

**Susceptibilidade da enguia europeia, *Anguilla anguilla*
e do parasita *Anguillicoloides crassus*, às concentrações
de metais pesados no rio Minho internacional**

Ana Catarina Rocha Braga



**Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar – Recursos Marinhos
Especialização em Biologia e Ecologia Marinhas**

2011

Ana Catarina Rocha Braga

Susceptibilidade da enguia europeia, *Anguilla anguilla* e do parasita *Anguillicoloides crassus*, às concentrações de metais pesados no rio Minho Internacional

Dissertação de Candidatura ao grau de Mestre em
Ciências do Mar – Recursos Marinhos
Especialização em Biologia e Ecologia Marinhas
submetida ao Instituto de Ciências Biomédicas de
Abel Salazar da Universidade do Porto.

Orientador – Doutor José Carlos Fernandes Antunes

Categoria – Professor Auxiliar

Afiliação – Escola Superior *Gallaecia*

Capa:

Fotografia de

Patrício Bouça

***Para os meus Pais e Irmã,
Por aturarem as minhas “birras” ao longo deste trabalho.***

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que tornaram este trabalho possível. Ao Dr. Carlos Antunes, o meu orientador, pelo apoio, paciência e dedicação, sem os quais nunca teria conseguido.

Ao Jorge Araújo, colega de mestrado e de equipa, por toda a ajuda que me deu ao longo deste trabalho, principalmente quando já não podia ver os números a frente.

Ao António Roleira e a Rita Carvalho, por toda a ajuda que me deram durante o processamento e amostragem, “enguiar” nem sempre era assim tão fácil...

Ao Dr. Patrício Bouça, pela ajuda e pela boa disposição nos momentos certos e pela fantástica foto.

Ao Eng.º Pedro Reis, pelo trabalho fantástico com as análises de metais e pela ajuda na análise dos dados.

A todo o pessoal do Aquamuseu do Rio Minho em especial ao Eduardo Martins, homem sem o, qual as enguias continuariam no rio.

Aos meus pais, Rodrigo e Henriqueta, e a minha irmã, Magda, que aturaram as minhas “birras”, que me apoiaram em todos os momentos mesmo quando todo o tempo que tínhamos era um “Bom dia” e um “Até Amanha” e que nunca desistiram de mim.

E todos aqueles que de um modo ou de outro me apoiaram durante de todo este longo o processo.

Gostaria de agradecer ao *Projecto Natura Miño – Minho* no âmbito do qual uma parte deste trabalho, foi realizado.

Índice

Índice	i
Resumo	iii
Abstract.....	iv
I. Objectivos.....	1
II. Introdução	2
2.1 Geral.....	2
2.2 A Enguia Europeia, <i>Anguilla anguilla</i>	3
2.3 Parasita <i>A. crassus</i>	6
2.3.1 Caracterização de <i>A. crassus</i>	6
2.3.2 Origem e Distribuição	7
2.3.3 Ciclo de Vida.....	10
2.3.4 Alimentação e impacto no hospedeiro final	12
2.3.5 Barreiras ao desenvolvimento e dispersão.....	14
2.3.6 Epidemiologia.....	15
2.3.7 <i>A. crassus</i> no rio Minho.....	15
2.4 Metais	16
2.4.1 Contaminação por metais	16
2.4.2 Toxicidade dos Metais	18
2.4.3 Metais e a Enguia	19
III. Materiais e Métodos	20
3.1 Local	20
3.1.1 Caracterização do Minho.....	20
3.1.2 Caracterização e importância ecológica do estuário do Minho	21
3.1.3 Pressão sócio-económica.....	22
3.2 Amostragem	23
3.2.1 Procedimento Meixões	24
3.2.2 Procedimento Enguias.....	25
3.2.3 Procedimento <i>A. crassus</i>	28
3.2.4 Procedimento Sedimentos	29
3.3 Procedimento Metais.....	29
3.4 Tratamento Estatístico.....	31

IV.	Resultados.....	32
4.1	Meixão	32
4.1.1	Recrutamento	32
4.1.2	Estado de Pigmentação	37
4.1.3	Factor de Condição Fulton	42
4.2	Enguias Amarelas e Prateadas.....	43
4.2.1	Factores de Correção.....	43
4.2.2	Factor de Condição de Fulton.....	50
4.2.3	Índices oculares.....	53
4.2.4	Diferenciação Sexual.....	55
4.3	Parasitas	56
4.4	Metais	64
4.4.1	Meixão	64
4.4.2	Sedimentos e tecidos.....	67
V.	Discussão	82
5.1	Meixão	82
5.2	Enguias Amarelas e Prateadas.....	87
5.3	Parasita	90
5.4	Metais	96
5.4.1	Meixão	96
5.4.2	Sedimentos	97
5.4.3	Tecidos.....	98
VI.	Conclusão.....	100
VII.	Bibliografia	102
	Anexos.....	110

Resumo

A enguia europeia, *Anguilla anguilla*, espécie migradora de alta importância ecológica e comercial, encontra-se neste momento classificada como “Em Perigo”.

Esta espécie, apesar de ter suscitado nas últimas décadas um forte interesse a nível científico, continua a ser um enigma, uma vez que apresenta um ciclo de vida catádromo muito longo e complexo. Os seus stocks têm sofrido uma redução muito acentuada, embora as suas causas não estejam, ainda, bem definidas. Entre estas causas encontram-se, a infecção por um parasita exótico, *Anguillicoloides crassus* e a contaminação por substâncias de origem antropogénica, como os metais pesados, pelo que estes dois factores foram escolhidos para âmbito de estudo.

Ao longo deste trabalho avaliámos o estado da população de enguias no Minho, no que diz respeito à sua estrutura em que se verificou tratar-se de uma população composta principalmente por indivíduos jovens e indiferenciados sexualmente.

Foi analisada, igualmente, a presença do parasita *Anguillicoloides crassus* nesta população e os seus parâmetros de dispersão e infecção. Verificou-se que a dispersão deste parasita no rio Minho aumentou significativamente, quando comparados com os valores conhecidos para esta área, abrangendo novas áreas do rio sendo que, em alguns destes locais, a sua prevalência atinge os 100%.

Por último avaliou-se a quantidade de metais presentes no sedimento do rio Minho, nas enguias e no parasita *A. crassus* obtendo-se valores de concentrações de metais relativamente baixas que levam a que o rio Minho seja considerado um rio limpo. Do mesmo, modo verificámos que as concentrações de metais nas enguias variam ao longo do seu ciclo de vida mas que, nas duas fases analisadas: meixão e enguia amarela, os valores estão abaixo do limite legal no que respeita ao consumo.

Já no que diz respeito aos parasitas vemos que os valores obtidos não estão relacionados com os valores das enguias, pelo que *A. crassus*, por si só, não parece influenciar as concentrações de metais do seu hospedeiro.

Abstract

The European eel, *Anguilla anguilla* a migratory species of high ecological and commercial importance is nowadays classified as "Endangered". This species although, having raised great interest in recent decades in science level remains an enigma and presents a very long and complex catadromous life cycle. Their stocks have been decreased very quickly, although the causes of this decline are not well defined. Among them are, infection with a parasite exotic *Anguillicoloides crassus* and contamination with anthropogenic substances, such as heavy metals, therefore these two factors were chosen to be study subjects.

During this work, we then perform a progress report regarding the population structure of eels in the River Minho, during which it is found that a population composed mainly of young and sexually undifferentiated.

It was analyzed the presence of the parasite *Anguillicoloides crassus* in this population and its dispersion and infection parameters. We conclude that, the dispersion of this parasite in the Minho increased significantly, when we compare our results with previous data for this area covering new areas of the river and in some of these sites its prevalence reaches 100%.

Ultimately we evaluated the amount of metals present in the sediment of the river Minho, in eels and in the parasite *A. crassus*, getting at relatively low metals concentrations that lead us to considered the river Minho as a clean stream. In the same way, we found that metals concentrations in eels, differ throughout their life cycle, but in the two phases analyzed, glass eels and yellow eels, the amounts are below the legal limit regarding the human consumption. Concerning the values obtained in the parasites they are not related with eels values therefore *A. crassus* has no impact on metals concentrations in its host.

I. Objectivos

Ao longo do presente trabalho pretendeu-se alcançar vários objectivos entre eles determinar o estado da população das enguias do Minho quanto ao grau de desenvolvimento, tendo como referência as enguias capturadas; estudar a prevalência do parasita *Anguillicoloides crassus* avaliando a sua evolução no rio Minho e o seu impacto nas enguias ao nível da condição física; determinar o estado do rio no que diz respeito a presença de metais pesados nos sedimentos e nos indivíduos de *Anguilla anguilla*, nas várias fases do seu ciclo de vida assim como nos nemátodes *A. crassus*, que parasitem as enguias capturadas; determinar se a presença de *A. crassus* tem algum impacto nas concentrações de metais presentes nas enguias do rio Minho.

II. Introdução

2.1 Geral

A enguia europeia, *Anguilla anguilla*, é uma espécie que, hoje em dia, se encontra, segundo o Livro Vermelho dos Vertebrados (Cabral, 2005), em perigo, pois o seu stock apresentou nas últimas décadas uma redução de cerca de 99% (Tesch, 2003; Zompola, 2008; Cobo, 2010; Costa-Dias, 2010), cujas razões ainda não são completamente compreendidas.

Entre as diversas causas apresentadas para este decréscimo referem-se a redução significativa do habitat disponível; o alto valor comercial da espécie em todas as fases do seu ciclo de vida, com excepção da fase larvar; a introdução de parasitas endémicos de outras espécies de enguias e a contaminação de origem.

O facto é que, esta espécie catádroma que tanto interesse tem suscitado nas últimas décadas, continua ainda hoje a ser um enigma para os investigadores.

O estudo da presença do nemátode *Anguillicoloides crassus* e o seu impacto no ciclo de vida, e sobrevivência dos indivíduos de *Anguilla anguilla*, é uma das temáticas que tem suscitado muitas questões uma vez que, esta parasitose, é relativamente recente na enguia europeia, *Anguilla anguilla*, e a informação disponível acerca das interações entre as duas espécies é ainda reduzida (Moravec e Taraschewski, 1988; Knopf, 1998; Kirk, 2000a, 2000b, 2002, 2003; Rolbeicki & Rokicki, 2005; Knopf, 2006).

Por outro lado, também o impacto da poluição nas enguias tem sido, nos últimos anos, fonte de vários estudos uma vez que a enguia, peixe bentónico carnívoro, de elevada posição na cadeia trófica, tem despertado interesse como possível bioindicador em relação a determinados poluentes tais como pesticidas organoclorados, PCBs, metais pesados, poluentes orgânicos voláteis (VOCs), dioxinas entre outros, nas zonas ribeirinhas (Bruslé, 1987, 1990; Libes, 2009; Belpaire, 2007).

Neste estudo vamos juntar as duas vertentes tentando determinar, por um lado qual o estado da população de enguia europeia no rio Minho; qual a concentração de metais em diferentes pontos do rio, seja os que se encontram no sedimento, seja os que foram assimilados pelas enguias; por fim tentaremos comparar qual o efeito da presença dos parasitas nas concentrações de metais encontradas nas enguias.

2.2 A Enguia Europeia, *Anguilla anguilla*

A enguia europeia, *Anguilla anguilla*, é um peixe migrador com um ciclo de vida catádromo, de forma anguiliforme, com elevada importância tanto a nível ecológico como económico, típica das águas da Europa Ocidental (Figura 1) (Pereira, 2000; Tesch, 2003; Arai, 2006; van Ginneken, 2006; du Colombier, 2008; Adam, 2008; Imbert, 2008; Zompola, 2008).

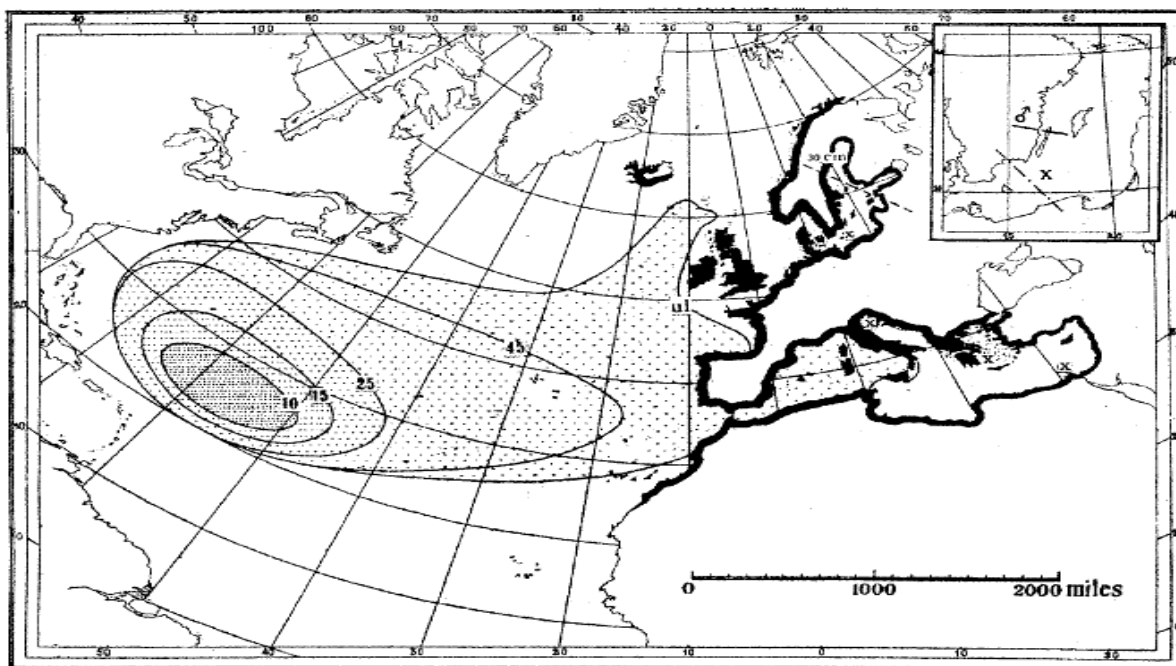


Figura. 1 Área de distribuição dos leptocefalos e dos adultos de *Anguilla anguilla* (van Ginneken, 2006).

Apesar do interesse que tem suscitado devido ao colapso dos seus stocks nas últimas décadas, o estudo deste animal continua a ser necessário e fundamental para compreensão e protecção desta espécie (Pereira, 2000; Tesch, 2003; Arai, 2006; Adam, 2008; du Colombier, 2008; Imbert, 2008; Zompola, 2008).

Sendo um peixe que nasce presumivelmente, no mar dos Sargaços, em pleno Oceano Atlântico, uma parte do seu ciclo de vida desde a migração das enguias prateadas ao transporte larvar, ocorre em zonas de água salgada.

As larvas, utilizando a corrente do Golfo, efectuam uma migração transoceânica, em direcção à costa do Norte de África e do Continente Europeu durante a qual passam por uma metamorfose em que alteram, profundamente, a sua estrutura morfológica (Figura 2).

No final deste ciclo as larvas atingem a forma de enguia de vidro (meixão) estando, neste momento, próximas de alcançarem o seu destino as margens e rios continentais (Pereira, 2000; Tesch, 2003; Arai, 2006; van Ginneken, 2006; du Colombier, 2008; Zompola, 2008).

Aquando da entrada nas águas interiores os meixões começam a pigmentar sendo que este processo se prolonga, numa primeira fase, até atingir o estágio de enguia amarela, posteriormente e após iniciar a maturidade sexual, os indivíduos descem o rio, sofrendo novas adaptações, entre elas, um novo processo de pigmentação que as torna prateadas e que lhes permite nadar nas águas e pressões oceânicas, (Tesch, 2003; van Ginneken, 2006).

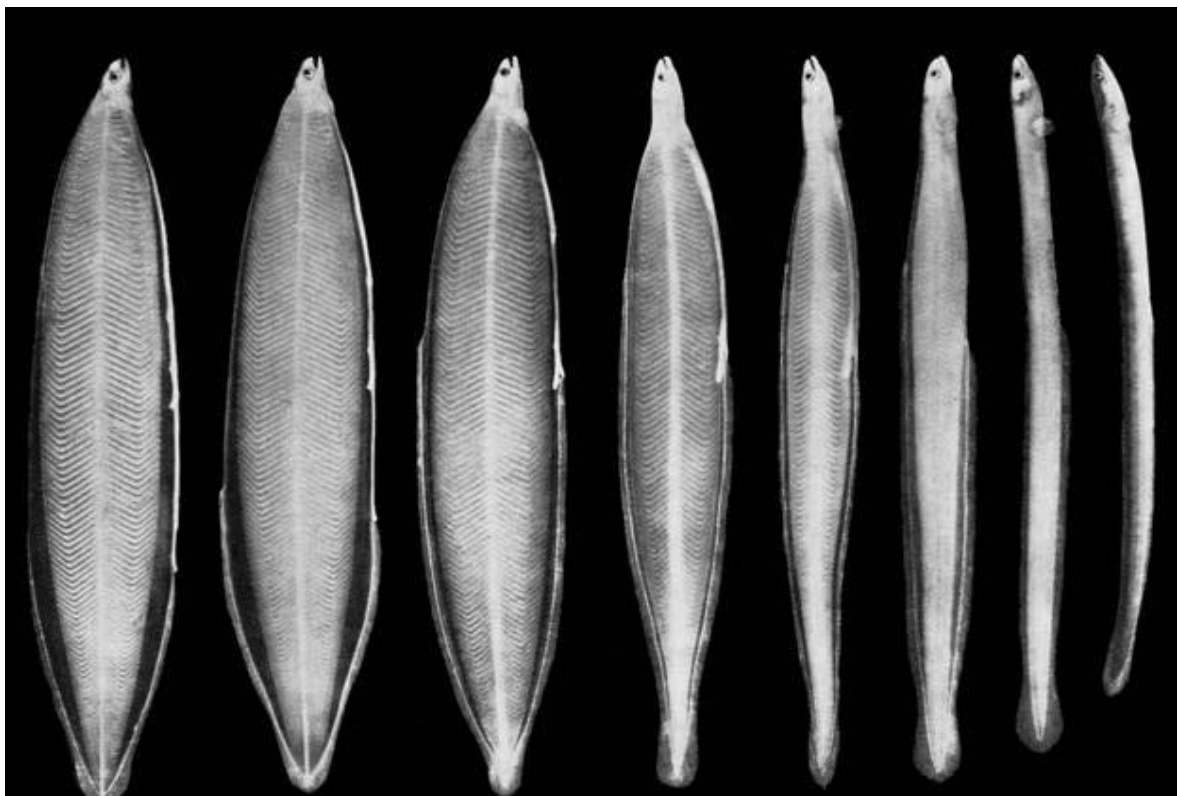


Figura. 2 Desenvolvimento da enguia europeia (*A. anguilla*) da larva, leptocéfalo, até à enguia de vidro (Tesch, 2003).

As enguias podem passar entre 3 a 20 anos no rio tendo em conta o seu sexo e a sua velocidade de maturação (Tesch, 2003; Costa-Dias, 2010), sendo que durante estes períodos, os indivíduos estão expostos a ameaças decorrentes do meio dulciaquícola, compostas por químicos e parasitas, entre outros.

A enguia europeia, *Anguilla anguilla*, é uma das espécies que apresentam grande importância sócio-cultural e comercial no rio Minho. A sua importância alastra-se a toda a costa Atlântica do continente europeu e ao Mar Mediterrânico (Tesch, 2003; Zompola 2008).

