

REGULAÇÃO HÍDRICA E SALINA EM *Anguilla anguilla* (LINNAEUS, 1758; TELEOSTEI, ANGUILLIDAE), DURANTE AS SUAS MIGRAÇÕES

Maria Carolina da Silva de Jesus*

Resumo: *Este trabalho enfoca a regulação hídrica e salina da Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758), teleosteo que migra do ambiente dulciaquícola para o ambiente marinho a fim de se reproduzir e realizar seu ciclo vital. Objetivando conhecer os mecanismos de regulação e adaptação fisiológica desses animais e saber como enfrentam o estresse osmótico a que estão submetidos, foi empreendido este estudo, realizado através de consultas a livros, artigos científicos e em base de dados eletrônicos relacionados ao tema. Evidenciou-se que a Anguilla anguilla (Linnaeus, 1758) é um peixe eurialino, catádromo. O seu ciclo vital compreende as fases iniciais no mar - ovo, larva e enguia de vidro - e as fases finais de enguia amarela e enguia prateada na água doce, onde é um regulador hiperosmótico, absorvendo NaCl ativamente pelas brânquias, além de água, e produzindo urina copiosa, hipotônica e diluída. Já quando no mar, após sua migração, passa a ser regulador hiposmótico, o que favorece a ingestão de água do mar, aumentando os níveis de sais no plasma, excretando o excesso através de transporte ativo no epitélio branquial, sob controle hormonal. A enguia é osmorreguladora ativa e as adaptações funcionais e estruturais são reguladas por hormônios que atuam sobre o epitélio branquial, aumentando ou diminuindo a permeabilidade de água e de sais, durante sua migração. Estes mecanismos ajudam a enfrentar o estresse osmótico provocado pelas diferentes concentrações de salinidade dos ambientes aquáticos, fazendo com que consiga manter a osmolaridade interna do organismo, o que é importante para a manutenção da vida.*

Palavras-chave: Enguia européia; Osmorregulação; Migração

INTRODUÇÃO

A maioria das espécies de teleósteos vive no ambiente marinho e um grande número de espécies habita a água doce. Entretanto, sabe-se que muitas espécies fazem migração do rio para o mar e vice-versa. A migração é um tipo de comportamento adaptativo, que propicia um maior campo distributivo, um suprimento alimentar mais constante e um ambiente reprodutivo adequado para muitos tipos de animais (ORR, 1986, p.359-360). A habilidade natatória dos peixes faz com que eles sejam independentes das correntes oceânicas, sendo capazes de migrar em busca de condições favoráveis à alimentação ou à reprodução (PEREIRA, 2002, p.176). Quando se pensa nas espécies de peixes que migram do ambiente marinho para a água doce ou desta para o mar, como uma necessidade para a reprodução e realização do ciclo de vida, pensa-se no estresse osmótico a que esses animais estão submetidos.

Neste contexto, é importante considerar que mais de dois terços da superfície terrestre é recoberta por água, sendo, a maior parte, formada por mares e oceanos. (SCHMIDT-NIELSEN, 2002, p.302). A concentração total de sais na água geralmente se expressa em termos de salinidade (PEREIRA, 2002, p.17), que é a quantidade de sais dissolvidos por quilograma de água, sendo as unidades de salinidade g/kg ou partes por mil – ppm. As águas naturais classificam-se por sua salinidade em águas doce, salobra e salgada. As águas com uma salinidade menor que 0,5 ppm geralmente se classificam como águas doces; as águas com salinidade entre 30 e 37ppm são consideradas águas salgadas ou água do mar, porém, quando esta se mistura com a água doce, nas regiões estuarinas, formam-se águas de salinidade

* Licenciada em Ciências Biológicas – Universidade Católica do Salvador – E-mail: mcarolsj@hotmail.com.

intermediária (entre 0,5ppm e 30ppm), denominadas águas salobras (HILL e WAYSE, 1992, p.159).

