
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FERNANDA PASSARINI LOPES

**CARACTERIZAÇÃO DOS RASTROS
BRANQUIAIS DE *Astyanax altiparanae*
(CHARACIDAE) POR TÉCNICAS
HISTOQUÍMICAS E
ULTRAMORFOLÓGICAS**

FERNANDA PASSARINI LOPES

CARACTERIZAÇÃO DOS RASTROS BRANQUIAIS DE *Astyanax altiparanae* (CHARACIDAE) POR TÉCNICAS HISTOQUÍMICAS E ULTRAMORFOLÓGICAS

Orientador: PROF. DR. FLÁVIO HENRIQUE CAETANO

Co-orientador: Bruno Fiorelini Pereira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Biociências da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” -
Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau
de Bacharela em Ciências Biológicas

Rio Claro
2013

574.5263 Lopes, Fernanda Passarini
L864c Caracterização dos rastros branquiais de *Astyanax altiparanae*
(Characidae) por técnicas histoquímicas e ultramorfológicas / Fernanda
Passarini Lopes. - Rio Claro, 2013
80 f. : il., figs., tabs., quadros

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Flávio Henrique Caetano
Coorientador: Bruno Fiorelini Pereira

1. Ecologia aquática. 2. Toxicidade. 3. Peixes - Morfologia interna. 4.
Muco. 5. Receptores químicos. 6. Corpúsculo gustativo. I. Título.

Dedico este trabalho a Deus e a minha mãe Sonia

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Flávio Henrique Caetano pela oportunidade de realizar esse projeto, como também aos ensinamentos obtidos sob sua orientação.

Ao ICMBio/CEPTA – Instituto Chico Mendes de Pirassununga pela doação dos peixes usados nessa pesquisa.

Ao futuro doutor Bruno Fiorelini Pereira, que junto com o Prof. Dr. Flávio Henrique Caetano, deu a ideia para este trabalho e que me ajudou nas análises dos resultados e na captura das imagens inseridas aqui.

À futura mestra Rebeca Mamede da Silva Alves, que também me ajudou na captura das imagens.

Ao técnico de Laboratório do Departamento de Biologia da UNESP – Rio Claro Gerson, pelas preparações dos reagentes usados nessa pesquisa.

Aos técnicos do Centro de Microscopia Eletrônica da UNESP – Rio Claro, pelo auxílio na preparação do material para a visualização no Microscópio Eletrônico de Varredura e na captura das imagens.

Ao Departamento de Biologia e ao Centro de Microscopia Eletrônica por terem permitido a realização do meu TCC.

Ao meu pai, pelo apoio financeiro.

Ao Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa de Iniciação Científica (processo 2011/13212-0).

Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres,
porque eu sou teu Deus; eu te esforço, e te ajudo, e te
sustento com a destra da minha justiça.
Porque eu, o Senhor, teu Deus, te tomo pela tua mão
direita e te digo: não temas, que eu te ajudo.
(Isaías 41, 10 e 13)

Bem-aventurado o homem que põe no Senhor a sua
confiança e que não respeita os soberbos, nem os que se
desviam para a mentira.
(Salmos 40, 4)

RESUMO

Grande parte dos corpos de água no Brasil e do mundo está contaminada com algum poluente, seja este esgoto, metais/produtos químicos cancerígenos ou detergentes biodegradáveis. Pouco se sabe dos agentes acima mencionados e seus impactos na morfologia interna de peixes e muito menos ainda nos rastros branquiais. Os rastros branquiais são vitais para os peixes, pois, juntos com as brânquias, são responsáveis pela defesa e proteção do organismo e na seleção de alimentos adequados para sua sobrevivência. O detergente, sendo um agente químico irritante e tóxico, ao entrar em contato com o corpo do peixe pode causar modificações histoquímicas e ultramorfológicas em seu organismo. Com isso, este estudo pleiteou investigar as prováveis alterações histoquímicas e ultramorfológicas em *Astyanax altiparanae* (Lambari) causadas pela exposição ao detergente biodegradável. De tal maneira, os peixes dessa espécie foram expostos à água com 01ppm (01mg/L) de detergente diluído e à água pura de um poço artesiano da UNESP – Câmpus Rio Claro durante 01 e 05 meses. Esta água foi clorada, conforme o modelo requerido pela SABESP, e foi o grupo de controle, para ser comparado com aqueles expostos ao poluente, acima citado. Foi coletado o primeiro arco branquial esquerdo para as análises. Os resultados encontrados apontaram hiperplasia das células de muco nos rastros branquiais do grupo detergente no primeiro mês de experimento e uma diminuição no número dessas células ao mesmo tempo em que ocorria uma hipersecreção de muco nos rastros branquiais desse mesmo grupo passados 05 meses. Apesar disso, comparando os dois grupos de ambas as coletas foi notado diminuição no número de células de muco nos rastros branquiais de peixes expostos ao contaminante. Em relação à histologia do rastro branquial de *A. altiparanae*, observou-se além da presença da célula supracitada, a presença de corpúsculos gustativos e dentículos, em ambos os grupos e coletas. Na microscopia eletrônica de varredura, no 1º mês de experimento observou-se a dilatação dos receptores químicos dos corpúsculos gustativos e uma grande quantidade de aberturas de saída de muco entre as células pavimentosas nos rastros branquiais do grupo detergente, mas pouco muco foi visualizado em ambos os grupos. No 5º mês reparou-se que houve um aumento da dilatação desses receptores químicos e um excesso de muco sobre os rastros branquiais do grupo detergente. Foi também visualizado microbridges entre as microridges (lamelas) presentes nas células pavimentosas e células quimiorreceptoras isoladas entre essas células pavimentosas em ambos os grupos.

Palavra-Chave: Muco. Receptores químicos. Corpúsculo gustativo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO, REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E JUSTIFICATIVA	7
1.1 Rastro branquial.....	7
1.2 Biologia de <i>Astyanax altiparanae</i> (Characidae).....	33
1.3 Detergentes biodegradáveis	33
1.4 Justificativa	34
2 OBJETIVO	35
3 MATERIAL	36
4 MÉTODOS.....	37
4.1 Amostragem e Tratamentos	37
4.2 Análises histológicas	38
5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	40
6 RESULTADOS	41
6.1 Histologia dos rastros branquiais do arco branquial esquerdo de <i>A. altiparanae</i>	41
6.1.1 Análise de 30 dias	41
6.1.2 Análise de 05 meses	47
6.2 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do arco branquial esquerdo de <i>A. altiparanae</i>	52
6.2.1 Análise de 30 dias	52
6.2.2 Análise de 05 meses	58
6.3 Análise da água das caixas de polietileno dos grupos controle e detergente.....	62
7 DISCUSSÃO	63
7.1 Morfologia do rastro branquial do arco branquial esquerdo de <i>A. altiparanae</i>	63
7.2 Efeito do detergente biodegradável nos rastros branquiais do arco branquial esquerdo de <i>A. altiparanae</i>	63
8 CONCLUSÃO.....	68
REFERÊNCIAS	69
ANEXO – ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA DO CONTROLE E DA ÁGUA COM DETERGENTE	77

1 INTRODUÇÃO, REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E JUSTIFICATIVA

1.1 Rastro branquial

Os rastros branquiais são estruturas de origem mesodérmica e são curtos e/ou longos, finos e/ou espessos que se inserem nos ossos que compõem os arcos branquiais (BRAGA, 1982; MACHADO, 1999; MACIEL, 2006; SERRA; LANGEANI, 2006; PAES, 2008; SAMPAIO; GOULART, 2011). Os rastros são locais que servem para a retenção ou concentração do alimento (OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996; SERGIPENSE; CARAMASCHI; SAZIMA, 1999; ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001; GODOY, 2006; MACIEL, 2006; SAMPAIO; GOULART, 2011), além de evitar o seu escape e facilitar a sua deglutição (MORAES; BARBOLA, 1995; OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996; MACIEL, 2006; RODRIGUES; MENIN, 2006). Estão voltados para região ventral dos arcos branquiais direito e esquerdo (RODRIGUES; BEMVENUTI, 2001; SAMPAIO; GOULART, 2011), em direção à cavidade faríngea (MACHADO, 1999; PAES, 2008). Os rastros branquiais são constituídos por uma peça de tecido cartilaginoso (MACIEL, 2006; LIMA et al., 2009) ou ósseo (MACIEL, 2006) envolvida por tecido epitelial pluriestratificado formado por células pavimentosas poligonais, corpúsculos gustativos, células mucosas, células de cloro (FONSECA NETO; SPACH, 1999; MACHADO, 1999; KUMARI et al., 2005; FIUZA et al., 2011) e células claviformes (LIMA et al., 2009). Além disso, esse tecido pode ainda apresentar estruturas chamadas ou de espinhos (SERGIPENSE; CARAMASCHI; SAZIMA, 1999; LOPES; SAMPAIO, 2002; SILVA; HAHN, 2009), ou de cteniiis (SERRA; LANGEANI, 2006; SERRA, 2010) ou de dentículos (JARDIM, 1988; RODRIGUES; MENIN, 2006; ALVES, 2009), que contribuem para o melhor aprisionamento do alimento e de sua deglutição, pois evitam que o alimento fuja e/ou que retorne a boca depois de deglutido (RODRIGUES; MENIN, 2006; MONTENEGRO, 2009).

O formato, a disposição, o tamanho e a quantidade dos rastros, bem como o formato da boca, dos dentes faríngeanos, das brânquias e do próprio trato digestório e a presença de corpúsculos gustativos podem determinar o hábito alimentar do peixe (MORAES; BARBOLA, 1995; FERRETTI; ANDRIAN; TORRENTE, 1996; LOLIS; ANDRIAN, 1996; OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996; MACHADO, 1999; RODRIGUES; BEMVENUTI, 2001; MACIEL, 2006; NEUMANN, 2008; PAES, 2008; MONTENEGRO, 2009; PAULINO, 2011; SAMPAIO; GOULART, 2011). De acordo com Alexander (1978 apud

SERGIPENSE; CARAMASCHI; SAZIMA, 1999), o espaçamento entre os rastros pode, ainda, indicar o tamanho do alimento a ser ingerido pelo peixe. Além do mais, o espaçamento e a forma dos rastros podem melhorar a filtragem e a retenção de alimento de vários tamanhos no aparelho bucofaringeano (MORAES; BARBOLA, 1995; OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996; MORAES; BARBOLA; GUEDES, 1997; PAULINO, 2011; SAMPAIO; GOULART, 2011). Ao observar o trabalho realizado por Sergipense e Caramaschi e Sazima (1999) em *Anchoa januaria* e *Cetengraulis edentulus*, a área superficial e a forma dos rastros branquiais são mais importantes para a captura de alimento, do que a distância entre eles; e que a função dos rastros em selecionar o tamanho do alimento influencia na dieta dos peixes, ao passo que, em peixes que ingerem alimentos maiores, a distância entre os rastros branquiais passa a ser um requisito necessário. Peixes com rastros branquiais longos, finos e numerosos predam partículas de pequena dimensão e aqueles com rastros pequenos, redondos e em menor quantidade, predam organismos maiores (OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996; RODRIGUES; BEMVENUTI, 2001). Em espécies onívoras, os rastros branquiais normalmente são curtos, finíssimos, abundantes e bem próximos, os quais se sobrepõem com os rastros dos outros arcos branquiais formando um filtro (MACIEL, 2006; ALVES, 2009; SAMPAIO; GOULART, 2011), igual sobreposição é encontrado nos iliófagos (ALVES, 2009). Em ictiófagos, os rastros branquiais geralmente são curtos, grossos e bem espaçados (MORAES; BARBOLA, 1995; OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996; SAMPAIO; GOULART, 2011). Em planctívoros, os rastros são abundantes, muito finos, compridos, delicados, próximos entre si realizando a filtragem e a aglutinação do plâncton (SANTOS, 1982; RODRIGUES; MENIN, 2005; ALVES, 2009; SAMPAIO; GOULART, 2011). Aqueles de hábito bentônico possuem rastros branquiais vigorosos ou com muitas saliências (SANTOS, 1982). Os peixes carnívoros apresentam poucos rastros, os quais são duros, pequenos, pontiagudos, cobertos por dentículos e bem espaçados (SANTOS, 1982; MORAES; BARBOLA, 1995; OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996; MACIEL, 2006; ALVES, 2009; SAMPAIO; GOULART, 2011), que servem para segurar o alimento e evitar sua fuga (MORAES; BARBOLA, 1995; OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996). Em detritívoros, os rastros branquiais são curtos e bem próximos (SAMPALIO; GOULART, 2011) e em espécies onívoras-planctívoras, os rastros são abundantes e delgados (SAMPALIO; GOULART, 2011). Uma revisão da literatura referente ao formato, a disposição e o tamanho dos rastros branquiais e os hábitos alimentares de alguns espécies de peixes são mostradas no Quadro 1 deste trabalho, enquanto o Quadro 2 mostra a quantidade de rastros.

Em anostomídeos, os rastros branquiais não têm a função de reter o alimento, e sim, resguardar os arcos, os filamentos branquiais e as lamelas primárias (SANTOS, 1982; FERRETTI; ANDRIAN; TORRENTE, 1996). Essa função é verificada em alguns peixes com hábitos planctônico, bentônico, carnívoro (SANTOS, 1982) e herbívoro (FERRETTI; ANDRIAN; TORRENTE, 1996). Outros autores como Khanna (1962 apud RODRIGUES; MENIN, 2006), Oliveira Ribeiro e Menin (1996), Machado (1999), Maciel (2006), Ribeiro (2007), Paes (2008) e Santos (2010), reafirmam que em outras espécies os rastros branquiais podem contribuir para o melhor funcionamento e proteção das lamelas primárias e dos filamentos branquiais contra elementos sólidos. Porém, se for um elemento solúvel em água, como o detergente, essa proteção se torna ineficaz (MACHADO, 1999; RIBEIRO, 2007).

Outros estudos observaram que muitos peixes da mesma espécie, como o *Mugil* spp. (BRAGA, 1982), modificam o formato e o número de seus rastros para diminuir, ou até evitarem, a competição intraespecífica, explorando então nichos alimentares diferentes e essas modificações ocorrem à medida que o peixe se desenvolve. Tal situação foi encontrada em outras espécies, como em *A. januaria* (SERGIPENSE; CARAMASCHI; SAZIMA, 1999) e em *C. edentulus* (SERGIPENSE; CARAMASCHI; SAZIMA, 1999). Hildebrand (1963 apud SERGIPENSE; CARAMASCHI; SAZIMA, 1999) constatou que o número de rastros não se alterou com o desenvolvimento de *A. januaria* do Atlântico Ocidental, ao contrário do observado por Hildebrand (1943 apud SERGIPENSE; CARAMASCHI; SAZIMA, 1999) e Silva (1967 apud SERGIPENSE; CARAMASCHI; SAZIMA, 1999) em *C. edentulus* do Atlântico Ocidental e da Venezuela, respectivamente, nos quais o número de rastros branquiais variou com o crescimento. Ainda Sergipense e Caramaschi e Sazima (1999) não observaram nessas duas espécies modificações quanto ao espaçamento entre os rastros à medida que eles cresciam, mas sim, ao longo do comprimento dos mesmos. Moraes e Barbola (1995) também notaram que os rastros da face externa do primeiro arco branquial esquerdo de *Hoplias malabaricus* aumentavam tanto em tamanho quanto em empacotamento, conforme ele crescia.

Em *Bryconamericus exodon* Eigenmann, 1907 (Ostariophysi, Characiformes, Characidae) verificou-se que o primeiro arco branquial é composto por três ossos - o hipobranquial, o ceratobranquial e o epibranquial (SERRA; LANGEANI, 2006). O osso hipobranquial e o osso ceratobranquial compõem o ramo inferior e o osso epibranquial, o ramo superior. Às vezes pode haver um rastro no ponto de união entre o osso hipobranquial e o osso ceratobranquial e também entre o osso ceratobranquial e o osso epibranquial, que pode

ser chamado de ângulo (SERRA; LANGEANI, 2006). Em *Salminus brasiliensis*, além do osso epibrânquial, o ramo superior pode ainda possuir o osso faringobrânquial (RODRIGUES; MENIN, 2006). A maior parte dos teleósteos detém 04 arcos brânquiais (PAULINO, 2011; SAMPAIO; GOULART, 2011), porém em algumas espécies existe um 5º arco (LEONARDO et al., 2001; RODRIGUES; MENIN, 2005; MACIEL, 2006; SAMPAIO; GOULART, 2011) formado pelo osso ceratobrânquial que pode conter rastros brânquiais, mas a maioria apresenta o 5º arco modificado em placa faríngea que abriga os dentes faríngeos (RODRIGUES; MENIN, 2005). O acréscimo de rastros brânquiais em peixes em desenvolvimento pode ocorrer tanto no osso epibrânquial quanto nos ossos ceratobrânquial e hipobrânquial, mas foi constatado que existem variações no número de rastros em ambas os ramos (BRAGA, 1982) (Quadro 2). Verificou-se também que a variação no número de rastros nos peixes pode ter relação com o número de cecos pilóricos e, então, determinar o seu hábito alimentar (YABE; BENNEMANN, 1994). Foram ainda constatadas variações na quantidade de rastros entre as espécies de *Mugil spp.* e que isso pode estar associado à diferença de salinidade no ambiente (BRAGA, 1982).

Quadro 1 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao tamanho; forma; textura e disposição dos rastros branquiais por arco branquial e os hábitos alimentares

(continuação)

Espécie e autor	1º arco branquial	2º arco branquial	3º arco branquial	4º arco branquial	5º arco branquial	Hábito Alimentar
<i>Hoplias malabaricus</i> (MORAES; BARBOLA, 1995)	RB longos; triangulares; duros; bem desenvolvidos e próximos entre si no E; os RB maiores e mais fortes estão no C.	-	-	-	-	Insetívoro (fase jovem), Piscívoro (fase adulta).
(RODRIGUES; MENIN, 2006)	RB curtos e com os ápices pontiagudos.	RB curtos e com os ápices pontiagudos.	RB curtos e com os ápices pontiagudos.	-	-	Piscívoro.
<i>Hypophthalmus edentatus</i> (CASSEMIRO, HAHN, RANGEL, 2003)	RB longos; em forma de pente e próximos entre si.	-	-	-	-	-
<i>Laemolyta varia</i> (SANTOS, 1982)	RB curtos e espessos na FE e FI do AB.	-	-	-	-	Onívoro.
<i>Leporinus fasciatus</i> (SANTOS, 1982)	RB curtos e espessos na FE e FI do AB.	-	-	-	-	Onívoro.
<i>Leporinus friderici</i> (SANTOS, 1982)	RB curtos e espessos na FE e FI do AB.	-	-	-	-	Onívoro.
<i>Leporinus trifasciatus</i> (SANTOS, 1982)	RB curtos e espessos na FE e FI do AB.	-	-	-	-	Onívoro.
<i>Menticirrhus americanus</i> (JARDIM, 1988)	RB +/- arredondados lembrando tubérculos e encobertos por dentículos na FE do RI.	-	-	-	A	-

Quadro 1 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao tamanho; forma; textura e disposição dos rastros branquiais por arco branquial e os hábitos alimentares

Espécie e autor	(continuação)				
	1º arco branquial	2º arco branquial	3º arco branquial	4º arco branquial	5º arco branquial
<i>Menticirrhus littoralis</i> (JARDIM, 1988)	RB longos; cilíndricos; finos e encobertos por alguns dentículos viliformes na FE do RI.	-	-	-	A
<i>Mugil curema</i> (KUMARI et al., 2005)	-	RB mais longos na região dorsal do AB e curtos na região dorso-ventral.	-	-	-
<i>Mugil liza</i> (KUMARI et al., 2005)	-	RB mais longos na região dorsal do AB e curtos na região dorso-ventral.	-	-	-
					Hábito Alimentar
					-
					Pliófago.
					Pliófago.

