

FLAVIA SANT'ANNA RIOS

**ECOMORFOLOGIA DO
APARATO BRANQUIAL FARÍNGEO
DO PEIXE ANTÁRTICO**
Notothenia neglecta NYBELIN (1951)
EM RELAÇÃO AO HÁBITO ALIMENTAR

Tese apresentada para o Curso de Pós-Graduação em Morfologia, do Departamento de Biologia Celular da Universidade Federal do Paraná, para a obtenção do título de Mestre em Ciências Morfológicas, área de concentração Biologia Celular.

ORIENTADORA:
Dr.^a Edith Susana E. Fanta

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Biológicas
Departamento de Biologia Celular

CURITIBA

1997

Viver é conquistar os mares, os continentes.
Viver é subir no topo do mundo e se soltar.
As asas nascerão durante o vôo.

(Maria de Jesus)

Aos meus queridos pais, OCÍVIO e LUCI,
que me indicaram o Caminho com sua sabedoria, seus
exemplos e seu carinho. Nas horas mais importantes
sempre tive seu colo e seus conselhos. Ao meu pai, que
me ensinou a sempre querer saber mais profundamente
e que é exemplo de perseverança, paciência e paixão
pelo conhecimento. À minha mãe, que é pura intuição, e
à poesia que jorra de suas mãos e de seus atos.

Ao meu amado LUIZ,
que não apenas incentivou, mas tornou possível a
realização deste trabalho, porque eu precisava estar
inteira. Que tornou minha vida deliciosamente simples.
Que surgiu de repente, por um descuido do acaso,
apanhou de surpresa minha alma nua e me reensinou a
ver o mundo.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Dra. Edith Fanta, pelos valiosos conselhos que enriqueceram muito este trabalho. Pelas diversas oportunidades que propiciaram amadurecimento em minha formação acadêmica e em minha vida pessoal.

Às companheiras de equipe nas Expedições Científicas à Antártida, Ana Meyer e Sandra Freiburger, que me auxiliaram na coleta de material e realização de experimentos. Que compartilharam comigo incontáveis experiências e momentos agradáveis e inesquecíveis.

Às biólogas Sonia Grötzner, Sandra Freiburger, Ana Cristina Vianna, Silvia Romão e Lucélia Donatti pela coleta de parte do material biológico utilizado neste estudo e às amigas do Grupo de Estudos de Impacto Ambiental Nilce Folle, Sandaly da Silva, Liliane Moreira, Paula Nakayama, Patrícia Calil, Márcia Luvizotto e Ruth Dziura que colaboram com seu conhecimento e amizade.

Ao Eng. Luiz Gonzaga Rios Filho pela elaboração de um sistema de análise de dados especialmente para este trabalho e pelo auxílio indispensável na análise estatística dos resultados.

À Professora Sonia R. Grötzner e à Sandra Freiburger que auxiliaram na obtenção das fotografias das estruturas macroscópicas.

Aos Grupos Base da Estação Antártica Comandante Ferraz nas Expedições XII (verão) e XIII (verão e inverno), que deram o apoio logístico indispensável para a realização deste estudo.

À Estação Antártica Polonesa Henrik Arctowski e, em especial, aos pesquisadores e amigos Dariusz Zielinski (*in memoriam*) e Hendrik Korta, que auxiliaram na obtenção de alguns espécimens de peixes e anfípodas. Ao Dr. Claude de Broyer e equipe de Arctowski pela coleta de peixes da espécie *Ophthalmolycus amberensis*.

Aos pesquisadores dos projetos chefiados pelo Dr. Phan Van Ngan, do Instituto Oceanográfico da USP, e pela Dra. Therezinha Absher, do Centro de Estudos do Mar da UFPR, pela coleta de alguns invertebrados que foram utilizados nos experimentos.

Ao Professor Dr. Rodney Cavichioli, do Departamento de Zoologia da UFPR, pelo empréstimo de um microscópio estereoscópico utilizado neste trabalho.

Ao Departamento de Biologia Celular da UFPR e, particularmente, à Professora Dra. Maria Célia Jamur, ex-coordenadora e ao Professor Dr. Waldemiro Gremski, coordenador do Curso de Pós-Graduação em Morfologia.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR, na pessoa da Dra. Daura Regina Eiras-Stofella, e ao Centro de Microscopia Eletrônica da Escola Paulista de Medicina, especialmente à Dra. Edna Haapalainen e ao Eng. Flávio Paulo de Faria.

À Secirm (Marinha do Brasil) que tornou possível minha participação nas Expedições à Antártida.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. O AMBIENTE ANTÁRTICO.....	1
1.2. COMPORTAMENTO ALIMENTAR DOS PEIXES ANTÁRTICOS.....	4
1.3. ADAPTAÇÕES MORFOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO HÁBITO ALIMENTAR.....	13
2. OBJETIVOS	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1. LOCAL DE ESTUDO.....	24
3.2. MATERIAL BIOLÓGICO.....	25
3.2.1. Coleta dos peixes.....	26
a) Coleta através de Rede.....	26
b) Coleta através de Vara com Molinete.....	26
3.2.2. Coleta de organismos utilizados como alimento.....	27
3.3. ACLIMATAÇÃO.....	27
3.4. OBSERVAÇÃO DO COMPORTAMENTO ALIMENTAR.....	28
3.4.1. Oferecimento individual de um tipo de alimento.....	28
3.4.2. Oferecimento simultâneo de dois tipos de alimento.....	29
3.5. IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE E COLETA DAS PEÇAS PARA ESTUDO MORFOLÓGICO.....	30
3.6. MORFOMETRIA.....	30
3.6.1. Número de Rastros Branquiais.....	31
3.6.2. Espaçamento Entre os Rastros Branquiais.....	31
3.7. ANÁLISE DO CONTEÚDO ESTOMACAL.....	32
3.8. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.....	33

3.9. MICROSCOPIA DE LUZ.....	34
4. RESULTADOS	36
4.1. DESCRIÇÃO DO COMPORTAMENTO ALIMENTAR.....	36
4.2. OFERECIMENTO INDIVIDUAL DE ALIMENTO.....	37
4.2.1. Oferecimento de Presas Mortas.....	37
a) Pedacos de Peixe.....	37
b) Peixes Inteiros.....	38
c) Krill.....	38
d) Vermes.....	38
4.2.2. Oferecimento de Presas Vivas.....	39
a) Peixes.....	39
b) Anfipodas.....	41
c) Vermes.....	41
d) Ofiuróides.....	42
4.3. OFERECIMENTO SIMULTÂNEO DE DOIS TIPOS DE ALIMENTOS.....	42
4.3.1. Oferecimento Simultâneo de duas Presas Mortas.....	42
a) Pedacos de Peixe e Krill.....	42
4.3.2. Oferecimento Simultâneo de uma Presa Morta e Outra Viva.....	42
a) Pedacos de Peixe e Krill Vivo.....	42
b) Peixes Mortos e Krill Vivo.....	43
c) Anfipodas Vivos e Algas.....	44
d) Krill Vivo e Algas.....	44
4.3.3. Oferecimento Simultâneo de Duas Presas Vivas.....	44
a) Peixes e Krill.....	44
b) Peixes e Anfipodas.....	45
c) Krill e Anfipodas.....	45
d) Ofiuróides e Anfipodas.....	45
4.4. ANATOMIA GERAL DO APARATO BRANQUIAL FARÍNGEO.....	46
4.5. MORFOMETRIA.....	46

4.5.1. Comprimento dos Arcos Branquiais.....	46
4.5.2. Número de Rastros Branquiais.....	47
4.5.3. Espaçamento entre os Rastros Branquiais.....	49
4.6. TAMANHO DAS PRESAS PRESENTES NO CONTEÚDO ESTOMACAL.....	50
4.7. DESCRIÇÃO HISTOLÓGICA E DA SUPERFÍCIE DO APARATO	
BRANQUIAL FARÍNGEO.....	52
4.7.1. Barra Branquial.....	52
4.7.2. Rastros Branquiais sem Denticulos.....	54
4.7.3. Rastros Branquiais com Denticulos.....	56
5. DISCUSSÃO	86
6. CONCLUSÕES	103
ANEXO - TÉCNICAS DE PREPARO DAS SOLUÇÕES UTILIZADAS	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 : Mapas do Local de Estudo.....	60
FIGURA 2 : Material Biológico.....	61
FIGURA 3 : Coleta e Estocagem de Peixes.....	62
FIGURA 4 : Aparato Branquial Faríngeo.....	63
FIGURA 5 : Arcos Branquiais.....	64
FIGURA 6 : Número de Rastros sobre o Ceratobranquial.....	65
FIGURA 7 : Número de Rastros sobre o Epibranquial.....	66
FIGURA 8 : Número de Rastros Intervalo de 95% de Probabilidade em torno da Média.....	67
FIGURA 9 : Espaçamento Relativo entre os Rastros sobre o Ceratobranquial.....	68
FIGURA 10 : Espaçamento Relativo entre os Rastros sobre o Epibranquial.....	69
FIGURA 11 : Espaçamento entre os Rastros Intervalo de 95% de Probabilidade em torno da Média.....	70
FIGURA 12 : Tamanho Relativo das Presas Comparado ao Espaçamento entre os Rastros.....	71
FIGURA 13 : Arco Esquelético.....	72
FIGURA 14 : Superfície Faríngea da Barra Branquial.....	73
FIGURA 15 : Rastros sem Dentículos.....	74

FIGURA 16 : Rastros com Dentículos (I)	75
FIGURA 17 : Rastros com Dentículos (II)	76
FIGURA 18 : Dentículos	77
FIGURA 19 : Osso de Sustentação dos Dentículos	78
FIGURA 20 : Musculatura	79
FIGURA 21 : Epitélio de Revestimento	80
FIGURA 22 : Células Secretoras de Muco	81
FIGURA 23 : Estruturas Glandulares	82
FIGURA 24 : Botões Gustativos (I)	83
FIGURA 25 : Botões Gustativos (II)	84
FIGURA 26 : Presas Oferecidas a <i>N. neglecta</i> ou Encontradas em seu Estômago	85

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 : Alimentos Oferecidos Individualmente.....	29
TABELA 2 : Alimentos Oferecidos Simultaneamente.....	29
TABELA 3 : Tamanho dos Peixes Utilizados para Morfometria.....	46
TABELA 4 : Comprimento dos Ceratobranquiais em Relação ao Comprimento Padrão do Peixe.....	47
TABELA 5 : Número de Rastros Branquiais sobre o Ceratobranquial.....	48
TABELA 6 : Número de Rastros Branquiais sobre o Epibranquial.....	49
TABELA 7 : Espaçamento Relativo entre os Rastros do Ceratobranquial.....	49
TABELA 8 : Espaçamento Relativo entre os Rastros do Epibranquial.....	49
TABELA 9 : Presas mais Frequentes no Conteúdo Estomacal.....	51
TABELA 10 : Presas Frequentes Presentes em Menor Quantidade.....	52

RESUMO

A extrema variação no regime de luz existente na Antártida é responsável pela variação sazonal na disponibilidade de alimento. Para sobreviver nestas condições os peixes devem possuir mecanismos morfológicos e comportamentais capazes de lhes propiciar alternativas alimentares. O aparato branquial faríngeo é uma estrutura com grande variedade morfológica, possibilitando aos peixes ocupar diferentes nichos alimentares. Suas estruturas geralmente são altamente adaptadas, permitindo a filtração de pequenos organismos ou a apreensão de grandes presas. Dependendo do grau de especialização morfológica, a dieta do peixe pode ser extremamente especializada ou generalista. *Notothenia neglecta* é um peixe endêmico das regiões Antártica e Subantártica. É um carnívoro com um grande espectro dietético. A morfologia do aparato branquial faríngeo, o comportamento alimentar e o tamanho das presas encontradas no conteúdo estomacal desta espécie caracterizaram-no como um peixe piscívoro, que entretanto é também capaz de consumir pequenas presas. Rastros branquiais com denticulos viliformes afilados permitem a retenção da maioria das presas ágeis e escorregadias, como peixes. Rastros modificados, sem denticulos e flexíveis na fileira mais anterior, permitem a passagem de água da boca para a cavidade opercular durante a lenta ingestão de presas grandes, permitindo que o peixe continue respirando. No entanto, o espaçamento entre os rastros branquiais possibilita a retenção de organismos pequenos, como anfípodas, bivalves e gastrópodos, desde que sua menor medida seja maior que 0,17% do comprimento padrão do predador. Possui grande quantidade de células caliciformes. O muco produzido por estas células recobre as presas, protegendo a mucosa contra o atrito, agregando pequenos alimentos e facilitando a deglutição. Em *Notothenia neglecta* a alimentação não é um mecanismo passivo, mas depende da atuação de vários mecanismos de seleção integrados. Além da seleção realizada antes da captura, por diversas estruturas sensoriais, no aparato branquial faríngeo o alimento é selecionado quanto ao tamanho pelos rastros branquiais e quanto ao tipo pelos numerosos botões gustativos presentes nesta região. Estas características suprem esta espécie com mecanismos que permitem sua sobrevivência em um ambiente marcado pela flutuação na disponibilidade de alimento.

ABSTRACT

Extreme variation of the Antarctic light regime is responsible for seasonal changes in the food supply. To survive in such conditions, fish must have morphological and behavioural mechanisms leading to feeding alternatives. The morphological variability of the pharyngobranchial apparatus allows fish to occupy different alimentary niches. Their structures usually are highly adapted, allowing the filtration of small organisms or the apprehension of big preys. Depending on the degree of morphological specialisation the diet of fish may be extremely specialised or generalistic. *Notothenia neglecta* is an endemic species of the Antarctic and Sub-Antarctic regions. It is carnivorous and shows a great dietary spectrum. The morphology of the pharyngobranchial apparatus, the feeding behaviour and the size of the preys that are present in their stomach content characterise this species as piscivorous but also enable it to ingest small preys. Gill rakers with sharp villiform denticles allow the retention of fast and slippery fish. Gill rakers of the anterior row are modified. They are flexible and without denticles providing the flow of water from the mouth to the opercular cavity during the slow ingestion of larger preys allowing the fish to continue breathing. On the other hand the spaces between gill rakers make possible the retention of amphipods, bivalves and gastropods smaller than 0,17 % of the standard length of the predator. The great amount of goblet cells produce mucus that covers the preys with a smooth layer avoiding unnecessary scratching. The mucus also aggregates smaller food items and facilitates swallowing. In *Notothenia neglecta* feeding is not a passive act and depends on the interaction of different selection mechanisms. Besides the selection before capture, that depends on different sensorial structures, the food is selected also by the pharyngobranchial apparatus according to the size by the gill rakers and according to the type by the action of numerous taste buds that are in this region. These characteristics allow *N. neglecta* to survive in an environment where the food composition varies.

1. INTRODUÇÃO

1.1. O AMBIENTE ANTÁRTICO

Uma variedade de características do Oceano Antártico, única em combinação, tem certamente influenciado a adaptação evolutiva dos peixes nesta região (CLARKE, 1983 apud JOHNSTON et al., 1991). A moderna ictiofauna antártica é exclusivamente marinha e possui 1% das espécies de peixes do mundo em uma região correspondente a 10% dos oceanos, sendo menor e menos diversificada do que se poderia esperar, dada a considerável idade e grande área do ecossistema (EASTMAN, 1993). Como comparação, LLANO (1978) observou que a fauna de peixes antárticos é muito menos diversificada que a do Ártico (apud EASTMAN, 1985). Noventa e cinco por cento dos peixes existentes nesta região são endêmicos (KOCK, 1985b) e as adaptações que permitem sua existência neste ambiente têm sido amplamente estudadas.

O fator mais característico do ecossistema marinho antártico é a baixa temperatura da água. Contudo, é pouco provável que este parâmetro seja responsável pela pequena diversidade da ictiofauna, pois a diminuição da temperatura foi bastante gradativa ao longo da história geológica e atualmente é estável ao longo do ano (EASTMAN, 1993; KNOX, 1994). Além disso a baixa temperatura não é um fator limitante para os processos biossintéticos, visto que esta adaptação ocorreu em outros locais e em outras épocas (JOHNSTON et al., 1991).

O regime de luz é um dos principais fatores responsáveis pela escassez de alimento nas regiões polares (CLARKE, 1983 apud JOHNSTON et al., 1991). A luz exhibe flutuação marcada devido a diferenças na duração do dia ao longo do ano, influenciando grandemente a produtividade primária e, portanto, a biomassa (EASTMAN, 1993). A luz é também atenuada pela neve, pelo gelo e pelas comunidades microbiais existentes neste (SULLIVAN et al., 1984 apud EASTMAN, 1993).

De todas as águas oceânicas do mundo, as da Antártida possuem a maior densidade (KENNET, 1982 apud EASTMAN, 1993). A viscosidade chega a dobrar quando ocorre a formação de gelo a partir da água do mar (EASTMAN, 1991). Isto exige adaptações dos organismos aquáticos, principalmente no que se refere a flutuabilidade, natação, circulação sanguínea, percepção sensorial, ventilação branquial e filtração alimentar (EASTMAN,

grandes quantidades de crustáceos, são ausentes no Oceano Antártico. Os nichos para tais peixes são limitados pela baixa produtividade do ecossistema como um todo durante o inverno austral e devido ao alto custo energético exigido para natação contínua dos peixes filtradores em águas com alta viscosidade (EASTMAN, 1985).

Os peixes, em geral, ocupam as áreas mais rasas do Oceano Antártico (HUBOLD, 1985). Entretanto, enquanto a maior diversidade de espécies é encontrada entre 100-200 m em águas de regiões temperadas, no Oceano Antártico isto é observado entre 300-600 m de profundidade (DeWITT, 1971 apud EASTMAN, 1993). A presença física do gelo na água e a erosão que as plataformas de gelo terrestres provocam no fundo marinho têm sido um importante fator de adaptação evolutiva para os peixes (EASTMAN, 1993). Diferente do que ocorre nas comunidades costeiras boreais, em algumas regiões da Antártida uma âncora de gelo contínua à camada superficial de mar congelado cobre o assoalho marinho em profundidades menores que 33 m (DAYTON et al., 1970). Isto perturba física e biologicamente o fundo marinho e até mesmo impede a existência de habitats intertidais, normalmente utilizados por espécies bentônicas de águas rasas e, por conseguinte, limita ainda mais a probabilidade de diversificação entre os peixes (EASTMAN, 1993). Como resultado do peso e do desgaste provocado pela lâmina de gelo, a plataforma continental antártica adquiriu relevo bastante irregular e sua profundidade média é de cerca de 500 m, ou seja, duas vezes maior que a do Ártico e muitas vezes maior que as dos outros continentes, onde a profundidade média é de 130 m (ANDERSON, 1991 apud EASTMAN, 1993).

Até o final do Cretáceo, início do Terciário, a Plataforma Continental Antártica era rasa, contígua às dos demais continentes austrais, possuía águas quentes e com maior diversidade. Devido à deriva continental, flutuou para sua presente posição polar e foi isolada climática e biologicamente pelo estabelecimento de correntes oceânicas circumpolares, que originaram uma frente oceânica tempestuosa e bem definida, a Convergência Antártica (DI PRISCO et al., 1991). A separação do assoalho marinho extinguiu qualquer conexão com as outras plataformas (EASTMAN, 1993). Atualmente, em sua maior extensão, o Oceano Antártico possui entre 3000 e 5000 m de profundidade e é caracterizado por um sistema circumpolar de correntes e frentes hidrográficas que provocam um grande transporte de massas d'água entre leste e oeste, mas reduzem os mecanismos de troca na direção norte-sul acima de 1000 m na coluna d'água, estabelecendo

uma grande barreira para organismos pelágicos, exceto aves e mamíferos (EKAU, 1991). A distribuição de animais bentônicos é limitada pela borda formada pelas bacias profundas (EASTMAN, 1993).

Durante os últimos 25 milhões de anos os peixes permaneceram isolados ao sul da convergência, onde o esfriamento progressivo do ambiente tornou-se um importante fator, capaz de influenciar sua evolução (DI PRISCO et al., 1991). O isolamento hidrográfico e topográfico do Continente Antártico resultou em uma porcentagem muito grande de endemismo em diferentes grupos taxonômicos (EKAU, 1991). Pode-se citar a dominância em número e biomassa da subordem perciforme Notothenioidei, que representa 34,7% das espécies de peixes da região (GON e HEEMSTRA, 1990 apud EASTMAN, 1993) e na qual de 90 a 97% das espécies são endêmicas (EVERSON, 1984; EKAU, 1991; KOCK, 1985b, 1992; EASTMAN, 1993).

Hoje, os Nototeniídeos constituem um grupo de peixes com grande variedade morfológica (GON e HEEMSTRA, 1990 apud EASTMAN, 1993). Adaptaram-se bem às condições do Oceano Antártico e foram hábeis a ocupar um grande número de diferentes nichos ecológicos (EKAU, 1991; KOCK, 1992). Em outros lugares do mundo, o alto grau de variação na forma do corpo e ocupação de diferentes nichos entre espécies intimamente relacionadas é encontrado somente em ambientes extremamente isolados, tais como os grandes lagos africanos, ou habitats similares (EKAU, 1991). Em outros ecossistemas, os habitats principais para diversificação e aumento da biomassa dos peixes correspondem a estuários, recifes, zonas intertidais e plataformas continentais rasas (EASTMAN, 1993). Dada a indisponibilidade destes habitats, é surpreendente que as águas antárticas suportem tantas espécies costeiras, mas acredita-se que a diversificação foi possível devido à ausência de especialização trófica extrema e de competição, que possibilitou a utilização de uma variedade de habitats usualmente não preenchidos por peixes derivados de comunidades bentônicas (EASTMAN, 1993). Entretanto, ainda não está claro porque os Nototeniídeos adaptaram-se melhor ao ambiente gelado e isolado do que outros grupos (EASTMAN e GRANDE, 1989 apud EKAU, 1991). A hipótese sustentada por KIEST (1993) sugere que a tolerância dos Nototeniídeos às águas profundas propiciou refúgio durante a glaciação.

Os peixes deste grupo não possuem bexiga natatória e as espécies, em sua maioria, são demersais e sedentárias quando adultas (ANDRIASHEV, 1987 apud JOHNSTON et al., 1991). Cerca de 75% das espécies registradas, tanto em regiões profundas quanto

costeiras, são bentônicas (KOCK, 1992), confinadas a águas com menos de 1000 m de profundidade (DeWITT, 1971). As comunidades de peixes bentônicos são mais ricas e mais diversificadas que as de meia água (EASTMAN, 1985, 1993), provavelmente porque há uma maior variedade de alimento e micro habitats disponíveis para os peixes de fundo (ROBERTS, 1982 apud EASTMAN, 1985). A existência permanente de organismos pelágicos é prejudicada, ainda, pelas severas oscilações ambientais na cobertura de gelo, luz e produtividade (EASTMAN, 1993). Ainda assim, no sentido evolutivo, a meia água do Oceano Antártico é subtilizada pelos peixes e poderia suportar mais espécies (EASTMAN, 1985).

Os Nototeniídeos são usualmente mais densos que a água e, tipicamente, alimentam-se e desovam próximo ao substrato (KOCK, 1985b; EASTMAN, 1993). Embora não tenham bexiga natatória, há uma tendência para a especialização secundária de espécies pelágicas (KOCK, 1985b, 1992) e esta tendência pode ser influenciada por fatores tróficos, especialmente o krill antártico, *Euphausia superba* (PERMITIN, 1970). Muitos peixes antárticos bentônicos e bento-pelágicos são capazes de explorar a alta produtividade secundária durante os meses de verão, uma vez que eles são mais leves que outros teleósteos sem bexiga natatória (EASTMAN e DeVRIES, 1982). Em algumas espécies que se alimentam no fundo, a composição dietética tem sido usada para deduzir o nível vertical no qual ele se alimenta (CHAO e MUSICK, 1977).

1.2. COMPORTAMENTO ALIMENTAR DOS PEIXES ANTÁRTICOS

A família Nototheniidae é a maior (EVERSON, 1984) e mais diversificada família de Nototeniídeos em relação ao tamanho, à forma do corpo, ao habitat e à distribuição, sendo encontrada nas Regiões Antártica e Subantártica, bem como nas águas costeiras da Nova Zelândia e América do Sul (EASTMAN, 1993). TARGETT (1981) sugeriu que a evolução de diferentes nichos dentro de Nototheniidae deve ter contribuído para o sucesso da família em termos de número de espécies na maioria das comunidades bentônicas antárticas.

Crustáceos bentônicos, principalmente anfípodas, são as presas mais frequentemente capturadas pelos peixes antárticos (EVERSON, 1984; DANIELS, 1982), seguidos por poliquetas, isópodas, gastrópodas e bivalves, enquanto outros taxa são itens importantes na dieta apenas para espécies ou épocas do ano em particular (DANIELS 1982). No ecossistema antártico não é necessária uma fina divisão de recursos alimentares dentro do

habitat, pois a diversidade dos peixes é baixa e a competição presumivelmente pouco intensa (TARGETT, 1981).

Espécies coexistentes e ecologicamente similares tendem a evoluir no sentido de minimizar a competição interespecífica e, como a seleção aumenta as divergências ecológicas entre elas, a zona de sobreposição ecológica costuma ser reduzida (GUNN e MILWARD, 1985). Entretanto, o alto grau de similaridade de dietas observado entre espécies de peixes antárticos taxonomicamente próximas (ZARET e RAND, 1971; PERMITIN e TARVERDIYEVA, 1972, 1978; DANIELS, 1982; McKENNA, 1991), não necessariamente implica em competição interespecífica por alimento, mas sugere uma complexa estrutura trófica normalmente associada com comunidades de altas latitudes (CUSHING, 1975 apud DANIELS, 1982). Isto normalmente implica em partilha dos recursos (LAMMENS et al., 1987; McKENNA, 1991; FANTA et al., 1994), que pode tornar estável a coexistência de certas espécies (SCHOENER, 1974) e pode, inclusive, causar especiação (MATTSON, 1990). De um modo geral, competição ocorre apenas quando o recurso de uso comum é limitado (LARKIN, 1963).

Quando não há especialização extrema quanto à obtenção do alimento, diferentes espécies que utilizam a mesma fonte podem viver juntas sem que haja competição, que poderia estabelecer a posterior exclusão de uma ou outra espécie (FRYER, 1959). Além disso, mudanças de nicho (CROWDER, 1984), de habitat (AMUNDSEN, 1988) e de comportamento alimentar podem ocorrer para reduzir a competição quando o alimento usual é escasso (McKENNA, 1991; GUINEA e FERNANDEZ, 1992; FANTA et al., 1994), mas estas mudanças dependem da interrelação entre o risco de predação e a disponibilidade de presas (JOBBLING, 1995).

A adaptação ao tipo de presa e hábito alimentar é aparente, mesmo em nível de família. A família Nototheniidae mostra grande diversidade tanto na dieta, quanto no comportamento alimentar, mostrando-se menos especializada na escolha e no método de obtenção da presa que as demais famílias de Nototenióides (DANIELS 1982; KOCK, 1992). A diversidade na dieta e comportamento alimentar é maior entre os nototenídeos demersais e demerso-pelágicos, especialmente nas comunidades costeiras acima de 90 m de profundidade (BURCHETT et al., 1983).

A forma da nadadeira caudal (KRAMER, 1960 apud EKAU, 1991) e o comprimento do intestino (OJEDA, 1986) caracteriza os Nototenídeos como carnívoros de natação lenta (EKAU, 1991). Os representantes dessa família usam variações de quatro comportamentos alimentares básicos: predação de emboscada, sucção de lodo, pastejo e alimentação na coluna d'água (DANIELS, 1982). A predação de emboscada é provavelmente a estratégia mais frequentemente utilizada pelos peixes que se alimentam no fundo e caracteriza-se pelo hábito do peixe esperar imóvel, às vezes parcialmente enterrado, a aproximação de presas, capturando-as em seguida (KOCK, 1992). Peixes que utilizam alimentação de emboscada tendem a ser amplamente carnívoros e predam organismos relativamente grandes e móveis (DANIELS, 1982).

Vários autores observaram que a disponibilidade de presas varia de acordo com a época do ano em diversas regiões do mundo (EVERSON, 1970; GROSSMAN et al., 1986; BURCHETT, 1983; AMUNDSEN, 1988; CLARKE e NORTH, 1991). A oscilação sazonal de suprimento alimentar, notável em algumas áreas da Antártida (EASTMAN, 1993; McKENNA, 1991), e a necessidade de acumular energia de reserva durante o verão podem governar o padrão de atividade sazonal que caracteriza a fauna das altas latitudes (HUBOLD, 1991). A estrutura trófica das comunidades de peixes pode mudar em resposta aos eventos sazonais (McKENNA, 1991), pois os peixes são capazes de alterar o tipo de presa de acordo com a sua disponibilidade (LAGLER et al., 1962; CARVALHO, 1980; GROSSMAN et al., 1986; MORENO e ZAMORANO, 1980; LINKOWSKI et al., 1983; WHITE e BRUTON, 1983; McKENNA, 1991; MOORE e MOORE, 1976; EGGOLD e MOTTA, 1992; MEZA et al., 1993).

CASAUX et al. (1990) encontraram diferentes tipos de organismos no conteúdo estomacal de peixes antárticos ao longo do ano, indicando que o problema da disponibilidade variável é solucionado através de alterações nos hábitos alimentares.

O oportunismo dentro de um nicho alimentar definido é um fenômeno comum em peixes (MANN e ORR, 1968; KNOPPEL, 1970; MOORE e MOORE, 1976; WERNER e HALL, 1976). Nos nichos alimentares há um grau de flexibilidade dietética, que permite a utilização dos recursos mais abundantemente disponíveis (GUNN e MILWARD, 1985). Espécies que mostram altos graus de flexibilidade em seu repertório alimentar devem mostrar dietas mais amplas que as espécies menos flexíveis (LIEM, 1980). Como enfatizado por MAUÉS (1988), a variação sazonal da disponibilidade de alimento leva à modificação

do comportamento e do hábito alimentar. Em períodos de superabundância de alimento mesmo peixes pouco especializados nas estratégias de captura obterão sucesso (NORTON, 1991).

Peixes que habitam os mares da Noruega (68°08'N) e do Ártico apresentam segregação pronunciada quando o alimento é escasso, porém os nichos sobrepõem-se no início do verão como resultado de uma grande abundância de alimento nesta época do ano (SNORRASON et al., 1994). A especialização temporária geralmente visa as presas que são mais numerosas em determinadas épocas (MATTSON, 1990).

Em certas localidades do Oceano Antártico, peixes com hábitos oportunistas deixam seu nicho trófico usual para comer krill, quando ele está mais abundantemente disponível (EASTMAN, 1985; KOCK, 1985a, 1992). ARNAUD (1977) sugeriu que a existência de hábitos alimentares onívoros e oportunistas nos peixes antárticos representa um tipo de adaptação às condições polares, uma vez que uma alimentação não seletiva exige pouco gasto energético para a busca de alimento, constituindo uma importante economia de energia (apud MORENO e ZAMORANO, 1980). Diversos experimentos com peixes demonstraram que estes animais minimizam o gasto energético durante a alimentação (BONE et al., 1996).

O bentos é uma fonte alimentar sazonalmente estável e, teoricamente, disponível em todas as épocas do ano (CLARKE e NORTH, 1991; KOCK, 1992). Mas, se por um lado o bentos é razoavelmente diversificado em espécies devido à radiação adaptativa dentro das famílias (WHITE, 1984), em níveis taxonômicos mais altos o bentos é um pouco menos diverso na Antártida do que em outras partes do mundo. Por exemplo, ele é pobremente representado por decápodos, bivalves e gastrópodos (CLARKE e CRAME, 1989 apud EASTMAN, 1993). Além disso, em algumas áreas da Antártida o bentos consiste amplamente de organismos sésseis que em sua maioria não são comestíveis e são de pouco valor nutritivo, como esponjas, cracas, poliquetas sedentários, ouriços-do-mar, estrelas-do-mar, ofiuróides e aranhas-do-mar. Ademais, membros de alguns grupos possuem toxinas que os protegem contra predação, como esponjas, tunicados, nemertíneos, celenterados, equinodermos e moluscos (discutido por EASTMAN, 1993).

A importância do krill *Euphausia superba* na dieta de peixes Antárticos é bem conhecida (PERMITIN, 1970; PERMITIN e TAVERDIYEVA, 1972, TAVERDIYEVA e

PINSKAYA, 1980; KOCK 1985a; WILLIAMS, 1985; BARRERA-ORO e CASAUX, 1990; McKENNA, 1991). O krill desempenha um importante papel nas interações tróficas da ictiofauna do hemisfério sul, pois é a fonte de alimento principal para várias espécies e adicional para um grande número de peixes antárticos, subantárticos e subtropicais (PERMITIN, 1970). Embora o krill seja consumido principalmente por peixes pelágicos, quando são abundantes também é consumido por peixes demersais (BARRERA- ORO e CASAUX., 1990). Alguns autores acreditam que o krill migra para o fundo ocasionalmente, sendo consumido por oportunistas (TARGETT 1981); outros crêem que peixes demersais migram para a meia água para comer formas pelágicas (DANIELS 1982, DUHAMEL e HUREAU 1985, KOCK 1985a).

De acordo com SLOBODKIN (1961), um predador prudente é aquele que preda as espécies de presas mais comuns disponíveis no seu habitat, mas que pode mudar para uma presa alternativa quando a mais comum torna-se escassa (apud SHPIGEL e FISHELSON, 1989).

Notothenia neglecta, é uma espécie de nototenídeo amplamente distribuída e abundante nas águas rasas circum-antárticas (FISHER e HUREAU, 1985). Vive em profundidades de até 450 m (KOCK, 1989 apud BARRERA-ORO e CASAUX, 1990) e é a espécie dominante em águas rasas (EVERSON, 1984), sendo abundante nas profundidades entre 35 e 200 m nas zonas onde o mar congela sazonalmente (FISHER e HUREAU, 1985; KOCK, 1992). *In loco*, é frequentemente observado repousando entre as algas ou em abrigos (MORENO e ZAMORANO, 1980; ZUKOWSKI, 1980; DANIELS 1982; DANIELS e LIPS 1978; BURCHETT et al. 1983; BARRERA-ORO e CASAUX., 1990). A região de grande concentração de macroalgas onde esta espécie costuma ser encontrada corresponde à profundidade de 10 a 60 m e, apenas esporadicamente, exemplares grandes são encontrados em fundos rochosos destituídos de qualquer tipo de vegetal (ZUKOWSKI, 1980).

Possui mobilidade limitada, pois as presas encontradas em seu estômago possuem distribuição coincidente com a dos peixes (BARRERA-ORO e CASAUX, 1990). Isto corresponde com a sua constituição muscular, que o caracteriza como um peixe sedentário (JOHNSTON, 1989). Possui grande atividade nos períodos escuros, o que pode estar relacionado com o comportamento de suas presas bentônicas de grande atividade noturna (RICHARDSON, 1975; MORENO e ZAMORANO, 1980; BURCHETT, 1983; CASAUX

et al., 1990), ou com a necessidade de esconder-se de predadores, como aves e focas, durante o dia (MORENO e ZAMORANO, 1980). As observações de FANTA et al. (1990) demonstraram que durante o verão o comportamento e as necessidades energéticas de *N. neglecta* e outros peixes antárticos obedecem a um ritmo circadiano.

No final de maio ou em junho os peixes adultos dessa espécie migram para águas profundas para desovar (KOCK, 1989 apud KELLERMAN e SCHADWINKEL, 1991). Permanecem na forma de ovos epipelágicos de outubro a dezembro, quando então a larva eclode (KELLERMAN e SCHADWINKEL, 1991). Embora as formas juvenis sejam pelágicas (FISHER e HUREAU, 1985), os adultos desta espécie são demersais e são representantes típicos de predadores de emboscada durante grande parte do ano (DANIELS e LIPS, 1978; MORENO e ZAMORANO, 1980; DANIELS, 1982; CASAUX et al., 1990). Todavia, ocasionalmente alimentam-se na coluna d'água (SHOWERS et al. 1977, MORENO e ZAMORANO; 1980, DANIELS, 1982).

A dieta desta espécie varia de acordo com a estação do ano devido à flutuação na disponibilidade de recursos, sendo onívora com grande espectro dietético, tanto bentônico quanto pelágico e, ainda, o hábito alimentar varia com idade e tamanho dos indivíduos (BARRERA-ORO e CASAUX, 1990; CASAUX et al., 1990). Indivíduos da espécie *N. neglecta* comumente consomem presas de 5 a 10 taxa diferentes, sendo assim considerados generalistas (MORENO e ZAMORANO, 1980; DANIELS, 1982). De acordo com DANIELS (1982) generalistas tendem a ser oportunistas, comendo a presa disponível em maior quantidade. Os experimentos de JOHNSTON e BATTRAM (1993) mostraram que essa espécie é capaz de consumir quantidades semelhantes de alimento em todas as épocas do ano. Porém observou-se que, em seu ambiente natural, os estômagos dos indivíduos encontram-se mais cheios durante o verão, indicando que nesta época do ano sua alimentação é mais intensa (LINKOWISKI et al., 1983), não apenas devido a uma limitação do alimento no inverno, mas também devido a uma notável redução do apetite (JOHNSTON e BATTRAM, 1993). De acordo com CLARKE (1983), a taxa de crescimento lenta das espécies polares é resultado de uma combinação de baixas temperaturas e variações no suprimento alimentar, ligada às flutuações extremas na cobertura de gelo, duração do dia e produtividade primária (apud JOHNSTON et al., 1991).

Aparentemente, *N. neglecta* alimenta-se entre e sobre as algas e não diretamente no fundo, pois as presas selecionadas vivem sobre as algas (MORENO e ZAMORANO, 1980). As áreas com grande diversidade de macroalgas oferecem variados tipos de presas, bem como abrigos contra predadores (CASAUX et al. 1990) e, por isso, são locais muito utilizados pelos peixes (RICHARDSON, 1975; ZUKOWISKI, 1980; DUHAMEL, 1982; BURCHETT, 1983).

Os alimentos mais consumidos por *N. neglecta* em todas as épocas do ano são anfípodas gamarídeos (MORENO e ZAMORANO, 1980; LINKOWISKI et al., 1983; BARRERA-ORO e CASAUX, 1990; CASAUX et al., 1990). Algas, gastrópodos (LINKOWSKI et al., 1983; CASAUX et al., 1990) e peixes (DANIELS, 1982; LINKOWSKI et al., 1983) também são alimentos muito consumidos por esta espécie. Volumetricamente, o conteúdo estomacal de *N. neglecta* é representado principalmente por algas, peixes e anfípodas, sendo pobremente representado por outros grupos taxonômicos (DANIELS e LIPS, 1978).

Embora sejam um dos alimentos mais frequentes, as algas parecem ser um alimento secundário e sua ingestão pode ser acidental (BARRERA-ORO e CASAUX, 1990). Não obstante, DANIELS (1982) suporta a hipótese de que sua ingestão não é acidentalmente associada com consumo de gamarídeos, mas que são ativamente consumidas pelo peixe. Na opinião de BURCHETT et al. (1983), *N. neglecta* alimenta-se ativamente de macroalgas, que parecem ser um componente importante na dieta em certas épocas do ano na região das Ilhas Kerguelen e South Georgia.

Informações a respeito da alimentação de *N. neglecta* no outono, inverno e início da primavera, indicam intensa predação de bentos (ARNAUD e HUREAU 1966; HUREAU 1970; EVERSON, 1970; DANIELS 1982; CASAUX et al., 1990), representado principalmente por anfípodas gamarídeos (LINKOWISKI et al., 1983; BARRERA-ORO e CASAUX, 1990). Entre agosto e outubro há um pequeno aumento na frequência de algas, um aumento considerável em gastrópodos e bivalves e um grande aumento em poliquetas e peixes (LINKOWISKI et al., 1983; CASAUX et al., 1990). Há também uma maior ingestão de sedimentos (CASAUX et al., 1990), que ocorre possivelmente devido ao início do degelo e/ou pelo aumento de ingestão de presas bentônicas. Vários autores concordam que alguns tipos de detritos (BOWEN, 1983), conchas de foraminíferos (DANIELS e LIPS, 1978) e sedimentos não podem ser considerados como itens alimentares, pois não são

significativamente nutritivos (BOWEN, 1983) e entram no tubo digestivo juntamente com os organismos bentônicos que os peixes capturam (SESHAPPA e BHIMACHAR, 1955; KUTHALINGAM, 1957; DATTA e DAS, 1983; POWER, 1983; WHITE e BRUTON, 1983).

Durante o verão, quando há um aumento na produção secundária, formas demersais, como a *Notothenia neglecta* alimentam-se na coluna d'água (DUHAMEL e HUREAU, 1985), capturando peixes pelágicos e outros organismos móveis, tais como eufasídeos, pterópodos (DANIELS 1982), salpas e anfípodas hiperídeos (LINKOWSKI et al., 1983; CASAUX et al., 1990). Embora presas bentônicas continuem sendo predominantes, há um decréscimo na ingestão de poliquetas (CASAUX et al., 1990). Em termos de biomassa, há uma diminuição de anfípodas e peixes no verão em relação ao inverno (LINKOWSKI et al., 1983). A diminuição da frequência de consumo de gamarídeos no verão (CASAUX et al., 1990) pode ser devida ao aumento da disponibilidade de krill. Krill constitui um alimento de grande importância para esta espécie bentônica, principalmente durante o verão e início do outono, confirmando a variação sazonal em sua dieta (PERMITIN, 1970; PERMITIN e TARVERDIYEVA, 1978; BARRERA-ORO e CASAUX, 1990; CASAUX et al., 1990). MATTSON (1990) descreveu uma espécie de peixe demersal que vive próximo a latitude 58°N com hábitos muito semelhantes aos de *Notothenia neglecta* e que também alimenta-se de presas pelágicas na época de maior abundância.

TARVERDIYEVA e PINSKAYA (1980) observaram que nos meses de janeiro e fevereiro o conteúdo estomacal de indivíduos dessa espécie constitui-se em 100% de krill. Entretanto, LINKOWSKI et al. (1983) consideraram krill como um alimento secundário para *N. neglecta* capturados na Baía do Almirantado, devido a sua baixa frequência de ocorrência nos estômagos.

Comparando as presas ingeridas com as disponíveis no meio, pode-se concluir que essa espécie apresenta seletividade positiva para alguns organismos presentes no ambiente, incluindo organismos sésseis, aqueles com pouca mobilidade, espécies móveis e alguma infauna (BARRERA-ORO e CASAUX, 1990). Os hábitos das presas selecionadas indicam que *N. neglecta* tanto pode adotar a estratégia de emboscada, quanto alimentar-se ativamente (MORENO e ZAMORANO, 1980). É difícil explicar porque um tipo particular de presa é selecionado, contudo, o tamanho, mobilidade, tipo de fixação ao substrato,

atividade, digestibilidade e camuflagem da presa parecem ser fatores importantes (BARRERA-ORO e CASAUX et al., 1990).

Peixes de diferentes tamanhos mostram comportamentos alimentares distintos (JANSSEN, 1976). São raros os peixes especializados em uma categoria particular de alimento durante todo o seu ciclo de vida (JOBILING, 1995). O tamanho da presa aumenta e o número de espécies diminui à medida que o peixe cresce (MATTSON, 1990). Embora cresçam de milímetros a decímetros em um período de vários anos (WERNER e GILLIAM, 1984 apud LAMMENS et al., 1987), a maioria dos peixes altera a forma de usar os recursos e consequentemente ocupam diferentes nichos durante seus estágios de vida (HUH e KITTING, 1985; KEAST, 1985; LAMMENS et al., 1987 ; CASAUX et al., 1990; MATTSON, 1990; EGGOLD e MOTTA, 1992; KOCK, 1992).

A fim de coexistirem, é necessário reduzir a sobreposição alimentar através da partição dos recursos ou pela segregação do habitat (LAMMENS et al., 1987). Mudanças ontogenéticas na dieta, nas quais os peixes que utilizavam recursos alimentares planctônicos passam a utilizar recursos bentônicos e epibentônicos podem indicar algum partilhamento da coluna d'água (GUNN e MILWARD, 1985) e podem estar relacionadas com alterações na morfologia (LAMMENS et al., 1987). À medida que o peixe cresce, sua capacidade de captura, manuseio e ingestão de presas móveis aumenta, permitindo um variabilidade adicional na dieta (KEENLEYSIDE, 1979). A rápida seleção através de mudanças nos caracteres morfológicos certamente é possível em ambientes rigorosos (BOAG e GRANT, 1981).

De acordo com CASAUX et al. (1990), a dieta de *N. neglecta* varia de acordo com o tamanho do predador, ou seja, peixes maiores consomem presas maiores, tendendo a alimentar-se cada vez mais de peixes e menos de camarões à medida que aumentam de tamanho. Krill é um alimento importante para todas as categorias de tamanho de peixe desta espécie, enquanto que algas são um alimento importante apenas para peixes menores que 28 cm e camarões são o alimento principal apenas para peixes entre 28 e 38 cm, sendo secundário para as outras categorias de tamanho (BARRERA-ORO e CASAUX, 1990). Para peixes antárticos, em geral o consumo de krill diminui com o aumento do tamanho do peixe (KOCK, 1985a). DATTA e DAS (1983) observaram que em peixes da família Cynoglossidae o índice de anfípodas e poliquetas presentes na dieta diminui à medida que o peixe cresce, até tornarem-se ausentes, enquanto que a quantidade de outros crustáceos e

moluscos aumenta. MARTINEZ-PALACIOS e ROSS (1988) observaram que em ciclídeos os peixes maiores tendem a ter uma faixa mais limitada de presas e uma quantidade menor de vegetais na dieta.

1.3. ADAPTAÇÕES MORFOLÓGICAS EM RELAÇÃO AO HÁBITO ALIMENTAR

A morfologia de um organismo geralmente pode ser considerada como um reflexo das pressões ecológicas exercidas sobre ele (DELBEEK e WILLIAMS, 1987). Os peixes, mais que outros vertebrados, respondem prontamente à complexidade ambiental devido à flexibilidade do tamanho do corpo, taxa de crescimento e biologia (SNORRASON et al., 1994). Limitações morfológicas impõem diferentes comportamentos alimentares (CHAO e MUSICK, 1977; NORTON, 1991). Assim, é possível correlacionar adaptações morfológicas com condições ecológicas (WIENS e ROTENBERRY, 1980; CARVALHO, 1980; NORTON, 1991), tais como habitat, hábitos alimentares e composição da dieta (KEAST e WEBB, 1966; ALEXANDER, 1970; MOYLE e SENANAYAKE, 1984; GUNN e MILWARD, 1985; SAZIMA e CAMASHI, 1989; MATTSON, 1990; GUINEA e FERNANDEZ, 1992; MOODIE, 1985).

Frequentemente, diferenças morfológicas têm sido relacionadas com as diferentes maneiras com que as espécies de peixes coexistentes utilizam os recursos e, assim, tornam-se ferramentas úteis para determinar a estrutura de uma comunidade (KEAST e WEBB, 1966; PAINE et al., 1982; WERNER, 1977, 1979; WERNER e HALL, 1976). O significado e a frequência com que o krill ocorre na dieta dos peixes antárticos depende do grau de adaptação morfológica de diferentes espécies para o seu consumo (PERMITIN, 1970). Espécies intimamente relacionadas podem usar diferentes comportamentos alimentares para a mesma fonte de alimento (KEENLEYSIDE, 1979).