Para Randall, Burggren e French (2000, p.540) e Hill e Wayse (1992, p.171), de acordo com as relações existentes entre os animais e a salinidade variável dos ambientes aquáticos, os animais são classificados como espécies **estenoalinas**, as que sobrevivem em faixas osmóticas muito estreitas (água do mar ou água doce), e **euriálinas**, as que podem tolerar e sobreviver em uma grande variação de salinidade. Segundo Schmidt-Nielsen (2002, p.304), quando ocorre uma alteração na concentração do meio externo, um animal pode responder de duas maneiras: uma é alterar a concentração dos fluidos corpóreos para adaptar-se ao meio, permanecendo **isomótico** com ele, tratando-se assim de um animal **osmoconformador** ou **osmoconformista**, como a maioria dos invertebrados marinhos; a outra é manter ou regular a concentração dos fluidos corpóreos, mantendo-a independente do meio exterior. Tal animal é denominado **osmorregulador**, como os peixes teleósteos, que na sua maioria são reguladores **hiposmóticos** em relação à água do mar e **hiperosmóticos** em relação à água doce.

Ao longo do processo evolutivo, os animais desenvolveram diversos mecanismos para regular o processo osmótico a que estão sujeitos. Assim, osmorregulação ou regulação osmótica é a capacidade que alguns animais têm em manter a pressão osmótica interna constante, independentemente da do meio externo, dentro de uma determinada faixa de variação (HELFMAN, COLLETTE e FACEY, 1997, p.89).

Estas espécies, consideradas osmorreguladoras, conseguem tolerar uma ampla variação de salinidade, mantendo a concentração osmótica dos fluidos corpóreos independente do meio, o que permite seu deslocamento entre a água doce e salgada, sendo tais movimentações associadas ao seu ciclo de vida (SCHMIDT-NIELSEN, 2002, p.319). Os peixes que realizam essas migrações são chamados de **anádromos**, quando se reproduzem na água doce e se desenvolvem na água salgada, e são **catádromos** os peixes que vivem em água doce, mas que regressam ao mar para a reprodução (HILL E WAYSE, 1992, p. 177).

As migrações mais conhecidas são aquelas realizadas pelas enguias, como a enguia européia *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), que apesar de pertencer a um gênero que não tem ocorrência registrada para a Bahia, é a espécie catádroma melhor estudada, justificando sua escolha para se conhecer os mecanismos osmorregulatórios dessa espécie, frente ao estresse osmótico a que está submetida e saber como ela enfrenta os problemas para a manutenção de concentrações constantes de água e soluto em seu meio interior e em meios que são completamente diferentes, como a água do mar, a água salobra e a água doce, principalmente.

O objetivo deste estudo teórico foi conhecer os mecanismos de regulação hídrica e salina da espécie *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) durante as suas migrações, em águas com diferentes concentrações de salinidade; e fornecer subsídios sobre aspectos da fisiologia necessários à compreensão do comportamento migratório em peixes teleósteos, permitindo, assim, melhor compreensão da biodiversidade dos peixes.

Este trabalho, baseado em revisão bibliográfica, foi realizado através de consultas a livros, comunicações e artigos científicos relacionados ao tema, e também por intermédio de pesquisas, em base de dados eletrônicos, de conteúdos confiáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Características biológicas da enguia européia *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)

De acordo com Bond (1996, p.129), a posição sistemática de *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) é a seguinte:

Reino Animalia; Filo Chordata; Subfilo Vertebrata; Superclasse Gnathostomata; Classe Actinopterygii; Divisão Teleostei; Subdivisão Elopomorpha; Ordem Anguilliforme; Subordem

Anguilloidei; Família Anguillidae; Gênero *Anguilla*; Espécie *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758).

A enguia européia *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) é um peixe catádromo, que evoluiu em águas doces ou salobras em quase toda a Europa, habitando preferencialmente locais de águas bem oxigenadas e pouco frias, com fundo arenoso, lodoso e de densa vegetação submersa. Seu ciclo de vida ocorre em dois períodos distintos, um no mar e outro nas águas doces. Ela está distribuída na água doce e nos estuários, desde o Círculo Ártico até a costa da África, e na água salgada, desde o Mar Mediterrâneo até o Mar Negro, e em ilhas da Islândia, até Açores e Madeira (BOND, 1996, p.139; COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPÉIAS, 2003, p.3).