As principais ameaças a esta espécie, assim como ao resto dos grandes migradores, são a pesca intensiva, a existência de barreiras (como as barragens e açudes que impedem a sua migração para montante) e a presença de substâncias químicas, na água, que podem afectar o seu desenvolvimento normal. No caso particular da enguia, o stock diminuiu em cerca de 99% desde o início dos anos 80. Esta diminuição pode ser consequência de pesca intensiva, agravada por ocorrer em várias fases do seu ciclo de vida; da contaminação por pesticidas e metais; da infecção por novos vírus e parasitas, introduzidos nos rios por alterações das características oceanográficas e climáticas; pela redução da área disponível de recrutamento, entre outros (Tesch, 2003; Zompola, 2008; Cobo, 2010, Costa-Dias, 2010).

No rio Minho, a actual legislação não permite a captura de enguias amarelas/prateadas. No entanto, devido ao seu carácter internacional, continua a ser o único rio português onde ainda é permitida a captura do meixão (Edital Nº 27/2010 - Capitania Do Porto De Caminha). Uma vez que esta actividade, apresenta grande importância a nível socioeconómico para os pescadores, quer portugueses quer espanhóis, existindo cerca de 250 licenças para a captura do meixão no Minho. Para além do consumo local, as enguias de vidro são muitas vezes capturadas para exportação sobretudo para o mercado asiático, destinados à engorda em aquacultura, e repovoamento.

2.3 Parasita *A. crassus*

2.3.1 Caracterização de *A. crassus*

Entre os factores apresentados para a diminuição dos stocks das enguias encontra-se um nemátode parasita do género, *Anguillicola*.

Este género é composto por cinco espécies as quais parasitam diferentes espécies de enguias do género *Anguilla* (Tabela 1).

Tabela 1 Resumo das espécies do género *Anguillicola* e a espécies de enguia que infecta e respectivos locais (Rolbeicki & Rokicki, 2005; Knopf 2006).

Espécie de <i>Anguillicola</i>	Espécie de <i>Anguilla</i>	Local
<i>Anguillicola globiceps</i> Yamaguti, 1935	<i>Anguilla japonica</i> Teminck & Schlegel	Japão China
<i>Anguillicola australiensis</i> Johnston et Mawson, 1940	<i>Anguilla reinhardtii</i> Steindachner	Sul da Austrália
<i>Anguillicola crassus</i> Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974	<i>Anguilla japonica</i> Teminck & Schlegel <i>Anguilla anguilla</i> Linnaeus	Este da Ásia Europa
<i>Anguillicola novaezelandiae</i> Moravec et Taraschewski, 1988	<i>Anguilla australis</i> Richardson <i>Anguilla diffenbachii</i> Gray <i>Anguilla anguilla</i> Linnaeus	Nova Zelândia Austrália Itália
<i>Anguillicola papernai</i> Moravec et Taraschewski, 1988	<i>Anguilla mossambica</i> Peters	África do Sul

Como se pode ver, existem duas espécies de parasitas registada na enguia europeia, *Anguilla anguilla*. No entanto a espécie *Anguillicola novaezelandiae* Moravec et Taraschewski, 1988 encontra-se, aparentemente, restrita à zona da Itália (Knopf, 2006), enquanto que a espécie *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974, recentemente redenominado como *Anguillicoloides crassus* Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974 se dispersou, de forma alarmante, pelos vários continentes infectando novas espécies do género *Anguilla*, inclusivamente espécies nas quais não existiam registos de parasitoses pelo género *Anguillicola*, como é o caso da enguia americana, *Anguilla rostrata* (Heitlinger, 2009).



Figura. 3 O parasita nemátode *Anguillicoloides crassus* Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974, nas várias fases do seu ciclo de vida.

2.3.2 Origem e Distribuição

Este parasita é originário do continente Asiático (Tabela 1), mais precisamente das zonas de interacção entre os oceanos Pacífico e Índico (Moravec e Taraschewski, 1988; Kirk, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005; Knopf, 2006; Heitlinger, 2009).

A sua dispersão ocorreu de forma muito acelerada e foi, inicialmente, provocada pelo comércio, venda e transporte de enguias japonesas. Esta enguia, extremamente apreciada no continente asiático, principalmente no Japão, é produzida em cativeiro de modo a responder à procura dos consumidores. Também na Europa, o consumo de

enguia é bastante apreciado, o que conjuntamente com o decréscimo das capturas e o início do declínio da população de enguia europeia (Tesch, 2003) levou a importação de exemplares de enguia japonesa.

No entanto, como recentemente confirmado, as condições de produção em aquacultura são propícias ao desenvolvimento do nemátode *A. crassus*, devido às elevadas densidades do hospedeiro final e à presença, inevitável, de hospedeiros intermediários. Estas condições levaram, a taxas de prevalência e intensidades de infecção muito elevadas nos indivíduos de *Anguilla japonica* que habitavam nos centros de produção (Kirk, 2002; Kirk 2003; Heitlinger, 2009).

Em meados, da década de 80 deu-se o inevitável, o nemátode *Anguillicoloides crassus* foi introduzido no continente Europeu, mais precisamente na Alemanha, através da importação de *Anguilla japonica* infectada (Moravec e Taraschewski, 1988; Kirk, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005; Abdallah, 2006; Knopf, 2006; Heitlinger, 2009; Costa-Dias, 2010).

Esta introdução acidental teve consequências muito negativas, uma vez que o nemátode demonstrou uma grande capacidade adaptação ao novo meio, encontrando rapidamente, nas enguias europeias, *Anguilla anguilla*, um novo hospedeiro final, e em várias espécies de copépodes e ostracodes, hospedeiros intermediários. A presença de larvas deste parasita têm sido registada, num crescente leque de animais bentónicos como sejam anfíbios, macroinvertebrados e peixes. De entre os peixes afectados podemos destacar a família **Cyprinidae**, a qual conta com pelo menos 23 espécies passíveis de ser infectadas por este nemátode (Baruš, 1999; Dias, 2009).

É provável que este elevado número de hospedeiros paraténicos seja um dos elementos cruciais, na grande dispersão deste nemátode pelo continente europeu, uma vez que, após a introdução na Alemanha, rapidamente se alastrou a outras zonas do continente europeu (Moravec e Taraschewski, 1988; Kirk, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005; Knopf, 2006; Heitlinger, 2009).

Tabela 2 Dispersão e distribuição de *Anguillicoloides crassus* nos vários países da Europa ao longo do tempo. Adaptado de Rolbeicki & Rokicki, (2005).

País	Ano	Autor
Alemanha	1985	Neumann (1985)
Holanda	1985	Van Banning (1985).
Itália	1987	Canesti-Trotti (1987)
Dinamarca	1988	Koie (1988)
França	1988	Dupont & Petter(1988)
Suécia	1988	Hellström (1988)
Bélgica	1989	Balpaire (1989)
Grécia	1989	Balpaire (1989)
Espanha	1989	Belpaire (1989)
Reino Unido	1990	Kennedy & Fitch (1990)
Hungria	1991	Szekely (1991)
Polónia	1991	Własow (1991)
Republica Checa	1992	Moravec(1992)
Portugal	1992	Cruz (1992)
Jugoslávia	1992	Höglung &Thomas (1992)
Áustria	1993	Konecny & Wais (1993)
Rússia	1993	Zaostrovceva (1993)
Estónia	1994	Kangur (1994)
Noruega	1994	Mo & Stein (1994)
Bielorrússia	1998	Bauer (1998)
Irlanda	1999	Evans & Matthews (1999)
Letónia	1999	Vismanis (1999)
Macedónia	2000	Cakic (2000).

2.3.3 Ciclo de Vida

Este parasita da família **Dracunculoidea**, apresenta um ciclo de vida indirecto e complexo, infectando, como referido anteriormente, tanto hospedeiros intermediários como paraténicos, até chegar ao hospedeiro final, a enguia. O parasita aloja-se na bexiga-natatória do hospedeiro final, onde se reproduz (Figura 3) (Moravec e Taraschewski, 1988; Knopf, 1998; Kirk, 2003; Lefebvre, 2004; Knopf, 2006).

As fêmeas de *A. crassus*, ovovíparas, mantêm os ovos no seu interior até que as larvas madurem até ao 2º estágio de desenvolvimento (L2), sendo que cada fêmea chega a produzir cerca de 150.000 ovos. Após a sua maturação, os ovos, são expelidos do útero da progenitora para o lúmen da bexiga-natatória das enguias (Moravec e Taraschewski, 1988; Rolbeicki e Rokicki, 2005). Aqui algumas das larvas, as mais desenvolvidas eclodem dando origem a larvas L2 livres. Juntamente com os ovos, estas são expulsas da bexiga-natatória, através do ducto pneumático, e expelidas do organismo do hospedeiro. Os restantes ovos eclodem já na água (Moravec e Taraschewski, 1988; De Charleroy, 1990; Palikova e Navratil, 2001; Kirk, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005; Costa-Dias, 2010).

Já em meio aquático, as larvas L2 livres, fixam-se no substrato e mantêm-se muito activas, com movimentos ondulatórios, de modo a atrair os possíveis hospedeiros intermediários (De Charleroy, 1990; Kirk, 2003). Quando consumidas por estes, as larvas, migram, no interior do animal, até ao hemocele, onde sofrem uma muda, passando ao estágio seguinte de desenvolvimento - L3 (Moravec e Taraschewski, 1988; De Charleroy, 1990; Kirk, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005).

Entre os hospedeiros intermediários encontram-se, cerca de 20 espécies de copépodes, pelo menos 2 espécies de ostracodes e 1 espécie de crustáceos. No entanto é provável que, devido à grande adaptabilidade do parasita, o número de espécies a servir de hospedeiro intermediário aumente.

Estes hospedeiros, podem ser consumidos directamente pelo hospedeiro final, a enguia, ou então por outros animais, hospedeiros paraténicos, que poderão por sua vez, ser predados pelas enguias.

Estes hospedeiros paraténicos apenas estão referidos no ciclo de vida do parasita quando este afecta a enguia europeia. (De Charleroy, 1990; Höglund & Thomas, 1992; Cakic, 2002; Kirk, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005).

Entre eles podemos encontrar cerca de 25 espécies de peixes, Cypriniformes, 15 espécies de Perciformes, 4 espécies de Gasterosteiformes e Siluriformes, 2 espécies de Cyprinodontiformes, 1 espécie de Osmeriformes e Esociformes, Insectos, como Megalopteros, Odonatas, Tricópteros e Dípteros, e várias espécies de Decápodes, Crustáceos, Anfípodos, Gastrópodes e Anfíbios, infectados (Dias, 2009).

Segundo, Abdallah, 2006, quanto maior é o tamanho da enguia maior é a probabilidade da infecção se dar através de hospedeiros paraténicos, uma vez que os intermediários apenas são o alimento preferencial para as enguias de menores dimensões (Tesch, 2003).

Uma vez no tracto gastrointestinal do hospedeiro final, as larvas L3 de *A. crassus* migram até a cavidade abdominal e posteriormente para a parede da bexiga-natatória, recorrendo a proteinases do tipo tripsina, que facilitam a digestão e penetração do parasita nos tecidos (Polzer e Taraschewski, 1993).

Já no lúmen da bexiga-natatória as larvas voltam a sofrer alterações, passando à fase de desenvolvimento L4. Após este fenómeno a larva começa a alimentar-se do sangue que extrai da parede da bexiga-natatória, adquirindo aquele tom acastanhado/negro que caracteriza os indivíduos adultos da espécie. Mais tarde estes indivíduos voltam a sofrer metamorfose dando origem a nemátodes adultos, que vão maturar e iniciar novamente o ciclo (De Charleroy, 1990; Polzer e Taraschewski, 1993; Antunes, 1999; Kirk, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005).

Todo este processo, em condições óptimas como a presença abundante de hospedeiros e temperaturas entre os 20 e 22°C, ocorre num período de aproximadamente 3 meses. No entanto os indivíduos podem passar longos períodos na fase L2 embora a sua capacidade de infecção diminua (Kirk, 2003).

2.3.4 Alimentação e impacto no hospedeiro final

Existe pouca informação acerca da alimentação deste nemátode no que diz respeito, às fases larvares. No entanto, segundo Polzer e Taraschewski (1993), os nemátodes nos estádios L3 tem a capacidade de digerir os tecidos da parede do sistema gastro-digestivo dos hospedeiros, recorrendo a proteinases do tipo tripsina sendo sugerido pelos autores que os nemátodes têm, não só, a capacidade de segregar as enzimas referidas, mas também de as reabsorver juntamente com produtos de digestão destas, sendo estes produtos de digestão, uma potencial fonte de nutrição para o nemátode. Quanto aos nemátodes L4 e adultos, está bem documentado que estes se alimentam do sangue que conseguem retirar da parede da bexiga-natatória das enguias (De Charleroy, 1990; Polzer e Taraschewski, 1993; Antunes, 1999; Kirk, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005).

Os parasitas não só têm a capacidade de retirar os nutrientes que circulam livremente no plasma sanguíneo, como também têm a capacidade de degradar a hemoglobina retirando desta a nutrição necessária à sua sobrevivência (Polzer e Taraschewski, 1993).

Apesar de *A. crassus* não causar a morte directa do hospedeiro, está descrito que a sua presença nestes diminui a sua reacção aos factores externos (Kirk, 2002, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005; Palstra, 2007). O impacto deste parasita no hospedeiro final, é significativa, uma vez que o hospedeiro sofre várias lesões internas provocadas pelo parasita. Entre as mais relatadas estão as hemorragias acentuadas, processos de inflamação crónicos, edemas, desenvolvimento de fibroses acentuadas nas paredes da bexiga (Kirk, 2003; Palstra, 2007). No caso de exposições prolongadas e/ou de re-infecções, as paredes da bexiga-natatória podem tornar-se opacas e engrossar, perdendo a sua funcionalidade e em casos extremos colapsar (Kirk, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005).

Para além do descrito, a presença do parasita na bexiga-natatória dos hospedeiros, mesmo a baixas intensidades, altera a fracção de gases no interior deste órgão, o que põe em causa a flutuabilidade da enguia (Knopf, 1998, 2006; Rolbeicki e Rokicki, 2005). Influencia, também, negativamente o hospedeiro ao longo da migração em direcção às zonas de postura uma vez que diminuí a capacidade de reacção dos animais, os torna mais lentos aumentando o tempo de migração e a quantidade de energia nesta dispensada (Palstra, 2007).

Este factor, faz com que, indirectamente, o parasita afecte, também, a eficiência da reprodução, pois a quantidade de energia disponível para esta diminui consideravelmente (van Ginneken, 2005; Palstra, 2007).

A enguia europeia aparenta ser mais susceptível aos ataques do parasita, do que o hospedeiro original, *A. japonica*, pois aparenta ter defesas escassas, e pouco efectivas contra o nemátode (Heitlinler, 2009; Palstra, 2007).

No entanto os conhecimentos acerca de como se relacionam o nemátode o hospedeiro original são ainda escassos. Alguns estudos relatam que a *Anguilla japonica* tem a capacidade de encapsular e degradar as larvas L3 de *A. crassus* que invadem o seu sistema, sendo que cerca de 60% destas são detidas. No entanto, este processo ainda não é bem conhecido nem se entende muito bem o que leva a que algumas larvas sejam atacadas pelo sistema imunitário enquanto outras não (Knopf, 2006; Heitlinler, 2009).

Do mesmo modo, apesar de em ambas as espécies de enguia, europeia e japonesa, serem detectados anticorpos contra o parasita, ainda não se percebeu se estes são de facto efectivos contra as fases larvares L3, uma vez que a sua origem aparenta ser não da infecção pela larva mais jovem mas sim, da presença do adulto, no interior da bexiga-natatória e subsequente alimentação (Knopf, 2006).

2.3.5 Barreiras ao desenvolvimento e dispersão

Os únicos impedimentos à dispersão e viabilidade do Nemátode são a salinidade e a temperatura (Knopf, 1998; Kirk, 2003). Durante a fase livre, o parasita é bastante susceptível à variação de temperaturas e salinidade, sendo que, a sua viabilidade e eficiência de infecção, pode ser afectada e diminuída devido a estes parâmetros. Os indivíduos de *A. crassus* têm a sua temperatura óptima entre os 15° e os 30° C, apesar de conseguirem sobreviver, e reproduzir-se, em baixas temperaturas (Knopf, 1998; Kirk, 2003).

Em 1998, Klaus Knopf e a sua equipa, efectuaram várias experiências tentando descrever o impacto das baixas temperaturas nestes nemátodes e concluíram que o seu desenvolvimento está dependente da temperatura a que se encontra. Durante o seu trabalho, observaram que à medida que a temperatura diminuía também o número de indivíduos adultos encontrados no interior dos hospedeiros finais diminuía. Para além disso, fica também a sugestão de que as baixas temperaturas, inferiores a 9°C, impedem não só o desenvolvimento do nemátode, como também a migração da larva L3 do sistema digestivo para a bexiga-natatória das enguias, aquando da ingestão, (Knopf, 1998).

Este autor, juntamente com Polzer & Taraschewski (1993), conclui que apenas a temperatura é responsável pelas alterações observadas no desenvolvimento dos nemátodes nos meses mais frios, e não a falta de nutrientes, uma vez que, apesar de a enguia deixar de se alimentar, este facto não tem impacto no parasita uma vez que o como já foi dito, este tem a capacidade se alimentar da hemoglobina das enguias.

Já em relação a salinidade, Kirk *et al.* (2000_a, 2000_b) concluiu que, quando dentro da enguia, ou seja nas fases L3, L4 e adultos, os parasitas podem sobreviver em ambientes similares aos marinhos e estuarinos, apesar de se verem afectados pelo aumento da salinidade através das alterações osmóticas sofridas pelo hospedeiro, que se reflectem nos parasitas através de lesões a nível da cutícula e tracto intestinal, entre outros sintomas.

Verificaram, no entanto, que não ocorreram novas infecções, nas enguias observadas, o que levou a um novo trabalho onde estudaram apenas as reacções a salinidade dos nemátodes na fase inicial do seu ciclo de vida (Kirk, 2000_a). Neste estudo concluíram que salinidade afecta o parasita inibindo parcialmente a sua capacidade de

infectar novos hospedeiros, diminuindo significativamente a produção de ovos viáveis e prolongando, ainda, o tempo que o nemátode necessita para concluir o seu ciclo de vida (Kirk, 2000_b).

2.3.6 Epidemiologia

Em termos gerais, aquando da infecção de *Anguilla anguilla* num novo local, o parasita parece comportar-se do seguinte modo: nos primeiros anos após a entrada do nemátode no ecossistema as suas taxas de prevalência e incidência média aumentam rapidamente; após algum tempo, estas taxas tendem a estabilizar, entre os 50 e os 90% de prevalência, e entre 3 a 7 parasitas por enguia, de intensidade média. Esta diminuição/estabilização da intensidade média e prevalência pode estar relacionada com a dependência da densidade que esta espécie apresenta, o que pode de algum modo diminuir as taxas de re-infecção (Kirk, 2003; Knopf, 2006; Heitlinler, 2009).

2.3.7 *A. crassus* no rio Minho

A. crassus foi inicialmente referido no ano de 1989 em Espanha e esporadicamente em território português no ano de 1992 (Rolbeicki e Rokicki, 2005).

No rio Minho, no entanto, não existem registos da sua presença até 1995/96 quando foi efectuado um estudo ao longo do rio, de modo a compreender a distribuição da espécie neste e nos seus afluentes (Antunes, 1999). Como se verifica, o estudo deste nemátode no rio Minho, é escasso sendo que na última década apenas o rio Tea, afluente espanhol do Rio Minho, foi objecto de estudo quanto à presença de *A. crassus* (Aguilar, 2005).