Morfologia e comportamento especializados usados durante a manipulação da presa podem prover alguns predadores com recursos alimentares que não são disponíveis para outras espécies intimamente relacionadas (NORTON, 1988). Quando comparados aos especialistas, peixes generalistas mostram menos características anatômicas que podem ser associadas à captura de alimento (GRATIVOL e MENIN, 1992). Entretanto, a especialização extrema é rara (MOODIE, 1985) e mais restrita a peixes das altas latitudes

no Hemisfério Norte, onde se encontram comedores de escamas, nadadeiras e olhos, bem como peixes hematófagos (ROBERTS, 1972).

O alimento é um dos fatores determinantes da ecologia, morfologia, fisiologia e comportamento de um peixe (PERMITIN e TARVERDIYEVA, 1972). A alimentação de um animal depende mais do tamanho e natureza do alimento do que de sua taxonomia ou nível de organização (WITHERS, 1992). O tipo de presa é considerado de acordo com o desafio funcional que apresenta para o predador (NORTON, 1991). Deste modo, a natureza física do alimento determina o tipo de aparato para coleta necessário para otimizar sua aquisição (WITHERS, 1992). Características anatômicas do aparelho digestivo podem indicar o hábito alimentar de um peixe (GRATIVOL e MENIN, 1992), pois a relação entre a natureza do alimento e a estrutura e função do trato digestivo é íntima (WITHERS, 1992). O conhecimento específico da morfologia funcional dos órgãos relacionados com alimentação podem ser úteis para a caracterização de diferentes tipos de presas (MATTSON, 1990).

De acordo com GATZ (1979), os fatores que diferenciam as dietas são, em primeiro lugar o tamanho da presa e, em segundo lugar, a sua distribuição vertical. Se o tamanho da presa exerce uma pressão seletiva significativa, as características morfológicas diretamente relacionadas com o manuseio de presas de diferentes tamanhos, devem ser mais intensamente modificadas pela seleção direcional, operando mais fortemente nas características responsáveis pela obtenção de partículas de diferentes tamanhos (LAVIN e McPHAIL, 1987).

As diferenças comportamentais observadas no decorrer da alimentação de algumas espécies de peixes podem ser relacionadas a diferenças nas estruturas orais e branquiais (SAZIMA e CAMASHI, 1989). A boca, a cavidade bucal e a faringe estão associadas com sucção, captura, orientação e preparação pré-digestiva do alimento. Portanto, a forma e a posição da boca (CHAO e MUSICK, 1977; LAMMENS et al., 1987; LAVIN e McPHAIL, 1987), as dentições oral e faríngea (CHAO e MUSICK, 1977; LAMMENS et al., 1987) e a estrutura do aparato de rastros branquiais (CHAO e MUSICK, 1977; CARVALHO, 1980; LAMMENS et al., 1987; LAVIN e McPHAIL, 1987; AMUNDSEN, 1988) mostram uma estreita relação com a forma de alimentação e o tipo de alimento.

A máxima distensibilidade da boca (MAGNUSON e HEITZ, 1971; OCCHI e OLIVEIROS, 1974) e a morfologia dos rastros branquiais constituem limites para a diversidade de tamanhos dos alimentos (MAGNUSON e HEITZ, 1971; DELBEEK e WILLIAMS, 1987). Contudo, o comportamento alimentar pode ampliar a composição da dieta através de estratégias que suprem a falta de adaptação morfológica (OCCHI e OLIVEIROS, 1974; LIEM, 1980; GEHRKE, 1988; NORTON, 1991; EGGOLD e MOTTA, 1992; GRATIVOL e MENIN, 1992). Para YASUDA (1960) o órgão mais importante para a alimentação e que limita o tamanho da presa de peixes planctófagos é a estrutura branquial, enquanto que para peixes carnívoros a principal estrutura é a boca do predador.

Os rastros branquiais estão presentes na maioria dos teleósteos. São processos que projetam-se na região faríngea dos arcos branquiais como dentes de um pente, evitando o escape de alimento através das fendas branquiais juntamente com a água da corrente respiratória (LAGLER et al., 1962; ALEXANDER, 1970; HOSSLER et al., 1986). Além disso, protegem os delicados filamentos respiratórios da abrasão que materiais ingeridos podem causar (LAGLER et al., 1962; CAMPANNA et al., 1974; HOSSLER et al., 1986; WITHERS, 1992). Esta função dual é aparentemente aumentada pela complexidade das estruturas (CAMPANNA et al., 1974; PAYUSOVA e KORESHKOVA, 1974).

De um modo geral, os peixes possuem duas fileiras de rastros em cada arco branquial (ALEXANDER, 1970; OCCHI e OLIVEIROS, 1974). Contudo há exceções, como exemplo, os Salmonídeos que possuem apenas uma fileira de rastros por arco (LANGERLAND e NOST, 1995)

O posicionamento dos rastros anteriores e posteriores de arcos branquiais adjacentes permite a sua justaposição, fazendo com que se interdigitem quando os arcos estão próximos, formando uma vedação firme entre as cavidades faríngea e opercular (ALEXANDER, 1970; MUNSHI, et al., 1984; HOSSLER et al., 1986; GIBSON, 1988). A vedação é essencial para a formação de uma pressão negativa na cavidade faríngea durante a sucção para a alimentação (LAUDER, 1983b).

Além disso, os rastros de arcos branquiais adjacentes encaixam-se uns aos outros, formando uma estrutura semelhante a uma peneira capaz de reter alimentos contidos na água inalada (MUNSHI et al., 1984; HOURIGAN et al., 1989; LANGERLAND e NOST,

1995). O número e a estrutura dos rastros branquiais pode variar consideravelmente, desde poucos e pequenos tubérculos até complexas redes de numerosos rastros (NIKOLSKY, 1963; EIRAS-STOFELLA, 1994). A capacidade de filtração do aparato branquial aumenta em alguns peixes com o aparecimento de vários tipos de ornamentações, espessamentos processos transversais aos rastros, espinhos, denticulos ou dentes (discutido por PAYUSOVA e KORESHKOVA, 1974). Pontes transversais na superfície superior dos arcos branquiais podem formar um sistema de canais que parece reter as partículas de alimento (LANGERLAND e NOST, 1995). Estruturas mais complexas possibilitam a ingestão de diferentes tipos de alimento. Por exemplo, rastros ramificados, formando um tipo de grade ajudam a reter o alimento mais fino. (PAYUSOVA e KORESHKOVA, 1974). Em alguns peixes, os rastros formam uma rede bidimensional mas, em outros, os rastros dorsais e ventrais de arcos branquiais agudamente curvados se entrelaçam para formar uma estrutura filtradora tridimensional (BOWEN, 1983).

É possível que partículas cujas dimensões sejam maiores que os espaços entre os rastros sejam retidas passivamente (GALBRAITH, 1967; GIBSON, 1988; SMITH, 1989; GUINEA e FERNANDEZ, 1992), permitindo ao peixe selecionar o alimento quanto ao tamanho (MUNSHI et al., 1984). GATZ (1979) destacou que o número, o tamanho e o espaçamento entre os rastros branquiais implicam na seleção dietética de um peixe. Outros autores acreditam que este mecanismo não é meramente mecânico (GALBRAITH, 1967; SANDLUND et al., 1987). Elementos sensoriais e mecânicos funcionam simultaneamente nesta região (GUINEA e FERNANDEZ, 1992), permitindo que haja também seleção quanto ao tipo do alimento. De acordo com FANTA et al. (1994), os botões gustativos presente na região faríngea dos arcos branquiais, juntamente com estruturas de outros órgãos, desempenham um importante papel na detecção de alimento e percepção da presença de outros peixes no ambiente.

Assumindo-se que os rastros operam como peneiras passivas, a eficiência de retenção de presas pode ser estimada a partir dos espaços interrastros (DRENNER et al., 1978). O menor espaçamento entre os dentes dos rastros determina o tamanho mínimo da presa que pode ser consumida (O'BRIEN, 1987 apud LANGERLAND e NOST, 1995). Não obstante, os estudos de KLIEWER (1970) indicaram não haver correlação entre o espaço absoluto dos rastros e o tamanho do alimento. LANGERLAND e NOST (1995)

ênfatazaram que os peixes podem se alimentar dos mesmos tipos de presa a despeito de grandes diferenças no espaçamento dos rastros branquiais.

Diferenças morfológicas das estruturas faringobranquiais existentes entre várias espécies levam a importantes implicações funcionais (CLEMENTS e BELLWOOD, 1988), que permitem uma variedade de adaptações estruturais a diferentes substratos e permitem a exploração de várias fontes de alimentação (CAMPANNA et al., 1974). Essas especializações ocorrem em resposta a pressões seletivas e à plasticidade da estrutura faríngea em Teleósteos, permitindo diversificações neste vasto grupo zoológico (CAMPANNA et al., 1974; GUINEA e FERNANDEZ, 1992).

Embora peixes com hábitos alimentares idênticos possam possuir rastros branquiais muito diferentes (KHANNA e MEHROTRA, 1970), a morfologia da região faríngea (MUNSHI et al., 1984) e, em especial, dos rastros branquiais (KHANNA e MEHROTRA, 1970; MAGNUSON e HEITZ, 1971; DURBIN, 1979; DELBEEK e WILLIAMS, 1987) pode indicar os hábitos alimentares dos peixes. GEEVARGHESE (1983) destaca que a estrutura e a morfologia dos rastros branquiais anteriores do primeiro arco branquial mostram importante relação com o alimento dos peixes. Estes rastros frequentemente são maiores que os das demais fileiras (IWAL, 1963; CARVALHO, 1980; HOURIGAN et al., 1989; MEZA et al., 1993). Diferenças no número e morfologia dos rastros branquiais estão relacionadas com diferenças na forma de utilização e no tipo de alimento dos peixes (PAYUSOVA e KORESHKOVA, 1974). DELBEEK e WILLIAMS (1987) salientaram que quanto menor o número de rastros, maiores as presas usualmente consumidas.

Geralmente, os peixes carnívoros possuem rastros branquiais curtos e achatados (MUNSHI et al. 1984; MARTINEZ-PALACIOS e ROSS, 1988) que raspam e esmagam os alimentos, ou ainda são ausentes (KHANNA e MEHROTRA, 1970). Os rastros dos piscívoros são muito fortes e espaçados entre si (MOYLE e CECH, 1982) e tendem a ser verdadeiramente ósseos ou possuir dentes afiados, que constituem uma forte barreira contra o escape de suas presas muito ativas e escorregadias (KHANNA e MEHROTRA, 1970; MOYLE e CECH, 1982; GEEVARGHESE, 1983), evitando dano aos filamentos respiratórios e auxiliando a promover a descamação dos peixes que serão ingeridos (MOYLE e CECH, 1982). Os rastros em forma de folha dos peixes piscívoros e insetívoros são modificados para controlar a abertura inalante na câmara supra branquial (MUNSHI, 1968), provavelmente para que a respiração do peixe não seja prejudicada enquanto ele

ingere uma presa muito grande. Peixes que se alimentam de esponjas também possuem rastros relativamente curtos com numerosos espinhos ou processos laterais (HOURIGAN et al., 1989). Espécies que se alimentam de moluscos apresentam rastros menores e menos resistentes (MOYLE e CECH, 1982).

Os rastros dos bentófagos ou predadores de grandes presas são bem espaçados (NILSSON, 1958, BODALY, 1979; AMUNDSEN, 1988) curtos e pouco numerosos (BENTZEN e McPHAIL, 1984).

Rastros branquiais em onívoros costumam ser pouco numerosos (MAGNUSON e HEITZ, 1971; DURBIN, 1979), curtos (LAGLER et al., 1962; MAGNUSON e HEITZ, 1971), espessos e não ornamentados (LAGLER et al., 1962). Porém, mesmo entre onívoros a estrutura dos rastros branquiais pode variar (AL-HUSSAINI e KHOLY, 1953 apud GRATIVOL e MENIN, 1992). Onívoros com dominância de crustáceos em sua dieta possuem rastros representados por processos achatados e musculares, sustentados internamente por um eixo ósseo, que evitam o escape da presa (GEEVARGHESE, 1983).

Herbívoros possuem rastros constituídos por processos musculares, sem sustentação óssea interna (GEEVARGHESE, 1983).

Peixes que se alimentam de detritos possuem rastros pequenos, lateralmente expandidos e com espaçamento tão pequeno entre si que evitam a passagem de quase tudo exceto a água. Sua função é proteger as brânquias de danos a que estão sujeitos os peixes com este tipo de alimentação (MUNSHI et al. 1984).

A presença de rastros branquiais numerosos, longos, finos e pouco espaçados funcionando de modo semelhante a uma peneira, freqüentemente caracteriza uma espécie como planctófaga (NILSSON, 1958; LAGLER et al., 1962; NIKOLSKY, 1963; MAGNUSON e HEITZ, 1971; BODALY, 1979; HOAR et al., 1979; MOYLE e CECH, 1982; AMUNDSEN, 1988; LANGERLAND e NOST, 1995). Peixes que possuem rastros deste tipo e sem dentes comumente alimentam-se de zooplâncton (CARVALHO, 1980; MOYLE e CECH, 1982). Por outro lado, muitas vezes os rastros branquiais dos fitoplanctófagos são variadamente lamelados ou ornamentados. Quando os processos laterais de rastros adjacentes se sobrepõem é formada uma peneira que pode aumentar muito a eficiência da filtração (LAGLER et al., 1962). Nesses peixes, rastros de tipos

diferentes podem formar um ângulo de 120° entre si, tornando a peneira completa e ainda mais eficiente (MUNSHI et al. 1984).

O número de rastros branquiais é um caráter hereditário razoavelmente estável e de grande importância taxonômica (BAIEY e SMITH, 1981). O aparato mandibular faríngeo de peixes teleósteos tem tido particular importância como fonte de informação para análise filogenética (LAUDER, 1983a). Em ciclídeos, o desenvolvimento de diversos tipos de aparatos faríngeos é considerado uma inovação em sua evolução explosiva para nichos e habitats alimentares amplamente diferentes (GUNN e MILWARD, 1985). Não fica claro se esta estrutura constitui uma vantagem considerável para a colonização de novos habitats, mas, de qualquer forma, a presença de tais estruturas modificadas representa um momento importante na história evolutiva, uma vez que localiza os peixes em nichos especializados (CAMPANNA et al., 1974). Acredita-se que, ao longo da evolução, a quantidade de rastros branquiais é alterada para preencher os nichos disponíveis (LINDSEY, 1981). Como exemplo, as diferenças distintivas na distribuição de rastros entre *Coregonus* sp. bentônicos e pelágicos indicam forte segregação reprodutiva entre as duas populações (AMUNDSEN, 1988). Alguns autores sugerem que as preferências alimentares também são hereditárias (BERGSTRAND, 1982 apud AMUNDSEN, 1988) e estão relacionadas com o número de rastros branquiais (SVÄRDSON, 1952 apud AMUNDSEN, 1988).

A morfologia dos rastros branquiais e de outras características merísticas, como o número de vértebras, são indubitavelmente influenciadas por mudanças no ambiente (GABRIEL, 1944; LINDSEY, 1954; BARLOW, 1961; LINDSEY, 1981; TODD et al., 1981) e por diferenças genéticas entre as comunidades (VERNON 1957, BARLOW 1961; IKUSEMIJU, 1975; McPHAIL 1984 ; BEACHAM, 1985). Um fenótipo merístico individual pode ser modificado por fatores ambientais durante a incubação (GABRIEL, 1944; TANING, 1952; BARLOW, 1961, KWAIN, 1975; BRAGA, 1982; BEACHAM, 1985). O número de rastros também é influenciado pelo estado fisiológico intrínseco, o desenvolvimento do processo reprodutivo (BRAGA, 1982), as variações de salinidade (IKUSEMIJU, 1975), a taxa de crescimento, a idade, o tamanho do peixe e o habitat do peixe (KANEP, 1971 apud VOSTRADOVSKY et al., 1988). O número de elementos de cada caráter merístico é determinado pela taxa de desenvolvimento do embrião, pois, quando o tempo de desenvolvimento é maior — por exemplo, quando a temperatura ambiental é mais baixa que o normal —, ocorre a produção de grande número de elementos

das características merísticas (BEACHAM, 1985). Nototenídeos do estreito de McMurdo, na Antártida exibem menor variação nas características merísticas, que peixes que habitam águas temperadas e da região ártica, possivelmente devido à temperatura estável ao longo de todo o ano naquela região (EASTMAN, 1983). Entretanto, o número de rastros branquiais em peixes sexualmente maduros não depende do sexo, idade e região habitada (PAYUSOVA e KORESHKOVA, 1974). Não obstante, DELBEEK e WILLIAMS (1987) tenham encontrado dimorfismo sexual em relação ao número de rastros em algumas espécies de peixes, o significado ecológico deste fenômeno não é conhecido.

Pequenas variações no número de rastros tem sido frequentemente atribuídas à seleção natural ou artificial (BAIEY e SMITH, 1981; CROWDER, 1984). Indivíduos da mesma espécie que habitam diferentes regiões geográficas, frequentemente se alimentam de itens distintos (GEEVARGHESE, 1983) e apresentam variação no número de rastros, sugerindo uma utilização diferencial do substrato, mesmo quando não há especificidade na alimentação (BRAGA, 1982). Peixes da mesma espécie que habitam água doce e marinha apresentam diferenças no número de rastros (DELBEEK e WILLIAMS, 1987). O número de rastros branquiais geralmente aumenta com a distância que a população se encontra do equador (HUBBS 1926; TANING, 1952).

Características merísticas e morfométricas, como o número de rastros, são usadas para determinar a variação entre duas populações da mesma espécie com distribuição diferente (NIKOLSKY, 1963; IKUSEMIJU, 1975; AMUNDSEN, 1988) e o quanto estas devem ter sido afetadas por fatores ecológicos (IKUSEMIJU, 1975). Estas diferenças podem ser grandes o suficiente para identificar o peixe de acordo com o continente de origem (BEACHAM, 1985).

Em certas espécies, o número de rastros é independente do comprimento do peixe (LANDRUM e DARK 1968), bem como do sexo (BEACHAM, 1985), entretanto há uma correlação positiva com a latitude e uma variação anual significativa (BEACHAM, 1985). Em outras podem ocorrer variações morfológicas na região faríngea das brânquias de peixes em diversas fases de desenvolvimento, já que os hábitos alimentares dos juvenis podem ser diferentes dos adultos (NIKOLSKY, 1963; MOYLE e CECH, 1982; BRAGA, 1982). Em muitos peixes, o número de rastros branquiais aumenta à medida que o peixe cresce (CARVALHO, 1980; BRAGA, 1982; HOSSLER et al. 1986; EIRAS-STOFELLA, 1994), mas o espaço entre eles permanece constante (CARVALHO, 1980). Em algumas espécies,

a proporção do espaçamento dos rastros diminui à medida que o peixe cresce (GALBRAITH, 1967; EGGOLD e MOTTA, 1992) e em outras, o espaçamento e o tamanho dos rastros aumenta com o crescimento do peixe (LANGERLAND e NOST, 1995). Se a retenção do alimento dependesse de uma função apenas passiva dos rastros branquiais, a variação do espaçamento impediria a retenção de presas do mesmo tamanho por peixes grandes e pequenos. Entretanto, as pesquisas de LANGERLAND e NOST (1995) demonstraram que nem sempre isto ocorre, exigindo a consideração de outros mecanismos de retenção.

O comportamento alimentar e a morfologia das estruturas envolvidas na alimentação de peixes antárticos têm sido pouco estudados. Tais investigações podem colaborar para a compreensão do papel de cada espécie dentro das cadeias tróficas e da sua capacidade de adaptação, para avaliar as possibilidades de sobrevivência após possíveis alterações antrópicas do equilíbrio ambiental.

O estudo da biologia e, em particular, da natureza do alimento dos peixes em águas da Região Antártica adquiriu particular importância em conexão com o desenvolvimento da pesca nesta região (TARVERDIYEVA e PINSKAYA, 1980). As grandes quantidades de biomassa, representadas por krill, baleias, focas, pinguins e peixes atraem o interesse econômico para o Oceano Antártico (HUBOLD, 1985). Contudo, a pesca nesta região tem sido controlada pela CCAMLR (Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources) e, em comparação com as águas da plataforma boreal e subártica, as quantidades de peixes capturados na Antártida são baixas (KOCK, 1992). Cerca de 100 a 120 kt de peixes são pescadas anualmente naquela região (HUBOLD, 1985; KOCK, 1992), mas esses números tendem a crescer de acordo com o desenvolvimento econômico dos países envolvidos nessas atividades (KOCK, 1992).

Mesmo assim, as comunidades de peixes de certas regiões da Antártida têm apresentado diminuição dos estoques, possivelmente em resposta à pressão causada pela pesca que tem sido realizada nas últimas duas décadas (McKENNA e SAILA, 1991). Além disso, o consumo de krill por peixes Nototeniídeos da Antártida tem sido reduzido substancialmente devido à sua grande diminuição no curso da exploração em larga escala nos anos recentes (KOCK, 1985b).

De acordo com McKENNA (1991), a remoção seletiva de espécies do ambiente através da pesca pode afetar as comunidades de peixes demersais, pois presas de predadores removidos seriam beneficiadas pela redução da predação. Ademais, um competidor poderia aumentar a fecundidade se outro fosse removido (BEDDINGTON e MAY, 1982). Contudo, é difícil prever a resposta da comunidade sem mais dados sobre a biologia e a dinâmica sazonal destes peixes e suas presas (McKENNA, 1991).

Equilibrar as necessidades ecológicas com os desejos econômicos é a tarefa mais importante da política antártica hoje, sendo que os cientistas devem fornecer as informações necessárias para as decisões administrativas (SKORA e SOSINSKI, 1983; HUBOLD, 1985). O estudo das variações naturais no ecossistema antártico é indispensável para a determinação de tendências a longo prazo, constituindo a base para introduzir princípios razoáveis de proteção ambiental (RAKUSA-SUSZCZEWSKI, 1993). Para administrar efetivamente os estoques de peixes, é necessário entender o impacto da pesca sobre as comunidades. Isto inclui o entendimento das relações interespecíficas entre peixes e destes com outros organismos de seu ambiente (McKENNA, 1991). O conhecimento das relações tróficas é necessário para descrever estes elos ecológicos (discutido por McKENNA, 1991).

A maioria dos peixes valiosos comercialmente pertencem às famílias Nototheniidae e Chaenichthyidae e são geralmente formas bentônicas sedentárias (TARGETT 1981). Estes peixes possuem vida longa, fecundidade baixa e geralmente crescem mais lentamente que outros peixes de águas frias (EVERSON, 1977 apud McKENNA e SAILA, 1991).

N. neglecta, embora não explorada comercialmente, é considerada potencialmente importante para pesca costeira (FISHER e HUREAU, 1985). O estudo de seu comportamento alimentar e das estruturas envolvidas na sua alimentação podem revelar as possíveis alternativas morfológicas e comportamentais que possibilitem sua sobrevivência em um ambiente com grande variação na composição de alimento. Pode mostrar ainda se esta espécie está apta a mudanças de hábito e nicho para compensar desequilíbrios dentro da estrutura das comunidades de peixes e de animais usualmente incluídos em sua dieta devido às atividades humanas. Com isso poder-se-á prever as consequências do aumento ou diminuição de populações dessa espécie de peixe, que, de acordo com BARRERA-ORO e CASAUX (1990), possui importante papel na regulação da biomassa e diversidade da comunidade bentônica da costa antártica, devido à sua seletividade alimentar.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL:

Estabelecer uma relação ecomorfológica do aparato branquial faríngeo do peixe antártico *Notothenia neglecta* com o seu hábito alimentar e o nicho ecológico que ocupa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Estudar o comportamento alimentar intraespecífico de exemplares adultos de *Notothenia neglecta* em cativeiro, analisando as estratégias de captura e o sucesso na apreensão de diversos tipos de alimento oferecidos individual e simultaneamente.
2. Descrever a anatomia do aparato branquial faríngeo, bem como as estruturas, tecidos e tipos celulares existentes neste órgão, identificando sua função na apreensão e deglutição do alimento.
3. Estabelecer relações entre a anatomia do aparato branquial e o tamanho dos organismos existentes no conteúdo estomacal dos exemplares, a fim de determinar se esta estrutura está relacionada com seleção de alimento por tamanho nesta espécie.
4. Verificar se ocorre seleção de alimento quanto ao tipo na cavidade bucofaríngea, e quais são as características e a localização das estruturas responsáveis por esta função no aparato branquial faríngeo

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. LOCAL DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado com peixes adultos da espécie *Notothenia neglecta* coletados na Baía do Almirantado. Esta baía é um vale pós glacial aberto para o Estreito de Bransfield no lado sul da Ilha Rei George, no Arquipélago das Shetlands do Sul, na Antártida (RAKUSA-SUSZCZEWSKI, 1993) (Fig. 1). Possui natureza de fiorde com área superficial de 122,08 Km² (KULESK, 1994) e profundidade máxima de 530-540 m (SKORA e NEYELOV, 1992; KULESK, 1994). Localiza-se na latitude 62°05'S e longitude 58°23,5'W. A temperatura média da coluna d'água como um todo é de +0,4° C, sendo que a variação anual é de -1,70 a +2,00° C na superfície e de -1,10 a +0,28° C a 400 m de profundidade (KULESK, 1994).

Foram registradas de 35 a 40 espécies de peixes na Baía do Almirantado (LINKOWSKI et al., 1983; SKORA e NEYELOV, 1992), sendo que das dez famílias encontradas, Nototheniidae e Chaenichthyidae apresentam maior variedade (LINKOWSKI et al., 1983) e são as mais numerosas, apresentando 13 e 8 espécies, respectivamente (SKORA e NEYELOV, 1992).

SKORA e NEYELOV (1992) observaram que a diversidade aumenta de acordo com a profundidade, confirmando os dados revisados por MORENO e ZAMORANO (1980) para outras regiões da Antártida. A topografia permite que peixes que vivem em partes profundas da plataforma continental e na parte superior do talude, assim como peixes mesopelágicos de mar aberto, penetrem na baía (SKORA e NEYELOV, 1992). Do ponto de vista ictiológico, o que diferencia a Baía do Almirantado da plataforma ao redor da ilha é a biomassa (SKORA e NEYELOV, 1992).

As observações de KULESK (1994) sugeriram que a Baía do Almirantado sofre variação sazonal na composição de espécies, sendo dominada em número pela espécie *Nototheniops nudifrons* durante o mês de janeiro e por *Notothenia neglecta* de fevereiro a maio. Em termos de biomassa, *Notothenia neglecta* é o peixe dominante na Baía do Almirantado (KULESK, 1994) e outras regiões ao redor da Ilha Rei George (CASAUX et al., 1990). A biomassa desta espécie aumenta significativamente de 35,9 % para 54,6 % entre o inverno e a primavera (ZUKOWSKI, 1980).

Não obstante, nas amostras bentônicas coletadas por SKORA e NEYELOV (1992), a espécie *Notothenia gibberifrons* foi a mais frequentemente encontrada e que representou a maior parte da biomassa. Para ZUKOWSKI (1980) a espécie que prevalece quantitativamente é *Notothenia rossi marmorata*, seguida por *Notothenia neglecta*.

Estas diferenças de resultados talvez indiquem uma flutuabilidade na composição de espécies ao longo do ano ou de um ano para o outro. Entretanto, de acordo com ZUKOWSKI (1980), a quantidade de peixes capturados é resultado da sua atividade. Assim, determinadas espécies podem prevalecer nas amostras devido aos diferentes horários, locais e métodos de coleta, de acordo com seu ritmo circadiano de atividade.

3.2. MATERIAL BIOLÓGICO

Notothenia neglecta (Fig. 2a) é uma espécie bentônica abundante nas profundidades de 35 a 200 m nas zonas do Oceano Antártico onde o mar congela sazonalmente (FISHER e HUREAU, 1985; KOCK, 1992). Distribui-se nas costas do Continente Antártico, Península Antártica e ao redor das Ilhas South Georgia, South Sandwich, South Shetland, South Orkney, Bouvet e Peter I. Sua presença é questionável nas regiões do Oceano Antártico em contato com os oceanos Pacífico e Índico (FISHER e HUREAU, 1985) (Fig. 2b).

Pertence à ordem Perciforme, subordem Notothenioidei e família Nototheniidae.

Os espécimens adultos possuem o corpo largo, cabeça grande e levemente deprimida. Sua coloração aproxima-se do marrom escuro com numerosas manchas marrom claras, pretas ou esverdeadas (Fig. 2b). O abdome é amarelo claro, tornando-se amarelo-esverdeado com a idade (FISHER e HUREAU, 1985).

KOCK (1992) considera *Notothenia neglecta* Nybelin, 1951 como sinônimo de *Notothenia coriiceps* Richardson, 1844. Alguns autores consideram esta espécie como *Notothenia neglecta* (DANIELS e LIPS, 1978; DANIELS, 1982; FISHER e HUREAU, 1985; BARRERA-ORO e CASAUX, 1990; CASAUX et al., 1990; KELLERMAN e SCHADWINKEL, 1991; JOHNSTON e BATTRAM, 1993; SKORA, 1993; KNOX, 1994; VOSKOBOINIKOVA, 1994;) enquanto outros consideram-na como *Notothenia coriiceps neglecta* (SHOWERS, et al, 1977; ZUKOWSKI, 1980; LINKOWSKI et al., 1983; SKORA e SOSINSKI, 1983; WAKABARA et al., 1990; SKORA e NEYELOV, 1992).

Neste trabalho foi adotada a nomenclatura *Notothenia neglecta*, de acordo com a chave de identificação utilizada (FISHER e HUREAU, 1985).

3.2.1. Coleta dos Peixes

Os peixes utilizados neste trabalho foram obtidos em quatro pontos da Baía do Almirantado (Fig. 1e), através de dois métodos de coleta: rede de espera e vara com molinete. As coletas foram realizadas durante o verão e outono, nos meses de janeiro de 1994; dezembro de 1994 a abril de 1995; dezembro de 1995 a março de 1996 e dezembro de 1996 a maio de 1997.

Através destes métodos foram capturados cerca de 50 peixes com comprimento padrão de 100 a 450 mm. Após a coleta os peixes foram transportados para a Estação Antártica Comandante Ferraz, localizada às margens da Enseada Martel, na Baía do Almirantado (Fig. 3a).

a) Coleta através de Rede :

Nos pontos 1 e 3 (Fig. 1e) , foram utilizadas redes de espera trimalha (tipo feiticeira), lançadas em profundidades entre 5 e 70 m com o auxílio da lancha oceanográfica Skua, da Marinha do Brasil. As redes permaneceram amarradas à praia durante aproximadamente 24 horas, quando então foram recolhidas. Os peixes retirados das redes foram imediatamente colocados em tanques contendo água do mar permanentemente renovada durante o deslocamento da lancha (Fig. 3b). Deste modo foram transportados até a Estação Antártica Comandante Ferraz.

b) Coleta através de Vara com Molinete :

Nos pontos 2 e 4 (Fig. 1e), os peixes foram capturados em profundidades entre 10 e 30 m, através de varas com molinete, utilizando-se pedaços de carne bovina como isca. A pesca foi realizada a partir da lancha Slòn Morski, da Estação Polonesa Henrik Arctowski e da lancha oceanográfica Skua, da Marinha do Brasil. Após a captura, o anzol foi cuidadosamente retirado dos animais. Os peixes foram transportados para a Estação Antártica Comandante Ferraz em tanques ou galões contendo água do mar com renovação constante (Fig. 3c).

3.2.2. Coleta de Organismos Utilizados como Alimento

Todos os organismos utilizados como alimento para os peixes foram capturados na Baía do Almirantado através dos métodos descritos a seguir e mantidos em tanques ou aquários com aeração constante e parâmetros abióticos controlados.

Anfípodas das espécies *Eurymera monticulosa* e *Gondogenea antarctica* (identificação ZIELINSKI, por comunicação pessoal) foram coletados com puçá próximo à praia, a cerca de 1 m de profundidade. As coletas foram realizadas durante o dia ou durante a noite, utilizando-se uma fonte de luz artificial para atrair os anfípodas.

Anfípodas das espécies *Orchomenella rotundifrons* e *Waldeckia obesa* (identificação ZIELINSKI, por comunicação pessoal) foram coletados através de covos contendo um peixe morto como isca e lançado a 180 metros de profundidade. O covo permaneceu no mar, amarrado a uma bóia durante 24 horas.

Exemplares de krill da espécie *Euphausia superba* (identificação PHAN, por comunicação pessoal), foram coletados através de puçá durante a noite, utilizando-se luz artificial para atrair os crustáceos.

Poliquetas e outros vermes sedentários foram coletados juntamente com lodo através do pegador de fundo Van Veen.

Os peixes das espécies *Lepidonotothen nudifrons* e *Trematomus newnesi* (Nototheniidae) e um pequeno exemplar da família Chaenichthyidae utilizados como presas, bem como os ofiuróides e as algas rodófitas, foram coletados juntamente com *Notothenia neglecta*, através de redes de espera.

Exemplares de peixes da espécie *Ophthalmolicus amberensis* (Zoarcidae) foram coletados através de covos a aproximadamente 500 metros de profundidade.

Os peixes foram identificados segundo FISHER e HUREAU (1985).

3.3. ACLIMATAÇÃO

O controle dos fatores ambientais e a manutenção de condições constantes são necessários para estabelecer a periodicidade do comportamento e manifestações fisiológicas (FANTA et al., 1990).

Imediatamente após a coleta, os peixes da espécie *Notothenia neglecta* foram transferidos para tanques de 500 e 1000 litros (Fig. 3d) da Estação Antártica Comandante

Ferraz. Duas ou três pedras grandes foram colocadas no fundo de cada tanque. Os tanques continham água do mar com aeração constante e fotoperíodo de 20 horas luz / 4 horas escuro. A temperatura, o pH e a salinidade da água foram diariamente controlados, e comparados com os parâmetros abióticos dos locais de coleta. A fim de manter a qualidade da água semelhante aos da Baía do Almirantado, foram realizadas renovações periódicas da água através de entrada e saída simultâneas, de modo que a perturbação fosse mínima. As renovações foram realizadas através de um sistema de bombeamento de água do mar diretamente para os tanques.

Os peixes permaneceram em aclimatação de 7 a 15 dias antes do início das observações. Durante este período foram alimentados com pedaços de peixe fresco, que tiveram boa aceitação.

3.4. OBSERVAÇÃO DO COMPORTAMENTO ALIMENTAR

Os peixes foram divididos em vários tanques e alimentados de forma mais ou menos empírica com diversos tipos de alimentos naturais (Fig. 26), em horários determinados. Foram realizadas observações diretas e vídeo-filmagens durante os períodos de alimentação, com o intuito de analisar-se o comportamento alimentar, as estratégias utilizadas para captura do alimento, bem como a aceitação e seleção de diversos tipos de alimentos oferecidos.

Peixes e krill que não foram ingeridos pelos peixes, foram retirados dos tanques após as observações.

3.4.1. Oferecimento Individual de um Tipo de Alimento

Foram utilizados dez peixes com comprimento padrão entre 212 e 350 mm. Em dois tanques foram colocados três peixes e em outro, quatro peixes. Foram mantidas as condições abióticas da aclimatação.

Cada tipo de alimento foi oferecido individualmente. Um dos grupos de peixe foi alimentado duas vezes ao dia, durante 14 dias consecutivos. Os horários de alimentação foram 11h e 23h após o início do período de luz. O segundo grupo recebeu alimento uma

vez ao dia, 23h30min após o início do período de luz. O terceiro grupo foi alimentado uma vez ao dia em horários alternados no período de luz, durante 3 dias.

Foram oferecidos os seguintes alimentos:

Tabela 1
Alimentos Oferecidos Individualmente

PRESAS MORTAS	PRESAS VIVAS
Pedaços de peixe	Peixes das espécies <i>Trematomus newnesi</i> , <i>Lepidonotothen nudifrons</i> , <i>Ophthalmolycus amberensis</i> e um peixe da família Chaenichthyidae.
Peixes inteiros	Anfípodos das espécies <i>Gondogenea antarctica</i> , <i>Waldeckia obesa</i> e <i>Eurymera monticulosa</i> .
Poliquetas	Poliquetas e outros vermes
Krill	Ofiuróides

3.4.2. Oferecimento Simultâneo de dois Tipos de Alimento

Onze peixes com comprimento padrão entre 199 e 343 foram divididos em três tanques. As condições abióticas foram mantidas de modo semelhante às da aclimação.

Uma vez ao dia, dois tipos de alimento foram oferecidos simultaneamente. Dois grupos de peixes receberam os alimentos 23 h após o início do período de luz, durante 4 e 7 dias respectivamente. Os peixes do terceiro tanque foram alimentados 22h30 min após início do período de luz, durante 6 dias.

Os alimentos oferecidos foram os seguintes:

Tabela 2
Alimentos Oferecidos Simultaneamente

DUAS PRESAS MORTAS	UMA PRESA MORTA E UMA VIVA	DUAS PRESAS VIVAS
Pedaços de peixe e krill	Pedaços de peixe e krill vivo	Ofiuróides e anfípodos
	Peixe morto inteiro e krill vivo	Krill e anfípodos
	Fragmentos de macroalgas e anfípodos vivos	Peixe e krill
	Fragmentos de macroalgas e krill vivos	Peixe e anfípodos

3.5. IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE E COLETA DAS PEÇAS PARA ESTUDO MORFOLÓGICO

Os peixes foram identificados de acordo com FISHER e HUREAU (1985) e após seção medular, os exemplares foram dissecados. Em alguns peixes, a cavidade opecular foi exposta pelo afastamento do opérculo, e cada arco branquial foi retirado separadamente. Em outros exemplares toda a região faríngea, incluindo as brânquias, foi retirada. As peças foram lavadas com Solução Salina de Cortland (WOELF, 1963) para retirar o excesso de sangue e muco e, em seguida, colocadas em frascos contendo a solução fixadora.

3.6. MORFOMETRIA

Foram usados 41 peixes para medida do comprimento dos arcos branquiais, contagem de rastros branquiais e medida do espaçamento entre os rastros. A maioria dos peixes usados para morfometria foram capturados com vara e molinete.

Uma vez que os peixes utilizados possuíam diferentes tamanhos, para poder agrupar os dados de todos os indivíduos, o comprimento dos arcos e o espaçamento entre os rastros foram relacionados com o comprimento padrão do peixe. O comprimento padrão foi medido desde o focinho até a borda posterior do osso hipural, conforme recomendado por FISHER e HUREAU (1985).

Peças fixadas em Soluções de Formalina a 10%, Formalina Tamponada (modificado a partir de CULLING et al., 1985) e Fluido de Bouin (BÜCHERL, 1962; CULLING et al., 1985) foram utilizadas. Considerou-se separadamente cada fileira de rastros presentes sobre os ossos ceratobranquial e epibranquial dos quatro pares de arcos. De alguns peixes utilizou-se os arcos direitos e esquerdos e de outros apenas um deles, sendo os dados agrupados. Assim, as fileiras utilizadas para o estudo foram divididas em (Fig. 4b-d):

1A (Fileira Anterior do Primeiro Arco Branquial)

1P (Fileira Posterior do Primeiro Arco Branquial)

2A (Fileira Anterior do Segundo Arco Branquial)

2P (Fileira Posterior do Segundo Arco Branquial)

3A (Fileira Anterior do Terceiro Arco Branquial)

3P (Fileira Posterior do Terceiro Arco Branquial)

4A (Fileira Anterior do Quarto Arco Branquial)

4P (Fileira Posterior do Quarto Arco Branquial)

Cada fileira destas foi ainda dividida de acordo com sua localização sobre o ceratobranquial e epibranchial.

O comprimento do osso ceratobranquial foi medidos através de um paquímetro. As medições do espaçamento e as contagens de rastros foram feitas através de microscópios estereoscópicos Wild Heerbrugg[®] M5-47403 e Spencer[®], contendo escala milimétrica em uma das oculares. Posteriormente as medidas de espaçamento foram convertidas em milímetros. Os dados foram analisados com o auxílio dos aplicativos Microsoft Access 2.0[®] e Microsoft Excel 5.0[®].

3.6.1. Número de Rastros Branquiais:

Foi verificada a porcentagem de fileiras contendo cada valor encontrado para número de rastros, a fim de detectar-se a distribuição dos dados na amostra.

Com o intuito de caracterizar o número de rastros branquiais de cada fileira na população de *Notothenia neglecta*, foi calculado o intervalo de 95% de probabilidade em torno da média (I.P.₉₅), baseado na amostra estudada. Os limites desta faixa foram calculados em função do desvio padrão da amostra, supondo uma distribuição normal, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{I.P.}_{95} = x \pm (1,96.s)$$

onde 'x' é a média de rastros contados em cada fileira e 's' o desvio padrão da amostra.

Deste modo, os números compreendidos dentro do I.P.₉₅ foram considerados normais, enquanto os que apareceram fora foram considerados anômalos.

3.6.2. Espaçamento entre os Rastros Branquiais:

O espaçamento foi medido entre a parte basal dos rastros branquiais consecutivos de cada fileira. Excluiu-se o espaçamento entre o último rastro do ceratobranquial e o primeiro do epibranchial por ele não ser característico de nenhuma das duas regiões. Posteriormente, o espaçamento foi relacionado com o comprimento padrão do peixe, obtendo-se o Espaçamento Relativo (E%):

$$E\% = (e / CP) \cdot 100$$

onde 'e' é o espaçamento e 'CP' é o comprimento padrão, ambos em milímetros.

Os E% de cada fileira foram plotados em histogramas, de modo que pudesse ser verificado o número de ocorrências dentro de cada faixa de espaçamento. Os E% de duas fileiras adjacentes foram plotados no mesmo gráfico para se detectar possíveis correlações entre elas.

Para o espaçamento, também calculou-se um intervalo de 95% de probabilidade em torno da média. Entretanto, considerou-se que os dados aderem a uma distribuição gama, pois o espaçamento não pode assumir valores negativos e não distribuem-se simetricamente como ocorreria com a distribuição normal. Os limites inferior (L.I.) e superior (L.S.) deste intervalo foram calculados da seguinte forma:

$$P(E\% < L.I.) = 2,5\% \quad e \quad P(E\% > L.S.) = 2,5\%$$

ou seja, a probabilidade do E% ser menor que o limite inferior e maior que o limite superior é de 2,5%. Ao contrário da distribuição normal, na distribuição gama não há uma fórmula geral para calcular estes limites.

Deste modo, considerou-se um espaçamento normal ou anômalo uma vez que ele se encontre dentro ou fora deste intervalo.

3.7. ANÁLISE DO CONTEÚDO ESTOMACAL

Os estômagos de 12 exemplares recém capturados com vara e molinete foram retirados e seu conteúdo foi fixado em Formalina a 10 % (CULLING et al., 1985). Em seguida foi triado e os organismos macroscópicos foram identificados dentro de grandes grupos (classe ou ordem). Foram medidos em microscópios estereoscópicos Wild Heerbrugg[®] M5-47403 e Spencer[®], contendo escala milimétrica em uma das oculares. Os dados foram analisados através do aplicativo Microsoft Excel 5.0[®].

Cada grupo de presas foi medido na porção mais estreita do seu corpo (Fig. 26). Foram considerados apenas os organismos inteiros ou aqueles que, apesar de não estarem inteiros, permitiram a medida no local correto.

A altura dos anfípodas foi medida na parte mais alta do cefalotórax, excluindo-se os apêndices (Fig. 26h). A largura dos isópodos foi medida nos maiores segmentos torácicos (centrais) (Fig. 26g). A espessura dos bivalves que ainda possuíam as duas valvas unidas foi medida de uma valva à outra na parte mais larga da região do umbo (Fig. 26d). Nos gastrópodos, a espessura foi medida na parte ventral da concha (direção direita-esquerda) (Fig. 26c). Cada salpa foi esticada sobre uma placa de petri e a largura foi medida na parte central, paralelo às bandas musculares (Fig. 26b).

O tamanho das presas de cada grupo foi relacionado com o comprimento padrão do peixe em cujo estômago foram encontradas, de modo a determinar-se o tamanho relativo (T%):

$$T\% = (t / CP) \cdot 100$$

onde 't' é o tamanho da presa e 'CP' é o comprimento padrão do peixe que ingeriu esta presa, ambos em milímetros. O tamanho pode referir-se a altura, largura ou espessura, dependendo do grupo de presas em questão.

As medidas relativas das presas de cada grupo taxonômico encontrado em todos os peixes foram agrupadas. Nos grupos que apresentaram menos de 100 presas no total, foi analisada apenas a média e os T% máximo e mínimo. Nos grupos que apresentaram uma amostra maior foi calculada a porcentagem de presas com cada faixa encontrado para T%.

O T% destas presas foi relacionado com o E% médio entre os rastros do ceratobranquial das fileiras centrais (1P, 2A, 2P, 3A, 3P e 4A) dos peixes nos quais as presas foram encontradas. Observou-se também, a relação entre o T% das presas e o intervalo de 95% de probabilidade para o espaçamento entre estes rastros.

3.8. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Para esta análise foram utilizadas brânquias de peixes capturados com rede. Como solução fixadora foi utilizado Glutaraldeído a 3% em tampão Cacodilato 0,2 M, pH 7,2, durante 24 horas a 4°C (CULLING et al., 1985; GLAUERT, 1986). Em seguida as peças foram lavadas com água destilada, deixadas em etanol a 50% durante 5 minutos e estocadas em etanol a 70% sob refrigeração, sendo deste modo transportadas para o Laboratório de Impacto Ambiental, na Universidade Federal do Paraná.

As peças foram cortadas em fragmentos menores e desidratadas em uma série de concentrações crescentes de etanol. A desidratação foi completada com CO₂ líquido, obtendo-se o ponto crítico em um aparelho Balzers[®] CPD 030 ou 010. Em seguida as peças foram montadas em suportes com líquido coloidal de prata ou cola de carbono e metalizadas com ouro, em um aparelho Balzers[®] SCD 050 ou 030.

As amostras foram analisadas e micrografadas em um Microscópio Eletrônico de Varredura Jeol[®] JSM 5300 no Centro de Microscopia Eletrônica da Escola Paulista de Medicina e em um Philips[®] SEM 505 no Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR.

3.9. MICROSCOPIA DE LUZ

Para este estudo foram utilizadas brânquias de peixes pescados com rede. Foram utilizadas como soluções fixadoras Fluido de Bouin (BÜCHERL, 1962; CULLING et al., 1985) e Formalina Tamponada (modificado a partir de CULLING et al., 1985), durante 10-24 e 24 horas, respectivamente, em temperatura ambiente. Após a fixação, as peças foram transferidas para etanol a 70% e transportadas para o Laboratório de Impacto Ambiental, na Universidade Federal do Paraná.

As peças foram cortadas em fragmentos menores e lavadas com álcool 70 % para retirar o excesso de fixador. Em seguida foram lavadas rapidamente com água destilada e descalcificadas em uma solução de EDTA a 10% e Paraformaldeído a 1%, pH 7,2, durante 24 horas em temperatura ambiente (modificado a partir de CULLING et al., 1985). A seguir, receberam novamente um banho rápido de água destilada e foram desidratadas em uma série de etanol em concentrações crescentes. Foram diafanizadas com xileno e embebidas e incluídas em Paraplast Plus[®].

Foram obtidos cortes entre 2 e 3 µm de espessura em um micrótomo Leitz[®], os quais foram aderidos a lâminas de vidro para microscopia com o auxílio de Albumina de Meyer (CULLING et al., 1985) e distendidos sobre placa aquecedora.

