

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE APOIO A PESQUISA

**Padrão de regulação iônica em Osteoglossidaes, expostos em água branca e
água preta: suas implicações para o desenvolvimento do animal**

Bolsista: Jose Carlos Nunes Raulino, FAPEAM

MANAUS

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE APOIO A PESQUISA

RELÁTÓRIO FINAL

PIB-B/0063/2010

Bolsista: **Jose Carlos Nunes Raulino**, FAPEAM

Orientador: Prof. Msc. Cleverson Agner Ramos

MANAUS

2011

Lista de Figuras

Figura 1- Câmaras individuais e frascos	10
Figura 2- Gráfico I - Fluxo total de Na ⁺ em <i>A. gigas</i>	15
Figura 3- Gráfico II - Fluxo total de Na ⁺ em <i>Osteoglossum sp.</i>	16
Figura 4-Gráfico III - Fluxo total de K ⁺ em <i>A.gigas</i>	17
Figura 5-Gráfico IV -Fluxo total de K ⁺ em <i>Osteoglossum sp.</i>	18
Figura 6-Gráfico V - Fluxo total de Ca ⁺⁺ em <i>A.gigas</i>	19
Figura7 -Gráfico VI - Fluxo total de Ca ⁺⁺ em <i>Osteoglossum sp.</i>	20

Lista de tabelas

Tabela 1- Médias dos dados biométricos de <i>A.gigas</i> e <i>Osteoglossum</i> sp	12
Tabela 2- Parâmetros físico-químicos em <i>A,gigas</i>	13
Tabela 3- Parâmetros físico-químicos em <i>Osteoglossum</i> sp	13
Tabela 4- Amônia e nitrito em <i>A,gigas</i>	14
Tabela 5- Amônia e nitrito em <i>Osteoglossum</i> sp	14

SUMÁRIO

1.RESUMO	6
2.INTRODUÇÃO	7
3.MATERIAIS E MÉTODOS	9
3.1. Aquisição dos animais	9
3.2 Delineamento experimental Fluxo iônico em Osteoglossiformes aclimatados em água branca do rio Solimões e água preta do rio Negro	10
3.3. Determinação do fluxo	11
3.4. Análise estatística	11
4. RESULTADOS	12
5. DISCUSSÃO	20
6.CONCLUSÃO	23
7.CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	24
8. REFERÊNCIAS	25

1. Resumo

De grande interesse econômico na região amazônica são os três representantes da ordem osteoglossiforme que habitam as águas dessa região *Arapimas gigas*, *Osteoglossum bicirrhossum* e *Osteoglossum ferreirai*. Sendo assim o presente estudo teve como objetivo analisar o fluxo iônico dessas espécies expostas a diferentes tipos de água. Os animais foram expostos a dois tipos de água: Branca do rio Solimões, preta do rio Negro e água de poço utilizada como controle, amostras de água foram retiradas no início do experimento, após duas horas e novamente após três horas de exposição para as medições de Na^+ , K^+ e Ca^{2+} dissolvidos. Os resultados apontam que *A. gigas* possui melhor regulação iônica em água branca e que enquanto *O. bicirrhossum* se mostra tolerante a todos os tipos de água *O. ferreirai* parece estar restrito a águas da bacia do rio Negro.

Palavras chaves: Osmoregulação, *Arapaima gigas*, *Osteoglossum ferreirai*, *Osteoglossum bicirrhossum*

2.Introdução

A Amazônia é fonte de grande biodiversidade, vem enfrentando nos últimos anos uma série de ameaças à sua preservação têm se intensificado, como o desmatamento, queimadas e aumento de atividades de exploração (LAURENCE et al., 2004) dentre estas destaca-se a exploração de espécies aquáticas. A ictiofauna amazônica é representada por praticamente todos os grupos de peixes de água doce e que ocorrem nos mais diversos tipos de água, desde lagos quase hipóxicos até águas acidificadas. Como os rios da bacia amazônica apresentam características únicas quanto às concentrações de íons, pH, condutividade, matéria orgânica dissolvida na água, etc., suas águas podem ser divididas em três tipos(JUNK, 1983; VAL e ALMEID-VAL, 1995): rios de água branca, rios de água preta e rios de água clara. Os rios de água branca nascem na região dos Andes e apresentam coloração branca ou barrenta, devido à alta quantidade de sedimentos transportados, nestas águas há uma grande quantidade de metais alcalinos, levando a um pH próximo a neutralidade, assim como uma grande quantidade de sais, aumentando a dureza da água. Em toda a extensão do rio Solimões este tipo de água é encontrado. Os rios de água preta, têm suas nascentes em relevos suaves, como as Guianas ou em sedimentos terciários da bacia amazônica; como consequência os processos erosivos e os transporte de sedimentos para o leito do rio é baixo, desta forma o resultado são rios com águas pobres em íons e com um caráter ácido. O rio Negro é um exemplo de rio de água preta. Finalmente os rios de água clara apresentam cor esverdeada e transportam poucos materiais em suspensão. A concentração de íons e pH nestes rios é muito variável e depende principalmente da localização de seus mananciais.

Na bacia amazônica, os peixes da Família Osteoglossossidae são representados por duas espécies do gênero *Osteoglossum*, *O. bicirrhossum* e *O. ferreirai*, conhecidos

respectivamente por Aruanã prateado e Aruanã pardo, e uma espécie do gênero *Arapaima*, *A. gigas*, conhecido popularmente como pirarucu. As espécies do gênero *Osteoglossum sp*, têm grande importância como fonte de proteína para as populações ribeirinhas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá– RDSM (QUEIROZ,1999) e têm grande potencial para a exploração local, pois seus alevinos são comercializados no mundo todo como peixes ornamentais (BROWN, 2008 e CRAMPTON, 1999). *A. gigas* é uma espécie que apresenta grande interesse em sistemas de pisciculturas, pois o mesmo apresenta grande produtividade (VAL e ALMEIDA-VAL 1995 GOMES et al., 2006), podendo atingir até quatro quilos em um ano. Apesar de pertencerem à mesma família, estas espécies apresentam distintos modos de respiração, enquanto *Osteoglossum sp*. É um respirador aquático obrigatório, *A. gigas* é um respirador aéreo obrigatório, que utiliza a bexiga natatória como órgão de respiração aérea, entretanto há respiração branquial até aproximadamente 400-500g, sendo que a estrutura branquial apresenta características típicas de um peixe com respiração aquática (RAMOS,2008). As brânquias, além de realizarem trocas gasosas, são consideradas como um órgão multifuncional, exercendo diversas funções como manutenção do equilíbrio ácido-base, produção de excretas nitrogenados, e regulação iônica. A regulação iônica ocorre principalmente nas brânquias, através das células cloreto, entretanto, outros órgãos como rins e intestino desempenham papel importante na absorção ou excreção de íons (RANDAL et al.,2000). Uma vez que os peixes de água doce estão em uma solução hiposmótica há uma tendência de fluxo de íons para fora do animal, portanto o mesmo deve apresentar mecanismos de regulação de seus íons corporais. Diversos estudos sobre o fluxo de íons em peixes amazônicos têm sido realizados nos últimos anos; GONZALES e WILSON (2001) compararam os padrões de regulação iônica de *Paracheirodon axelrodi* e *Pterophyllum scalare* expostos em água do rio Negro; BALDISSEROTTO e VAL (2002) verificaram o aumento da temperatura nos fluxos iônicos de *Metynnis hypsauchen*, peixe do rio Negro;