2.4 Metais

A poluição, definida na Directiva 2000/60/CE do Quadro de Acção Comunitária no Domínio da Política da Água, como a introdução directa ou indirecta de substâncias, ou energia de origem antropogénica, nos ecossistemas, causando efeitos nefastos nos mesmos e em espécies que neles habitem, pode ser proveniente de várias fontes, atmosférica, doméstica, agrícola e industrial, inclusivamente através da entrada, na linha de água principal, de águas de afluentes contaminados (Libes, 2009; Moreno, 2004; Ribeiro, 2005; Belpaire, 2007; Lyra, 2007).

Os estudos, neste âmbito, existentes no estuário e sapal do rio Minho são escassos, no entanto o estuário do rio Minho é considerado um rio limpo (Reis, 2007), apenas apresentando alguns problemas, pontuais, resultantes de descargas de efluentes domésticos sem tratamento e resíduos industriais pouco significativos (Picanço, 2007).

Não convém, no entanto esquecer que as localidades ribeirinhas do Minho, especialmente Vila Nova de Cerveira, estão a tornar-se cada vez mais industrializadas, estando o sector primário, até aqui uma das principais fontes de riqueza da região, a perder alguma da sua importância, o que pode agravar os problemas existentes (Moreno, 2004).

2.4.1 Contaminação por metais

Apesar de existirem naturalmente metais no meio ambiente, as suas concentrações são muitas vezes aumentadas devido a acção humana (Tabela 3).

Tabela 3 Percentagem dos *Inputs* de origem antropogénica para cada metal pesado (Adaptado de Libes, (2009).

Metal	Cd	Hg	Pb	Cu	Zn	As	Cr	Ni
% Antropogénica	84%	62%	97%	56%	75%	61%	42%	64%

A grande maioria dos metais, quando chega ao estuário, encontra-se ou passa à forma particulada após reagir com os componentes abióticos e abundante matéria orgânica presente nestas águas. Esta forma promove a precipitação e consequente deposição dos elementos no sedimento do rio, o que leva a que o mesmo sedimento seja considerado escoadouro/reservatório destes compostos (Libes, 2009; Lyra, 2007).

Os sedimentos podem, no entanto, também ser considerados como uma fonte de contaminação, pois quando agitados/revolvidos libertam contaminantes/metais, tornando-os disponíveis para novas reacções e aumentando a sua biodisponibilidade. Por biodisponibilidade de um poluente entende-se a capacidade de este vir a ser integrado no organismo do animal, seja por ingestão ou absorção através das membranas biológicas, absorção essa que pode ser afectada por factores abióticos, físicos e químicos, e bióticos (Libes, 2009; Lyra, 2007).

A bioturbação, ou seja, actividade na qual animais, especialmente os bentónicos, agitam e ingerem sedimentos na procura por alimento, é um dos factores físicos que leva ao aumento da biodisponibilidade, uma vez que é responsável pela mobilização de uma grande quantidade de sedimento.

Entre os factores químicos que afectam a biodisponibilidade podemos encontrar as características dos próprios compostos, como por exemplo a sua solubilidade e afinidade a compostos orgânicos. Entre os factores biológicos encontram-se, por exemplo, o nível da cadeia trófica que o animal ocupa ou ainda a capacidade de bioacumular e de metabolizar os diferentes compostos (Libes, 2009; Moreno, 2004; Lyra, 2007).

A bioacumulação, capacidade de um animal reter os compostos nos seus tecidos sem os metabolizar, vai tornar os compostos biodisponíveis a um novo nível uma vez que estes entram na cadeia trófica sendo transferidos no sentido presa predador. À medida que os poluentes sobem na cadeia trófica dá-se outro processo que pode afectar a biodisponibilidade: a biomagnificação, no qual a concentração dos compostos vai aumentando, de consumidor para consumidor, atingindo o máximo ao alcançar o consumidor de topo. Este processo pode ser de grande preocupação para o ser Homem, a longo prazo, uma vez que este, como predador de topo por excelência, fica exposto a uma elevada concentração dos compostos poluentes. Isto pode vir a causar graves problemas de saúde pública (Lyra, 2007).

2.4.2 Toxicidade dos Metais

O enriquecimento das águas e sedimentos é cada vez mais preocupante no que diz respeito aos efeitos dos metais na fauna e flora, uma vez que, os metais essenciais e não essenciais acumulados nos tecidos dos organismos, podem causar intoxicações, decréscimos na fertilidade, danos a nível celular e de tecidos, morte celular e falhas dos vários órgãos (Ribeiro, 2005).

Os metais são elementos que, mesmo a baixas concentrações, podem ser bastante tóxicos e, se bem que alguns deles sejam fundamentais para o metabolismo, como o zinco (Zn) e o cobre (Cu), o manganês (Mn), o Crómio (Cr), o ferro (Fe) (Bruslé, 1990; Libes, 2009; Vincent, 2004; Ribeiro, 2005), outros como o cádmio (Cd), o chumbo (Pb) e o mercúrio (Hg), tem níveis de toxicidade tão elevados que estão inclusivamente listados pela Comissão Europeia no Regulamento (CE) Nº 1881/2006 da Comissão de 19 de Dezembro de 2006 a qual fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios.

Entre os animais, mais passíveis de ser afectados pelos metais estão os bentónicos entre eles, as enguias.

2.4.3 Metais e a Enguia

A espécie *Anguilla anguilla*, na fase de enguia amarela, é considerada como um bom bioindicador, uma vez que esta espécie bentónica é carnívora e mantém uma posição elevada nas redes tróficas, sendo ainda uma espécie rica em lípidos onde os contaminantes têm tendência a combinar-se (Bruslé, 1987; Belpaire, 2007). Também a nível comportamental esta espécie aparenta ser boa para o estudo dos poluentes uma vez que, este animal apresenta comportamentos sedentários mantendo-se por longos períodos de tempo no mesmo local, para além de o seu ciclo de vida ser muito longo (Belpaire, 2007). Outro tópico que torna a enguia amarela um bom elemento de estudo é o facto de, não existir a mobilização de reservas, onde estes compostos se armazenam, para a formação de gónadas e reprodução a nível sazonal (Bruslé, 1990; Belpaire, 2007; Imbert, 2008).

A enguia amarela aparenta ter alguma resistência à contaminação por metais, no entanto o longo ciclo de vida, e a suas características comportamentais, aumentam de modo substancial o perigo de bioacumulação nos seus tecidos. A presença destes contaminantes nesta espécie, para além dos efeitos directos como alterações metabólicas, danos directos nos tecidos de vários órgãos, entre eles, as brânquias, e diminuição do controlo osmótico, podem, ainda afectar, negativamente, tanto o adulto como as gerações vindouras uma vez que, aquando da migração transoceânica, as enguias prateadas mobilizam e metabolizam reservas onde estes compostos se armazenam, libertando-os nos seus tecidos e introduzindo-os nas gónadas em pleno desenvolvimento (Bruslé, 1990; Ribeiro, 2005; Belpaire, 2007).

III. Materiais e Métodos

3.1 Local

3.1.1 Caracterização do Minho

O local escolhido para a realização deste estudo foi o rio Minho Internacional localizado a noroeste de Portugal continental.

Nascendo na Serra de Meira em Espanha, a bacia hidrográfica do Minho estende-se por uma área de cerca de 17081km², sendo que destes, apenas 850 km² se situam em território português. O rio Minho define, nos últimos 70 km do seu percurso, o limite fronteiriço entre Portugal e Espanha (INAG, 2001; Lyra, 2007; Sousa, 2008).

A rede hidrográfica do Rio Minho é composta por duas linhas de água principais, o Minho e o Sil, e por um conjunto muito significativo de afluentes de menores dimensões, entre os quais se podem encontrar o Coura, o Manco, o Mouro e o Trancoso na margem portuguesa; o Tea, o Furnia e o Pego na margem espanhola, estes são os afluentes de maior importância a nível da entrada e reprodução de peixes migradores (INAG, 2001; Lyra, 2007; Picanço, 2007; Reis, 2007; Vieira-Lanero, 2010).

Na secção internacional do rio este pode ser caracterizado em 3 zonas diferentes tendo em conta as suas características geofísicas:

- A zona entre Melgaço e Monção, onde o rio é caracterizado por ter margens altas e escarpadas recobertas por uma galeria ripícola abundante, correntes bastante rápidas e, consequentemente, um leito de substrato rochoso, denominado troço montante;
- A zona entre Monção e Valença, na qual o recorte das margens se suaviza apresentando, devido à diminuição da velocidade da corrente, bancos arenosos e praias fluviais. É denominada de troço médio
- Por último a zona compreendida entre a cidade de Valença e a foz junto à vila de Caminha. Neste troço as correntes tornam-se ainda mais lentas promovendo a deposição de sedimentos e o aparecimento de zonas húmidas de elevada importância ecológica, os sapais, correspondendo ao troço inferior (INAG, 2001; Reis, 2007).

3.1.2 Caracterização e importância ecológica do estuário do Minho

O estuário do Rio Minho, com uma extensão de aproximadamente 40Km, abrange estes dois últimos troços, inferior e médio, já que o limite do estuário está definido na cidade de Valença, zona que recebe a influência da maré (INAG, 2001).



Figura. 4 Imagem de satélite da junção dos estuários do Minho e do rio Coura, com a zona de sapal contornada a vermelho.

O estuário do Minho é por si só uma região de grande valor ecológico, encontrando-se integrado, juntamente com o estuário do Rio Coura, na Rede Natura 2000, sendo igualmente uma Zona de Protecção Especial (PTZPE0001), pelo facto de ser um habitat importante para as aves aquáticas. Por outro lado, está também classificado como Sítio de Importância Comunitária (PTCON0019) devido às diferentes espécies de fauna e flora que nele habitam ou que o utilizam ao longo das suas migrações (Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008).

Composto por extensas zonas de sapal e canavial (Figura 4), o estuário do Minho apresente varias funções:

- Zona de berçário para macroinvertebrados, crustáceos e peixes;
- Local de refúgio, descanso e postura para aves;
- Zona de transição para as espécies migradoras, onde a mistura de águas fluviais e marinhas permite que as espécies diádromas se adaptem às novas

condições abióticas, através de alterações metabólicas, que vão do início da pigmentação, nas enguias, ao cessar da alimentação e início da maturação das gónadas, nas lampreias e sáveis (Lyra, 2007; Picanço, 2007; Reis, 2007).

3.1.3 Pressão sócio-económica

A população humana residente na área da bacia hidrográfica do Rio Minho em Portugal atingia em 2011 cerca de 77,704 habitantes (INE, 2011), sendo que muitos destes têm uma ligação ao rio, quer seja através da pesca, do usufruto das margens para campos de cultivo, zonas de recreio e lazer ou ainda usufruto das águas do Minho para actividades recreativas.

A pesca é uma actividade de elevada importância a nível local já que na secção internacional do rio existem espécies de elevado valor comercial, como a lampreia, o salmão, a truta, o sável, e a enguia (Picanço, 2007; Reis, 2007; Cobo, 2010).

Apesar da sua abundante riqueza em termos de biodiversidade e de espécies endémicas, o rio Minho sofre de graves problemas derivados da pressão humana, principalmente através da artificialização do seu regime hidrológico. Isto porque o Minho é um dos rios ibéricos mais intervencionados, ao nível do número de barragens que comporta (Roleira, 2010; Vieira-Lanero, 2010). Esta artificialização verifica-se não só através de barragens, mas também sob a forma de açudes e outras infra-estruturas que alterem as características das margens e do caudal e promovem degradação e a fragmentação assim como o desaparecimento da galeria ribeirinha (Reis, 2007; Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008).

Devido a esta fragmentação e artificialização do Minho, encontramos-nos numa situação preocupante uma vez que a área destinada à postura e desenvolvimento das diferentes espécies migradoras representa apenas cerca de 15% da situação pristina, o que põem em perigo a viabilidade e continuidade destas espécies (Cobo, 2010; Roleira, 2010; Vieira-Lanero, 2010).

3.2.1 Procedimento experimental na análise de meixões

Após a captura os animais foram submetidos a baixas temperaturas (-18°C), por períodos de 10 a 20 minutos, de modo a permitir a sua manipulação mas evitando, sempre, a congelação. Foram registados dados biométricos dos meixões (peso (0,01 g) e comprimento total (0,1 cm)), assim como o seu estado de pigmentação recorrendo á utilização de uma lupa binocular, Nikon SMZ800. A análise do estado de pigmentação foi efectuada segundo critérios descritos na tabela 4.

Tabela 4 Descrição dos estadios de pigmentação dos meixões. (Elie, 1982)

Estado de Pigmentação	Descrição
V_B	Estadio inicial, onde se começam a encontrar os primeiros vestígios de pigmentação na parte posterior da caixa craniana, bem como na extremidade da barbatana caudal.
VI_{A0}	Estadio onde a mancha de pigmentação alastra às áreas laterais da caixa craniana e à região dorso - lateral da barbatana dorsal
VI_{A1}	Estadio onde a dimensão dos pontos de melanina aumentam, recobrimdo as margens posteriores da caixa craniana quase por completo. Pode-se observar também o início da pigmentação do 1º arco branquial. A zona pigmentada expande alcançando a maxila e, a nível dorsal, as manchas de pigmentação provenientes das zonas caudal e cerebral unem-se.
VI_{A2}	Estadio onde ocorre o incremento da intensidade da pigmentação a nível cefálico e dorsal. A zona dorso-lateral aparece nesta fase completamente pigmentada assim como todos os arcos branquiais que passam a apresentar pigmentação bem definida.
VI_{A3}	Estadio onde se dá um novo incremento da intensidade da pigmentação a nível cefálico, ocultando por completo a caixa craniana. Início da pigmentação dos órgãos internos.
VI_{A4}	Estadio onde a parte anterior do meixão se encontra completamente pigmentada excepto as vísceras. Inicia-se a pigmentação abaixo da linha lateral

De seguida os animais foram congelados a - 20°C para análise de metais. Todo o processo descrito foi efectuado de modo a que os animais não entrassem em contacto com qualquer fonte de contaminação, tendo para isto sido utilizados materiais apropriados como pinças e facas de cerâmica.

Foi calculada a percentagem de cada estado de pigmentação e o factor de condição (K), através da fórmula $K = W \times 10^2 / L^b$, onde b é o declive da recta proveniente do logaritmo da relação peso/comprimento ($\text{Log}(W) = \text{Log}(a) + b \text{Log}(L)$) (Bagenal, 1978).

3.2.2 Procedimento experimental na análise de enguias

Foram registados dados biométricos das enguias, o peso (0,001 g), o comprimento total (0,1 cm), o comprimento da barbatana peitoral (0,05 mm) e o diâmetro horizontal e vertical de ambos os olhos (0,05 mm).

Os indivíduos capturados em Seixas, Marina da Lenta e Valença, após o registo do peso e comprimento, foram congelados a -20°C durante aproximadamente 7 dias, de modo a calcular-se um factor de correcção a utilizar na conversão de dados “congelados” para dados “a fresco”, uma vez que uma parte dos exemplares utilizados eram provenientes de amostragens anteriores ao início do estudo preservados através da congelação, antes do registo dos dados biométricos.

Todos os indivíduos foram dissecados de modo a permitir o acesso aos órgãos internos. O sexo de cada exemplar foi determinado, sempre que possível, através da observação das gónadas (Tesch, 2003).

Com os dados obtidos foram calculados o factor de condição (K), através da fórmula $K = W \times 10^2 / L^b$ (Bagenal, 1978), a percentagem de fêmeas, machos e indivíduos indiferenciados bem como a percentagem de enguias prateadas através dos índices de Durif, *et al.* (2009) e Pankhurst, *et al.* (1982).

Em Durif *et al.* (2009) cada enguia pode ser integrada num dos estadios de desenvolvimento:

- $SI^{(equ.1)}$ – enguia amarela (machos e fêmeas residentes, sexualmente indiferenciados);
- $SFII^{(equ.2)}$ – enguia amarela (fêmeas residentes);
- $SFIII^{(equ.3)}$ – enguia pré-migrante (fêmeas);
- $SFIV^{(equ.4)}$ – enguia prateada/migrante (fêmeas);
- $SFV^{(equ.5)}$ – enguia prateada/migrante (fêmeas);
- $SMII^{(equ.6)}$ – enguia prateada/migrante (machos);

Sendo esta classificação determinada através do resultado obtido das seguintes equações

$$SI = -61,276 + 0,242 L - 0,108 W + 5,546 MD + 0,614 FL \quad (equ.1)$$

$$SFII = -87,995 + 0,286 L - 0,125 W + 6,627 MD + 0,838 FL \quad (equ.2)$$

$$SFIII = -109,014 + 0,280 L - 0,127 W + 9,108 MD + 1,182 FL \quad (equ.3)$$

$$SFIV = -113,556 + 0,218 L - 0,103 W + 12,187 MD + 1,230 FL \quad (equ.4)$$

$$SFV = -128,204 + 0,242 L - 0,136 W + 12,504 MD + 1,821 FL \quad (equ.5)$$

$$SMII = -84,672 + 0,176 L - 0,116 W + 12,218 MD + 1,295 FL \quad (equ.6)$$

em que W corresponde ao peso (g), L ao comprimento (mm), MD é a média dos diâmetros, vertical e horizontal, do olho direito de cada indivíduo (mm) e FL corresponde ao comprimento da barbatana peitoral direita de cada indivíduo (mm)

A equação cujo valor seja mais elevado, será a representativa do grupo ao qual a enguia em estudo pertence.

Já em Pankhurst *et al.* (1982), apenas se classificam as enguias em enguias amarelas ou enguias prateadas sendo que, para isso, se tem em conta se o resultado da equação do Índice Ocular (IE)^(equ.7), é superior ou inferior a 6,5.

$$IE = ((Dh+Dv)/4)^2 \times (\pi / L) \text{ (equ.7)}.$$

Onde Dh e Dv correspondem, respectivamente, ao diâmetro horizontal e vertical do olho direito de cada enguia e L ao comprimento total do animal. Todas estas medidas registadas em milímetros (mm).

Foram recolhidas amostras de fígado e músculo de cada uma das enguias, para análise de metais. Para cada uma das amostras foi registado o seu peso (0,001 g). Foram também recolhidas as bexigas-natatórias de cada enguia que, juntamente com as amostras de fígado e músculo, foram armazenadas a - 20°C até serem processadas.

Inicialmente, as amostras de músculo e fígado de cada local foram agrupadas tendo em conta o facto de as enguias, de onde eram provenientes, estarem ou não infectadas pelo parasita. Dentro destes grupos as amostras foram depois subdivididas tendo em conta o tamanho das enguias. Isto por que é possível associar o tamanho das enguias amarelas, com o tempo de permanência destas no rio (Adam, 2008).

Assim, amostras provenientes de enguias contaminadas foram depois agrupadas nas seguintes categorias de comprimento:

- Entre os 15 e os 30 cm, enguias que estão no rio há 3 anos;
- Superior a 30 cm, enguias que estão no rio há mais de 3 anos;

Isto, teoricamente, permitiria observar a diferença de concentrações em diferentes fases da vida das enguias e acompanhar a variação destas. No caso das enguias não infectadas o seu número foi bastante reduzido, pelo que não foram agrupadas quanto ao tamanho, aquando da análise, tendo sido efectuado um homogeneizado por local.

3.2.3 Procedimento experimental na análise de *A. crassus*

Para o estudo do parasita *A. crassus* as bexigas-natatórias foram abertas e verificou-se se a enguia estava infectada com *A. crassus*. Em caso afirmativo, foram identificados os estados de desenvolvimento presentes, L3, L4 e adultos (De Charleroy, 1990), e para cada um deles contabilizado o seu número. No caso de estarem presentes larvas da fase de desenvolvimento, L2 livres ou ainda dentro do ovo, apenas foi registada a sua presença. A observação, identificação e contagem dos parasitas foi efectuada recorrendo a uma lupa binocular, Nikon SMZ800.