As lâminas foram coradas com as técnicas de Hematoxilina de Harris e Eosina (CLARK, 1981), Hematoxilina de Delafield e Eosina, Tricrômico de Mallory (modificado a partir de CULLING et al., 1985) e Picro-sírius (JUNQUEIRA et al., 1979) com o intuito de mostrar a estrutura geral e evidenciar os diferentes tipos de tecidos. As lâminas coradas

com Picro-sirius foram analisadas em microscópio de campo claro e sob polarização para localização dos locais ricos em colágeno nos dentículos.

Utilizou-se a técnica Picro-tionina (SCHMORL, 1934 apud CULLING et al., 1985) com o intuito de detectar-se a possível existência de canaliculos na dentina e nos ossos de sustentação dos dentículos.

Algumas lâminas foram tratadas com PAS (modificado a partir de CLARK, 1981) contrastado com Verde Luz (BEÇAK e VANRELL, 1970) para investigar a presença de carboidratos neutros nas células secretoras de muco. Carboidratos ácidos nestas mesmas células foram demonstrados através da utilização de Azul de Alcian pH 2,5 (CLARK, 1981) contrastado com Orange G (CULLING et al., 1985). Azul de Alcian pH 0,5 (CLARK, 1981), também contrastado com Orange G, demonstrou se os carboidratos ácidos eram sulfatados.

Utilizou-se ainda PAS juntamente com Azul de Alcian pH 2,5 contrastado com Orange G a fim de verificar se as mesmas células contêm simultaneamente carboidratos neutros e ácidos.

Em seguida as lâminas foram montadas em meio para lâminas permanentes Polymount[®]. A observação e documentação das lâminas foram realizadas em um fotomicroscópio Olympus[®] PM 10AD do Laboratório de Impacto Ambiental da UFPR.

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIÇÃO DO COMPORTAMENTO ALIMENTAR

Os peixes desta espécie tendem a agrupar-se em um território comum, muitas vezes permanecendo em contato entre si. O território em geral, correspondeu a uma região mais sombreada e abrigada no tanque, frequentemente associada às pedras ou outros objetos de apoio. Os peixes deixaram seu território praticamente apenas para alimentar-se, retornando logo em seguida.

Nos tanques que apresentavam indivíduos de tamanhos diferentes, observou-se uma nítida hierarquia, sendo que nem sempre o peixe dominante era o maior de todos. Na maioria das vezes não houve perseguição e nenhum tipo de comportamento agonístico, mas o peixe dominante tinha prioridade na obtenção do alimento. Entretanto, algumas vezes, peixes submissos de menor tamanho foram perseguidos pelo dominante e mantidos afastados da região preferencial para repouso. Verificou-se que na ausência de reação do peixe agredido, a agressividade cessou. Não observou-se perseguição a peixes do mesmo tamanho ou maiores que o dominante.

Aparentemente, o peixe submisso alimentava-se apenas quando o alimento era abundante e após o dominante ter iniciado a busca. Quando o peixe dominante estava saciado e por isso não demonstrava nenhum interesse pelo alimento, em geral, os demais indivíduos também não se alimentaram. Observou-se disputa pelo alimento, sem demonstração de agressividade. Embora a alimentação de um peixe frequentemente tenha estimulado a busca de alimento por outro indivíduo, não observou-se caça em grupo. Quando um peixe capturava um alimento, independente de sua posição hierárquica dentro do tanque, comumente ocorria fuga em resposta à aproximação de outro peixe, mesmo sem ter havido agressão.

A atividade natatória deu-se principalmente no fundo do tanque. Nadaram tocando o fundo com as nadadeiras pélvicas e quando procuraram alimento nadaram poucos centímetros e pararam repetidamente. Quando capturaram alimento na superfície, seu corpo ficou inclinado em cerca 45° em relação à linha d'água. Quando visualizaram uma presa,

nadaram mais rapidamente. Frequentemente giraram o corpo 180° logo após a captura, ficando de costas para o local de alimentação.

Após ingerirem grande quantidade de alimento os peixes continuaram alimentando-se por um tempo. No entanto, a atividade diminuiu e aumentaram os índices de mordiscos antes da apreensão e de rejeição após a captura.

Peixes menores frequentemente fizeram algumas tentativas mal sucedidas antes de realmente conseguirem capturar as presas, mesmo anfípodas, que são mais lentos que o krill e os peixes. Contudo persistiram até conseguirem. Todavia, com o passar dos dias parecem ter adquirido maior precisão.

Durante a manutenção dos tanques era comum alguns peixes irem até a superfície e tentar morder objetos, tais como sensores de temperatura e pH.

4.2. OFERECIMENTO INDIVIDUAL DE ALIMENTO

4.2.1. Oferecimento de Presas Mortas

a) Pedacos de peixe:

Em geral, os pedaços frescos de peixe afundaram, enquanto que os pedaços não-frescos permaneceram boiando próximo à superfície da água do tanque. Na maioria dos casos, os peixes capturaram este tipo de alimento com precisão próximo ao fundo, mas algumas vezes a apreensão ocorreu antes deste afundar completamente. Poucas vezes os peixes se alimentaram de pedaços que encontravam-se no fundo do tanque há bastante tempo, exceto quando estes eram movimentados pela propulsão da bomba de aeração ou devido à movimentação de um peixe.

Na maioria dos casos não houve reação aos pedaços não-frescos, ou ainda, foram capturados, mas cuspidos logo em seguida. O interesse por este tipo de alimento gradativamente diminuiu até finalmente não haver mais resposta.

Quando os pedaços eram muito grandes ou após a ingestão de uma grande quantidade de alimento, os peixes realizaram movimentos bruscos e serpenteantes com todo

o corpo, empurrando o alimento contra o fundo ou a parede do tanque. Raramente desistiram de um alimento por ele ser grande demais.

b) Peixes inteiros :

Algumas vezes a apreensão da presa deu-se imediatamente após o seu oferecimento, antes mesmo que ela afundasse. Geralmente a presa foi capturada pela cabeça. Em alguns casos, presas apreendidas lateralmente foram reorientadas na cavidade bucofaringea.

Não obstante, independente de sua espécie, várias vezes a presa não foi capturada, apesar de ter despertado o interesse do predador durante o afundamento ou após ser impulsionada pela propulsão gerada pela bomba de aeração. Nestas ocasiões o peixe aproximou-se e mordiscou repetidamente, sem entretanto tentar apreendê-la. Este comportamento foi observado em peixes que haviam sido bem alimentados anteriormente.

Embora não tenha havido agressão, observou-se um caso de disputa pelo alimento. Esta caracterizou-se pela captura de uma presa que havia sido apreendida por outro peixe e encontrava-se parcialmente para fora da boca.

c) Krill:

Apenas no primeiro oferecimento, um krill (Fig. 26f) morto foi capturado. De um modo geral, estas presas afundaram lentamente e os peixes não demonstraram interesse, mesmo quando aproximaram-se delas durante natação aleatória. Raras vezes um peixe aproximou-se de um krill que movimentou-se devido a propulsão da bomba de aeração, mas não tentou capturá-lo.

d) Vermes:

Oferecimento de poliquetas (Fig. 26a) mortos causou a aproximação dos peixes, antes mesmo de seu afundamento total, mas não houve tentativa de captura e os peixes retornaram para o fundo.

4.2.2. Oferecimento de Presas Vivas

a) Peixes:

Foram oferecidas presas das famílias *Nototheniidae*, *Zoarcidae* e *Chaenichthyidae* com 20 a 45 % do comprimento padrão dos *N. neglecta*. As espécies ofertadas foram as seguintes:

Lepidonotothen nudifrons (Nototheniidae):

A presa (Fig. 26i) apresentou movimentos lentos e quando houve perseguição, esta ocorreu geralmente na mesma velocidade. As perseguições cessaram quando a presa aproximava-se da superfície, mas recomeçou quando esta retornava para o fundo. Algumas vezes, após cessada a perseguição, os peixes aproximaram-se da presa, mas não houve nova perseguição ou tentativa de captura. Muitas vezes os peixes oferecidos nadaram lentamente próximo aos predadores e até mesmo refugiaram-se atrás deles ou no canto oposto do tanque, permanecendo imóveis sem despertar atenção.

Na superfície do tanque, geralmente *L. nudifrons* não despertaram interesse, mesmo quando realizaram movimentos serpenteantes e alimentaram-se de anfípodas que haviam próximo à borda. Todavia, *N. neglecta* algumas vezes acompanharam pelo fundo a natação da presa na superfície, indo até a meia água e mordendo a região caudal da presa, tendo sucesso em alguns casos e em outros não.

As capturas observadas deram-se pela região posterior, permanecendo a cabeça do *L. nudifrons* para fora da boca por alguns minutos antes de ser engolida completamente. *N. neglecta* deslocou-se um pouco quando a presa tentou fugir. Quando houve fuga, algumas vezes observou-se recaptura.

Trematomus newnesi (Nototheniidae):

Todas as vezes que foram oferecidos como alimento, os peixes desta espécie (Fig. 26l) nadaram rapidamente, produzindo muita vibração na água com movimentos vigorosos do corpo. Não despertaram interesse até iniciarem a movimentação. Frequentemente as presas não foram apreendidas na primeira tentativa. Os *N. neglecta* os perseguiram e geralmente os capturaram pela região posterior, na meia água ou próximo da

superfície do tanque. Após a captura, os predadores foram para o fundo, ficando geralmente com a cabeça da presa para fora da boca por alguns segundos antes de engolir.

Um *T. newnesi* machucado foi capturado pela região lateral, mas no fundo do tanque a presa foi recapturada pela região caudal.

Após uma tentativa mal sucedida de captura, observou-se um peixe mordendo a mangueira do aerador próxima à superfície do tanque.

Ophthalmolicus amberensis (Zoarcidae):

A apreensão da presa deu-se imediatamente após sua introdução no tanque. Entretanto, dentro de um intervalo de 12 minutos, um peixe apreendeu a mesma presa vinte e uma vezes e outro peixe apreendeu-a duas vezes, mas após todas as apreensões o *O. amberensis* (Fig. 26 j) escapou pela abertura opercular dos predadores. Na vigésima segunda apreensão, a presa permaneceu com a metade anterior do corpo para fora da boca do peixe, escapando em seguida pela cavidade bucal, mas imediatamente foi recapturada e definitivamente engolida. Em outro oferecimento capturou e engoliu um *O. amberensis* após cinco apreensões seguidas de fuga pela abertura opercular. Após o peixe ter consumido grande quantidade de alimento, não houve tentativa de recaptura após o escape da presa.

As capturas parecem ter-se dado por sucção e foram fáceis e rápidas. Deram-se principalmente pela região caudal da presa. Enquanto o peixe estava na cavidade bucofaríngea do predador, este realizou movimentos com a boca.

Observou-se um peixe mordendo a pedra porosa na meia água após uma tentativa mal sucedida de captura. Verificou-se um caso de disputa pela presa, que provocou sua fuga.

Quando a presa foi oferecida logo após um *T. newnesi*, nenhum peixe demonstrou interesse pelo *O. amberensis*, que nadou para o meio do agrupamento de *N. neglecta* permanecendo imóvel.

Peixe da família Chaenichthyidae

Exemplares desta espécie foram para o fundo do tanque imediatamente após sua colocação. Permaneceram imóveis, embora bastante visíveis, mas mesmo assim não despertaram interesse dos predadores.

b) Anfípodas:*Eurymera monticulosa*, *Waldeckia obesa* e *Orchomenella rotundifrons*

Após o oferecimento, os anfípodas (Fig. 26h) foram para o fundo do tanque ou permaneceram na meia água. Não houve reação dos peixes durante o afundamento dos anfípodas, nem após a sua acomodação.

Gondogenea antarctica

Alimentaram-se intensamente, permanecendo pouco tempo em repouso, embora estas presas tenham apresentado comportamento semelhante às demais espécies de anfípodas. As capturas desta espécie deram-se principalmente junto às paredes e no fundo do tanque, mas também na meia água. Às vezes nadaram explorando o ambiente e em outras dirigiram-se diretamente para o local onde encontrava-se um anfípoda, capturando um a um. Geralmente voltaram imediatamente para o fundo. Em alguns casos, porém, capturaram vários anfípodas antes de retornar ao fundo.

Depois que os peixes iniciaram a alimentação, eles tornaram-se mais vorazes e mais agitados, nadando por todo o tanque à procura de alimento e passaram a capturar os anfípodas com movimentos mais rápidos e bruscos. Porém, gradativamente a atividade diminuiu. Não houve competição ou agressividade, mesmo quando dois peixes tentaram comer o mesmo anfípoda, chegando a chocar-se.

c) Vermes:

Poliquetas (Fig. 26a) feridos, expelindo fluidos corporais, foram rapidamente percebidos e capturados, mas o peixe realizou movimentos serpenteantes com o corpo, soltando a presa em seguida. Por outro lado, os peixes aproximaram-se mas não tentaram capturar poliquetas intactos e apresentando movimento. Peixes estimulados com o oferecimento de outros vermes capturaram poliquetas recém colocados, mas houve rejeição após a apreensão.

O oferecimento de vermes de outros filos algumas vezes não provocou nenhuma reação e, em outras estimularam a aproximação de peixes, que os tocaram com a boca, mas não tentaram capturar, afastando-se em seguida. Entretanto, observou-se casos de captura seguida de rejeição, ou escape da presa. Nestes casos, houve nova tentativa de captura sem sucesso. Algumas vezes, os peixes tentaram capturar até quatro vezes antes de desistir.

Quando os vermes foram impulsionados pelo jato de água, os peixes não os perseguiram.

d) Ofiuróides:

Os ofiuróides (Fig. 26e) provocaram a aproximação dos peixes durante a queda ou quando foram propulsionados pela jato da bomba de aeração, mas logo em seguida os peixes perderam o interesse. Às vezes, chegaram a encostar neles, mas não tentaram capturá-los. Quando estavam no fundo do tanque, não despertaram nenhum interesse.

4.3. OFERECIMENTO SIMULTÂNEO DE DOIS TIPOS DE ALIMENTO

4.3.1. Oferecimento Simultâneo de duas Presas Mortas

a) Pedacos de Peixe e Krill:

Os pedaços de peixe foram detectados mais rapidamente do que o krill morto, mesmo alternado-se os locais de oferecimento. A movimentação pelo tanque para captura de pedaços de peixe parece ter facilitado a percepção dos krill. Observou-se um caso de rejeição após captura, seguida de recaptura de um krill. Verificou-se um peixe abocanhando o separador de ar na superfície do tanque, enquanto outro se alimentava.

4.3.2. Oferecimento Simultâneo de uma Presa Morta e Outra Viva

a) Pedacos de Peixe e Krill Vivo

Os pedaços de peixe foram percebidos e capturados antes do krill. A alimentação estimulou os peixes a morderem o separador de ar na superfície do tanque por vários segundos.

Apesar do krill ter nadado ativamente na meia água, pareceu ter despertado o interesse de um peixe apenas quando este deslocava-se para alimentar-se de pedaços de

peixe. Houve perseguição e tentativas de captura sem sucesso, que estimularam o peixe a novamente morder o separador de ar na superfície do tanque.

b) Peixes Mortos e Krill Vivo

Os peixes mortos foram percebidos e capturados antes dos krill vivos. Em alguns casos, observou-se disputa pelo alimento. Antes de serem definitivamente capturados, os peixes-presa foram mordiscados várias vezes, levados para outros locais do tanque e reorientados na cavidade bucofaríngea após a apreensão, não parecendo haver preferência pela orientação anterior ou posterior da presa.

Observou-se a captura de um *T. newnesi* morto com cerca de 2/3 do comprimento do *N. neglecta* que o capturou, ficando a metade posterior do corpo da presa para fora da boca do predador. Mais da metade do corpo da presa encontrava-se dentro do organismo do predador cerca de 6 minutos após a captura. Dez minutos após a captura a maior parte havia sido apreendida, permanecendo apenas a nadadeira caudal para fora da boca. Mas, a presa foi totalmente engolida apenas 22 horas e meia após sua captura. Uma hora depois de apreender totalmente a presa, o predador permaneceu com a boca entreaberta e a poucos centímetros da linha d'água, em seu território habitual.

Várias vezes realizou movimentos serpenteantes bruscos em direção à superfície com o corpo na vertical, movendo as nadadeiras peitorais e caudal com bastante força, e às vezes parecendo empurrar a presa contra a parede do tanque.

A ventilação tornou-se ofegante e parece ter-se tornado cada vez mais difícil enquanto a presa permaneceu na cavidade bucofaríngea, pois com grande frequência o peixe passou a tentar abrir ainda mais a boca.

Em alguns casos, a captura de krill deu-se na primeira tentativa, mas em outras houve perseguição e várias tentativas mal sucedidas antes da captura. A apreensão deu-se próximo à parede do tanque, onde a fuga da presa é dificultada. A captura de krill algumas vezes estimulou os peixes a comerem anfípodas que havia no tanque, remanescentes de outros oferecimentos.

c) Anfípodas vivos e Algas

O oferecimento de fragmentos de macroalgas imediatamente despertou o interesse dos peixes que aproximaram-se, encostaram os lábios e muitas vezes capturaram e cuspiram repetidamente, sem ingerir o item efetivamente. O deslocamento dos fragmentos devido à propulsão da água produzida pela bomba de aeração, desencadeou o mesmo comportamento. Algumas vezes os fragmentos de alga foram para o fundo e não despertaram interesse.

A alimentação com anfípodas *G. antarctica* iniciou-se após a perda de interesse pelas algas.

d) Krill vivo e Algas

Os fragmentos de macroalgas foram para o fundo, mas não despertaram nenhum interesse. Entretanto o oferecimento de alimento estimulou os peixes a capturarem alguns anfípodas remanescentes da oferta de um outro dia, junto à parede, próximo ao fundo.

Os krill movimentaram-se na superfície e, em alguns casos não despertaram interesse dos peixes. Em outros, houve perseguição e captura pela região posterior da presa. Após a alimentação, continuaram procurando alimento, mas a atividade de busca gradativamente diminuiu. Observou-se a apreensão de uma bolha de ar alguns minutos após a ingestão da presa.

4.3.3. Oferecimento Simultâneo de duas Presas Vivas

a) Peixes e Krill

Algumas vezes os peixes foram capturados antes dos krill, antes mesmo que a presa pudesse mover-se. Entretanto, em outras, o peixe-presa da espécie *L. nudifrons* permaneceu imóvel no fundo do tanque, sem despertar a atenção dos peixes. Pequenos deslocamentos da presa despertaram o interesse dos peixes, que chegaram a encostar a boca na presa, sem entretanto tentar capturá-la.

Os krill algumas vezes foram capturados na primeira tentativa, mas em outras houve perseguições e várias tentativas mal sucedidas antes da captura.

b) Peixes e Anfípodas

Os peixes foram capturados antes dos anfípodas. *L. nudifrons* foram capturados na primeira tentativa, porém *T. newnesi* foram perseguidos e capturados após várias tentativas. Geralmente a cabeça da presa permaneceu para fora da boca por algum tempo, *N. neglecta* foi para o fundo, soltou-a brevemente e a recapturou-a pela região posterior.

Logo em seguida iniciou-se a busca por anfípodas da espécie *G. antarctica*, inclusive pelos indivíduos que se alimentaram de peixe.

Anfípodas fora d'água, aderidos à parede do tanque, bem como sedimentos em suspensão, estimularam a aproximação dos peixes mas não houve tentativa de captura.

c) Krill e Anfípodas

A captura de anfípodas foi intensa, mas gradativamente a natação ficou mais lenta e os movimentos menos bruscos. Isto coincidiu com a maior movimentação dos anfípodas logo após sua colocação no tanque e a gradativa acomodação.

Após o início da busca por anfípodas, os krill foram perseguidos. Houve mais tentativas sem sucesso do que capturas efetivas. Estas ocorreram próximo à parede, onde a presa teve maior dificuldade de fugir.

d) Ofiuróides e Anfípodas

Os ofiuróides estimularam a aproximação dos peixes durante o afundamento. Os peixes tocaram a presa com os lábios, mas logo em seguida afastaram-se dela sem que houvesse tentativa de captura. A lenta movimentação dos ofiuróides pelo fundo não estimulou os peixes. Cessado o interesse pelos ofiuróides, iniciou-se a captura de anfípodas *G. antarctica*. Várias vezes os peixes aproximaram-se e passaram por cima dos ofiuróides durante a alimentação com anfípodas, mas não demonstraram mais nenhum interesse por estas presas.

Foram estimulados e aproximaram-se de sedimentos em suspensão, mas não tentaram capturá-los.

4.4. ANATOMIA GERAL DO APARATO BRANQUIAL FARÍNGEO

Notothenia neglecta possui quatro pares de arcos branquiais (Fig. 4b-e, 5). A região dos arcos formada pelo osso ceratobranquial forma as paredes laterais da faringe e sua parte ventral funde-se ao hipobranquial, formando o assoalho do órgão. A parte dorsal do arco, correspondente a região do osso epibranquial, comunica-se com o faringobranquial, formando o teto da faringe (Fig. 4d-e).

A região faríngea de cada arco branquial apresenta duas fileiras de rastros branquiais, sendo uma fileira anterior e uma posterior (Fig. 4b-d, 5). Os rastros branquiais de fileiras adjacentes dispõem-se alternadamente, de modo a encaixar-se perfeitamente entre si (Fig. 4d).

4.5. MORFOMETRIA

Foram utilizados 41 peixes com comprimento padrão variando de 100 a 440 mm, com uma média de 269,27 mm e desvio padrão de 92,85 mm.

Tabela 3

Tamanho dos Peixes Utilizados para Morfometria

COMPRIMENTO PADRÃO	PORCENTAGEM DA AMOSTRA
100 - 149 mm	14.63 %
150 - 199 mm	4.87 %
200 - 249 mm	26.83 %
250 - 299 mm	7.31 %
300 - 349 mm	26.83 %
350 - 399 mm	12.19 %
400 - 440 mm	7.31 %

4.5.1. Comprimento dos Arcos Branquiais:

Em relação ao comprimento padrão do peixe, o comprimento do ceratobranquial varia pouco entre os quatro pares de arcos. Entretanto, como observa-se na Tabela 4, o

segundo ceratobranquial costuma ser um pouco maior que os demais, seguido pelo primeiro, terceiro e quarto.

Tabela 4

Comprimento dos Ceratobranquiais em Relação ao Comprimento Padrão do Peixe

Região	1º ARCO	2º ARCO	3º ARCO	4º ARCO
Média	9.25 %	9.52 %	8.91 %	8.31 %
Desvio Padrão	1.08 %	1.17 %	1.20 %	1.26 %
Número de arcos medidos	46	46	46	44

4.5.2. Número de Rastros Branquiais:

Rastros sobre o Ceratobranquial:

O gráfico da Figura 8a representa as médias e o intervalo de 95% de probabilidade para o número de rastros (I.P.₉₅). Baseado nos dados da amostra, pode-se dizer que na população de *Notothenia neglecta*, possivelmente os valores que estiverem dentro desta faixa sejam normais. Números de rastros maiores ou menores do que aqueles limitados pela I.P.₉₅ podem ser considerados anômalos e não característicos para a espécie.

Em ambas as fileiras do primeiro arco branquial (1A e 1P) e na fileira anterior do segundo arco (2A), a maioria dos peixes possui de 9 a 13 rastros sobre o ceratobranquial, situando-se a média em torno de 11 (Fig. 6 e Tab. 5). Nas demais fileiras, grande parte da amostra possui entre 10 e 11 rastros, sendo que na fileira posterior do quarto arco a média é um pouco menor (Fig. 6 e Tab. 5).

A Figura 6 mostra o número de rastros em cada fileira tende à distribuição normal, entretanto a fileira posterior do 4º AB mostra uma grande dispersão nos dados. Embora na maioria dos casos tenha-se encontrado de 7 a 11 rastros, há ocorrências de 5 a 14 rastros nesta fileira. Através das Figuras 6 e 8, vê-se ainda que a dispersão é menor na fileira anterior do terceiro arco, indicando que esta é a fileira com o número de rastros mais constante e, portanto, mais característica para esta espécie.

Tabela 5
Número de Rastros Branquiais sobre o Ceratobranquial

Fileira	1 ^o ARCO		2 ^o ARCO		3 ^o ARCO		4 ^o ARCO	
	Ant.	Pos.	Ant.	Pos.	Ant.	Pos.	Ant.	Pos.
Número de arcos medidos	44	46	46	46	47	47	46	47
Média	11.11	11.06	11.26	10.63	10.28	10.42	10.24	9.40
Desvio Padrão	1.06	1.00	1.24	0.93	0.71	1.08	1.37	1.87
Limite Superior do I.P. _{.95}	11.43	11.35	11.62	10.90	10.48	10.73	10.63	9.94
Limite Inferior do I.P. _{.95}	10.80	10.78	10.90	10.36	10.07	10.12	9.84	8.87

Rastros sobre o Epibranquial:

A Figura 7 mostra que, de um modo geral, o número de rastros sobre o epibranquial possui uma distribuição assimétrica. No entanto foi atribuída para o número de rastros uma distribuição normal, que admite valores negativos, simétricos e contínuos. Apesar desta distribuição ter funcionado bem para o número de rastros sobre o ceratobranquial, no epibranquial, onde o número de rastros é pequeno e muitas vezes próximos de zero, o limite inferior da I.P._{.95} assumiu valores negativos (Fig. 8b). Contudo é óbvio que o número de rastros não pode ser menor que zero. Assim, considerou-se que dentro do escopo deste trabalho a média e o limite superior para o número de rastros sobre o epibranquial são aceitáveis e o limite inferior pode ser considerado zero.

Na figura 7 verifica-se ainda que na fileira anterior do primeiro arco (1A) existem de 3 a 6 rastros em todos os peixes analisados. Nas demais fileiras é comum existirem 1 ou 2 rastros, exceto na fileira posterior do quarto arco (4P), onde não foram observados rastros branquiais em nenhum peixe analisado. Assim como no ceratobranquial, o menor índice de dispersão foi observado na fileira anterior do terceiro arco (3A), onde 78 % da amostra apresentou apenas 1 rastro no epibranquial.

A I.P._{.95} no epibranquial esta representada na Figura 8b. Os valores contidos neste intervalo podem ser considerados normais para a espécie estudada.

Tabela 6
Número de Rastros Branquiais sobre o Epibrânquial

Fileira	1º ARCO		2º ARCO		3º ARCO		4º ARCO	
	Ant.	Pos.	Ant.	Pos.	Ant.	Pos.	Ant.	Pos.
Número de arcos medidos	40	46	42	41	41	43	46	46
Média	4.68	1.20	1.64	1.63	1.00	1.58	0.87	0.00
Desvio Padrão	1.19	0.75	0.82	1.09	0.55	0.91	0.58	0.00
Limite máximo do I.P. _{.95N}	7.00	2.66	3.25	3.77	2.07	3.36	2.01	0.00
Limite mínimo do I.P. _{.95N}	2.35	- 0.27	0.03	- 0.50	- 0.07	- 0.19	- 0.27	0.00

4.5.3. Espaçamento entre os Rastros Branquiais:

O espaçamento entre os rastros branquiais de cada fileira foi relacionado com o comprimento padrão de cada peixe, obtendo-se os seguintes espaçamentos relativos (E%):

Tabela 7
Espaçamento Relativo entre os Rastros do Ceratobrânquial

Fileiras	Média	L.I.	L.S.
1A	0.288	0.059	0.695
1P	0.374	0.133	0.737
2A	0.402	0.194	0.684
2P	0.399	0.187	0.691
3A	0.402	0.204	0.667
3P	0.391	0.161	0.721
4A	0.384	0.143	0.686
4P	0.162	0.019	0.453

Tabela 8
Espaçamento Relativo entre os Rastros do Epibrânquial

Fileiras	Média	L.I.	L.S.
1A	0.090	0.001	0.389
1P	0.154	0.003	0.578
2A	0.216	0.015	0.678
2P	0.170	0.007	0.587
3A	0.260	0.004	1.015
3P	0.226	0.022	0.665
4A	0.385	0.040	1.038
4P	-	-	-

Rastros sobre o Ceratobrânquial

As fileiras adjacentes em cada fenda branquial, cujos rastros se encaixam (1P-2A, 2P-3A, 3P-4A) possuem uma distribuição muito semelhante entre si (Fig. 9). Nestas fileiras centrais, grande parte dos E% encontram-se próximos à média, mas a variação de espaçamento ao longo do arco é aleatória, ou seja, independente de sua posição na fileira. O

espaçamento nestas fileiras é muito semelhante e a média do conjunto como um todo é de 0,39% do comprimento padrão.

Contudo, observa-se nitidamente que o espaçamento nas fileiras das extremidades anterior e posterior do aparato branquial é menor. Na fileira 1A o espaçamento mostra uma grande variação que vai de 0 a 0,7 % do comprimento padrão, mas a distribuição é muito assimétrica, pois a maior parte dos dados encontram-se agrupados abaixo de 0,3 %. Na fileira 4P o espaçamento é ainda menor, raramente sendo maior do que 0,2%.

O intervalo de 95% de probabilidade para o espaçamento está representado no gráfico com distribuição gama da Figura 11a. Espaçamentos que se incluam neste intervalo foram considerados normais e possivelmente são característicos para a espécie *N. neglecta*.

Rastros sobre o Epibranquial:

Utilizando-se a distribuição gama, obteve-se o intervalo de 95% de probabilidade expressa na Figura 11b, que sugere a faixa de normalidade do espaçamento nesta região.

Observa-se que o E% médio dos rastros no epibranquial é menor que no ceratobranquial. A fileira 1A apresenta o menor espaçamento e a 4A possui o maior.

Diferente do ceratobranquial, não há muita semelhança entre o espaçamento das fileiras adjacentes (Fig. 10).

4.6. TAMANHO DAS PRESAS PRESENTES NO CONTEÚDO ESTOMACAL

Foram analisados os conteúdos estomacais de 12 peixes com comprimento padrão entre 330 e 440 mm.

Com exceção de um peixe, grande parte do conteúdo correspondeu a fragmentos de anfípodas, que não foram medidos, pois certamente foram fragmentados após a ingestão. Em todos os estômagos também haviam pequenas pedras e alguns deles continham alguns fragmentos de macroalgas foliáceas e filamentosas (Chlorophyta, Rhodophyta e Phaeophyta).

O peixe que não apresentava anfípodas, além de ser o maior de todos, foi o único coletado no ponto 4 (Fig. 1e), enquanto que todos os outros foram capturados no ponto 2

(Fig. 1e). O conteúdo estomacal deste peixe apresentava exclusivamente krill e algas foliáceas (Chlorophyta e Rhodophyta), ambos em grande quantidade. Pelo fato destes itens alimentares estarem em estágio de digestão avançado, não foi possível medi-los. Nenhum outro peixe apresentou krill no estômago.

As presas mais frequentemente encontradas foram anfípodas, bivalves, isópodas, salpas e gastrópodas (Fig. 26).

Tabela 9
Presas mais Frequentes no Conteúdo Estomacal

PRESAS MAIS FREQUENTES				P (e)	P (m)	N ^o	Característica
Filo	Classe	Ordem	Nome vulgar			Presas	medida
Mollusca	Pelecypoda		BIVALVES	8	6	681	Espessura
	Gastropoda		GASTRÓPODAS	5	2	49	Espessura
Arthropoda	Crustacea	Amphipoda	ANFÍPODAS	11	7	937	Altura
		Isopoda	ISÓPODAS	8	7	62	Largura
		Euphausiacea	KRILL	1	-	-	
Chordata	Thaliacea	Salpidae	SALPAS	4	4	40	Largura

P (e) é o número de peixes nos quais as presas foram encontradas. **P (m)** é o número de peixes cujas presas foram medidas. **N^o**. **Presas**, refere-se ao número total de presas medidas em cada grupo taxonômico.

O tamanho de cada presa foi relacionado com o comprimento padrão do peixe em cujo estômago foi encontrada, obtendo-se o tamanho relativo (T%). Os dados de cada grupo taxonômico foram agrupados.

As medidas relativas de bivalves e anfípodas foram plotadas em histogramas (Fig. 12), que mostram a faixa de tamanho de presas mais consumidas pelos peixes. Comparou-se estas medidas com o espaçamento relativo (E%) entre os rastros das fileiras centrais (1P-2A, 2P-3A, 3P-4A). A média do E% nas fileiras centrais tanto para os peixes que consumiram anfípodas quanto bivalves foi de 0,36%.

Verificou-se que o tamanho mínimo e máximo de bivalves encontrados praticamente coincidiu com os limites inferior e superior do espaçamento entre os rastros. A maior parte dos bivalves possuíam espessura entre 0,4 e 0,5 % do comprimento padrão do peixe, sendo que a média foi de 0,38% (Fig. 12b).

A média das alturas de anfípodas consumidos foi de 0,54 % do comprimento padrão dos peixes. A altura de todos os anfípodas medidos encontrou-se acima do limite inferior do E% (Fig. 12A). Entretanto uma pequena parte possuía altura maior que o limite superior.

A quantidade de Gastrópodos, os Isópodos e as Salpas encontrados foi pequena para se fazer uma análise estatística confiável. Os valores máximos, mínimos e as médias destas medidas estão descritos na Tabela 10.

Tabela 10
Presas Frequentes Presentes em Menor Quantidade

T(%)	GASTRÓPODAS	ISÓPODAS	SALPAS
Média	0.50	2.28	0.49
Máximo	1.35	4.55	1.13
Mínimo	0.32	0.80	0.21

T% é o tamanho relativo das presas.

4.7. DESCRIÇÃO HISTOLÓGICA E DA SUPERFÍCIE DO APARATO BRANQUIAL FARÍNGEO

4.7.1. Barra Branquial

Arco Esquelético:

O ceratobranquial constitui-se de um cilindro de cartilagem hialina revestido por pericôndrio e circundado por uma trama de trabéculas ósseas intercaladas com tecido conjuntivo frouxo vascularizado e tecido adiposo (Fig. 13a-b). Nas trabéculas pode observar-se os osteoblastos e os osteócitos (Fig. 13c). O ceratobranquial como um todo tem seção transversal triangular (Fig. 13a-b). Ao redor do ceratobranquial há tecido conjuntivo denso rico em células e fibras (Fig. 13a).

Na face externa desta estrutura, há veias e artérias de diversos calibres, o músculo branquial adutor e os raios cartilagosos dos filamentos branquiais (Fig. 13a-b). Nos lados anterior e posterior o tecido conjuntivo que circunda o ceratobranquial limita-se com o epitélio de revestimento (Fig. 13a). Na face interna (ou faríngea), ocorre o mesmo na região

próximo à superfície faríngea da barra branquial, porém nesta região observam-se feixes de músculo liso paralelos ao ceratobranquial entre os elementos do tecido conjuntivo (Fig. 13a, 20a) , que emitem feixes perpendiculares que penetram nos rastros (Fig. 20c). Os feixes musculares são acompanhados de vasos sanguíneos.

Superfície Faríngea da Barra Branquial:

O epitélio de revestimento da região da barra branquial localizada entre os rastros anteriores e posteriores é do tipo estratificado cúbico e apresenta entre 10 e 15 camadas de células cobertas por microssaliências. No primeiro arco branquial esta região tem relevo plano, exceto na extremidade dorsal do arco e na região entre os rastros anteriores (Fig. 14a). No segundo arco branquial, esta região possui a superfície um pouco irregular, apresentando dobras na mucosa (Fig. 14b-f). Contudo, o terceiro arco possui dobras mais profundas do que no primeiro e segundo arcos. Estas continuam-se com a região gustativa dos rastros posteriores (Fig. 14c-g). No quarto arco as dobras da mucosa na região entre os rastros são ainda mais profundas que no terceiro arco, apresentando reentrâncias e saliências acentuadas. Estas dobras continuam-se com as dobras existentes nas porções gustativas dos rastros anteriores e, especialmente, dos posteriores (Fig. 14d).

A abundância de botões gustativos na região entre os rastros parece ser proporcional à irregularidade da superfície (Fig. 24a). Deste modo são observados em maior número no segundo, terceiro e quarto arcos, nesta ordem. Frequentemente tais estruturas encontram-se concentradas na base dos rastros. Os botões gustativos geralmente são alongados, sustentados por uma projeção de tecido conjuntivo que penetra no epitélio, ocupando cerca da metade de sua espessura (Fig. 25b). A parte apical de cada botão, que está em contato com a superfície pode encontrar-se no mesmo nível do epitélio, ser protuberante, ou ainda encontrar-se em uma depressão (Fig. 25d).

Em todos os arcos, a camada mais apical do epitélio nesta região é rica em células secretoras de muco isoladas piriformes, saciformes ou globosas (Fig. 22a). Nas reentrâncias das dobras, muitas vezes as células secretoras de muco arranjam-se de modo a formar estruturas glandulares (Fig. 22a, 23a). Quanto mais dobras, maior a quantidade destas glândulas.

As células secretoras de muco, tanto isoladas quanto formando glândulas, assim como o produto secretado por elas, são reativas ao PAS e ao Azul de Alcian pH 2,5

separada e simultaneamente A reação simultânea confere uma coloração intermediária para os grânulos (Fig. 22a, 23a). A reação ao Azul de Alcian pH 0,5, embora pareça ter sido menos intensa que aos demais reagentes, indica a presença de carboidratos altamente sulfatados fazendo parte do muco.

4.7.2. Rastros Branquiais Sem Dentículos:

Estão presentes apenas na fileira anterior do primeiro par de arcos branquiais (Fig. 14e), com exceção dos dois primeiros rastros da extremidade ventral. Possuem formato irregular e não possuem dentículos. São achatados no sentido antero-posterior, curvados na direção da barra branquial (Fig. 15a-d). São flexíveis e tendem a voltar-se para o lado ventral (Fig. 15a-c). Contêm projeções curtas e digitiformes (Fig. 15a-e). A face anterior ou externa do rastro expõe-se à cavidade faríngea, enquanto que a posterior ou interna está em contato com a própria barra branquial (Fig. 15a).

Algumas vezes a ponta das projeções digitiformes quase toca a região gustativa dos rastros posteriores. Na dobra do arco os ápices dos rastros, muitas vezes estão em íntimo contato, não deixando nenhum espaço, embora suas bases sejam mais afastadas, parecendo que esta distância pode ser modificada (Fig. 15b). Os rastros da região epibranquial possuem projeções digitiformes pouco numerosas ou ausentes (Fig. 15f).

O epitélio de revestimento é do tipo estratificado cúbico e apresenta entre 10 e 15 camadas (Fig. 21a). Possui relevo um pouco ondulado, assemelhando-se a um epitélio de transição (Fig. 21a-d). As células basais são alongadas com núcleo basal e oval, enquanto as células apicais e centrais são cúbicas com núcleo esférico e central. A superfície da região apical do rastro muitas vezes apresenta reentrâncias e saliências profundas (Fig. 21e). Cortes tratados tanto com Hematoxilina-Eosina, quanto com Tricrômico de Mallory, apresentam uma gradativa diminuição na intensidade da coloração do citoplasma das células basais em relação às apicais, indicando diferenças no conteúdo celular.

Observam-se células secretoras de muco isoladas reativas ao PAS (Fig. 22b-c) e ao Azul de Alcian pH 0,5 e 2,5 na camada mais apical (Fig. 22d-g). A reação ao Azul de Alcian pH 0,5 parece ter sido menos intensa que aos demais reagentes. Estas reações sugerem que muco é composto por carboidratos neutros e ácidos, sendo que os altamente sulfatados fazem parte de sua constituição. De um modo geral, os grânulos das células

secretoras de muco reagiram simultaneamente ao PAS e ao Azul de Alcian, assumindo uma coloração intermediária. Isto indica que as mesmas células contêm carboidratos neutros e ácidos.

Na base rastro formam-se dobras devido à sua curvatura. Nestas dobras, frequentemente observam-se grandes estruturas glandulares formadas por células secretoras de muco com as mesmas características daquelas isoladas (Fig. 23).

Não foram observados botões gustativos, exceto na região próxima à extremidade dorsal, onde estas estruturas são abundantes. Na parte central da fileira, observam-se células sensoriais isoladas intensamente coradas pela fucsina na camada mais apical do epitélio (Fig. 21a). Estas células são alongadas, apresentando uma parte apical bastante estreita e em contato com a superfície, alargando-se na parte basal. Este tipo celular está presente apenas nos rastros sem denticúlos.

O tecido conjuntivo subjacente é muito denso, com predomínio de fibras (Fig. 21a). Separa-se do epitélio por uma membrana basal reativa ao PAS. Abaixo desta camada, o tecido conjuntivo denso é rico em células que parecem emitir delgadas projeções que penetram a camada acelular e atingem o epitélio (Fig. 21a). Trabéculas ósseas sustentam o rastro e são envolvidas externamente por este tecido conjuntivo (Fig. 15c). A maior parte do rastro é ocupada por tecido conjuntivo frouxo vascularizado intercalado com trabéculas ósseas (Fig. 15c-e). Nas trabéculas observam-se os osteoblastos, porém não os osteócitos. Com Tricrômico de Mallory, as trabéculas coram-se com vários tons de vermelho e azul, dependendo do ângulo e da profundidade do corte, indicando diferenças na mineralização. Estas trabéculas apoiam-se no tecido conjuntivo denso presente na base do rastro (Fig. 15c).

Entre a ponta das projeções digitiformes e o osso há almofadas de tecido conjuntivo frouxo separadas entre si por um septo delgado de tecido conjuntivo um pouco mais denso (Fig. 21b).

No centro do rastro há feixes de músculo liso associados a vasos sanguíneos entre as trabéculas ósseas (Fig. 20d).

4.7.3. Rastros Branquiais Com Dentículos:

Os dois primeiros rastros na extremidade ventral do primeiro arco possuem aspecto distinto dos demais desta fileira, pois possuem dentículos e sua morfologia é semelhante aos rastros presentes na fileira posterior do primeiro arco branquial e em ambas as fileiras do segundo terceiro e quarto arcos.

Os rastros são rígidos e possuem forma semelhante a uma pirâmide truncada de base retangular e achatada dorso-ventralmente. Pode-se dividir as faces desta pirâmide em faces interna, externa, dorsal e ventral (Fig. 16d). A face externa da pirâmide está voltada em direção aos filamentos respiratórios. Como os rastros de um arco encaixam-se com os dos arcos adjacentes, a face externa de um rastro encontra-se na região interrastros do outro arco (Fig. 4d). A face dorsal do rastro de um arco encontra-se em contato com a face ventral do rastro de um arco adjacente (Fig. 4d). Os rastros da fileira posterior do quarto par de arcos seguem este padrão e possuem formatos um pouco mais irregulares.

A face interna (ou faríngea) da pirâmide é voltada para o centro da região faríngea, e nela existem numerosos dentículos viliformes afiados na parte apical (porção denticular) (Fig. 16a-c). A parte basal desta face frequentemente é saliente e não possui dentículos (porção gustativa) (Fig. 16a-c).

Cada rastro é revestido por um epitélio estratificado cúbico com cerca de 10-15 camadas (Fig. 21c). As células basais são alongadas com núcleo basal e oval, enquanto as células apicais e centrais são cúbicas com núcleo esférico e central. Cortes tratados tanto com Hematoxilina-Eosina, quanto com Tricrômico de Mallory, apresentam uma gradativa diminuição na intensidade da coloração do citoplasma das células basais em relação às apicais, sugerindo diferenças no conteúdo celular.

Na parte apical do rastro o epitélio é mais plano e apresenta poucas células secretoras de muco (Fig. 21g, 22f). A irregularidade do epitélio e a quantidade de tais células aumenta gradativamente em direção à base do rastro (Fig. 21f, 22f). Estruturas glandulares localizam-se em regiões onde o relevo é mais irregular, como na base dos rastros, sendo acompanhadas de células secretoras de muco individuais saciformes, piriformes ou globosas. Nestas, a maior parte da célula é preenchida por grânulos de secreção, de modo que o núcleo encontra-se achatado na base. Tanto as células isoladas quanto aquelas que formam glândulas pluricelulares são reativas ao PAS e ao Azul de

Alcian pH 0,5 e 2,5, embora a reação ao Azul de Alcian pH 0,5 pareça ter sido menos intensa que aos demais reagentes (Fig. 22c-d-f-g). Isto indica que muco é composto por carboidratos neutros e ácidos, sendo que os sulfatados estão presentes entre os ácidos. De um modo geral, os grânulos das células secretoras de muco reagiram simultaneamente ao PAS e ao Azul de Alcian, assumindo uma coloração intermediária. Isto indica que as mesmas células contêm carboidratos neutros e ácidos.

A porção gustativa dos rastros posteriores é sempre saliente, enquanto que nos anteriores é saliente apenas no quarto arco, onde continua-se com a região entre rastros, sendo levemente saliente no terceiro arco (14, 16a). Esta porção possui aberturas de células secretoras de muco e botões gustativos abundantes.

Os botões gustativos apresentam-se em diversas orientações. Na interface entre as porções gustativa e denticular, frequentemente são voltados para as laterais dos rastro (Fig. 24e-f), mas no centro da porção gustativa costumam ser orientados perpendicularmente ao eixo principal do rastro (Fig. 24d). São alongados, ocupando cerca da metade da espessura do epitélio, afilando-se apicalmente e há uma projeção de tecido conjuntivo que sustenta cada botão (Fig. 25e-g). Geralmente o ápice dos botões gustativos encontram-se no mesmo nível das células de revestimento adjacentes, mas algumas vezes apresentam-se em depressões ou saliências (Fig. 25). Células de revestimento parecem fazer um arranjo circular de duas ou três camadas ao redor de cada botão (Fig. 24d).

O epitélio entre os denticulos é bastante irregular, com reentrâncias e saliências, nele encontrando-se vários botões gustativos com orientação paralela ou perpendicular aos denticulos (Fig. 25a). Os rastros posteriores do quarto arco branquial têm poucos dentes, mas possuem botões gustativos em toda a sua superfície.

Abaixo do epitélio observa-se uma estreita camada de tecido conjuntivo denso modelado (Fig. 21c) e em seguida um tecido conjuntivo denso não-modelado, que torna-se mais abundante na base do rastro, na região correspondente à porção gustativa (Fig. 16b-c). Este tecido continua-se com o tecido conjuntivo denso que circunda o ceratobranquial, de modo que o conjuntivo basal de cada rastro comunica-se entre si. Nesta porção as fibras colágenas orientam-se em vários sentidos. O tecido conjuntivo emite papilas filiformes que penetram no epitélio que circunda os denticulos (Fig. 17b-f, 18d-e-f).

Na face externa do rastro, há duas barras ósseas aproximadamente cilíndricas que unem-se através de pontes no ápice do rastro, formando trabéculas irregulares que dirigem-

se para a face interna (Fig. 16 b-c, 17e). Não há pontes no centro do rastro e na porção gustativa. Nestas trabéculas articulam-se denticulos cônicos, com o ápice afilado (Fig. 17d, 19a-b). Estes localizam-se na porção denticular e são ligeiramente curvados em direção à parte central do arco, sendo que os centrais são maiores (Fig. 17a). Alguns denticulos basais localizam-se lateralmente à porção gustativa (Fig. 24e). Observa-se que os denticulos têm orientação espacial diferentes entre si, pois no mesmo corte alguns aparecem em secção transversal, ou em secção longitudinal ou oblíqua (Fig. 18f).

O centro do denticulo é formado por uma polpa, que contém tecido conjuntivo frouxo com vasos sanguíneos e uma camada epitelióide periférica constituída por odontoblastos (Fig. 17c, 18d). Os odontoblastos têm a parte apical (em contato com a dentina) mais larga e afilando-se em direção ao centro da polpa, sendo que o núcleo é apical. A polpa de um dente não possui contato com a dos outros, porém o tecido conjuntivo frouxo que preenche os espaços entre as trabéculas do osso de sustentação logo abaixo dela é comum aos vários denticulos, pois as trabéculas interligam-se logo abaixo dos denticulos (Fig. 19b).