WOOD et al. (2002) estudaram os mecanismos de transporte iônico do elasmobrânquio esteohialino *Potamotrygon*, endêmico do rio Negro; MATSUO e VAL (2007) estudaram o papel de substâncias húmicas no fluxo de Ca^{2+} em *P. xelrodi*, em baixo pH; BALDISSEROTTO et al. (2008) compararam os fluxos iônicos de *Hoplosternum littorale* e *A. gigas* expostos a diferentes tipos de água

Tendo em vista que nos últimos anos a atividade antrópica na região amazônica têm se intensificado, levando a uma série de ameaças que comprometem sua biodiversidade, o presente estudo considera que os diferentes tipos de água da bacia amazônica, em especial às dos rios Negro e Solimões, os animais que habitam essas águas devem apresentar mecanismos distintos de fluxo e regulação iônica e uma investigação acerca destas características fornecerá subsídios para especular as possibilidades de manejo das espécies, já que as mesmas apresentam grande interesse econômico. Sendo assim este trabalho tem como objetivo investigar os padrões de regulação iônica de *Arapaima gigas* e *Osteoglossum sp.* expostos a água branca e preta, conhecer a fisiologia destes animais em condições distintas e fases de desenvolvimento distintas e fornecer subsídios para melhorar as condições de cultivo e manejo das espécies.

3. Materiais e métodos

3.1 Aquisição dos animais

Após aquisição de licença ambiental para coleta dos animais (IBAMA nº17102-3), os exemplares de *Arapaima gigas* (abaixo de $\approx 200\text{g}$ e acima de $\approx 2000\text{g}$) foram adquiridos de pisciculturas da região de Manaus enquanto exemplares de *O. bicirrhossum* e *O. ferreirai* foram coletados na natureza, na região de Barcelos, AM. Os animais foram transportados para o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), coordenação de pesquisas em

aqüicultura (CPAQ) e mantidos em viveiros abertos e alimentados “*ad libitum*” Após aclimação os animais foram submetidos aos protocolos experimentais.

3.2. Delineamento experimental Fluxo iônico em Osteoglossiformes aclimatados em água branca do rio Solimões e água preta do rio negro.

Os animais foram aclimatados durante sete dias em água branca, água preta ou água de poço, (usada como controle). Para *A. gigas* foram utilizados doze animais, sendo seis com massa corpórea de $\approx 200\text{g}$ e outros seis com a massa de $\approx 2000\text{g}$ para cada tipo de água. Para *O. bicirrhosum* foram utilizados três animais para cada grupo e para *O. ferreirai* foram utilizados 10 animais para cada grupo (o número amostral diferiu entre os grupos devido a falta de disponibilidade em se adquirir estes animais). Após o período de sete dias de aclimação em águas amazônicas os animais foram submetidos às análises de fluxos. Antes de iniciar os experimentos foi realizada biometria dos animais seguido de sua inserção em câmaras experimentais. Para os grupos onde fora utilizado *A. gigas*, de acordo com o tamanho dos animais, estes foram colocados em câmaras individuais com água do rio Solimões ou do rio Negro cujo volume era de aproximadamente o dobro do volume em relação ao volume do animal, 10 litros para animais na faixa de 200g e 20 litros para animais na faixa de 2000g (Figura 01). Para os exemplares de *O. bicirrhosum* e *O. ferreirai* foi feito um pool com todos os animais em câmaras com 1 litro. Amostras de água de cada uma das câmaras foram retiradas antes da inserção dos animais, o volume foi ajustado e após um período de 2h e 3h, novas amostras de água foram retiradas sendo que ao término do experimento de fluxo foi realizada novamente a biometria dos animais. Cada uma das amostras de água foi colocada em garrafas de 400 ml (para análises de alcalinidade e dureza), amostras de 10ml foram separadas para análises de amônia, nitrito e íons (Na^+ , K^+ e Ca^{2+}). Medidas de temperatura, pH, saturação/concentração de O_2 e condutividade foram efetuadas imediatamente após cada coleta de água.

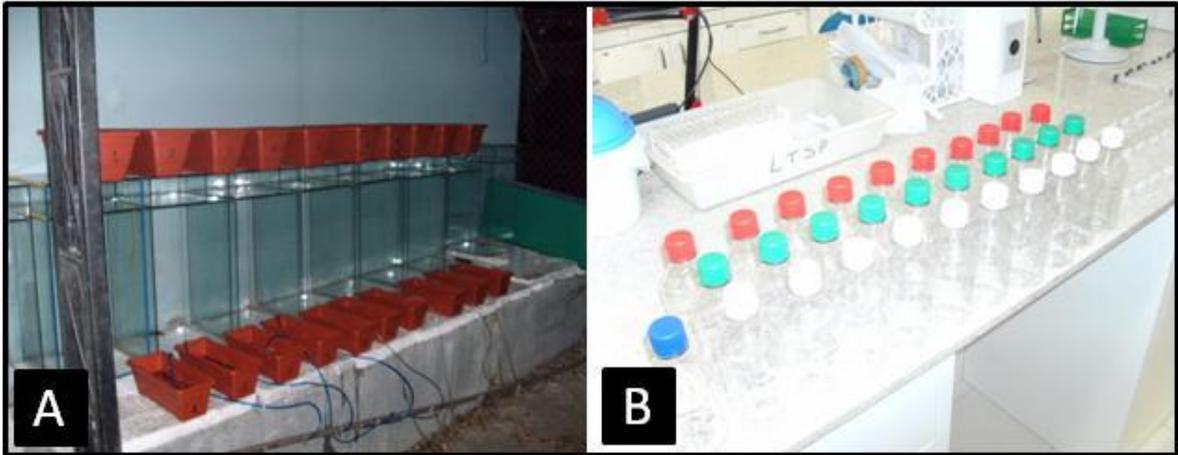


Figura 1: A câmaras de acondicionamento individual; B garrafas de 400 ml onde foram coletadas as amostras.

3.3. Análise do fluxo iônico

Para o cálculo do fluxo de íons foi utilizada a equação descrita por GONZALEZ et al. (1998) e BALDISSEROTTO et al. (2008): $J = V([\text{íon}]^1 - [\text{íon}]^2) \cdot (Mt)^{-1}$ onde “[íon]¹ e [íon]²” são respectivamente as concentrações dos íons no início e ao final do período do fluxo, “V” é o volume (em litros), “M” é a massa do animal (em quilogramas) e “t” é tempo de duração do fluxo (em horas). A leituras de íons foi realizada utilizando um fotômetro de absorção atômica modelo (GBC 906) no Laboratório Temático de Solos e Plantas (INPA).