Os parasitas foram recolhidos e armazenados em placas de petri, à temperatura ambiente, até ao processamento.

Devido ao reduzido peso destes indivíduos, apesar do seu número elevado, tornou-se necessário analisá-los em grupo, não sendo possível realizar análises pelas mesmas classes de tamanhos das enguias.

Com os dados acima recolhidos foram determinadas as taxas de prevalência por cada zona amostrada bem como a intensidade média, segundo a metodologia de Bush *et al.* (1997). Foi também analisada a relação entre o número de parasitas e o tamanho das enguias, assim como o factor de condição (K), calculado através da fórmula $K = W \cdot 10^2 / L^b$ (Bagenal, 1978), entre as enguias infectadas e as não infectadas.

As enguias provenientes da “Marina” em Vila Nova de Cerveira foram submetidas a um tratamento estatístico extra, tendo sido utilizadas para analisar a evolução temporal da taxa de prevalência média nos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011, pois era o único ponto para o qual esta informação existia.

Foram ainda determinadas a densidade de enguias, para vários dos locais de amostragem, de modo a relacionar esta medida com a taxa de prevalência observada nesses mesmos locais.

3.2.4 Procedimento experimental na análise de sedimentos

Aquando da captura das enguias procedeu-se, também à recolha de sedimentos nos mesmos locais. Esta recolha foi efectuada através de uma draga do tipo van Veen, e para a amostra foram evitados os sedimentos que entraram em contacto directo com a draga, de modo a evitar possíveis contaminações.

3.3 Procedimento experimental na análise de metais

A determinação dos metais, Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Crómio (Cr), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) no sedimento, no meixão, no músculo e fígado de enguias adultas bem como nos exemplares de *A. crassus* recolhidos, seguiu o procedimento descrito por Reis & Almeida (2008) e Reis *et al.* (2007).

Para prevenir contaminações todos os materiais foram mergulhados em 20% (v/v) ácido nítrico durante pelo menos 24 h, passados várias vezes por água ultra-pura filtrada (condutividade 0,054 uS/cm a 25°C, Millipore System) e secs na estufa.

3.3.1 Sedimentos

As amostras de sedimento, secas a 60°C na estufa, durante, aproximadamente 2 dias, após homogeneização, foram peneiradas por uma rede de 2 mm de malha. Réplicas de aproximadamente 300 mg destas foram digeridas em vasos de Teflon (modelo 4782, Parr), numa de 5mL solução de HNO₃ concentrado, a alta pressão, por exposição a microondas de 500 W (modelo NE-1037, Panasonic). Foram efectuadas duas digestões sucessivas de 5 minutos entre foi efectuada uma etapa de arrefecimento de pelo menos 2 horas, em banho de gelo.

Os metais foram determinados por Espectrofotometria de Absorção Atómica (AAS) com Atomização da Chama e Atomização Electrotérmica (Câmara de Grafite), usando o Espectrómetro Varian SpectrAA 220FS acoplado com a unidade CTA110. (AAS, SpectrAA 220 FS, Varian), dependendo dos níveis de metais na amostra e do elemento a determinar.

O material de referência que se considerou mais adequado tendo em conta o tipo de amostra foi o SRM 2702 (“Inorganics in Marine Sediment”) adquirido junto do National Institute of Standards and Technology, USA para cada solução analisada, o Software Varian foi programado para uma precisão inferior a 10% entre leituras, com um máximo de 4 leituras por réplica, para assegurar a reprodutibilidade das leituras.

3.3.2 Tecidos

Réplicas de aproximadamente 300 mg destes tecidos foram digeridas em vasos de Teflon (modelo 4782, Parr), numa de 5mL solução de HNO₃ concentrado, a alta pressão, por exposição a microondas de 500 W (modelo NE-1037, Panasonic). Foram efectuadas duas digestões sucessivas de 5 minutos e entre cada foi efectuada uma etapa de arrefecimento de pelo menos 2 horas, em banho de gelo.

Os metais foram determinados por Espectrofotometria de Absorção Atómica (AAS) com Atomização da Chama e Atomização Electrotérmica (Câmara de Grafite), usando o Espectrómetro Varian SpectrAA 220FS acoplado com a unidade CTA110. (AAS, SpectrAA 220 FS, Varian), dependendo dos níveis de metais na amostra e do elemento a determinar.

Os materiais de referência que se consideraram mais adequados tendo em conta o tipo de amostras foram: Dorm-2 (músculo de “Dogfish”, certificado para as concentrações de Cd, Cr, Cu, (Hg), Ni, Pb e Zn); Tort-2 (hepatopâncreas de lagosta, certificado para as concentrações de Cd, Cr, Cu, (Hg,) Ni, Pb e Zn). Os materiais Dorm-2 e Tort-2 foram adquiridos junto do National Research Council of Canada. Para cada solução analisada, o Software Varian foi programado para uma precisão inferior a 10% entre leituras, com um máximo de 4 leituras por réplica, para assegurar a reprodutibilidade das leituras.

3.4 Tratamento estatístico

Procedeu-se ao tratamento estatístico dos dados, utilizando o programa estatístico “SPSS – Statistics 17.0”. Foi utilizada ANOVA para determinar diferenças entre os vários meses analisados, relativamente aos pesos e comprimentos dos meixões, sendo estas seguidas de testes Post Hoc Tukey HSD. Também no estudo dos estados de desenvolvimento dos meixões foram utilizadas correlações de Pearson para determinar a relação existente entre o comprimento e o estado de pigmentação.

Em relação às enguias amarelas, procedeu-se à realização de uma ANOVA para o estudo do factor de condição (K) destas nos diferentes locais amostrados.

No que refere à relação entre o comprimento médio e a prevalência dos vários locais e à relação K das enguias parasitadas e não parasitadas, por local, foi utilizada a correlação de Pearson e testes t - Student.

Para a análise das concentrações de metais presentes nos meixões foram utilizados testes t – Student.

Já para os restantes elementos, tecidos (músculo, fígado e parasitas) e sedimento foram efectuadas ANOVAS seguidas do teste Post Hoc S-N-K, através do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins.

IV. Resultados

4.1 Meixão

4.1.1 Recrutamento

Entre Dezembro de 2009 e Abril de 2011, através de campanhas de amostragens mensais, foram capturados 1240 enguias de vidro. Analisando os diferentes meses de capturas (Figuras 6 e 7) pode verificar-se que os valores mais elevados ocorreram em Dezembro de 2009 (época 2009/2010) e Fevereiro de 2011 (época 2010/2011).

Nas Figuras 6 e 7 apresentam-se os valores correspondentes ao valor da pesca de enguia de vidro, tendo em conta que, nos meses de Dezembro de 2010 e Janeiro de 2011 não foi possível obter amostras.

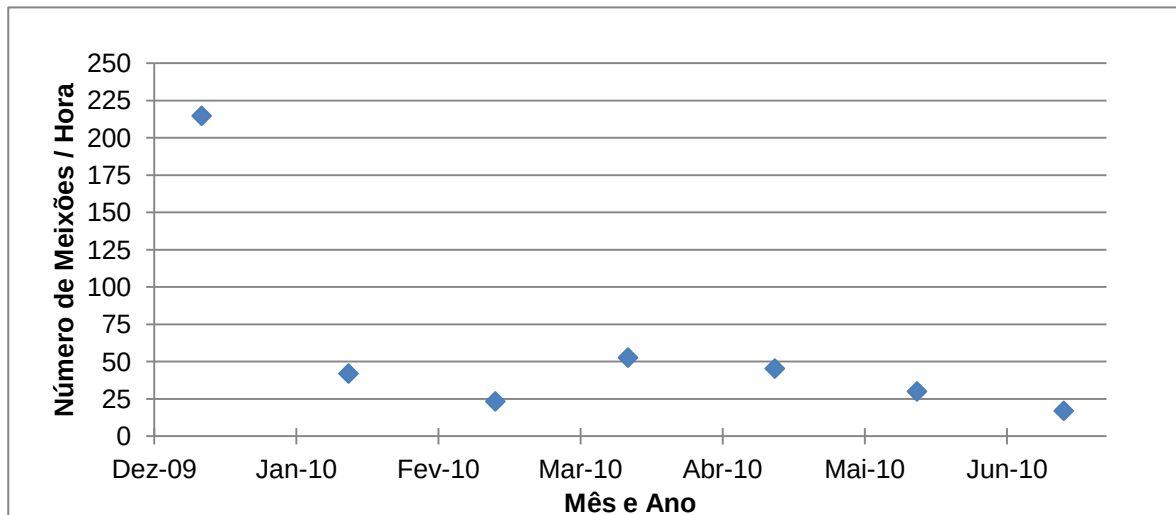


Figura. 6 Valores de pesca de meixão entre Dezembro de 2009 e Junho de 2010 por hora amostragem (N=639).

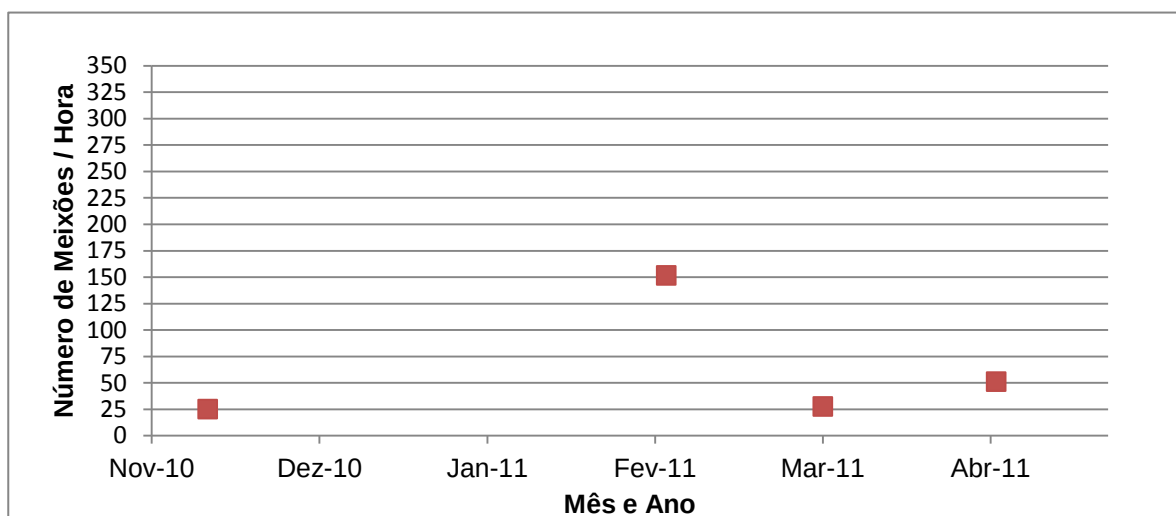


Figura. 7 Valores de pesca de meixão entre Novembro de 2010 e Abril de 2011 por hora de amostragem (N=590).

Podemos verificar que a quantidade de meixão capturada varia, de forma acentuada, conforme o mês de captura, apresentando um máximo de 214 meixões/h em Dezembro de 2009 e um mínimo de 17 meixões/h em Junho de 2010.

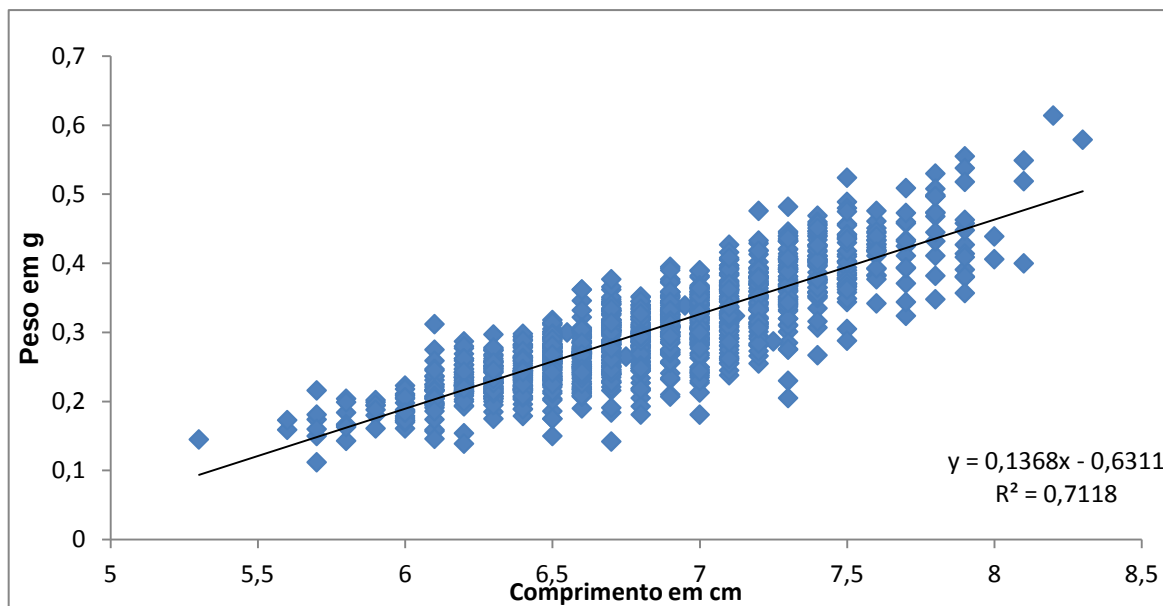


Figura. 8 Relação Peso/Comprimento obtida para os meixões capturados no Minho entre Dezembro de 2009 e Abril de 2011 (N=1240)

Os indivíduos recolhidos apresentavam, quando analisados em conjunto, um comprimento médio de 6,8 ($\pm 0,4$) cm e peso médio de 0,3 ($\pm 0,1$) g (Figura 8).

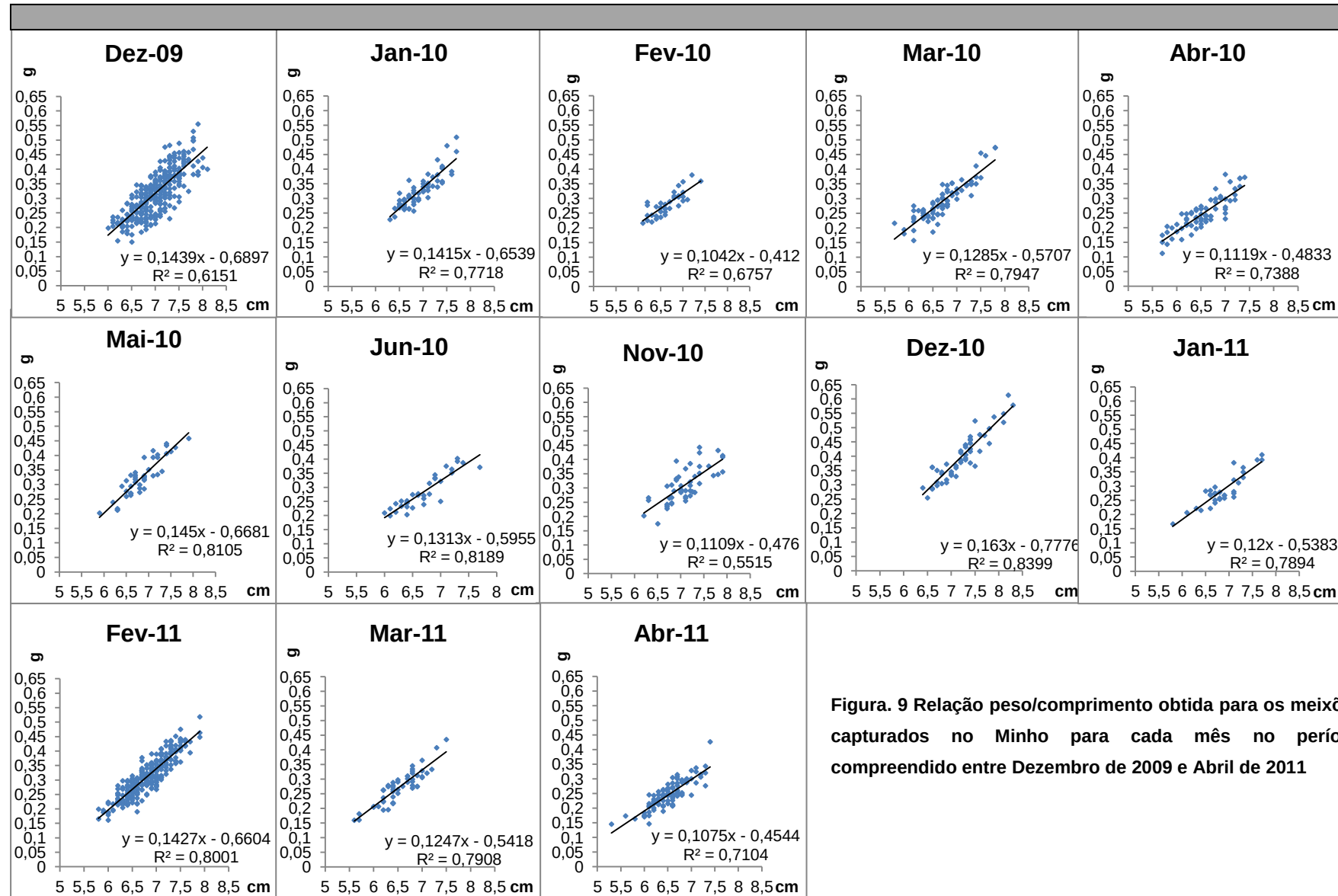


Figura. 9 Relação peso/comprimento obtida para os meixões capturados no Minho para cada mês no período compreendido entre Dezembro de 2009 e Abril de 2011

Analisando o peso médio dos meixões capturados nos diferentes meses, podemos ver que existem diferenças significativas entre estes ($F = 24,664$ e $p < 0,001$) (Figura 10 e Tabela 5).