Quadro 1 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao tamanho; forma; textura e disposição dos rastros branquiais por arco branquial e os hábitos alimentares

(continuação)

Espécie e autor	1º arco branquial	2º arco branquial	3º arco branquial	4º arco branquial	5º arco branquial	Hábito Alimentar
<i>Mugil platanus</i> (FONSECA NETO; SPACH, 1999)	RB longos na região látero-mediana do AB e curtos nas extremidades e na região mediana do AB; RB achatados; triangulares a trapezóides com a borda da região anterior com 02 séries de projeções lobulares simples e os RB são próximos entre si.	RB longos na região látero-mediana do AB e curtos nas extremidades e região mediana do AB; RB achatados; triangulares a trapezóides com a borda da região anterior com 02 séries de projeções lobulares simples e com a borda da região dorso-mediana com 02 séries de projeções com extremidades ramificadas de onde partem estruturas pontiagudas e os RB são próximos entre si.	RB longos na região látero-mediana do AB e curtos nas extremidades e região mediana do AB; RB achatados; triangulares a trapezóides com as bordas de todas as regiões com 02 séries de projeções com extremidades ramificadas de onde partem estruturas pontiagudas e os RB são próximos entre si.	RB curtos em ambas as fileiras do arco; RB achatados; triangulares a trapezóides com as bordas de todas as regiões com 02 séries de projeções com extremidades ramificadas de onde partem estruturas pontiagudas e os RB são próximos entre si.	-	Filtrador.
(KUMARI et al., 2005)	-	-	-	-	-	Iliófago.
<i>Odontesthes mirinensis</i> (BEMVENUTI, 1995)	RB delgados e compridos.	-	-	-	-	-
<i>Pimelodus pohli</i> (RIBEIRO; LUCENA, 2006a)	RB delgados e pontiagudos no RI.	-	-	-	-	-
<i>Pimelodus tetramerus</i> (RIBEIRO; LUCENA, 2006b)	RB longos e delgados no E.	-	-	-	-	-

Quadro 1 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao tamanho; forma; textura e disposição dos rastros branquiais por arco branquial e os hábitos alimentares

(continuação)						
Espécie e autor	1º arco Branquial	2º arco branquial	3º arco branquial	4º arco branquial	5º arco branquial	Hábito Alimentar
<i>Plagioscion squamosissimus</i> (KUMARI et al., 2005)	RB longos.	RB curtos.	RB curtos.	RB curtos.	-	Piscívoro.
<i>Prochilodus scrofa</i> (MORAES; BARBOLA; GUEDES, 1997)	RB curtos; laminares; oblíquos; espessos e de consistência mole ou resistentes; de consistência carmosa e com saliências laminares.	RB curtos; laminares; oblíquos; espessos e de consistência mole ou resistentes; de consistência carmosa e com saliências laminares.	RB curtos; laminares; oblíquos; espessos e de consistência mole ou resistentes; de consistência carmosa e com saliências laminares.	RB curtos; laminares; oblíquos; espessos e de consistência mole ou resistentes; de consistência carmosa e com saliências laminares.	-	-
<i>Rita rita</i> (KUMARI et al., 2005)	RB longos; robustos e que diminuem um pouco de tamanho na região ventral do AB.	RB longos; robustos e que diminuem um pouco de tamanho na região ventral do AB.	RB diminuem um pouco de tamanho.	RB diminuem um pouco de tamanho.	-	Carnívoro.
<i>Salminus hilarii</i> (RODRIGUES; MENIN, 2006)	RB curtos e com os ápices pontiagudos.	RB curtos e com os ápices pontiagudos.	RB curtos e com os ápices pontiagudos.	-	-	Piscívoro.
<i>Salminus maxillosus</i> (RODRIGUES; MENIN, 2006)	RB curtos e com os ápices pontiagudos.	RB curtos e com os ápices pontiagudos.	RB curtos e com os ápices pontiagudos.	-	-	Piscívoro.
<i>Salminus brasiliensis</i> (RODRIGUES; MENIN, 2006)	RB curtos; comprí-midos; triangulares; com os ápices pontiagudos e encobertos por denticulos na FE do Ep.	RB curtos; comprí-midos; triangulares; com os ápices pontiagudos e encobertos por denticulos na FE do Ep e do C.	RB curtos; comprí-midos; triangulares; com os ápices pontiagudos e encobertos por denticulos na FE do Ep e do C.	A	A	Piscívoro.
<i>Schizodon altoparanae</i> (FERRETTI; ANDRIAN; TORRENTE, 1996)	RB curtos; frágeis e com uma distância de 3,0mm entre si no E.	-	-	-	-	Herbívoro-Pastador.

Quadro 1 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao tamanho; forma; textura e disposição dos rastros branquiais por arco branquial e os hábitos alimentares

Espécie e autor	(conclusão)				
	1º arco branquial	2º arco branquial	3º arco branquial	4º arco branquial	5º arco branquial
<i>Schizodon borellii</i> (FERRETTI; ANDRIAN; TORRENTE, 1996)	RB curtos; frágeis e com uma distância de 3,0mm entre si no E.	-	-	-	-
<i>Serrapinnus notomelas</i> (HAHN; CRIPPA, 2006)	RB longos com as bases alargadas e os ápices afilados e próximos entre si.	-	-	-	-
<i>Steindachnerina brevipinna</i> (LIMA et al., 2009)	-	RB curtos na FI.	-	-	A
<i>Synbranchius marmoratus</i> (MONTENEGRO, 2009)	RB curtos e longe entre si.	RB curtos e longe entre si.	RB curtos e longe entre si.	RB curtos e longe entre si.	A
<i>Tarpon atlanticus</i> (LOPES; SENA, 1996)	RB longos; delgados; muito próximos entre si e mais longos no RI.	Tamanho do RB diminui gradualmente.	Tamanho do RB diminui gradualmente.	Tamanho do RB diminui gradualmente.	-
<i>Trichmycterus brasiliensis</i> (OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996)	RB longos; tuberculares e longe entre si; PSFE do RS e A no RI.	RB longos; tuberculares e longe entre si; PSFE do RS e A no RI.	RB mais longos no RI e RB tuberculares e longe entre si; PSFI no RS e na FE e FI do RI.	RB mais longos; tuberculares e longe entre si na FE e FI do RI.	RB mais longos; tuberculares e longe entre si; PSFE do RI.
					Camívoro.

Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: A= ausentes, AB= arco branquial, C= osso ceratobranquial, D= arco branquial direito, E= arco branquial esquerdo, Ep= osso epibranchial, FE= face externa, FI= face interna.

PSFE= presente somente na face externa do arco, PSFI= presente somente na face interna do arco, RB= rastros branquiais, RI= ramo inferior do arco branquial.

RS= ramo superior do arco branquial, +/- = mais ou menos.

Quadro 2 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao número de rastros branquiais por arco branquial

Espécie e autor	1º arco branquial			2º arco branquial			3º arco branquial			4º arco branquial			5º arco branquial	
	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RI	RT
<i>Albula nemoptera</i> (LOPES; SAMPAIO, 2002)	- 03 RB.	- 08 RB.	12 a 13 RB. 11 RB D e E.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anchoa januaria</i> (SERGIPENSE; CARAMASCHI; SAZIMA, 1999)	-	-	43 a 49 RB E. 45 a 47 RB E.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 RB. 0 RB.	-
<i>Aphyocharax anisitsi</i> (HAHN; CRIPPA, 2006) (SERRA, 2010)	- -	- 07 a 10 RB C.	16 RB D. -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
<i>Aphyocharax pusillus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Astyanax altiparanae</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Astyanax jacobinae</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Astyanax mexicanus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brycinus longipinnis</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brycon amazonicus</i> (ARBELÁEZ-ROJAS, 2007)	-	-	<29 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brycon cf pesu</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(continua)

Quadro 2 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao número de rastros branquiais por arco branquial

(continuação)

Espécie e autor	1º arco branquial			2º arco branquial			3º arco branquial			4º arco branquial			5º arco branquial	
	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RI	RT
<i>Bryconamericus exodon</i> (SERRA; LANGEANI, 2006)	05 a 08 RB.	02 a 03 RB H, 07 a 09 RB C, +1 RB C/Ep ou H/C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 RB. 0 RB.	
<i>Bryconamericus exodon</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryconella pallidifrons</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryconexodon juruena</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bryconops melanurus</i> (SERRA, 2010)	-	01 a 06 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cathorops agassizii</i> (MARCENIUK, 2007)	06 a 08 RB. - - -	12 a 16 RB. - -	19 a 23 RB. 17 a 23 RB. 13 a 23 RB.	04 a 07 RB. - -	11 a 13 RB. - -	16 a 20 RB. - 13 a 22 RB.	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
<i>Cathorops aguadulce</i> (MARCENIUK, 2007)	-	-	13 a 16 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cathorops arenatus</i> (MARCENIUK, 2007)	06 a 08 RB. -	11 a 14 RB. -	17 a 22 RB. 13 a 23 RB.	04 a 07 RB. -	11 a 14 RB. -	16 a 20 RB. 13 a 22 RB.	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
<i>Cathorops fuehrhii</i> (MARCENIUK, 2007)	-	-	13 a 16 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cathorops hypophthalmus</i> (MARCENIUK, 2007)	-	-	37 a 40 RB.	-	-	37 a 40 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-

Quadro 2 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao número de rastros branquiais por arco branquial

[illegible]

Quadro 2 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao número de rastros branquiais por arco branquial

Espécie e autor	1º arco branquial			2º arco branquial			3º arco branquial			4º arco branquial			5º arco branquial	
	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RI	RT
<i>Hemigrammus analis</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus arua</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus barrigonae</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus bellottii</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus bleheri</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus brevis</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus coeruleus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus cylindricus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus gracilis</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus haraldi</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus hyanuary</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus levis</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus lunatus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus marginatus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus mimus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(continuação)

Quadro 2 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao número de rastros branquiais por arco branquial

Espécie e autor	1º arco branquial			2º arco branquial			3º arco branquial			4º arco branquial			5º arco branquial	
	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RI	RT
<i>Hemigrammus newboldi</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus ocellifer</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus orthus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus parana</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus pretoensis</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus pulcher</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus rhodostomus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus rodwayi</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus schmardae</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus skolioplatus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus silimoni</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus stictus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus taphorni</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus tridens</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus ulreyi</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(continuação)

Quadro 2 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao número de rastros branquiais por arco branquial

Espécie e autor	1º arco branquial			2º arco branquial			3º arco branquial			4º arco branquial			5º arco branquial	
	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RI	RT
<i>Hemigrammus unilineatus</i> (SERRA, 2010)	2 fl RB Ep c/ 06 a 07 RB p/ fl. RB C/Ep.	09 a 10 RB C, 02 RB H, +1 RB C/Ep.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 RB, 0 RB.	-
<i>Hemigrammus vorderwinkleri</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus yinyang</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hemigrammus</i> sp. n. (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hollandichthys</i> aff. <i>multifasciatus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyphessobrycon micropterus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyphessobrycon bentosi</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C. 07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyphessobrycon coelestinus</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyphessobrycon compressus</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyphessobrycon dancistrus</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyphessobrycon eilyos</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyphessobrycon epicharis</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(continuação)

Quadro 2 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao número de rastros branquiais por arco branquial

[illegible]

Quadro 2 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao número de rastros branquiais por arco branquial

Espécie e autor	1º arco branquial			2º arco branquial			3º arco branquial			4º arco branquial			5º arco branquial	
	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RI	RT
<i>Odontesthes humensis</i> (RODRIGUES; BEMVENUTI, 2001)	05 a 06 RB.	15 a 18 RB.	20 a 24 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 RB, 0 RB.	-
<i>Odontesthes mirinensis</i> (BEMVENUTI, 1995)	06 a 09 RB.	24 a 29 RB.	31 a 37 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odontesthes perugiae</i> (BEMVENUTI, 1995)	-	-	28 a 37 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oligosarcus pintoii</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paracheirodon axelrodi</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Parapristella georgiae</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Petitella georgiae</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phenacogaster franciscoensis</i> (SERRA, 2010)	-	01 a 06 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Piabina argentea</i> (SERRA, 2010)	-	01 a 06 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pimelodus fur</i> (RIBEIRO; LUCENA, 2006a)	-	15 a 18 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pimelodus maculatus</i> (RIBEIRO; LUCENA, 2006a)	-	25 a 28 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pimelodus pohni</i> (RIBEIRO; LUCENA, 2006a)	-	20 a 25 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pimelodus tetramerus</i> (RIBEIRO; LUCENA, 2006b)	04 a 07 RB.	12 a 17 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poptella paraguayensis</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(continuação)

Quadro 2 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao número de rastros branquiais por arco branquial

[illegible]

Quadro 2 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao número de rastros branquiais por arco branquial

[illegible]

Quadro 2 – Resumo dos dados encontrados na literatura, até o presente momento, referente ao número de rastros branquiais por arco branquial

Espécie e autor	1º arco Branquial			2º arco branquial			3º arco branquial			4º arco branquial			5º arco branquial		(conclusão)
	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RS	RI	RT	RI	RT	
<i>Schizodon platae</i> (YABE; BENNEMANN, 1994)	-	-	18 a 24 RB.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Serrapinnus heterodon</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Serrapinnus notomelas</i> (HAHN; CRIPPA, 2006) (SERRA, 2010)	- -	- 07 a 10 RB C.	16 RB D. -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
<i>Serrasalmus maculatus</i> (SERRA, 2010)	-	2 fl RB C c/ 07 a 10 RB p/ fl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stethaprion erythrops</i> (SERRA, 2010)	-	07 a 10 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetragonopterus argenteus</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thayeria obliqua</i> (SERRA, 2010)	-	11 a 13 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Triporthus nematurus</i> (SERRA, 2010)	-	>30 RB C.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Xenomelaniris brasiliensis</i> (PAIVA FILHO; GIANNINI, 1990)	-	-	12 a 22 RB E.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: C= osso ceratobranquial, c/= com, C/Ep= entre o osso ceratobranquial e o osso epibranquial, D= arco branquial direito, E= arco branquial esquerdo, Ep= osso epibranquial.

FE= face externa do arco, fl= fileira, H= osso hipobranquial, H/C= entre o osso hipobranquial e o osso ceratobranquial, p/= por, PSFEE= presente somente na face externa do arco branquial esquerdo, RB= rastro(s) branquial(is), RI= ramo inferior do arco branquial, RS= ramo superior do arco branquial, RT= número total de rastros branquiais no arco branquial.

+1= rastro branquial presente ou nas junções entre o hipobranquial e ceratobranquial ou nas junções entre o ceratobranquial e epibranquial; ângulo, > = maior que, < = menor que.

Em *Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881 os rastros branquiais se encontram bastantes diminutos no local aonde o arco branquial sofre curvatura. Foram notadas ainda saliências, que se estendem do rastro na sua face interna até a sua face externa, alternado num rastro sim e no outro não (EIRAS-STOFELLA; CHARVET-ALMEIDA, 1998). Tanto na região anterior dos rastros e do arco branquial como naquelas saliências acima citadas, foram visualizados corpúsculos gustativos que estão relacionados ao processo de alimentação dos peixes (EIRAS-STOFELLA; CHARVET-ALMEIDA, 1998).

De acordo com Eiras-Stofella e Charvet-Almeida (1998), o alimento depois de ser separado pelos corpúsculos gustativos, é acumulado pelo muco secretado pelas células mucosas que está sobre os canais formados pelas “microridges”. Estas se dispõem em forma concêntrica sobre a superfície das células pavimentosas poligonais presentes nos filamentos secundários, nos arcos e nos rastros branquiais (FONSECA NETO; SPACH, 1999; MACHADO, 1999; EIRAS-STOFELLA; CHARVET-ALMEIDA, 2000; KUMARI et al., 2005) e funcionam como uma capa protetora para essas estruturas contra lesões durante o deslocamento do alimento em direção ao estômago (EIRAS-STOFELLA; CHARVET-ALMEIDA, 1998). Desse modo, as microridges podem exercer a função de aprisionadoras de muco liberada pelas células mucosas (FONSECA NETO; SPACH, 1999; MACHADO, 1999; ARAÚJO et al., 2001; MAZON; CERQUEIRA; FERNANDES, 2002).

Os corpúsculos gustativos são estruturas presentes em várias porções do corpo do peixe - cavidade bucofaríngea, superfície das nadadeiras, lábios, cabeça e sobre todo o corpo (KUMARI et al., 2005; NEUMANN, 2008; ARAÚJO, 2011). Eles apresentam receptores químicos em sua superfície (EIRAS-STOFELLA; CHARVET-ALMEIDA, 1998; KUMARI et al., 2005; LIMA et al., 2009), além de habilitarem-se, às vezes, como um mecanorreceptor (CLAVIJO-AYALA, 2008). Os corpúsculos possuem a função de localizar (CESTAROLLI, 2005; PAES, 2008; ARAÚJO, 2011), reter (OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996), degustar o alimento filtrado (EIRAS-STOFELLA; CHARVET-ALMEIDA, 2000; PAES, 2008; LIMA et al., 2009; ARAÚJO, 2011) e perceber certas substâncias químicas, como aminoácidos (CESTAROLLI, 2005; MAI, 2009). Com isso eles são sítios de sinalização do tipo de alimento ingerido tanto nas brânquias como na cavidade bucofaríngea e nos rastros branquiais (EIRAS-STOFELLA; CHARVET-ALMEIDA, 2000; CESTAROLLI, 2005; KUMARI et al., 2005; CLAVIJO-AYALA, 2008; NEUMANN, 2008; LIMA et al., 2009). Nos rastros branquiais de *Trichmycterus brasiliensis* foram observados corpúsculos/papilas gustativas baixas, pequenas, redondas e uma longe da outra (OLIVEIRA RIBEIRO; MENIN, 1996). Cestarolli (2005) menciona que algumas das células que compõem o corpúsculo gustativo

podem produzir e secretar muco na região do poro, ápice do corpúsculo aonde se encontram os receptores químicos.

Nos rastros branquiais, as células mucosas apresentam glicoproteínas neutras ou pouco ácidas, indicando um controle na acidez da secreção, por parte dessas células (LIMA et al., 2009) mediante ao grau de viscosidade (PAULINO, 2011) e que protegem os rastros dos agentes vindos do meio externo (SABÓIA-MORAES et al., 1996; GLUSCZAK, 2008; LIMA et al., 2009) e esta secreção sofre contínua renovação (HARA; THOMPSON, 1978). Nas brânquias, o muco, composto por açúcares e ácidos siálicos (mucos neutros), tem a função de protegê-las para que não sofram nenhuma injúria à passagem de sólidos, embora os mucos ácidos exerçam essa mesma função, eles também retêm o alimento (DUCAN et al., 2010; PAULINO, 2011). Porém Sabóia-Moraes et al. (2011) salientaram que mucos neutros auxiliam normalmente na proteção química, enquanto que os mucos ácidos ajudam contra a abrasão mecânica. Para os autores abaixo, o muco constitui uma linha de defesa contra organismos patogênicos, partículas sólidas e substâncias tóxicas, além de ajudar na osmorregulação (MISRA et al., 1987; MACHADO, 1999; ARAÚJO et al., 2001; GLUSCZAK, 2008; PAES, 2008; DUCAN et al., 2010; SABÓIA-MORAES et al., 2011).

Tanto as células claviformes, como as células mucosas, servem para proteção e defesa do organismo, já que as primeiras se localizam entre as células basais do epitélio estratificado dos rastros branquiais, ficando em contato direto com o exterior (LIMA et al., 2009).

Nas brânquias de *Prochilodus scrofa*, assim como em outras espécies de peixe, as células clorídricas servem como um indicador da quantidade de sais presentes na água e no plasma sanguíneo, onde seu número pode variar com a quantidade destas moléculas (EIRAS-STOFELLA; CHARVET-ALMEIDA, 1998; SILVA et al., 2003; CAMARGO; FERNANDES; MARTINEZ, 2009; LIMA et al., 2009). Estas mesmas células contribuem para o papel exercido pelas brânquias nos peixes dulcícolas, na absorção de cloreto de sódio do ambiente (MACHADO, 1999; PISAM et al., 2000; RIBEIRO, 2007; CAMARGO; FERNANDES; MARTINEZ, 2009; LIMA et al., 2009; PAULINO, 2011), como também de cálcio e a de HCO_3^- (MACHADO, 1999; CAMARGO; FERNANDES; MARTINEZ, 2009; LIMA et al., 2009 e PAULINO, 2011) e na eliminação de NH_4^+ e de prótons em água com pH baixo (MACHADO, 1999; LIMA et al., 2009; PAULINO, 2011). Nos teleósteos de água salgada, elas realizam a secreção ativa do cloreto de sódio (MACHADO, 1999; PIECHNIK, 2006; PAULINO, 2011).

Mesmo com tanta funcionalidade, os rastros branquiais não estão livres de serem parasitados principalmente por três famílias de Poecilostomatoida (ordem de copépodes) - Ergasilidae, Vaigamidae e Amazonicopeidae (MALTA, 1994) - e por monogenóides (SANCHES; OSTINI; RODRIGUES, 2007).