3.4. Análise estatística

Os resultados foram expressos como média padrão e as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SigmaPlot 11.0. Foi realizado teste Kolmogorov-Smirnov ou Barlett para verificar a normalidade dos dados. Para a análise estatística, de comparação entre os intervalos de coleta de água, foi utilizado o teste-t.

4.Resultados :

Durante o período de aclimação o grupo de *O. ferreirai* exposto à água branca teve todos os seus exemplares perdidos, pois por volta do 4º dia os animais começaram a morrer, apesar de que o monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água (amônia, nitrito, pH, alcalinidade, dureza, O₂ e CO₂) não tenha sofrido nenhuma alteração. A tabela I mostra os dados referentes à biometria dos animais utilizados. O grupo de *A. gigas* com massa corpórea aproximada de 2000g teve uma ligeira redução da massa corporal durante o período experimental enquanto que exemplares na faixa de ≈200g apresentou um ganho de massa corporal no mesmo período.

TABELA I – Médias dos dados biométricos de *A. gigas* e *Osteoglossum* sp

		MASSA CORPÓREA (g)	COMPRIMENTO PADRÃO (cm)
<i>Arapaima gigas</i> (200g)	CONTROLE	124,1	26,7
	ÁGUA BRANCA	252,667	35,833
	ÁGUA PRETA	221,000	35,083
<i>Arapaima gigas</i> (2000g)	CONTROLE	1840,01	57,85
	ÁGUA BRANCA	1870,667	69,667
	ÁGUA PRETA	1462,000	66,250
<i>Osteoglossum bicirrhossum</i>	CONTROLE	7,38	9,5
	ÁGUA BRANCA	7,03	10,4
	ÁGUA PRETA	7,57	10,9
<i>Osteoglossum ferreirai</i>	CONTROLE	7,05	6,5
	ÁGUA BRANCA	†	†
	ÁGUA PRETA	7,9	6,4

Quanto aos parâmetros físico-químicos da água a qual os peixes foram submetidos, tabelas II, III, IV e V, não foi observada nenhuma alteração significativa. A concentração tanto de amônia quanto de nitrito aumentou gradativamente no decorrer do tempo, sendo que a excreção de amônia foi mais acentuada em água preta, contrastando os dados de WOOD (2001), que sugere que águas com valores mais altos de pH inibem a excreção de amônia e dificultam as trocas brânquiais de Na⁺/NH⁴.

TABELA II – Parâmetros físico-químicos em *A. gigas*

	Água branca		Água preta		Água controle		
	200g	2000g	200g	2000g	200g	2000g	
Alc	0	0	0	0	0,000011	0,000121	Início
Dur	39,206	41,291	6,924	7,341	0,9510	0,5005	
Ph	7,550	7,320	3,233	3,207	5,25	5,20	
Cond	90,183	84,750	193,233	230,300	159	160	
CO ₂	10,833	11,667	38,333	42,500	10,00	35,00	
Alc	0	0,0001265	0	0	0,000011	0,000165	2h
Dur	39,122	38,038	7,925	7,341	9,5095	0,5005	
pH	7,470	7,197	3,310	3,295	6,15	6,20	
Cond	93,017	107,583	198,417	206,680	61	70	
CO ₂	13,333	16,667	31,333	30,833	15,00	30,00	
Alc	0	0,000099	0	0	0,000011	0,000176	3h
Dur	35,536	39,790	8,091	8,842	12,5125	0,5005	
Ph	7,822	7,302	3,420	3,425	7,26	7,30	
Cond	112,967	120,800	179,483	185,750	34	40	
CO ₂	36,667	45,000	46,333	51,667	10,00	30,00	

TABELA III – Parâmetros físico-químicos em *Osteoglossum sp.*

	<i>O. bicirrossum</i>			<i>O. ferreirai</i>		
	AB	AP	AC	AP	AC	
Alc	0,000759	0,000011	0,000132	0,000011	0,000121	Início
Dur	27,0270	7,0070	2,0020	0,9510	0,5005	
pH	7,40	3,64	5,25	3,98	5,44	
Cond	191,00	390,00	159,00	358,00	74,00	
CO ₂	10,00	15,00	10,00	20,00	15,00	
Alc	0,000649	0,000011	0,000154	0,000011	0,000165	2h
Dur	32,5325	10,0100	2,5025	9,5095	0,5005	
pH	7,55	3,74	6,15	3,76	5,85	
Cond	112,00	268,00	61,00	269,00	45,00	
CO ₂	15,00	20,00	10,00	10,00	5,00	
Alc	0,000693	0,000011	0,000198	0,000011	0,000176	3h
Dur	30,0300	9,5095	0,5005	12,5125	0,5005	
Ph	7,48	3,79	7,26	3,84	5,85	
Cond	108,00	259,00	34,00	256,00	40,00	
CO ₂	20,00	15,00	10,00	20,00	10,00	

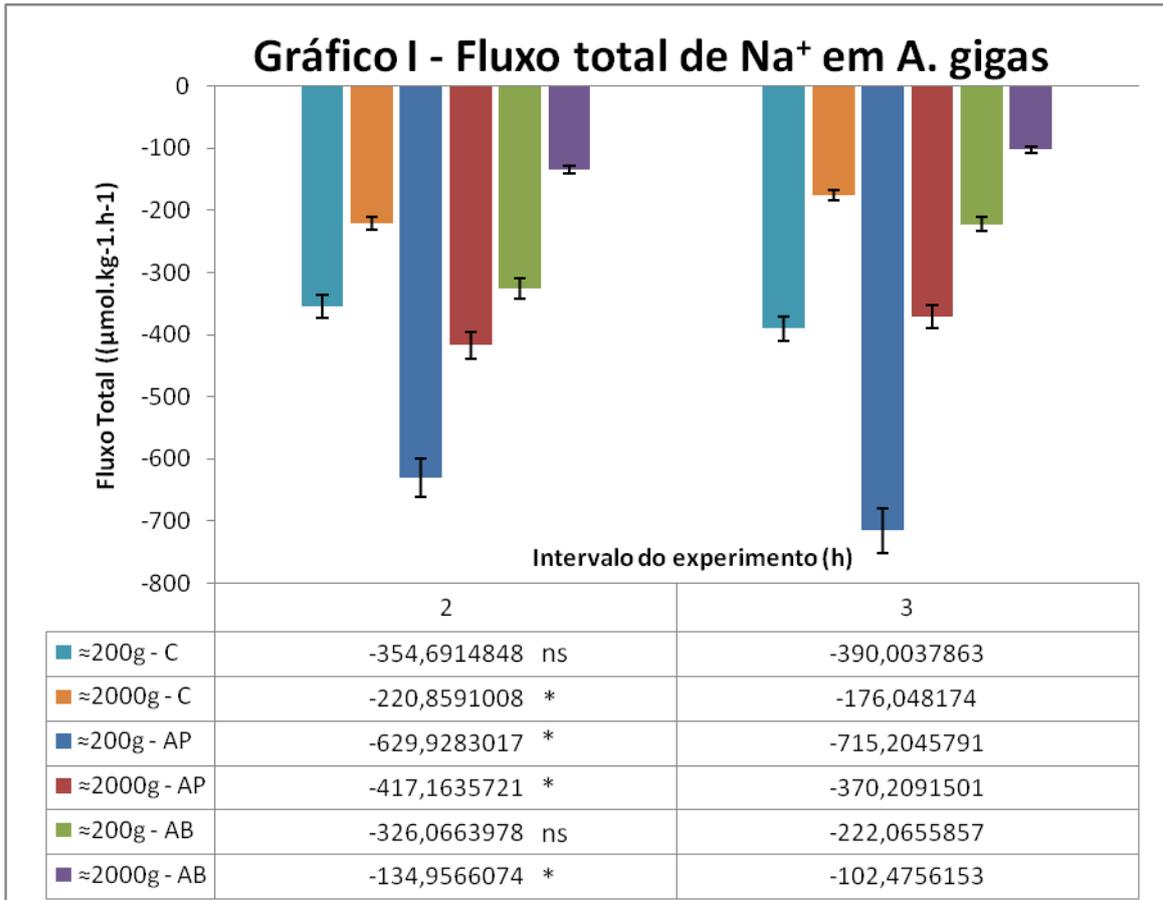
TABELA IV – Amônia e nitrito em *A. gigas* (mg/L)