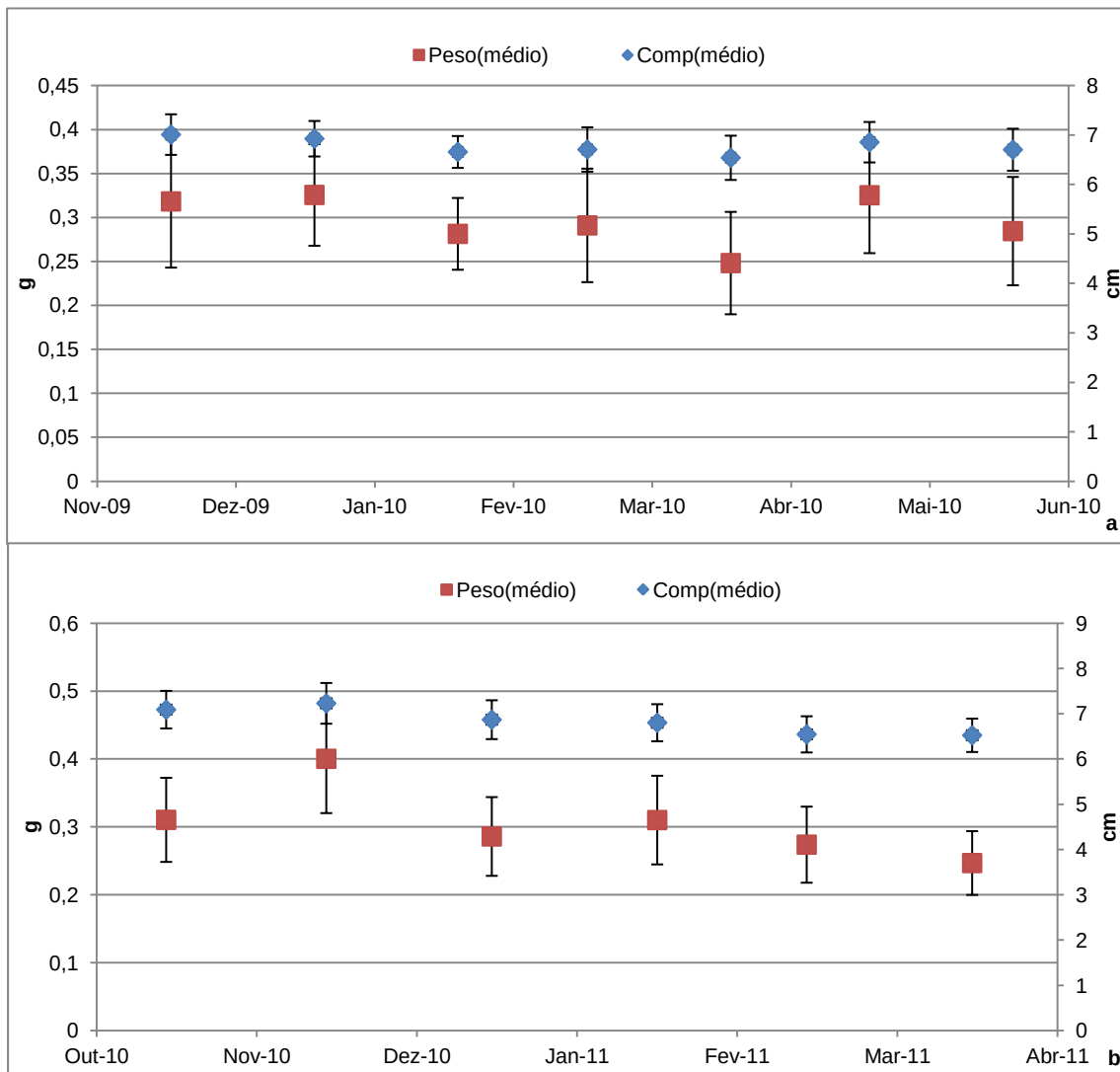


Figura. 10 Variação dos pesos (g) e comprimentos (cm) médios ao longo das épocas de captura 2009/2010 (a) e 2010/2011 (b) (N=1240).

Os menores valores do peso médio verificaram-se em Abril de 2010 e 2011 ($0,25 \pm 0,058g$ e $0,25 \pm 0,047g$) enquanto os valores mais elevados registaram-se no mês de Dezembro 2010 ($0,4 \pm 0,08g$). Em relação ao comprimento médio, obteve-se o valor mínimo e máximo em Abril 2011 ($6,5 \pm 0,45cm$) e Dezembro 2010 ($7,23 \pm 0,45cm$), respectivamente.

Agrupando e tendo em conta a similaridade entre médias, encontramos 5 grupos distintos (Tabela 5)

Tabela 5 Resultados obtidos através do teste de Tukey agrupando os diferentes meses tendo em conta a similaridade das suas médias.

Mês		N	$\alpha = 0,05$				
			1	2	3	4	5
Tukey HSD	Abr-2010	68	0,2452				
	Abr-2011	102	0,2466				
	Mar-2011	55	0,2726	0,2726			
	Fev-2010	35	0,2810	0,2810	0,2810		
	Jun-2010	34	0,2814	0,2814	0,2814		
	Jan-2011	32	0,2857	0,2857	0,2857	0,2857	
	Mar-2010	79		0,2906	0,2906	0,2906	
	Fev-2011	303		0,3099	0,3099	0,3099	
	Nov-2010	50		0,3100	0,3100	0,3100	
	Mai-2010	45			0,3176	0,3176	
	Dez-2009	322			0,3183	0,3183	
	Jan-2010	63				0,3253	
	Dez-2010	52					0,4001
	Sig.		0,056	0,113	0,116	0,070	1,000

Podemos verificar, através dos valores de significância de cada grupo, que os meses mais similares entre si são os integrados no terceiro grupo ($p=0,116$), sendo estes meses em que as médias dos pesos de cada mês são mais próximas.

O mês mais divergente corresponde a Dezembro de 2010, cujo valor médio para o peso dos indivíduos se apresenta muito mais elevado do que os restantes.

Na Figura 11 apresentamos os dados de caudais em Salvaterra entre os meses de Novembro de 2009 e Junho de 2010, cedidos pela Confederação Hidrográfica do Minho e Sil. Nestes podemos verificar que os meses de Dezembro de 2009 e Janeiro de 2010 foram os que registaram valores de caudal mais elevados.

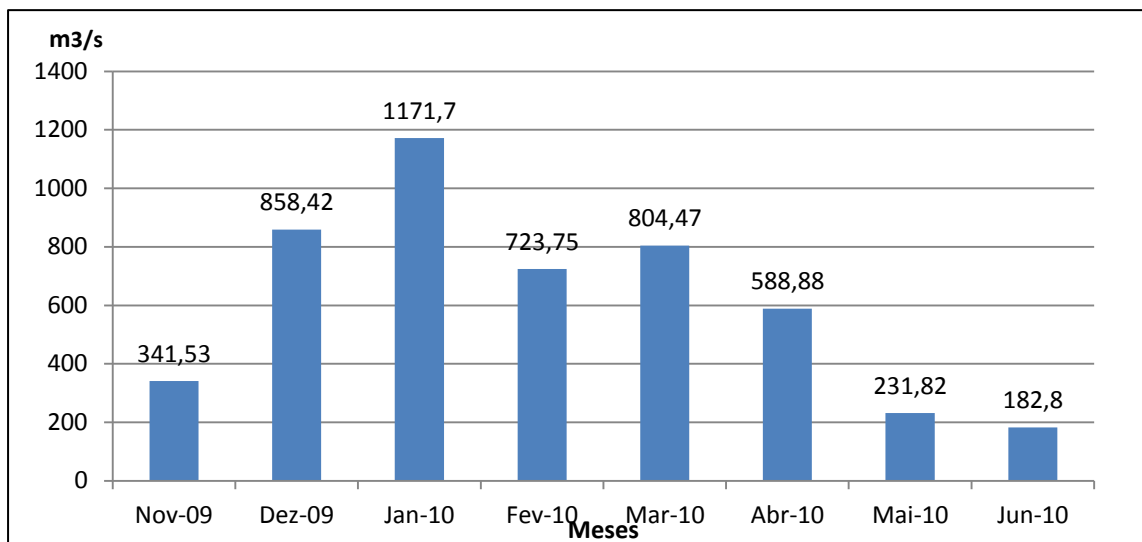


Figura. 11 Dados de caudal do rio Minho em Salvaterra Fonte: Confederação Hidrográfica do Minho e Sil.

4.1.2 Estado de Pigmentação

Analisando os meixões quanto ao estado de pigmentação, aquando da captura, verificamos que estes se distribuem por 6 categorias de classificação: **V_B**, **VI_{A0}**, **VI_{A1}**, **VI_{A2}**, **VI_{A3}**, **VI_{A4}**. Dos 1240 meixões observados, cerca de 26,61% pertenciam ao estado de pigmentação **V_B**, 26,77% ao **VI_{A0}**, 10% ao **VI_{A1}**, 3 % ao **VI_{A2}**, 1% no **VI_{A3}** e 0,1% ao **VI_{A4}** (Figura 12).

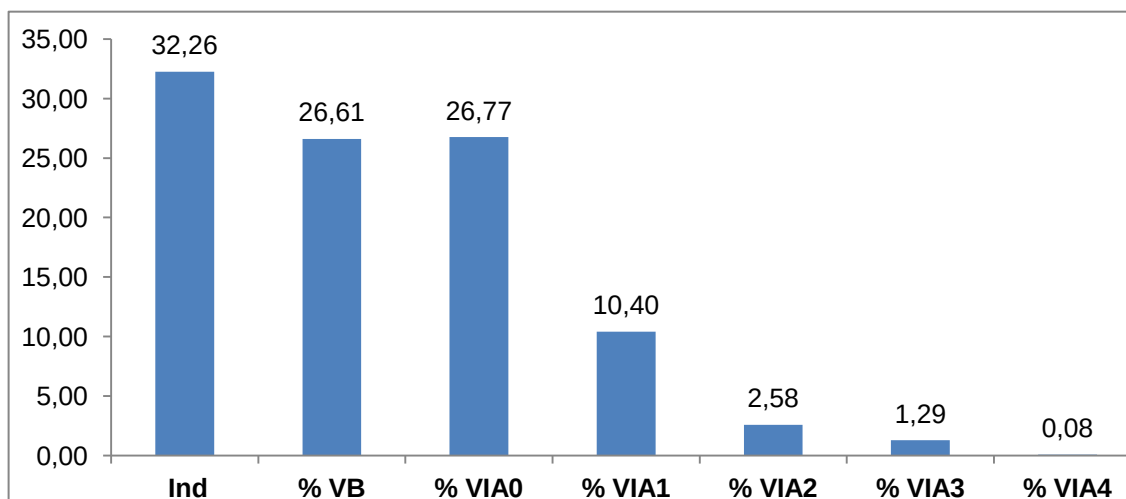


Figura. 12 Percentagem de Indivíduos em cada estado de pigmentação, entre Dezembro de 2009 e Abril de 2011 (N=1240)

Do conjunto, em 32,26% dos indivíduos não foi possível avaliar o seu estado de pigmentação.

Encontrou-se uma correlação positiva entre o comprimento dos indivíduos e o estado de pigmentação ($p=0,005$).

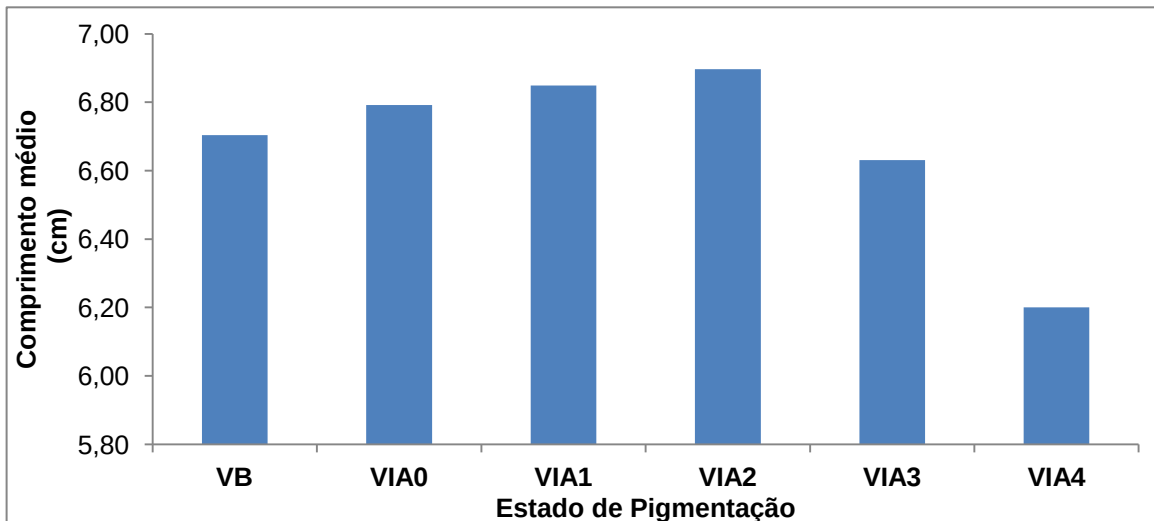


Figura. 13 Comprimento médio dos Indivíduos em cada estado de pigmentação, entre Dezembro de 2009 e Abril de 2011 (N=855).

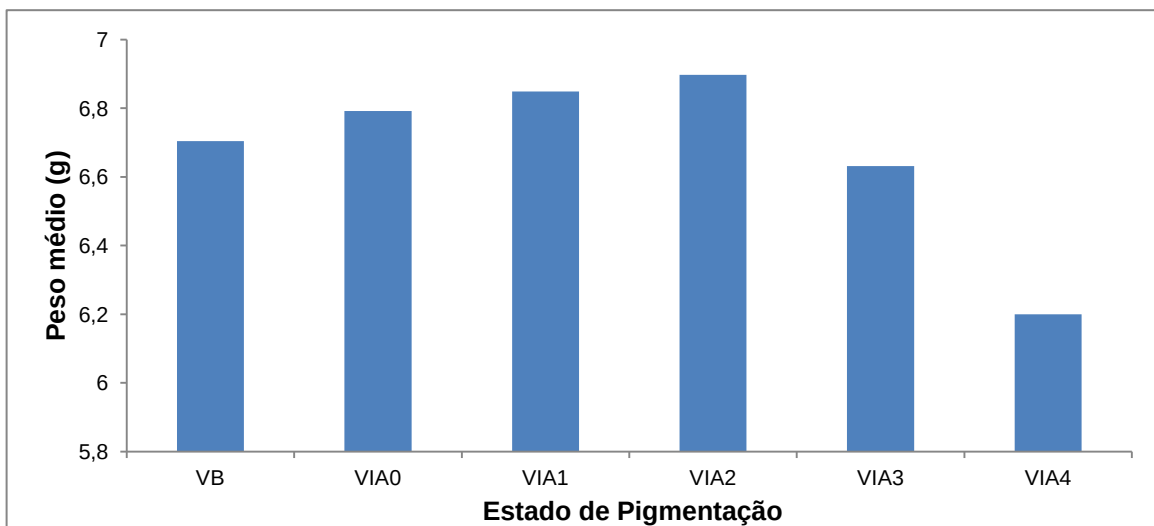


Figura. 14 Peso médio dos Indivíduos em cada estado de pigmentação, entre Dezembro de 2009 e Abril de 2011 (N=855).

A mesma análise percentual foi feita para cada mês de modo a caracterizar os meixões ao longo do ano (Figura 15). Nesta análise não foram considerados os meses de Dezembro 2009 e Janeiro 2010, devido à ausência de amostra.

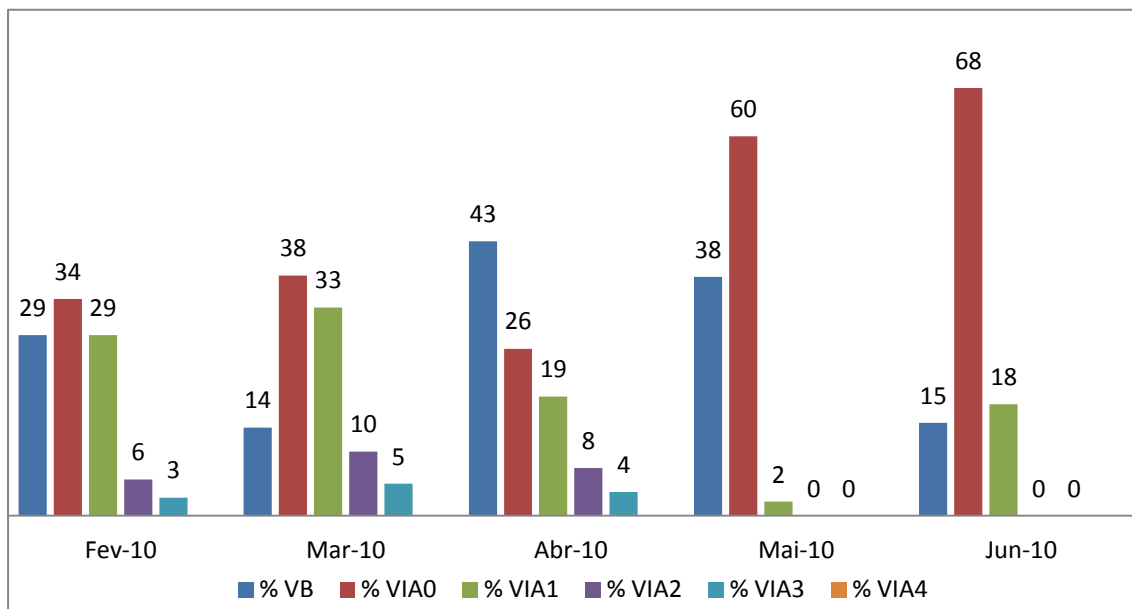


Figura. 15 Percentagem de indivíduos capturados em cada estado de pigmentação entre Fevereiro de 2010 e Junho de 2010) (N=261).

Pode observar-se que, na época de captura 2009/2010, o estágio VI_{A0} foi o que surgiu com maior percentagem ao longo dos meses analisados, com excepção do mês de Abril 2010 (VB) (Figura 15 e16). Observou-se também que com o avançar dos meses houve um aumento da percentagem de indivíduos neste estado de pigmentação, apresentando uma tendência linear ($R^2 = 0,636$), assim como um decréscimo da percentagem de indivíduos pertencentes ao estágio V_B .

Do mesmo modo o estágio VI_{A1} apresentou um pico em Março de 2010 (33%) decrescendo durante os dois meses seguintes (19 e 2%) e voltando depois a aumentar ligeiramente (18%) (Figura 15 e16).

Também VI_{A2} e VI_{A3} apresentam picos de valor máximo no mês de Março, se bem que estes bastante mais baixos que VI_{A1} , 10 e 5 % respectivamente. Após estes picos, o seu número diminui no mês de Abril e Maio e em Junho já não são encontrados (Figura 15 e 16).

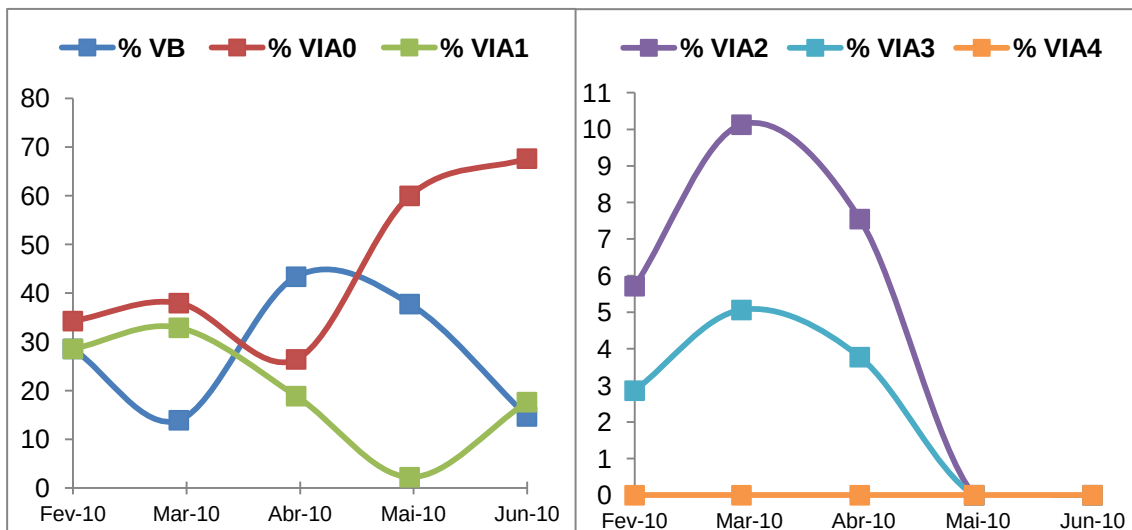


Figura. 16 Percentagem de meixões em V_B , VI_{A0} , VI_{A1} , VI_{A2} , VI_{A3} e VI_{A4} entre Fevereiro e Junho de 2010 (N=261).

Já na época 2010/2011, pode ser observado um pico em Dezembro de 2010 no que diz respeito ao grupo VI_{A1} (54%), no entanto este diminui de modo acentuado (22, 8, 4 e 12 %) dando lugar a indivíduos do grupo de pigmentação V_B (34, 48, 58, 51,6%) (Figura 17 e 18).

