqueza de espécies estritamente aquáticas das quatro áreas amostradas durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**



**Figura 13.4.2 - 12 – Análise de similaridade envolvendo dados de riqueza de espécies restritas a habitats criados por rios das quatro áreas amostradas durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

Em relação à abundância obtida em cada uma das quatro áreas foi realizada uma ANOVA para testar se há variação significativa no padrão obtido. Como resultado foi possível observar uma tendência da área 4 em configurar como a que possui uma composição mais abundante, porém o nível de significância apontou que a variação observada não é estatisticamente significativa ( $F = 0,654$ ;  $p = 0,581$ ).

Ainda sobre abundância foi realizada uma ANOVA aninhada tendo a abundância como variável dependente e áreas e habitats como variáveis categóricas, com a finalidade

de verificar se há variação significativa no quantitativo de indivíduos presente nas áreas considerando os dois tipos de categorias de interesse no estudo – aves estritamente aquáticas e aves restritas a habitats criados por rios. Como resultado, observou-se que não há variação relevante na abundância das duas categorias de aves por área amostrada ( $F = 1,598$ ;  $p = 0,175$ ).

Quanto aos ambientes onde os espécimes foram registrados (aquático, borda de floresta, interior de floresta, pedral, praia, vegetação aquática, vegetação de pedral e antropizado) testou-se também a partir de uma ANOVA a variação existente na abundância dos indivíduos registrados, e comprovou-se que essa variação também não é significativa ( $F = 1,881$ ;  $p = 0,073$ ). No entanto, utilizando-se os dados de riqueza, a ANOVA produzida indicou que há significância na variação ( $F = 12,207$ ;  $p = 0,00$ ), apontando o ambiente de borda de floresta como o mais explorado pelas espécies (65 espécies), seguido do ambiente praia (37 espécies). Os ambientes antropizados foram os menos explorados, com o registro de 19 espécies, como *Ardea cocoi*, *Bubulcus ibis*, *Crotophaga major*, *Jacana jacana*, *Phaetusa simplex* e *Phalacrocorax brasilianus*.

Em termos de exclusividade, um total de seis espécies (*Anhima cornuta*, *Dendrocygna viduata*, *Egretta tricolor*, *Gymnoderus foetidus*, *Hemitriccus striaticollis* e *Leptodon cayanensis*) foi registrado apenas em ambientes de borda de floresta; as espécies *Syrigma sibilatrix* e *Arundinicola leucocephala* foram registradas apenas em ambientes de pedrais e em vegetação aquática, respectivamente. Ressalta-se, contudo, que essas espécies registradas exclusivamente em certos ambientes foram pouco frequentes ao longo das três campanhas, logo ainda é cedo para inferir sobre seus habitats preferenciais.

#### 13.4.2.3.6. VARIAÇÃO TEMPORAL NA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES E INDÍVIDUOS

Analisando a influência do fator sazonal sobre os registros das aves estritamente aquáticas teve-se que na campanha realizada no período de seca foi registrada a maior abundância dessa categoria, com 2.190 indivíduos, seguida da campanha de vazante, com 1.336. A campanha de cheia foi a que menos contribuiu com a abundância dessas aves, com apenas 517 indivíduos registrados. Essas variações observadas foram estatisticamente significativas ( $F = 4,294$ ;  $p = 0,015$ ). Em relação à riqueza, as três campanhas amostrais apresentaram de 32 a 39 espécies, o que configurou uma variação de pouca relevância ( $F = 0,283$ ;  $p = 0,754$ ).

Um total de cinco espécies estritamente aquáticas apresenta comportamento migratório (*Pandion haliaetus*, *Actitis macularius*, *Tringa melanoleuca*, *Tringa flavipes* e *Calidris fuscicollis*), sendo todas classificadas como visitantes do Hemisfério Norte (CEMAVE, 2005; CBRO, 2011). Na campanha de seca houve o registro dessas cinco espécies, na campanha de vazante houve o registro de apenas *Pandion haliaetus*, e na campanha de cheia houve o registro de *Pandion haliaetus* e *Actitis macularius*. A águia-pescadora (*Pandion haliaetus*) apresentou frequência de 100% nas campanhas, mas foi mais abundante na campanha de seca (37 indivíduos registrados).