		ÁGUA PRETA		ÁGUA BRANCA		ÁGUA CONTROLE		Tempo de exposição
		200g	2000g	200g	2000g	200g	2000g	
Amônia		2,11	1,79	0,39	0,60	04,050	5,071	Início
		6,78	5,47	7,79	7,26	04,062	5,092	2h
		13,39	12,40	11,65	11,53	04,096	5,101	3h
Nitrito		0,0326	0,0257	0,3116	0,3109	00,746	0,770	Início
		0,0250	0,0195	0,2241	0,1617	00,774	0,794	2h
		0,0339	0,0158	0,2022	0,1369	00,798	0,806	3h

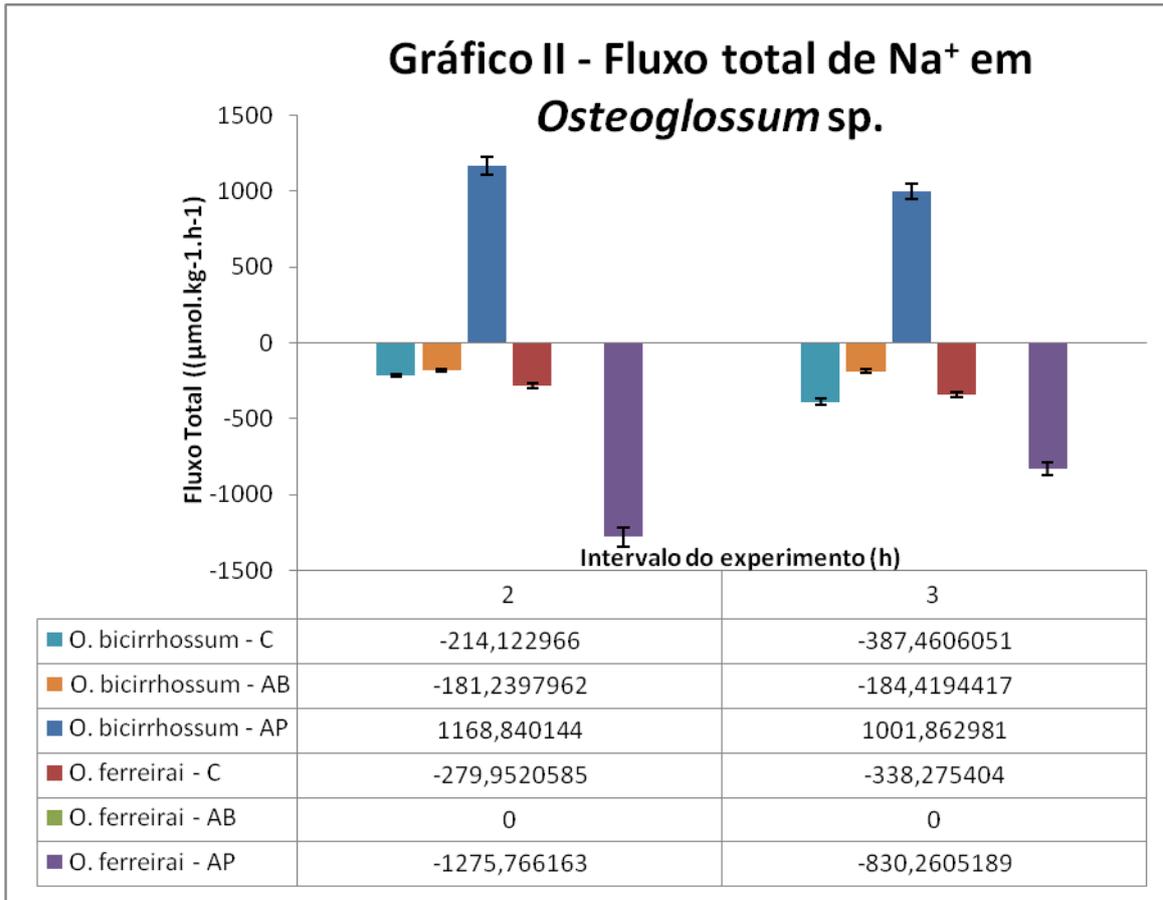
TABELA V – Amônia e nitrito em *Osteoglossum* sp (mg/L)

		<i>O. bicirrhossum</i>			<i>O. ferreirai</i>		Tempo de exposição
		AB	AP	AC	AP	AC	
Amônia		0,37	0,22	0,26	0,56	0,60	Início
		6,25	4,47	1,85	7,61	3,39	2h
		9,35	7,13	3,42	4,76	5,41	3h
Nitrito		0,1147	0,0125	0,0609	0,0717	0,0760	Início
		0,1048	0,0699	0,0185	0,0966	0,0781	2h
		0,1192	0,0575	0,0349	0,0925	0,0735	3h