1.2 Biologia de *Astyanax altiparanae* (Characidae)

Os lambaris ou tambiús pertencem à subfamília Tetragonopterinae, que são estritamente de água doce e, da família Characidae, são os que apresentam o maior número de espécies, sendo o gênero *Astyanax* o mais comum no Estado de São Paulo (NOMURA, 1975). Os lambaris são altamente utilizados para consumo humano, porém apresentam médio valor comercial devido ao seu pequeno porte. Por outro lado, eles possuem grande valor ecológico como espécie forrageira (GODOY, 1975). Além disso, são considerados transformadores de partículas orgânicas em proteína, que por sua vez deverá alimentar aves e peixes pertencentes a níveis tróficos superiores, como os piscívoros.

A espécie *A. altiparanae* caracteriza-se por apresentar o corpo prateado, com a região ventral esbranquiçada e a região dorsal cinzenta, as nadadeiras caudal, anal e pélvica são amareladas enquanto as demais são hialinas ou levemente amareladas. Na caudal, ainda, há uma faixa mediana negra estendida à extremidade dos raios medianos, separando os lobos superior e inferior. Acima da pupila, há uma mancha amarelo-ferrugem (BRITSKI; SATO; ROSA, 1984) sendo esta espécie conhecida popularmente por lambari relógio ou lambari-de-rabo-amarelo. Contudo, como esta espécie ocorre numa grande diversidade de microambientes, as populações desse lambari não são homogêneas quanto à morfologia. Essa espécie apresenta grande capacidade adaptativa exploratória, utilizando estratégias diferenciadas na estrutura da população (GOMIERO; BRAGA, 2003). Portanto, a elevada plasticidade alimentar de *A. altiparanae*, bem como sua capacidade de se reproduzir em todos os ambientes, explicam o sucesso desta espécie no processo de colonização de novos habitats. Entretanto, observa-se uma preferência pela permanência em águas mais lânticas.

1.3 Detergentes biodegradáveis

Populações de peixes são sensíveis a impactos ambientais resultantes de diversos fatores, seja a introdução de espécies exóticas, de detritos industriais ou residuais,

derramamento de óleo, de pesticidas ou de outros agentes, que podem afetar diretamente a ecologia e a sobrevivência das espécies.

Os detergentes biodegradáveis, compostos à base de dodecil-benzeno-sulfonato de sódio, são considerados detergentes brandos, por possuírem uma cadeia lateral linear alifática (ALLINGER et al., 1978). Os detergentes utilizados atualmente têm sido alvo de críticas (MISRA et al., 1985; MUNGRAY; KUMAR, 2009). Segundo Brown e Mitrovic e Stark (1968) a toxicidade oriunda do detergente se eleva com o aumento do comprimento de sua cadeia. Além disso, não se trata apenas do problema da biodegradação, mas também do elevado teor de fosfato (de até 50%) que aumenta a eficiência na limpeza e é responsável, quando as águas residuais são despejadas em rios e lagos, pelo aumento na velocidade de crescimento e reprodução de algas e ervas daninhas (ALLINGER et al., 1978). Este processo é conhecido como eutrofização, que faz com que diminua o teor de oxigênio disponível nas águas, com efeitos graves sobre a vida animal (ALLINGER et al., 1978).

1.4 Justificativa

O presente estudo se justifica pelo fato desta parte das brânquias ser muito importante no processo de seleção do alimento, e ser muito pouco estudada principalmente nos animais das bacias hidrográficas do estado de São Paulo.

2 OBJETIVO

Nosso estudo pretendeu analisar os rastros branquiais de *Astyanax altiparanae*, com o intuito de se inferir sobre a sua eficácia no processo de sinalização de agentes poluidores e/ou perturbadores da fisiologia do órgão em questão.

3 MATERIAL

Para a realização do presente experimento foram utilizados sessenta indivíduos da espécie *Astyanax altiparanae*, com o mesmo estágio de desenvolvimento, obtidos junto ao ICMBio/CEPTA – Instituto Chico Mendes (Pirassununga, SP), amostrados no rio Mogi-Guaçu.

Os peixes foram analisados separadamente em períodos distintos (ver na Seção 4.1 Amostragem e Tratamentos). Foram mantidos em duas caixas de polietileno com capacidade de 500 litros cada, que receberam amostras de água do tratamento e do controle. Detergente (D): água com poluentes do tipo detergentes biodegradáveis (veja na Seção 4 Método, logo abaixo); Controle (C): água limpa coletada no poço artesiano, situado na UNESP (Rio Claro).

Para as análises ultraestruturais foram utilizadas as instalações do Centro de Microscopia Eletrônica da UNESP, Rio Claro, enquanto para as análises histológicas foram utilizados microscópios Leica CM 2000 do Departamento de Biologia do Instituto de Biociências da UNESP, Rio Claro.

Para todas as análises foi utilizado o primeiro arco branquial esquerdo dos indivíduos.

4 MÉTODOS

4.1 Amostragem e Tratamentos

Foram utilizados 03 casais, sendo as matrizes escolhidas ao acaso para a reprodução, garantindo a manutenção da variabilidade genética dos indivíduos para o experimento. Os mesmos foram colocados em caixas de polietileno de 500 litros (Figura 1) e a exposição ao poluente foi realizada por um período total de 05 meses, sendo que foram realizadas duas coletas, uma após o primeiro mês de experimento e outra ao final dos 05 meses. Os animais foram alimentados com a mesma ração fornecida no ICMBio/CEPTA – Instituto Chico Mendes.

Figura 1 – Estrutura montada na UNESP – Câmpus de Rio Claro, contendo caixas de polietileno de 500L, nas quais parte do experimento foi realizado.



Fonte: Bruno Fiorelini Pereira

O grupo controle foi exposto à água comprovadamente pura do poço artesiano da UNESP, Rio Claro, que recebe posterior tratamento com cloro, segundo as normas da SABESP, para eliminar as possíveis contaminações da mesma. O grupo detergente foi exposto a uma diluição na proporção de 1:1000000 de uma mistura de 10 marcas de detergentes biodegradáveis comerciais, que foram acrescidas na mesma água utilizada no grupo controle, para que os parâmetros químicos, como a concentração de cloro fossem mantidas as mesmas. Para uma melhor análise dos resultados obtidos, amostras das águas do grupo controle e do detergente foram analisadas no Laboratório de Análise de Águas do

Departamento de Geologia Aplicada do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, Câmpus de Rio Claro. Estas análises foram realizadas para os dois experimentos deste trabalho, seguindo as normas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005), para os parâmetros descritos abaixo:

Foi realizada a determinação de metais por ICP-AES para os elementos: Ba, Ca, Cd, Co, Cr(t), Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, P(t), Pb, Si, Sr e Zn. Os ânions: Cl^- , ClO_2^- , F^- , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , acetato e oxalato mais os cátions K^+ , Li^+ , Na^+ e NH_4^+ foram determinados por cromatografia iônica. Foi realizada também a análise de pH, condutividade, alcalinidade total e carbonatos por titulação potenciométrica.

Poucos estudos abordam os valores de toxicidade dos detergentes biodegradáveis, segundo Roy (1988a) a DL50 para diversos grupos de peixes varia entre 7ppm e 22,5ppm. Nesse sentido, o presente estudo utilizou uma diluição de 1ppm, pois visou detectar alterações histológicas já com níveis baixíssimos de agente poluentes, tendo em vista que a diluição de detergentes em rios, não deva exceder este valor.

Antes de sacrificados para a coleta do órgão a ser analisado, os animais foram anestesiados em solução de benzocaína (0,1g de benzocaína em 1mL de álcool etílico para cada 100mL de água deionizada), para amenizar o sofrimento dos indivíduos durante o processo de dissecação.

4.2 Análises histológicas

Para a análise histológica, foram sacrificados ao todo 24 indivíduos sendo 06 de cada grupo, em cada coleta. Os primeiros arcos branquiais esquerdos de todos os peixes foram retirados e um fragmento dos mesmos foi fixado em Bouin aquoso e em paraformaldeído 0,4%, desidratado em álcool, preparado para a técnica de inclusão em resina, com reações em Hematoxilina – Eosina, para a análise de possíveis alterações na morfologia do órgão, em PAS e em Azul de Alcian pH= 1,0 e 2,5, para detecção das células de muco. Outros fragmentos também foram fixados em formol neutro, para a reação de Von Kossa, para a visualização das células de cloro segundo Pereira e Caetano (2009) e em Karnovsky para a análise ultramorfológica.

- Hematoxilina e Eosina: segundo Beçak e Paulete (1976), para a realização desta técnica as lâminas foram deixadas em água destilada por 1 min., coradas com hematoxilina

por 5 min., reagiram com água por 4 min., foram lavadas em água corrente, coradas com eosina por 5 min. e lavadas novamente em água corrente.

- PAS (Ácido Periódico de Schiff): segundo Beçak e Paulete (1976), para a realização desta técnica as lâminas foram deixadas em ácido periódico 0,4% por 10 min., depois lavadas em água destilada, reagiram com o reativo de Schiff por 1h no escuro, em seguida lavadas em água sulforosa (3 banhos de 1 min. cada) e por fim, lavadas em água corrente por 10 min.

- Azul de Alcian (pH= 1,0): segundo Beçak e Paulete (1976), a técnica consiste em lavar o material em água destilada e depois corar com azul de Alcian pH= 1,0 durante 15 min. e em seguida, lavar em água destilada.

- Azul de Alcian (pH= 2,5): segundo Beçak e Paulete (1976), a técnica consiste em lavar o material em água destilada e depois corar com azul de Alcian pH= 2,5 durante 15 min. e em seguida, lavar em água destilada.

- Von Kossa: segundo Pereira e Caetano (2009), para a realização desta técnica as lâminas foram coradas por 20 min. com nitrato de prata, depois lavadas rapidamente em água, reveladas com D-72 por 1 min., tratadas com tiosulfato 5% por 30 min. e em seguida lavadas em água destilada.

- Microscopia Eletrônica de Varredura: o material foi fixado em Karnovsky no mínimo por 2 horas. Depois foi desidratado em acetona (numa bateria de 50% até 100%, a cada 5 min., sendo duas vezes em Acetona pura), e em seguida levado ao ponto crítico. Então o material foi colado nos stubs com fita dupla face. Os stubs foram levados ao Sputtering para cobrir o material com carbono e ouro e foi observado ao Microscópio Eletrônico de Varredura modelo Hitachi TM3000.

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram consideradas as células de muco presentes em 10 rastros de mesmo tamanho. As médias da contagem das células supracitadas entre os grupos controle e o exposto ao detergente foram comparadas pelo teste F de homogeneidade de variância (BERQUÓ; SOUZA; GOTLIEB, 1981; ZAR, 1999), no Microsoft Office Excel 2007 (MICROSOFT CORPORATION, 2007). Em seguida, foi aplicado o teste Shapiro-Wilk para ver se havia ou não normalidade entre os grupos estudados. Como não houve normalidade usou o teste Mann-Whitney (BERQUÓ; SOUZA; GOTLIEB, 1981; ZAR, 1999; AYRES, 2011), independente da igualdade ou não das variâncias, sendo estas últimas análises realizadas no software BioEstat 5 (AYRES et al., 2007).

6 RESULTADOS

6.1 Histologia dos rastros branquiais do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*

6.1.1 Análise de 30 dias

Com 01 mês de experimento, as análises histológicas mostraram através da contagem de células de muco, que o grupo detergente apresentou alterações nos rastros branquiais.

As células de muco que reagiram às técnicas PAS, AB pH= 2,5, PAS/AB pH= 2,5/ AB pH= 1,0 e AB pH= 1,0, foram nomeadas em células de muco tipo 1, 2, 3 e 4, respectivamente, de acordo com Paulino (2011).

Pelo teste de Mann-Whitney, verifica-se que não ocorreram variações significativas nos números de células de muco tipo 1 [PAS⁺] e 4 [AB⁺ (pH= 1,0)], com $p > 0,05$, porém, quando analisadas as células de muco do tipo 2 [AB⁺ (pH= 2,5)] e 3 [PAS⁺/AB⁺ (pH= 2,5)/ AB⁺ (pH= 1,0)], pode-se observar proliferação destas no grupo detergente, com $p < 0,05$ (Tabela 1) (Figuras 3 A e B, 4 A e B).

Tabela 1 – Média e o desvio padrão dos 04 tipos de células de muco para cada grupo no tempo de 01 mês e os resultados estatísticos (p) pelo teste de Mann-Whitney entre o grupo controle e o grupo detergente. Observe as diferenças significativas nas células do tipo 2 e 3 entre os grupos.

	Grupo Controle	Grupo Detergente	Resultados Estatísticos (p)
	1 mês	1 mês	
Célula de muco: Tipo 1 [PAS ⁺]	M= 31,1 DP= 14,8	M= 39,5 DP= 19,9	ns
Célula de muco: Tipo 2 [AB ⁺ (pH= 2,5)]	M= 9,4 DP= 7,8	M= 18,6 DP= 3,7	< 0,05
Célula de muco: Tipo 3 [PAS/AB ⁺ (pH= 1,0)/AB ⁺ (pH= 2,5)]	M= 8,6 DP= 9,3	M= 28,5 DP= 17,2	< 0,05
Célula de muco: Tipo 4 [AB ⁺ (pH= 1,0)]	M= 10,7 DP= 11,1	M= 16,3 DP= 8,6	ns

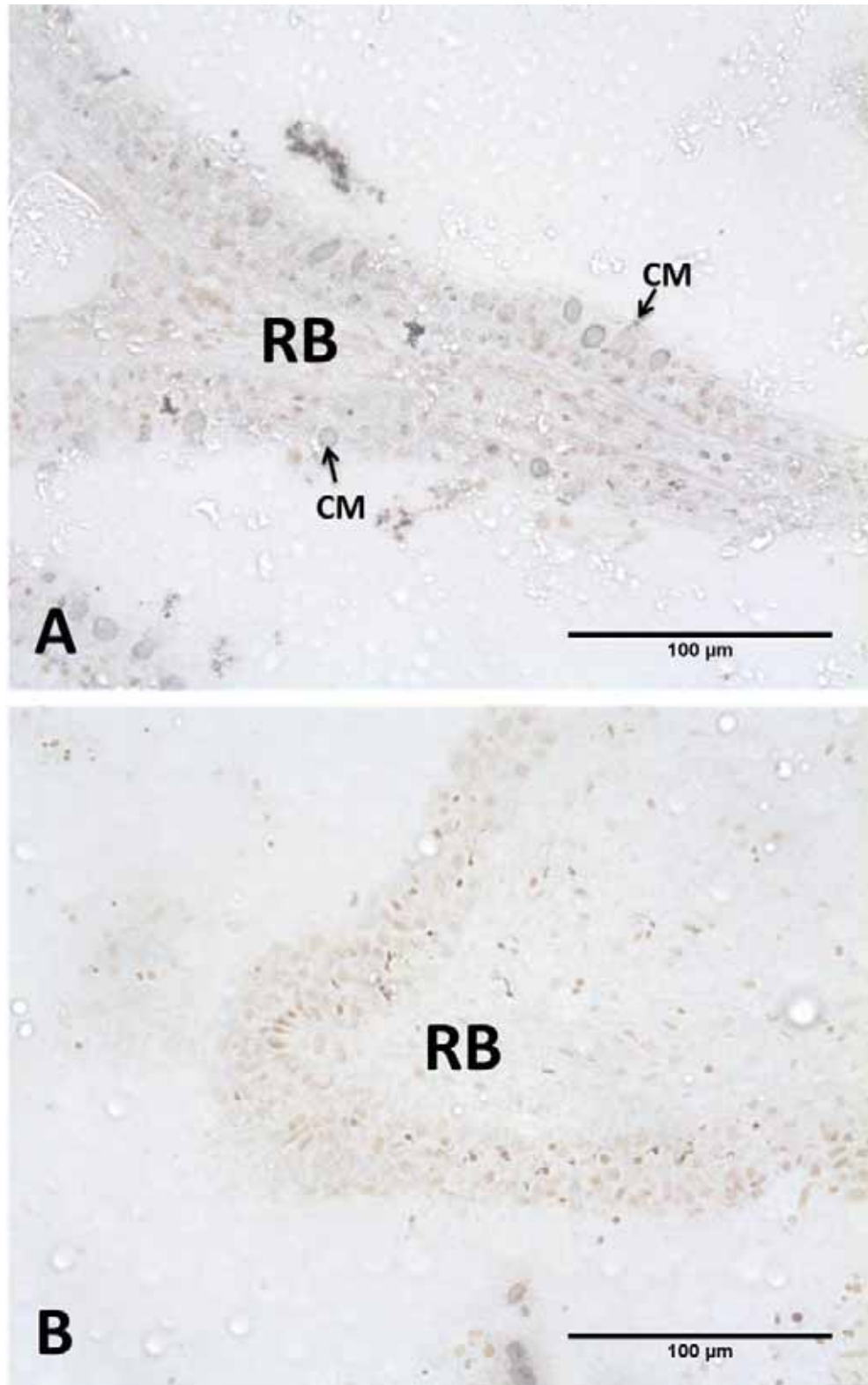
Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: DP= desvio padrão, M= média, ns= não significativo.

Nota-se que as células de muco, presentes nos rastros branquiais de peixes expostos ao detergente reagiram à técnica de Von Kossa (Figura 2 A). O mesmo não é observado nos rastros branquiais de peixes do grupo controle (Figura 2 B), indicando que essas células estão auxiliando na osmorregulação. No entanto, nenhuma célula de cloro é observada nessa técnica, em ambos os grupos.

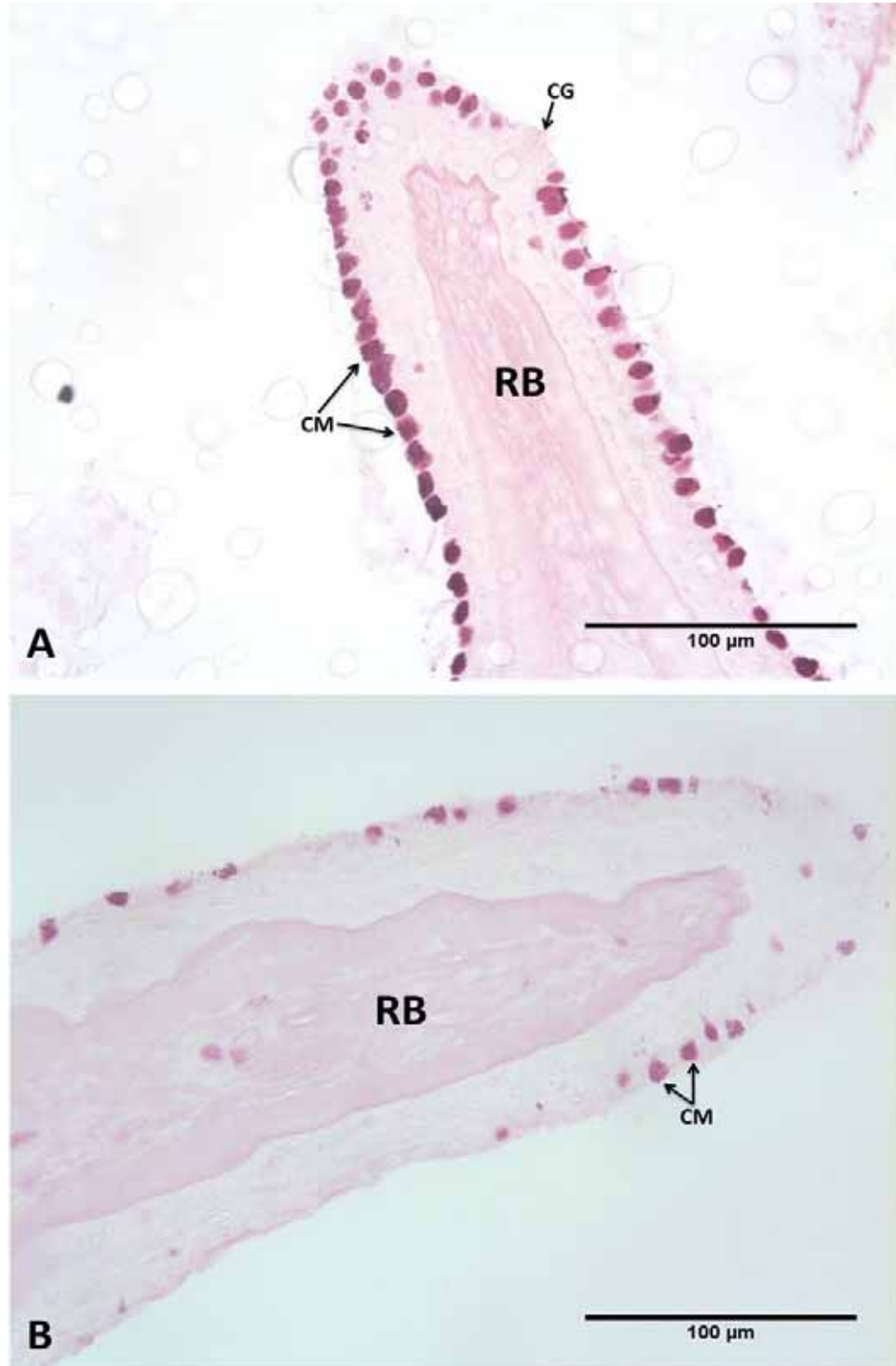
São observados corpúsculos gustativos nos rastros branquiais tanto no grupo controle quanto no grupo exposto ao detergente, como visto nas Figuras 3 A, 5 A e B.