Assim como as espécies estritamente aquáticas, as espécies restritas a habitats criados por rios também foram mais abundantes na campanha de seca, com 2.753 indivíduos registrados. Seguindo o mesmo padrão, a segunda campanha mais abundante foi a de vazante, com 1.705 aves; na campanha de cheia foram registradas 1.386 aves. Porém, ao contrário das espécies estritamente aquáticas, o nível de significância na variação da abundância das espécies restritas a habitats criados por rios entre as campanhas não foi relevante ( $F = 0,929$ ;  $p = 0,397$ ). Referindo-se à riqueza, nas campanhas de vazante e seca foram registradas, em cada uma, 38 espécies. Na campanha de cheia foram registradas 26 espécies. A variação da riqueza entre as campanhas foi estatisticamente significativa ( $F = 8,200$ ;  $p = 0,000$ ).

Apenas uma espécie migratória foi registrada entre as espécies restritas a habitats criados por rios, tratando-se de *Pluvialis dominica*, um visitante do Hemisfério Norte (CEMAVE, 2005; CBRO, 2011). Esta espécie foi registrada apenas na campanha de seca.

#### 13.4.2.3.7. ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO

Para analisar o *status* oficial de conservação da avifauna da área de influência da UHE Belo Monte, a lista das 84 espécies aquáticas *lato sensu* registradas até o momento foi contrastada com as seguintes listas oficiais: *Red List of Threatened Animals* (IUCN, 2012), *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2011), Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (Machado *et al.*, 2008) e Lista de Animais Ameaçados do Estado do Pará (SEMA, 2009). Como resultado, teve-se que apenas 1 (uma) espécie apresenta *status* de ameaça, tratando-se de *Jabiru mycteria* (tuiuiú).

Esta espécie consta do Apêndice I da CITES, que inclui espécies que apresentam o mais alto grau de ameaça entre as espécies da fauna e da flora incluídas nos Apêndices da CITES. A CITES proíbe o comércio internacional de espécimes de *J. mycteria*, exceto quando a importação é para fins não comerciais, por exemplo, para a pesquisa científica.

O tuiuiú é uma espécie aquática, e ao longo do período amostral foi registrado apenas 1 (um) indivíduo na área amostral 2, em ambiente de praia, durante a campanha de seca. Quanto ao índice de vulnerabilidade (IV) obtido a partir dos dados coletados até o momento, a espécie foi categorizada com  $IV=4$ , que inclui as espécies raras nos níveis abundância (espécie incomum) e especificidade ao habitat (alta especificidade).

#### 13.4.2.3.8. ESPÉCIES BIOINDICADORAS

Segundo o conceito de Stotz *et al.* (1996), as espécies consideradas como boas indicadoras da integridade de um habitat apresentam as seguintes características: 1) devem ser comuns no ambiente; 2) possuir alta especificidade ao habitat; 3) devem ser facilmente detectadas no ambiente; e 4) altamente sensíveis a perturbações ambientais.

Neste estudo foram consideradas como espécies bioindicadoras apenas as categorizadas como comuns e que apresentaram alta especificidade ao hábitat, não importando se a distribuição geográfica é ampla ou restrita. Por definição, o resultado dessa seleção gera uma listagem de espécies com índice de vulnerabilidade 2 e 6 (Kattan, 1992). Porém, como nesse estudo não foram obtidas espécies com índice de vulnerabilidade 2, restaram apenas as de índice 6, que totalizam 18 espécies, todas facilmente registráveis e/ou identificáveis taxonomicamente. Dessa lista foi excluída a espécie *Pandion haliaetus* por ser migratória, e a lista final é apresentada no (Quadro 13.4.2 - 6).