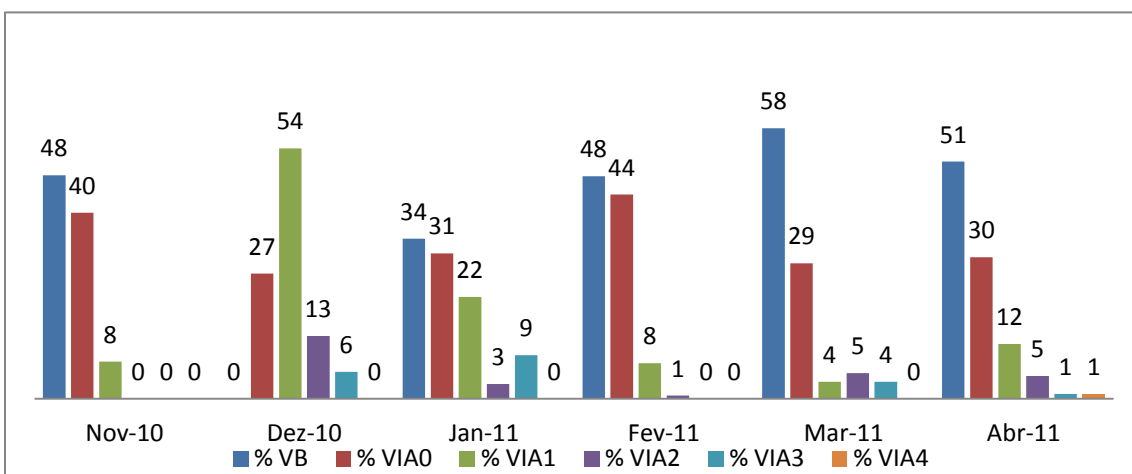


Figura. 17 Percentagem de indivíduos capturados em cada estado de pigmentação entre Novembro de 2010 e Abril de 2011 (N=594).

Constata-se, também, que a presença de indivíduos em VI_{A0} , neste período, é mais ou menos constante, variando entre os 27 e os 44% ao longo dos 6 meses analisados, para esta época de captura (Figura 17 e 18).

Neste período temporal, podemos observar que tanto VI_{A2} como VI_{A3} apresentam dois picos bem distintos. Em relação a VI_{A2} , o valor máximo encontrado foi de 13% no mês de Dezembro enquanto o outro pico evidente ocorreu no mês de Março e corresponde a 5%. Já para VI_{A3} o pico mais elevado pode ser encontrado no mês de Janeiro com um valor de 9%, enquanto o seguinte corresponde também ao mês de Março com um valor de 4% (Figura 17 e 18).

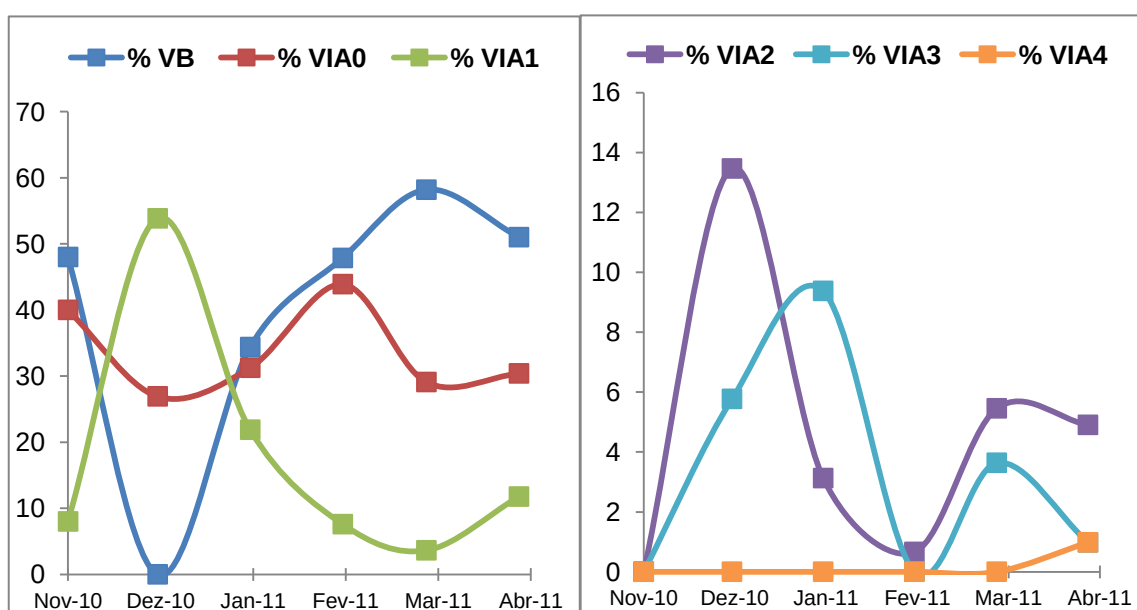


Figura. 18 Percentagem de meixões em VB , VI_{A0} , VI_{A1} , VI_{A2} , VI_{A3} e VI_{A4} entre Novembro de 2010 e Abril 2011 (N=594).

Neste período encontramos pela primeira vez a presença de elementos no estadio VI_{A4} . Estes foram registados no mês de Abril de 2011 com um valor correspondente a 1% da captura (Figura 17 e 18).

4.1.3 Factor de Condição de Fulton

Quando ao Factor de Condição de Fulton (K) (Bagenal, 1978), podemos observar que, para cada ano, há um decréscimo acentuado do K entre Dezembro e Janeiro em 2009/2010, Novembro e Dezembro em 2010/2011. Após este decréscimo acentuado no ano 2009/2010 nota-se um pequeno aumento no mês seguinte, Fevereiro, mas em Março vemos, novamente, a diminuição do K sendo que esta tendência se mantém até Maio. Apenas no final de Maio, início de Junho se volta a ver, um pequeno aumento do K (Figura 19).

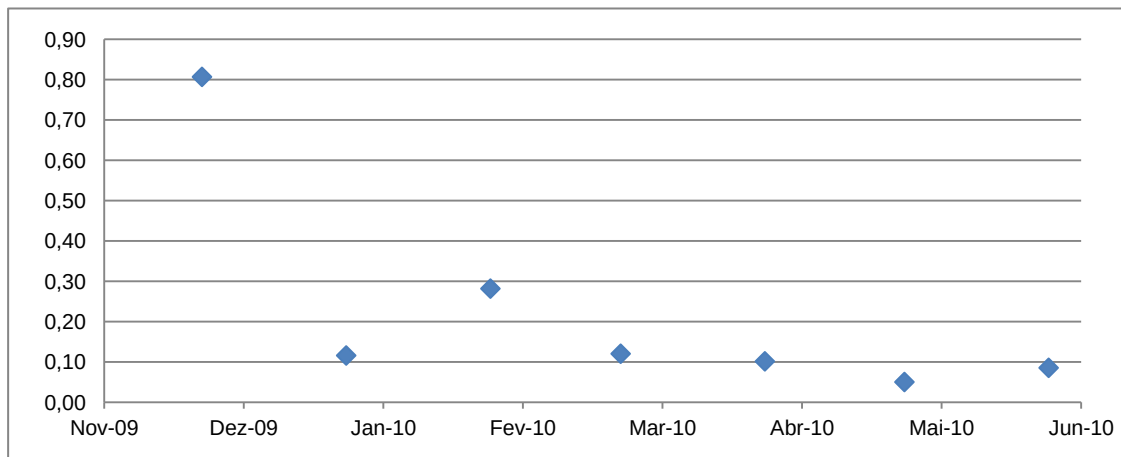


Figura. 19 Factor de Condição (K) mensal médio dos indivíduos capturados entre Dezembro de 2009 e Junho 2010 (N=646)

Já para ano de 2010/2011 podemos verificar que após um decréscimo acentuado do K ocorrido entre Novembro de 2010 e Dezembro de 2010, este mantém a sua tendência decrescente até ao mês de Fevereiro de 2011, sem bem que esta seja muito mais suave

A partir do final do mês de Fevereiro, começa, então, a verificar-se uma alteração nesta tendência, sendo que os valores de K passam a aumentar chegando a atingir valores ainda mais elevados do que os observados em Novembro de 2010 (Figura 20).

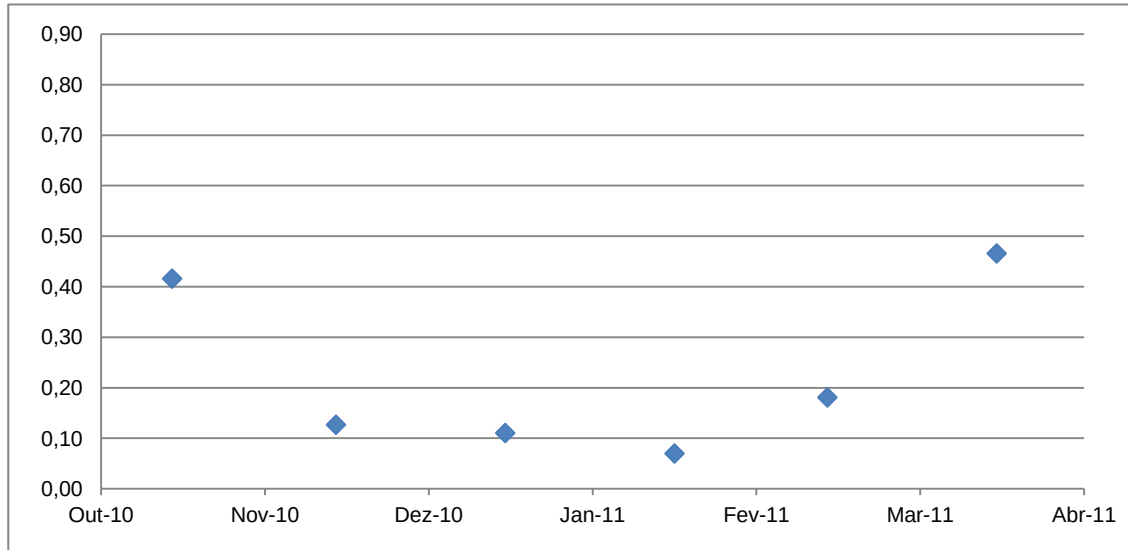


Figura. 20 Factor de Condição (K) mensal médio dos indivíduos capturados entre Novembro de 2010 e Abril de 2011 (N=594).

4.2 Enguias amarelas e prateadas

4.2.1 Factores de Correção

Em relação à enguia amarela foram capturadas um total de 402 indivíduos. Visto que, uma parte dos exemplares utilizados neste trabalho eram exemplares que tinham sido capturados antes do início do estudo e que foram preservados, através da congelação, antes dos seus dados biométricos serem registados, houve a necessidade de estimar um factor de correcção que permitissem a conversão destes dados “congelado” para dados “a fresco”.

Para isso, as enguias provenientes de Seixas, Valença, e uma parte das capturadas na Marina da Lenta em Vila Nova de Cerveira, foram, após determinados os seus parâmetros biométricos, congeladas, durante um período de aproximadamente uma semana, após a qual os seus dados biométricos foram novamente registados, de modo a se proceder, à determinação do coeficiente de correcção. Obtivemos então:

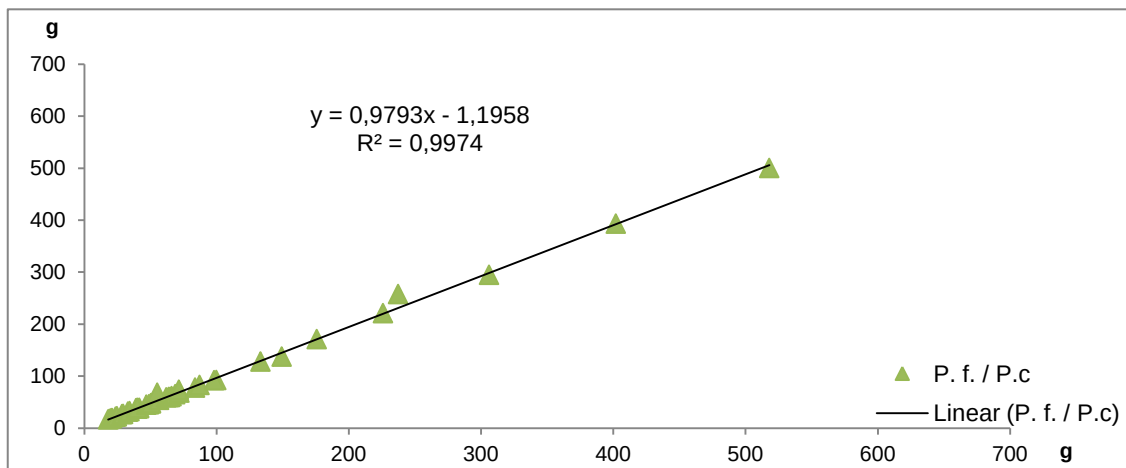


Figura. 21 Relação entre o Peso Fresco (P.f.) das enguias capturadas e o seu Peso Congelado (P.c.) (N=41).

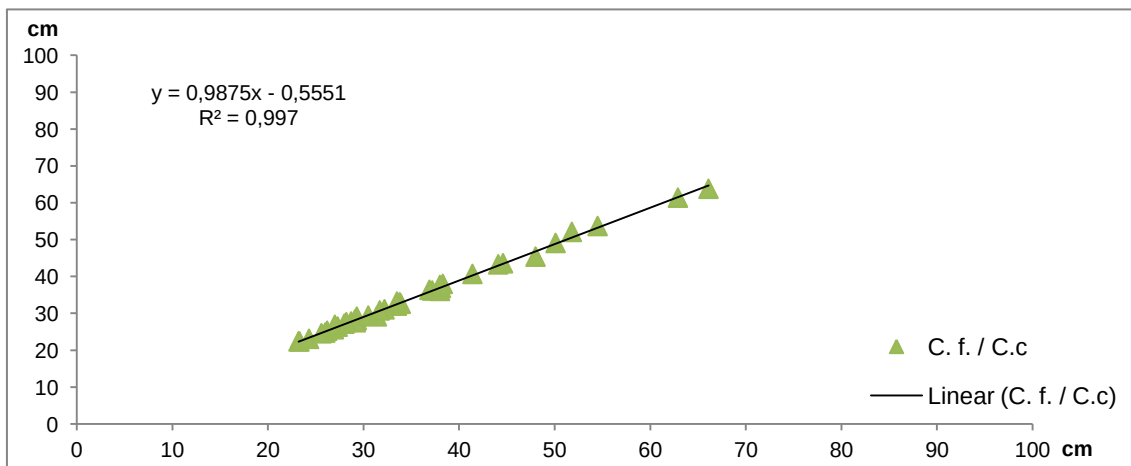


Figura. 22 Relação entre o Comprimento Fresco (C.f.) das enguias capturadas e o seu Comprimento Congelado (C.c.) (N=41).

Utilizando as equações das retas obtidas chegou-se então as seguintes equações:

- Factor de correção para o Comprimento: $C.f.cal = C.c. + 0,5521 / 0,9875$

- Factor de correção para o Peso: $P.f.cal = P.c. + 1,1958 / 0,9793$

De onde se obteve:

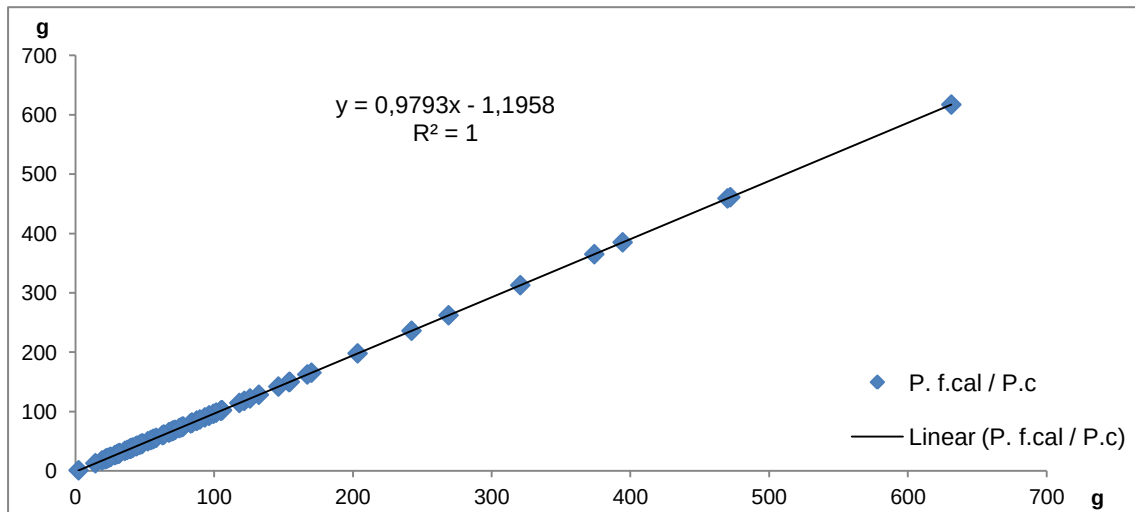


Figura. 23 Relação entre o Peso Fresco Calculado (P.f.cal) das enguias capturadas e o seu Peso Congelado (P.c.) (N=41).

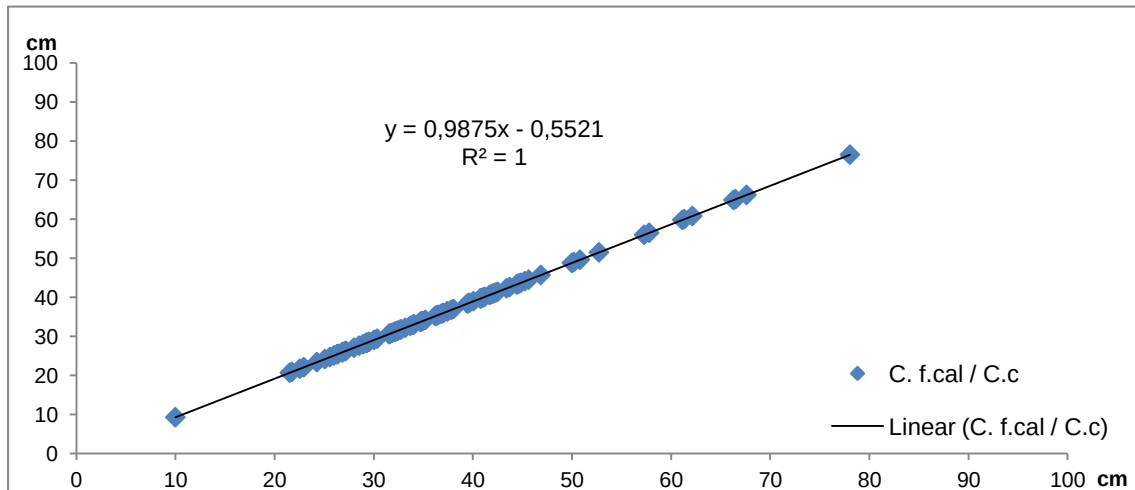


Figura. 24 Relação entre o Comprimento Fresco Calculado (C.f.cal) das enguias capturadas e o seu Comprimento Congelado (C.c.) (N=41).

De modo a verificar a validade dos valores obtidos foram então sobrepostos os valores obtidos a fresco com os valores obtidos através da recta (figuras 25 e 26).