Ao redor da polpa, há uma camada de dentina (ortodentina) (Fig. 17c, 18d). Utilizando-se luz polarizada, observa-se que dentina apresenta camadas concêntricas correspondentes à linha de crescimento. As camadas anisotrópicas possivelmente possuem mais colágeno e são menos mineralizadas do que as isotrópicas (Fig. 17f, 18f). As linhas de crescimento coram-se alternadamente de vermelho e azul pelo Tricrômico de Mallory, sugerindo diferentes graus de mineralização. Observam-se ainda estriações radiais, que correspondem aos canalículos da ortodentina (Fig. 17c). Entre a polpa e a dentina observa-se uma estreita camada azulada, que possivelmente corresponde à pré-dentina (Fig. 18e).

A mucosa muitas vezes reveste a base ou todo o denticulo. Por isso, em corte transversal, vê-se porções de epitélio circundando os denticulos (Fig. 17b-c). Frequentemente os denticulos são totalmente cobertos por epitélio (Fig. 17a, 18b) ou apresentam apenas uma pequena parte da coroa exposta. Ao redor do denticulos as células epiteliais são prismáticas. Denticulos com a coroa totalmente exposta com apenas uma bainha epitelial envolvendo-os na base são mais comuns nos rastros posteriores (Fig. 17a, 18a-c).

As barras e trabéculas ósseas parecem possuir osteoblastos, mas não osteócitos (Fig. 19c). Coram-se de vários tons de azul e de vermelho, quando tratadas com Tricrômico de Mallory, indicando diferenças na mineralização.

Entre as trabéculas ósseas há tecido conjuntivo frouxo pobre em células e com alguns vasos, que também preenche o centro do rastro (Fig. 19c). As barra ósseas inserem-se no tecido conjuntivo denso localizado na base do rastro (Fig. 16c). Entre as barras ósseas, observam-se feixes de músculo liso paralelos ao eixo principal do rastro, atravessando-o em toda sua altura (Fig. 16b, 20b). Estes feixes parecem comunicar-se com os feixes musculares paralelos ao ceratobranquial, aos quais são perpendiculares (Fig. 20c).

Nas extremidades dorsal e principalmente ventral da região ceratobranquial do segundo e terceiro arcos é comum existirem rastros muito pequenos com apenas um denticulo entre os rastros normais.

O último rastro do ceratobranquial do segundo e terceiro arcos faz ângulo de aproximadamente 90° com o primeiro rastro da região epibranquial.

Em geral os rastros anteriores e posteriores formam um ângulo de aproximadamente 120° entre si. Todavia, a medida que se aproximam da extremidade dorsal este ângulo parece diminuir. Em toda a extensão do quarto arco, este ângulo parece ser menor.

Os rastros da fileira posterior do quarto par de arcos possuem sua face externa em contato com o quinto osso ceratobranquial, que forma a faringe posterior. Apenas na parte central destes arcos existem rastros branquias, pois os ápices dorsal e ventral deste par de arcos encontra-se fundido ao quinto ceratobranquial.

FIGURA 1

MAPAS DO LOCAL DE ESTUDO

- a) Esquema mostrando a localização da Antártida em relação aos demais continentes do Hemisfério Sul.**
- b) Mapa do Continente Antártico, destacando as Ilhas Shetlands do Sul.**
- c) Mapa das Ilhas Shetlands do Sul, onde localiza-se a Ilha Rei George.**
- d) Mapa da Ilha Rei Geoge, onde observa-se a Baía do Almirantado (*).**
- e) Mapa da Baía do Almirantado, mostrando os pontos de coleta de peixes:
Ponto 1 , Ponto 2 , Ponto 3 e Ponto 4.**

FIGURA 1

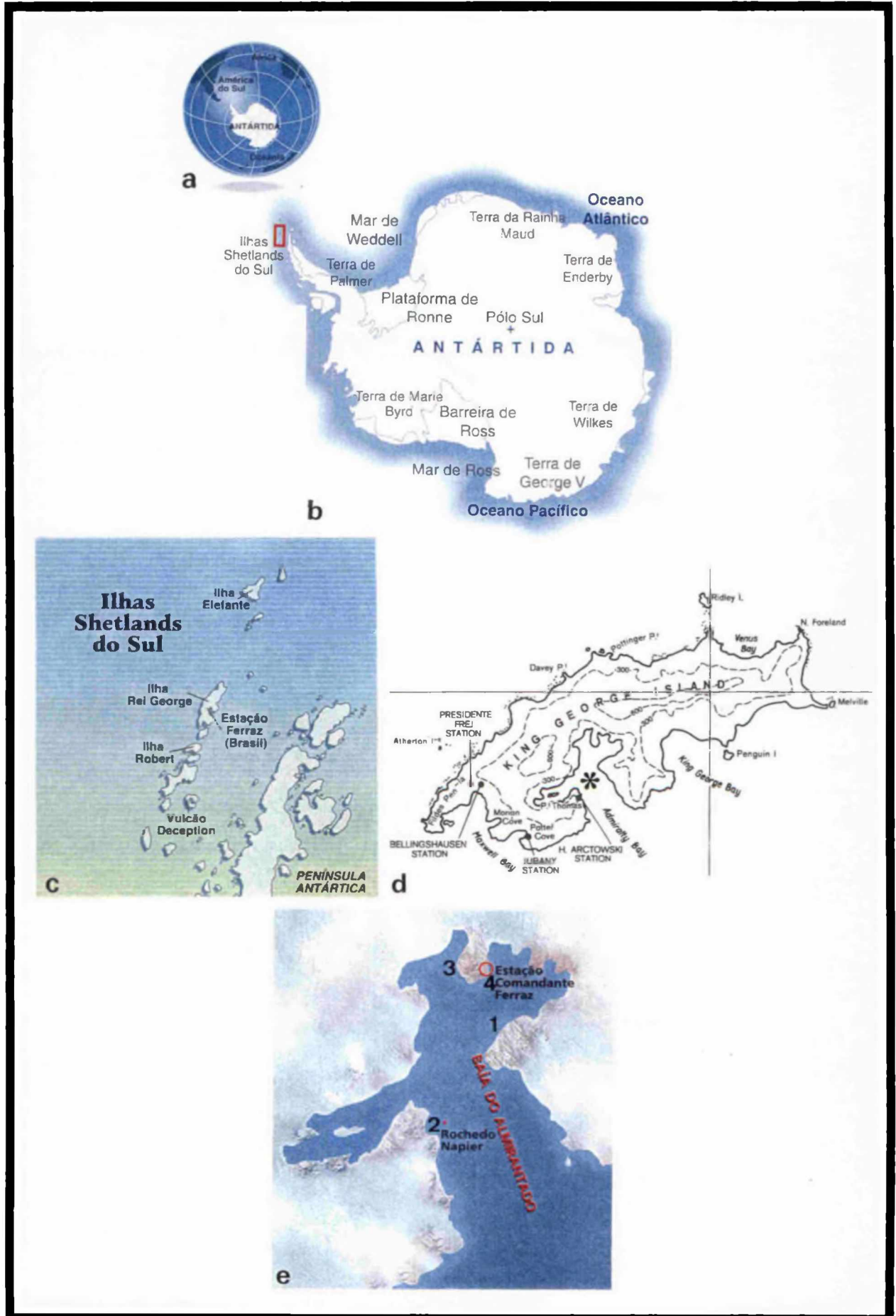


FIGURA 2

MATERIAL BIOLÓGICO

- a)** *Notothenia neglecta* em seu habitat natural, na Baía do Almirantado. Observa-se como sua coloração permite a camuflagem no ambiente.

FOTO SUBAQUÁTICA: LUCIANO CÉSAR CANDISANI

- b)** Mapa da Antártida, mostrando a distribuição geográfica de *Notothenia neglecta* (regiões hachuradas) e os locais onde sua presença é questionável (?).

FONTE: FISHER E HUREAU, 1985

FIGURA 2

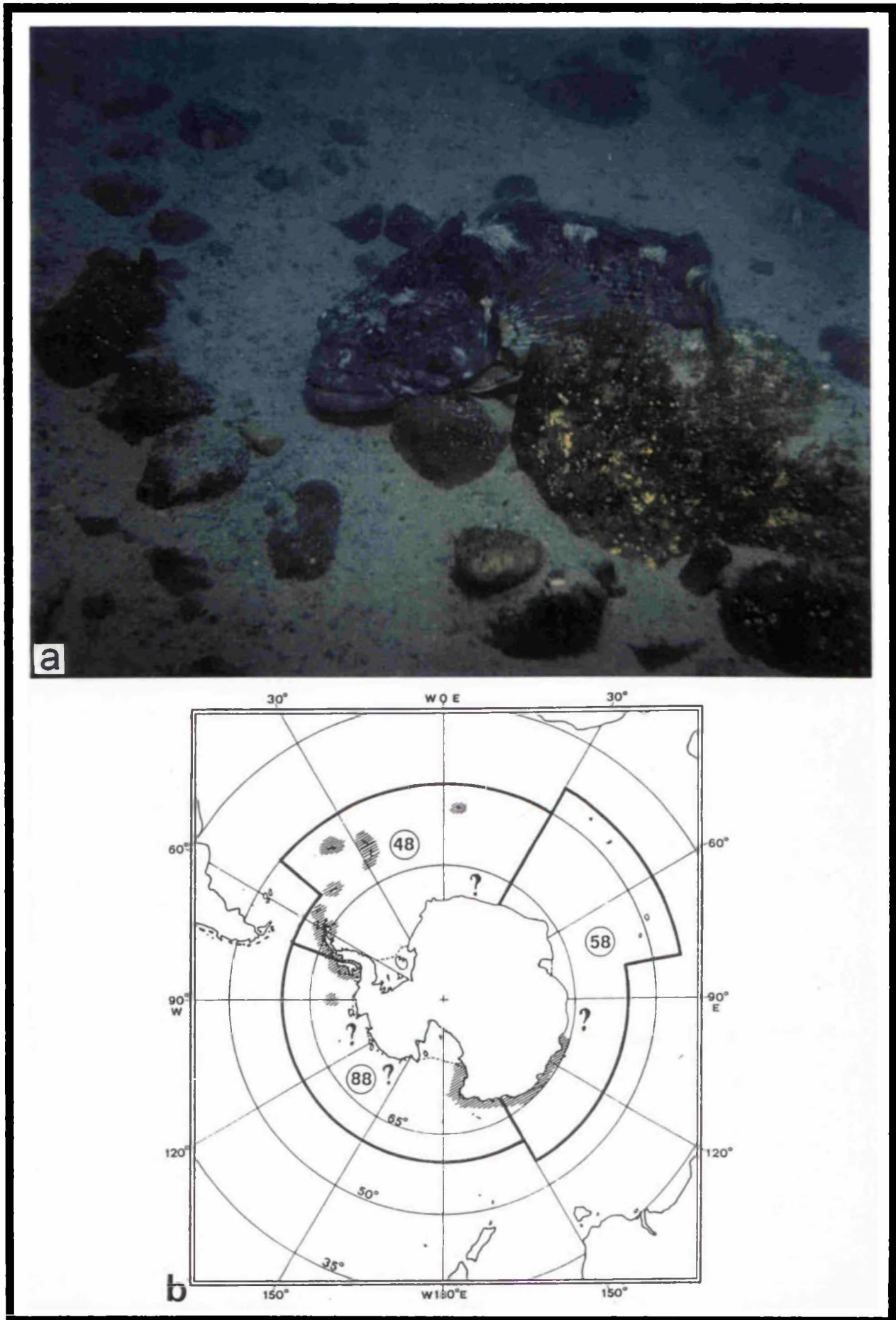


FIGURA 3

COLETA E ESTOCAGEM DE PEIXES

a) Estação Antártica Comandante Ferraz, localizada às margens da Enseada Martel, na Baía do Almirantado.

b) Coleta de Peixes com Rede de Espera à bordo da Lancha Oceanográfica Skua. Logo após a coleta, os peixes foram colocados no tanque da lancha (*), onde a renovação de água foi constante.

FOTO : SANDRA FREIBERGER

c) Coleta de peixes com vara e molinete à bordo da Lancha Slón Morski. Após a coleta, os peixes foram colocados em um galão plástico (◆) com renovação de água constante.

d) Os peixes foram mantidos nos tanques (▼) do módulo de triagem da Estação Antártica Comandante Ferraz, onde foram realizadas as observações do comportamento alimentar.

FIGURA 3

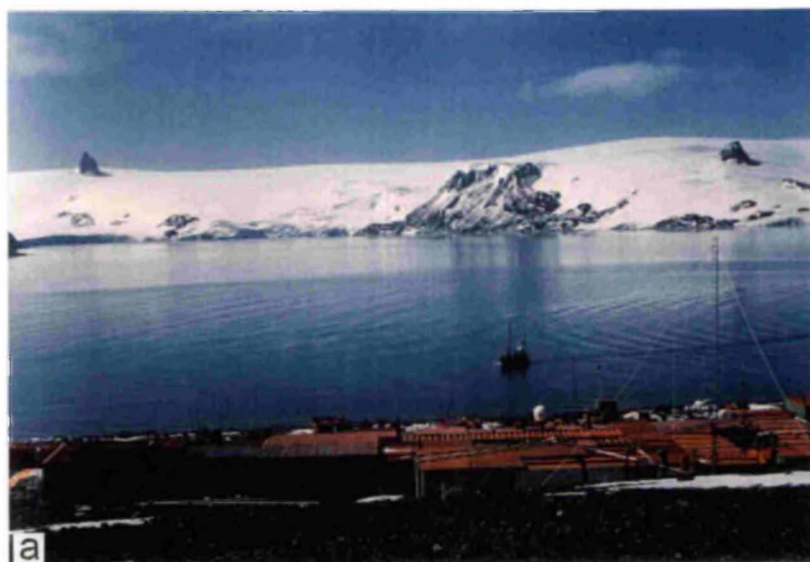


FIGURA 4

APARATO BRANQUIAL FARÍNGEO

- a) *Notothenia neglecta* em vista frontal. Pode observar-se os rastros branquiais (→) nas paredes laterais da faringe, o assoalho (**as**) e o teto (**t**) da faringe e o início do esôfago (**e**).

FOTO : SANDRA FREIBERGER

- b) *Notothenia neglecta* em vista lateral, mostrando as cinco fendas e os quatro arcos branquiais na cavidade opercular : Primeiro (**I**), Segundo (**II**), Terceiro (**III**) e Quarto (**IV**) Arcos Branquiais. Observam-se as fileiras anterior (**A**) e posterior (**P**) de rastros do primeiro arco branquial.

FOTO : SANDRA FREIBERGER

- c) Esquemas mostrando a cavidade bucofaringea de um teleósteo em vista dorsal e o arco branquial em corte transversal ao eixo maior da barra branquial, mostrando as principais estruturas observadas em peixes.

FONTE : HILDEBRAND, 1995

- d) Aparato branquial faríngeo de *Notothenia neglecta*, onde pode-se observar o encaixe entre os rastros branquiais dos arcos adjacentes. Primeiro (**I**), Segundo (**II**), Terceiro (**III**) e Quarto (**IV**) Arcos Branquiais. Observam-se as fileiras anterior (**A**) e posterior (**P**) de rastros do primeiro arco branquial, o assoalho da faringe (**as**), a superfície faríngea da barra branquial (**SF**) e os filamentos respiratórios (**FR**).

FOTO: SONIA GRÖTZNER

- e) Esquema dos ossos que constituem o aparato branquial faríngeo.

FONTE: CHIASSON, 1966

FIGURA 4

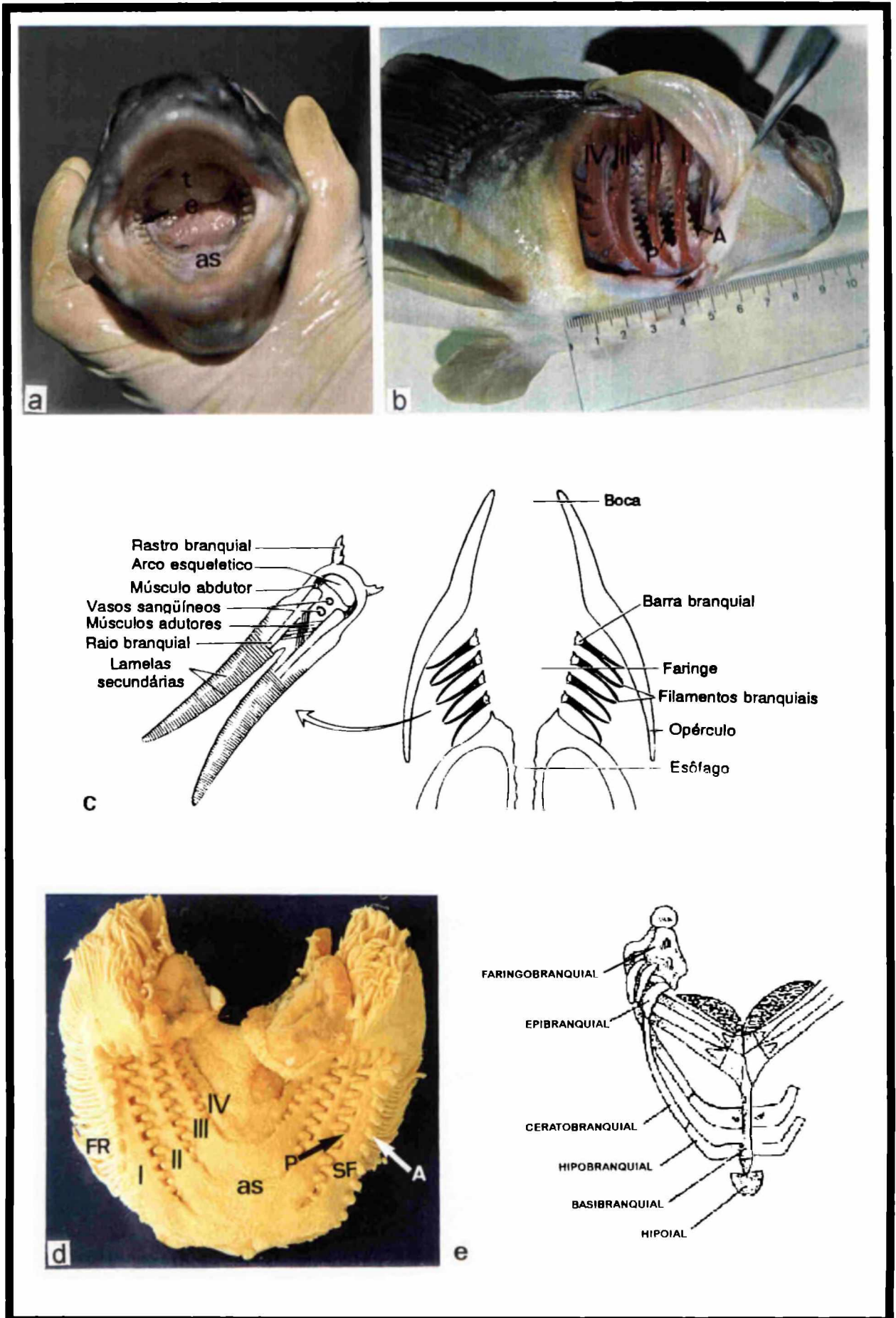


FIGURA 5

ARCOS BRANQUIAIS

Nos quatro arcos branquiais observam-se os rastros da fileira anterior (**A**) e da fileira posterior (**P**), a superfície fríngea da barra branquial (**SF**) e os filamentos respiratórios (**FR**). Verificam-se as regiões correspondentes aos ossos epibranquial (*) e ceratobranquial (⇨).

a) Primeiro Arco Branquial em vista anterior.

b) Segundo Arco Branquial em vista anterior.

c) Terceiro Arco Branquial em vista anterior.

d) Quarto Arco Branquial em vista anterior.

FOTOS: SONIA GRÖTZNER

FIGURA 5

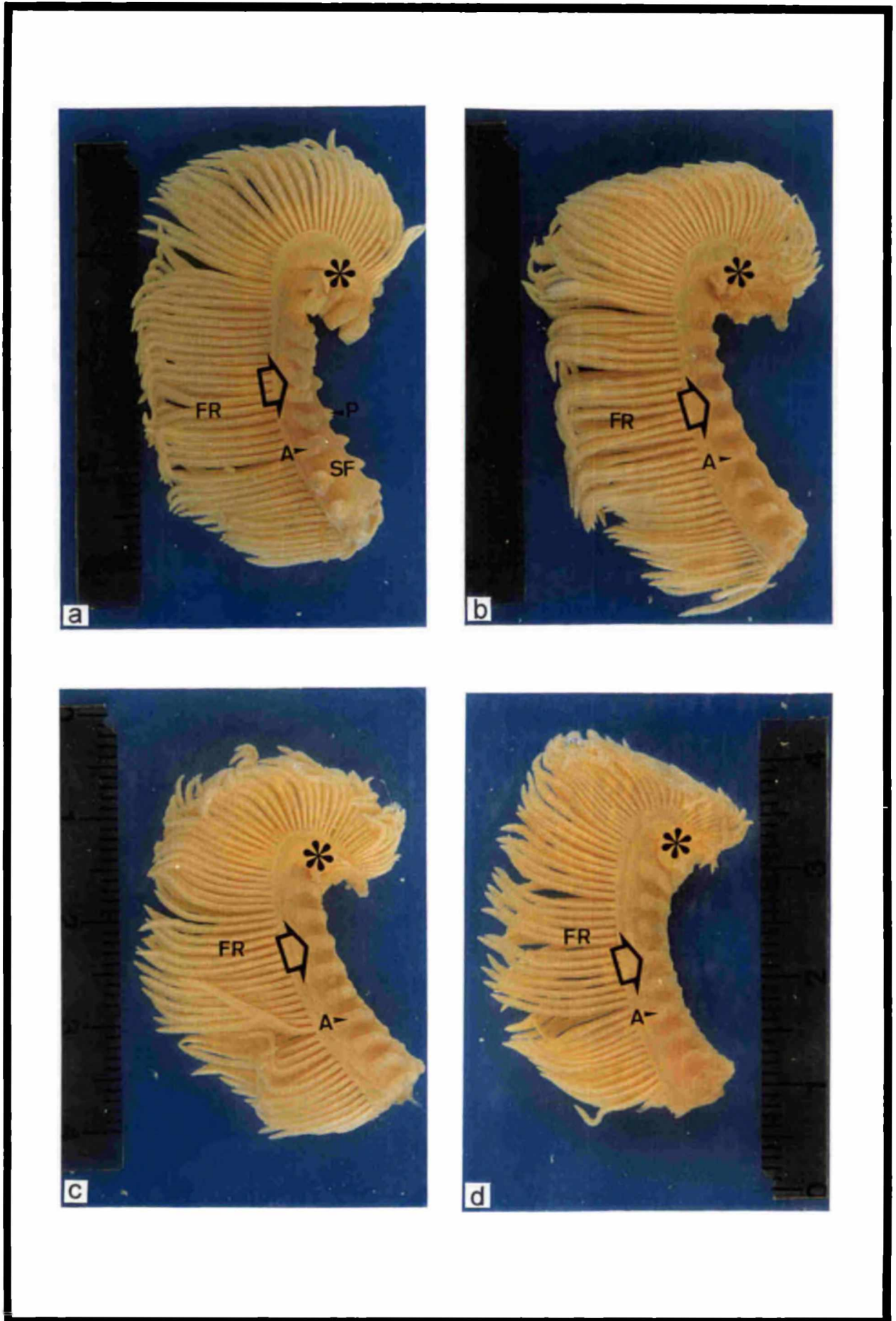


FIGURA 6

NÚMERO DE RASTROS SOBRE O CERATOBANQUIAL

- a) Histograma mostrando a frequência de fileiras anteriores do ceratobranquial do 1º arco branquial (**1A**) com um determinado número de rastros.
- b) Histograma mostrando a frequência de fileiras posteriores do ceratobranquial do 1º arco branquial (**1P**) com um determinado número de rastros.
- c) Histograma mostrando a frequência de fileiras anteriores do ceratobranquial do 2º arco branquial (**2A**) com um determinado número de rastros.
- d) Histograma mostrando a frequência de fileiras posteriores do ceratobranquial do 2º arco branquial (**2P**) com um determinado número de rastros.
- e) Histograma mostrando a frequência de fileiras anteriores do ceratobranquial do 3º arco branquial (**3A**) com um determinado número de rastros.
- f) Histograma mostrando a frequência de fileiras posteriores do ceratobranquial do 3º arco branquial (**3P**) com um determinado número de rastros.
- g) Histograma mostrando a frequência de fileiras anteriores do ceratobranquial do 4º arco branquial (**4A**) com um determinado número de rastros.
- h) Histograma mostrando a frequência de fileiras posteriores do ceratobranquial do 4º arco branquial (**4P**) com um determinado número de rastros.

FIGURA 6

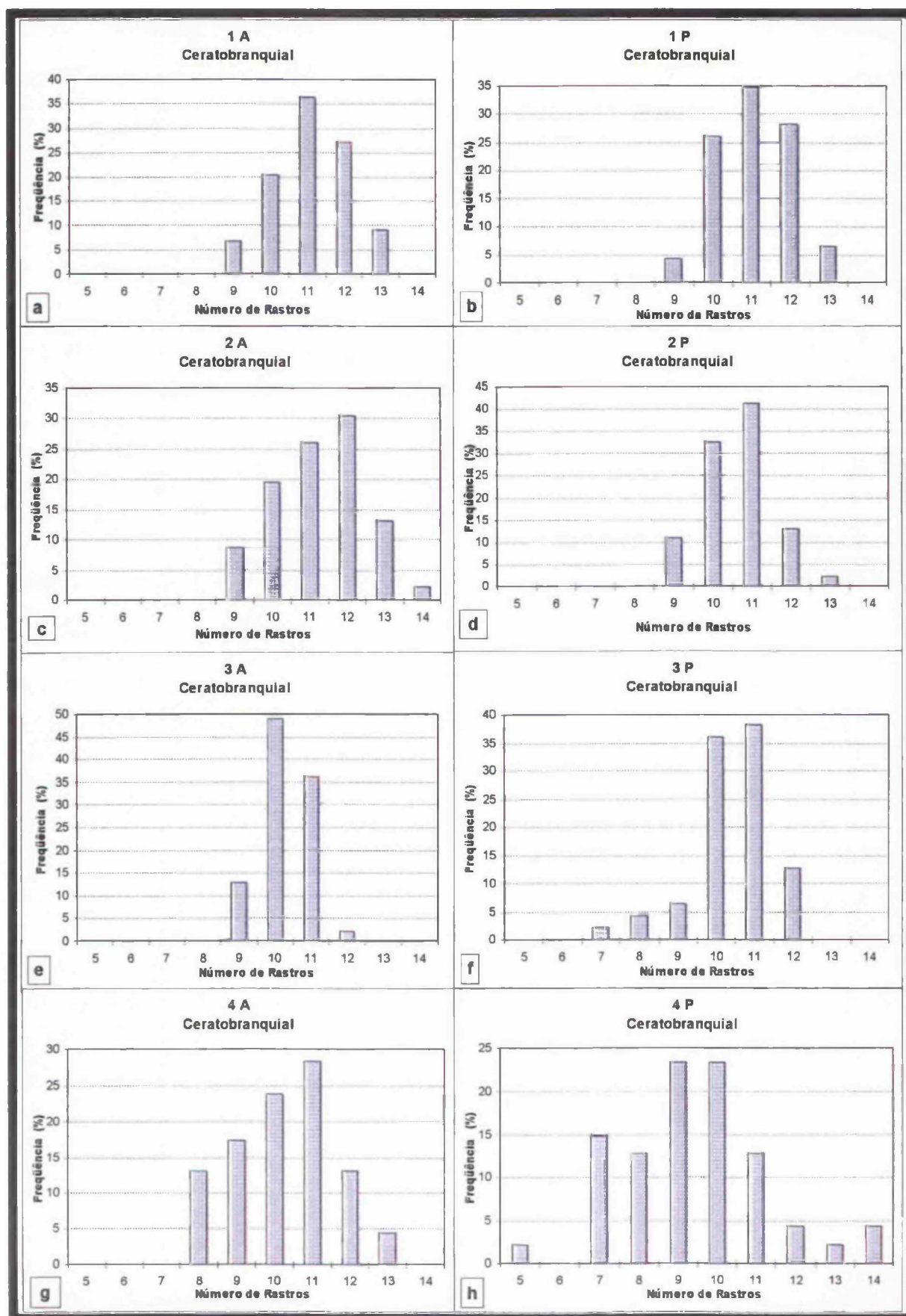


FIGURA 7

NÚMERO DE RASTROS SOBRE O EPIBRANQUIAL

- a) Histograma mostrando a frequência de fileiras anteriores do epibranquial do 1º arco branquial (**1A**) com um determinado número de rastros.
- b) Histograma mostrando a frequência de fileiras posteriores do epibranquial do 1º arco branquial (**1P**) com um determinado número de rastros.
- c) Histograma mostrando a frequência de fileiras anteriores do epibranquial do 2º arco branquial (**2A**) com um determinado número de rastros.
- d) Histograma mostrando a frequência de fileiras posteriores do epibranquial do 2º arco branquial (**2P**) com um determinado número de rastros.
- e) Histograma mostrando a frequência de fileiras anteriores do epibranquial do 3º arco branquial (**3A**) com um determinado número de rastros.
- f) Histograma mostrando a frequência de fileiras posteriores do epibranquial do 3º arco branquial (**3P**) com um determinado número de rastros.
- g) Histograma mostrando a frequência de fileiras anteriores do epibranquial do 4º arco branquial (**4A**) com um determinado número de rastros.

FIGURA 7

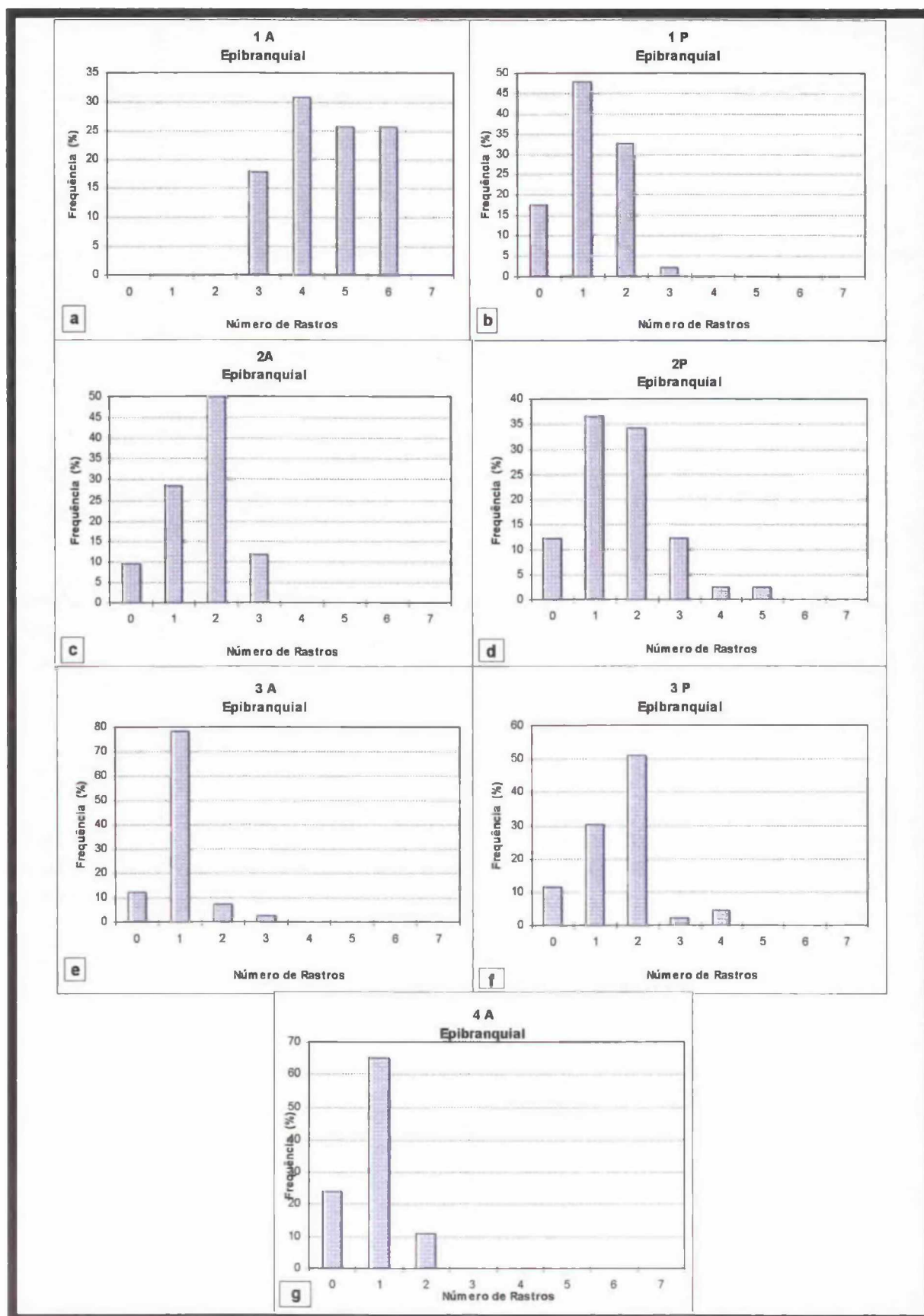


FIGURA 8

NÚMERO DE RASTROS

INTERVALO DE 95% DE PROBABILIDADE EM TORNO DA MÉDIA

- a)** Intervalo de 95% de probabilidade em torno da média do número de rastros sobre cada fileira na região ceratobranquial. Observam-se a média, o limite inferior (**L.I.**) e o limite superior (**L.S.**) do intervalo. No eixo 'x' está representada cada fileira: fileira anterior do 1º AB (**1A**), fileira posterior do 1º AB (**1P**), fileira anterior do 2º AB (**2A**), fileira posterior do 2º AB (**2P**), fileira anterior do 3º AB (**3A**), fileira posterior do 3º AB (**3P**), fileira anterior do 4º AB (**4A**) e fileira posterior do 4º AB (**4P**).
- b)** Intervalo de 95% de probabilidade em torno da média do número de rastros sobre cada fileira na região epibrânquial. Observam-se a média, o limite inferior (**L.I.**) e o limite superior (**L.S.**) do intervalo. No eixo 'x' está representada cada fileira: fileira anterior do 1º AB (**1A**), fileira posterior do 1º AB (**1P**), fileira anterior do 2º AB (**2A**), fileira posterior do 2º AB (**2P**), fileira anterior do 3º AB (**3A**), fileira posterior do 3º AB (**3P**), fileira anterior do 4º AB (**4A**) e fileira posterior do 4º AB (**4P**).

FIGURA 8

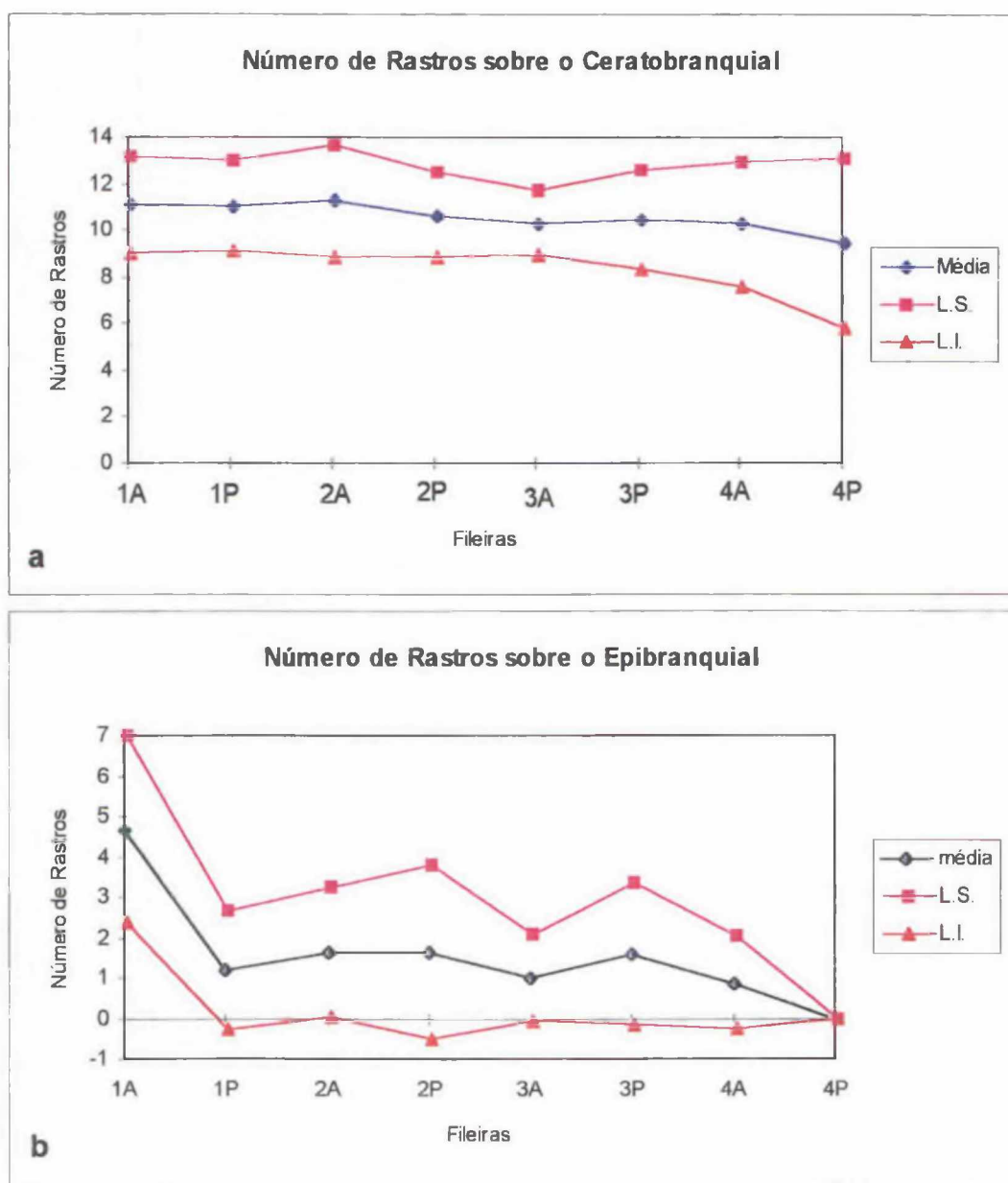


FIGURA 9

ESPAÇAMENTO RELATIVO ENTRE OS RASTROS

SOBRE O CERATOBANQUIAL

- a) Histograma mostrando a porcentagem de ocorrência de determinado E% nas fileiras anteriores sobre o ceratobranquial do 1º AB (**1A**) em cada faixa de espaçamento relativo.
- b) Histograma mostrando a porcentagem de ocorrência de determinado E% nas fileiras posteriores do 1º AB (**1P**) e fileiras anteriores do 2º AB (**2A**) sobre os ceratobranquiais em cada faixa de espaçamento relativo.
- c) Histograma mostrando a porcentagem de ocorrência de determinado E% nas fileiras posteriores do 2º AB (**2P**) e fileiras anteriores do 3º AB (**3A**) sobre os ceratobranquiais em cada faixa de espaçamento relativo.
- d) Histograma mostrando a porcentagem de ocorrência de determinado E% nas fileiras posteriores do 3º AB (**3P**) e fileiras anteriores do 4º AB (**4A**) sobre os ceratobranquiais em cada faixa de espaçamento relativo.
- e) Histograma mostrando a porcentagem de ocorrência de determinado E% nas fileiras posteriores sobre o ceratobranquial do 4º AB (**4P**) em cada faixa de espaçamento relativo.

FIGURA 9

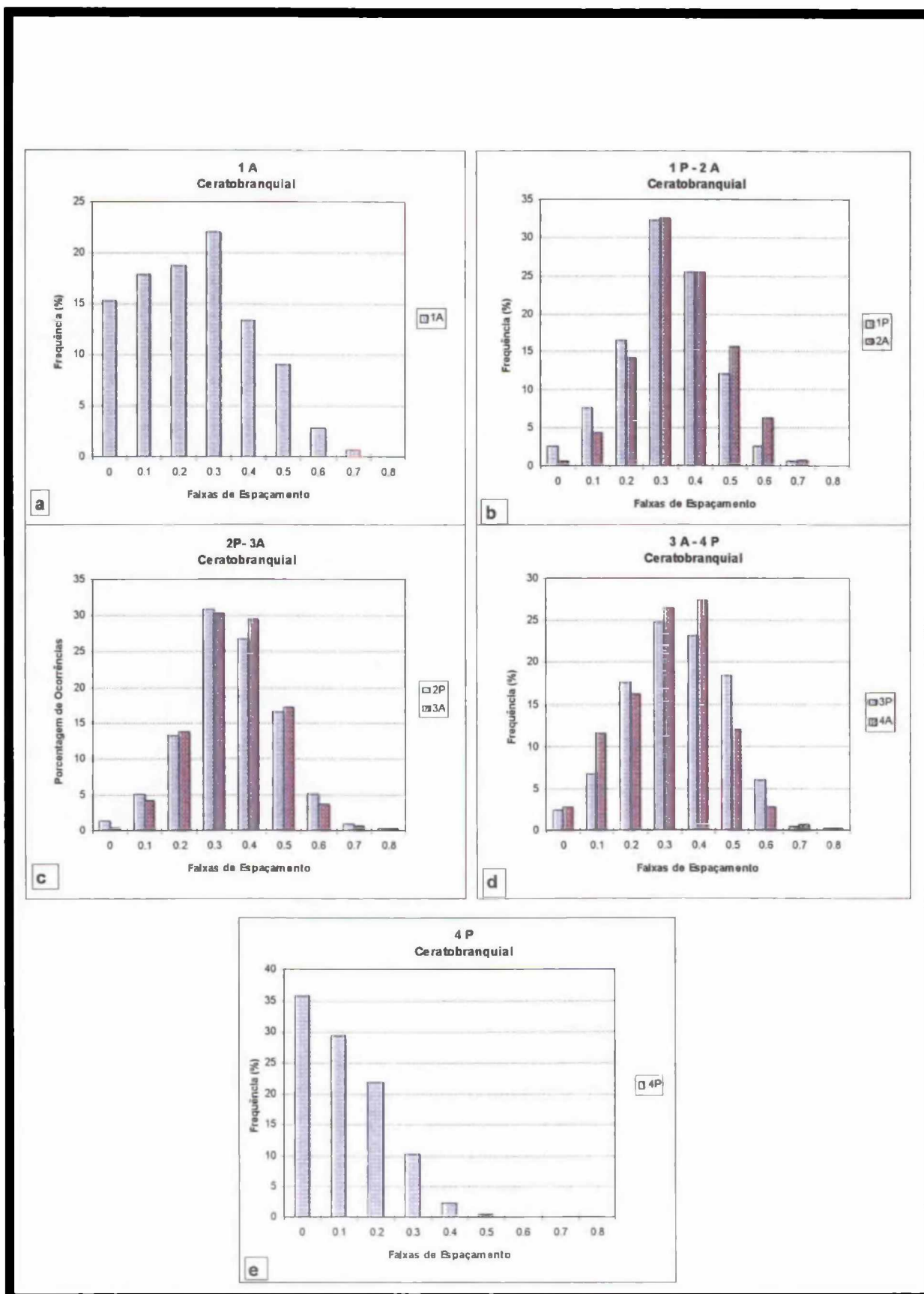


FIGURA 10

ESPAÇAMENTO RELATIVO ENTRE OS RASTROS

SOBRE O EPIBRANQUIAL

- a)** Histograma mostrando a porcentagem de ocorrência de determinado E% nas fileiras anteriores sobre o epibranquial do 1º AB (**1A**) em cada faixa de espaçamento relativo.

- b)** Histograma mostrando a porcentagem de ocorrência de determinado E% nas fileiras posteriores do 1º AB (**1P**) e fileiras anteriores do 2º AB (**2A**) sobre os epibranquiais em cada faixa de espaçamento relativo.

- c)** Histograma mostrando a porcentagem de ocorrência de determinado E% nas fileiras posteriores do 2º AB (**2P**) e fileiras anteriores do 3º AB (**3A**) sobre os epibranquiais em cada faixa de espaçamento relativo.

- d)** Histograma mostrando a porcentagem de ocorrência de determinado E% nas fileiras posteriores do 3º AB (**3P**) e fileiras anteriores do 4º AB (**4A**) sobre os epibranquiais em cada faixa de espaçamento relativo.

FIGURA 10

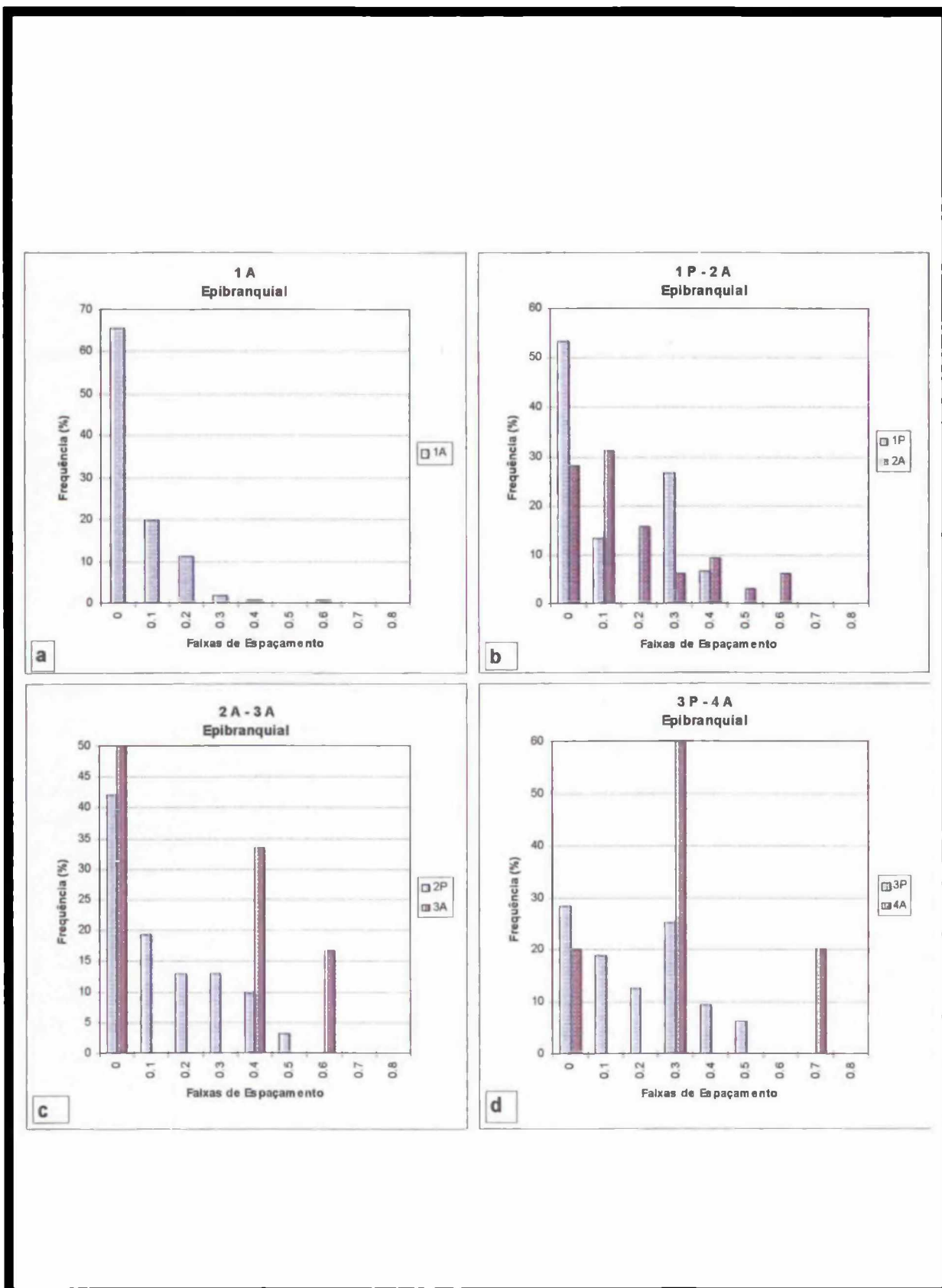


FIGURA 11

ESPAÇAMENTO ENTRE OS RASTROS

INTERVALO DE 95% DE PROBABILIDADE EM TORNO DA MÉDIA

- a) Intervalo de 95% de probabilidade em torno da média do espaçamento relativo (E%) entre os rastros sobre cada fileira na região ceratobranquial. Observam-se a média, o limite inferior (**L.I.**) e o limite superior (**L.S.**) do intervalo. No eixo 'x' está representada cada fileira: fileira anterior do 1º AB (**1A**), fileira posterior do 1º AB (**1P**), fileira anterior do 2º AB (**2A**), fileira posterior do 2º AB (**2P**), fileira anterior do 3º AB (**3A**), fileira posterior do 3º AB (**3P**), fileira anterior do 4º AB (**4A**) e fileira posterior do 4º AB (**4P**).
- b) Intervalo de 95% de probabilidade em torno da média do espaçamento relativo entre os rastros sobre cada fileira na região epibranquial. Observam-se a média, o limite inferior (**L.I.**) e o limite superior (**L.S.**) do intervalo. No eixo 'x' está representada cada fileira: fileira anterior do 1º AB (**1A**), fileira posterior do 1º AB (**1P**), fileira anterior do 2º AB (**2A**), fileira posterior do 2º AB (**2P**), fileira anterior do 3º AB (**3A**), fileira posterior do 3º AB (**3P**), fileira anterior do 4º AB (**4A**) e fileira posterior do 4º AB (**4P**).