**Quadro 13.4.2 - 6 – Espécies consideradas indicadoras da integridade de habitats registradas durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

ESPÉCIES	HÁBITATS	
	AQUÁTICO	CRIADOS POR RIOS
<i>Anhinga anhinga</i>	x	
<i>Ara severus</i>		x
<i>Ardea alba</i>	x	
<i>Charadrius collaris</i>	x	
<i>Chordeiles rupestris</i>		x
<i>Donacobius atricapilla</i>		x
<i>Egretta thula</i>	x	
<i>Galbula ruficauda</i>		x
<i>Hypocnemoides maculicauda</i>		x
<i>Myrmotherula multostriata</i>	x	
<i>Paroaria gularis</i>		x
<i>Pygochelidon melanoleuca</i>	x	
<i>Rynchops niger</i>		x
<i>Sakesphorus luctuosus</i>	x	
<i>Sclateria naevia</i>	x	
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>		x
<i>Vanellus cayanus</i>		x

Entre essas 17 espécies, há quatro (*Ara severus*, *Sakesphorus luctuosus*, *Sclateria naevia* e *Hypocnemoides maculicauda*) que também são consideradas por Stotz *et al.* (1996) – que abordaram genericamente os aspectos ecológicos e conservacionistas das aves neotropicais –, como indicadoras ecológicas da integridade de habitats criados por rios.

#### 13.4.2.3.9. ESPÉCIES ENDÊMICAS

Segundo a classificação de Stotz *et al.* (1996), entre as 84 espécies associadas a ambientes aquáticos registradas, há 14 espécies endêmicas da Amazônia (Quadro 13.4.2 - 7). Todas essas espécies ocupam habitats criados por rios, e entre elas há *Phaethornis rupurumii*, já destacada anteriormente pelo seu alto *status* de raridade (índice de vulnerabilidade (IV) = 1). Entre as demais espécies endêmicas, oito apresentam IV igual a 4 (espécies incomuns e de alta especificidade ao hábitat), duas

apresentam IV igual a 6 (espécies comuns e de alta especificidade ao hábitat), e duas não apresentam nenhum grau de vulnerabilidade (IV = 8).

**Quadro 13.4.2 - 7 – Espécies endêmicas registradas durante as três primeiras campanhas do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório.**

ESPÉCIES	NOME COMUM	INDICE DE VULNERABILIDADE (IV)
<i>Atticora fasciata</i>	Peitoril	4
<i>Attila cinnamomeus</i>	Tinguaçu-ferrugem	4
<i>Crypturellus cinereus</i>	Inhambu-preto	4
<i>Gymnoderus foetidus</i>	Anambé-pombo	4
<i>Hydropsalis climacocerca</i>	Acurana	4
<i>Hylophylax punctulatus</i>	Guarda-várzea	4
<i>Hypocnemoides maculicauda</i>	Solta-asa	6
<i>Myrmotherula multostriata</i>	Choquinha-estriada-da-amazônia	8
<i>Nasica longirostris</i>	Arapaçu-de-bico-comprido	4
<i>Phaethornis rufurumii</i>	Rabo-branco-do-rupununi	1
<i>Sakesphorus luctuosus</i>	Choca-d'água	6
<i>Sclateria naevia</i>	Papa-formiga-do-igarapé	6
<i>Todirostrum maculatum</i>	Ferreirinho-estriado	8
<i>Xiphorhynchus obsoletus</i>	Arapaçu-riscado	4

13.4.2.3.10. ÁREAS PREFERENCIAIS DE NIDIFICAÇÃO

Ao longo das atividades de monitoramento a equipe técnica vistoriou cerca de oito ambientes de praia que chamaram a atenção em razão de apresentarem quantidades expressivas de indivíduos de uma mesma espécie e indícios de reprodução, como ninhos e filhotes.

Como até o momento o monitoramento contemplou apenas um ciclo reprodutivo, ainda não é possível afirmar se todos os locais identificados se tratam realmente de áreas preferenciais de nidificação de aves aquáticas, onde a cada ciclo a presença de indivíduos se mantém frequente para fins reprodutivos.