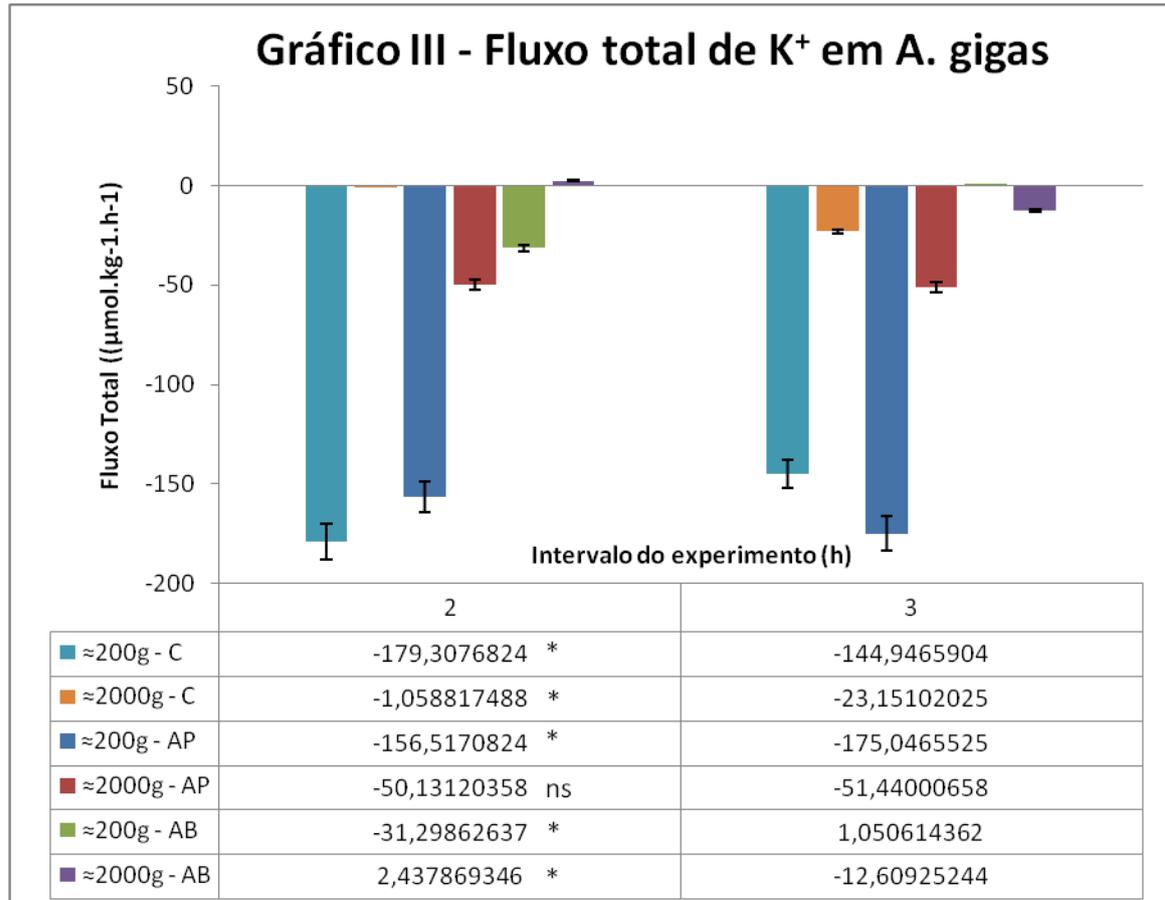
Após o cálculo total de fluxo de íons, as análises permitem inferir sobre os processos de ajustes iônicos nos animais submetidos aos diferentes tipos de águas amazônicas. Quanto ao fluxo total de Na^+ , em *A. gigas* (gráfico I) observou-se que o influxo total foi significativamente maior ($p \geq 0,05$) em animais na faixa de 200g expostos em água preta. Em todos os grupos expostos, observa-se uma significativa redução do influxo de Na^+ em um intervalo de 3h, sendo que esta redução é significativamente acentuada em animais com $\approx 2000\text{g}$ expostos à água branca.



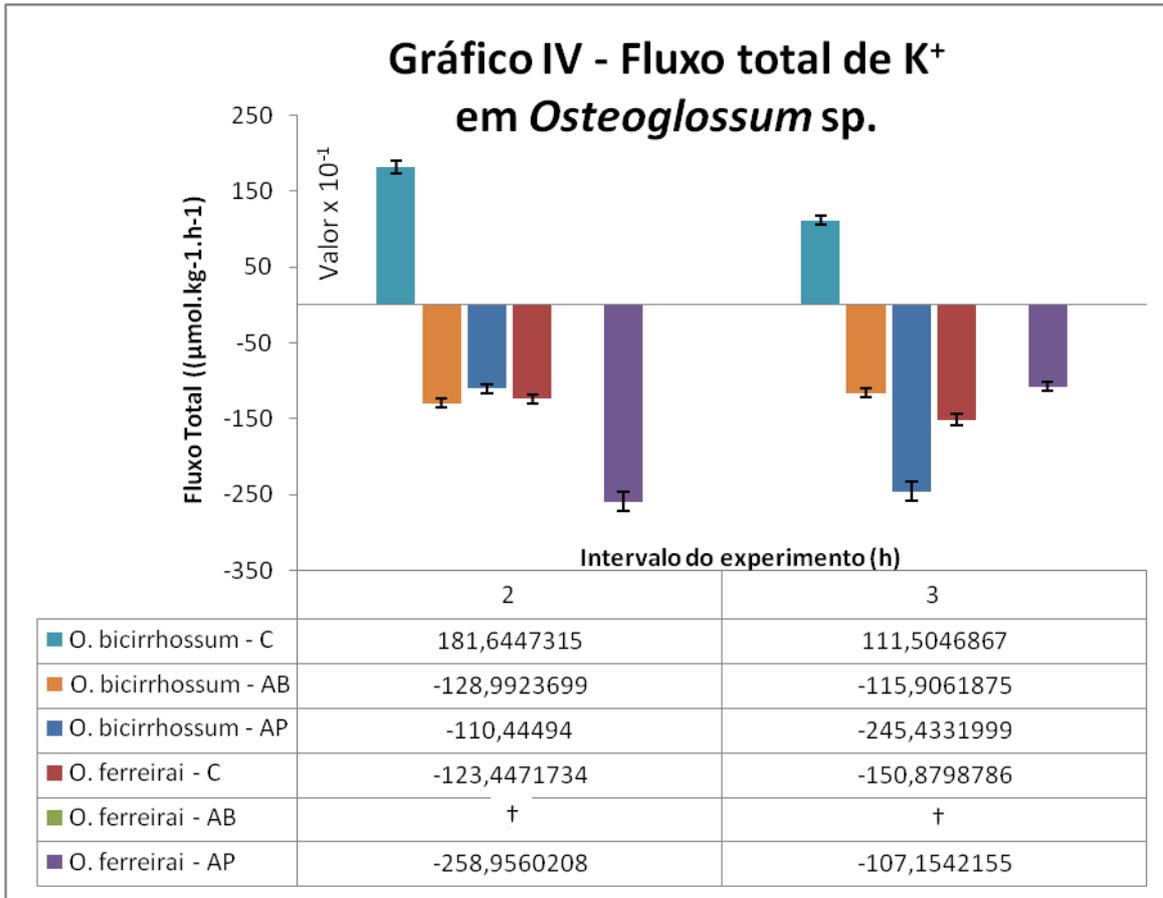
Nas observações em *Osteoglossum* sp. (gráfico II), observou-se que *O. bicirrhossum* apresentaram valores significativos de influxo deste íon quando expostos à água de poço e água branca. Em relação à exposição de *O. bicirrhossum* à água preta, foi observado efluxo deste íon, com significativa redução ao longo de 3h.