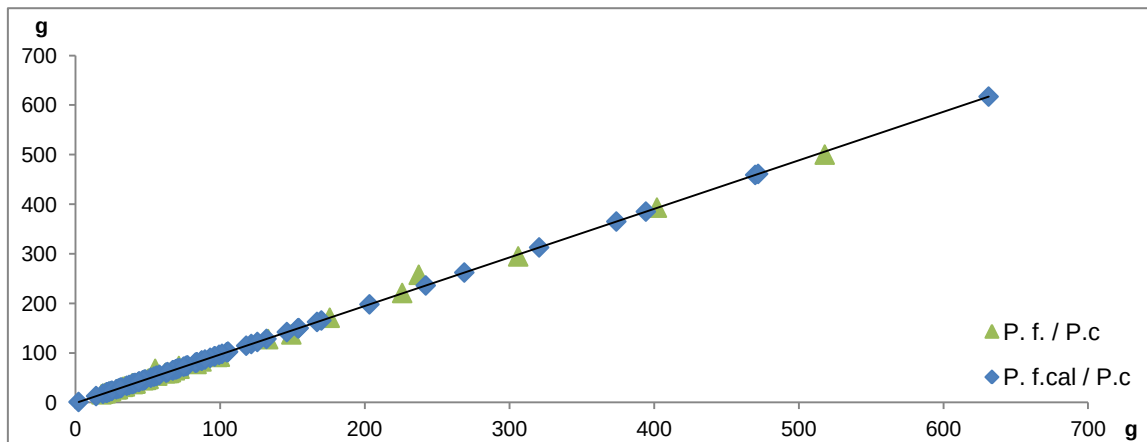


Figura. 25 Comparação das relações obtidas para o Peso Fresco (P.f.) vs o Peso Congelado (P.c.) e para o Peso Fresco Calculado (P.f.cal) vs o Peso Congelado (P.c.) (N=41).

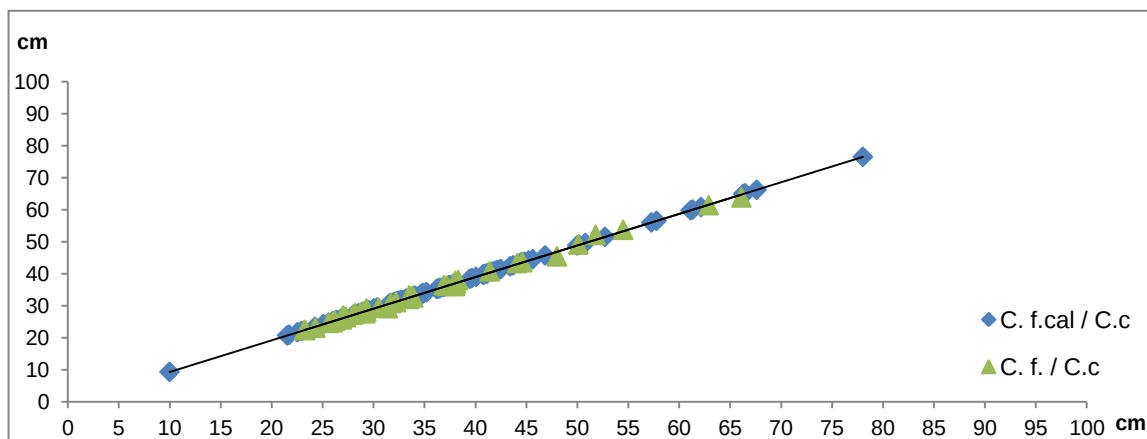


Figura. 26 Comparação das relações obtidas para o Comprimento Fresco (C.f.) vs o Comprimento Congelado (C.c.) e para o Comprimento Fresco Calculado (C.f.cal) vs o Comprimento Congelado (C.c.) (N=41).

Como se pode verificar, existe concordância entre os dados frescos e os dados calculados, pelo que a recta obtida passou a ser utilizada para converter os valores das enguias congeladas.

Do mesmo modo tentou calcular-se um factor de correcção para os diâmetros Oculares Horizontais (Figuras 27, 28, 29) e Verticais (Figuras 30, 31, 32) bem como para o comprimento da barbatana peitoral (Figuras 33, 34, 35). No entanto, os valores obtidos diferiam muito dos originais pelo que, o factor de conversão acabou por ser rejeitado.

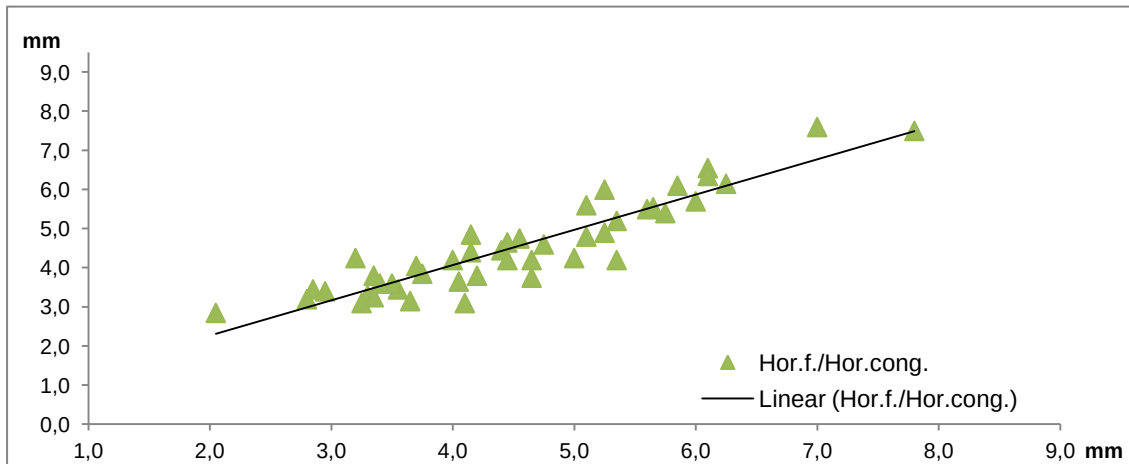


Figura. 27 Relação entre o Diâmetro Ocular Horizontal Fresco (Hor.f.) das enguias capturadas e o seu Diâmetro Ocular Horizontal Congelado (Hor.cong) (N=41).

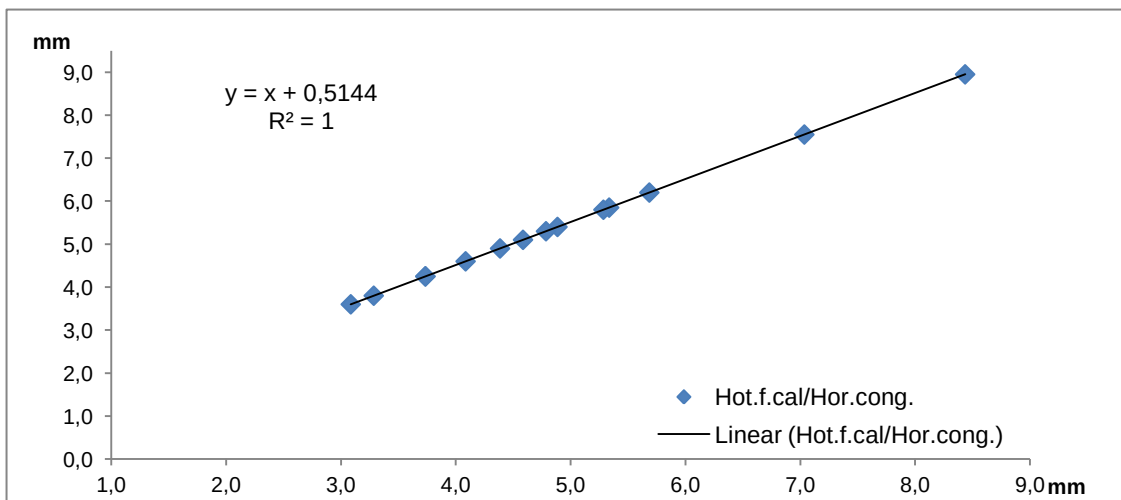


Figura. 28 Relação entre o Diâmetro Ocular Horizontal Fresco Calculado (Hor.f.cal.) das enguias capturadas e o seu Diâmetro Ocular Horizontal Congelado (Hor.cong) (N=41).

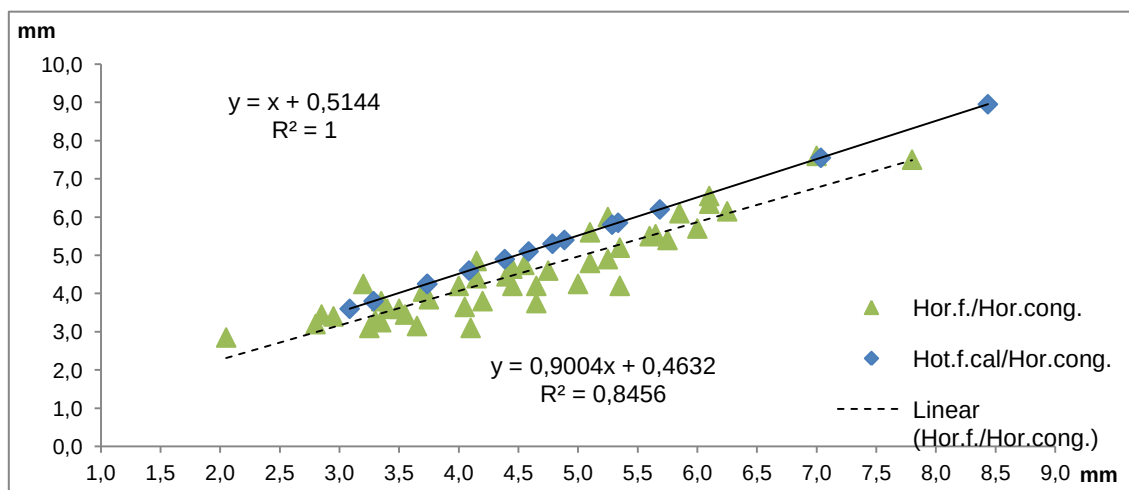


Figura. 29 Comparação das relações obtidas para Diâmetro Ocular Horizontal Fresco (Hor.f.) vs o Diâmetro Ocular Horizontal Congelado (Hor.cong) e para o Diâmetro Ocular Horizontal Fresco Calculado (Hor.f.cal.) vs o Diâmetro Ocular Horizontal Congelado (Hor.cong) (N=41).

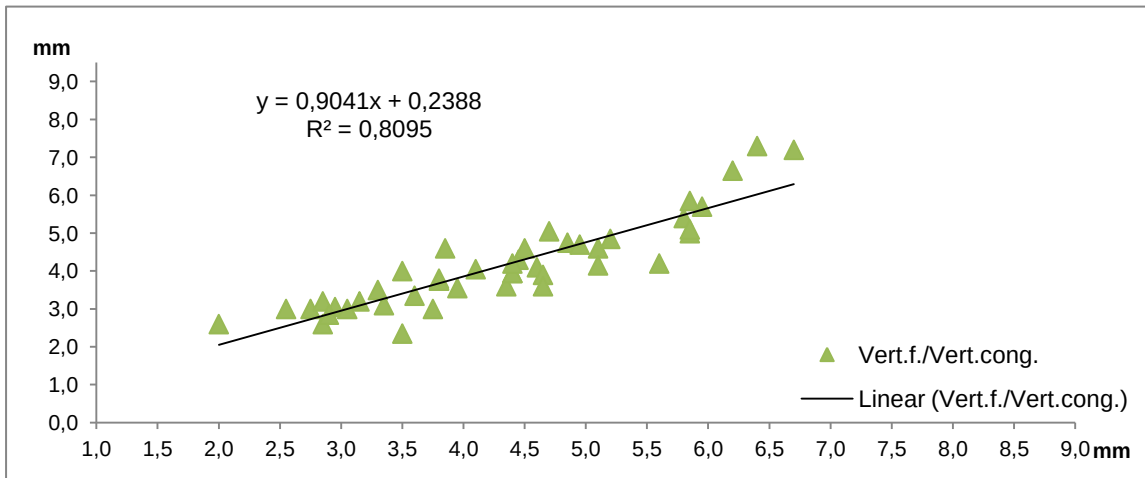


Figura. 30 Relação entre o Diâmetro Ocular Vertical Fresco (Vert.f.) das enguias capturadas e o seu Diâmetro Ocular Vertical Congelado (Vert.cong) (N=41).

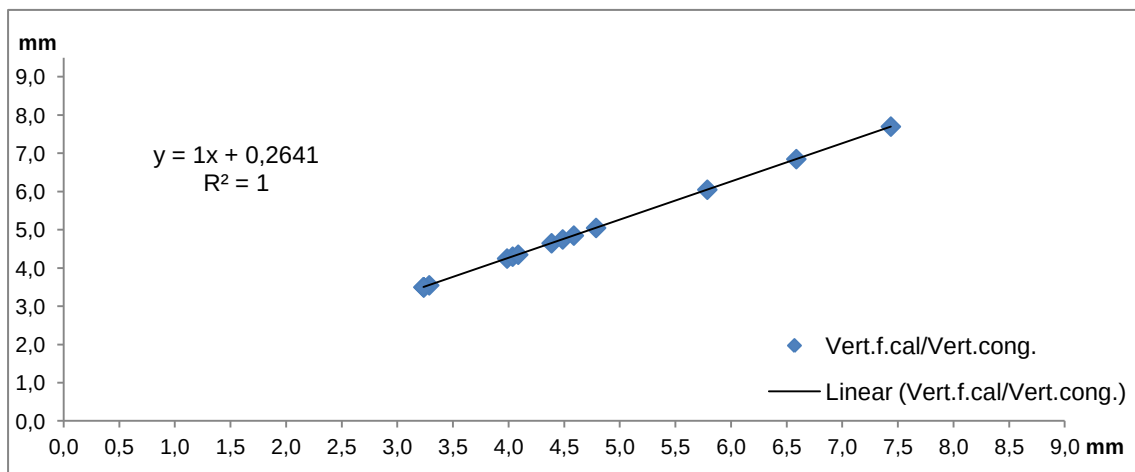


Figura. 31 Relação entre o Diâmetro Ocular Vertical Fresco Calculado (Vert.f.cal.) das enguias capturadas e o seu Diâmetro Ocular Vertical Congelado (Vert.cong) (N=41).

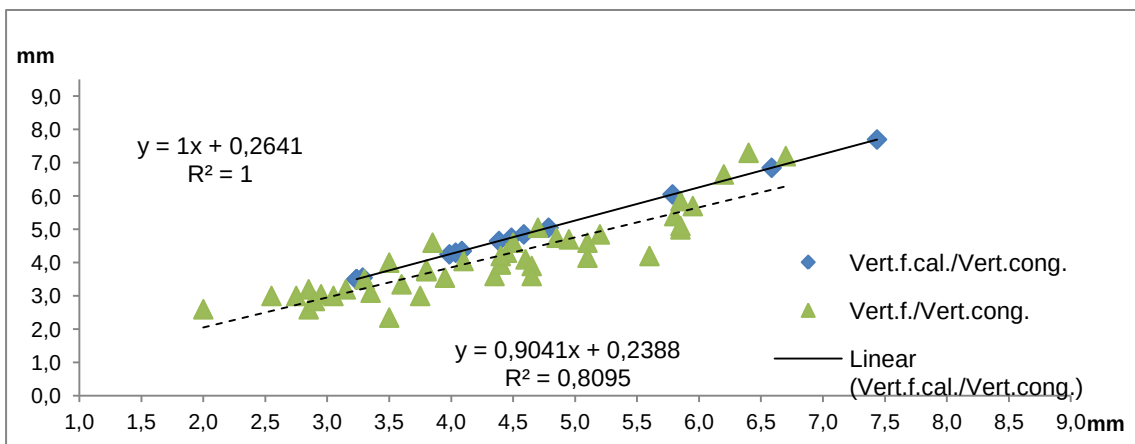


Figura. 32 Comparação das relações obtidas para Diâmetro Ocular Vertical Fresco (Vert.f.) vs o Diâmetro Ocular Vertical Congelado (Vert.cong) e para o Diâmetro Ocular Vertical Fresco Calculado (Vert.f.cal.) vs o Diâmetro Ocular Vertical Congelado (Vert.cong) (N=41).

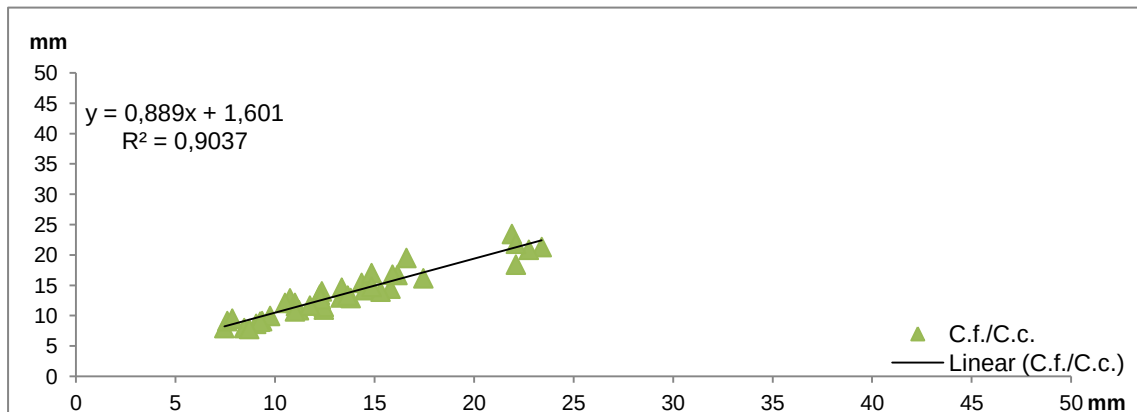


Figura. 33 Relação entre o Comprimento da Barbatana Peitoral Fresco (C.f.) das enguias capturadas e o seu Comprimento da Barbatana Peitoral Congelado (C.c)

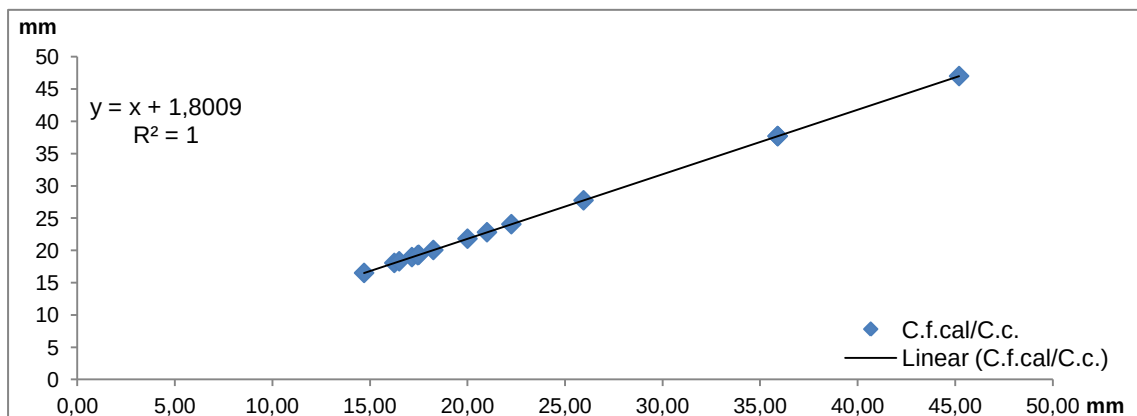


Figura. 34 Relação entre o Comprimento da Barbatana Peitoral Fresco Calculado (C.f.cal) das enguias capturadas e o seu Comprimento da Barbatana Peitoral Congelado (C.c)

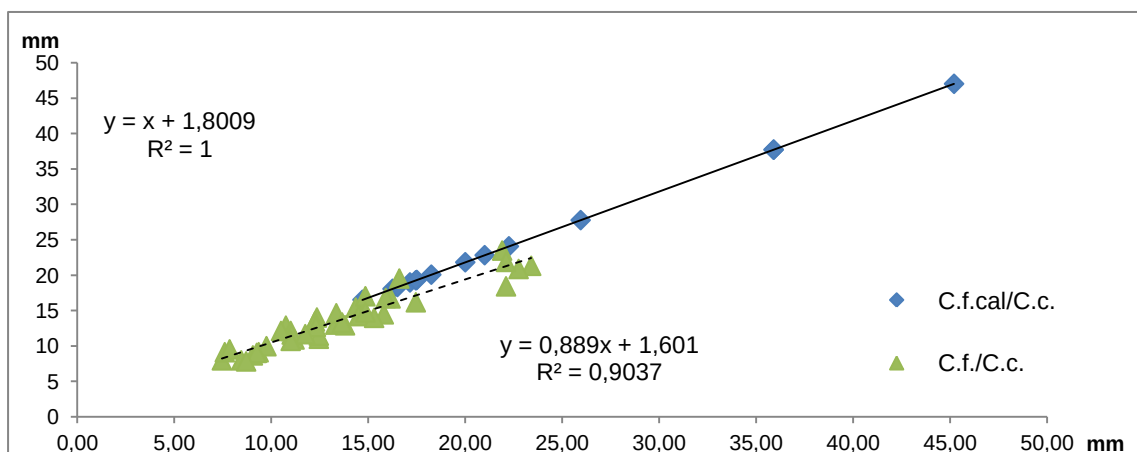


Figura. 35 Comparação das relações obtidas para Comprimento da Barbatana Peitoral Fresco (C.f.) vs o Comprimento da Barbatana Peitoral Congelado (C.c) e para o Comprimento da Barbatana Peitoral Fresco Calculado (C.f.cal.) vs o Comprimento da Barbatana Peitoral Congelado (C.c)

4.2.2 Factor de Condição de Fulton

Com os valores obtidos através da correcção acima apresentada, procedeu-se então, à determinação dos factores de condição das enguias, quer localmente quer a nível do Minho em geral.