FIGURA 11

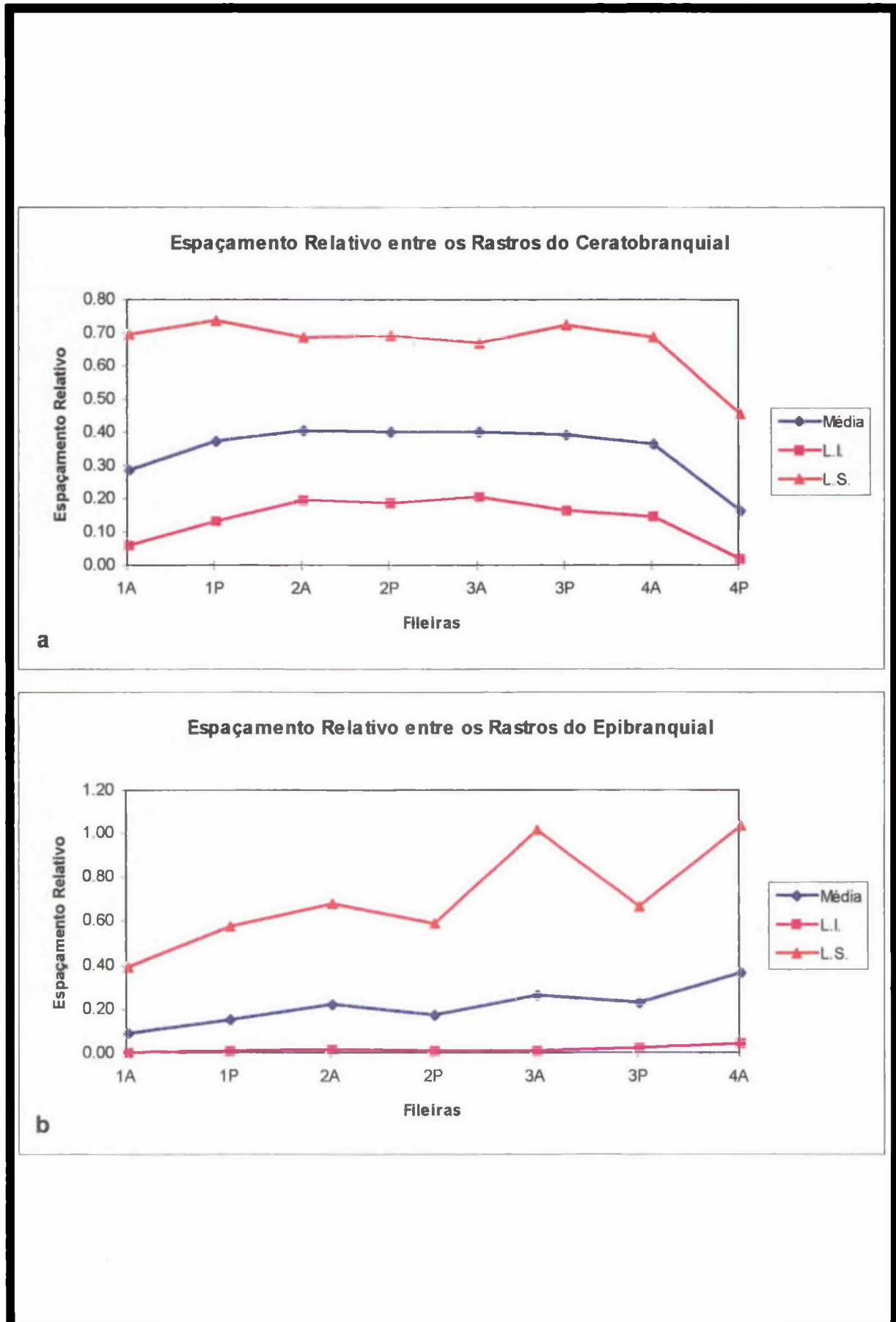


FIGURA 12

TAMANHO RELATIVO DAS PRESAS COMPARADO AO ESPAÇAMENTO ENTRE OS RASTROS

- a) Histograma mostrando a porcentagem de ocorrência de anfipodas com determinada altura relativa (T%) em todos os peixes analisados. Os pontos destacados indicam o intervalo de 95% de probabilidade em torno da média dos espaçamentos relativos (E%) entre os rastros das fileiras centrais (1P-2^A, 2P-3^A, 3P-4A) destes mesmos peixes. Observam-se a média, o limite inferior (**L.I.**) e o limite superior (**L.S.**) do intervalo.
- b) Histograma mostrando a porcentagem de ocorrência de bivalves com determinada espessura relativa (T%) em todos os peixes analisados. Os pontos destacados indicam o intervalo de 95% de probabilidade em torno da média dos espaçamentos relativos (E%) entre os rastros das fileiras centrais (1P-2^A, 2P-3^A, 3P-4A) destes mesmos peixes. Observam-se a média, o limite inferior (**L.I.**) e o limite superior (**L.S.**) do intervalo.

FIGURA 12

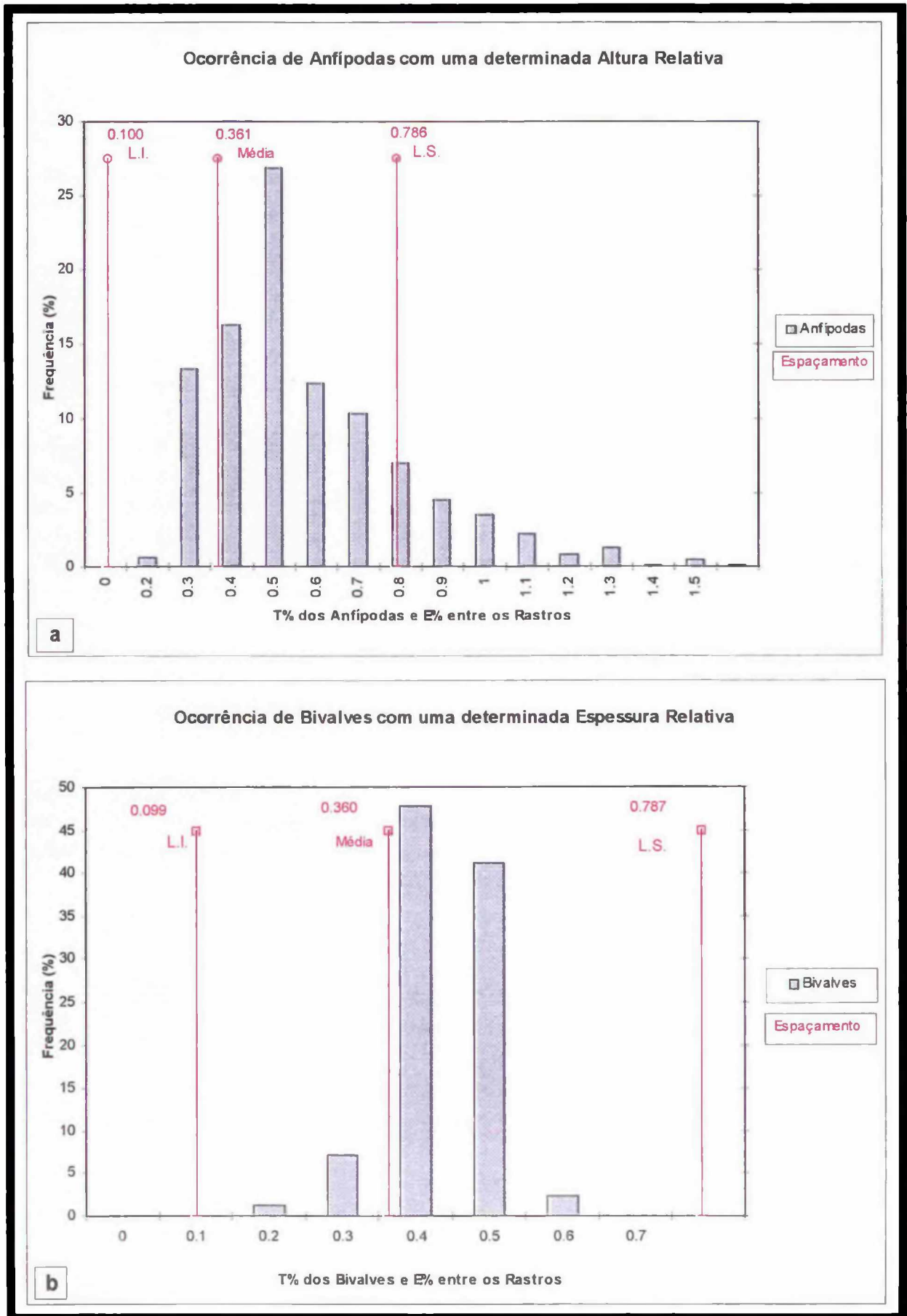


FIGURA 13

ARCO ESQUELÉTICO

- a) Segundo arco branquial em corte transversal ao ceratobranquial. Observa-se um rastro anterior (**RA**) e um rastro posterior (**RP**), ambos com denticulos (→). No centro da barra branquial observam-se as trabéculas ósseas (**TO**) e o tecido conjuntivo frouxo (**CF**) que preenche os espaços. Contudo, neste corte não é possível ver a cartilagem central do arco esquelético. Entre a região correspondente ao ceratobranquial e a superfície faríngea (**SF**) da barra branquial e na base dos rastros há tecido conjuntivo denso (**CD**). Na região indicada (◆) existem fibras de músculo liso paralelos ao ceratobranquial. Voltados para a região respiratória, estão os raios branquiais (★) que sustentam os filamentos respiratórios.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: HEMATOXILINA DE HARRIS / EOSINA. ESCALA:100 µm.

- b) Em corte transversal, o ceratobranquial possui um aspecto triangular. É constituído por um cilindro de cartilagem hialina (**CH**), circundado por trabéculas ósseas (**TO**) e por adipócitos (**AD**) que ocupa os espaços entre as trabéculas. Vê-se ainda os raios branquiais (★) e o músculo adutor das brânquias (➡➡).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: PICO-SIRIUS. ESCALA:100 µm.

- c) Detalhe das trabéculas ósseas do ceratobranquial. Observam-se os osteócitos (**OT**), os osteoblastos (**OB**) e o tecido conjuntivo frouxo.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: HEMATOXILINA DE HARRIS / EOSINA. ESCALA: 50 µm.

FIGURA 13

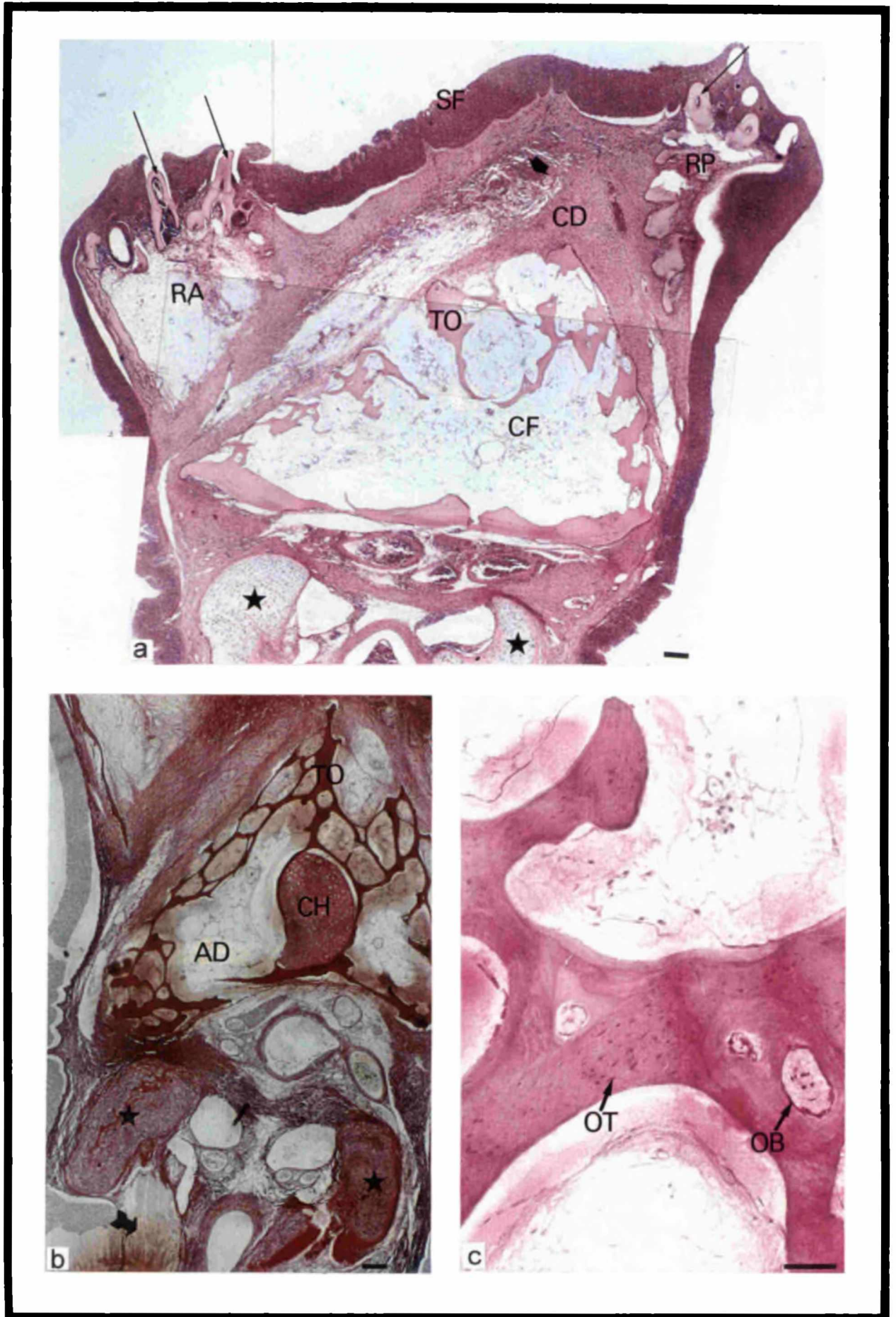


FIGURA 14

SUPERFÍCIE FARÍNGEA DA BARRA BRANQUIAL

- a) A superfície faríngea do primeiro arco branquial possui relevo plano próximo aos rastros posteriores (**P**), mas é um pouco mais irregular próximo aos rastros anteriores (**A**).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 500 μM .

- b) No segundo arco não observam-se dobras profundas na mucosa existente entre os rastros branquiais anteriores (**RA**) e posteriores (**RP**).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 500 μM .

- c) No terceiro rastro, as reentrâncias e saliências da superfície faríngea da barra branquial estendem-se para a porção gustativa dos rastros posteriores (**RP**).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 1000 μM .

- d) No quarto arco, as dobras da mucosa são mais pronunciadas que nos demais. Estas continuam-se com a porção gustativa dos rastros anteriores (**RA**) e posteriores (**RP**).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 1000 μM .

- e) No primeiro arco branquial observam-se dois tipos de rastro: os rastros sem denticulos (**RS**) na fileira anterior e os rastros com denticulos (**RD**) na fileira posterior. Nos rastros com denticulos observam-se as porções denticular (**PD**) e gustativa (**PG**). Os rastros anteriores dobram-se em direção à superfície à superfície faríngea da barra branquial. Verifica-se ainda o local considerado para a medição do espaçamento entre os rastros (\leftrightarrow)

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 1000 μM .

- f) Detalhe da superfície do segundo arco. Observam-se algumas reentrâncias profundas (*****) próximo à base dos rastros anteriores, embora o restante da região seja um pouco mais plano. Vê-se também abundantes aberturas de células secretoras de muco (\rightarrow).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 10 μM .

- g) No terceiro arco a superfície é bastante irregular.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 100 μM .

FIGURA 14

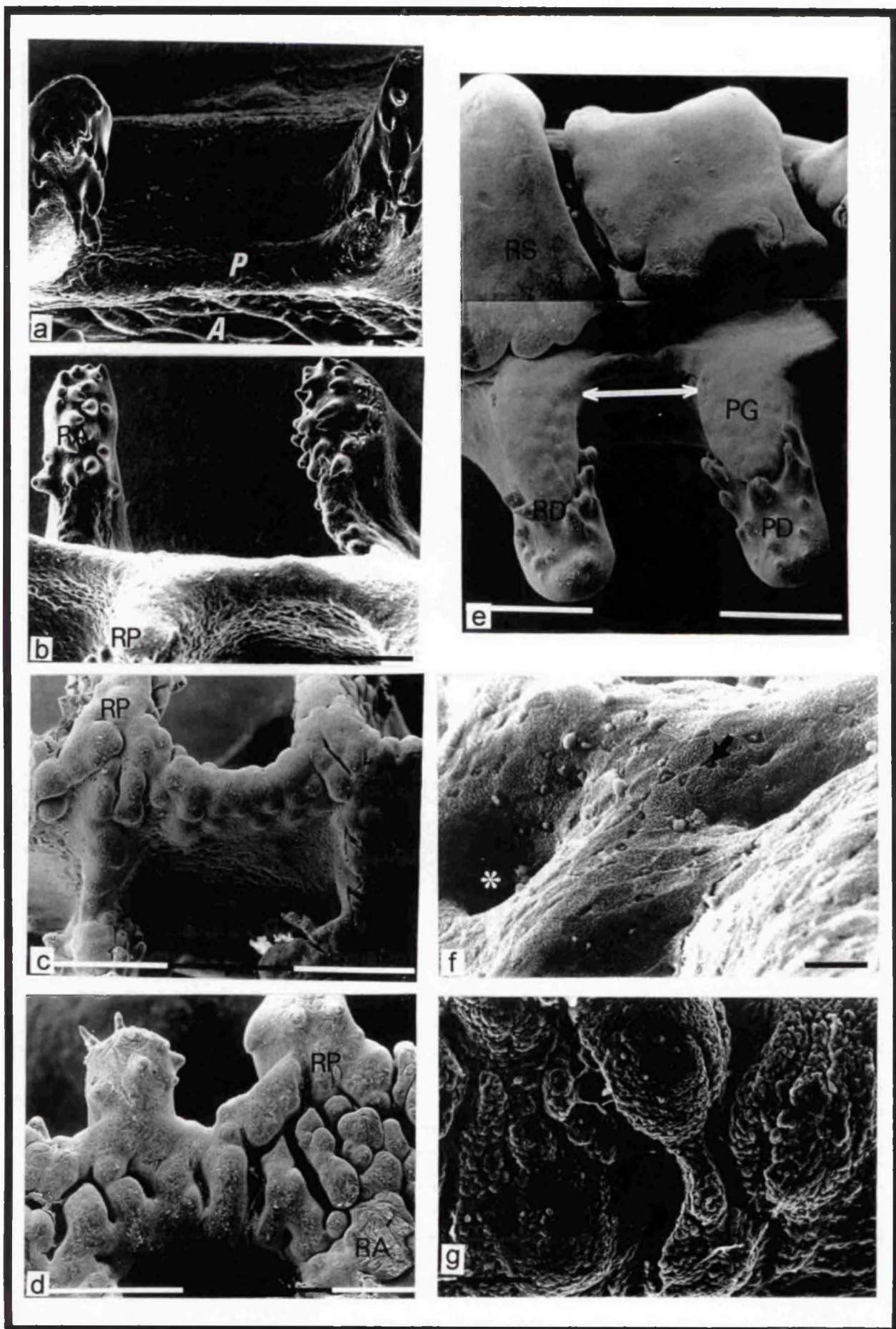


FIGURA 15

RASTROS SEM DENTÍCULOS

- a) Os rastros sem dentículos são achatados antero-posteriormente e voltados para a superfície faríngea da barra branquial (**SF**). Possuem projeções digitiformes curtas (*****) em sua parte apical. Verificam-se as faces interna (**FI**) e externa (**FE**) do rastro.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 500 μm .

- b) Na dobra do arco, entre o ceratobranquial e o epibranchial, os rastros são muito próximos entre si, de modo que o espaçamento é praticamente nulo.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 1000 μm .

- c) Observa-se que os rastros sem dentículos são curvados para a região ventral. São sustentados por trabéculas ósseas (**TO**), circundadas externamente por tecido conjuntivo denso (**CD**). O centro do rastro é preenchido por tecido conjuntivo frouxo (**CF**). Na base dos rastros também observa-se tecido conjuntivo denso (**CD**).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: PICO-SIRIUS. ESCALA: 100 μm .

- d) Na região apical, os rastros sem dentículos curvam-se em direção da barra branquial, muitas vezes tocando sua superfície (**SF**).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 1000 μm .

- e) As trabéculas ósseas (**TO**) e o tecido conjuntivo denso (**CD**) sustentam e mantêm a forma das projeções digitiformes (*****) e do rastro como um todo. No centro do rastro há tecido conjuntivo frouxo (**CF**) que permite que o rastro se curve em resposta a contrações musculares.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 100 μm .

- f) Sobre o epibranchial, os rastros sem dentículos possuem poucas ou nenhuma projeção digitiforme (*****).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 1000 μm .

FIGURA 15

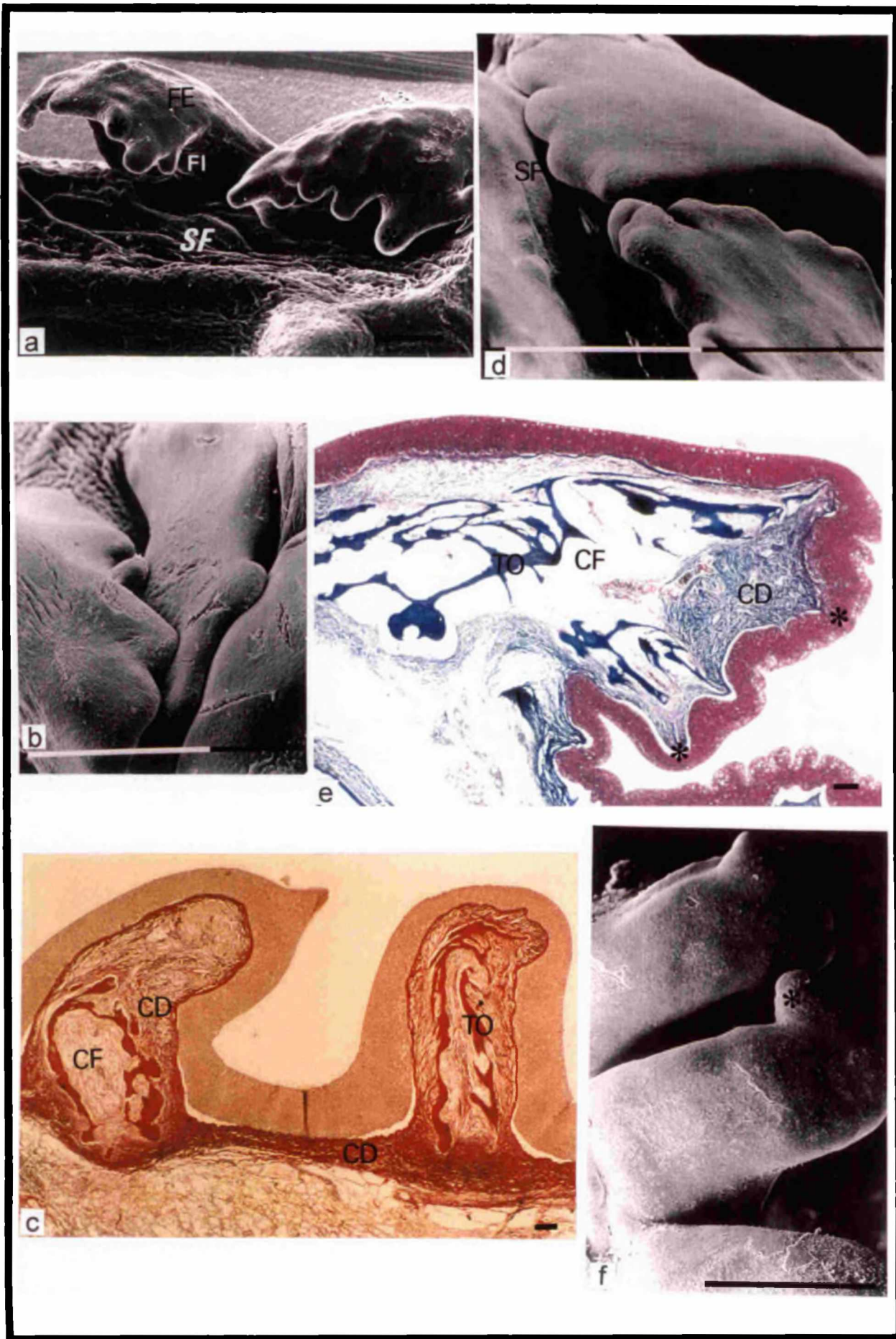


FIGURA 16

RASTROS COM DENTÍCULOS (I)

- a) Dois rastros da fileira posterior do 4^o AB em vista lateral (face ventral), mostrando as porções denticular (**PD**) e gustativa (**PG**)

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 100 µm.

- b) Porção denticular em corte longitudinal, onde pode-se ver as faces interna (**FI**) e externa (**FE**) do rastro. Verifica-se ainda a localização da barra óssea (**BO**) e do osso de sustentação (**OS**) dos dentículos. No centro do rastro há tecido conjuntivo frouxo (**CF**) e feixes de músculo liso (**▬**) e na periferia, tecido conjuntivo denso (**CD**).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 100 µm.

- c) Rastro com dentículos em secção longitudinal, mostrando as porções gustativa (**PG**) e denticular (**PD**). Observa-se que a maior parte da porção gustativa é preenchida por tecido conjuntivo denso (**CD**), enquanto que a porção denticular é preenchida por tecido conjuntivo frouxo (**CF**). Na porção denticular, verifica-se também o osso de sustentação dos dentículos (**OS**) na face interna e a barra óssea (**BO**) na face externa.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 100 µm.

- d) Rastro com dentículos exibindo as faces interna (**FI**), externa (**FE**), ventral (**FV**) e dorsal (**FD**). Observa-se ainda o local correspondente à barra óssea (<< **BO** >>) localizada no interior do rastro.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 100 µm.

FIGURA 16

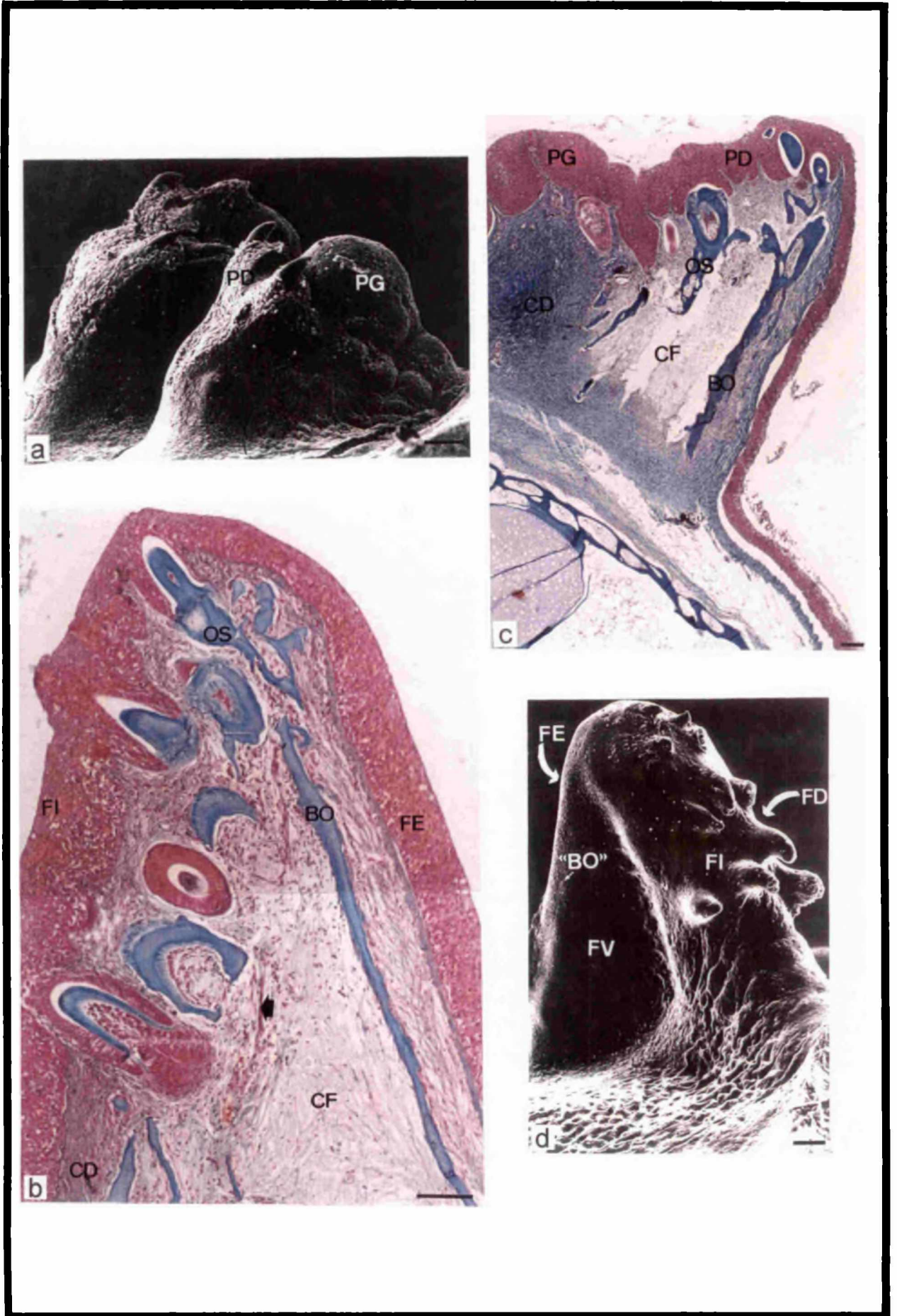


FIGURA 17

RASTROS COM DENTÍCULOS (II)

- a) Face interna de um rastro com dentículos, onde vê-se a porção denticular (**PD**) e a porção gustativa (**PG**). Neste rastro existem dentículos cobertos por epitélio (**▲**) e outros com a coroa exposta (*****). Observa-se a curvatura dos dentículos para o centro da barra branquial.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 100 μm .

- b) Corte mostrando os dentículos em secção transversal ou oblíqua. Observa-se a porção de epitélio (**E**) que circunda cada dentículo e as papilas filiformes de tecido conjuntivo (**PF**) que projetam-se ao redor dos dentículos.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 100 μm .

- c) Corte transversal de um dentículo. Na dentina (**D**) observam-se as linhas de crescimento coradas com diferentes intensidades pelo azul de metileno e os canalículos da dentina (\rightarrow). Na polpa, observam-se os odontoblastos (**O**) em arranjo epitelióide. Ao redor do dentículo observa-se o epitélio de revestimento (**E**).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 10 μm .

- d) Corte um pouco mais profundo que o da figura B, onde verifica-se a presença do osso de sustentação (**OS**) dos dentículos. Os dentículos mostram-se dispostos em vários ângulos. Neles pode-se distinguir a polpa (**P**), a pré-dentina (\rightarrow) e a dentina (**D**). Na base do rastro há tecido conjuntivo denso (**CD**) e uma pequena parte de um feixe de musculatura lisa (**◆**).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 50 μm .

- e) Corte ao nível das barras ósseas na face externa dos rastos. Observa-se que as barras ósseas (**BO**) ventral e dorsal unem-se no ápice do rastro (**★**). No centro do arco há tecido conjuntivo frouxo (**CF**) com vasos sanguíneos.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 50 μm .

- f) Corte transversal do porção denticular, mostrando camadas isotrópicas (**I**) e anisotrópicas (**A**) alternadas, correspondentes às linhas de crescimento da dentina. Observa-se que os canalículos da dentina são isotrópicos. Vê-se ainda as papilas filiformes de tecido conjuntivo (**PF**) ao redor dos dentículos.

MICROSCOPIA DE POLARIZAÇÃO. COLORAÇÃO: PICO-SIRIUS. ESCALA: 50 μm .

FIGURA 17

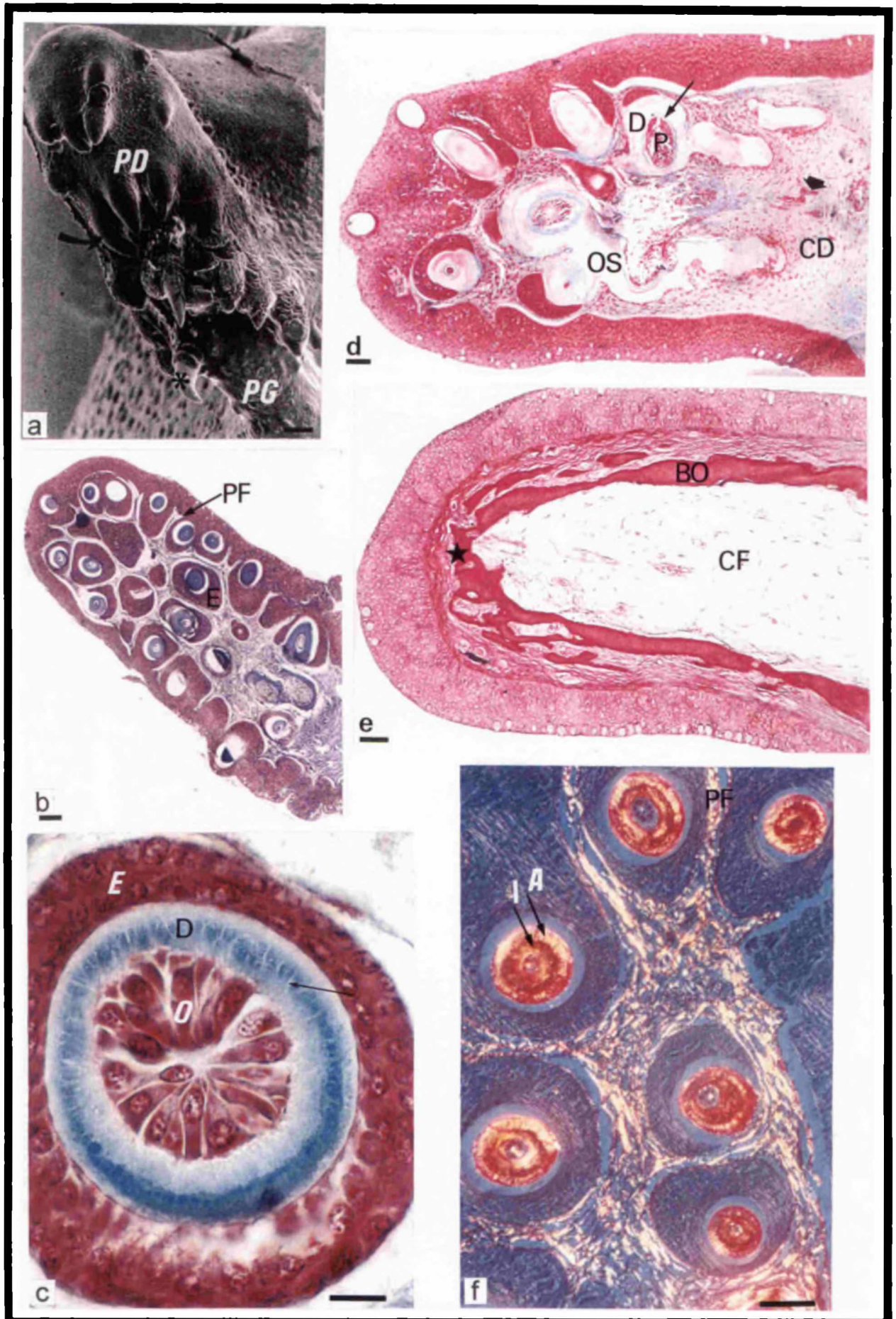


FIGURA 18

DENTÍCULOS

a) Dentículos com a coroa (*) exposta.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA:100 µm.

b) Um denticulo totalmente coberto por epitélio. As células de revestimento são cobertas por microssaliências.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 50 µm.

c) Um denticulo com a coroa (*) exposta. Observa-se seu formato cônico e sua curvatura para o centro do arco.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 50 µm.

d) Corte longitudinal de um denticulo, mostrando a dentina (**D**) e a polpa (**P**). Na polpa verificam-se os odontoblastos (**O**) em arranjo epitelióide. O epitélio (**E**) que reveste o denticulo é formado por uma camada de células alongadas com núcleo basal em contato com a dentina e uma camada mais externa de células cúbicas com núcleo central. Observam-se também as papilas filiformes de tecido conjuntivo (**PF**).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA:50 µm.

e) Em corte oblíquo, vê-se a dentina (**D**), a pré-dentina (**PD**) e a polpa (**P**). Verifica-se o tecido conjuntivo denso (**CD**) abaixo do epitélio e as papilas filiformes (**PF**) ao redor do denticulo. Observa-se uma parte do osso de sustentação dos denticulos (**OS**).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA:50 µm.

f) Dentículos em corte longitudinal, oblíquo e transversal, onde observa-se a polpa (**P**) e a dentina (**D**), apresentando linhas de crescimento isotrópicas e anisotrópicas alternadas. Vê-se ainda as papilas (**PF**) de tecido conjuntivo ao redor dos denticulos.

MICROSCOPIA DE POLARIZAÇÃO. COLORAÇÃO: PICO-SIRIUS. ESCALA:50 µm.

FIGURA 18

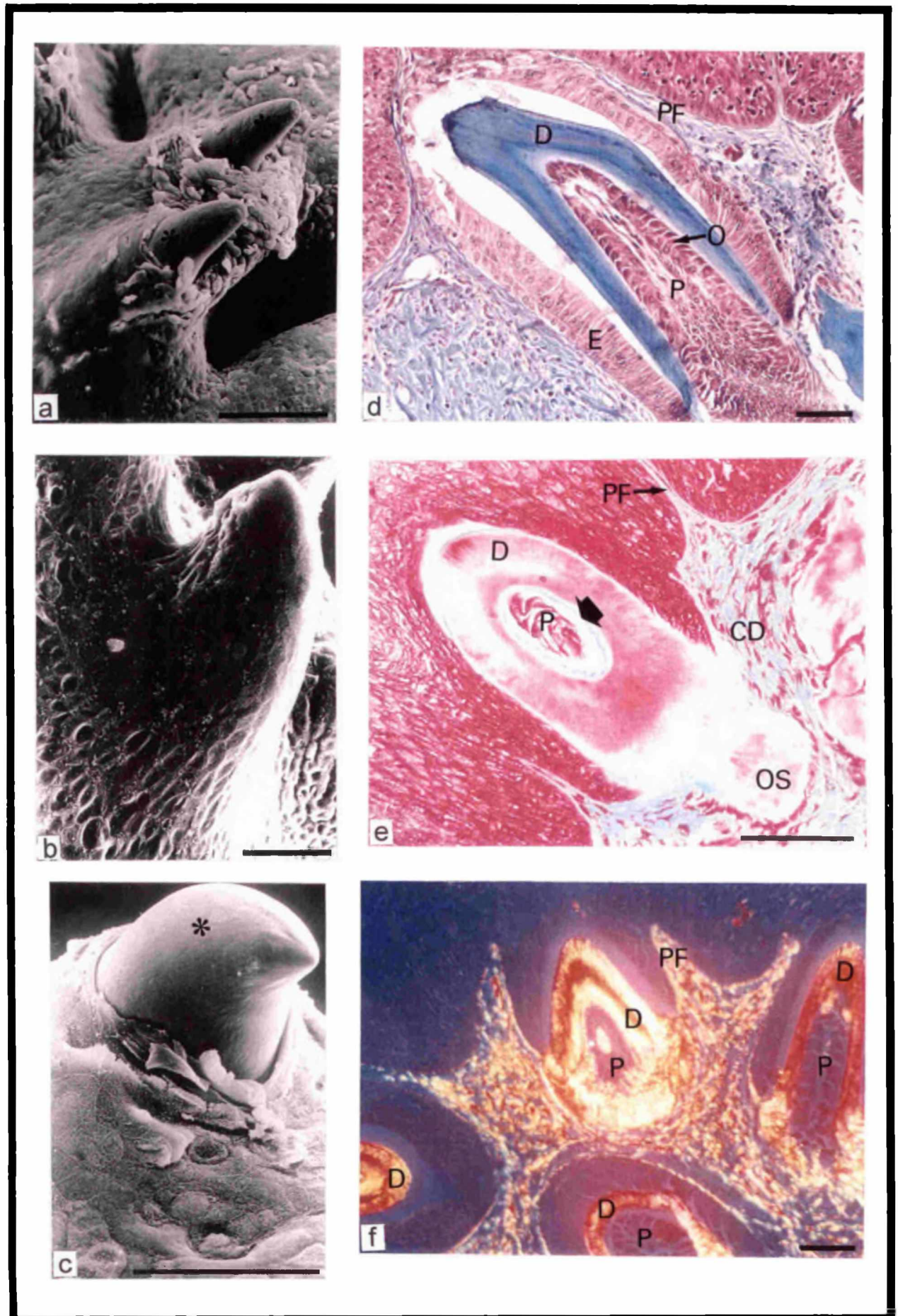


FIGURA 19

OSSO DE SUTENTAÇÃO DOS DENTÍCULOS

- a)** Dentículos em corte oblíquo, mostrando a polpa (**P**), a dentina (**D**), suas articulações (**→**) ao osso de sustentação (**OS**).

MICROSCOPIA DE LUZ. PÍCRO-SÍRIUS. ESCALA: 50 μM .

- b)** Articulação (**→**) dos dentículos ao osso de sustentação (**OS**). Observa-se a dentina (**D**) e a polpa (**P**) na parte mais basal de alguns dentículos e o tecido conjuntivo frouxo (**CF**) logo abaixo dela. Verifica-se que as partes centrais da dentina e do osso de sustentação são reativas ao PAS.

MICROSCOPIA DE LUZ. PAS / VERDE LUZ. ESCALA: 50 μM .

- c)** O osso de sustentação (**OS**) dos dentículos apresentam osteoblastos (**OB**), mas não osteócitos. Entre as trabéculas, observa-se tecido conjuntivo frouxo (**CF**).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 50 μM .

- d)** Verificam-se os osteoblastos (**OB**) ao redor do osso de sustentação e numerosos canalículos (**↘**) orientados em várias direções em todo o osso.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: PÍCRO-TIONINA. ESCALA: 10 μM .

- e)** Detalhe dos canalículos (**↘**) existentes no osso de sustentação dos dentículos.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: PÍCRO-TIONINA. ESCALA: 10 μM .

FIGURA 19

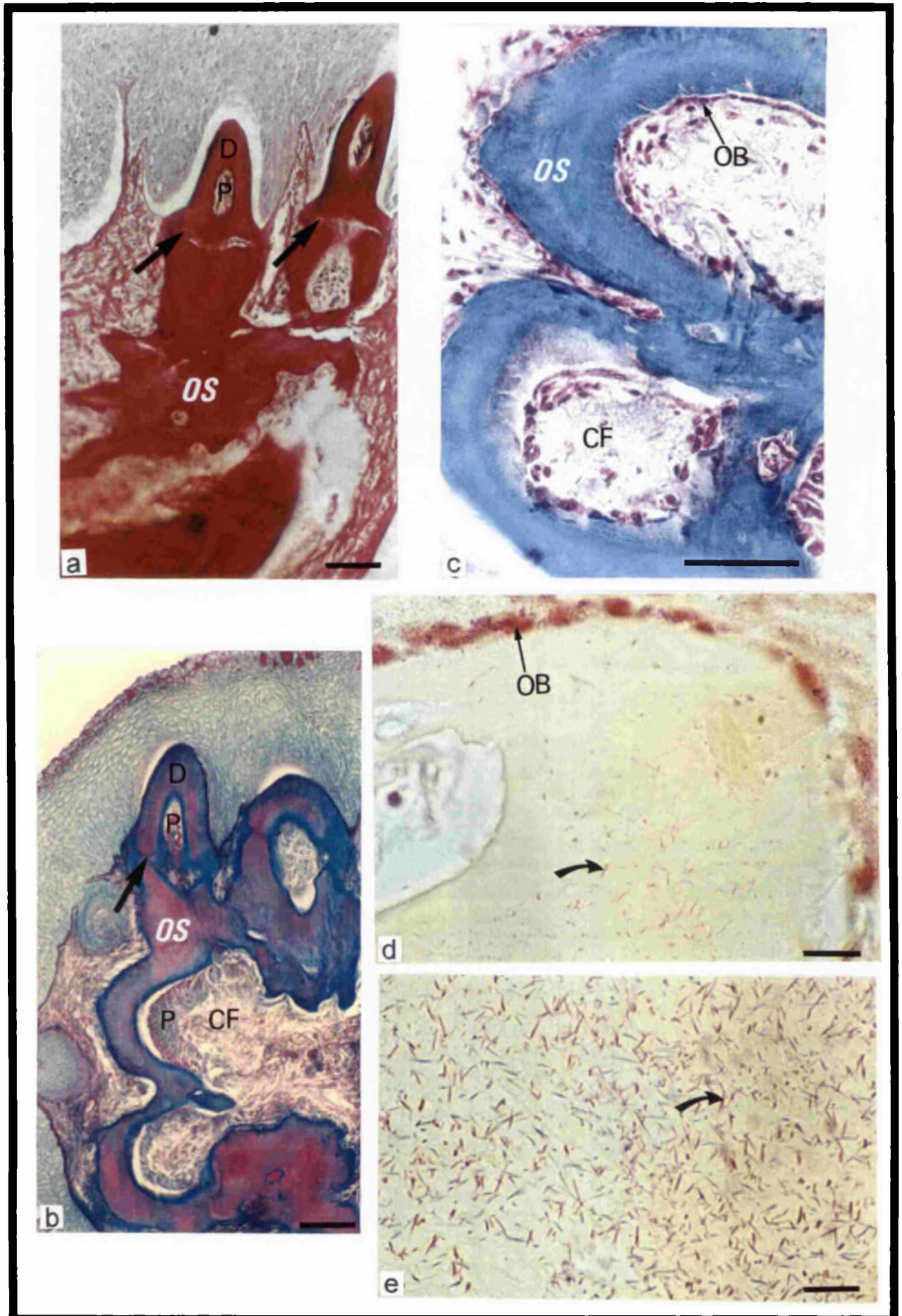


FIGURA 20

MUSCULATURA

- a) Feixes de músculo liso (◆) paralelos ao ceratobranquial, na região entre os rastros anteriores e posteriores. Verificam-se vasos sanguíneos (→) junto aos músculos.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 100 µm.