Segundo Costa (1989), a *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) apresenta uma alimentação variada, incluindo animais aquáticos (anelídeos, moluscos, crustáceos, larvas de insetos e peixes) e terrestres (insetos, aranhas e outros artrópodes). Estes, provavelmente, devem ser artrópodes terrestres de hábitos aquáticos ou coletados na superfície da água. Apresenta uma grande plasticidade ecológica, habitando qualquer tipo de substrato, desde que sejam satisfeitas as suas necessidades mínimas de oxigênio e temperatura. Quanto à locomoção, as enguias são peixes extremamente ativos e nadam rapidamente (SCHMIDT-NIELSEN, 2002, p.19). O movimento de um peixe flexível como a enguia européia *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) – Figura 01 – é ondulatório, com ondas de contração propagando-se para trás ao longo do corpo, por contração alternada dos miômeros laterais. A extremidade anterior do corpo flexiona-se menos do que a posterior, de modo que cada ondulação aumenta sua amplitude na medida em que progride ao longo do corpo. Enquanto as ondulações se propagam para trás, a flexão do corpo empurra a água, lateralmente, produzindo uma força de reação direcionada para frente. O movimento é razoavelmente eficiente para uma velocidade baixa, mas a forma de seu corpo gera arrasto para a natação rápida (HICKMAN, ROBERTS e LARSON, 2004, p.497-498).



Figura 01: Enguia Européia *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758).

Fonte: SCHOOL OF EARTH AND ENVIRONMENT, 2005.

Hickman, Roberts e Larson (2004, p.497-498) relatam que, durante séculos, naturalistas mostraram-se intrigados pela história de vida da enguia européia de água doce, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), sendo relatado que, em cada outono, grandes quantidades de enguias eram vistas nadando rio abaixo, em direção ao mar. Já em cada primavera, quantidades incontáveis de enguias jovens apareciam nos rios costeiros e começavam a nadar rio acima. Narram ainda que, além da suposição de que as enguias desovavam em algum lugar no mar, a localização dos seus sítios reprodutivos era completamente desconhecida, até que, no começo do século XX, um jovem biólogo dinamarquês chamado Johann Schmidt, apoiado pelo governo deste país, iniciou um estudo sistemático a respeito da biologia das enguias. Com a cooperação de capitães de barcos comerciais que exploravam o Atlântico, milhares das larvas de enguia, denominadas leptocéfalas (do grego, *leptos* = esquivo e *kephale* = cabeça), foram capturadas com redes de

plâncton fornecidas por Schmidt, em diferentes áreas do oceano. Ao observar onde larvas de diferentes estágios de desenvolvimento eram capturadas, Schmidt e seus colaboradores reconstruíram as migrações reprodutivas.

Em se tratando da migração, verificou-se que ela tem início com a partida das enguias adultas dos rios costeiros da Europa, para realizarem a desova no mar dos Sargaços, onde se localiza a zona de reprodução. Após a desova, ocorre a fecundação externa, e dos ovos surgem as larvas, denominadas leptocéfalas. Estas, após um a dois anos, são levadas por correntes oceânicas para a costa da Europa, onde sofrem a metamorfose, resultando, como já referido, na enguia de vidro. Nesta fase, povoam os estuários e os rios europeus. Para tanto, a enguia de vidro migra para montante e coloniza variados rios, lagos e áreas de zonas úmidas, onde se instala, passando da fase pelágica, migratória, para a fase de enguia amarela. Então, a enguia de vidro tem um comportamento migratório do mar para o rio. Estas enguias podem continuar a migrar até colonizarem inteiramente as bacias hidrográficas. Entretanto, é como enguia amarela que este teleósteo passa a maior parte da sua vida, fase esta de crescimento, com duração de dez a vinte anos, conforme relatado pela Comissão das Comunidades Europeias (2003, p.4).

Segue-se a mudança de cor, e a sua pele castanha/amarelada adquire o tom escuro prateado, característico da fase de enguia prateada, adulta. É como enguia prateada que se inicia uma migração para os estuários, migração esta com duração de aproximadamente um ano, quando então começam a amadurecer suas gônadas, empreendendo sua viagem de volta ao Mar dos Sargaços, para desovar (TSUKAMOTO, NAKAI e TESCH, 1998, p.635).