Figura 2 – Rastros branquiais de *A. altiparanae*. **A.** Mostra as células de muco (CM) no rastro branquial (RB) do grupo detergente que reagiram à técnica de Von Kossa. **B.** Mostra que não houve nenhuma reação dessas células no rastro branquial do grupo controle à técnica de Von Kossa.



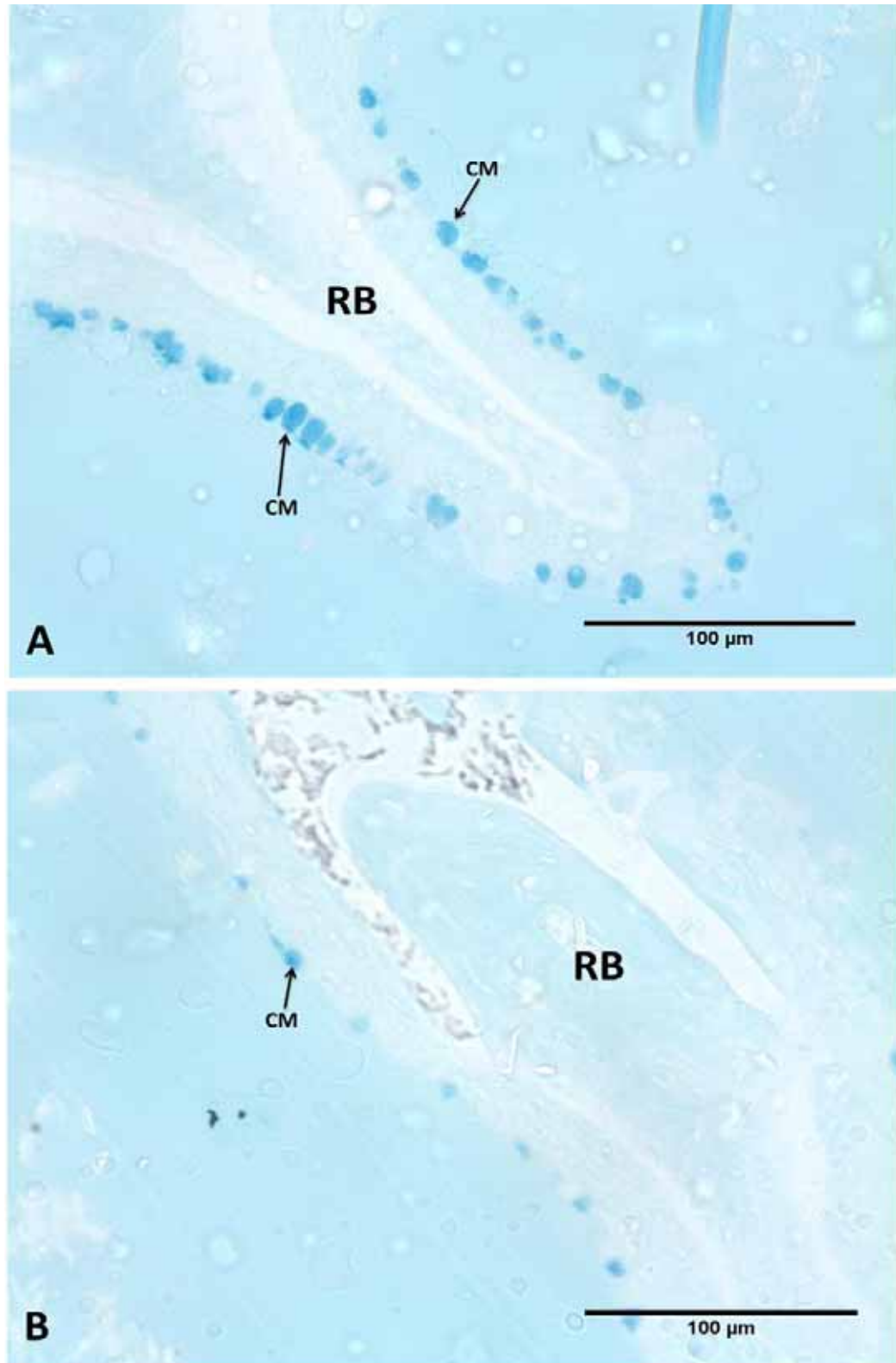
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 3 – Rastros branquiais de *A. altiparanae*. **A.** Mostra muitas células de muco (CM) por toda a superfície do rastro branquial (RB) do grupo detergente. Observe um corpúsculo gustativo (CG) na extremidade dele. Técnica de PAS. **B.** Mostra poucas células de muco com reação positiva para a técnica PAS na superfície do rastro branquial do grupo controle.



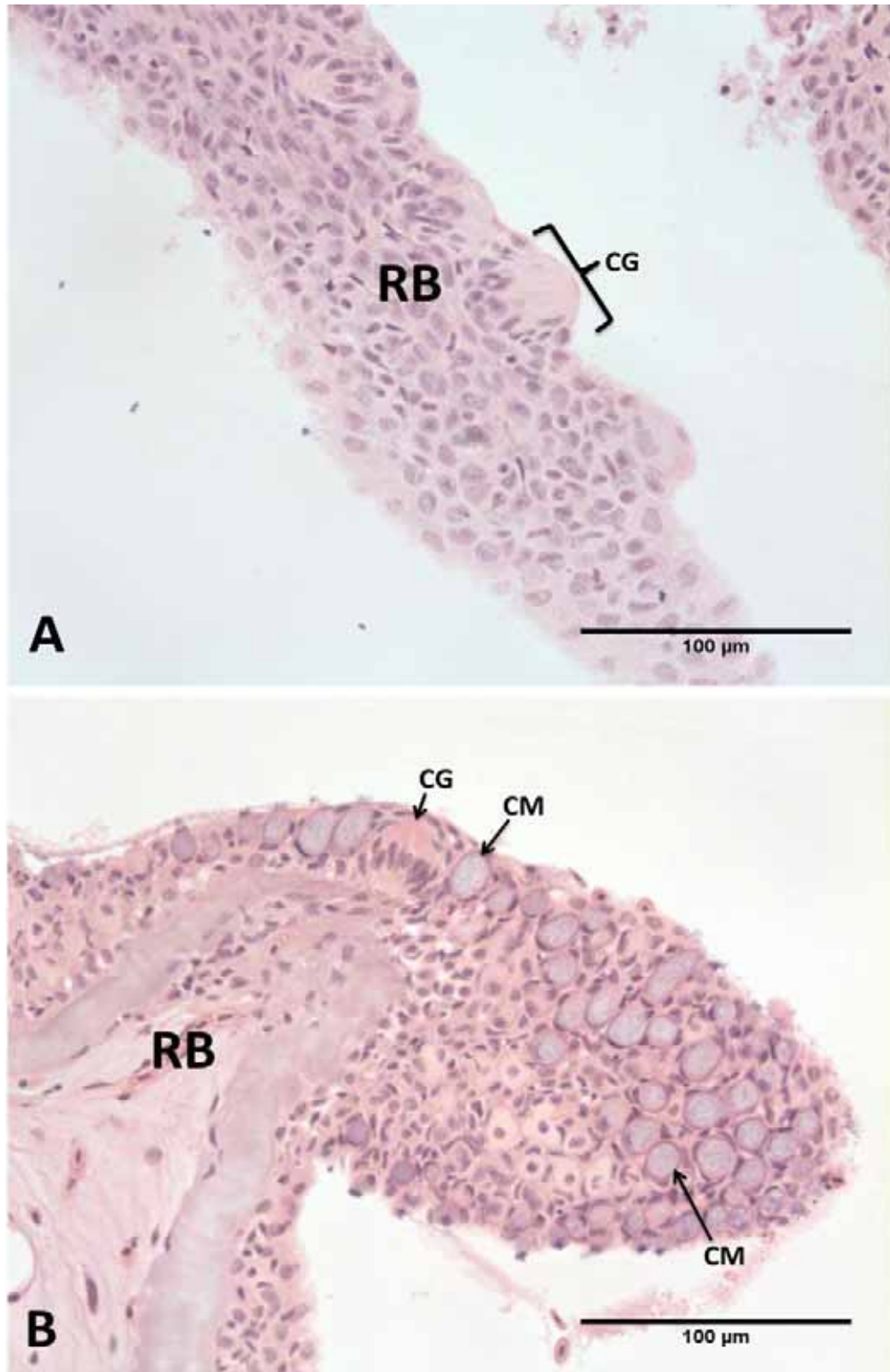
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 4 – Rastros branquiais de *A. altiparanae*. **A.** Mostra muitas células de muco (CM) com reação fortemente positiva à técnica de Azul de Alcian pH= 2,5 no rastro branquial (RB) do grupo detergente. **B.** Mostra poucas células de muco com reação positiva para a técnica de Azul de Alcian pH= 2,5 pela superfície do rastro branquial do grupo controle.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5 – Rastros branquiais de *A. altiparanae*. **A.** Detalhe do rastro branquial (RB) do grupo controle, aonde pode ser observado um corpúsculo gustativo (CG) em sua região ventral. Técnica de H-E. **B.** Rastro branquial do grupo detergente mostrando as células de muco (CM) bem conspícuas e um corpúsculo gustativo (campo superior da Figura). Técnica de H-E.



Fonte: Elaborado pela autora.

6.1.2 Análise de 05 meses

Quando analisadas as quantidades de células de muco dos tipos 2, 3 e 4 não são encontradas diferenças significativas entre os grupos, com $p > 0,05$, ao contrário das células de muco do tipo 1, em que se observaram uma redução no número destas no grupo detergente em relação ao do grupo controle, com $p < 0,05$, para o teste Mann-Whitney (Tabela 2).

Tabela 2 – Média e o desvio padrão dos 04 tipos de células de muco para cada grupo no tempo de 05 meses e os resultados estatísticos (p) pelo teste de Mann-Whitney, entre o grupo controle e o grupo detergente. Observe a diferença significativa nas células do tipo 1 entre os grupos.

	Grupo Controle	Grupo Detergente	Resultados Estatísticos (p)
	5 meses	5 meses	
Célula de muco: Tipo 1 [PAS ⁺]	M= 24,8 DP= 10,8	M= 11,0 DP= 5,6	< 0,05
Célula de muco: Tipo 2 [AB ⁺ (pH= 2,5)]	M= 14,2 DP= 12,8	M= 6,2 DP= 5,3	ns
Célula de muco: Tipo 3 [PAS/AB ⁺ (pH= 1,0)/AB ⁺ (pH= 2,5)]	M= 20,8 DP= 6,9	M= 11,8 DP= 12,4	ns
Célula de muco: Tipo 4 [AB ⁺ (pH= 1,0)]	M= 14,1 DP= 7,6	M= 6,1 DP= 3,0	ns

Fonte: Elaborado pela autora.

Notas: DP= desvio padrão, M= média, ns= não significativo.

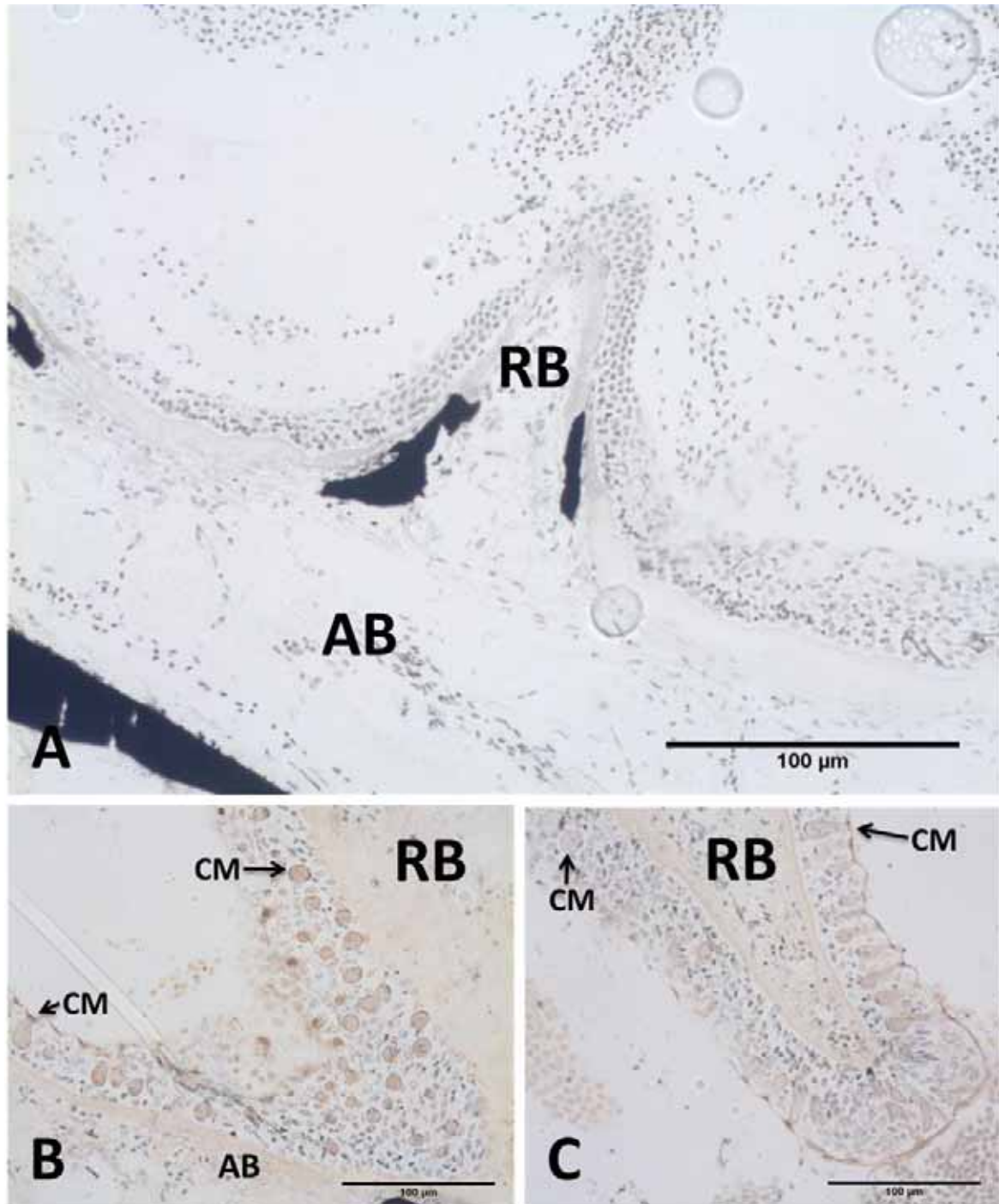
É observado para a técnica de Von Kossa, que novamente as células de muco presentes nos rastros branquiais do grupo detergente reagiram a essa técnica (Figuras 6 B e C). Nota-se, ainda, a liberação de secreção do conteúdo das células de muco na região distal dos rastros (Figuras 6 B e C). Nos rastros de peixe do grupo controle observa-se que nenhuma célula de muco reagiu à técnica de Von Kossa, como pode ser visto na Figura 6 A. No entanto, nenhuma célula de cloro é visualizada nessa técnica, em ambos os grupos.

A diminuição no número de células de muco nos rastros branquiais de peixes expostos ao detergente pode ser constatada quando comparada com aquelas de peixes do grupo controle, independente do tamanho dos rastros, como pode ser visto nas Figuras 7 A e B, devido possivelmente à hipersecreção de muco.

Observa-se ainda nas Figuras 8 A e B a liberação do conteúdo das células de muco dos rastros branquiais expostos ao contaminante, onde se nota o muco por toda a superfície dos rastros.

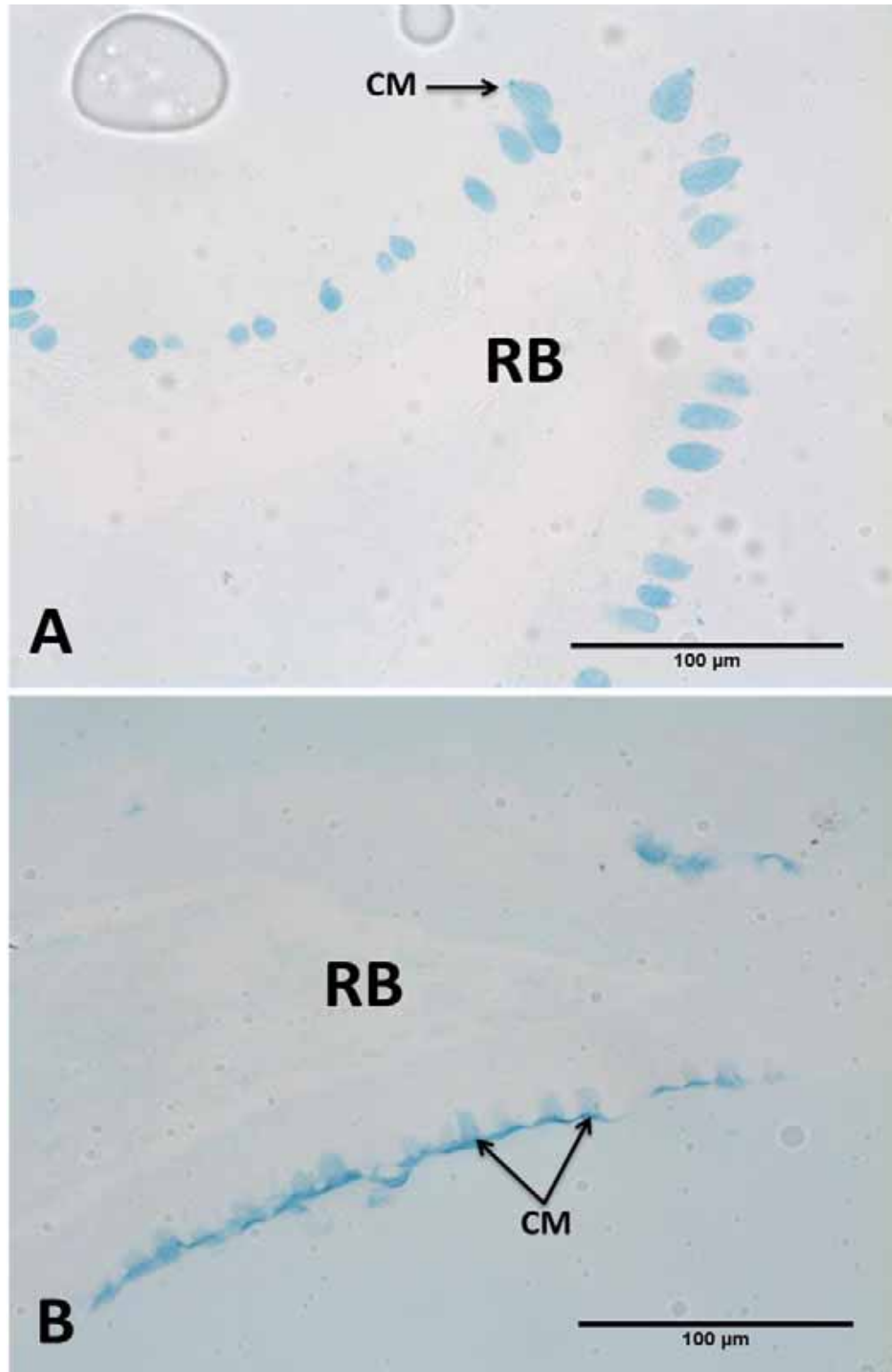
São vistos corpúsculos gustativos e dentículos nos rastros branquiais, que auxiliam na seleção e retenção de alimentos, respectivamente, como os visualizados nas Figuras 9 A e B.