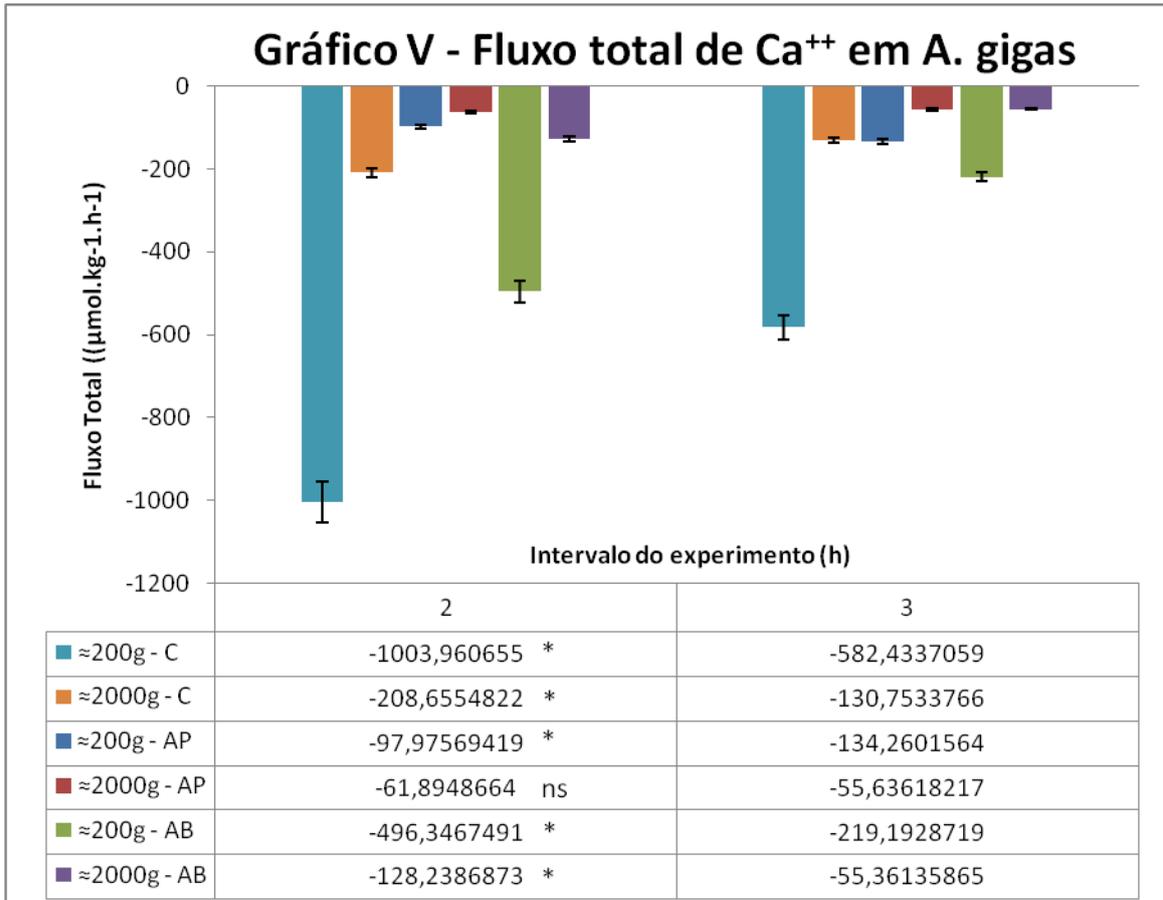
Em relação ao fluxo de K⁺ (Gráfico III) em *A.gigas*, animais na faixa de 200g apresentaram efluxo deste íon significativamente mais elevado quando comparados à animais na faixa de 2000g, sendo que no grupo controle foi observado redução do efluxo ao longo de 3h e animais expostos em água branca após um efluxo em 2h houve influxo quando observado em um período de 3h. Em animais com massa corpórea na faixa de 2000g o padrão observado foi semelhante, entretanto os valores foram significativamente menores. O grupo controle apresentou efluxo, com aumento em 3h, o grupo exposto à água branca apresentou influxo inicial em 2h, com posterior efluxo em 3h, e quando expostos à água preta ocorreu efluxo, mas sem diferenças significativas entre 2h e 3h.



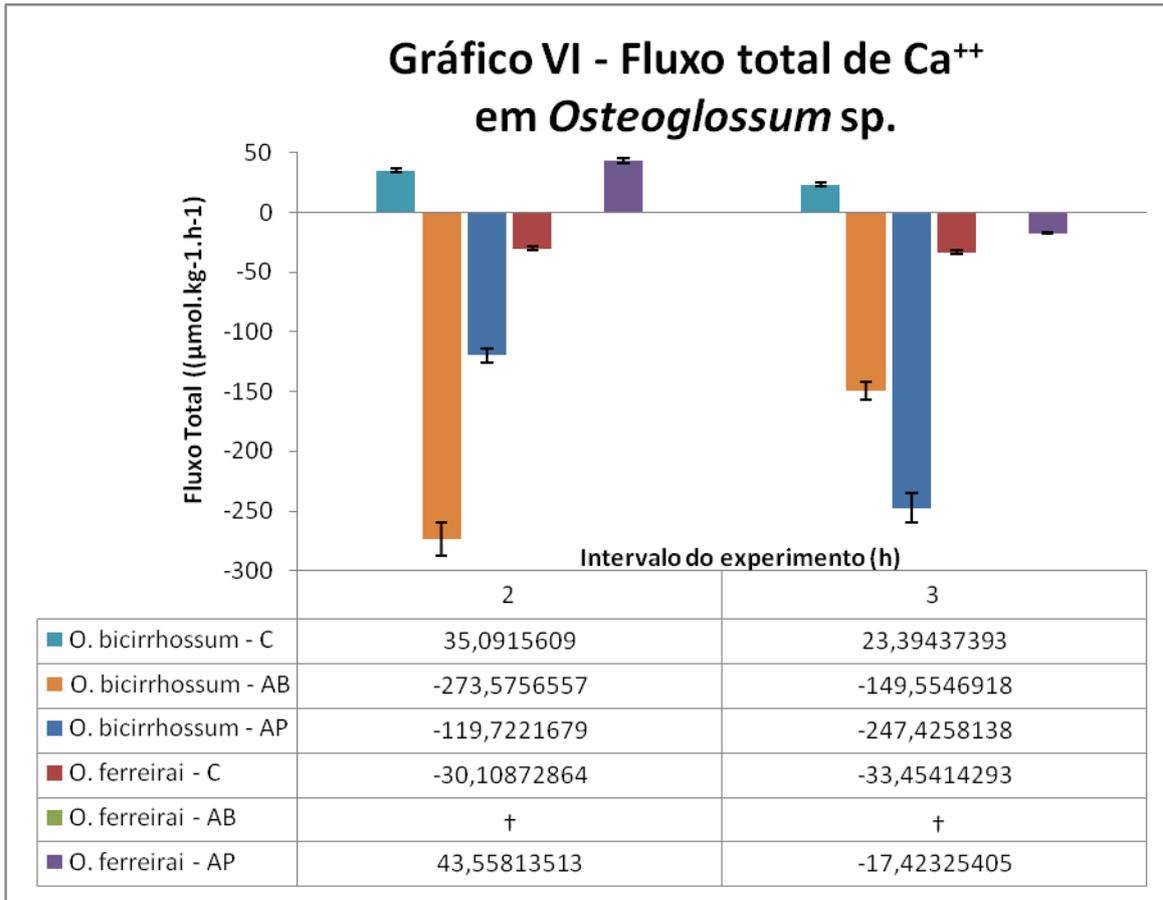
Em *O. bicirrhosum* (Gráfico IV) foi observado influxo no grupo controle com redução em 3h, no grupo exposto à água branca houve efluxo, com redução em 3h contrastando os resultados da exposição em água preta, que teve um significativo aumento do efluxo em 3h.. Em *O. ferreirai* foi observado efluxo no grupo controle com aumento em 3h enquanto que em água preta foi observado redução no mesmo intervalo de tempo.