- b) Rastro com dentículos, apresentando a barra óssea (**BO**) na face externa, os ossos de sustentação dos dentículos (**OS**) na face interna e feixes de músculo liso (◆) circundada por tecido conjuntivo frouxo (**CF**) no centro do rastro.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 50 µm.

- c) Feixes de músculo liso (◆) paralelo ao ceratobranquial e feixes (✎) que penetram nos rastros branquiais. Observam-se vasos sanguíneos (→) junto aos músculos.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 50 µm.

- d) Musculatura lisa (◆) entre as trabéculas ósseas (**TO**) que sustentam os rastros sem dentículos. Observam-se vasos sanguíneos (→) acompanhando os feixes musculares.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 50 µm.

- e) Detalhe de células musculares lisas (◆) entre células do tecido conjuntivo, próximo ao ápice de um rastro branquial.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 50 µm.

FIGURA 20

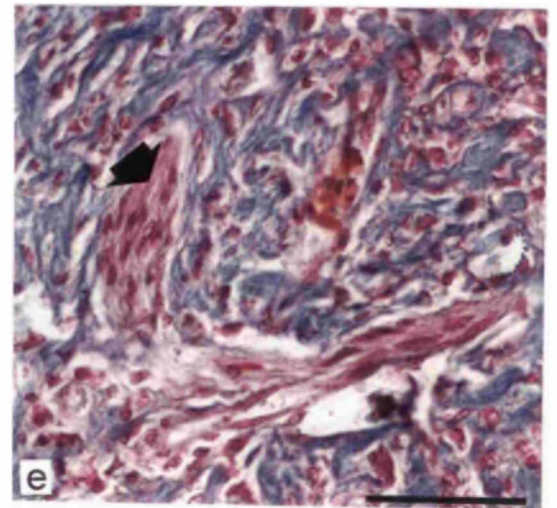
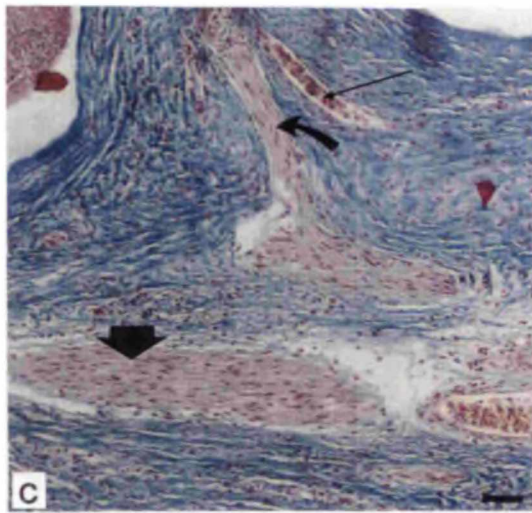
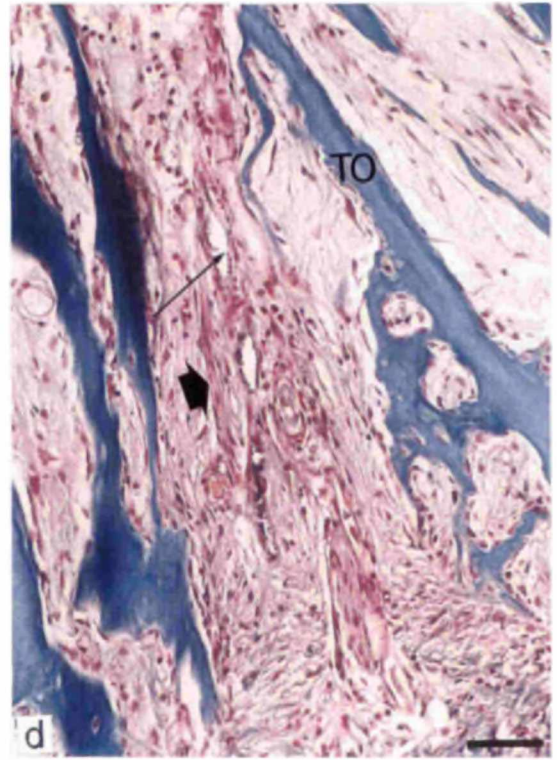
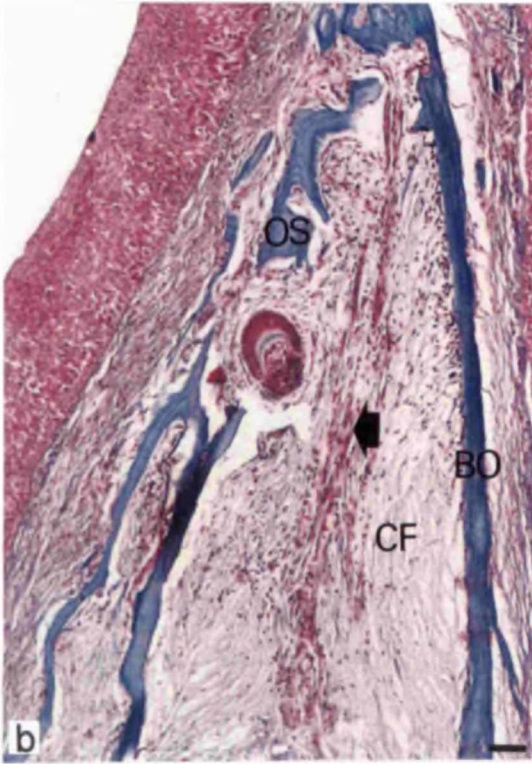
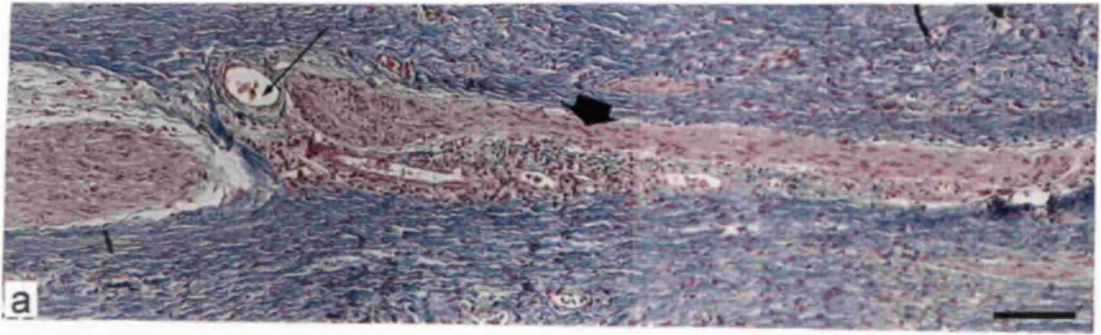


FIGURA 21

EPITÉLIO DE REVESTIMENTO

- a) O epitélio de revestimento (**E**) dos rastros sem denticulos é do tipo estratificado cúbico, formado por cerca de 10-15 camadas celulares, sendo as células basais mais alongadas que as apicais. A superfície do epitélio é ligeiramente ondulada. Apresenta células sensoriais isoladas (**SI**) intensamente coradas pela fucsina. O tecido conjuntivo subjacente (**CS**) é do tipo denso modelado. Células do tecido conjuntivo não modelado emitem prolongamentos (**→**) que atravessam o tecido conjuntivo modelado em direção ao epitélio.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 10 μm .

- b) No ápice dos rastros sem denticulos observam-se almofadas de tecido conjuntivo frouxo (**CF**) separadas por septos de tecido conjuntivo denso (**CD**).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 50 μm .

- c) Nos rastros com denticulos, o tecido conjuntivo subjacente (**CS**) ao epitélio possui mais células do que nos rastros sem denticulos. O epitélio também é estratificado cúbico, formado por 10-15 camadas, e possui a superfície irregular.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 10 μm .

- d) Observando-se a superfície do epitélio dos rastros sem denticulos, vê-se a ondulação do relevo e as aberturas de células secretoras de muco (**◆**) entre as células de revestimento (**★**).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 10 μm .

- e) Superfície da região entre as projeções digitiformes nos rastros sem denticulos, mostrando a grande irregularidade.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: PAS / VERDE LUZ. ESCALA: 10 μm .

- f) Aspecto superficial do epitélio da parte basal de um rastro, onde observam-se aberturas das células secretoras de muco (**◆**).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 10 μm .

- g) Observam-se também células epiteliais de revestimento dos rastros com denticulos que apresentam tamanhos e formas irregulares. As microssaliências que recobrem estas células possuem arranjos bem variados.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 10 μm .

FIGURA 21

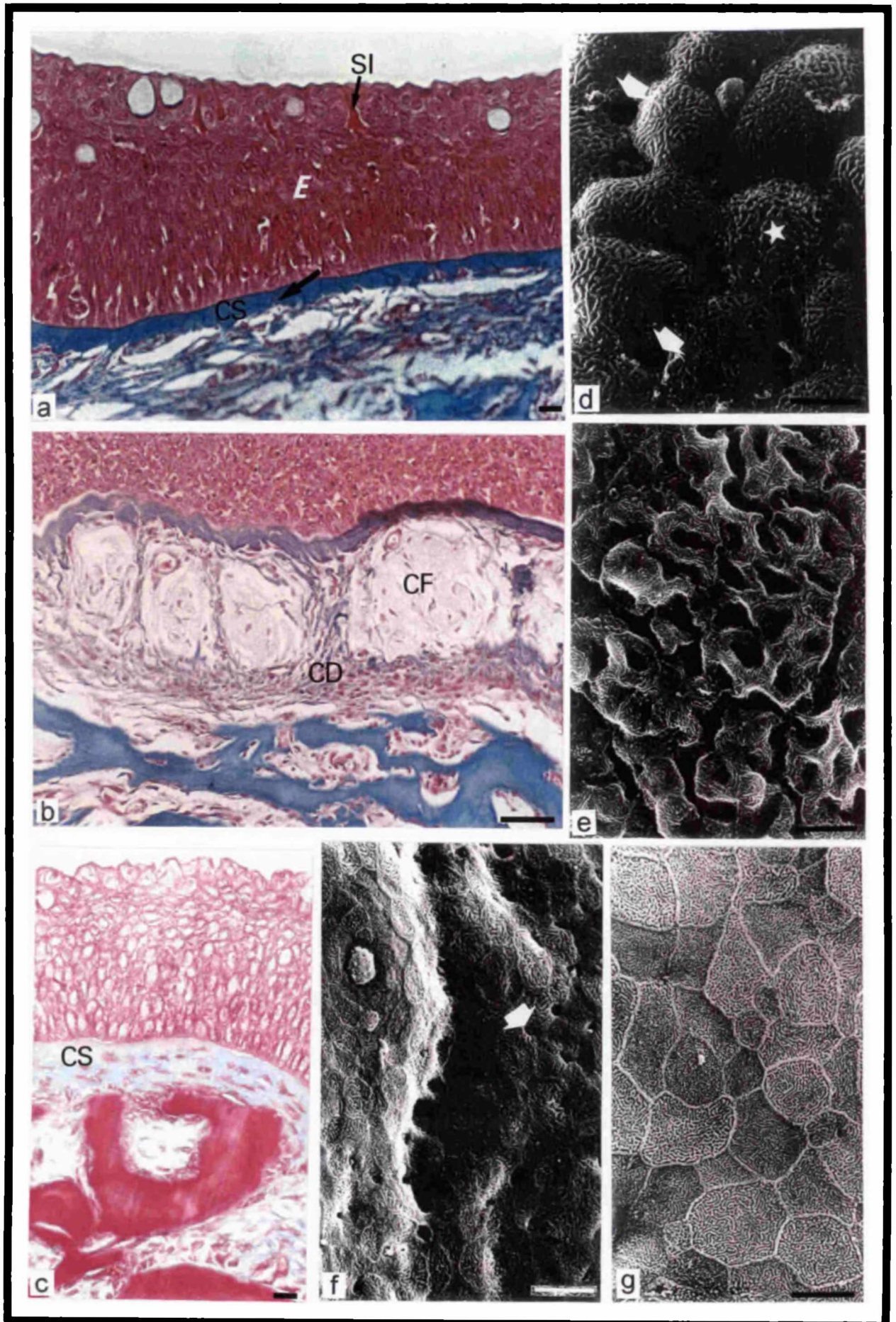


FIGURA 22

CÉLULAS SECRETORAS DE MUCO

- a) Verifica-se que existem células secretoras de muco reativas ao PAS (→) na região compreendida entre dois rastros. Estas células acompanham as dobras da epiteliais, muitas vezes formando estruturas glandulares (➡).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: PAS / VERDE LUZ. ESCALA: 100 μm.

- b) Em toda a superfície dos rastros sem denticulos existem células secretoras de muco reativas ao PAS (→).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: PAS / VERDE LUZ. ESCALA: 50 μm.

- c) As células secretoras de muco (→) observadas no aparato branquial faríngeo são reativas ao PAS.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: PAS / VERDE LUZ. ESCALA: 50 μm.

- d) As células secretoras de muco (→) que reagem ao PAS, também são reativas ao Azul de Alcian pH 2,5.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: AZUL DE ALCIAN PH 2,5 / ORANGE G. ESCALA: 50 μm.

- e) Na superfície do epitélio entre os rastros observam-se as aberturas das células secretoras de muco (→) entre as células de revestimento. Estas células abrem-se também nas depressões do epitélio (◆).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 10 μm.

- f) Observa-se que as células secretoras de muco (reativas ao PAS) distribuem-se de maneira diferente ao longo da superfície do rastro, sendo pouco frequentes no ápice do rastro e mais abundantes próximo à base. Na base do rastro, frequentemente estas células arranjam-se em estruturas glandulares (➡).

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: PAS / VERDE LUZ. ESCALA: 100 μm.

- g) Os grânulos de secreção das células secretoras de muco (→) reagem fracamente ao Azul de Alcian pH 0,5

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: AZUL DE ALCIAN PH 0,5 / ORANGE G. ESCALA: 50 μm.

FIGURA 22

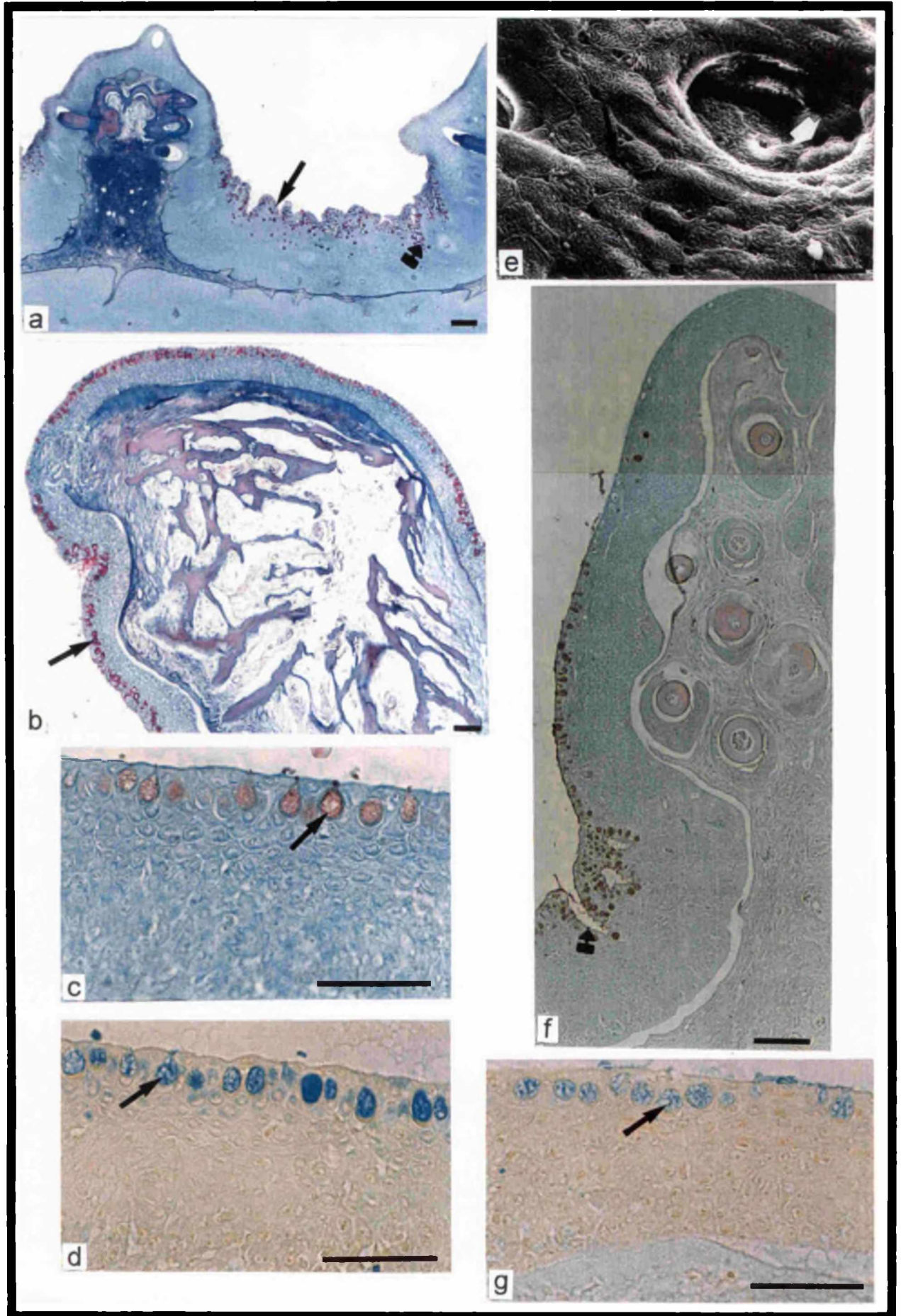


FIGURA 23

ESTRUTURAS GLANDULARES

- a)** Nas dobras do epitélio da superfície faríngea da barra branquial, frequentemente as células secretoras de muco arranjam-se na forma de estruturas glandulares (**G**). Observa-se a abertura (**A**) da estrutura glandular na superfície do epitélio. Verifica-se que as células secretoras de muco reagem simultaneamente ao PAS e ao Azul de Alcian pH 2,5, adquirindo uma coloração intermediária.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: PAS / AZUL DE ALCIAN PH 2,5 / ORANGE G. ESCALA:100 µM.

- b)** Na base dos rastros com e sem denticulos, as estruturas glandulares (**G**) também ocorrem. Observa-se a abertura (**A**) da estrutura na superfície do epitélio.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: HEMATOXILINA DE DELAFIELD / EOSINA. ESCALA: 100 µM.

- c)** Os grânulos das células secretoras das estruturas glandulares (**G**) são reativas ao PAS.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: PAS / VERDE LUZ. ESCALA:100 µM.

- d)** Abertura (**A**) das estruturas glandulares na superfície do epitélio e aberturas das células secretoras de muco isoladas (→).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA:10 µM.

- e)** Observa o muco (**M**) extravasado das estruturas glandulares.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 50 µM.

- f)** Os grânulos das células que formam as estruturas glandulares (**G**) e o muco secretado por elas reagem ao Azul de Alcian pH 2,5. Observa-s a abertura (**A**) da estrutura na superfície do epitélio.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: AZUL DE ALCIAN PH 2,5. ESCALA: 50 µM.

FIGURA 23

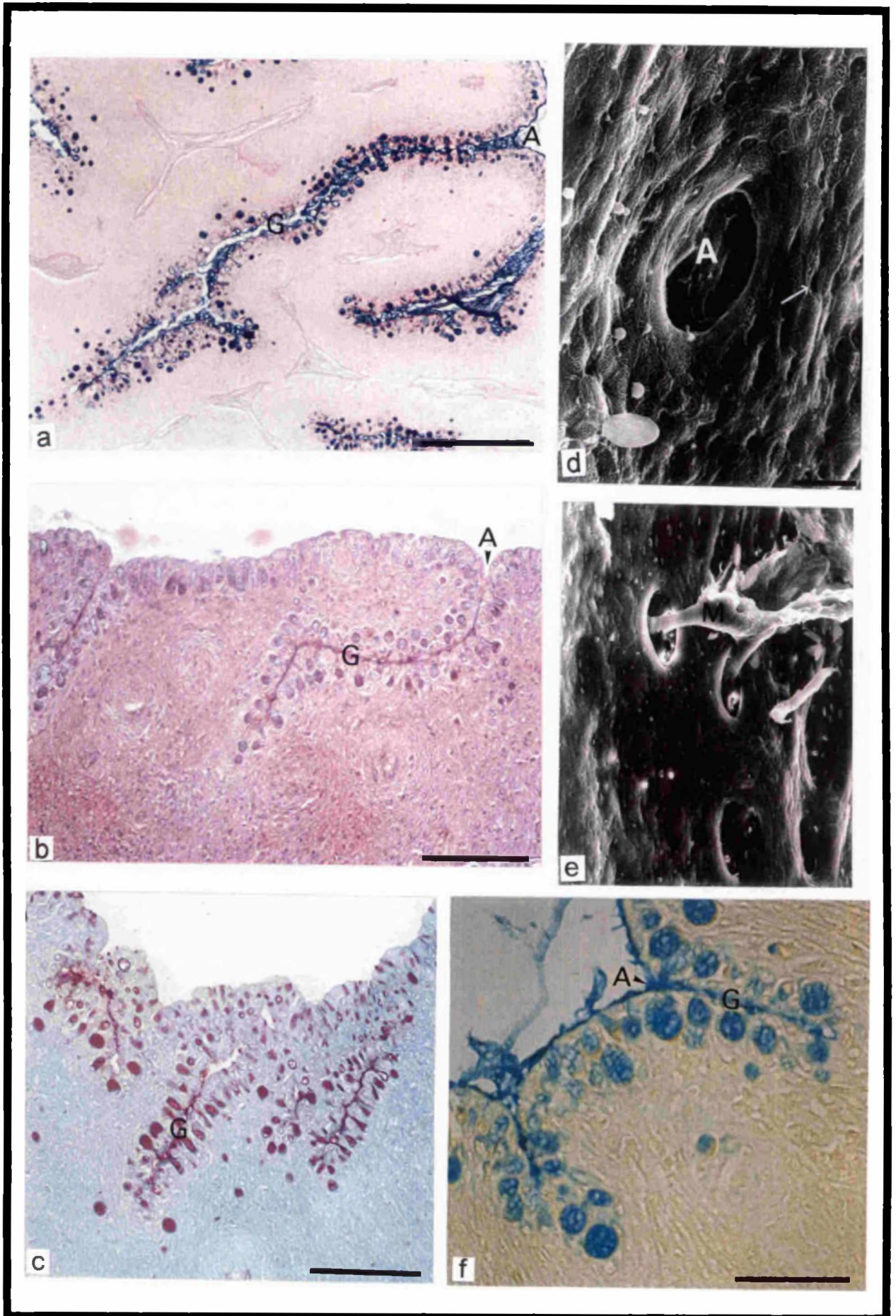


FIGURA 24

BOTÕES GUSTATIVOS (I)

- a) Botões gustativos (◆) na superfície faríngea da barra branquial. Estas estruturas são proporcionalmente mais abundantes nos arcos que possuem esta região com relevo mais irregular.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 50 μm.

- b) Botões gustativos (◆) protuberantes na porção gustativa de um rastro com denticulos.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 10 μm.

- c) Na porção gustativa, os botões gustativos podem ser protuberantes (◆), localizar-se em depressões do epitélio (→) e também encontrar-se no mesmo nível do epitélio.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 50 μm.

- d) Corte da porção gustativa, mostrando os botões gustativos (◆) em secção transversal.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 10 μm.

- e) Botões gustativos (◆) na porção gustativa de um rastro. Observam-se denticulos (*) marginais à porção gustativa.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 50 μm.

- f) Corte da porção denticular, mostrando um botão gustativo (◆) em secção longitudinal localizados entre os denticulos.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 50 μm.

FIGURA 24

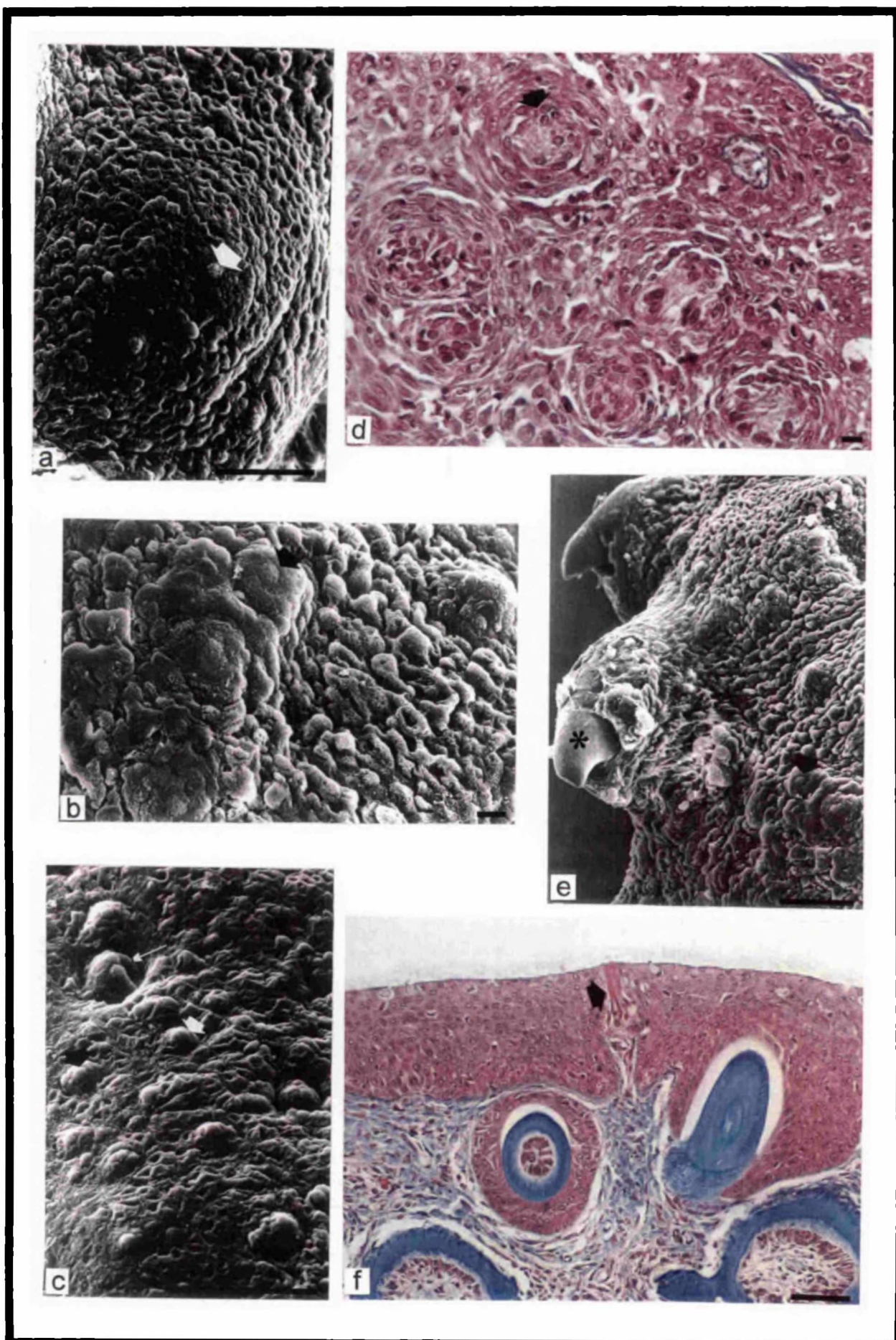


FIGURA 25

BOTÕES GUSTATIVOS (II)

- a) Superfície apical de um botão gustativo (◆) ligeiramente saliente, localizado entre os denticulos de um rastro. Observa-se a irregularidade no relevo da superfície.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 10 µM.

- b) Botão gustativo (◆) na superfície faríngea da barra branquial. Observa-se que o botão gustativo é alongado, afilando-se em direção à superfície. Sua superfície apical encontra-se no mesmo nível das células epiteliais de revestimento. Uma projeção de tecido conjuntivo (TC) penetra no epitélio para sustentar, nutrir e inervar o botão gustativo.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO:TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 50 µM.

- c) Superfície apical de botões gustativos (◆) localizados na porção gustativa de um rastro. Verifica-se que a superfície dos botões encontra-se no mesmo nível das células de revestimento.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 10 µM.

- d) Superfície apical de um botão gustativo (◆) localizado na superfície faríngea da barra branquial. Verifica-se que o botão encontra-se sobre uma pequena protuberância, a qual se encontra em uma depressão (*) do epitélio.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 5 µM.

- e) Botão gustativo (◆) na porção gustativa, onde pode-se observar os núcleos das células sensoriais (SN) e das células de sustentação (SU). Observa-se que a porção apical do botão gustativo encontra-se no mesmo nível das células de revestimento. Vê-se ainda a projeção de tecido conjuntivo (TC) que sustenta o botão.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO:TRICRÔMICO DE MALLORY. ESCALA: 10 µM.

- f) Superfície apical de um botão gustativo (◆) situado sobre uma proeminência do epitélio.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA: 10 µM.

- g) Botão gustativo (◆) localizado em uma depressão (*) na porção gustativa de um rastro.

MICROSCOPIA DE LUZ. COLORAÇÃO: HEMATOXILINA DE HARRIS / EOSINA: 10 µM.

- h) Superfície apical de um botão gustativo (◆) localizado em uma depressão do epitélio (*).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA. ESCALA:5 µM.

FIGURA 25

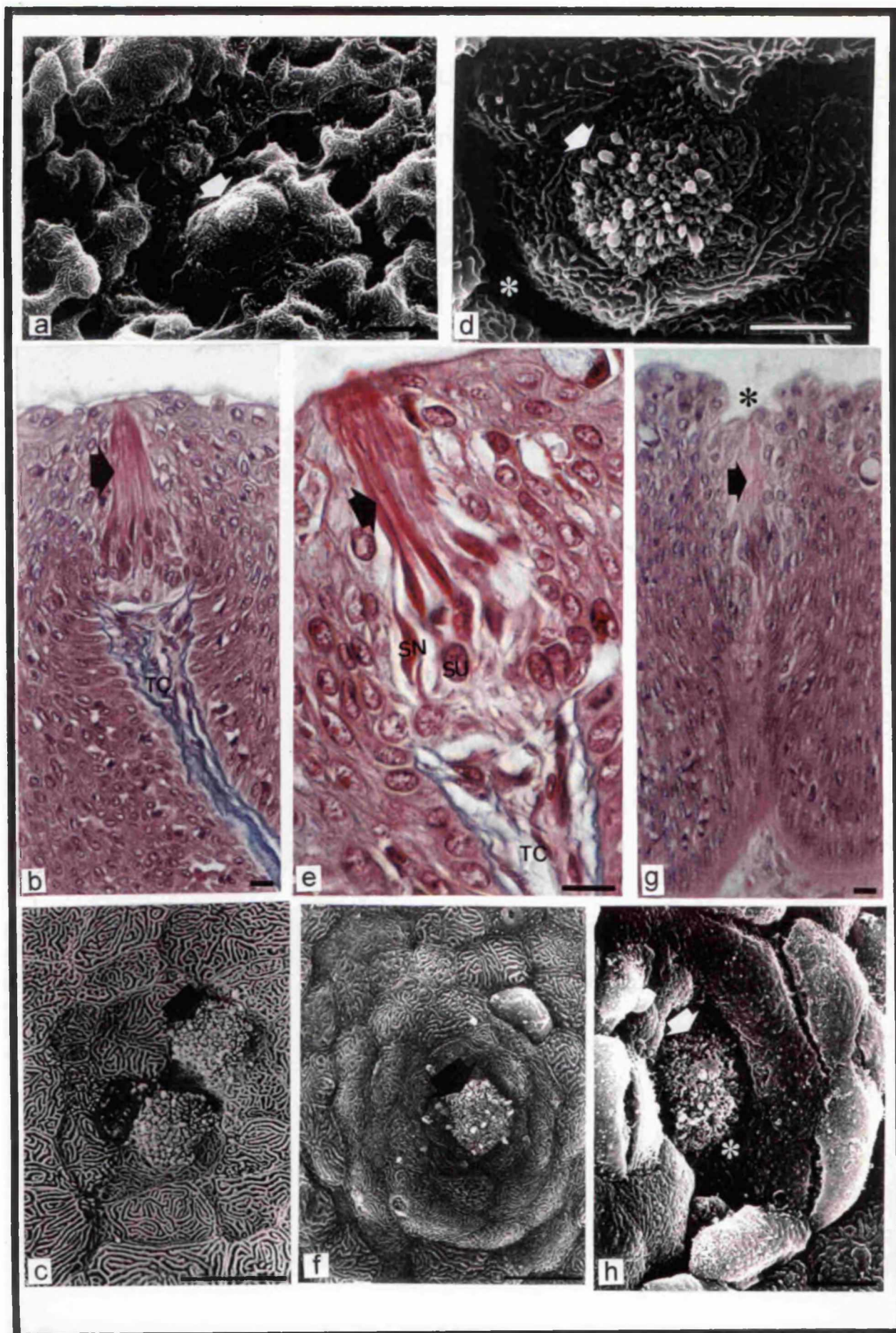
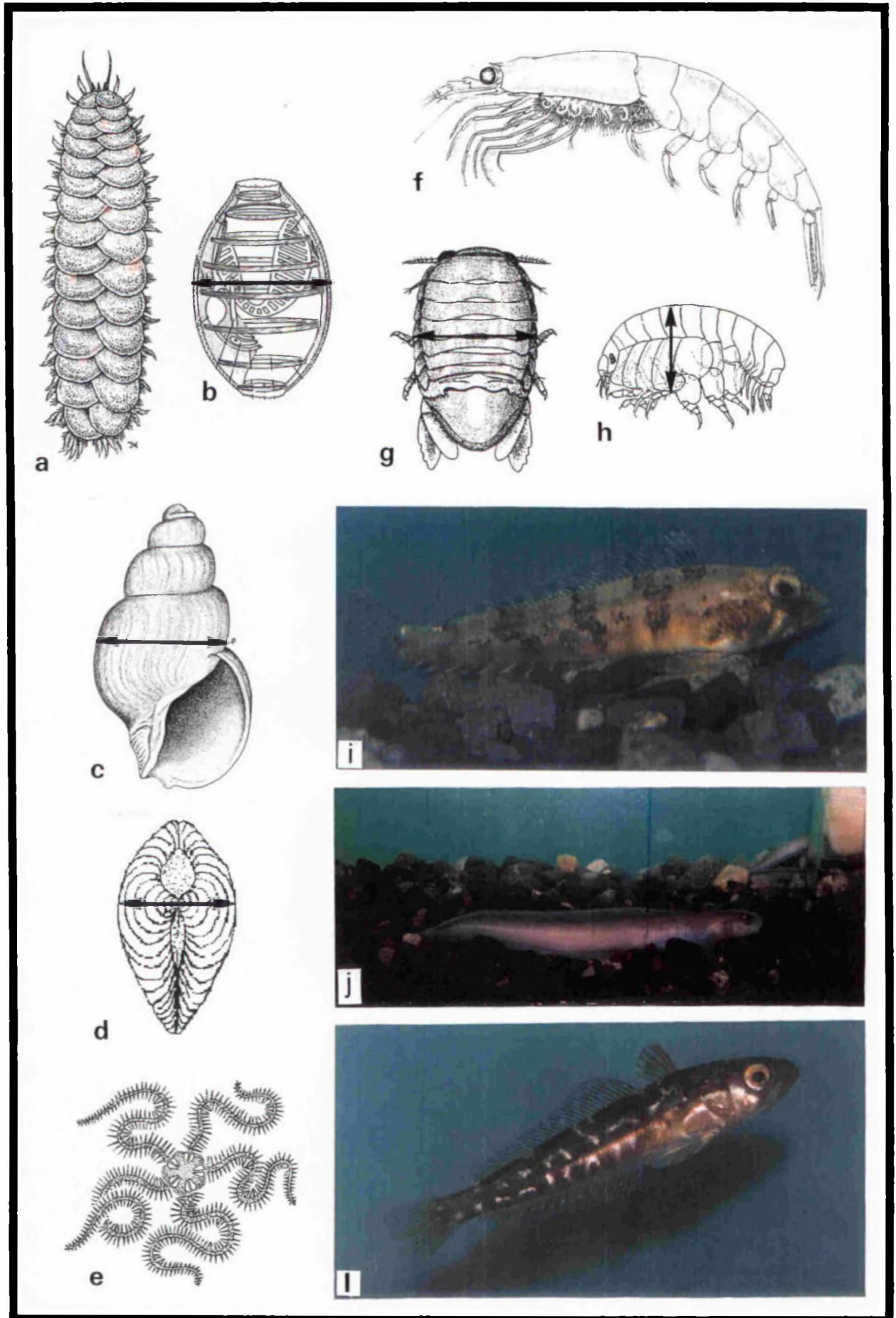


FIGURA 26

PRESAS OFERECIDAS A *N. neglecta* OU ENCONTRADAS EM SEU ESTÔMAGO

- a) Esquema generalizado de um Poliqueta, presa oferecida como alimento.
- b) Esquema generalizado de uma Salpa, presa encontrada no conteúdo estomacal. Verifica-se o local onde foi medida a largura da presa (↔).
- c) Esquema generalizado de um Gastrópoda, presa encontrada no estômago de *Notothenia neglecta*, mostrando o local onde foi medida sua espessura (↔).
- d) Esquema generalizado de um Bivalve, mostrando o local onde foi medida a espessura da presa (↔). Este organismo foi encontrado no conteúdo estomacal.
- e) Esquema generalizado de um Ofiuróide, presa oferecida como alimento.
- f) Esquema de um Krill, *Euphausia superba*, presa encontrada no conteúdo estomacal e oferecida como alimento.
- g) Esquema generalizado de um Isópoda, presa encontrada no conteúdo estomacal. Observa-se o local onde foi medida a largura do isópoda (↔).
- h) Esquema de um *Orchomenella* sp., uma dos gêneros de Anfipodas oferecidos como alimento e encontrados no conteúdo estomacal. O esquema mostra o local onde foi medida a altura das presas deste grupo (↔).
- i) Peixe da espécie *Lepidonotothen nudifrons*, que foi oferecido como alimento.
FOTO : SONIA GRÖTZNER
- j) Peixe da espécie *Ophthalmolycus amberensis*, que foi oferecido como alimento.
FOTO : ANA MEYER
- l) Peixe da espécie *Trematomus newnesi*, que foi oferecido como alimento.
FOTO : SONIA GRÖTZNER

FIGURA 26



5. DISCUSSÃO

As observações realizadas neste trabalho indicam que *Notothenia neglecta* é uma espécie territorial, cujos indivíduos mostram a tendência de reunir-se em grupos, muitas vezes mantendo contato físico entre si. Assim como ocorre com o peixe antártico *Trematomus newnesi* em cativeiro (FANTA et al., 1994), o agrupamento de *N. neglecta* ocorre apenas durante o repouso, não existindo estratégias de alimentação em grupo. Contudo, estes grupos podem auxiliar na detecção do alimento, uma vez que a atividade de um peixe alimentando-se pode colaborar para que outro perceba a presença de presas mais facilmente (BONE et al., 1996). Além disso, a presa que escapa da perseguição de um peixe pode ser capturada por outro indivíduo do grupo.

Em peixes com hábito noturno como *N. neglecta* (RICHARDSON, 1975, MORENO e ZAMORANO, 1980; CASAUX et al., 1990), os agrupamentos podem indicar um hábito com função anti-predatória adotado durante o dia (KEENLEYSIDE, 1979). No verão antártico, entretanto, os longos períodos de luz podem modificar os horários preferenciais de alimentação e ele passa a ocorrer sempre que possível também durante o dia (FANTA, por comunicação pessoal).

Em tanques com *N. neglecta* de tamanhos homogêneos não pareceu haver divisão hierárquica. No entanto, quando havia indivíduos de tamanhos diferentes, observou-se uma nítida hierarquia. Na maioria das vezes não houve perseguição e nenhum tipo de comportamento agonístico, mas o peixe dominante teve prioridade na obtenção do alimento. Contudo, independente da posição hierárquica, observou-se que após a ingestão de alimento o peixe passou a fugir dos demais, mesmo sem ter havido qualquer tipo de agressão. A dominância é comum entre peixes mantidos em cativeiro mesmo em espécies que não apresentam este tipo de comportamento em seu ambiente natural (KEENLEYSIDE, 1979). Quando em seu meio, é possível que os peixes desta espécie dividam-se em grupos distintos de acordo com seus tamanhos.

Neste estudo, observou-se que os peixes menores apresentam movimentos mais ágeis e natação mais rápida que os maiores. Para FREIBERGER (1996), esta característica é responsável por um maior índice de sucesso na captura de presas por peixes pequenos da

espécie *N. neglecta*. Exemplares pequenos de peixes do hemisfério norte com hábitos semelhantes a *N. neglecta* capturam mais facilmente presas com reações rápidas de fuga porque são mais ágeis e rápidos que os peixes maiores da mesma espécie (MATTSON, 1990).

N. neglecta adota o padrão de comportamento descrito por KEENLEYSIDE (1979) e por GEHRKE (1988), onde o comportamento basal é caracterizado por repouso durante a maior parte do tempo com raras natações aleatórias. Ao detectar uma presa, os peixes estudados assumiram os comportamentos de orientação, posicionamento, ataque e ingestão, retornando frequentemente ao comportamento basal.

Observou-se que a motilidade de *N. neglecta* restringe-se basicamente aos períodos de alimentação, como ocorre em outras espécies de peixes antárticos como *Trematomus newnesi* e *Gobionotothen gibberifrons* (FANTA et al., 1994). Retornaram rápida e imediatamente para o seu território logo após a captura ou tentativa de captura do alimento, mesmo quando a presa havia sido apenas parcialmente apreendida. O comportamento alimentar dos peixes observados neste estudo caracteriza-se como predação de emboscada. Esta estratégia foi atribuída anteriormente a essa espécie em vários estudos (DANIELS e LIPS, 1978; MORENO e ZAMORANO, 1980; DANIELS, 1982; CASAUX et al., 1990).

Embora a necrofagia seja localmente comum entre os nototenídeos (ARNAUD, 1970 apud KOCK, 1992), os peixes que utilizam a predação de emboscada costumam apreender apenas presas móveis, ignorando presas visíveis, mas estacionárias (DANIELS, 1982 e HUBOLD, 1991). Embora *N. neglecta* tenham mostrado preferência nítida por presas vivas, capturaram presas mortas quando em movimento durante o afundamento ou quando foram impulsionadas pelo propulsor de ar. De acordo com DUARTE e MORENO (1981), as presas devem ser móveis o suficiente para despertar o reflexo de captura nos peixes. Em *Nototothenia neglecta* o estímulo visual produzido por uma presa é suficiente para desencadear movimentos de reação e as estratégias de captura (FREIBERGER, 1996).

Todavia, o emprego de diferentes técnicas de caça por um peixe aumenta as chances de sucesso na alimentação (SHPIGEL e FISHELSON, 1989). A captura de anfípodas por *N. neglecta*, como foi observado, caracteriza-se não como predação de emboscada, mas como a captura de presas bentônicas relativamente pequenas, descrita por

KEENLEYSIDE (1979), na qual os peixes nadam lentamente “varrendo” o fundo, fixam a visão no local onde a presa se encontra e rapidamente deslocam-se e abocanham cada presa. As características morfofuncionais da retina indicam que *N. neglecta* possui a excelente acuidade visual (GRÖTZNER et al., 1996) exigida por este comportamento.

Das quatro espécies de anfípodas oferecidas, apenas uma foi consumida. Não houve nenhum tipo de reação quanto à presença de *Waldeckia obesa*, *Eurymera monticulosa* e *Orchomenella rotundifrons*, enquanto que *Gondogenea antarctica* foi intensamente capturada. Entretanto, anfípodas da espécie *E. monticulosa* (WAKABARA et al., 1990) e *Orchomenella* sp. (BELLISIO e TOMO, 1973) foram encontrados em conteúdos estomacais de *N. neglecta*. Contudo, este resultado talvez possa ter ocorrido devido ao fato de *Gondogenea antarctica* ter sido oferecida mais vezes que as outras espécies. É possível ainda, que o peixe prede as espécies presentes em seu habitat naquele momento, quando não houver escolha possível. Deve-se considerar também que no ambiente natural os anfípodas bentônicos geralmente encontram-se sobre um “tapete” de macroalgas, apresentando, portanto, uma situação bastante diferente.

A estrutura macroscópica do aparato branquial faríngeo de *Notothenia neglecta* é semelhante àquela observada em outros peixes por GRATIVOL E MENIN et al. (1992).

Como a maioria dos teleósteos (IWAI, 1963; ALEXANDER, 1970; OCCHI e OLIVEIROS, 1974), *Notothenia neglecta* apresenta duas fileiras de rastros branquiais na região faríngea de cada arco. Os rastros branquiais de fileiras adjacentes dispõem-se alternadamente, de modo a encaixar-se perfeitamente entre si, como observado em outras espécies (ALEXANDER, 1970; OCCHI e OLIVEIROS, 1974; LAUDER, 1983b; MUNSHI, et al., 1984; HOSSLER et al., 1986; GIBSON, 1988). A vedação proporcionada pela justaposição das barras branquiais é essencial para a sucção durante a alimentação (LAUDER, 1983b).

O comprimento do osso ceratobranquial dos indivíduos estudados neste trabalho variou pouco entre os quatro pares de arcos. Entretanto, o segundo ceratobranquial costuma ser um pouco maior que os demais, seguido pelo primeiro, terceiro e quarto. Já em *Prochilodus platensis*, OLIVEIROS e OCCHI (1972) constataram que os arcos branquiais diminuem de tamanho a partir do primeiro par.

A ingestão acidental de sedimentos por *N. neglecta* durante a alimentação foi observada por CASAUX et al. (1990) e foi confirmada pela análise dos conteúdos estomacais neste trabalho. Os rastros branquiais atuam como uma barreira, protegendo as delicadas lamelas respiratórias contra a passagem destas pedras, bem como itens alimentares, evitando assim a abrasão que poderiam causar (LAGLER, 1962; NORMAN e GREENWOOD, 1963; ALEXANDER, 1970; CAMPANNA, et al., 1974).