Assim, durante seu ciclo vital, a enguia europeia *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) sofre metamorfoses, passando pelas fases iniciais que abrangem o ovo, a larva – leptocéfala – e a enguia de vidro, e as fases finais de enguia amarela e enguia prateada, sendo esta a forma adulta apta à reprodução (HICKMAN, ROBERTS e LARSON, 2004, p.497-498), como pode ser visto na Figura 02.

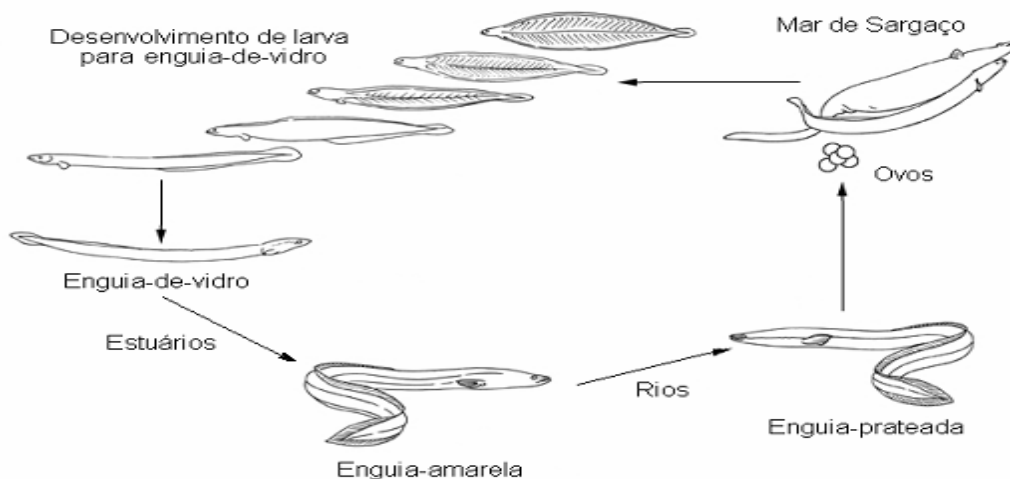


Figura 02: Ciclo vital da *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)

Fonte: Adaptado de FAO, 2005.

Mecanismos de osmorregulação em *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)

Segundo Coimbra (2000), durante a migração, a enguia europeia *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) enfrenta um estresse osmótico por causa das diferenças de osmolaridade entre a água salgada e a água doce, sendo então necessário a ocorrência de alterações nos mecanismos de regulação osmótica desses animais.

A maioria dos peixes teleósteos tem uma capacidade limitada de movimentar-se entre a água doce e o mar, sendo relativamente espécies estenoalinas (SCHMIDT-NIELSEN, 2002, p.321). Porém, muitos peixes, como todos os outros vertebrados, são osmorreguladores, isto é, eles regulam seu meio ambiente osmótico interno, quando se movimentam entre a água doce e a salgada (HELFMAN, COLLETTE e FACEY, 1997, p.89). Entretanto, tais movimentações expõem os peixes a alterações bruscas nas demandas de seus mecanismos osmorreguladores (SCHMIDT-NIELSEN, 2002, p.321). Assim, tais peixes são capazes de manter a osmolaridade, através de adaptações fisiológicas, mais ou menos constante, mesmo em ambientes diferentes. De acordo com Hill e Wayse (1992, p.177), os peixes migratórios e outros peixes eurialinos são excelentes osmorreguladores. Para estes autores, enfrentar, tolerar e resistir às variações de salinidade significa tratar-se de espécies eurialinas, osmorreguladoras ativas, como as enguias.

De acordo com Schmidt-Nielsen (2002, p.321), se uma enguia for transferida da água doce para água do mar, a perda osmótica de água atingirá 4% do peso corpóreo em 10 horas. Se ela ficar impedida de ingerir água do mar, pela colocação de um balão inflado no esôfago, continuará a perder água e morrerá de desidratação em alguns dias. Entretanto, se puder beber, logo começará a sorver água do mar, a perda de peso será interrompida e um estado de equilíbrio será atingido em um ou dois dias. Se a enguia, ao invés, for transferida da água do mar para a água doce, haverá um ganho inicial de peso, porém, a formação de urina aumentará e um estado de equilíbrio será atingido novamente em um ou dois dias.