Figura 6 – Rastros branquiais de *A. altiparanae*. **A.** Rastro branquial (RB) do grupo controle sem reação à técnica de Von Kossa. **B.** Mostra células de muco (CM) próximo do arco branquial (AB) do grupo detergente. Técnica de Von Kossa. **C.** Mostra as células de muco liberando seu conteúdo, como pode ser notado na borda (em marrom claro) do ápice do rastro branquial do grupo detergente. Técnica de Von Kossa.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 7 – Rastros branquiais de *A. altiparanae*. **A.** Mostra muitas células de muco (CM) no rastro branquial (RB) do grupo controle. Técnica de Azul de Alcian pH= 1,0. **B.** Mostra menor número de células de muco no rastro branquial do grupo detergente, além de células de muco liberando seu conteúdo (indicado pela borda azul). Técnica de Azul de Alcian pH= 1,0.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 8 – Rastros branquiais de *A. altiparanae* do grupo detergente. **A.** Vista geral do rastro branquial (RB) mostrando a liberação de muco pelas células de muco (indicado pela borda azul ao redor do rastro). Técnica de Azul de Alcian pH= 1,0. **B.** Detalhe de uma célula de muco liberando seu conteúdo (indicado pela seta). Técnica de Azul de Alcian pH= 2,5.

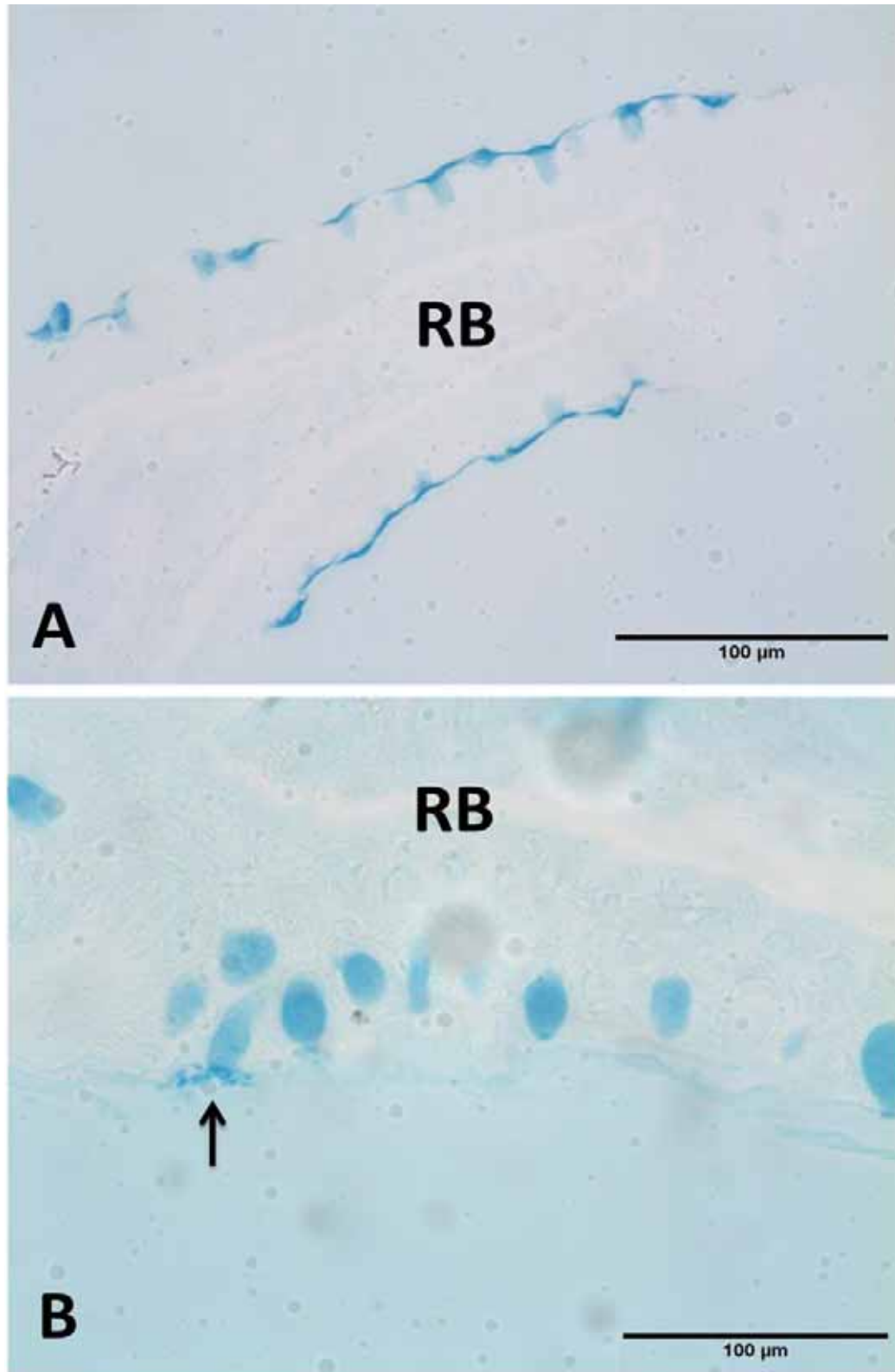
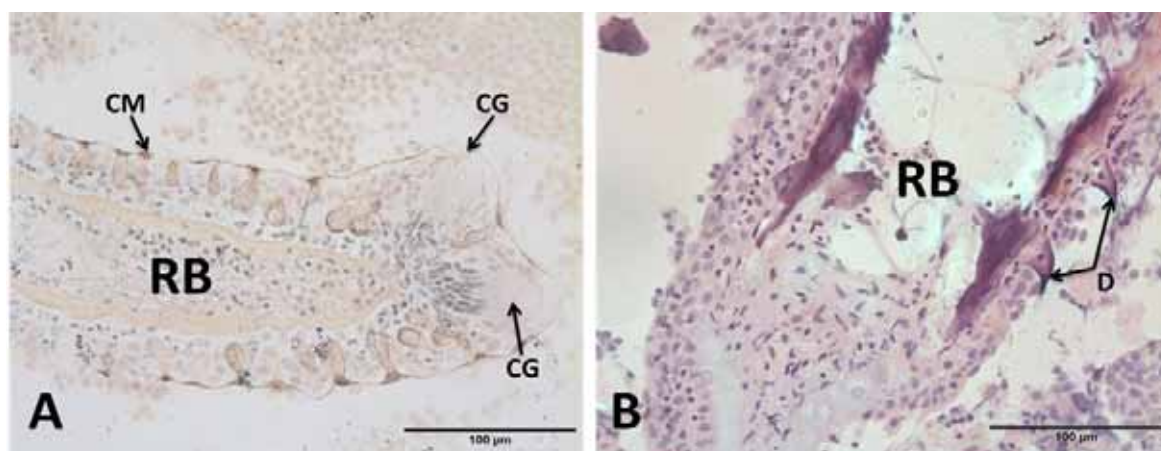


Figura 9 – Rastros branquiais (RB) de *A. altiparanae* do grupo detergente. **A.** Mostra dois corpúsculos gustativos (CG) em seu ápice. Células de muco (CM). Técnica de Von Kossa **B.** Mostra dois dentículos (D) em sua lateral direita. Técnica de H-E.



Fonte: Elaborado pela autora.

6.2 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*

6.2.1 Análise de 30 dias

Em menor aumento, como visto na Figura 10, observa-se que os rastros branquiais variam de tamanho ao longo do arco branquial esquerdo e que eles se localizam opostos às brânquias, voltados em direção à cavidade bucofaringeana. Eles também apresentam estruturas tais como os corpúsculos gustativos, que dispõem em sua região ventral (Figura 13 A) e os dentículos, que situam em suas laterais (Figura 10).

Nas Figuras 11 A e B notam-se que a epiderme dos rastros branquiais é formada por células pavimentosas. Elas apresentam formato poligonal, sendo estas encontradas em vários tamanhos e são delimitadas por uma microprega. Essas células apresentam-se lisas na região dorsal e enrugadas na região ventral dos rastros. Em seu interior observa-se microssaliências concêntricas, algumas vezes irregulares, chamadas microridges.

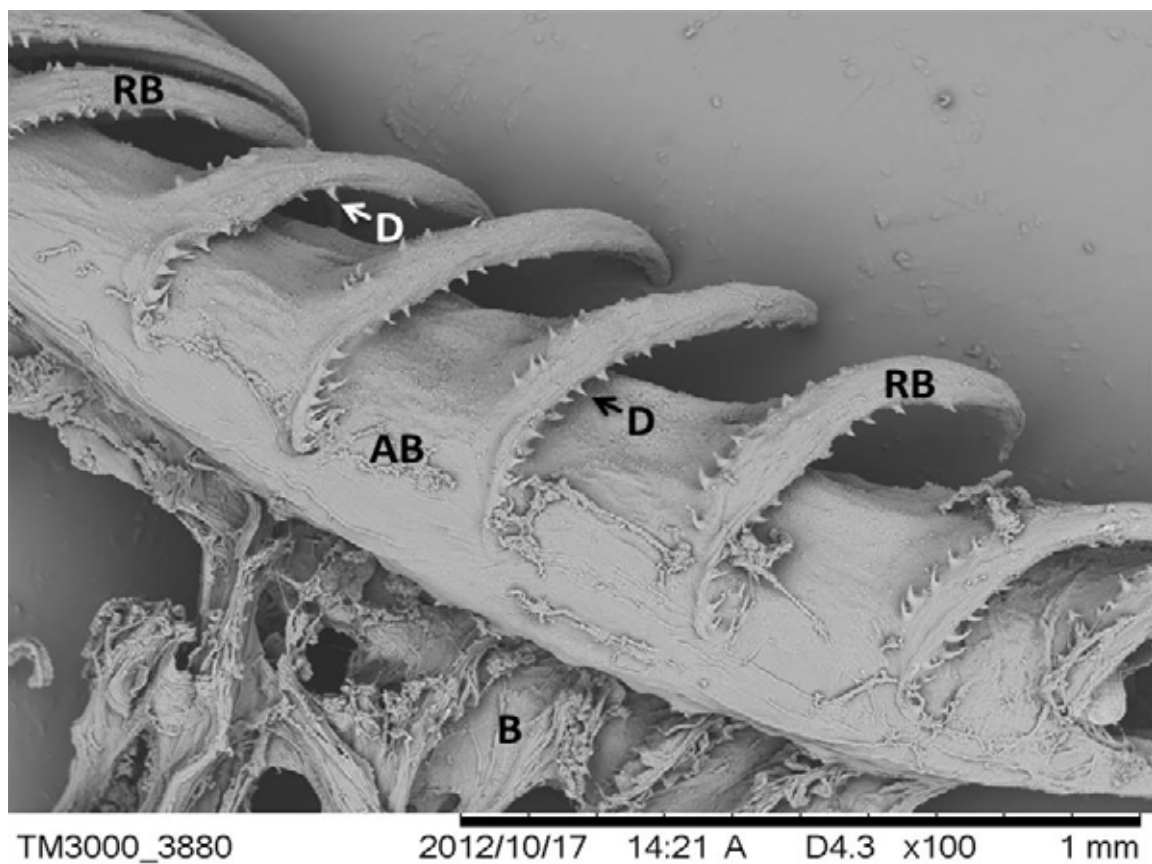
As células de muco não são observadas no órgão em questão, a indicação de sua presença é constatada pelas aberturas entre as células pavimentosas, responsáveis pela liberação do conteúdo dessas células (Figuras 11 A, 12 A e B), já que as células pavimentosas encobrem as células mucosas. Esse muco secretado se ancora nas microridges (Figura 13 C) e nos dentículos (Figura 14 B).

Os corpúsculos gustativos são protuberâncias encontradas enfileiradas ou dispostas ao acaso na região ventral dos rastros branquiais (Figura 13 A). Eles apresentam um poro gustativo em seu ápice (Figura 13 B), que é preenchido por receptores químicos (Figuras 13 B e C) que ajudam a selecionar o alimento a ser ingerido. Ao comparar os receptores químicos de ambos os grupos, observam-se diferenças entre eles, pois os receptores químicos dos rastros branquiais do grupo detergente (Figura 13 B) se encontram dilatados e em pouca quantidade, diferente dos receptores do grupo controle (Figura 13 C), que dispunham semelhante a um tufo e em grande quantidade.

Os dentículos são pequenas evaginações dos rastros branquiais, que colaboram na retenção de alimento. Na Figura 10 pode ser observada uma vista geral e nas Figuras 14 A, B e C, uma visão detalhada dos dentículos.

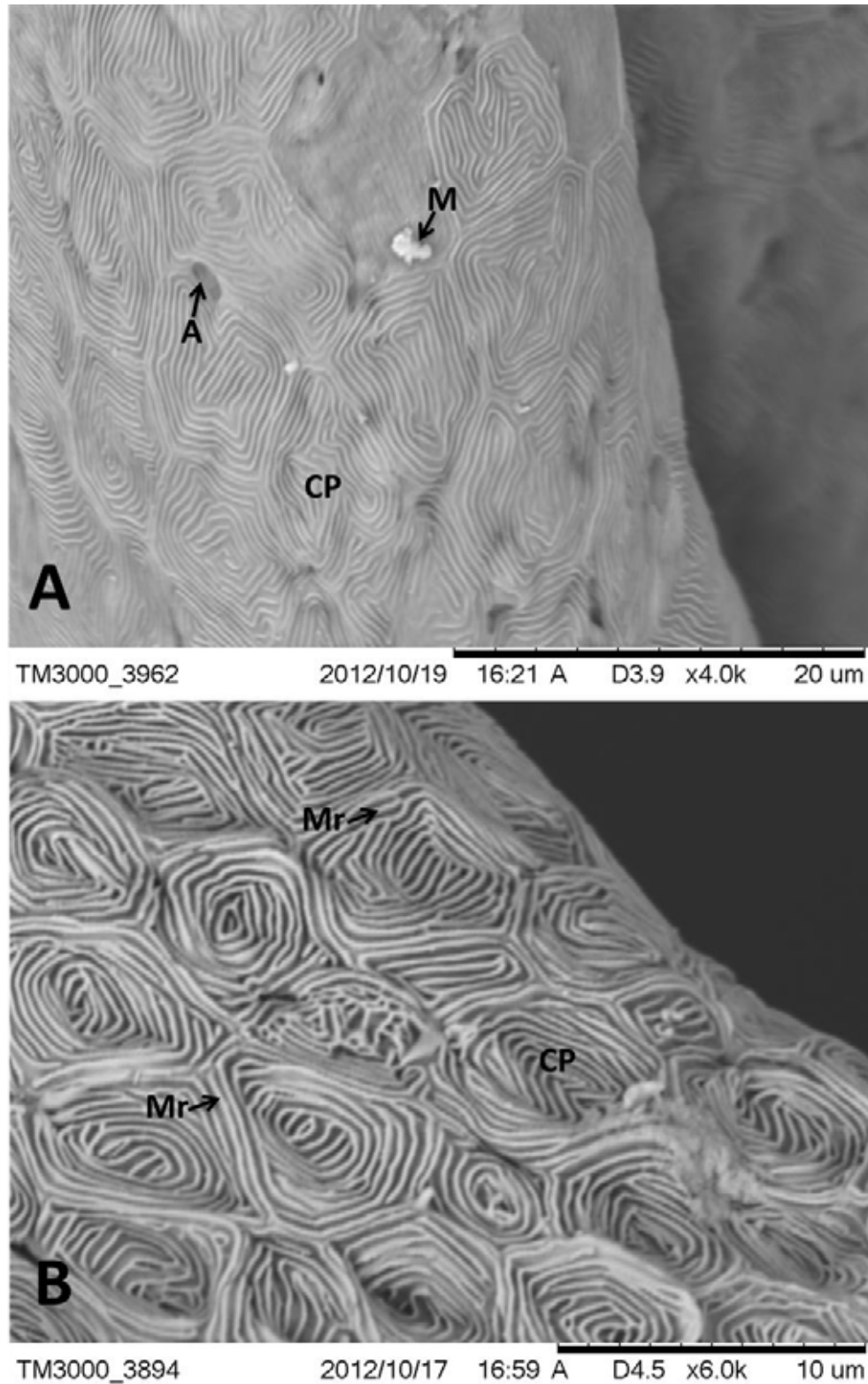
No presente estudo, uma célula de cloro é observada devido ao seu formato de rede (Figura 15).

Figura 10 – Micrografia de varredura do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*. Vista geral dos rastros branquiais (RB) do grupo controle mostrando os dentículos (D) dispostos em suas laterais. Arco branquial (AB) e brânquia (B).



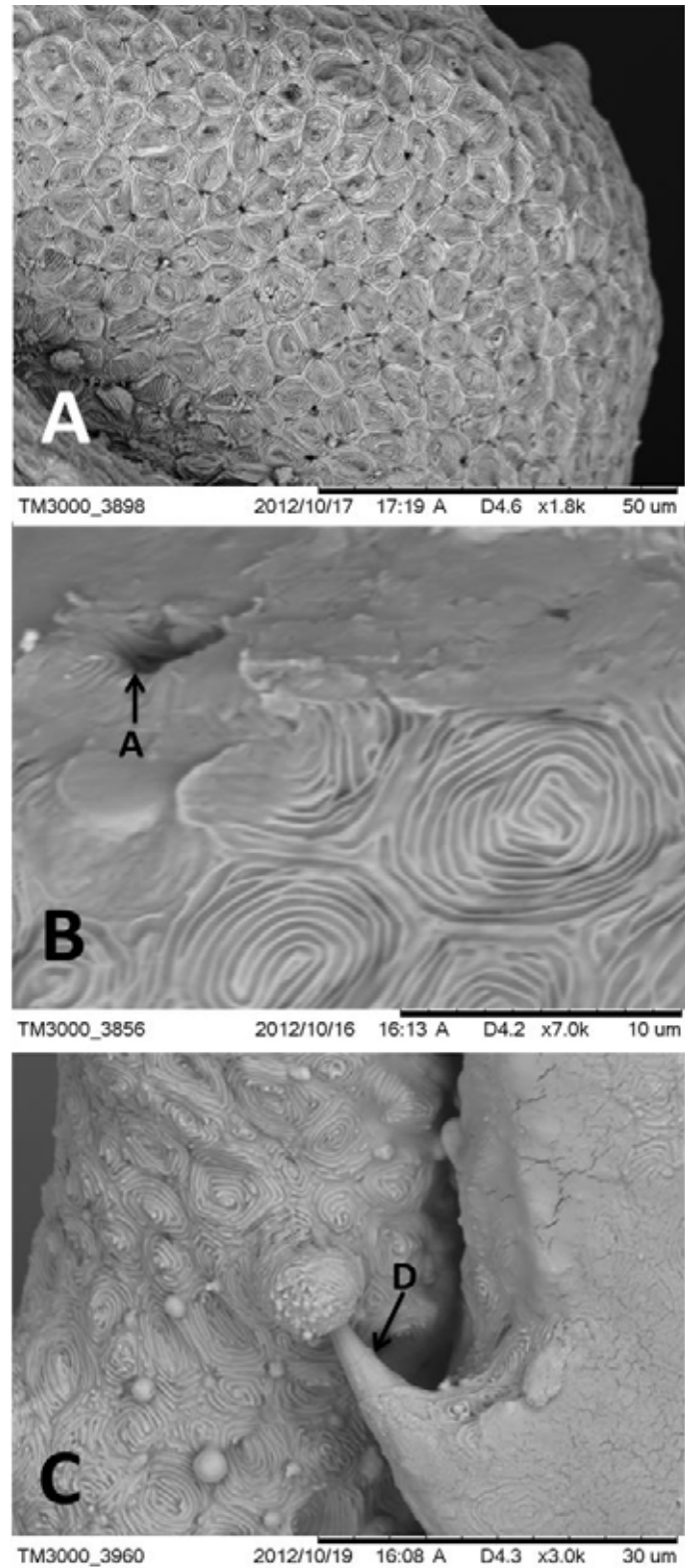
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 11 – Micrografia de varredura do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*. **A.** Vista geral da epiderme dos rastros branquiais do grupo controle mostrando uma abertura de saída de muco (A). Muco (M) e célula pavimentosa (CP). **B.** Detalhe das microssaliências/microridges (Mr) na superfície das células pavimentosas dos rastros branquiais do grupo detergente.