O número de rastros é um caráter herdável razoavelmente estável e de grande importância taxonômica (BAIEY e SMITH, 1981). De acordo com FISHER e HUREAU (1985), 11 a 13 rastros na região ceratobranquial do primeiro arco é considerado característico para *N. neglecta*. Neste estudo, a média de rastros encontrados nesta região foi de 11,11 ($\pm 0,32$) em 95% da amostra, sendo que foram observados peixes com 9 a 13 rastros. Observando-se a distribuição do número de rastros em todas as fileiras, concluiu-se que a fileira anterior do terceiro arco possui menor variabilidade, sendo portanto, mais característica para a espécie. Nesta fileira, 95% da amostra estudada possuía de 10,07 a 10,48 rastros. Assim, a presença de 10 rastros na fileira anterior do ceratobranquial do terceiro arco pode ser considerada uma característica taxonômica confiável para os tamanhos dos exemplares estudados.

O número de rastros branquiais é uma característica indireta, que influencia a ecologia alimentar (AMUNDSEN, 1988), permitindo ao peixe preencher diferentes nichos (LINDSEY, 1981; MOODIE, 1985). É negativamente relacionado com o tamanho do alimento (DELBEEK e WILLIAMS, 1987) e com a proporção de presas bentônicas ingeridas (MULLANEY e GALE, 1996). A seleção de alimento em relação ao tamanho do organismo ingerido está relacionada também com o espaço entre os rastros (MAGNUSON e HEITZ, 1971; SMITH, 1989).

Predadores de presas grandes, como macrobentos ou peixes, comumente possuem grandes espaços entre os rastros branquiais, enquanto que os que consomem presas pequenas possuem pequenos espaços (GALBRAITH, 1967; ALEXANDER, 1970; CARVALHO, 1980; HESSEN et al., 1988). *N. neglecta* possui um pequeno número de rastros curtos e bem espaçados, indicando que seu hábito alimentar consiste de presas grandes.

Constatou-se, neste estudo, que o espaçamento entre os rastros localizados na segunda, terceira e quarta fendas é maior que os das fileiras das extremidades anterior e posterior. Em seus experimentos, PALING (1968) constatou que a água inalada distribui-se de maneira diferente através das fendas branquiais, sendo que o fluxo é mais intenso na segunda e terceira fendas, intermediário na quarta e menor na primeira e quinta fendas. Com isso conclui-se, que as fileiras centrais desempenham papel fundamental na retenção de alimento, pois a chance do alimento atingi-las é maior.

Em *N. neglecta* na faixa de tamanhos estudada a média do espaçamento entre os rastros destas fileiras no ceratobranquial é de 0,39 % do comprimento padrão, com uma faixa incluindo 95% da amostra apresentando de 0,17 a 0,70 %. Pode-se prever o tamanho das partículas alimentares pelas dimensões do filtro (RUBENSTEIN e KOEHL, 1977; DRENNER et al., 1978), admitindo-se que a seletividade é uma função mecânica e passiva da morfologia do aparato branquial faríngeo, permitindo ao animal selecionar o alimento apenas quanto ao seu tamanho (HOAR et al., 1979; SMITH, 1989).

Com isso poder-se-ia dizer que, morfológicamente, *N. neglecta* não está apta a capturar presas menores que 0,17% do seu comprimento padrão. Considerando-se anfípodas e bivalves, que foram as presas encontradas em maior quantidade no conteúdo estomacal, observa-se que esta previsão é verdadeira. Para a espessura relativa dos bivalves, tanto a média quanto o tamanho máximo e mínimo são praticamente idênticos à média e limites inferior e posterior do intervalo de 95% de probabilidade para o espaçamento relativo entre os rastros das fileiras centrais. Os menores bivalves ingeridos possuíam espessura relativa de 0,12 %, e os menores anfípodas, altura de 0,16%, enquanto que o limite inferior do espaçamento entre os rastros dos peixes que consumiram estas presas foi de 0,10%. Em relação às outras presas medidas, nenhuma possuía T% inferior à média de espaçamento entre os rastros. Deve-se considerar, ainda, que o peixe é capaz de regular a distância entre os arcos (WANKOWSKI, 1979; WRIGHT et al., 1983; VAN DER BERG et al., 1994), alterando a abertura do filtro e podendo reter organismos menores do que aqueles previstos pelo espaçamento entre os rastros.

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que organismos menores que 0,3 % do comprimento padrão do peixe algumas vezes são retidos, mas há uma perda. Por outro lado, o tamanho máximo depende mais da disponibilidade de presas maiores. A uniformidade de tamanhos dos bivalves indica que esta é uma característica das espécies

ingeridas e por isso não foram encontrados bivalves maiores no conteúdo estomacal. Na natureza, anfípodas de menor tamanho são mais abundantes que os maiores (BELLISIO e TOMO, 1973).

A primeira fenda branquial é a maior de todas, mas não é por onde passa maior quantidade de água. Como a água movimenta-se predominantemente em fluxo laminar na cavidade bucofaríngea (HUGHES, 1984), ela atinge a primeira fenda branquial com menor velocidade, uma vez que recebe a água que flui próximo à parede da cavidade. Entretanto, uma vez que os rastros da fileira anterior do primeiro arco não encaixam-se com nenhuma outra estrutura, eles devem proporcionar a vedação adequada por si só. Isto explica o menor espaçamento existente entre estes rastros. Encontrou-se um E% médio de 0,29 % na base dos rastros, todavia, este espaçamento certamente é ainda menor no ápice, onde os rastros são expandidos. Como estes rastros são flexíveis, é possível também que o espaçamento possa ser alterado.

Na fileira posterior do 4º AB, os rastros também não encaixam-se com outras estruturas. Além disso, uma vez que a parte posterior da faringe é o local onde o alimento é concentrado antes de ser engolido, o espaçamento deve ser ainda menor para evitar perda de alimento. Nesta fileira, a média dos espaçamentos é de 0,16 % do comprimento padrão.

MEZA et al. (1993) observaram que o espaço entre os rastros é diferente no ceratobranquial e no epibranchial. Se os rastros fossem igualmente espaçados, os maiores espaços em qualquer arco formar-se-iam na dobra do arco, constituindo um local de menor resistência ao fluxo de água (GALBRAITH, 1967). Possivelmente por esta razão, os rastros do epibranchial de *N. neglecta* possuam espaçamento menor que os do ceratobranquial.

Observa-se uma grande quantidade de células secretoras de muco em toda a superfície da região faríngea dos arcos de *N. neglecta*. A presença deste tipo de células formando estruturas glandulares nas porções mais irregulares do epitélio do aparato branquial faríngeo de *N. neglecta*, provavelmente potencializa a produção de muco, aumentando a superfície secretora.

Segundo IWAI (1963), em alguns peixes, os rastros branquiais auxiliam na concentração de material alimentar. O muco adesivo liberado nesta região, além de agir como um lubrificante, protegendo a mucosa contra o atrito, é capaz de reter e filtrar pequenas partículas (LAZZARO, 1987 apud GROVER, 1993; NORTHCOOT e

BEVERIDGE, 1988), formando massas, que facilitam a deglutição (JOBILING, 1995). As presas ingeridas são carregadas por correntes que fluem entre as fileiras de rastros e o teto da cavidade oral, onde são aprisionadas pelo muco (SANDERSON et al., 1991) e em seguida são transportados para o esôfago por peristaltismo (BOWEN, 1983). Isto parece completamente provável, pois ultraestruturalmente o muco consiste de uma malha de filamentos semelhante a uma rede, capaz de reter os organismos (FLOOD, 1981 apud GROVER, 1993). Há espécies que ingerem apenas o que o muco de seus rastros consegue reter (EIRAS-STOFELLA, 1994).

Em *N. neglecta*, a abundância progressiva destas estruturas do primeiro para o quarto arco, possivelmente indique a importância de uma grande quantidade de muco na parte mais posterior do aparato, possivelmente relacionada com a agregação e a deglutição do alimento.

Observou-se a reação positiva dos grânulos e do muco liberado com PAS e Azul de Alcian, indicando a presença de carboidratos neutros e ácidos, respectivamente. A reação com Azul de Alcian pH 0,5, indica que carboidratos sulfatados provavelmente estejam presentes no muco. Substâncias sulfatadas altamente ácidas conferem ao muco alta viscosidade, enquanto que substâncias neutras conferem baixa viscosidade (HUNT, 1973 apud SIBBING e URIBE, 1985). Muco com baixa viscosidade protege e lubrifica o epitélio contra o atrito, enquanto que o muco viscoso auxilia na adesão de partículas de alimento (SIBBING e URIBE, 1985).

A mucosa que reveste os rastros branquiais de *N. neglecta* possui epitélio estratificado espesso, com grandes e abundantes células caliciformes. Assim como em *N. neglecta*, nos mugilídeos adultos, a membrana mucosa que cobre as partes denticulada e gustatória do órgão faringobranquial é formada por epitélio estratificado cúbico (CAMPANNA, et al., 1974). A lâmina própria é formada por tecido conjuntivo fibroso e forma papilas filiformes ao redor dos denticulos, como foi observado em outras espécies por OCCHI e OLIVEIROS (1974).

Assim como em outros peixes (MUNSHI, et al. 1984; EIRAS-STOFELLA, 1994) as células epiteliais que revestem a região faríngea dos arcos, inclusive os rastros de *N. neglecta*, são cobertas por microssaliências. As microssaliências existentes na superfície das células de revestimento frequentemente são associadas à retenção do muco na superfície do

epitélio (SIBBING e URIBE, 1985; OJHA et al., 1987; WHITEAR, 1990). De acordo com OJHA et al. (1987), o muco aderido às células aumenta a eficiência dos rastros, uma vez que colabora com a limpeza da superfície, expondo os botões gustativos.

Ao contrário do que ocorre em alguns peixes o epitélio que cobre a superfície de união dos rastros não possui células claviformes, como foi observado por OCCHI e OLIVEIROS (1974) e nem células de cloreto, como descrito por EIRAS-STOFELLA (1994).

Embora anfípodas bentônicos sejam o alimento mais freqüente para esta espécie (MORENO e ZAMORANO, 1980; LINKOWSKI et al., 1983; BARRERA-ORO e CASAUX, 1990; CASAUX et al., 1990), em determinadas épocas do ano (LINKOWSKI et al., 1983; CASAUX et al., 1990) e em regiões mais profundas (PERMITIN e TAVERDIYEVA, 1978) há um grande consumo de presas maiores, como peixes, entre outros organismos.

Indivíduos desta espécie preferencialmente engolem os alimentos inteiros (DANIELS, 1982). Embora alimentem-se de crustáceos com massa corporal muitas vezes menores que a sua (JOHNSTON e BATTRAM, 1993), foram observados várias vezes capturando peixes com 40% (FREIBERGER, 1996) à 50% de seu comprimento (DANIELS, 1982).

Neste trabalho *N. neglecta* foi observado capturando um peixe morto com cerca de 2/3 do seu comprimento, o qual levou aproximadamente 24 h para ser completamente engolido. Quando ingeriram presas muito grandes, *N. neglecta* realizaram movimentos serpenteantes com o corpo, muitas vezes empurrando o alimento contra um substrato para auxiliar a deglutição. Raramente desistiram do alimento por ele ser grande demais.

GEEVARGHESE (1983) destacou que a estrutura e a morfologia dos rastros branquiais anteriores do primeiro arco branquial mostram importante relação com o alimento consumido pelos peixes. Estes rastros frequentemente são modificados em relação aos das demais fileiras (IWAI, 1963; CARVALHO, 1980; HOURIGAN et al., 1989; MEZA et al., 1993). Assim como o peixe carnívoro *Anabas testudines* (MUNSHI, et al. 1984), *N. neglecta* possui os rastros da fileira anterior com aspecto de folha e os demais com numerosos denticulos. De acordo com MUNSHI (1968), peixes insetívoros e piscívoros possuem rastros modificados deste tipo para controlar a saída da abertura inalante na

câmara supra branquial. Rastros em forma de folha permitem ao peixe controlar o fluxo de água através da primeira fenda branquial, permitindo que o peixe continue respirando durante a lenta ingestão de presas muito grandes.

Peixes que frequentemente alimentam-se de peixes de grande tamanho, requerendo vários minutos para completar a passagem para o esôfago, geralmente possuem propriorreceptores nos arcos branquiais, envolvidos na regulação da respiração durante este tempo (SUTTERLIN e SAUNDERS, 1969).

Em *N. neglecta*, observou-se uma nítida preferência pelos alimentos maiores e mais visíveis disponíveis no tanque. Para alguns autores a disponibilidade de alimento é o principal fator para determinar o que um peixe consome (LAGLER et al., 1962; GEEVARGHESE, 1988). LANGERLAND e NOST (1995) acreditam que os peixes selecionam os indivíduos de acordo com a visibilidade e movimentação da presa, bem como a habilidade do predador em localizar a presa, a despeito do tamanho desta.

Na espécie estudada, o que determina a escolha de uma presa parece ser um conjunto de características que tornam cada presa perceptível. Como tanto o estímulo químico, quanto visual são capazes de desencadear uma resposta alimentar nesta espécie (FREIBERGER, 1996), tanto a visibilidade, quanto o sabor e o cheiro da presa são fatores importantes. A visibilidade está relacionada com o tamanho e a cor da presa.

Pedaços frescos de peixe afundam rapidamente e na maioria das vezes foram detectados e apreendidos imediatamente. Pedaços não-frescos, que afundam lentamente ou permanecem boiando, krill mortos e peixes mortos inteiros algumas vezes não despertam interesse e em outras estimulam a aproximação e até mesmo a apreensão, mas frequentemente são rejeitados. A rejeição e a aparente não estimulação podem ser devidas à percepção química dos alimentos, caracterizando-os como impróprios para consumo.

Pedaços de peixe, peixes mortos inteiros e peixes vivos foram capturados por *N. neglecta* mais rapidamente do que krill, tanto mortos quanto vivos, possivelmente devido ao fato de serem mais visíveis, pois além de serem maiores, são opacos, enquanto que os krill são transparentes. Os experimentos realizados por FREIBERGER (1996) também demonstraram que peixes ofertados como presa causam uma resposta mais positiva em *N. neglecta* do que krill. Contudo, embora tenha sido recusado ao ser oferecido individualmente, o krill morto foi aceito ao ser oferecido juntamente com pedaços de peixe.

Acredita-se que a captura dos pedaços estimulou os peixes a explorarem o ambiente em busca de mais alimento e, com isso, encontraram os krill.

Quando krill e anfípodas vivos são ofertados juntos, os anfípodas são capturados antes, provavelmente por serem mais visíveis, embora sejam menores. Os peixes vivos foram detectados e capturados antes dos anfípodas e dos krill vivos. Os anfípodas começam a ser capturados logo após a captura do peixe, conquanto, nem sempre os krill foram apreendidos, ou por não serem percebidos ou por falta de habilidade do peixe em capturar estas presas individualmente. Apesar de muitas vezes nadarem ativamente, o movimento individual de um krill vivo provoca um deslocamento muito pequeno de água, sendo provavelmente mais difícil para o peixe percebê-lo através do sistema de linha lateral do que quando um animal maior desloca-se. Quando houve perseguição aos krill, frequentemente houve erro, pois os crustáceos nadam mais rapidamente que os peixes. Entretanto, deve-se salientar que na natureza os krill deslocam-se em grandes grupos (KNOX, 1994), sendo mais facilmente percebidos e possivelmente capturados em massa.

Ofiuróides e fragmentos de macroalgas estimularam os peixes antes dos anfípodas e krill quando estes itens foram oferecidos simultaneamente, provavelmente por serem maiores, e embora não tenham sido consumidos, desviaram a atenção dos peixes durante algum tempo. Todavia, assim que o interesse pelas algas e ofiuróides cessou, iniciou-se a busca por anfípodas. Os krill às vezes foram capturados e outras vezes não despertaram interesse.

Neste estudo, os peixes não demonstraram preferência quanto a orientação das presas. Todavia, presas ágeis, que foram perseguidas antes da captura, geralmente foram apreendidas pela parte posterior do corpo. As observações de FREIBERGER (1996) sugerem que *N. neglecta* abocanha suas presas da forma mais fácil, dependendo de sua posição e movimentação no momento da captura. Identificar a cabeça da presa antes do ataque aumenta a chance de sucesso, pois diminui as chances da presa escapar e também facilita a deglutição (GILL E HART, 1994). Peixes-presa frequentemente foram reorientados na cavidade bucofaringea de *N. neglecta* após a captura, sobretudo aqueles machucados ou mortos. Quanto maior a velocidade de fuga da presa, maior a porcentagem de erro nas tentativas de captura e de apreensões pela parte posterior do corpo. A apreensão deu-se mais facilmente quando a perseguição levava a presa a ficar entre o predador e a parede do tanque, pois desta forma sua fuga era dificultada.

A velocidade de fuga e o padrão de movimentação da presa estimula de maneiras diferentes o predador. Observou-se que peixes bentônicos com pouca motilidade e natação lenta, como *Lepidonotothen nudifrons* e pequenos peixes da família Chanichthyidae, despertam menos interesse em *Notothenia neglecta* do que presas semi-pelágicas com natação rápida, como *Trematomus newnesi*, o que está de acordo com as conclusões de FREIBERGER (1996). Contudo, embora *Ophthalmolycus amberensis* também seja um bentônico sedentário, foram rapidamente perseguidos e capturados. Não obstante os *O. amberensis* tenham sido facilmente apreendidos, os predadores tiveram dificuldade em mantê-los na cavidade bucofaríngea. Porém, o peixe insistiu na recaptura até definitivamente engolir a presa. Entretanto, a saciação demonstrou uma diminuição na persistência por presas dificilmente capturáveis e aumentou o índice de rejeição. Ao contrário das demais espécies de peixes oferecidas como alimento, *O. amberensis* provavelmente não é uma presa em potencial para *N. neglecta*, pois aquele vive em profundidades muito maiores.

Como os peixes são presas ativas, os piscívoros tiveram que desenvolver vários métodos de captura e cada um destes requer diferentes adaptações morfológicas e comportamentais (JOBILING, 1995). Em *N. neglecta*, os rastros da fileira posterior do primeiro arco e de ambas as fileiras dos demais arcos possuem denticulos viliformes afiados na porção denticular.

Rastros branquiais com dentes costumam ser associados a peixes predadores (LIVINGSTON, 1987). Em geral os dentes são ausentes em planctófagos (EIRAS-STOFELLA, 1994) e em alguns onívoros mais generalistas (LAGLER et al., 1962). Nos peixes piscívoros, cujas presas geralmente são ingeridas inteiras e são ativas ou escorregadias, os dentes tendem a ser pequenos e de estrutura simples ainda que afiados e numerosos para evitar que a presa escape antes de ser engolida inteira (KHANNA e MEHROTRA, 1970; CHAO e MUSICK, 1977; MOYLE e CECH, 1982; LIVINGSTON, 1987; MENIN e MIMURA, 1992; HILDEBRAND, 1995; JOBILING, 1995).

Observou-se que ao ingerir peixes vivos ou mortos, muitas vezes parte da presa ficou para fora da boca de *N. neglecta*. Para que o peixe possa engolir a presa, é necessário fazer com que os denticulos liberem-na momentaneamente. Nesta situação algumas vezes foram observadas fugas de presas. Os dentes dos rastros e placas dentárias dérmicas são

arranjados em posição oposta para deter o escape lateral da presa através do opérculo (GOSLINE, 1985 apud MULLANEY e GALE, 1996).

O escape de *O. amberensis* pela cavidade opercular de *N. neglecta*, demonstrou a dificuldade do predador reter a presa. Embora, *N. neglecta* esteja adaptada à retenção de peixes, esta espécie de presa não possui escamas externas, nem tampouco nadadeiras com raios rígidos, o que possivelmente dificulta sua retenção. Além disso *O. amberensis* possui o corpo bastante flexível e coberto por muco (FANTA et al., dados não publicados), que deve facilitar seu escape através das fendas branquiais.

Aos denticulos dos rastros branquiais também é atribuída a função de manuseio e deglutição da presa, facilitando a passagem do alimento para o esôfago (SUTTERLIN e SAUNDERS, 1969; ALEXANDER, 1970; OLIVEIROS e OCCHI, 1972; CAMPANNA, et al., 1974; HILDEBRAND, 1995).

Os denticulos dos rastros branquiais de *N. neglecta* possuem estrutura semelhante àqueles observados em outros peixes (ISOKAWA et al., 1965; OLIVEIROS e OCCHI, 1972; OCCHI e OLIVEIROS, 1974; MUNSHI, et al. 1984; HILDEBRAND, 1995). São formados por uma polpa com odontoblastos com arranjo epitelióide envolvidos por ortodentina. Geralmente a vitrodentina ou hialodentina, tecido semelhante ao esmalte dos vertebrados superiores, cobre a porção coronária da ortodentina (OLIVEIROS e OCCHI, 1972), mas, devido ao seu alto grau de mineralização, desaparece nos preparados descalcificados (OCCHI e OLIVEIROS, 1974).

De acordo com BERTIN (1958), sob luz polarizada, a ortodentina mostra-se anisotrópica (apud OLIVEIROS e OCCHI, 1972). Em *N. neglecta* a dentina apresenta camadas concêntricas isotrópicas e anisotrópicas alternadas, indicando diferentes graus de mineralização. Estas camadas também coram-se alternadamente de vermelho e azul pelo Tricrômico de Mallory, também sugerindo diferenças na mineralização. Tais camadas concêntricas possivelmente correspondem a linhas de crescimento.

De acordo com a classificação de FINK (1981) para o modo de fixação dos dentes de peixes, os denticulos dos rastros branquiais de *N. neglecta* são do Tipo 1, ou seja, dentes anquilosados ao osso de sustentação. Este tipo de dente é considerado comum em peixes piscívoros, pois a predação bem sucedida depende da existência de dentes caniniformes firmemente ancorados (MULLANEY e GALE, 1996). Entretanto, existe uma articulação,

permitindo que o dente se incline ligeiramente e evitando que este se quebre ao receber fortes trações. MAUÉS (1988) também observou dentes viliformes combinados com rastros branquiais ossificados.

Observou-se que em *Notothenia neglecta* o rastro é sustentado por tecido ósseo acelular, assim como foi detectado em outras espécies (ISOKAWA et al., 1965; OCCHI e OLIVEIROS, 1974; HILDEBRAND, 1995).

Como em vários peixes (OCCHI e OLIVEIROS, 1974; VAN DER BERG et al., 1994), os rastros de *N. neglecta* não são apoiados diretamente sobre o arco esquelético, mas estão separados dele por tecido conjuntivo, que une os rastros entre si e os fixa ao arco. A estrutura dos ceratobranquiais de *N. neglecta* confere-lhes flexibilidade, permitindo provavelmente que eles se sofram arqueamento em resposta à contração dos feixes de musculatura lisa paralelos a eles. A atividade dos músculos intrínsecos de cada rastro branquial pode produzir uma ligeira flexão das barras ósseas existentes na face externa dos rastros. Com isso, possivelmente os denticulos existentes na face interna movam-se para o centro da região entre-rastros, penetrando na presa. Se o movimento de cada rastro for independente, pode-se produzir um movimento ondulatório. Estes movimentos, associados aos movimentos das superfícies dentais da faringe posterior e do arco como um todo, são capazes de conduzir tanto presas grandes, quando pequenas para o esôfago.

Rastros sustentados internamente por um eixo ósseo também evitam o escape de crustáceos (GEEVARGHESE, 1983).

Movimentos produzidos pela musculatura intrínseca dos rastros branquiais podem contribuir com a retenção seletiva de partículas (SIBBING e URIBE, 1985) e permitem o refluxo de partículas indesejáveis (SIBBING e URIBE, 1985; CAMPANNA, et al.; 1974).

Ofiuróides, macroalgas, poliquetas e outros vermes sedentários, embora sejam organismos bentônicos comuns no habitat de *N. neglecta*, apresentam comportamento incomum ao serem afundados ao longo da coluna d'água, despertando o interesse do peixe que, entretanto, não os captura ou rejeita-os logo após a apreensão. Da mesma forma, a apreensão seguida de rejeição de objetos contidos ou introduzidos no tanque, tais como sensores de temperatura e pH, mangueiras, pedras porosas e separadores de ar, demonstram uma importante estratégia desempenhada por peixes de hábitos generalistas. De acordo com MATTSON (1990), acredita-se que um predador generalista tenha maior capacidade

cerebral que um predador especialista. Embora o espectro alimentar do peixe seja geneticamente fixado pela evolução, está aberto a novas formas de alimento. Assim, objetos artificiais são novos demais no ambiente do peixe para serem excluídos de seu espectro alimentar pela seleção natural. De forma semelhante a *N. neglecta*, o bacalhau bentônico, *Gadus morhua*, captura objetos artificiais como pedaços de metal, plástico ou papel, mas é capaz de discriminá-los dos objetos naturais em relação ao seu valor nutritivo e não os engole (MATTSON, 1990).

A apreensão de alimentos e objetos que já encontravam-se no tanque, apenas após a perseguição e/ou captura de krill e peixes, indica que possivelmente o peixe faz algum tipo de associação entre os objetos e o alimento. Este mesmo comportamento foi observado em peixes desta espécie estimulados quimicamente por extratos de krill e peixe (FREIBERGER, 1996). Acredita-se que o estímulo leva o animal a executar todas as etapas comportamentais que levam ao ato consumatório, ou seja, a apreensão do alimento (BARNETT, 1967).

Após atacar a presa, o peixe pode ingeri-la ou rejeitá-la (GILL E HART, 1994). CAMPANNA, et al. (1974) consideram que as partículas ingeridas com o fluxo de água são detidas na cavidade oral e canalizadas em direção à região faríngea, onde a seleção do alimento é efetuada por elementos gustatórios e mecânicos integrados. O fator mecânico é representado pela porção denticular e o fator gustatório refere-se aos numerosos botões gustativos presentes. A análise química é de importância primária na seleção (CAMPANNA, et al., 1974) e muitas vezes ocorre dentro da cavidade bucofaríngea (SIBBING e URIBE, 1985; FANTA et al., 1994).

No presente estudo, o fato da rejeição dar-se muitas vezes após a captura demonstra que estruturas sensoriais existentes na cavidade bucofaríngea de *N. neglecta* desempenham importante papel na seleção. Ao aproximar-se e tocar as presas com os lábios, possivelmente o peixe as identifique como animais conhecidos, mas não apreciados. De acordo com CROY e HUGUES (1991), a experiência com uma determinada presa influencia na sua apreensão (apud GILL E HART, 1994). Alimentos capturados e rejeitados em seguida foram avaliados dentro da cavidade bucofaríngea.

Em geral, todos os quimiorreceptores encontrados nas brânquias dos peixes são chamados de botões gustativos (HOSSLER e MERCHANT, 1983). Estas estruturas são

responsáveis pela detecção do alimento e a percepção das características químicas do ambiente (OJHA et al., 1987). Em predadores noturnos que habitam águas costeiras (IWAI, 1963) e em peixes que se alimentam no fundo (SIBBING e URIBE, 1985; FANTA et al., 1994) o senso gustativo, bem como o olfatório, é importante para localizar o alimento. Em peixes semi-pelágicos a ingestão de presas também depende da percepção gustatória (MEYER, 1995).

Os botões gustativos do aparato branquial faríngeo de *N. neglecta* concentram-se principalmente na porção gustativa e entre os denticulos na porção denticular dos rastros branquiais. A integração das estruturas gustatórias e de retenção de alimento é típica na região faringobranquial e é encontrada em numerosos grupos de peixes ósseos (IWAI, 1963; CAMPANNA et al., 1974; BAATRUP, 1983; FANTA et al., 1994).

Esta localização indica que as estruturas químio-sensoriais estão envolvidas na apreensão, filtração e deglutição do alimento (KOMADA, 1993). Um carnívoro predador prende e perfura sua presa com dentes do tipo canino, podendo assim avaliar a presa através dos botões gustativos vizinhos e finalmente rejeitá-la ou ingeri-la (EZEASOR, 1982).

É possível que as espécies com hábito alimentar filtrante possam realizar esta função de forma mais mecânica do que sensorial, não havendo a necessidade de muitos botões gustativos para transmitir informações sobre o alimento (EIRAS-STOFELLA, 1994).

Os botões gustativos dos rastros branquiais e da superfície faríngea da barra branquial de *N. neglecta* são longos e sustentados por uma protuberância de tecido conjuntivo que penetra no epitélio de revestimento. Podem ser proeminentes, localizar-se em depressões dos epitélio, ou ainda expor-se à superfície no mesmo nível do epitélio. Acredita-se que botões gustativos morfologicamente diferentes servem para diferentes funções (REUTTER et al., 1974 apud SIBBING e URIBE, 1985), sendo possível que estas diferenças estejam relacionadas com a sensibilidade a diferentes substâncias (MEYER, 1995).

REUTTER et al. (1974) atribuíram a alguns botões gustativos protuberantes uma função mecanorreceptora, capaz de perceber sensações táteis através de características neuro-histoquímicas (apud SIBBING e URIBE, 1985). O espaçamento das fendas

branquiais pode ser regulado de acordo com estas informações mecânicas, possibilitando a seleção de alimento em classes de tamanhos (SIBBING e URIBE, 1985).

Estruturas semelhantes às células sensoriais isoladas observadas nos rastros sem denticulos de *N. neglecta* foram observadas na epiderme da região da cabeça do peixe antártico *T. newnesi*, e sua função é atribuída à recepção de senso químico comum (MEYER, 1995).

Através da análise de conteúdo estomacal, vários estudos indicaram que a dieta de *Notothenia neglecta* possui um amplo espectro, variando, por exemplo, conforme a época do ano (BARRERA-ORO e CASAUX, 1990) e a profundidade (RICHARDSON, 1975; PERMITIN e TAVERDIYEVA, 1978).

BARRERA-ORO e CASAUX (1990) sugeriram que *N. neglecta* seleciona o alimento consumido. Consideram que o tamanho, a mobilidade, a visibilidade, a digestibilidade e o tipo de fixação ao substrato são fatores importantes na seleção. Todavia, é necessário considerar também as características morfológicas que permitem ao predador capturar e digerir a presa.

A morfologia do trato digestivo de *Notothenia neglecta* caracteriza-no como um peixe carnívoro. Possui um intestino relativamente curto e um estômago volumoso com grande capacidade de distensão e alteração de volume, permitindo a ingestão de grandes presas inteiras e a estocagem de grande quantidade de alimento (FREIBERGER, 1996).

A morfologia das estruturas faringobranquiais de *N. neglecta* caracterizam-no como um predador piscívoro, capaz de reter presas ágeis e de respirar durante a ingestão de grandes organismos. Entretanto, sabe-se que embora os peixes estejam presentes em seu espectro alimentar, não são o alimento mais frequentemente encontrado. A retenção de pequenas presas, como anfípodas, bivalves e gastrópodos, é permitida pelo espaçamento existente entre os seus rastros branquiais.

Em *N. neglecta*, a alimentação não é um mecanismo passivo, mas sim depende da atuação de vários mecanismos de seleção integrados. A morfologia do aparato branquial faríngeo de *N. neglecta* possibilita o consumo de presas com um tamanho mínimo de 0,17% do seu comprimento padrão, embora organismos muito maiores frequentemente sejam consumidos. Esta flexibilidade proporciona-lhe alternativas para enfrentar com sucesso as

variações sazonais no suprimento alimentar. De acordo com EASTMAN (1993), a ausência de especialização trófica extrema é um dos principais fatores que permitiram a adaptação dos Nototenídeos ao Oceano Antártico.

Em um ecossistema aquático, os peixes predadores são de particular interesse ecológico e etológico, pois seus hábitos alimentares e seleção de presas influenciam grandemente as cadeias energéticas locais e a diversidade das espécies (SHPIGEL e FISHELSON, 1989). *Notothenia neglecta* é um peixe carnívoro generalista, que localiza-se próximo ao topo da cadeia alimentar na Baía do Almirantado, desempenhando, portanto, um importante papel neste ecossistema. Nesta região, as comunidades são compostas por um pequeno número de espécies com características muito particulares. Desequilíbrios nas populações de *Notothenia neglecta* provocados pela pesca ou outras alterações antropogênicas podem levar a danos irrecuperáveis na estrutura trófica da comunidade.

6. CONCLUSÕES

- O comportamento alimentar de *Notothenia neglecta* caracteriza-se como predação de emboscada, havendo preferência por presas em movimento, sendo vivas ou mortas.
- Entre as presas disponíveis, as mais visíveis, geralmente as maiores, costumam ser consumidas prioritariamente.
- É um peixe territorial que reúne-se em grupos, não existindo entretanto estratégias de alimentação em grupo.
- É um peixe sedentário, sendo que a motilidade restringe-se basicamente aos períodos de alimentação.
- Parece haver divisão hierárquica entre peixes de tamanhos heterogêneos, sendo que o peixe dominante não é necessariamente o de maior tamanho, porém tem prioridade na obtenção do alimento.
- Houve casos pouco frequentes de disputa pelo alimento, caracterizado pela captura de peixes que já encontravam-se na cavidade bucofaringea de outro.
- A captura de anfípodas caracteriza-se como busca ativa e a apreensão não ocorre em massa, mas sim individualmente.
- Estimulam-se com objetos introduzidos no tanque e presas com comportamento diferente do normal.
- A fileira anterior do ceratobranquial do terceiro arco branquial possui cerca de 10 rastros e pode ser considerada mais característica para a espécie do que a fileira anterior do primeiro arco, que costuma ser usada para identificação taxonômica.
- Possui um pequeno número de rastros curtos, indicando que seu hábito alimentar consiste de presas grandes, mas, de acordo com o espaçamento entre os rastros, é capaz de ingerir pequenas presas, cuja menor medida seja maior que 0,17 % do comprimento padrão do peixe.
- Caracterizam-se por comportamento alimentar ativo, consumindo preferencialmente presas maiores que o espaçamento entre seus rastros.
- Os rastros da fileira anterior do primeiro arco são pouco espaçados, pois, uma vez que não se encaixam com nenhuma outra estrutura, devem manter a vedação da primeira fenda branquial sozinhos.
- Os rastros desta fileira são flexíveis, permitindo a passagem de água para a cavidade opercular durante a lenta ingestão de grandes presas, permitindo que o peixe continue respirando.

- Os rastros da fileira posterior do quarto arco branquial possuem o menor espaçamento, pois, além de não encaixarem-se com outras estruturas, devem evitar o escape de presas na parte posterior do aparato branquial faríngeo, onde são concentrados os alimentos antes da deglutição.
- Exceto na fileira anterior do primeiro arco, os rastros possuem denticulos viliformes afilados e articulados à uma estrutura óssea, que permitem a retenção de presas ativas e escorregadias como peixes, evitando o escape da maioria das presas pela cavidade opercular.
- Rastros com eixo ósseo também impedem o escape de crustáceos.
- Possuem grande quantidade de botões gustativos na superfície faríngea da barra branquial e nos rastros com denticulos, tanto na porção gustativa, quanto denticular.
- Os botões gustativos são responsáveis pela avaliação da presa após a captura e antes da deglutição.
- Possuem células sensoriais isoladas nos rastros sem denticulos, provavelmente responsáveis pela percepção do senso químico comum.
- No aparato branquial faríngeo as presas são selecionadas quanto ao tamanho mínimo pela rede formada pelos rastros branquiais e quanto às suas características químicas pelos botões gustativos presentes, permitindo a avaliação que leva à deglutição ou refluxo do alimento.
- Existe grande quantidade de células secretoras de muco isoladas e formando estruturas glandulares, possivelmente relacionadas com a proteção do epitélio, à deglutição e à adesão de pequenas presas, formando massas.
- Assim, conclui-se que *Notothenia neglecta* é um peixe carnívoro apto a capturar organismos dentro de uma ampla faixa de tamanhos e sua dieta está aberta à inclusão de novos alimentos, permitindo sua adaptação a um ambiente com flutuações na disponibilidade de alimento, como é o Oceano Antártico.

ANEXO

TÉCNICAS DE PREPARO DAS SOLUCÕES UTILIZADAS

1. SOLUÇÃO FISIOLÓGICA

SOLUÇÃO SALINA DE CORTLAND

NaCl.....	7,25 g
KCl.....	0,38 g
CaCl ₂ .H ₂ O.....	0,23 g
MgSO ₄ .7H ₂ O.....	0,23 g
NaHCO ₃	1,00 g
NaH ₂ PO ₄ .H ₂ O.....	0,41 g
Glucose.....	1,00 g
Água destilada	q.s.p. 1.000 mL

Preparo: Dissolver os cinco primeiros ingredientes, um a um, na ordem citada acima, em 950 mL de água destilada, usando o agitador magnético com leve aquecimento. Ajustar o pH para 7,6 utilizando HCl ou NaOH. Completar o volume para 1.000 mL de água destilada. Conservar em frasco escuro, sob refrigeração por até 30 dias. Adicionar o NaH₂PO₄. H₂O e a glucose imediatamente antes do uso.

Fonte: WOELF, 1963

2. SOLUCÕES FIXADORAS

FORMALINA a 10%

Formalina (Formaldeído a 40%).....	10 mL
Água destilada.....	q.s.p. 100 mL

Preparo: Misturar os componentes da fórmula.

Fonte: CULLING et al., 1985

FORMALINA TAMPONADA

Formalina (Formaldeído a 40 %)	5 mL
Na ₂ HPO ₄ ·7H ₂ O	0,43 g
NaH ₂ PO ₄ ·H ₂ O	0,20 g
Água destilada	q.s.p. 50 mL

Preparo: Dissolver os sais um a um em cerca de 30 ml de água destilada. Acrescentar a formalina e completar o volume para 50 mL com água destilada.

Fonte: Modificado a partir de CULLING et al., 1985

FLUIDO DE BOUIN

Solução aquosa de ácido pícrico saturada	75,0 mL
Formaldeído	25,0 mL
Ácido acético glacial	5,0 mL

Preparo: Misturar os componentes da fórmula.

Fonte: BÜCHERL, 1962; CULLING et al., 1985

GLUTARALDEÍDO a 3,0 % em TAMPÃO CACODILATO 0,2 M

Glutaraldeído em solução aquosa a 25 %	6,0 mL
Ácido cacodílico (PM=160)	1,6 mL
Água destilada	q.s.p. 50 mL

Preparo: Misturar os componentes da fórmula, sob capela, com máscara e luvas. Conservar a solução sob refrigeração e acertar o pH para 7,2 com HCl ou NaOH.

Fonte: modificado a partir de CULLING et al., 1985; GLAUERT, 1986

3. SOLUÇÃO DESCALCIFICADORA

EDTA a 10% em PARAFORMALDEÍDO 1% pH 7,2

EDTA	20 mL
Paraformaldeído	3 g
Água destilada	q.s.p. 300 mL
Solução saturada de NaOH	

Preparo: Misturar o EDTA em 20 mL de água destilada sobre o agitador magnético, aquecendo e acrescentando a solução saturada NaOH até dissolver. Misturar o Paraformaldeído em 20 mL de água destilada. Misturar as duas soluções. Ajustar o pH para 7,2. Completar o volume para 300 mL.

Fonte: Modificado a partir de CULLING et al., 1985

4. CORANTES

HEMATOXILINA DE HARRIS

Hematoxilina.....	1,0 g
Alúmen Sulfato de Amônio.....	20,0 g
Óxido de Mercúrio Amarelo.....	0.5 g
Etanol P.A. a 95 %.....	10,0 mL
Água destilada.....	q.s.p. 200 mL
Ácido acético glacial.....	5mL *

* para cada 95 mL de corante

Preparo: Ferver a água destilada, retirar do fogo e acrescentar o alúmen sulfato de amônio, misturando sobre o agitador magnético. Dissolver a hematoxilina no etanol. Misturar as duas soluções, adicionar o óxido de mercúrio amarelo e ferver a solução. Esfriar em água corrente e filtrar. Adicionar o ácido acético na hora do uso.

Fonte: CLARK, 1981

HEMATOXILINA DE DELAFIELD

Solução A:

Alúmen de Amônio.....	55 g
Água destilada.....	600 mL

Solução B:

Hematoxilina.....	6 g
Etanol absoluto.....	50 mL

Solução C:

Glicerol.....	150 mL
Etanol absoluto.....	150 mL

Preparo: Misturar as soluções A e B e filtrar no dia seguinte. Adicionar a solução C. Deixar amadurecer naturalmente por 6 a 8 semanas. O corante tem validade quase indefinida.

Fonte: CULLING et al., 1985

EOSINA

Solução a 1%:

Eosina	0,5 g
Etanol P.A. a 95 %.....	40,0 mL
Água destilada	q.s.p. 50,0 mL

Preparo: Para a solução estoque, misturar os reagentes até obter uma solução homogênea.

Solução Útil:

Eosina a 1%.....	1 parte
Etanol a 80 %.....	3 partes
Ácido acético glacial	0,5 mL *

* para cada 95 mL de corante

Preparo: Misturar os ingredientes.

Fonte: modificado a partir de CULLING et al., 1985

TRICRÔMICO DE MALLORY

Solução A:

Fucsina ácida.....	0,5 g
Água destilada.....	q.s.p. 100 mL

Solução B:

Azul de Metileno.....	0,5 g
Orange G.....	2,0 g
Ácido Fosfomolibdico.....	1,0 g
Água destilada.....	q.s.p. 100 mL
Ácido acético glacial.....	2 mL *

* para cada 100 mL de corante

Preparo: Misturar os ingredientes de cada solução separadamente.

Fonte: modificado a partir de CULLING et al., 1985

PICRO-SIRIUS

Solução aquosa saturada de ácido picrico.....100,0 mL
 Sirius Red F3B2000,1 g

Preparo: Dissolver o Sirius-red na solução de ácido picrico com auxílio de agitador magnético. Acertar o pH para 2,0.

Fonte: Junqueira et al., 1979

PICRO-TIONINA

Solução A:

Solução aquosa saturada de ácido picrico.

Solução B:

Solução aquosa saturada de tionina.

Fonte: SCHMORL, 1934 apud CULLING et al., 1985.

PAS

Solução A:

Solução aquosa de Ácido periódico a 0,5 %

Solução B: Reativo de Shiff

Fucsina básica.....1,0 g
 HCl 1 N.....20 mL
 Metabissulfito de sódio ou de potássio.....1,0 g
 Carvão ativado.....0,2 g *
 Água destilada..... q.s.p 200 mL

* se necessário

Preparo: Dissolver a fucsina básica na água destilada fervendo e ferver por mais 5 minutos. Abaixar a temperatura para 50 ° C, filtrar e adicionar o HCl. Deixar esfriar até 25 ° C e adicionar o metabissulfito.

Colocar em frasco escuro e deixar *overnight*. No dia seguinte, a solução deverá apresentar cor “palha”. Caso apresente cor rósea adicionar o carvão ativado. Filtrar e manter sob refrigeração.

Solução C: Água Sulfurosa

Metabissulfito de sódio a 10%.....	10mL
HCl 1 N.....	10 mL
Água destilada.....	180 mL

Preparo: Misturar os reagentes na hora do uso. Não reutilizar.

Fonte: Modificado a partir de CLARK, 1981

VERDE LUZ

Verde-luz.....	1,0 g
Água destilada.....	100,0 mL

Preparo: Dissolver o verde-luz na água destilada.

Fonte: BEÇAK e VANRELL., 1970

AZUL DE ALCIAN pH 0,5 e 2,5

Azul de Alcian.....	1,0 g
Água destilada	97, 0 mL
Ácido acético glacial.....	3,0 mL

Preparo: Dissolver o Alcian Blue em 90 ml de água destilada, acrescentar o ácido acético glacial. Verificar o pH e ajustá-lo com HCl concentrado ou NaOH a 10 N para o valor de 2,5 ou 0,5. Completar o volume para 100 ml de solução final.

Fonte: CLARK, 1981

ORANGE G

Orange G	2,0 g
Ácido Fosfotúngstico.....	5,0 g
Água destilada	q s.p. 100,0 mL

Preparo: Dissolver o ácido fosfotúngstico na água destilada e acrescentar o Orange G. Misturar bem todos os componentes.

Fonte: CULLING et al., 1985

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, R.M. **Functional design in fishes**. London: Hutchinson Univ. Lib. p. 89-114, 1970.
- AL-HUSSAINI, A.H.; KHOLY, A.A. On the functional morphology of some omnivorous fish. **Poc. Egypt. Acad. Sci.**, Cairo, v.9, p. 17-39, 1953.
- AMUNDSEN, P. Habitat and food segregation of two sympatric populations of whitefish (*Coregonus lavaretus* L.s.l.) in Stuorajavri, Northern Norway. **Nord. J. Freshw. Res.**, Drottningholm, v. 64, p. 67-73, 1988.
- ANDERSON, J.B. The Antarctic continental shelf: results from marine geological and geophysical investigations. In: TINGEY, R.J. [Ed] **The geology of Antarctica**. Oxford: Oxford University Press, 1991. p. 285-334.
- ANDRIASHEV, A.P. A general review of Antarctic fish fauna. In: KULLANDER S.O ; FERNHOLM, B. [Eds] **Fifth Congress of European Ichthyologists (1985), Proceedings**. Stockholm: Swedish Museum of Natural History, 1987. p. 357-372.
- ARNAUD, P.; HUREAU, J.C. Regime alimentaire de trois teleosteens Nototheniidae antarctiques (Terre Adélie). **Bull. Inst. Océanogr. (Monaco)**, Monaco, v. 66, p. 1-24, 1966.
- ARNAUD, P.M. Adaptations within the antarctic marine benthic ecosystem. In: LLANO, G.A. [Ed] **Adaptation within Antarctic Ecosystem**. In: LLANO, G.A. [Ed] **SCAR Symp. (3, 1977) Proc. of the Third SCAR Symp. on Antarctic Biol.**, 1977. p. 135-157.
- ARNAUD, P.M. Frequency and ecological significance of necrophagy among benthic species of Antarctic coastal waters. In HOLDGATE, M.W. [Ed] **Antarctic Ecology.**, 1970. p. 259-267.
- BAATRUP, E. Ciliated receptors in the pharyngeal terminal buds of larval *Lampetra planeri* (Bloch)(Cyclostomata). **Acta Zool.**, Oxford, v. 64, n. 1, p. 67-75, 1983.
- BAIEY, R. M.; SMITH, G.R. Origin and geography of the fish fauna of the Laurentian Great Lakes basin. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, Ottawa, v. 38, p. 1539-1561, 1981.
- BARLOW, G.W. Causes and significance of morfological variation in fishes. **Syst. Zool.** v. 10, p. 105-117, 1961.
- BARNETT, S.S. **A study in behaviour. Principles of ethology and behavioural physiology, displayed mainly in the rat**. London: Methven & Co Ltd., 1967, p. 34-71.