13.4.2.3.11. ÁREAS PREFERENCIAIS DE ALIMENTAÇÃO

Com a realização das atividades de monitoramento a equipe técnica ainda não identificou nenhuma área permanente de forrageamento da avifauna associada a ambientes aquáticos. O que se observou até o momento foram bandos de aves de espécies como *Phalacrocorax brasilianus* e *Anhinga anhinga* se deslocando no rio em pontos com presença de cardumes.

#### 13.4.2.4. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS

Toda a metodologia utilizada para a amostragem do grupo taxonômico monitorado segue a descrição que consta do PAASA, que integra o PBA. De acordo com o descrito no projeto, a metodologia de censos por pontos de escuta para registros visuais e auditivos deve ser realizada demarcando-se 1 (um) transecto terrestre de aproximadamente 2 km, ao longo do qual são delimitados 20 pontos de escuta equidistantes 100 m. No entanto, para a continuidade das atividades desse projeto, propõe-se uma adequação dessa metodologia, com o aumento da distância de 100 m para 200 m entre os pontos de escuta (Ralph *et al.*, 1995; Betini, 2001), reduzindo-se as possibilidades de registros vocais em duplicata. Consequentemente, a quantidade passará de 20 para 10 pontos de escuta.

Considerando-se que durante a realização dos censos são despendidos 10 minutos de observação por ponto de escuta, tem-se para cada transecto um período de três horas e 20 minutos de observação diária (10 minutos x 20 pontos de escuta). Contudo, dada à dificuldade de deslocamento dos observadores nas trilhas que unem os pontos de escuta demarcados nos ambientes de borda de floresta na margem do rio, o que vem demandando mais tempo que o previsto, verifica-se que ao término do percurso do transecto a taxa de registro reduz significativamente, pois o período de realização do percurso extrapola o período ideal para o registro das aves, que corresponde o intervalo entre as primeiras horas da manhã até, no máximo, três horas depois (Betini, 2001).

#### 13.4.2.5. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Fernanda A. S. Cassemiro	Biól. Dra.	Análise de Dados (NATURAE)	CRBio 80.505/04-D	5.060.162
Gleyson A. T. Barroso	Técnico	Téc. Seg. Trabalho (NATURAE)	46311.001101/09-3	-
Ismael Xavier Martins	Biól. Esp.	Coord. de logística (NATURAE)	CRBio 49.149/04-D	2.196.484
Marcio Candido da Costa	Biól. M. Sc.	Ger. Técnico / Comercial (NATURAE)	CRBio 30.296/04-D	485.469
Marília Luz Soares Tonial	Biól. M. Sc.	Elaboração de relatório e Análise de Dados (NATURAE)	CRBio 30.216/04-D	2.136.324
Nelson Jorge da Silva Júnior	Biól. Dr.	Resp. Técnico (NATURAE)	CRBio 13.627/04-D	249.927

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Ralder Ferreira Rossi	Biól.	Biólogo de campo (NATURAE)	CRBio 49.258/04-D	1.871.252
Roberto Leandro da Silva	Biól. M. Sc.	Coord. Técnico (NATURAE)	CRBio 44.648/04-D	2.136.137
Valéria Paula Palhares	Biól.	Bióloga de campo (NATURAE)	CRBio 49.246/04-D	2.843.392

#### 13.4.2.6. ANEXOS

**Anexo 13.4.2. - 1 – Relatório Técnico Trimestral da quarta campanha de campo do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório**

**Anexo 13.4.2 - 2 – Coletânea fotográfica parcial da avifauna estritamente aquática e da avifauna associada a ambientes criados por rios registrada nas três primeiras campanhas amostrais do PAASA da UHE Belo Monte - Fase pré-enchimento do reservatório**

**Anexo 13.4.2 - 3 – Mapeamento das áreas de monitoramento do PAASA da UHE Belo Monte – Fase pré-enchimento (Impresso)**

**Anexo 13.4.2 - 4 – Lista de espécies Avifauna**

**Anexo 13.4.2 - 5 – Lista das espécies Avifauna (vulnerabilidade)**

**Anexo 13.4.2 - 6 – Referências Bibliográficas**