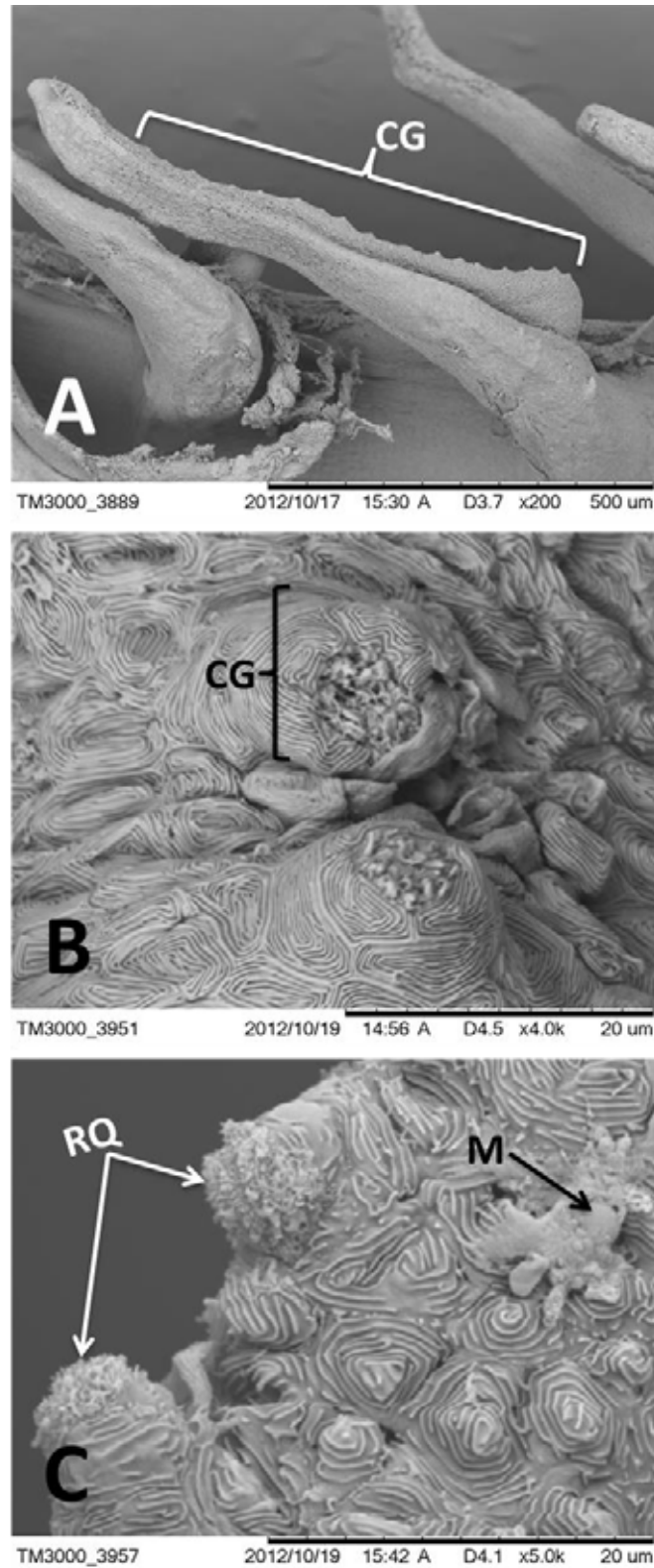
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 12 – Micrografia de varredura do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*. **A.** Vista geral das aberturas de saída de muco entre as células pavimentosas da região ventral do rastro branquial do grupo detergente. **B.** Detalhe de uma abertura de saída de muco (A) no rastro branquial do grupo controle. **C.** Gotas de muco saindo das aberturas no epitélio do rastro branquial do grupo detergente. Denticulo (D).



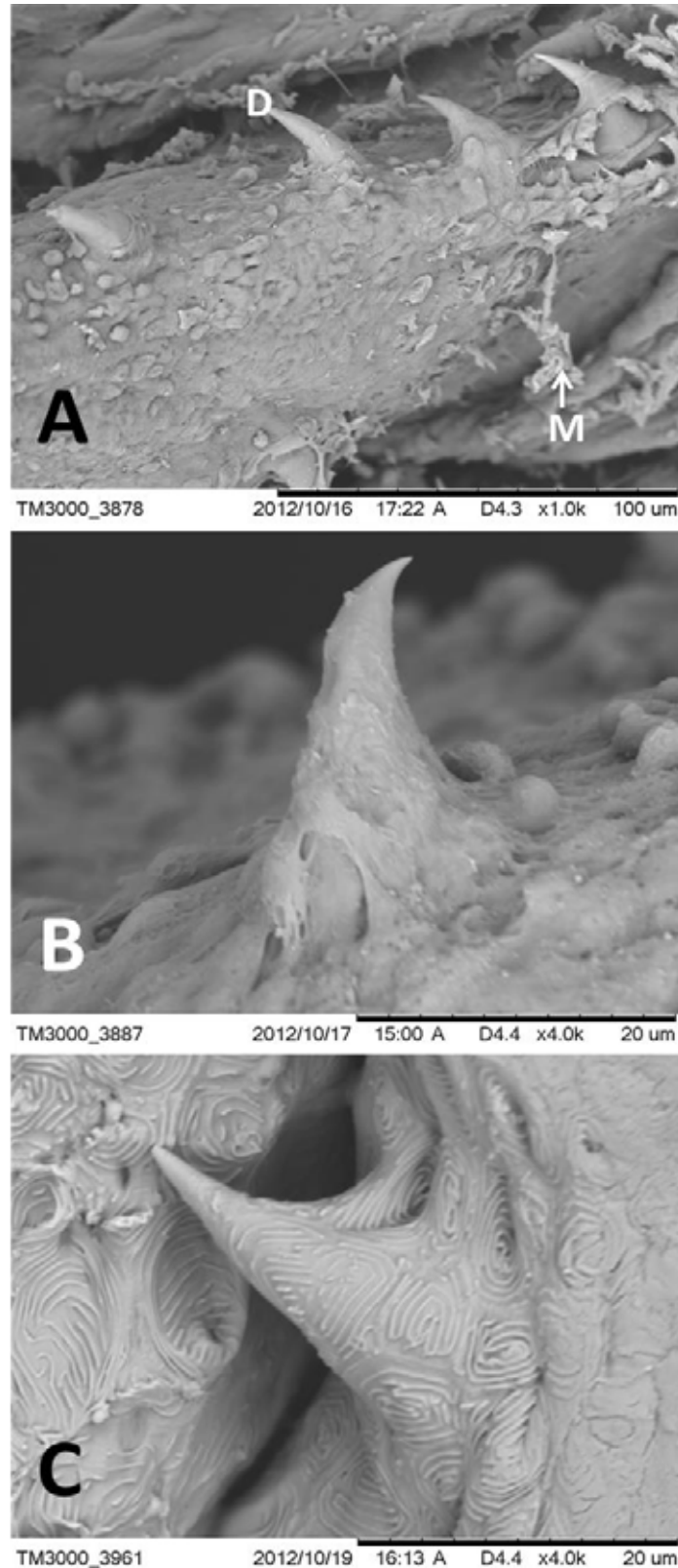
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 13 – Micrografia de varredura do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*. **A.** Vista geral dos corpúsculos gustativos (CG) enfileirados na região ventral do rastro branquial do grupo detergente. **B.** Poros nos ápices dos corpúsculos gustativos preenchidos por receptores químicos no rastro branquial do grupo detergente. **C.** Mostra um grupo de receptores químicos (RQ) nos corpúsculos gustativos do rastro branquial do grupo controle. Muco (M).



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 14 – Micrografia de varredura do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*. **A.** Vista geral dos dentículos (D) no rastro branquial do grupo controle. Muco (M). **B.** Dentículo coberto por muco no rastro branquial do grupo controle. **C.** Detalhe de um dentículo no rastro branquial do grupo detergente.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 15: Micrografia de varredura do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae* do grupo detergente mostrando a abertura de uma célula de cloro (CC) na superfície do rastro branquial.



Fonte: Elaborado pela autora.

6.2.2 Análise de 05 meses

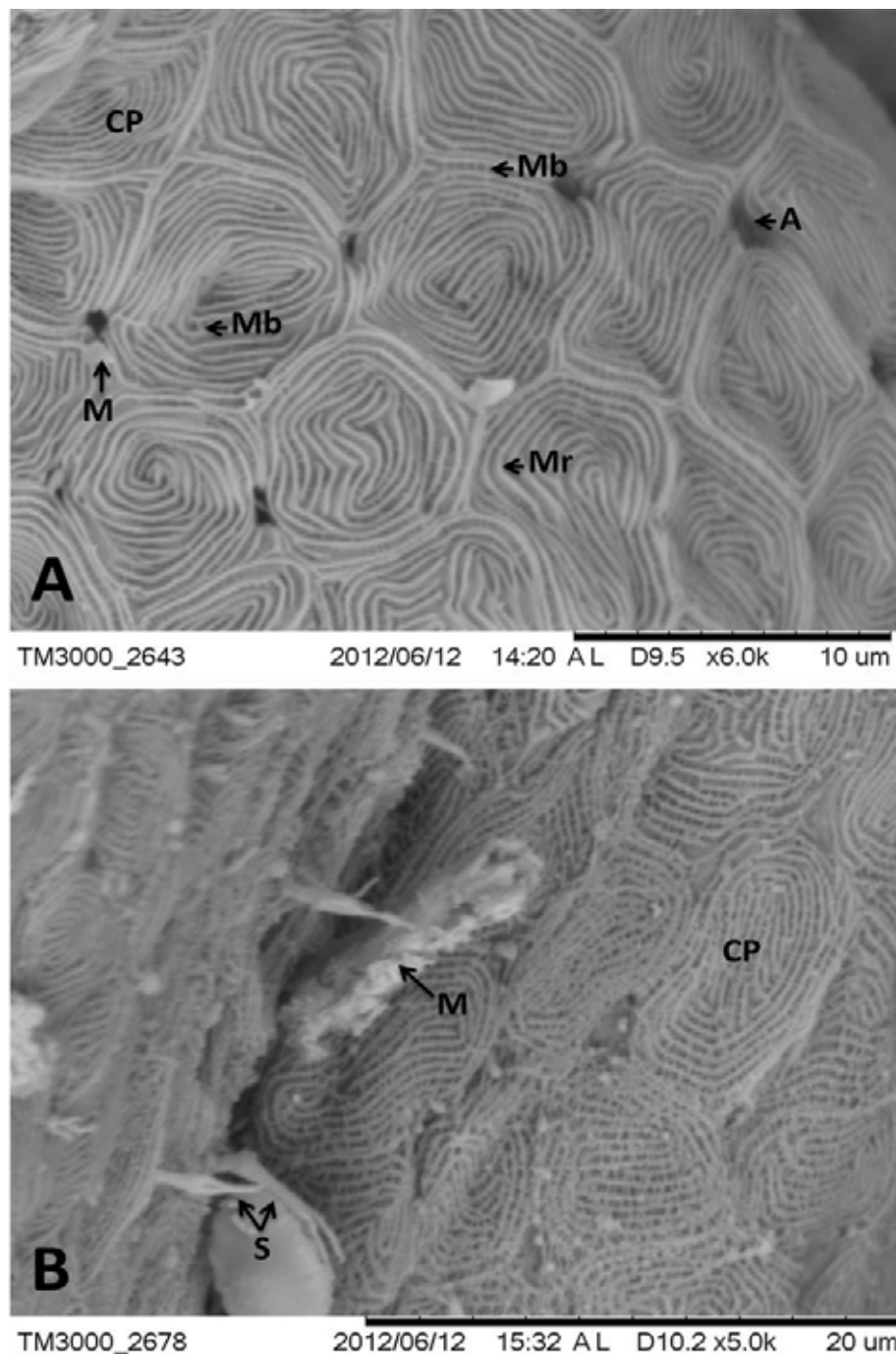
A forma das células pavimentosas não mudou após 05 meses de experimento, entretanto encontram-se outra estrutura, a microbridge – ponte que interliga uma microridge a outra numa mesma célula pavimentosa – em grande quantidade, em ambos os grupos que, provavelmente, contribui para aumentar a eficiência de retenção de muco nas microridges (Figuras 16 A e B).

Não houve mudança na estrutura dos dentículos (Figura 17) em comparação com os de 30 dias.

Quanto aos corpúsculos gustativos, os receptores químicos nos rastros branquiais do grupo detergente dilataram ainda mais no ápice dos corpúsculos, indicando que esses receptores são muito sensíveis a esse contaminante (Figuras 18 B e C).

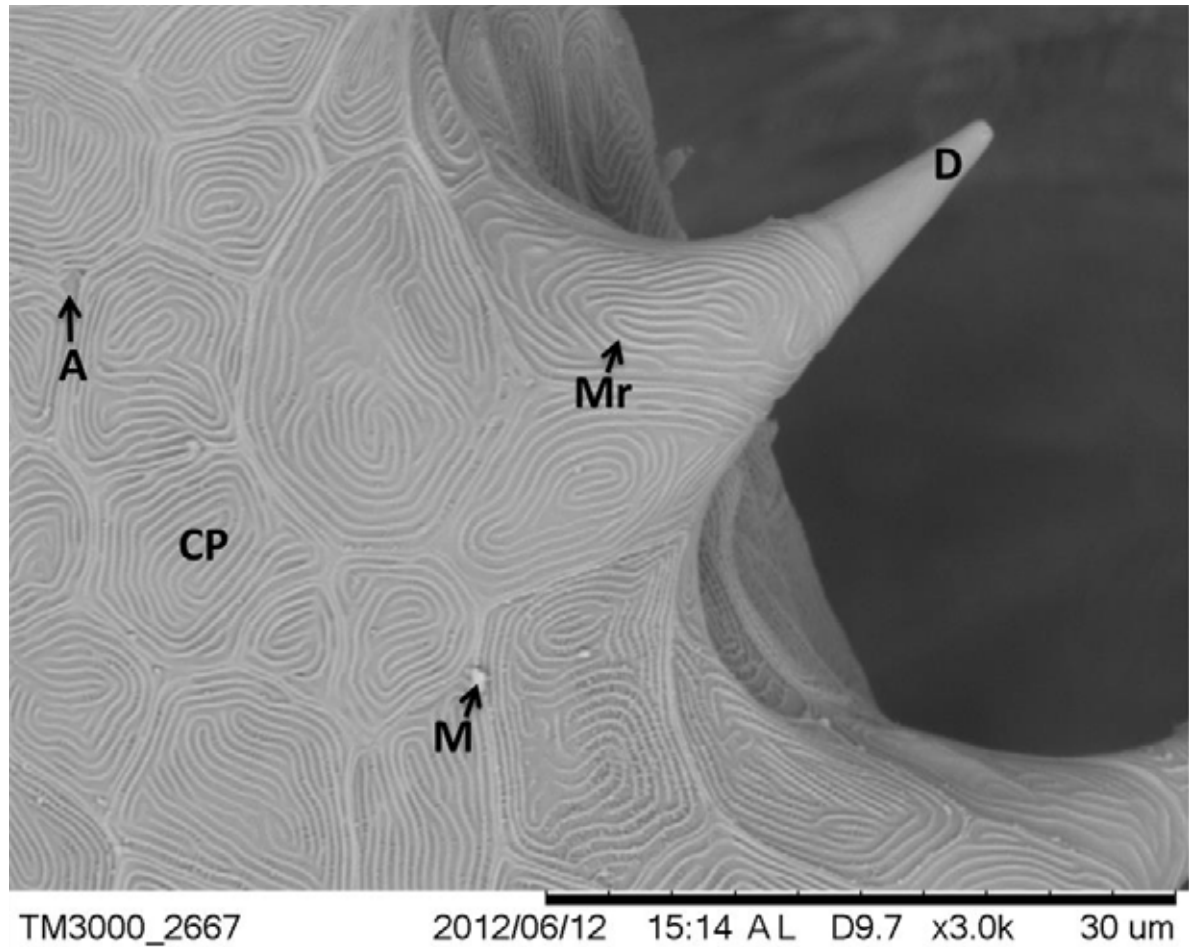
Notam-se entre as células pavimentosas, além das aberturas de saída de muco (Figuras 16 A e 17), células quimiorreceptoras isoladas abertas, fechadas e de formato de um pólopo de coral (Figuras 16 B e 18 A).

Figura 16 – Micrografia de varredura do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*. **A.** Detalhe das células pavimentosas (CP) mostrando suas microridges (Mr) e microbridges (Mb) no rastro branquial do grupo controle. Muco (M) e abertura de saída de muco (A). **B.** Detalhe das células pavimentosas mostrando muitas microbridges conectando as microridges a outras, como se fosse uma teia de aranha no rastro branquial do grupo detergente. Célula quimiorreceptora isolada (S).



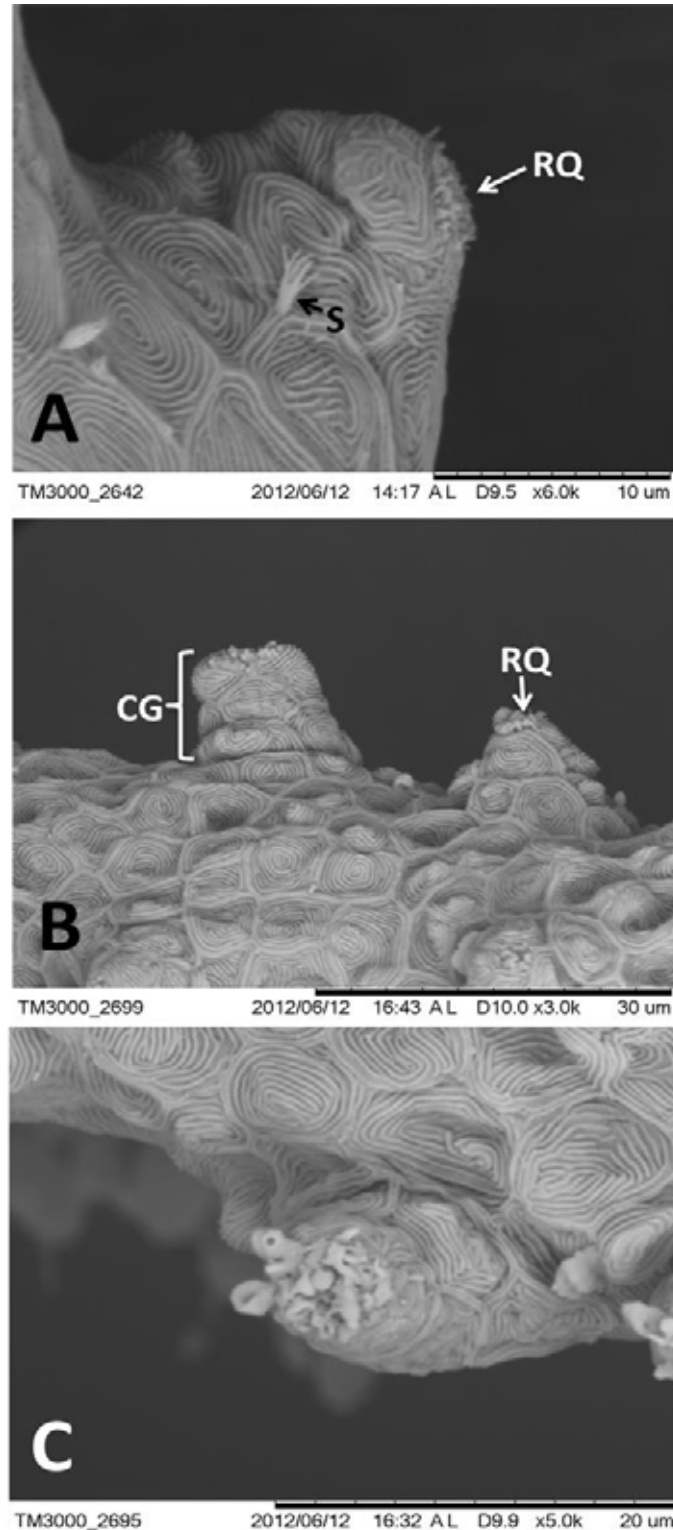
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 17 – Micrografia de varredura do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*. Dentículo (D) do rastro branquial do grupo detergente em maior aumento. Abertura de saída do muco (A), muco (M), microridges (Mr) e célula pavimentosa (CP).



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 18 – Micrografia de varredura do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*. **A.** Detalhe do corpúsculo gustativo visto de perfil no rastro branquial do grupo controle mostrando seus receptores químicos (RQ). Célula quimiorreceptora isolada (S). **B.** Detalhe dos corpúsculos gustativos (CG) vistos de perfil no rastro branquial do grupo detergente mostrando seus receptores químicos. **C.** Detalhe do corpúsculo gustativo visto de cima no rastro branquial do grupo detergente mostrando seus receptores químicos dilatados.