A enguia é uma espécie que atinge a maturidade na água doce, onde seus fluidos corpóreos são osmoticamente mais concentrados que o meio, como a maioria dos peixes teleósteos de água doce, sendo então considerados reguladores hiperosmóticos (Figura 03), e como animal hiperosmótico em relação ao meio circundante, a enguia prateada recebe um influxo osmótico de água constante através das brânquias (HELFMAN, COLLETTE e FACEY, 1997, p.89; SCHMIDT-NIELSEN, 2002, p.319).

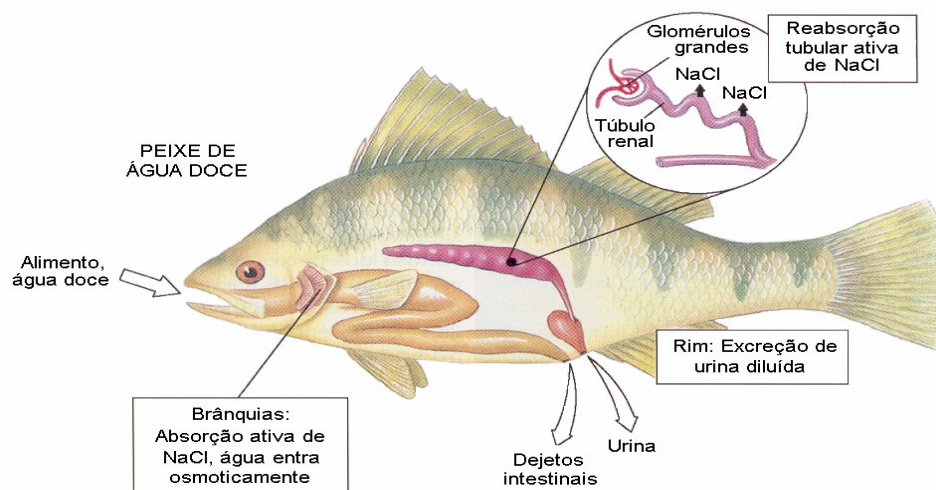


Figura 03: Regulação hiperosmótica em um peixe de água doce.

Fonte: HICKMAN, ROBERTS e LARSON, 2004, p.501

Porém, esta água em excesso deve ser excretada, e o meio encontrado é a produção de uma urina copiosa e diluída, o que causa uma perda substancial de solutos, que precisam ser repostos (RANDALL, BURGGREN e FRENCH, 2000, p.541). Alguns solutos são ingeridos com o alimento, mas a captação principal é feita por transporte ativo do meio externo diluído para o líquido intersticial e o sangue através do epitélio branquial, sob o efeito de hormônios, como a aldosterona (SCHMIDT-NIELSEN, 2002, p. 319; HILL e WAYSE 1992, p.177).

Entretanto, quando a enguia migra para desovar, ela se depara com uma salinidade mais elevada no ambiente marinho, estando em constante risco de perder água, porque apresenta uma

concentração osmótica inferior ao meio, como a maioria dos peixes teleósteos marinhos, sendo então considerados reguladores hiposmóticos (Figura 04).