Quanto ao fluxo de Ca⁺⁺, de acordo com o Gráfico V, observou-se que os valores de influxo foram significativamente mais elevados em animais com massa corpórea de ≈200g sendo que nesta faixa de massa corporal, no grupo controle e no exposto à água branca houve redução do influxo em 3h, entretanto no grupo exposto em água preta houve um pequeno aumento. Em animais na faixa de 2000g os valores foram menores em relação aos de 200g, sendo que no grupo controle e no exposto em água branca houve redução do influxo enquanto que em animais expostos à água preta não houve diferenças significativas.



Em *O. bicirrhossm* (Gráfico VI) no grupo controle houve efluxo, com redução em 3h contrastando os resultados em água branca e preta, sendo que em água branca ocorreu redução do influxo e em água preta aumento. Em *O. ferreirai*, ocorreu influxo no grupo controle, com aumento em 3h e em água preta ocorreu um efluxo em 2h com mudança para influxo em 3h.



5. Discussão:

A alteração na massa corpórea de *A. gigas* pode ser reflexo da morfologia branquial desta espécie, que é distinta em animais com 200 e com 2000g como relata RAMOS, (2008). Este autor relata que animais com massa corpórea de ≈ 200 g apresentam uma morfologia branquial típica de peixes de respiração aquática com uma delgada barreira de difusão, enquanto que em animais com massa corpórea acima de 1000g apresentam um espessamento da barreira de difusão. Os dados do presente estudo corroboram estas afirmações pois o ganho de massa corporal em animais com ≈ 200 g sugere que há um ganho de água por osmose através do delgado epitélio branquial. O mesmo padrão de ganho de massa foi observado em *O. bicirrhossum*, independentemente do tratamento ao qual o

animal foi. Entretanto *O. ferreirai* apresentou uma pequena perda de massa corpórea quando exposto a água preta, sugerindo que os mecanismos de regulação iônica nestes animais são mais eficientes em ambientes de água preta e como o grupo da espécie *O. ferreirai* apresentou uma taxa de mortalidade de 100% quando exposto a água branca ainda no período de aclimação pode ser levantada a hipótese de que pelo fato dessa espécie se desenvolver em rios da bacia do Rio Negro que apresenta uma grande diferença de pH e concentração total de íons em relação aos rios de água branca, sua sobrevivência em tais tipos de água é inviável esta hipótese é sustentada pelas observações de KANAZAWA(1966), RABELO-NETO (2002) *apud* SOARES (2008) e REIS (2003) entretanto um estudo aprofundado deverá ser realizado para esclarecer quais as alterações no mecanismo de regulação iônica estas espécies apresentam em ambientes de água preta e branca.

Os resultados obtidos quando se expõem *A. gigas* e *O. ferreirai* a água preta corroboram WOOD (1989) que afirma que a inibição do influxo de Na^+ é uma típica resposta para peixes de água doce expostos a baixos valores de pH entretanto *O. bicirrhossum* parece não obedecer estas regras. Já para STEFFENS (1997), a absorção de íons da água pelos peixes varia não só de espécie para espécie como também de acordo com a mudança do valor do pH da água, temperatura e a concentração de minerais dissolvidos na água.

Quanto ao fluxo de Na^+ em *A. gigas* os resultados sugerem que estes animais apresentam uma melhor capacidade iônica regulatória quando expostos a água branca, além disso pode-se inferir que a capacidade iônica regulatória é mais acentuada em animais na faixa de peso de 2000g. Esta hipótese corrobora RAMOS, (2008), que sugere que animais acima de 500g apresentam as brânquias com sítios de regulação iônica, principalmente através das CRMs que apresentam grande quantidade de bombas eletrogênicas do tipo NKA (HIROSE *et al* 2008). Os dados também corroboram os obtidos por BALDISSEROTO (2008), que

trabalhando com juvenis de pirarucu expostos a diferentes tipos de água, também constatou acentuados efluxos de Na^+ nestes animais independentemente do tipo de água ao qual eram expostos sendo que os maiores efluxos foram mensurados nos animais expostos a água preta.

Em relação ao fluxo de Na^+ em *Osteoglossum sp.* os dados refletem a morfologia branquial destes peixes, que assemelha-se à de *A. gigas* com $\approx 200\text{g}$ e o aumento do influxo iônico de Na^+ provavelmente deve-se à alta permeabilidade deste íon e baixa atividade NKA durante o período observado. Em *O. ferreirai* observou-se que aumento do influxo de Na^+ ao longo de 3h no grupo controle mas com redução quando o animal foi exposto em água preta, tais resultados sugerem que este animal pode ser mais adaptado a ambientes de água preta. Segundo HIROSE *et al.*(2008), em peixes de ambiente dulcícola os níveis de Na^+ são controlados por trocadores de Na^+/H^+ e de Na^+/Ca^+ localizados nas células Cloreto do epitélio branquial além das bombas de Na^+ , K^+ ATPase.