Fonte: Elaborado pela autora.

6.3 Análise da água das caixas de polietileno dos grupos controle e detergente

A análise da água do grupo detergente constatou que a concentração de alquil benzeno sulfonato linear – LAS (o principal componente do detergente utilizado), foi de 0,375mg/L.

A água com a diluição de detergente apresentou pH com maior alcalinidade quando comparada com a do controle (controle: 5,39; detergente: 6,04). Esta modificação se deve a elevação na concentração de HCO_3^- presentes na amostra (controle: 1,2mg/L; detergente: 6,04mg/L). E, ainda apresentou elevações consideradas significativas nos seguintes parâmetros: NO_2^- (controle: <0,04mg/L; detergente: 1,15mg/L) e Ni (controle: <0,010mg/L; detergente: 0,066mg/L).

A análise completa da água do controle e aquela com o detergente se encontram no Anexo – Análise química da água do controle e da água com detergente.

7 DISCUSSÃO

7.1 Morfologia do rastro branquial do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*

A constituição da epiderme dos rastros branquiais de *A. altiparanae* consiste basicamente em células pavimentosas, que apresentam em seu interior microssaliências concêntricas, algumas vezes irregulares, chamadas microridges. Entre as células pavimentosas são encontradas aberturas. Estas aberturas são indicações da presença de células de muco nesse órgão, pois essas células são encobertas pelas células pavimentosas e são ali que o muco é liberado para o exterior. Essa observação corrobora com o que é visto em *Steindachnerina brevipina*, no qual também as células de muco presentes nos filamentos e nas lamelas branquiais eram encobertas pelas células pavimentosas (Lima et al., 2009). O muco, secretado pelas células de muco, se ancora nas microridges presentes nos rastros branquiais, porque estas estruturas formam canais no interior das células pavimentosas, como é observado por Eiras-Stofella e Charvet-Almeida (1998), Fonseca Neto e Spach (1999), Mazon e Cerqueira e Fernandes (2002) e Machado e Fanta (2003). Após 05 meses de experimento, outra estrutura é visualizada entre as microridges, a microbridge – ponte que interliga uma microridge a outra numa mesma célula pavimentosa –, em ambos os grupos o que, provavelmente, contribui para aumentar a eficiência de retenção de muco nas microridges. Além dessas células, há também, nos rastros branquiais de *A. altiparanae*, corpúsculos gustativos, células de cloro, dentículos e células quimiorreceptoras isoladas.

As células quimiorreceptoras isoladas são encontradas entre as células pavimentosas dos rastros branquiais de *A. altiparanae*. No estudo elas podem ser visualizadas abertas ou fechadas e algumas apresentam formato de um pólipó de coral. Essas mesmas células são também visualizadas em pacú (CLAVIJO-AYALA, 2008). Nesse estudo, comentou-se que as células quimiorreceptoras isoladas são essenciais no reconhecimento de feromônios e de constituintes de ácidos e sais biliares, além de ajudar na percepção do alimento (CLAVIJO-AYALA, 2008).

7.2 Efeito do detergente biodegradável nos rastros branquiais do arco branquial esquerdo de *A. altiparanae*

Paulino (2011) ressalta que os estudos histopatológicos são importantes para a verificação de órgãos sensíveis a determinadas substâncias tóxicas. Esses estudos são

utilizados como fonte de dados para determinar a qualidade da saúde dos peixes expostos a essas substâncias em experimentos realizados tanto em laboratório como em campo. Reis et al. (2009) e Paulino (2011) afirmam que as composições física, química e biológica de um corpo de água pode influenciar na hiper e hipoplasia das células de muco e que a hiperplasia em conjunto com a hipersecreção dessas células contribuem no sistema de defesa dos peixes contra o contaminante. E mais, Paulino (2011) considera que uma das maneiras de determinar a qualidade da água seria quantificar os tipos de células mucosas. E, isso é feito no presente estudo.

No primeiro mês de experimento, pelo teste de Mann-Whitney, verifica-se que não ocorreram variações significativas nos números de células de muco tipo 1 [PAS^+] e 4 [AB^+ ($pH= 1,0$)], com $p > 0,05$, porém, quando analisadas as células de muco do tipo 2 [AB^+ ($pH= 2,5$)] e 3 [PAS^+/AB^+ ($pH= 2,5$)/ AB^+ ($pH= 1,0$)], pode-se observar proliferação destas no grupo detergente, com $p < 0,05$ (Tabela 1). Já no quinto mês de experimento, quando, novamente, analisadas as quantidades de células de muco dos tipos 2, 3 e 4, não são encontradas diferenças significativas entre os grupos, com $p > 0,05$, ao contrário das células de muco do tipo 1, em que se observa uma redução no número destas no grupo detergente em relação ao do grupo controle, com $p < 0,05$, para o mesmo teste (Tabela 2). O mesmo não foi observado por Roy (1988b) e comentado em Sabóia-Moraes et al. (2011), em que os tipos de células de muco nos epitélios do opérculo, do arco e do filamento branquial de *Rita rita*, passaram de células com muco ácido à neutro no início do experimento para em seguida retornar a ácido, pois Roy (1988b) aponta que em condições livres de estresse o tipo de muco secretado pelas células mucosas é o ácido. Contudo, Sabóia-Moraes et al. (2011) alertam para cuidados quando comparar efeitos de poluentes e/ou alterações do meio, entre as brânquias e os rastros branquiais, pois eles podem reagir de forma diferente ao mesmo estímulo, por exemplo, em questão da variação de salinidade, os rastros são menos sensíveis em comparação às brânquias. Isso mostra que o rastro branquial do grupo detergente pode estar passando por algum estresse já no começo do experimento, mesmo que, o tipo de célula de muco mais produzida não demonstre, mas os receptores químicos dos corpúsculos gustativos, comentados a seguir, mostra o contrário.

Apesar do muco secretado poder contribuir na obtenção de alimento, aglutinando-o, ele também auxilia na proteção das células pavimentosas e na difusão de água e íons (FONSECA NETO; SPACH, 1999). Duncan et al. (2010) ressaltam que a viscosidade dos gliconjugados no muco determina seu papel no órgão quando liberado. Tendo uma viscosidade menor, os gliconjugados neutros são importantes para proteger e lubrificar o

órgão contra lesões físicas, enquanto que o muco ácido, apresentando uma maior viscosidade, tem o papel de fixar o material orgânico e inorgânico de pequena dimensão, além de defender o órgão, a qual se encontra, contra lesões e proliferação de patógenos (DUNCAN et al., 2010). Então, quando os rastros tomaram contato com o detergente nos primeiros 30 dias, muitas células de muco com conteúdo ácido foram produzidas para tentar protegê-los contra alguma lesão gerada pela toxicidade do detergente. À medida que o órgão continuou em contato com esse agente químico, se observa no final de 05 meses uma menor produção de célula de muco com conteúdo neutro, por causa de sua grande utilização na proteção contra as possíveis lesões provocadas pelo detergente.

Constata-se uma grande produção de células mucosas e de aberturas de saída de muco nos rastros de peixes expostos ao detergente visto na histologia, ou seja, na soma das médias de todos os tipos de células de muco totais presentes nos rastros ($M_{\text{total do grupo controle}} = 59,2$ e $M_{\text{total do grupo detergente}} = 102,9$) e na ultramorfologia, respectivamente, mas pouca secreção de muco, como verificado na ultramorfologia, nos primeiros 30 dias de experimento. No entanto, na segunda coleta (no quinto mês de experimento) há um aumento na liberação de muco pelas células mucosas nos rastros branquiais desses peixes, observadas na histologia e na ultramorfologia e uma diminuição da quantidade dessas células no órgão do grupo detergente, em comparação ao do grupo controle ($M_{\text{total do grupo controle}} = 73,9$ e $M_{\text{total do grupo detergente}} = 35,1$). Usando 6,9mg/L do detergente contendo o composto químico SDS, Roy (1988b) notou no início de seu experimento o aumento substancial no número de células de muco nos epitélios do opérculo, do arco e do filamento branquial de *Rita rita* expostos ao contaminante; seguido de secreção do muco, ocasionando diminuição no número dessas células, oriunda da morte das mesmas, de modo que, essa perda não foi repostada na mesma velocidade que foram perdidas. Utilizando 0,005ppm do detergente contendo LAS por 30 dias, Misra et al. (1985) também observaram o aumento no número de células de muco e a liberação de muco nas brânquias de *Cirrhina mrigala* expostas a esse agente químico e que encobriu todo esse órgão, privando-o de trocas gasosas. Nas eletromicrografias da epiderme dessa mesma espécie, Misra et al. (1987) verificaram-se pontos com grande deposição de muco. Esses autores comentaram que essa deposição de muco resulta de uma interação molecular entre certos componentes do muco e o detergente contendo LAS, sugerindo assim, que o detergente contendo LAS pode ocasionar alterações morfológicas nos órgãos expostos ao ele, como epiderme e brânquia, mesmo em pequenas concentrações e em um curto espaço de tempo, confirmando o estudo realizado por Venhuis e Mehrvar (2004 apud Mungray; Kumar, 2009), em que constataram que concentrações entre 0,02 e 1mg/L de detergente

contendo LAS num corpo de água causavam hipersecreção de muco, além de interferir nas trocas gasosas dos peixes.

No presente estudo observa-se que o muco secretado pelas células de muco contribui no balanço iônico entre a água e o plasma sanguíneo do animal, constatado mediante reação dessas células a técnica de Von Kossa. De acordo com Paulino (2011), as glicoproteínas presentes no muco possuem cargas que atraem íons e cátions no meio para serem absorvidas pelas células de cloro.

Além das alterações substanciais no número de células de muco, há também mudanças na estrutura dos receptores químicos dos corpúsculos gustativos nos rastros branquiais de *A. altiparanae* expostos ao detergente conforme apresentado nos resultados. Esses receptores químicos se dilataram, observando tal fenômeno desde a primeira coleta até o final do experimento, demonstrando que essas estruturas são bastantes sensíveis a algum componente existente no detergente, o qual provavelmente prejudica a função de percepção de alimento no meio por esses receptores. Cancalon (1980 apud Misra et al., 1985), ao expor *Ictalurus punctatus* a longa duração e a grandes teores de detergente, percebeu inflamação da mucosa olfativa e desnaturação de proteínas receptoras pela solubilização da membrana quimiossensorial.

Passados 05 meses de experimento não houve nenhuma mudança na estrutura das células pavimentosas, quanto à forma e presença em todo o rastro branquial. Ambos os grupos apresentaram microbridges em suas microridges nas células pavimentosas, para aumentar a eficiência de ancoragem de muco e, essas microbridges podem ter sido formadas ao longo do crescimento/amadurecimento do peixe. Com a exposição ao detergente, essas microbridges aumentaram em quantidade (mas não foram quantificadas no presente estudo) nas células pavimentosas dos rastros do grupo detergente, em relação ao do grupo controle. Tal estrutura, ainda, pode desempenhar o papel de dar rigidez e consistência a própria epiderme, de acordo com Kumari et al. (2005). Como também não houve a contagem da quantidade de microridges em cada célula pavimentosa nos dois grupos, não pode este estudo corroborar com a afirmação de Eiras-Stofella e Charvet-Almeida (1998), em que declararam existir uma relação entre a quantidade de microridges e a de células de muco, isto é, quando a segunda apresenta-se em quantidade maior a primeira também o faz.

Mesmo com todos esse dados, ainda é necessário mais estudos com esse órgão ou com outros órgãos (brânquia, fígado, epiderme, entre outros) de peixes envolvendo o detergente, agente químico muito comum em corpos de água contaminados, com enfoque, principalmente, nas células de muco, de cloro e pavimentosas (nas microridges e

microbridges) e nos receptores químicos dos corpúsculos gustativos. Verificar como estas células e estruturas são afetados e os mecanismos de defesa que elas possuem para burlar a ação tóxica desse contaminante.

8 CONCLUSÃO

O detergente biodegradável foi o responsável por alterações citológicas nos rastros branquiais de *A. altiparanae*;

No primeiro mês de experimento, houve aumento na quantidade de células de muco nos rastros branquiais do grupo detergente;

Também houve alteração no tamanho e forma dos receptores químicos dos corpúsculo gustativos dos rastros branquiais expostos a esse contaminante;

No quinto mês de experimento ocorreu uma diminuição no número de células de muco nos rastros branquiais do grupo detergente em comparação ao primeiro mês de experimento;

Essa diminuição foi gerada pela hipersecreção de muco sem reposição rápida das células de muco perdidas nos rastros branquiais do grupo detergente.

Os receptores químicos dos corpúsculos gustativos nos rastros branquiais do grupo detergente continuaram aumentando de tamanho passados os 05 meses de experimento;

Na segunda coleta, observou microbridges entre as microridges nas células pavimentosas dos rastros branquiais em ambos os grupos;

E, ainda, constatou a presença de células quimiorreceptoras isoladas, também, em ambos os grupos.

REFERÊNCIAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta scientiarum. Biological sciences**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- ALLINGER, N. L.; CAVA, M. P.; JONGH, D. C. de; JOHNSON, C. R.; LEBEL, N. A.; STEVENS, C. L. **Química orgânica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Dois, 1978. 961 p.
- ALMEIDA, E. M. de. **Estrutura da população, crescimento e reprodução de *Maurolicus stehmanni* Parin & Kobylansky, 1993 (Teleostei: Sternoptychidae) na Zona Econômica Exclusiva do Sul e Sudeste do Brasil**. 2001. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- ALVES, M. F. **Biologia reprodutiva e alimentar da pequira *Brycomanericus stramineus* Eigenmann, 1908 no elevador da represa do Funil – MG**. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21. ed. Washington: [s.n.], 2005.
- ARAÚJO, A. A. de. **Desenvolvimento do sistema sensorial do jundiá *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Heptapteridae)**. 2011. 83 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- ARAÚJO, E. J. A.; MORAIS, J. O. R. de; SOUZA, P. R. de; SABÓIA-MORAIS, S. M. T. de. Efeito de poluentes químicos cumulativos e mutagênicos durante o desenvolvimento ontogenético de *Poecilia vivipara* (Cyprinodontiformes, Poeciliidae). **Acta scientiarum. Biological sciences**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 391-399, 2001.
- ARBELÁEZ-ROJAS, G. A. **Efeitos da natação sustentada no crescimento, na densidade de estocagem e na composição corporal em juvenis de matrinxã, *Brycon amazonicus***. Aspectos adaptativos e respostas metabólicas. 2007. 149 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlo, 2007.
- AYRES, M.; AYRES Jr., M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. de A. S. dos. **BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas de Ciências Biológicas e Médicas**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq, 2007. 364 p.
- AYRES, M. **Elementos de Bioestatística: a seiva do açaizeiro**. Belém: [s.n.], 2011. 531 p.
- BEÇAK, W.; PAULETE, J. **Técnicas de citologia e histologia**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos, 1976. 2 v.
- BEMVENUTI, M. A. *Odontesthes mirinensis*, sp.n. um novo peixe-rei (Pisces, Atherinidae, Atherinopsinae) para o extremo sul do Brasil. **Revista brasileira de zoologia**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 881-903, 1995.

- BENINE, R. C.; CASTRO, R. M. C.; SANTOS, A. C. A. A new *Moenkhausia* Eigenmann, 1903 (Ostariophysi: Characiformes) from Chapada Diamantina, rio Paraguaçu Basin, Bahia, Northeastern Brazil. **Neotropical ichthyology**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 259-262, 2007.
- BERQUÓ, E. S.; SOUZA, J. M. P. de; GOTLIEB, S. L. D. **Bioestatística**. São Paulo: EPU, 1981. 350 p.
- BÍBLIA. Português. **Bíblia Sagrada**. Tradução de João Ferreira de Almeida. São Paulo: Sociedade Bíblica do Brasil, 1995.
- BRAGA, F. M. de S. Variação no número de rastros branquiais entre espécies de *Mugil linnaeus* (Mugilidae, Teleostei) do litoral brasileiro. **Dusenía**, Curitiba, v. 13, n. 2, p. 81-91, 1982.
- BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. **Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chaves de identificação para os peixes da Bacia do São Francisco)**. Brasília: Câmara dos Deputados/CODEVASF, 1984. 143p.
- BROWN, V. M.; MITROVIC, V. V.; STARK, G. T. C. Effects of chronic exposure to zinc on toxicity of a mixture of detergent and zinc. **Water research**, Oxford, v. 2, p. 255-263, 1968.
- CAMARGO, M. M. P.; FERNANDES, M. N.; MARTINEZ, C. B. R. How aluminium exposure promotes osmoregulatory disturbances in the neotropical freshwater fish *Prochilus lineatus*. **Aquatic toxicology**, Amsterdam, v. 94, p. 40-46, 2009.
- CASSEMIRO, F. A. S.; HAHN, N. S.; RANGEL, T. F. L. V. de B. Diet and trophic ecomorphology of the silverside, *Odontesthes bonariensis*, of the Salto Caxias reservoir, rio Iguaçu, Paraná, Brazil. **Neotropical ichthyology**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 127-131, 2003.
- CESTAROLLI, M. A. **Larvicultura do pintado *Pseudoplatystoma coruscans* (Agassiz, 1829): aspectos da alimentação inicial e do desenvolvimento de estruturas sensoriais**. 2005. 110 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.
- CLAVIJO-AYALA, J. A. **Ontogenia do sistema sensorial de pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) (Characidae: Serrasalminidae)**. 2008. 53 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.
- DOMINGOS, F. X. V. **Biomarcadores de contaminação ambiental em peixes e ostras de três estuários brasileiros e cinética de derivados solúveis do petróleo em peixes**. 2006. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia Molecular do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- DUNCAN, W. P.; COSTA, O. T. F.; SAKURAGUI, M. M.; FERNANDES, M. N. Functional morphology of the gill in amazonian freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae): Implications for adaptation to freshwater. **Physiological and biochemical zoology**, Chicago, v. 83, n. 1, p. 19-32, 2010.
- EIRAS-STOFELLA, D. R.; CHARVET-ALMEIDA, P. Ultrastructure (SEM) of the gills of *Prochilodus scrofa* Steindachner (Pisces, Teleostei). **Revista brasileira de zoologia**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 279-287, 1998.

EIRAS-STOFELLA, D. R.; CHARVET-ALMEIDA, P. Gills scanning images of the seawater fish *Eugerres brasiliensis* (Gerreidae). **Brazilian archives of biology and technology**, Curitiba, v. 43, p. 421-423, 2000.

FERRETTI, C. M. L.; ANDRIAN, I. de F.; TORRENTE, G. Dieta de duas espécies de *Schizodon* (Characiformes, Anostomidae), na planície de inundação do alto do rio Paraná e sua relação com aspectos morfológicos. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 23, n. único, p. 171-186, 1996.

FIUZA, T. S.; SILVA, P. C.; PAULA, J. R.; TRESVENZOL, L. M. F.; SOUTO, M. E. D.; SABÓIA-MORAES, S. M. T. Análise tecidual e celular das brânquias de *Oreochromis niloticus* L. tratadas com extrato etanólico bruto e frações das folhas da pitanga (*Eugenia uniflora* L.) – Myrtaceae. **Revista brasileira de plantas medicinais**, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 389-395, 2011.

FONSECA NETO, J. C.; SPACH, H. L. Morfologia e ultraestrutura de arcos branquiais de juvenis de *Mugil platanus* Günther (Pisces, Mugilidae). **Revista brasileira de zoologia**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 489-500, 1999.

GLUSCZAK, L. **Parâmetros toxicológicos em piavas (*Leporinus obtusidens*) e jundiás (*Rhamdia quelen*) após exposição a uma formulação comercial de glyphosate**. 2008. 94 f. Tese (Doutorado em Bioquímica Toxicológica) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

GODOY, C. E. M. **Produção da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L., 1758), linhagem Chitralada, de pequeno porte, em tanques-rede visando o atendimento de comunidades carentes**. 2006. 47 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

GODOY, M. P. de. **Peixes do Brasil**: Subordem Charachoidei. Bacia do Rio Mogi Guassú. Piracicaba: Franciscana, 1975. v. 4-8.

GOMIERO, L. M.; BRAGA, F. M. S. O lambari *Astyanax altiparanae* (Characidae) pode ser um dispersor de sementes? **Acta scientiarum. Biological sciences**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 353-360, 2003.

HAHN, N. S.; CRIPPA, V. E. L. Estudo comparativo da dieta, hábitos alimentares e morfologia trófica de duas espécies simpátricas, de peixes de pequeno porte, associados à macrófitas aquáticas. **Acta scientiarum. Biological sciences**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 359-364, 2006.