- BARRERA-ORO, E. R.; CASAUX, R.J. Feeding selectivity in *Notothenia neglecta*, Nybelin, from Potter Cove, South Shetland Islands, Antarctica. **Antarct. Sci.**, Oxford, v. 2, n. 3, p. 207-213, 1990.
- BEACHAM, T.D. Variation in number of vertebrae and gill rakers of sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in North America. **Environmental Biology of Fishes**. v. 14. n. 2-3, p. 97-105, 1985.
- BEÇAK, W.Y.; VANRELL, J.P. **Técnicas de citologia e histologia**. São Paulo: Nobel, 1970. 470 p.
- BEDDINGTON, J.R.; MAY, R.M. The harvesting of interacting species in a natural ecosystem. **Sci. Am.**, New York, v. 247, p. 62-69, 1982.
- BELLISIO, N.; TOMO, A. **Biogeografía de la Península Antártica**. Buenos Aires: Talleres Gráficos del Servicio de Hidrografía Naval, 1973.
- BENTZEN, P.; McPHAIL, J.D. Ecology and evolution of sympatric sticklebacks (*Gasterosteus*): specialization for alternative trophic niches in the Enos Lake species pair. **Can. J. Zool.**, Ottawa, v. 62, p. 2280-2286, 1984.
- BERGSTRAND, E. The diet of four sympatric whitefish species in Lake Pakijaure. **Rep. Inst. Freshwater Res., Drottningholm**. v. 60, p. 5-14, 1982
- BERTIN, L. Appareil difestif. In: GRASSÉ, P.P. **Traite de Zoologie**, v. 13, n. 2, Paris: Masson, 1958, p. 1248-1302.
- BOAG, P.T.; GRANT, P.R. Intense natural selection in a population of Darwin's finches (Geospizinae) in the Galapagos. **Science (Wash. D.C.)**, Washington, D.C., v. 214, p. 82-85, 1981.
- BODALY, R.A. Morphological and ecological divergence within the lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) species complex in Yukon Territory. **J. Fish. Res. Board Can.**, Ottawa, v. 36, p. 1214-1222, 1979.
- BONE, Q.; MARSHALL, N.B.; BLAXTER, J.H.S. **Biology of fishes**. 2 Ed. London: Chapman & Hall, 1996, 332 pp.
- BOWEN, S.H. Detritivory in neotropical fish communities. **Environ. Biol. Fish.**, Dordrecht, v. 9, n. 2, p. 137-144, 1983.
- BRAGA, F. M. S. de. 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.
- BÜCHERL, W. **Técnica microscópica**. São Paulo: Polígono, 1962. 164 p.
- BURCHETT, M. S. Age and growth of the antarctic fish *Notothenia rossii* from South Georgia. **Br. Antarct. Surv. Bull.**, Cambridge, v. 60, p. 45-61, 1983.

- BURCHETT, M.S.; SAYERS, P.J.; NORTH, A.W.; WHITE, G.M. Some biological aspects of nearshore fish population at South Georgia. **Br. Antarct. Surv. Bull.**, Cambridge, v. 59, p. 63-74, 1983.
- CAMPANNA, E.; CATAUDELLA, S.; MONACO, G. The pharyngeal structure of mediteranean mugilidae. **Monitore Zool. Ital.(N.S.)**, v. 8. p. 29-46, 1974.
- CARVALHO, F.M. Alimentação do mapará (*Hypophthalmus edentatus* Spix, 1829) do lago do Castanho, Amazonas (Siluriformes, Hypophthalmidae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 10, n. 3, p. 545-555, 1980.
- CASAUX, R.J.; MAZZOTTA, A.S. & BARRERA-ORO, E.R. Seasonal aspects of the biology and diet of nearshore nototheniid fish at Potter Cove, South Shetland Isthlands, Antartica. **Polar Biol.**, Berlin, v. 11, p. 63-72, 1990.
- CHAO, L.N.; MUSICK, J.A. Life history, feeding habits and functional morphology of juvenile scianidae fishes in the York River Estuary, Virginia. **U.S. Fish. Bull.** v. 75, p. 657-702, 1977.
- CHIASSON, R.B. **Laboratory Anatomy of the Perch**. Dubuque: W.N.C. Brown Company Publishers, 1966.
- CLARK, G. [Ed]. **Staining procedures**. 4 Ed. Baltimore: The Willians & Wilkins Company, 1981. 512 p.
- CLARKE, A. Life in cold water: The physiological ecology of polar marine ectotherms. **Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.**, Winchester, v. 21, p. 341-453, 1983.
- CLARKE, A.; CRAME, J.A. The origin of the Southern Ocean marine fauna. In: CRAME, J.A. [Ed] **Origins and Evolution of the Antarctic Biota**, Geol. Soc. Spec. Publ. n. 47, London: The Geological Society, 1989, p. 253-268.
- CLARKE, A.; NORTH, .W. Is the Growth of Polar Fish Limited by the Temperature In: DI PRISCO, G.; MARESCA, B. & TOTA, B. [Eds] **Biology of Antarctic Fish**. Berlim: Springer- Verlag, 1991, p. 54-69.
- CLEMENTS K.D.; BELLWOOD, D.R. A comparison of the feeding mechanisms of two herbivorous labroid fishes, the temperate *Odax pullus* and the tropical *Scarus rubroviolaceus*. **Aust. J. Mar. Freshwater Res.**, v. 39, p. 87-107, 1988.
- CROWDER, L.R. Character displacement and habitat shift in a native cisco I southeastern Lake Michigan: Evidence for competition ?, **Copeia**, Carbondale, n. 4, p. 878-883, 1984.
- CROY, M.; HUGUES, R.N. The role of learning and memory in the feeding behaviour of fifteen-spined stickleback, *Spinachia spinachia* L. **Anim. Behav.**, London, v. 41, p. 149-159, 1991.
- CULLING, C.F.A.; ALLISON, R.T.; BARR, W.T. **Cellular pathology technique**. 4 Ed., London: Butterworth, 1985. 642 p.

- CUSHING, D.H. **Marine ecology and fisheries**. Cambridge: Camb. Univ. Press., 1975. 278 pp.
- DANIELS, R.A. & LIPS, J.H. Predation on foraminifera by antarctic fish. **J. Foraminiferal Res.**, Cambridge, v. 8, n. 2, p. 110-113, 1978.
- DANIELS, R.A. Feeding ecology of some fishes of the Antarctic Peninsula. **Fish. Bull. U.S.** v. 80, p. 575-588, 1982.
- DATTA, N.C.; DAS, M. Observation on the food and feeding habits of some flatfishes of Orissa coast. **Indian J. Fish.**, Cochin, v. 30, n. 2, p. 241-248, 1983
- DAYTON, P.K.; ROBILLIARD, G. A.; PAINE, R. T. Benthic faunal zonation as a results of anchor ice at McMurdo Sound, Antarctica. In: HOLDGATE, M. W. [Ed] **Antarctic ecology**. London: Academic Press, 1970. p. 244-258.
- DE WITT, H.H. Coastal and deep-water benthic fishes of the Antarctic. In: BUSHNELL, V.C. [Ed] **Antarctic Map Folio Series**, Folio 15, New York: American Geographical Society, 1971. p.1-10.
- DELBEEK, J.C.; WILLIAMS, D.D. Morphological differences among females of four species of stickleback (Gasterosteidae) from New Brunswick and their possible ecological significance. **Can. J. Zool.**, Ottawa, v. 65, p. 289-295, 1987.
- DI PRISCO, G.; MARESCA, B.; TOTA, B. [Eds] **Biology of Antarctic Fish**. Berlim: Springer-Verlag. 1991. 292 pp
- DRENNER, R.W.; STRICKLER, J.R.; O'BRIEN, W.J. Capture probability: the role of zooplankton escape in the selective feeding of planktivorous fish. **J. Fish. Res. Board Can.**, Ottawa, v. 35, p. 1370-1373, 1978.
- DUARTE, W.; MORENO, C. The specilized diet of *Harpagifer bispinis* : its effect on the diversity of Antarctic intertidal amphipods. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 80, p. 241-250, 1981.
- DUHAMEL, G. Biology and population dynamics of *notothenia rosii rosii* from the Kerguelen Islands (Indian Sector of Southern Ocean). **Polar Biol.**, Berlin, v. 1, p. 141-151, 1982.
- DUHAMEL, G. & HUREAU, J.C. The role of zooplankton in the diets of certain sub-antarctic marine fish. In: SIEGFRIEF, R.W.; CONDY, P.R. & LAWS, R.M. [Eds] **Antarctic nutrient cycles and food webs**, Berlim: Springer-Verlag, 1985. p. 421-429.
- DURBIN, A.G. Food selection by plankton feeding fishes. In: CLEPPER, H. [Ed] **Predator-prey systems in Fisheries management**, Washington, D.C.: Sport Fishing Institute, 1979. p. 203-218.
- EASTMAN, J. T. Vertebral variation in Notothenioid fishes from McMurdo Sound, Antarctica. **Polar Biol.**, Berlin, v. 1, p. 217-220, 1983.

- EASTMAN, J.T. **Antarctic Fish Biology** : Evolution in a Unique Environment. San Diego: Academic Press, Inc., 1993. 322 pp.
- EASTMAN, J.T. The Evolution of neutrally buoyant notothenioid Fishes : their specializations and potential interactions in the antarctic marine food web. In: SIEGFRIEF, R.W.; CONDY, P.R. & LAWS, R.M. [Eds] **Antarctic nutrient cycles and food webs**. Berlin: Springer-Verlag, 1985, p. 430-436.
- EASTMAN, J.T. The fossil and modern fish faunas of Antarctica: Evolution and Diversity. In: DI PRISCO, G.; MARESCA, B.; TOTA, B. [Eds] **Biology of Antarctic Fish**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. p. 116-130.
- EASTMAN, J.T.; DeVRIES, A.L. Buoyancy studies of notothenioid fishes in McMurdo Sound, Antarctica. **Copeia**, Carbondale, v. 2, p. 385-393, 1982.
- EASTMAN, J.T.; GRANDE, L. Evolution of the antarctic fish fauna with emphasis on the recent notothenioids. In: CRAME, J.A. [Ed] **Origins and evolution of the Antarctic biota**. Geol. Soc. Spec. Publ. v. 47, 1989. p. 241-252.
- EGGOLD, B.T. & MOTTA, P.J. Ontogenetic dietary shifts and morphological correlates in striped mullet, *Mugil cephalus*. **Environ. Biol. of Fish.**, Dordrecht, v. 34, p. 139-158, 1992.
- EIRAS-STOFELLA, D.R. **Variabilidade morfológica da região faríngea dos arcos branquiais de algumas espécies de peixes (Teleostei), estudada através da microscopia eletrônica de varredura**. Curitiba, 1994. Tese (Doutorado em Zoologia) - Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná.
- EKAU, W. Morphological Adaptations and Mode of Life in High Antarctic Fish. In: DI PRISCO, G.; MARESCA, B.; TOTA, B. [Eds] **Biology of Antarctic Fish**. Berlin: Springer-Verlag, 1991. p. 23-39.
- EVERSON, I. Fish biology. In: LAWS, R.M. [Ed] **Antarctic Ecology**. Vol.II. London: Academic Press, 1984.
- EVERSON, I. **The living resources of the Southern Ocean**. Rome: FAO/UN Development Programme, GLO/SO/77/1, 1977. 156 pp.
- EVERSON, I. The population dynamics and energy budget of *Notothenia neglecta* Nybelin at Signy Island, South Orkney Islands. **Br. Antarct. Surv. Bull.**, Cambridge, v. 23, p. 25-50, 1970.
- EZEASOR, D.N. Distribution and ultrastructure of taste bud in oropharyngeal cavity of the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. **J. Fish Biol.**, London, v. 20, p. 53-68, 1982.
- FANTA, E.; LUCCHIARI, P.H.; BACILA, M. Circadian rhythm of oxygen consumption and oxygen levels in the muscle of *Notothenia neglecta* (Pisces, Teleostei). **Comp. Biochem. Physiol.**, Oxford, v. 96C, p. 151-155, 1990.

- FANTA, E.; MEYER, A.A.; GRÖTZNER, S.R. LUVIZOTTO, M.F. Comparative study on feeding strategy and activity patterns of two Antarctic fish: *Trematomus newnesi* Boulenger, 1902 and *Gobionotothen gibberifrons* (Lönnerberg, 1905) (Pisces, Nototheniidae) under different light conditions. Tokyo: **Antarct. Rec.**, Tokio, v. 38, n. 1, p. 13-29, 1994.
- FINK, W.L. Ontogeny and phylogeny of tooth attachment modes in actinopterygian fishes. **J. Morphol.**, New York, v. 167, p. 167-184, 1981.
- FISHER, W. & HUREAU, J.C. [Ed]. **FAO species identification sheets for fishery purposes**. Southern Ocean. Vol. II. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, 1985.
- FLOOD, P.R. On the ultrastructure of mucus. **Biochem. Res.** v. 2, p. 49-53, 1981.
- FREIBERGER, S. Estudo histológico e ultraestrutural do estômago e aspectos do comportamento alimentar do peixe antártico *Notothenia neglecta* Nybelin, 1951 submetido a períodos de jejum. Curitiba, 1996. Tese (Mestrado em Ciências Morfológicas) - Departamento de Biologia Celular, Universidade Federal do Paraná.
- FRYER, G. The ecology and evolution of a group of rock frequenting Nyasan cichlid fishes known as the "Mbuna". **Proc. Zool. Soc. Lond.**, Oxford, v. 132, p. 237-281, 1959.
- GABRIEL, M.L. Factors affecting the number and form of vertebrae in *Fundulus heteroclitus*. **J. Exp. Zool.**, New York, v. 95. p. 105-143, 1944.
- GALBRAITH Jr., M.G. Size-selective predation on *Daphnia* by Rainbow trout and Yellow perch. **Trans. Am. Fish. Soc.**, Bethesda, v. 96, n. 1, p. 1-10, 1967.
- GATZ, A.J. Ecological morphology of freshwater stream fishes. **Teilone Studies in Zoology and Botany**. v. 21, p. 118-123, 1979.
- GEEVARGHESE, C. Morphology of the alimentary tract in relation to diet among gobioid fishes. **J. Nat. His.**, London, v. 17, p. 731-741, 1983. GEHRKE, P.C. Influence of gut morphology, sensory cues and hunger on feeding behaviour of spangled perch, *Leiopotherapon unicolor* (Günther, 1959) (Percoidei, Teraponidae). **Fish. Biol.** v. 33, p. 189-201, 1983.
- GEHRKE, P. C. Influence of gut morphology, sensory cues and hunger on feeding behaviour of spangled perch, *Leiopotherapon unicolor* (Günther, 1859) (Percoidei, Teraponidae) **J. Fish. Biol.**, London, v.33, b.2, p.189-201, 1988.
- GIBSON, R.N. Development, morphometry and particle retention capability of gill rakers in the herring, *Clupea harengus* L. **J. Fish. Biol.** v. 32, p. 949-962, 1988.
- GILL, A. B.; HART, P.J.B. Feeding behaviour and prey choice of threespine stickleback: the interacting effects of prey, fish size and stomach fullness. **Anim. Behav.** London, v. 47, p. 921-932, 1994.
- GLAUERT, A.M. [Ed] **Practical methods in electron microscopy**. 4 Ed., v.5, part I, New York: Elsevier Biomedical Press, 1986, 311 p.

- GON, O.; HEEMSTRA, P.C. [Eds] **Fishes of the Southern Ocean**. Grahamstown: J.L.B Smith Institute of Ichthyology, 1990.
- GOSLINE, W. A. A possible relationship between aspects of dentition in the centrarchid and anabantoid fishes. **Env. Biol. Fish.**, Dordrecht, v. 12, p. 161-168, 1985.
- GOSLINE, W.A. **Functional morphology and clasification of teleosteen fishes**. Honolulu: University of Hawaii, 1971. 208 pp.
- GRATIVOL, A.D. & MENIN, E. Anatomia Comparativa Funcional da Cavidade Bucofaringeana de *Astyanax fasciatus* (Cuvier, 1819) (Osteichthyes, Characidae, Tetragonopterinae) e *Triporthus guentheri* (Garman, 1890) (Osteichthyes, Characidae, Triporthinae) **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 39, n. 226, p. 564-583, 1992.
- GROSSMAN, G.D. Food resource partioning in a rocky intertidal fish assemblage. **J. Zool. (Lond.)**, Oxford, v. 1, p. 317-355, 1986.
- GRÖTZNER, S.R.; FANTA, E.; FREIBERGER, S. Circadian rhythm of retinomotor movements in the antarctic fish *Notothenia neglecta*. In: Congresso Brasileiro de Biologia Celular (13: 1996: Águas de Lindóia). Anais: **Braz. J. Morphol. Sci.**, São Paulo, v. 13, n. 1. 1996, p. 134.
- GROVER, J.J. Trophic ecology of pelagic early-juvenile nassau grouper, *Epinephelus striatus*, during an early phase of recruitment into demersal habitats. **Bull. Mar. Sci.**, v. 53, n. 3, p. 1117-1125, 1993.
- GUINEA, J.; FERNADEZ, F. Morphological and biometrical study of the gill rakers in four species os mullet. **Journal of Fish Biology**. v. 41, p. 381-397, 1992.
- GUNN, J.S.; MILWARD, N.E. The food, feeding habits and feeding structures of the whiting species *Sillago sihama* (Forsskal) and *Sillago analis* Whitley from Townsville, North Queensland, Australia. **J. Fish. Biol.** v. 26, p. 411-427, 1985.
- HESSEN, D.O.; ANDERSEN, R.; HINDAR, K.; SKURDAL, J. Food selection and competition in salmonids as reflected by gill raker number and morphology. **J. Appl. Ichthyol.**, Berlin, v. 4, n. 3, p. 121-129, 1988.
- HILDEBRAND, M. **Análise da estrutura dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1995, 700 pp.
- HOAR, W.S.; RANDALL, D.J.; BRETT, J.R. **Fish physiology**.v.VIII. New York: Academic Press, 1979.786 p.
- HOSSLER, F.E.; HARPOLE Jr, J.H.; KING, J.A. The gill arch of the striped bass *Morone saxatilis*. I. Surface ultrastructure. **J. Submicrosc. Cytol.**, Bologna, v. 18, n. 3, p. 519-528, 1986.
- HOSSLER, F.E.; MERCHANT, L.H. Morphology of taste buds on the gill archs of the mullet *Mugil cephalus*, and the killifish *Fundulus heteroclitus*. **Am. J. Anat.**, New York, v. 166, p. 299-312, 1983.

- HOURIGAN, T. F.; STANTON, F.G.; MOTTA, P.J.; KELLEY, C.D.; CARLSON, B. The feeding ecology of three species of Caribbean angelfishes (family Pomacanthidae). **Environmental biology of Fishes**. v. 24, n. 2, p. 105-116, 1989.
- HUBBS, C.L. The structural consequences of modifications of the developmental rate in fishes, considered in reference to certain problems of evolution. **Am. Nat.**, Chicago, v. 60, p. 57-81, 1926.
- HUBOLD, G. Ecology of Notothenioid Fish in the Weddell Sea. in DI PRISCO, G.; MARESCA, B.; TOTA, B. [Eds] **Biology of Antarctic Fish**. Berlin: Springer- Verlag, 1991. p. 3-22.
- HUBOLD, G. Krill e peixes nos ecossistemas antárticos. **Jornal do IOUSP**. v. 3, n. 8-11, p. 2-4, 1985.
- HUGHES, G.M. General anatomy of the gills. In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J. [Eds] **Fish Physiology**. v.10a, Orlando: Academic Press, 1984. p. 1-72
- HUH, S.H.; KITTING, C.L. Trophic relationships among concentrated populations of small fishes in seagrass meadows. **J. Exp. Mar. Biol.Ecol.**, Amsterdam, v. 92, p. 29-43, 1985.
- HUNT, S. Fine structure of the secretory epithelium in the hipobranchial gland of the prosobranch gastropod mollusc *Buccinum undatum* L. **J. Mar. Biol. Assoc. U.K.**, Cambridge, v. 53, p. 50-71, 1973.
- HUREAU, J.C. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). **Bull. Inst. Océanogr. (Monaco)**, Monaco, v. 68, p. 1-244, 1970.
- IKUSEMIJU, K. A comparative racial study of the catfish, *Chrysichthys nigrodigitatus* (Lacépède) from Lagos and Lekki Lagoos, Nigeria. **Bulletin de l'I.F.A.N.** v. 37 A. n. 4. p. 887-898, 1975.
- ISOKAWA, S.; KUBOTA, K.; KOSAKAI, T.; SATOMURA, I.; TSUBOUCHI, M.; SERA, A. Some contributions of study of esophageal sacs and teeth of fishes. **J. Univ. Sch. Dent.**, Tokyo, v. 7, p. 103-111, 1965.
- IWAI, T. Taste buds on the gill rakers and gill arches of the Sea Catfish *Plotosus anguillaris* (Lacépède). **Copeia**, Carbondale, v. 1963, n. 2, p. 271-274, 1963.
- JANSSEN, J. Feeding modes and prey size selection in the Alewife (*Alosa pseudoharengus*). **J. Fish. Res. Board. Can.**, Ottawa, v. 33, p. 1972-1975, 1976.
- JOBLING, M. **Environmental Biology of Fishes** London: Chapman & Hall, 1995, 455 pp.
- JOHNSTON, I. A. Antarctic fish muscles - structure, function and physiology. **Antarct. Sci.**, Oxford, v. 1, p. 97-108, 1989.
- JOHNSTON, I.A. & BATTRAM, J. Feeding energetics and metabolism in demersal fish species from Antarctic, temperate and tropical environments. **Mar. Biol.**, Berlin, v. 115, p. 7-14, 1993.

- JOHNSTON, I.A.; CLARKE, A.; WARD, P. Temperature and metabolic rate in sedentary fish from the Antarctic, North Sea and Indo-West Pacific Ocean. **Mar. Biol.**, Berlin, v. 191, p. 191-195, 1991.
- JUNQUEIRA, L.C.U.; BIGNOLAS, G.; BRENTANI, R.R. Picrosirius staining plus polarization microscopy, a specific method for collagen detection in tissue sections. **Histochem. J.** v.11, p. 447-455, 1979.
- KANEP, S.V. Nekotorye voprosy funkcional'noj morfologii ozernoj peljadi *Coregonus peled* (Gmel.) **Vopr. Ihtiol.**, Moscow, v. 11, p. 975-986, 1971.
- KEAST, A. Development of dietary specializations in a summer community of juvenile fishes. **Env. Biol. Fish.**, Dordrecht, v. 13, p. 211-224, 1985.
- KEAST, A.; WEBB, D. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. **J. Fish. Res. Can.** v. 23, p. 1845-1847, 1966.
- KEENLEYSIDE, M.H.A. **Diversity and adaptation in fish behaviour**. Berlin: Springer, 1979. 208 pp.
- KELLERMANN, A.; SCHADWINKEL, S. Winter aspects of the ichthyoplankton community in Antarctic Peninsula waters. **Polar Biol.**, Berlin, v. 11, p. 117-127, 1991.
- KENNET, J.P. **Marine Geology**. New Jersey: Prentice-hall, Englewood Cliffs, 1982.
- KHANNA, S.S.; MEHROTRA, B.K. Histomorphology of the buccopharinx in relation to feeding habits in teleosts. **Natl. Acad. Sci. India.**, Allahabad, v. 10B, n. 3, p. 61-80, 1970.
- KIEST, K.A. A relationship of diet to prey abundance and the foraging behaviour of *Trematomus bernacchii*. **Polar Biol.**, Berlin, v. 13, p. 291-296, 1993.
- KLIEWER, E.V. Gill-raker variation and diet in lake whitefish, *Coregonus clupeaformis* in Northern Manitoba. In: LINDSEY, C.C.; WOODS, C.S [Eds] **Biology of Coregonid Fishes**. Winnipeg: Univ. of Manitoba Press, 1970. p. 165-197.
- KNOPPEL, H.A. Food of central Amazonian fishes: contribution to the nutrient-ecology of Amazonian rain-forest streams. **Amazoniana**, Kiel, v. 2, p. 257-352, 1970.
- KNOX, G.A. **The biology of the Southern Ocean**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994, 444pp.
- KOCK, K. H. **Antarctic Fish and Fisheries**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992
- KOCK, K.H. Krill consumption by Antarctic Notothenioid Fish. In: SIEGFRIEF, R.W.; CONDY, P.R.; LAWS, R.M. [Eds] **Antarctic nutrient cycles and food webs**, Berlin: Springer-Verlag, 1985a. p. 437-444.

- KOCK, K.H. Marine habitats - Antarctic Fishes. In: BONNER, W.N.; WALTON, D.W.H. [Eds] **Key Environments Antarctica**, New York: Pergamon Press, p. 173-192, 1985b.
- KOCK, K.H. Reproduction in fish around Elephant Island. **Arch. Fischeriewiss.** v. 39, p. 171-210, 1989.
- KOMADA, N. Distribution of taste buds on the oropharyngeal cavity of fry and fingerling amago salmon, *Oncorhynchus rhodurus*. **Jpn J. Ichthyol.**, Tokyo, v. 40, n. 1, p. 110-16, 1993.
- KRAMER, E. Zur form und funktion des lokomotionsapparates der fische. **Z. Wiss. Zool.**, v. 163, p. 1-36, 1960.
- KULESK, J. Seasonal Biology of *Notothenia gibberifrons*, *N. rossi* and *Trematomus newmansi*, as well as respiration of young fish from Admiralty Bay (King George, South Shetland Islands). **Pol. Arch. Hydrobiol.**, v. 41, n.1, p.79-102, 1994.
- KUTHALINGAM, M. D. K. Life history and feeding habits of *Cynoglossus lingua*. **J. Zool. Soc. India.**, Orissa, v. 9, p. 208-215, 1957.
- KWAIN, W. Embryonic development, early growth, and meristic variation in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) exposed to combination of light intensity and temperature. **J. Fish. Res. Board Can.**, Ottawa, v. 32, p. 397-402, 1975.
- LAGLER, K.F.; BARDACH, J.E.; MILLER, R.R. **Ichthyology**. New York: Wiley, 1962.
- LAMMENS, E.H.R.R.; GEURSEN, J.; MacGILLAVRY, P.J. Diet shifts, feeding efficiency and coexistence of bream (*Abramis brama*), roach (*Rutilus rutilus*) and white bream (*Blicca bjoerkna*) in hypertrophic lakes. In: KULLANDER, S.O.; FERNHOLM, B. [Eds] **Proceedings of Fifth Congress of European Ichthyologists**. Stockholm: Swedish Museum of Natural History, p. 153-162, 1987.
- LANDRUM, C.C.; DARK, T.A. The distribution of mature western Alaskan and Kamchatkan salmon (*Oncorhynchus nerka*) in Pacific Ocean and Bearing Sea. **Int. North. Pac. Fish. Comm. Bull.**, Vancouver, v. 24. p.1-110, 1968.
- LANGERLAND, A.; NOST, T. Gill raker structure and selective predation on plankton by particulate feeding fish. **Journal of Fish Biology**. v. 47, p. 719-732, 1995.
- LARKIN, P.A. Interspecific competition and exploitation. **J. Fish. Res. Board. Can.**, Ottawa, v. 20, p. 647-678, 1963.
- LAUDER, G.V. Functional design and evolution of the pharyngeal jaw apparatus in euteleostean fishes. **Zool. J. Linn. Soc.**, London, v. 77, p. 1-38, 1983a.
- LAUDER, G.V. Prey capture hydrodynamics in fishes: experimental tests of two models. **J. Exp. Biol.**, Cambridge, v. 104, n. 1-13, 1983b.

- LAVIN, P.A.; McPHAIL, J.D. Morphological divergence and the organization of trophic characters among lacustrine populations of the threespine stickback (*Gasterosteus aculeatus*). **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, Ottawa, v. 44, p. 1820-1829, 1987.
- LAZZARO, X. A review of planctivorous fishes: their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 146, p. 97-167, 1987.
- LIEM, K.F. Adaptive significance of intra- interspecific differences in the feeding repertoires of cichlid fishes. **Amer. Zool.**, Lawrence, v. 20, p. 245-314, 1980.
- LINDSEY, C.C. Stocks are chameleons: plasticity in gill rakers of coregonid fishes. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, Ottawa, v. 38, n. 12, p. 1497-1506, 1981.
- LINDSEY, C.C. Temperature controlled meristic variation in the paradise fish *Macropodus opercularis* (L.). **Can. J. Zool.**, Ottawa, v. 30, p. 87-98, 1954.
- LINKOWSKI, T.B.; PRESLER, P. ZUKOWSKI, C. Food habits of nototheniid fishes (Nototheniidae) in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands). **Pol. Polar. Res.**, Warsaw, v. 4, n. 1-4, p. 79-95, 1983.
- LIVINGSTON, M.E. Morphological and sensory specializations of five New Zealand flatfishes species, in relation to feeding behaviour. **J. Fish. Biol.** v. 31, p. 775-795, 1987
- LLANO, G. A. Polar research: A synthesis with special reference to biology. In: McWINNIE, M. A. **Polar research: To the present, and the future** (AAAS selected symposium No 7), Westview: Boulder, 1978. p. 27-61.
- MAGNUSON, J.J.; HEITZ, J.G. Gill raker apparatus and food selective among mackerels, tunas and dolphins. **Fish. Bull.**, v. 67, n. 2, p. 361-370, 1971.
- MANN, R. H. K.; ORR, D. R. O. A preliminary study of the feeding relationships of fish in a hard-water and soft-water stream in southern England. **J. Fish Biol.**, London, v. 1, p. 31-44, 1968
- MARTINEZ-PALACIOS, C.A.; ROSS, L.G. The feeding ecology of the Central American cichlid *Cichlasoma urophthalmus* (Gunther). **J. Fish Biol.**, London, v. 33, p. 665-670, 1988.
- MATTSON, S. Food and feeding habits of fishes species over a soft sublittoral bottom in the northeast Atlantic. 1. Cod (*Gadus morhua* L.) (Gadidae). Bergen: **Sarsia**, Moscow, v. 75, p. 247-260, 1990.
- MAUÉS, M.M. Hábito alimentar de *Rhabdolichops troscheli* (Pisces, Gymnotiformes, Sternopygidae), em relação à variação do nível da água do Rio Goiapi, Ilha do Marajó, Pará. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, Belém, v. 4, n. 1, p. 67-75, 1988.
- McKENNA Jr, J.E. Trophic relationships within the Antarctic demersal fish community of South Georgia Island. **U.S. Natl. Mar. Fish. Serv. Fish. Bull.**, Seattle, v. 89, n. 4, p. 643 - 653, 1991.

- McKENNA Jr, J.E.; SAILA, S. B. Shifts in the Antarctic demersal fish community of South Georgia Island. **Fish. Res.**, Amsterdam, v. 12, p. 109-124, 1991.
- McPHAIL, J.D. Ecology and evolution of sympatric stickbacks (*Gasterosteus*): morphological and genetic evidence for a species pair in Enos Lake, British Columbia. **Can. J. Zool.**, Ottawa, v. 62. p. 1402-1408, 1984.
- MENIN, E.; MIMURA, O.M. Anatomia funcional da cavidade bucofaringeana de *Prochilodus marggravii* (Walbaum, 1792) e *Prochilodus affinis* Reinhardt, 1874 (Characiformes, Prochilodontidae). **Rev. Ceres**, Viçosa, v.39, n.226, p. 507-528, 1992.
- MEYER, A.A.N. Estudo morfofuncional de estruturas químio-sensoriais do peixe antártico *Trematomus newnesi* Boulenger, 1902. Curitiba, 1995. Tese (Mestrado em Ciências Morfológicas) - Departamento de Biologia Celular, Universidade Federal do Paraná.
- MEZA, M.S.C.; BONILLA, F.L.; HERRERA, A.E. Desarrollo morfométrico del primer arco beanquial de la macarela del Pacífico *Scomber japonicus* (Houttuyn) y sus implicaciones ecológicas. **Invest. Mar. CICIMAR**, La Paz, v. 8, n. 1, p. 39-44, 1993.
- MOODIE G.E.E. Gill raker variation and the feeding niche of some temperate and tropical freshwater fishes. **Environ. Biol. of Fish.**, Dordrecht, v. 13. n. 1. p. 71-76, 1985.
- MOORE, J. W.; MOORE, I. A. The basis of food selection in some estuarine fishes. Eels, *Anguilla anguilla* (L.), witing, *Merlangus merlangus* (L.), sprat, *Sprattus sprattus* (L.) and stickleback, *Gasterosteus aculeatus* (L.). **J. Fish Biol.**, London, v. 9, p. 375-390, 1976.
- MORENO, C. A.; ZAMORANO, J.H. Selección de los alimentos en *Notothenia coriiceps neglecta* del cinturón de macroalgas de Bahía South Antarctica. **INACH Serie Científica**. n. 25-26, p. 33-43, 1980.
- MOYLE, P.B. & SENANAYAKE, F.R. Resource partitioning among the fishes of rainforest streams in Sri Lanka. **J. Zool. (Lond.)**, Oxford, v. 202, p. 195-223, 1984.
- MOYLE, P.B.; CECH Jr., J. *Fishes: An introduction to ichthyology*. New Jersey: Prentice-Hall, 1982. 593 p.
- MULLANEY, M.D.; GALE, L.D. Ecomorphological relationships in ontogeny: anatomy and diet in gag, *Mycteroperca microlepis* (Pisces: Serranidae). **Copeia**, Carbondale, v. 1996, n. 1, p. 167-180, 1996.
- MUNSHI, J.S.D. Accessory respiratory organs of *Anabas testudines* (Bloch) (Anabantidae, Pisces). **Proc. Linn. Soc. Lond.**, London, v. 179, p. 107-130, 1968.
- MUNSHI, J.S.D.; OJHA, J.; GHOSH, T.K.; ROY, P.K.; MISHRA, A.K. Scanning Electron Microscopic Observations on the Structure of Gill-rakers of some freshwater Teleostean Fishes. **Proc. Indian Natl. Sci. Acad.**, New Delhi, v. B50. n. 6. p. 549-554, 1984.
- NIKOLSKY, G.V. **The ecology of fishes**. London, New York : Academic Press, 1963.

- NILSSON, N.A. Food segregation between salmonid species in North Sweden. **Rep. Inst. Freshw. Res.**, Drottningholm, v. 46, p. 58-78, 1965.
- NILSSON, N.A. On the food competition between two species of *Coregonus* in a north Swedish lake. **Rep. inst. Freshw. Res., Drottningholm.** v. 39, p. 146-161, 1958.
- NORMAN, J.R.; GREENWOOD, P.H. **A History of Fishes.** London: Ernest Benn Limited, 1963.
- NORTHCOOT, M. E.; BEVERIDGE, M.C.M. The development and structure of pharyngeal apparatus associated with filter feeding in tilapias (*Oreochromis niloticus*). **J. Zool.**, London, v. 215, n. 1, p. 133-149, 1988.
- NORTON, S.F. Capture success and diet of cottid fishes: the role of predator morphology and attack kinematics. **Ecology.** v. 72, n. 5, p. 1807-1819, 1991.
- NORTON, S.F. The role of the gastropod shell and operculum in the inhibiting predation by fishes. **Science (Wash. D.C.)**, Washington, D.C., v. 241, p. 92-94, 1988.
- O'BRIEN, W.J. Planktivory by freshwater fish; thrush and parry in pelagia. In: KERFOOT, W.C.; SIH, A. [Eds] **Predation: Direct and indirect effects on aquatic communities**, New Hampshire: University Press of New England, 1987. p. 3-16.
- OCCHI, R.N. & OLIVEIROS, O.B. Estudio anatómico-histológico de la cavidad bucofaringea de *Leporinus obtusidens valenciennes* y su relación con el régimen alimentario (Pisces, Tetragonopteridae). **Physis (Buenos Aires)**, Buenos Aires, v. 33, n. 86, p. 77-90, 1974.
- OJEDA, F. P. Morphological characterization of the alimentary tract of antarctic fishes and its relation to feeding habits. **Polar Biol.**, Berlin, v. 5, p. 125-128, 1986
- OJHA, J.; MISHRA, A.K.; MUNSHI, J.S.D. Interspecific variations in the surface ultrastructure of the gills of freshwater mullets. **Jpn. J. Ichthyol.**, Tokyo, v. 33, n. 4, p. 388-392, 1987.
- OLIVEIROS, O.B.; OCCHI, R.N. Descripción de la cavidad buco-faríngea del "sabalo" (*Prochilodus platensis* Holmb.) con especial referencia a las estructuras dentarias y aparato filtrador branquial (Pisces, Tetragonopteridae). **Acta Zool. Lilloana**, San Miguel de Tucuman, v. 29, p. 121-140, 1972.
- PAINE, M.D.; DODSON, J.J.; POWER, G. Habitat and food resource partitioning among four species of darters (Perxidae: *Etheostoma*) in a southern Ontario stream. **Can. J. Zool.**, Ottawa, v. 60, p. 1635-1641, 1982.
- PALING, J.E. A method of estimating the relative volumes of water flowing over the different gills of freshwater fish. **J. Exp. Biol.**, Cambridge, v. 48, p. 533-544, 1968.
- PAYUSOVA, A. N.; KORESHKOVA, N.D. Morphological characteristics of the gill rakers in the Issyk-Kul Dace [*Leuciscus schmidti*] and [*L. bergi*] kaschkarov. **J. Ichthyol.**, Bethesda, v. 14, n. 2, p. 186-192, 1974.

- PERMITIN, Y.E. The consumption of krill by antarctic fishes. In: HOLDGATE, N.W.[Ed]. **Antarctic ecology**. London: Academic Press, 1970, p. 177-182.
- PERMITIN, Y.E.; TARVERDIYEVA, M. I. The feeding of fish of the family Nototheniidae and Chaenichthyidae off the South Orkneys. **Biol. Morya (Vladivost)**, Vladivostok, v. 2, p. 75-81, 1978.
- PERMITIN, Y.Y.; TARVERDIYEVA, M.I. The food of some Antarctic fish in the South Georgia area. **J. Ichthyol.**, Bethesda, v. 12, p. 104-114, 1972.
- POWER, M.E. Grazing responses of tropical freshwater fishes to different scales of variation in their ood. **Env. Biol. Fish**, Dordrecht, v. 9, p. 103-115, 1983.
- RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. [Ed] **The Maritime Antarctic Coastal Ecosystem of Admiralty Bay**. Warsaw: Polish Academy of Sciences, 1993, 216 pp.
- REUTTER, K.; BREIPOHL, W.; BIJVANK, J. Taste buds types in fishes. II. Scanning electron microscopical investigations on *Xiphophorus helbri* Heckel (Poeciliidae, Cyprinodontiformes, Teleostei. **Cell. Tissue Res.**, Berlin, v. 153, p. 151-165, 1974.
- RICHARDSON, M.G. The dietary composition of some Antarctic fish. **Br. Antarct. Surv. Bull.**, Cambridge, n. 41/42, p. 113-120, 1975.
- ROBERTS, T.R. Unculi (horny projections arising from single cells), an adaptative feature of the epidermis of otariophysan fishes. **Zool. Scr.**, v. 11, p. 55-76, 1982.
- ROBERTS, T.R. Ecology of fishes in the Amazon and Congo basins. **Bull. Mus. Comp. Zool.**, Cambridge, v. 143, p. 117-147, 1972.
- RUBENSTEIN, D.I.; KOEHL, M.A.R. The mechanisms of filter-feeding: some theoretical considerations. **Am. Nat.**, Chicago, v. 111, p. 981-994, 1977.
- SAKAKIBARA, S.; KONDO, Y.; TOBAYAMA, T.; HOSHIAI, T. Growth of the nototheniid fish, *Trematomus bernacchii* and *Pagothenia borchgrevinki* reared in aquarium. **Proc. NIPR Symp. Polar Biol.**, Berlin, v. 2, p. 105-110, 1989.
- SANDERSON, S L.; CECH, J.J.; PATTERSON, M.R. Fluid dynamics in suspension-feeding blackfish. **Science (Wash. D.C.)**, Washington, D.C., v. 251, p. 1346-1348, 1991.
- SANDLUND, O. T.; NAESJE, T. F.; KJELLBERG, G. The size selection of *Bosmina longispina* and *Daphnia galeata* by co-occurring cisco (*Coregonus albula*) whitefish (*C. lavaretus*) and smelt (*Osmerus eperlanus*). **Arch. Hydrobiol.**, Stuttgart, v. 110, p. 357-363, 1987.
- SAZIMA, I.; CAMASHI, E.P. Comportamento alimentar de duas espécies de Curimatá, sintrópicas no Pantanal de Mato Grosso(Osteichthys, Characiformes) **Rev. Bras. Biol.**, Rio de Janeiro, v. 49. n. 2. p. 325-333, 1989
- SCHMORL, G. **Die pathologisch-histologischen untersuchungsmethoden**. 16 Ed. Berlin: Vogel, 1934.

- SCHOENER, T.E. Resource partitioning in ecological communities. **Science (Wash. D.C.)**, Washington, D.C., v. 185, p. 27-38, 1974.
- SESHAPPA, G.; BHIMACHAR, B.S. Studies on the fishery and biology of the Malabar sole, *Cynoglossus semifasciatus* Day. **Indian J. Fish.**, Cochin, v. 2, n. 1, p. 180-230, 1955.
- SHOWERS, W. J.; DANIELS, R.A.; LAINE, D. Marine biology at Palmer Station, 1975 austral winter. **Antarct. J. U. S.**, Arlington, v. 12, p. 22-25, 1977.
- SHPIGEL, M.; FISHELSON, L. Food habits and prey selection of three species of groupers from the genus *Cephalopholis* (Serranidae: Teleostei). **Environ. Biol. Fish.**, Dordrecht, v. 24, n. 1, p. 67-73, 1989.
- SIBBING, F.A.; URIBE, R. Regional specialization in the oro-pharyngeal wall and food processing in the carp (*Cyprinus carpio* L.). **Neth. J. Zool.**, Leiden, v. 35, n. 3, p. 377-422, 1985.
- SKORA, K.; SOSINSKI, J. Observations on the ichthyofauna distribution in the regions of the Scotia Sea and Antarctic Peninsula. **Pol. Polar Res.**, Warsaw, v. 4, n. 1-4, p. 49-55, 1983.
- SKORA, K.E. Fish. In: RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. [Ed] **The Maritime Antarctic Coastal Ecosystem of Admiralty Bay**. Warsaw: Polish Academy of Sciences, 1993. p. 123-128.
- SKORA, K.E.; NEYELOV, A.V. Fish of Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica). **Polar Biol.**, Berlin, v. 12, p. 469-476, 1992.
- SLOBODKIN, L.B. **Growth and regulation of animal populations**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1961, 184 pp.
- SMITH, D.W. The feeding selectivity of silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* Val. **J. Fish Biol.**, London, v. 34, p. 819-828, 1989.
- SNORRASON, S.S.; SKÚLASON, S.; JONSSON, B.; MALMQUIST, H.J.; JÓNASSON, P.M.; SANDLUND, O.T.; LINDEM, T. Trophic specialization in Arctic charr *Salvelinus alpinus* (Pisces; Salmonidae): morphological divergence and ontogenetic niche shifts. **Biol. J. Linn. Soc.**, London, v. 52, p. 1-18, 1994.
- SULLIVAN, C.W.; PALMISANO, A.C.; SOOHOO, J.B. Influence of sea ice biota on downwelling irradiance and spectral composition of light in McMurdo Sound. In: BLIZARD, M.A [Ed] **Proceedings of the SPIE - The international Society for Optical Engineering**, v.489, Ocean Optics VII, Washington : SPIE - The international Society for Optical Engineering, 1984, p. 159-165.
- SUTTERLIN, A.M.; SAUNDERS, R.L. Proprioceptors in the gills of teleosts. **Can. J. Zool.**, Ottawa, v. 47, p. 1209-1212, 1969.
- SVÄRDSON, G. The coregonid problem. IV. The significance of scales and gillrakers. **Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm**. v. 33, p. 204-232, 1952.

- TANING, A.V. Experimental study of meritic characters in fishes. **Biol. Rev. (Camb. Phyl. Soc.)**, Cambridge, v. 271, p. 169-193, 1952.
- TARGETT, T. E. Trophic ecology and structure of coastal Antarctic fish communities. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, Luhe, v. 4, p. 243-263, 1981.
- TARVERDIYEVA, M.I.; PINSKAYA, I.A. The feeding of fishes of the families Nototheniidae and Chaenichthyidae on the shelves of the Antarctic Peninsula and the South Shetlands. **Journal of Ichthyology**. v. 20, n. 4, p. 50-60, 1980.
- TODD, T. N.; SMITH, G. R.; CABLE, L. E. Environmental and genetic contributions to morphological differentiation in ciscoes (Coregoninae) of the Great Lakes. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, Ottawa, v. 38, p. 59-67, 1981.
- VAN DEN BERG, C.; VAN SNIK, J.M.G., VAN DEN BOOGAART, J.G.M.; SIBBING, F.A.; OSSE, J.W.M. Comparative microanatomy of the branchial sieve in three sympatric cyprinid species, related to filter-feeding mechanisms. **J. Morphol.**, New York, v. 219, p. 73-87, 1994.
- VERNON, E.H. Morphometric comparison of three races of kokanee (*Oncorhynchus nerka*) within a large British Columbia lake. **J. Fish. Res. Board Can.**, Ottawa, v. 14, p. 573-598, 1957.
- VOSKOBOYNIKOVA, O. S. Rates of individual development of the bony skeleton of eleven species of the family Nototheniidae. **Journal of Ichthyology**. v. 34, n. 8, p. 108-120, 1994.
- VOSTRADOVSKY, J.; KRIZEK, J.; RUZICKA, L.; VOSTRADOVSKA, M. The biology of the whitefish hybrid *Coregonus lavaretus maraena* Bloch and *Coregonus peled* Gmelin in man-made lakes in Czechoslovakia. **Finnish Fish. Res.**, v. 9, p. 183-189, 1988.
- WAKABARA, Y.; TARARAM, A.S.; VALÉRIO-BERARDO, M.T.; OGIHARA, R.M. Records of Amphipoda collected during I and III Brazilian Antarctic Expeditions. **Relatório Interno do Instituto Oceanográfico (Universidade de São Paulo)**, São Paulo, v. 30, p. 1-9, 1990.
- WANKOWSKI, J. W. Morphological limitations, prey size selective and growth response of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. **J. Fish Biol.**, London, v. 14, p. 89-100, 1979.
- WERNER, E.E. Species packing and niche complementarity in three sunfishes. **Am. Nat.**, Chicago, v. 111, p. 553-578, 1977.
- WERNER, E.E.; HALL, D. J. Foraging efficiency and habitat switching in copeting sunfishes. **Ecology**. v. 60, p. 256-264, 1979.
- WERNER, E.E.; HALL, D. J. Niche shifts I sunfishes: Experimental evidence and significance. **Science (Wash. D.C.)**, Washington, D.C., v. 191, p. 404-406, 1976.
- WERNER, E.E. GILLIAM, The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v. 15, p. 393-425, 1984.

- WHITE, M.G. Marine benthos. In: LAWS, R.M. [Ed] **Antarctic ecology**, London: Academic Press, 1984, p. 421-461.
- WHITE, P.N.; BRUTON, M.N. Food and feeding mechanisms of *Gilchristella aestuarius* (Pisces, Clupeidae). **S. Afr. Tydskr. Dierk.** v. 18, n. 1, p. 31-36, 1983.
- WHITEAR, M. Causative aspects of microridgs on the surface of fishes epithelia. **J. Submicrosc. Cytol. Pathol.**, Bologna, v. 22, n. 2, p. 211-220, 1990.
- WIENS, J.A.; ROTENBERRY, J.T. Patterns of morphology and ecology in grassland and shrubsteppe bird populations. **Ecol. Monogr.**, Tempe, v. 50, p. 287-308, 1980.
- WILLIAMS, R. Trophic relationships between pwlagic fish and euphausiids in Antarctic waters. In: SIEGFRIED, R.W.; CONDY, P.R. & LAWS, R.M. [Eds] **Antarctic nutrient cycles and food webs**. Berlin: Heidelberg: Springer-Verlag, 1985. p. 452-458.
- WITHERS, P.C. **Comparative Animal Physiology**. Orlando: Saunders College Publishing, 1992. p. 892-897.
- YASUDA, F. The feeding mechanism in some carnivorous fishes. **Rec. Oceanogr. Works Jpn.**, Nagasaki, v. 5, n. 2, p. 153-160, 1960.
- ZARET, T. M.; RAND, A.S. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. **Ecology.**, v. 52, p. 336-342, 1971.
- ZUKOWSKI, C. Catches of fishes of the genus *Notothenia* and *Trematomus* t Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands) in the winter-spring season, 1977. **Pol. Polar. Res.**, Warsaw, v. 1, n. 2-3, p. 163-167, 1980.