Conclusões similares podem ser alcançadas observando-se os dados relativos ao fluxo de K^+ que sugerem que após atingir a condição de respirador aquático obrigatório, *A. gigas* tem uma melhor capacidade íon-regulatória em ambientes de água branca e corroborando RAMOS,(2008) os reduzidos valores observados em animais com $\approx 2000\text{g}$ refletem da morfologia branquial destes animais. Já para os animais do gênero *Osteoglossum* com base nos resultados obtidos pode ser levantada a hipótese de que os mecanismos de regulação do K^+ de *O. bicirrhossum* são mais eficientes em animais expostos em água branca enquanto que em *O. ferreirai* são mais eficientes em água preta. Em seu experimento com juvenis de pirarucu BALDISSEROTO (2008), obteve resultados semelhantes aos alcançados neste experimento, exceto para animais expostos a água branca que na faixa de peso estudada por ele (10- 24 g) que inicialmente apresentam influxo de K^+ e no decorrer do experimento mudam a direção do fluxo.

Em relação ao fluxo de Ca^{++} os resultados obtidos mas uma vez corroboram os dados acerca da capacidade de regulação do fluxo iônico em *A.gigas* na faixa de peso de 2000g, além disso os dados de *O. ferreirai* e *O. bicirrhossum* corroboram os dados de distribuição dessas espécies. Já os mecanismos responsáveis pela regulação do fluxo de Ca^{++} nesses animais provavelmente são os descritos por HIROUSE (2003), que diz que a regulação de cálcio em teleosteos de água doce se faz por meio de bombas de Ca^{2+} ATPase e trocadores de $\text{Na}^+ / \text{Ca}^+$.

6. Conclusão

Nossos resultados corroboram estudos na literatura onde sugerem que as brânquias de *A. gigas* têm maior participação nos processos de respiração em animais com $\approx 200\text{g}$ enquanto que em animais com $\approx 2000\text{g}$ este órgão é sítio para regulação de íons, sendo que a capacidade para trocas gasosas é reduzida. Nossos estudos demonstraram, ainda, que a capacidade íon-regulatória de *A. gigas* mostrou-se mais eficiente em água branca. Quanto à capacidades íon-regulatórias de *Osteoglossum* sp, podemos inferir que *O. bicirrhossum* apresenta uma capacidade íon-regulatória mais eficiente em água branca enquanto *O. ferreirai* em água preta, corroborando os dados de distribuição destes animais.

8.Referências:

BALDISSEROTTO, B.;VAL, A. L. Ion fluxes of *Metynnis hypsauchen*, A teleost from the rio Negro, Amazon, exposed to an increase of temperature. Braz. J. Biol. , v.62, n.4B, p.749-752,2002.

BALDISSEROTTO, B.; COPATTI, C.E.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; BRINN, R. P.;ROUBACH, R. Netion fluxes in the facultative air-breather *Hoplosternum littorale* (tamoata) and the obligate air-breather *Arapaima gigas* (pirarucu) exposed to different Amazonian waters. Fish Physiol.Bioc.,2008.

BROWN, C. L. Raising the Silver Arowana (*Osteoglossum bicirrhosum*), 1995. Disponível em: <http://library.kcc.hawaii.edu/CTSA/publications/arowana.pdf>. Acesso em maio de 2008.

COPATTI, C. E. ;AMARAL. R Osmorregulação em juvenis de piavas *Leporinus obtusens* (CARACIFORMES: ANASTOMIDAE). Durante trocas do pH da água Biodiversidade Pampeana Pucrs, Uruguaiiana 2009.

CRAMPTOM, W. G. R. Os peixes da reserva Mamirauá: diversidade e história natural na planície alegável da Amazônia.In QUEIROS, H. L; CRAMPTOM, W. G. R.(Eds) .Estratégias de manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá. Brasília,DF:SCM, MCT-CNPq,197p.,1999.

GONZALES, R. J.;WILSON, R. W. Patterns of ion regulationin acidophilic fish native to the ion-poor, acidic Rio Negro. J. Fish Biol., v.58, p.1680-1690,2001

HIROSE, S.; KANEKO, T.; NAITO, N.; TAKEI, Y.; Molecular biology of major components of chlorides cells. Elsevier Comparative Biochemistry and Physiology Part B, v.136, p. 593-620,2003

JUNK, W. J. As águas da região Amazônica; em; SALATI, E. (org). Amazônia desenvolvimento integração e ecologia. São Paulo, Brasiliense, 1983.

LAURANCE, W. F.; ALBERNAZ, A. K. M.; FEARNISADE, P. M.; VASCONCELOS, H. L.; FERREIRA, L. V. Deforestation in Amazonia. Science, v.304, n.5674, p.1109-1111, 2004.

MATSUO, A. Y. O.; VAL, A. L. Acclimation to humic substances prevents whole body sodium loss and stimulates branchial calcium uptake capacity in cardinal tetras *Paracheirodon axelrodi* (Schultz) subjected extremely low pH. J. Fish Biol., v.70, p.989-1000, 2007.

QUEIROZ, H. L. A pesca, as pescarias e os pescadores do Mamirauá: o manjo integrado dos recursos pesqueiros. In:QUEIROZ, H. L.; CRAMPTON, W. G. R. (Eds.). Estratégias de Manejo de Recursos Pesqueiros em Mamirauá. Brasília, DF:SCM,MCT/CNPq,1999.

RAMOS, C. A. Caracterização morfofuncional das brânquias de *Arapaima gigas*, Durante a transição da respiração aquática para a respiração aérea. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências Fisiológicas, Universidade Federal de São Carlos,2008.

SOARES, M. G. M; COSTA, E. L; SIQUEIRA-SOUZA, F. K; ANJOS, H. D. B; YAMAMOTO, K. C; FREITAS, C.E.C.;Peixes de lago do médio Rio Solimões 2ª. ed, Manaus Instituto PIATAM, 2008.

STEFFENS, W. Principípios fundamentales de la alimentación de los peces. Zaragoza: Ed Acribia, 1997. p.272

RANDALL, D.; BURGGREN, W.; FRENCH, K.;Eckert – Fisiologia animal, mecanismos e adaptações. 4ª.ed., Rio de Janeiro; Guanabara Koogan, 2000.

REIS, R. E; KULANDER, O. S; FERRARIS, J. C, Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America Porto Alegre , EDIPUCRS, 2003.

VAL, A. L. e ALMEIDA-VAL, V. M. F. Zoophysiology: Vol32-Fishes of the Amazon and Their Environment – Physiological and Biochemical Aspects. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2226pp,1995.

WOOD, C. M. The physiologic problems of fish in the acid waters. In Acid Toxicity and Aquatic Animals. R. Morris; E. W. Taylor; D. J. A. Brown; J. A. Brown (eds.) , Cambridge University Press. Cambridge, p 125-152. 1989

WOOD, C. M. Toxic response of the gill. In: Target Organ Toxicity in Marine and Freshwater Teleost. D. Schlenk & W. H. Benson(eds.), Taylor & Francis, London, p. 1-89. 2001.

WOOD, C. M.; MATSUO, A. Y. O.; GONZALEZ, R. J.; WILSON, R. W.; PATRICK, M. L.; VAL, A. L. Mechanisms of ion transport in *Potamotrygon*, a stenohaline freshwater elasmobranch native to the ion-poor blackwaters of the Rio Negro. J.Exp. Biol., v. 205, p.3039-3054,2002.