HARA, T. J.; THOMPSON, B. E. The reaction of whitefish, *Coregonus clupeaformis*, to the anionic detergent sodium lauryl sulphate and its effects on their olfactory responses. **Water research**, Oxford, v. 12, p. 893-897, 1978.

JARDIM, L. F. A. Sinopse das espécies de *Menticirrhus* Gill, 1861 (Osteichthyes, Sciaenidae) do Atlântico Ocidental. **Revista brasileira de zoologia**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 179-187, 1988.

KUMARI, U.; YASHPAL, M.; MITTAL, S.; MITTAL, A. K. Morphology of the Pharyngeal Cavity, Especially the Surface Ultrastructure of Gill Arches and Gill Rakers in Relation to the Feeding Ecology of the Catfish *Rita rita* (Siluriformes, Bagridae). **Journal of morphology**, Philadelphia, v. 265, p. 197-208, 2005.

LEONARDO, J. M. L. O.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; MOREIRA, H. L. M.; NATALI, M. R. M.; VOLSKI, T.; CAVICHIOLO, F. Histologia das brânquias de larvas da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), de origem tailandesa, submetidas a diferentes níveis de vitamina C. **Acta scientiarum. Biological sciences**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 863-870, 2001.

LIMA, F. B.; BRACCINI, M. C.; DÍAZ, A. O.; PINHEIRO Jr., C.; GUIMARÃES, A. C. G. Morfologia das brânquias de *Steindachnerina brevipinna* (Eigenmann & Eigenmann, 1889) (Characiformes, Curimatidae). **Biotemas**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 87-92, 2009.

LOLIS, A. A.; ANDRIAN, I. de F. Alimentação de *Pimelodus maculatus* Lacépède, 1803 (Siluriformes, Pimelodidae), na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 23, n. único, p. 187-202, 1996.

LOPES, P. R. D.; SAMPAIO, C. L. S. Ocorrência de *Albula nemoptera* (Fowler, 1910) (Actinopterygii: Albulidae) no litoral do Estado da Bahia, Brasil (Oceano Atlântico Ocidental). **Boletim do Museu Biologia Mello Leitão: Nova série**, Santa Tereza, v. 13, p. 27-32, 2002.

LOPES, P. R. D.; SENA, M. P. Ocorrência de *Tarpon atlanticus* (Valenciennes, 1846) (Pisces: Megalopidae) na Baía de Todos os Santos (Estado da Bahia, Brasil). **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 14, p. 69-77, 1996.

LUCENA, C. A. S. de. Revisão taxonômica e relações filogenéticas das espécies de *Roebooides* grupo-*microlepis* (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). **Iheringia. Série zoologia**, Porto Alegre, v. 93, n. 3, p. 283-308, 2003.

LUCENA, C. A. S. de. Revisão taxonômica das espécies do gênero *Roebooides* grupo-*affinis* (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). **Iheringia. Série zoologia**, Porto Alegre, v. 97, n. 2, p. 117-136, 2007.

MACHADO, M. R. Uso de brânquias de peixes como indicadores de qualidade das águas. **UNOPAR Científica. Ciências biológicas e da saúde**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 63-76, 1999.

MACHADO, M. R.; FANTA, E. Effects of the organophosphorous methyl parathion on the branchial epithelium of a freshwater fish *Metynnis roosevelti*. **Brazilian archives of biology and technology**, Curitiba, v. 46, n. 3, p. 361-372, 2003.

MACIEL, C. M. R. R. **Ontogenia de larvas de piracanjuba, *Brycon orbignyanus* Valenciennes (1849) (Characiformes, Characidae, Bryconinae)**. 2006. 229 f. Tese (Título de Doctor Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MAI, G. M. **Estudos da ontogenia e da alimentação inicial de larvas de peixes, com ênfase em dourados *Salminus brasiliensis* (Characiformes, Characidae)**. 2009. 97 f. Tese (Doutorado em Ciência/Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

MALTA, J. C. O. *Pindapixara tarira* gen. et sp. n. (Copepoda: Ergasilidae) das brânquias de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes: Erythrinidae) da Amazônia Brasileira. **Acta amazônica**, Manaus, v. 24, n. 1 e 2, p. 135-144, 1994.

MARCENIUK, A. P. Redescrição de *Genidens barbatus* (Lacépède, 1803) e *Genidens machadoi* (Miranda-Ribeiro, 1918), bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) do Atlântico Sul Ocidental. **Papéis avulsos de zoologia**, São Paulo, v. 45, n. 11, p. 111-125, 2005.

MARCENIUK, A. P. Revalidação de *Cathorops arenatus* e *Cathorops agassizii* (Siluriformes, Ariidae), bagres marinhos das regiões norte e nordeste da América do Sul. **Iheringia. Série zoologia**, Porto Alegre, v. 97, n. 4, p. 360-375, 2007.

MAZON, A. F.; CERQUEIRA, C. C. C.; FERNANDES, M. N. Gill cellular changes induced by copper exposure in the South American Tropical freshwater fish *Prochilodus scrofa*. **Environmental research**, New York, v. 88, p. 52-63, 2002.

MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft project for windows**. Version 2007. [S.l.], 2007.

MISRA, V.; CHAWLA, G.; KUMAR, V.; LAL, H.; VISWANATHAN, P. N. Effect of linear alkyl benzene sulfonate in skin of fish fingerlings (*Cirrhina mrigala*): Observations with scanning electron microscope. **Ecotoxicology and environmental safety**, New York, v. 13, p. 164-168, 1987.

MISRA, V.; LAL, H.; CHAWLA, G.; VISWANATHAN, P. N. Pathomorphological changes in gills of fish fingerlings (*Cirrhina mrigala*) by linear alkyl benzene sulfonate. **Ecotoxicology and environmental safety**, New York, v. 10, p. 302-308, 1985.

MONTENEGRO, L. A. **Biologia alimentar e morfohistologia do tubo digestório do mussum, *Synbranchus marmoratus*, Bloch (Osteichthyes: Synbranchidae) no Açude Marechal Dutra “Gargalheiras”, localizado no semi-árido brasileiro**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

MORAES, M. F. P. G.; BARBOLA, I. F. Hábito alimentar e morfologia do tubo digestivo de *Hoplias malabaricus* (Osteichthyes, Erythrinidae) da Lagoa Dourada, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Acta biológica paranaense**, Curitiba, v. 24, n. 1-4, p. 1-23, 1995.

MORAES, M. F. P. G.; BARBOLA, I. F.; GUEDES, E. A. C. Alimentação e relações morfológicas com o aparelho digestivo do "curimbatá", *Prochilodus lineatus* (Valenciennes) (Osteichthyes, Prochilodontidae), de uma lagoa do sul do Brasil. **Revista brasileira de zoologia**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 169-180, 1997.

MUNGRAY, A. K.; KUMAR, P. Fate of linear alkylbenzene sulfonates in the environment: A review. **International biodeterioration and biodegradation**, Barking, v. 63, p. 981-987, 2009.

NEUMANN, E. **Desenvolvimento inicial de jatuarana, *Brycon amazonicus* (Teleostei, Characidae)**. 2008. 108 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

NOMURA, H. Fecundidade, maturação sexual e índice gônado-somático de lambaris do gênero *Astyanax* Baird & Girard, 1854 (Osteichthyes, Characidae), relacionados com fatores ambientais. **Revista brasileira de biologia**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 4, p. 775-798, 1975.

OLIVEIRA RIBEIRO, C. A.; MENIN, E. Anatomia da cavidade bucofaringeana de *Trichomycterus brasiliensis* (Reinhardt) e suas relações com os hábitos alimentares (Siluroidei, Trichomycteridae). **Acta biológica paranaense**, Curitiba, v. 25, n. 1-4, p. 159-171, 1996.

PAES, M. C. F. **Indução à reprodução e desenvolvimento embrionário e larval do ciclídeo acará-açu *Astronotus ocellatus* (Agassiz, 1831)**. 2008. 64 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

PAIVA FILHO, A. M.; GIANNINI, R. Contribuição ao conhecimento da biologia do peixe-rei, *Xenomelanimis brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Atherinidae), no complexo baía-estúário de Santos e São Vicente, Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 1-9, 1990.

PAULINO, M. G. **Efeito da exposição à atrazina nas brânquias de curimatá, *Prochilodus lineatus* (Teleosteo, Prochilodontidae)**. 2011. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

PEREIRA, B. F.; CAETANO, F. H. Histochemical technique for the detection of chloride cells in fish. **Micron (Oxford, 1993)**, Oxford, v. 40, n. 8, p. 783-786, 2009.

PIECHNIK, C. A. **Atividade da Na⁺, K⁺-ATPase e alterações histológicas nas brânquias do peixe *Bathygobius soporator* Valenciennes (Gobiidae) após exposição a diferentes salinidades**. 2006. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

PISAM, M.; MASSA, F.; JAMMET, C.; PRUNET, P. Chronology of the appearance of β , A and α mitochondria-rich cells in the gill epithelium during ontogenesis of the brown trout (*Salmo trutta*). **The Anatomical Record**, Hoboken, v. 259, p. 301-311, 2000.

REIS, A. B.; SANT'ANA, D. de M. G.; AZEVEDO, J. F. de; MERLINI, L. S.; ARAÚJO, E. J. A. Alterações do epitélio branquial e das lamelas de tilápias (*Oreochromis niloticus*) causadas por mudanças do ambiente aquático em tanques de cultivo intensivo. **Pesquisa veterinária brasileira**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 4, p. 303-311, 2009.

RIBEIRO, A. M. **Alterações hematológicas e osmorregulatórias em *Prochilodus lineatus* expostos ao chumbo**. 2007. 38 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

RIBEIRO, F. R. V.; LUCENA, C. A. S. de. A new species of *Pimelodus* Lacépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) from the rio São Francisco drainage, Brazil. **Neotropical ichthyology**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 411-418, 2006a.

RIBEIRO, F. R. V.; LUCENA, C. A. S. de. Nova espécie de *Pimelodus* (Siluriformes, Pimelodidae) dos rios Tapajós e Tocantins, Brasil. **Iheringia. Série zoologia**, Porto Alegre, v. 96, n. 3, p. 321-327, 2006b.

- RODRIGUES, F. L.; BEMVENUTI, M. A. Hábito alimentar e osteologia da boca do peixe-rei, *Odontesthes humensis* de Buen (Atheriniformes, Atherinopsidae) na Lagoa Mirim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista brasileira de zoologia**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 793-802, 2001.
- RODRIGUES, S. S.; MENIN, E. Anatomia da cavidade bucofaringiana de *Conorhynchos conirostris* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 304, p. 843-862, 2005.
- RODRIGUES, S. S.; MENIN, E. Anatomia da cavidade bucofaringeana de *Salminus brasiliensis* (Cuvier, 1817) (Pisces, Characidae, Salmininae). **Biotemas**, Florianópolis, v. 19, n. 1, p. 41-50, 2006.
- ROY, D. Toxicity of an anionic detergent, dodecylbenzene sodium sulfonate, to a freshwater fish, *Rita rita*: Determination of LC₅₀ values by different methods. **Ecotoxicology and environmental safety**, New York, v. 15, p. 186-194, 1988a.
- ROY, D. Statistical analysis of anionic detergent-induced changes in the goblet mucous cells of opercular epidermis and gill epithelium of *Rita rita* (Ham.) (Bagridae: Pisces). **Ecotoxicology and environmental safety**, New York, v. 15, p. 260-271, 1988b.
- SABÓIA-MORAES, S. M. T.; HERNANDES-BLAZQUEZ, F. J.; MOTA, D. L.; BITTENCOURT, A. M. Mucous cell types in the branchial epithelium of the euryhaline fish *Poecilia vivipara*. **Journal of Fish Biology**, Londres, v. 49, n. 3, p. 545-548, 1996.
- SABÓIA-MORAES, S. M. T.; SALDIVA, P. H. N.; SILVA, J. R. M. C. da; YAMADA, A. T.; ALOIA, T. P. A.; HERNANDEZ-BLAZQUEZ, F. J. Adaptation of the gill epithelium of an euryhaline fish, the guppy (*Poecilia vivipara*), to freshwater. **Brazilian journal of veterinary research and animal science**, São Paulo, v. 48, n. 1, p. 5-13, 2011.
- SAMPAIO, A. L. A.; GOULART, E. Ciclídeos neotropicais: ecomorfologia trófica. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 4, p. 775-798, 2011.
- SANCHES, E. G.; OSTINI, S.; RODRIGUES, V. C. dos S. Ocorrência e tratamento de monogenídeos em alevinos de pampo (*Trachinotus carolinus*) cultivados experimentalmente na região norte do estado de São Paulo. **Revista brasileira de parasitologia veterinária**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 1-4, 2007.
- SANTOS, D. C. M. dos. **Toxidez aguda do zinco em lambaris *Astyanax aff. bimaculatus* (Linnaeus, 1758)**. 2009. 111 f. Dissertação (Título de Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- SANTOS, D. M. S. **Qualidade da água e histopatologia de órgãos de peixes provenientes de criatórios do município de Itapecuru Mirim, Maranhão**. 2010. 83 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.
- SANTOS, G. M. Caracterização, hábitos alimentares e reprodutivos de quatro espécies de “aracus” e considerações ecológicas sobre o grupo no lago Janauacá-AM (Osteichthyes, Characoidei, Anostomidae). **Acta amazônica**, Manaus, v. 12, n. 4, p. 713-739, 1982.

SERGIPENSE, S.; CARAMASCHI, E. P.; SAZIMA, I. Morfologia e hábitos alimentares de duas espécies de Engraulidae (Teleostei, Clupeiformes) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Oceanografia**, São Paulo, v. 47, n. 2, p. 173-188, 1999.

SERRA, J. P. **Análise Filogenética das Espécies de *Hemigrammus* Gill, 1858 (Characiformes, Characidae)**. 2010. 335 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas de São José do Rio Preto, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2010.

SERRA, J. P.; LANGEANI, F. Redescrição e osteologia de *Bryconamericus exodon* Eigenmann, 1907 (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). **Biota neotrópica**, Campinas, v. 6, n. 3, p. 1-14, 2006.

SILVA, L. D.; NASCIMENTO, V. do; SANTOS, S. C.; MORAIS, J. O. R. de; SABÓIA-MORAIS, S. M. T. Análise morfométrica das células de cloro de *Poecilia vivipara* expostas a frações da folha e da casca do caule de *Caryocar brasiliensis*. **Acta scientiarum. Biological sciences**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 195-201, 2003.

SILVA, M. R. da; HAHN, N. S. Influência da dieta sobre a abundância de *Moenkhausia dichroua* (Characiformes, Characidae) no reservatório de Manso, Estado de Mato Grosso. **Iheringia. Série zoologia**, Porto Alegre, v. 99, n. 3, p. 324-328, 2009.

YABE, R. S.; BENNEMANN, S. T. Regime alimentar de *Schizodon intermedius* Garavello & Britski do rio Tibagi, Paraná, e sua relação com algumas características morfológicas do trato digestivo (Osteichthyes, Anostomidae). **Revista brasileira de zoologia**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 777-788, 1994.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 941 p.

ANEXO – ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA DO CONTROLE E DA ÁGUA COM DETERGENTE

Estudo do Ácido Dodecylbenzene Sulfônico – LAS

Estudo/Ativo: LAS.

Solicitante: Bruno F. Pereira.

Endereço: UNESP – Rio Claro.

Código do Estudo: Amostra de água.

Realização/Unidade Operacional: Global Análise & Consultoria.

Responsável pelo estudo: Dra. Dalva Aparecida de Souza.

Endereço: Rua Iwagiro Toyama, 425 – Jd. Paulistano, São Carlos/SP.

Estudo: 27/01/12.

- Determinação da concentração LAS.

- Análises Cromatográficas.

Equipamento:

O equipamento utilizado para as análises cromatográficas foi um HPLC Agilent Technologies 1200 series, com detector de Fluorescência.

Foi detectada uma série de quatro homólogos com os seguintes Tempos de Retenção: 15,19; 18,13; 20,90 e 24,03 minutos.

Concentração Total obtida: 0,375mg/L.

Relatório de Análises Químicas

Interessado: Flavio Caetano.

Material Entregue Declarado: Água.

Natureza do Trabalho: Diversas Determinações.

Referência: 2 amostras abaixo identificadas.

RESULTADOS:

Tabela 3 – Análise química da água do controle e da água com detergente

H ₂ L No.	Identificação da Amostra	Temp. (°C)	Cond. (µS/cm)	pH	Alcalinidade		Li (mg/L)	Na (mg/L)	NH ₄ (mg/L)	K (mg/L)
					HCO ₃ ⁻ mg/L	CO ₃ ²⁻ (mg/L)				
4184	Controle 08/06/11	15,6	282	5,39	1,2	ND	<0,01	17,5	10,7	6,39
4185	Detergente 08/06/11	15,4	237	6,04	4,9	ND	<0,01	20,1	2,15	6,68

(continua)

H ₂ L No.	Identificação da Amostra	ClO ₂ ⁻ (mg/L)	F ⁻ (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	Acetato (mg/L)	C ₂ O ₄ ²⁻ (mg/L)
4184	Controle 08/06/11	<0,01	0,25	8,56	<0,04	121	18,9	11,6	<0,10	<0,03
4185	Detergente 08/06/11	<0,01	0,23	5,56	1,15	106	9,33	10,4	<0,10	<0,03

Tabela 3 – Análise química da água do controle e da água com detergente

H ₂ L No.	Identificação da amostra	(conclusão)									
		Al (mg/L)	Ba (mg/L)	Ca (mg/L)	Cd (mg/L)	Co (mg/L)	Cr (mg/L)	Cu (mg/L)	Fe (mg/L)		
4184	Controle 08/06/11	0,10	0,075	18,6	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,021		
4185	Detergente 08/06/11	0,079	0,092	17,8	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	0,029		

H ₂ L No.	Identificação da amostra	Mg (mg/L)	Mn (mg/L)	Ni (mg/L)	P (mg/L)	Pb (mg/L)	Si (mg/L)	Sr (mg/L)	Zn (mg/L)
4184	Controle 08/06/11	3,69	0,27	<0,010	6,79	<0,020	5,72	0,12	0,84
4185	Detergente 08/06/11	4,55	0,21	0,066	3,46	<0,020	6,30	0,12	0,50

Fonte: Bruno Fiorelini Pereira.

Notas: As análises estão baseadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21^a edição, 2005.

Química Responsável: MSc. Mirtis I. Ariza Malagutti - CRQ: Pr. 23.478/81

Rio Claro, 27 de julho de 2011.

MSc. Mirtis Irene Ariza Malagutti

Tabela 4 – Análise dos metais presentes na água do controle e da água com detergente

		VMP				VMP	
Parâmetro	LQ H ₂ L (mg/L)	RDC 274 (mg/L)	Portaria 518 (mg/L)	Parâmetro	LQ H ₂ L (mg/L)	RDC 274 (mg/L)	Portaria 518 (mg/L)
Cátions				Ânions			
Alumínio	0,010	---	0,2	Acetato	0,12	---	---
Bário	0,005	0,7	0,7	Bicarbonato	2,00	---	---
Cádmio	0,010	0,003	0,005	Bromato	0,01	---	0,025
Cálcio	0,050	---	---	Brometo	0,19	---	---
Chumbo	0,020	0,010	0,01	Carbonato	2,00	---	---
Cobalto	0,010	---	---	Cloreto	0,01	---	250
Cobre	0,010	1	2	Clorito	0,01	---	0,2
Cromo	0,010	0,05	0,05	Fluoreto	0,01	---	1,5
Estrôncio	0,003	---	---	Fosfato	0,14	---	---
Ferro	0,010	---	0,3	Nitrato	0,06	50	10*
Lítio	0,01	---	---	Nitrito	0,04	0,02	1*
Magnésio	0,025	---	---	Oxalato	0,02	---	---
Manganês	0,010	0,5	0,1	Sulfato	0,02	---	250
Níquel	0,010	0,02	---	---	---	---	---
Potássio	0,04	---	---	---	---	---	---
Silício	0,20	---	---	---	---	---	---
Sódio	0,01	---	200	---	---	---	---
Vanádio	0,010	---	---	---	---	---	---
Zinco	0,010	---	5	---	---	---	---

Fonte: Bruno Fiorelini Pereira.

Notas: * Calculado como N.

VMP – valor máximo permitido.

LQ – limite de quantificação.

Os metais foram analisados por Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte de Plasma de Argônio Indutivo (ICP-AES).