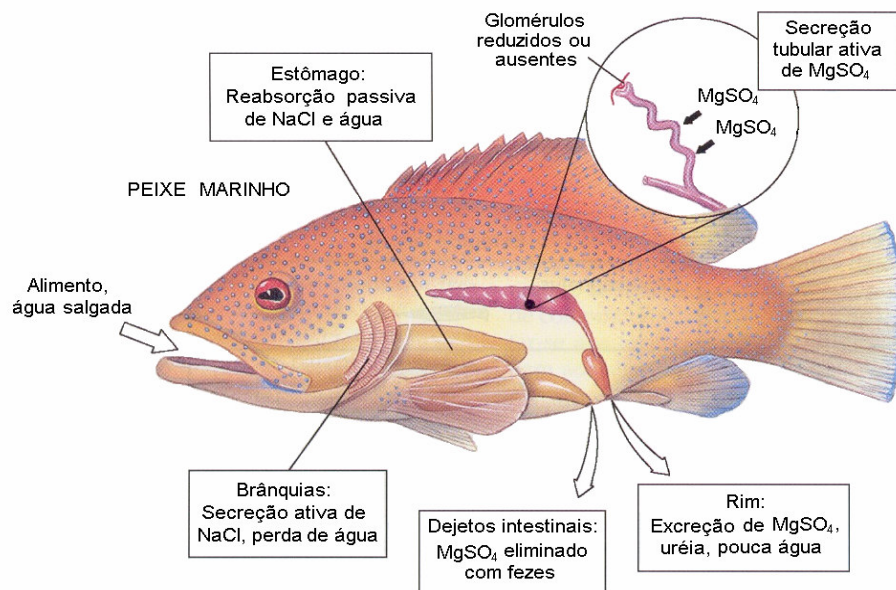


Figura 04: Regulação hiposmótica de um peixe marinho.
Fonte: HICKMAN, ROBERTS e LARSON, 2004, p.501

Com isso, necessita compensar de algum modo a inevitável perda osmótica de água, fazendo isso através da ingestão de água do mar (HELFMAN, COLLETTE e FACEY, 1997, p.89; SCHMIDT-NIELSEN, 2002, p.319; HILL e WAYSE 1992, p.177), que, embora recupere o conteúdo hídrico, grandes quantidades de sais também são ingeridos e absorvidos no trato intestinal juntamente com a água, aumentando a concentração de sais no organismo. O problema agora é eliminar o excesso de sal, sendo que o rim da enguia não consegue produzir uma urina mais concentrada que o sangue (SCHMIDT-NIELSEN, 2002, p.319). Então, a eliminação do excesso de sal, especialmente Na⁺, K⁺ e Cl⁻, é realizada através do transporte ativo pelo epitélio branquial, auxilia da por hormônios glicocorticóides como o cortisol e corticosterona, enquanto Mg⁺⁺ e SO₄⁻ são eliminados pelos rins (HILL e WAYSE 1992, p.177).

Cabe aqui observar que a extensa área epitelial superficial das brânquias torna-a apta a funcionar como órgão osmorregulador, além da troca gasosa, e que, em peixes teleósteos, desempenham um papel central no estresse osmótico como afirmam Randall, Burggren e French (2000, p.569). Estes autores destacam, ainda, a presença das células de cloreto nesse epitélio, as quais são ricas em mitocôndrias e enzimas relacionadas ao transporte ativo de sal.

Muitas das mudanças fisiológicas que ocorrem quando os peixes migram entre o mar e a água doce, estão sob o controle hormonal, principalmente através dos hormônios adeno-hipofisários, como a prolactina, que é essencial para a vida em água doce além de hormônios neuro-hipofisários, como a vasopressina ou hormônio antidiurético e hormônios esteróides, como os das glândulas inter-renais, que têm um importante papel na regulação osmótico-iônica (HILL E WAYSE, 1992, p.177,178). Outros hormônios que atuam na retenção ou eliminação de água e íons, pelo epitélio branquial ou néfrons (rins), são a adrenalina e o hormônio da urófisis, glândula responsável pelo controle endócrino da osmorregulação em peixes (HILL e WAYSE, 1992, p.178).

Por fim, é válido acrescentar que a importância da enguia europeia *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) não se deve apenas ao fato de representar uma riqueza natural e científica, mas também ao fato de constituir um recurso econômico para pescadores e aqüicultores europeus,

pois é uma espécie muito apreciada do ponto de vista gastronômico, tendo um elevado valor comercial e desportivo, e que se encontra ameaçada comercialmente em Portugal, devido, sobretudo, à captura clandestina dos juvenis (enguia amarela). Além disso, há de se levar em conta ainda os impactos ambientais, impostos pelo homem, nas regiões litorâneas, impedindo o livre acesso das espécies migradoras em geral ao mar e/ou ao rio, ao aterrar diversas lagoas e riachos costeiros, prejudicando a conservação e preservação, podendo, inclusive, levar à extinção destes animais.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, que teve como objetivo estudar e conhecer os mecanismos de regulação hídrica e salina da enguia européia *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758), ficou evidenciado que a espécie em questão é um peixe catádromo, que se desenvolve em águas doces ou salobras em quase toda a Europa, e durante seu ciclo de vida, a mesma sofre metamorfoses, compreendendo as fases iniciais no mar, abrangendo o ovo, a larva leptocéfala e a enguia de vidro, e as fases finais de enguia amarela e enguia prateada na água doce, sendo a enguia prateada o adulto apto à reprodução.

É uma espécie osmorreguladora ativa, sendo sua osmorregulação dependente da ação de hormônios, como a aldosterona, de glicocorticóides como o cortisol, e a corticosterona, que atuam sobre o epitélio branquial para absorção ou eliminação de NaCl, além de aumentar ou diminuir a permeabilidade de água e de sais, através dos órgãos osmorreguladores, - intestino, brânquias e rins - durante sua migração.

A enguia, quando na água doce, é um regulador hiperosmótico e para evitar o ganho de água produz urina copiosa, conseqüentemente, diluída e, para não perder sais, absorve NaCl ativamente pela brânquias, além de água. Quando no mar, após sua migração para a desova, poderá, inicialmente, haver uma perda osmótica de água até que inicie a ingestão de água do mar, quando a perda de peso será interrompida e um estado de equilíbrio será atingido. A enguia, aumentando os níveis de sais no plasma, com a ingestão de água do mar, regula essa quantidade excretando o excesso através das brânquias.

Assim, ficou evidenciado que as adaptações estruturais e funcionais dos órgãos osmorreguladores – brânquias e rins - são regulados por certos hormônios, que ajudam os peixes catádromos a enfrentarem o estresse osmótico provocado pelas diferentes concentrações de salinidade dos ambientes aquáticos que ocupam durante seu ciclo de vida, fazendo com que eles consigam manter a osmolaridade interna do organismo (homeostasia), o que é tão importante para a manutenção da vida.

REFERÊNCIAS

BOND, Carl. E. **Biology of Fishes**. 2 ed. Estados Unidos da América: Brooks/Cole, 1996. 750p.

COIMBRA, João J. O. D. **Plasticidade Osmorregulativa da Enguia de Vidro, *Anguilla anguilla* (Linnaeus 1758)**. Disponível em <<http://www.fct.mct.pt/projctos/pub/2000/index.asp>>. Acesso em 20/05/2005.

COMISSÃO das Comunidades Européias. **Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu**: Elaboração de um Plano de Ação Comunitário para a Gestão da Enguia Européia. Bruxelas, 2003. Disponível em: <http://europa.eu.int/comm/fisheries/news_cerner/press/inf03_40_pt.htm>. Acesso em 25/09/2005.

- COSTA, J.L. **Estudo da Biologia e Ecologia da Enguia Européia *Anguilla anguilla* (Linnaeus 1758) no estuário do Tejo e tributários.** Relatório de Licenciatura da Faculdade de Ciências de Lisboa. 1989. 302 p. Disponível em <<http://www.naer./.../pt>> Acesso em 03/11/2005.
- FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2005. Cultured aquatic species information programme. Disponível em: <http://www.fao.org/fi/figis/culturespecies/data/assets/Images/anguilla/european_eel_cycle.jpg>. Acesso em 10/12/2005.
- HELFMAN, G. S.; COLLETTE, B. B.; FACEY, D. E. **The Diversity of Fishes.** Estados Unidos da América: Blackwell Science, 1997. 528p.
- HICKMAN, C. P. Jr; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios Integrados de Zoologia.** 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846p.
- HILL, R. W.; WAYSE, G. A. **Fisiologia Animal.** 2 ed. Madrid: AKAL, 1992. 655p.
- ORR, Robert T. **Biologia dos Vertebrados.** 5 ed. São Paulo: ROCA, 1986. 508p.
- PEREIRA, R.; GOMES, A. S. **Biologia Marinha.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 382p.
- RANDALL, D.; BURGGREN, W.; FRENCH, K. **Fisiologia Animal: Mecanismos e Adaptações.** 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 729p.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia Animal: Adaptação e meio ambiente.** 5 ed. São Paulo: Livraria Santos, 2002. 611p.
- SCHOOL of Earth and Environment. **University of Leeds.** Reino Unido, 2005. Disponível em: <<http://www.see.leeds.ac.uk/research/igt/geomag/shoal/index.html>>. Acesso em: 18/10/2005.
- TSUKAMOTO, K.; NAKAI, I. TESCH, W. V. Do All Freshwater Eels Migrate? **Revista Nature.** v. 396, p.635, Dezembro 1998.