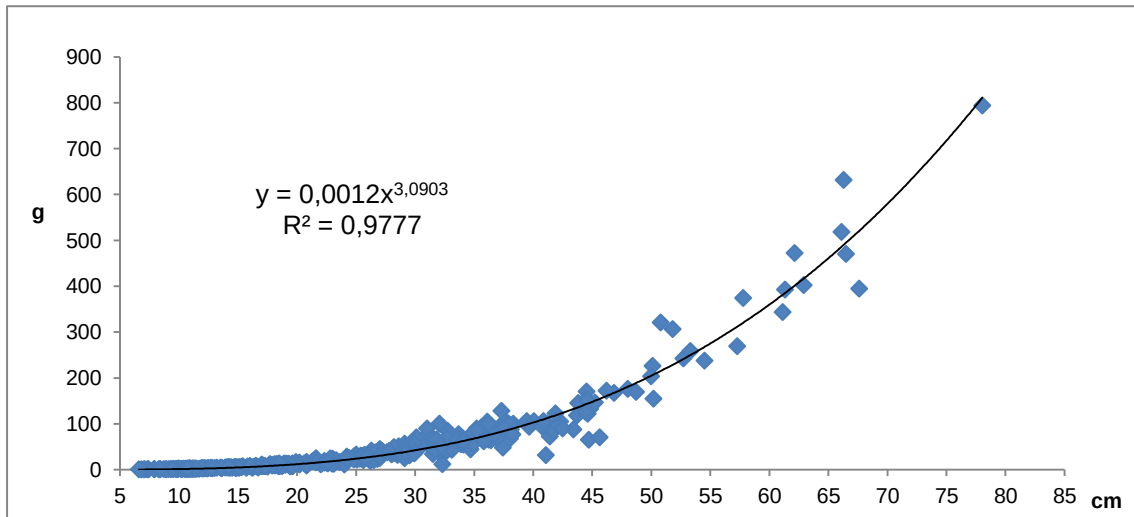


Figura. 36 Relação Peso/Comprimento obtida utilizando dado de todas as enguias capturadas no rio Minho e seus afluentes (N= 402).

Através da equação $y = 0,0012x^{3,0903}$ foi obtido o Factor de Crescimento (b) = 3,0903. Neste caso a população, para o Minho, apresenta um crescimento alométrico visto que o valor de “b” é diferente de 3 (Bagenal, 1978) (Figura 36).

O cálculo de K para cada local de amostragem está representado na Figura 37. O factor de condição (K) médio para o rio Minho corresponde a 0,121.

Tabela 6 Número de enguias capturadas em cada ponto de amostragem com os respectivos Pesos e Comprimento médios $\pm$ Desvio Padrão e o coeficiente de regressão (b) para cada caso

Locais de Captura	Nº de enguias capturadas	Peso Médio $\pm$ desvio padrão (g)	Comprimento médio $\pm$ desvio padrão (cm)	Coeficiente de regressão (b)
Tinto	24	16,60 $\pm$ 18,39	19,08 $\pm$ 7,01	3,2517
Seixas	17	84,88 $\pm$ 74,57	35,89 $\pm$ 7,01	2,9129
Lanhelas	9	48,98 $\pm$ 39,98	29,36 $\pm$ 6,67	3,02
S. Gonçalo	12	21,33 $\pm$ 19,14	19,83 $\pm$ 7,61	3,19
Marina (V.N.C.)	142	109,24 $\pm$ 128,93	37,18 $\pm$ 11,50	2,9368
Campos	21	20,37 $\pm$ 18,09	20,91 $\pm$ 30,10	3,4287
Gontige	19	16,20 $\pm$ 22,53	17,84 $\pm$ 6,98	3,2778
Ínsuas	36	16,89 $\pm$ 25,25	16,67 $\pm$ 9,12	3,213
Veiga da Mira	12	24,86 $\pm$ 25,76	21,48 $\pm$ 10,49	3,1755
Valença	12	33,71 $\pm$ 14,24	27,65 $\pm$ 3,01	3,151
Ranhão	42	5,23 $\pm$ 6,88	13,88 $\pm$ 4,73	3,4765
Manco	7	58,64 $\pm$ 23,21	32,73 $\pm$ 5,16	2,6638
Várzea	10	20,79 $\pm$ 13,48	22,89 $\pm$ 4,32	3,4765
Mouro	23	16,33 $\pm$ 11,51	22,39 $\pm$ 5,21	2,9508
S. Gregório	13	3,57 $\pm$ 2,06	12,66 $\pm$ 2,24	3,0124
Melgaço	3	71,29 $\pm$ 50,26	28,91 $\pm$ 9,27	3,2161
Total:	402	51,19 $\pm$ 86,94	26,02 $\pm$ 12,54	3,09

Avaliando o coeficiente de regressão pelos vários locais de amostragem obtemos “b” distintos mas, todos eles, próximos de 3 (Tabela 6). Se bem que os vários locais apresentem diferenças significativas entre eles quanto ao K ($F=161,128$ e $P<0,001$).

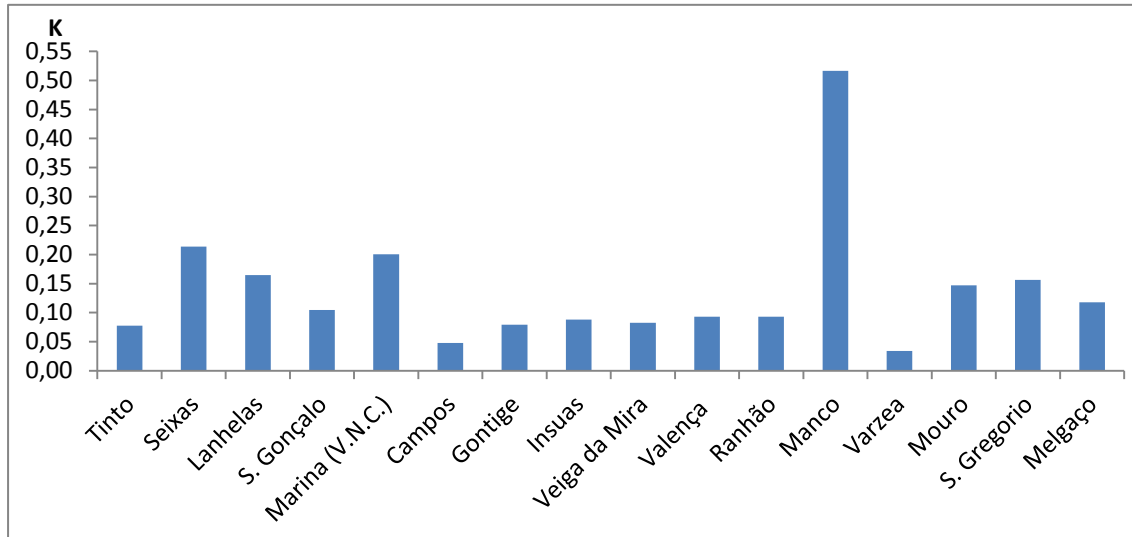


Figura. 37 Variação do Factor de Condição (K) nos diferentes locais (N= 402).

4.2.3 Índices oculares

Foram analisadas um total de 93 enguias, para as quais foi determinado o estado de desenvolvimento. A determinação dos índices oculares foi realizada, em enguias congeladas, utilizando os dados de pesos e comprimentos sem corrigir.

Segundo o método de Pankhurst (1982), das enguias capturadas 94,6% encontravam-se no estado de enguia amarela, enquanto os restantes 5,4% eram enguias prateadas

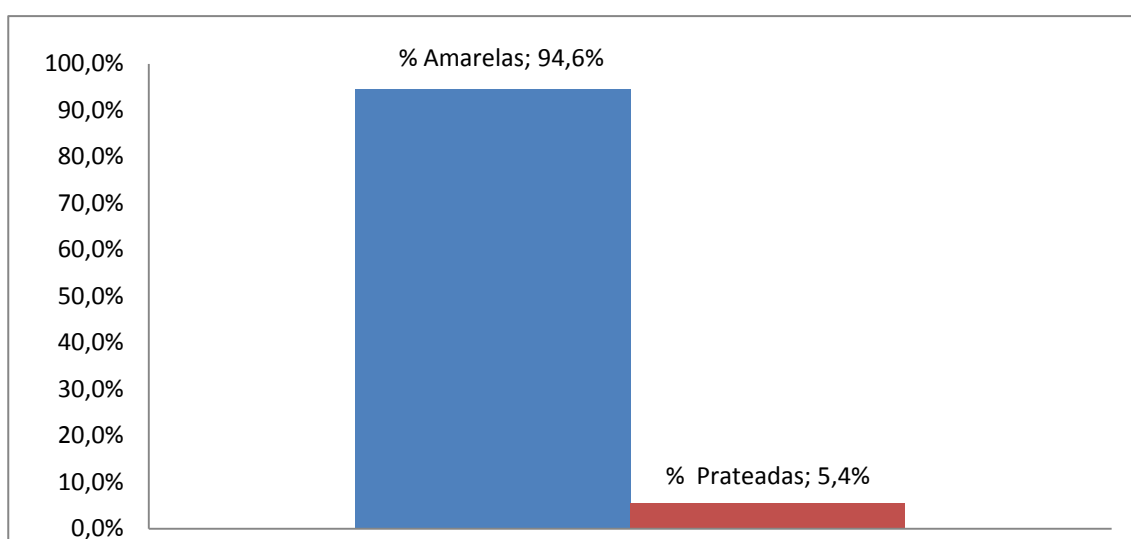


Figura. 38 Percentagem de enguias amarelas e prateadas calculadas através do método de Pankhurst (1982) (N= 93).

Já segundo o método de Durif (2009), a grande maioria das enguias capturadas encontram-se em fase de crescimento, com 84,8% das enguias na classe SI, onde estão incluídos animais residentes, mas jovens e ainda sexualmente indiferenciados, 10,8% na classe SFII, onde encontramos indivíduos residentes mas já sexualmente diferenciados. Aqui apenas são incluídas as fêmeas.

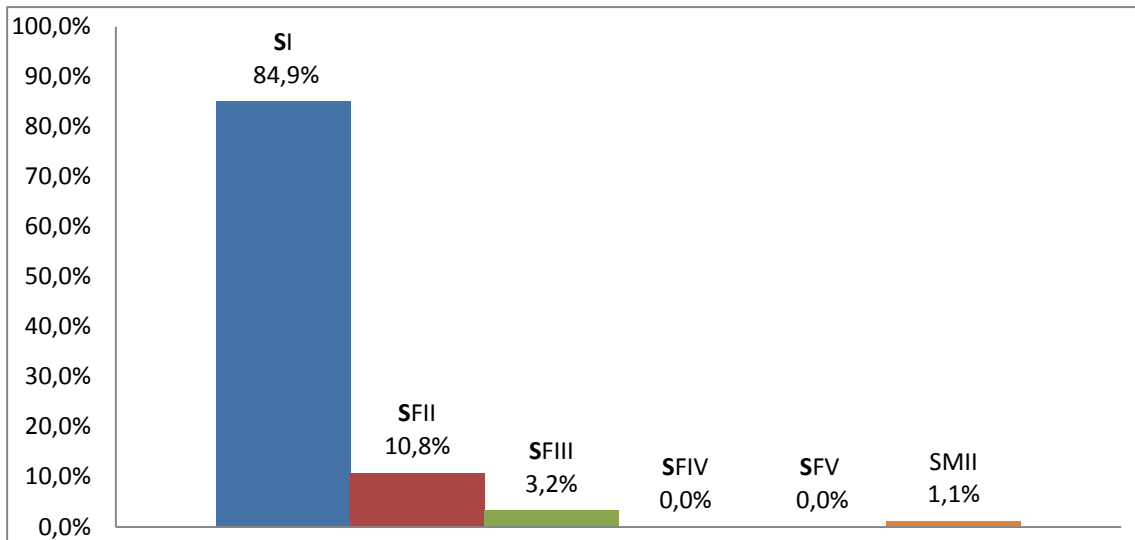


Figura. 39 Percentagem de enguias amarelas e prateadas, nos diferentes estádios de desenvolvimento considerados pelo método de Durif, (2009) (N= 93).

A fase, na qual se encontram as fêmeas completamente desenvolvidas e a preparar-se para o início da migração, SFIII – Enguias pré-migrantes, representa nesta amostra 3,2% dos animais. Podemos ainda encontrar, na mesma amostra, enguias migrantes, prontas a iniciar a sua migração atlântica em direcção as zonas de postura. Estas correspondem a 1,1% da amostra realizada, no entanto todas elas se encontravam incluídas na classe SMII, o que significa que todas as enguias prateadas recolhidas eram machos.

4.2.4 Diferenciação sexual

Do total de 218 enguias, para as quais se procedeu à identificação do sexo, podemos verificar que 37,2% destas são indivíduos cujo estado de maturação ainda não permite a determinação do sexo através da observação das gónadas.

De seguida, podemos encontrar os indivíduos cujos órgãos sexuais, em desenvolvimento, permitem identificar os animais como fêmeas ou machos. As fêmeas correspondem a 36,2% da amostra, enquanto, os machos correspondem a 26,6% da mesma (Tabela 7).

Tabela 7 Número e percentagem de enguias sexualmente indiferenciadas, machos e fêmeas e respectivos peso e comprimento médios.

	Médias $\pm$ desvio padrão			
	N	%	Peso (g)	Comp. (cm)
Machos	58	26,6%	50,36 $\pm$ 26,4	29,87 $\pm$ 6,33
Fêmeas	79	36,2%	128,09 $\pm$ 145,6	38,96 $\pm$ 12,53
Indiferenciados	81	37,2%	12,65 $\pm$ 21,49	17,82 $\pm$ 7,73
Total	218	100%		

4.3 Parasitas

Este estudo realizou-se na margem e afluentes portugueses do rio Minho não existindo dados acerca da distribuição e prevalência de *A. crassus* em território espanhol, até ao momento.

Para a realização deste estudo foram utilizadas 402 enguias, capturadas em diversos pontos do rio, das quais, 272 estavam infectadas com o nemátode parasita *Anguillicoloides crassus*.

Em todos os pontos analisados foram encontrados indivíduos de *Anguilla anguilla* infectados por este parasita sendo que, a prevalência máxima de 100% foi encontrada em 2 dos pontos amostrados, nomeadamente na Várzea, localizada junto à foz do Ribeiro do Ameal, e na zona de Seixas onde o ponto de captura se encontrava acima do Cais de Seixas.

Quanto à taxa de prevalência mínima, esta foi de 23% e ocorreu em S. Gregório, Melgaço, correspondendo à zona mais a montante da parte internacional da bacia hidrográfica do rio Minho analisada (Tabela 8).

Tabela 8 Local, data de captura, número total de enguias, e taxa de prevalência das enguias analisadas por local de captura

Local	Data	Nº de Enguias	Taxa de Prevalência
Tinto	2009	24	54%
Seixas	2011	17	100%
Lanhelas	2010	9	67%
S. Gonçalo	2009	12	58%
Marina (V.N.C.)	2008 a 2011	142	75%
Campos	2009	21	57%
Gontige	2009	19	58%
Ínsuas	2009	36	47%
Veiga da Mira	2009	12	67%
Valença	2011	12	92%
Ranhão	2010	42	60%
Manco	2010	7	71%
Várzea	2010	10	100%
Mouro	2011	23	78%
S. Gregório	2009	13	23%
Melgaço	2010	3	67%
Total		402	68%

O número máximo de parasitas encontrado numa única enguia foi de 85, capturada na zona de Seixas. Verificou-se que destes, 62 encontravam-se na fase L3 estando ainda no interior da parede da bexiga-natatória. Os restantes 23 dividiam-se entre as fases L4 e adulta, com 5 e 18 indivíduos respectivamente. Convém ainda referir que para além da carga parasitária já descrita este indivíduo contava ainda com a presença de larvas no estado L2 no interior da sua bexiga-natatória, sendo encontradas larvas ainda no interior dos ovos e larvas livres no lúmen da bexiga.

A enguia com maior número de nemátodes adultos foi encontrada Marina da Lenta em Vila Nova de Cerveira, tinha uma carga parasitária de 26 indivíduos dos quais, 22 se encontravam na fase adulta, e os restantes 3 pertenciam a fase L4 e 1 a L3. Nesta enguia estavam ainda presentes larvas no estado L2 dentro do ovo e em estado livre. O número mínimo de parasitas encontrado nos vários pontos de amostragem foi de 1 parasita por bexiga, podendo este indivíduo pertencer a qualquer estado de desenvolvimento. Isto foi verificado em todos os pontos excepto em Melgaço onde o número mínimo de parasitas foi de 3 adultos.

A intensidade média de infecção nos diversos locais amostrados variou entre os 1 e os 19 indivíduos de *A. crassus* por enguia (Tabela 9).

Tabela 9 Local, Número total (Nt) de *A. crassus* a partir da fase de desenvolvimento L3, Número de enguias parasitadas por cada fase de desenvolvimento, Intensidade mínima e máxima de infecção e Intensidade média das enguias analisadas por local de captura

Local	Nt*	Nº enguias parasitadas			Intensidade		Intensidade (média)
		L3	L4	Adultos	Nº min.	Nº max.	
Tinto	28	1	0	13	1	5	2
Seixas	318	13	7	13	1	85	19
Lanhelas	19	2	4	3	1	8	3
S. Gonçalo	18	0	0	7	1	5	3
Marina (V.N.C.)	441	52	42	77	1	26	4
Campos	20	3	2	7	1	4	2
Gontige	27	1	0	11	1	7	2
Ínsuas	31	1	1	17	1	5	2
Veiga da Mira	15	2	2	6	1	4	2
Valença	25	2	2	10	1	5	2
Ranhão	79	13	19	16	1	11	3
Manco	11	1	2	3	1	3	2
Várzea	53	3	6	8	1	20	5
Mouro	43	2	4	15	1	8	2
S. Gregório	4	0	0	3	1	2	1
Melgaço	7	0	0	2	3	4	1
Total	1139	96	91	211			2

* Sem L1 e L2

No presente estudo foi encontrada uma correlação positiva ($p < 0,01$ e $R^2 = 0,529$) entre o comprimento médio e a prevalência (Figura 40).

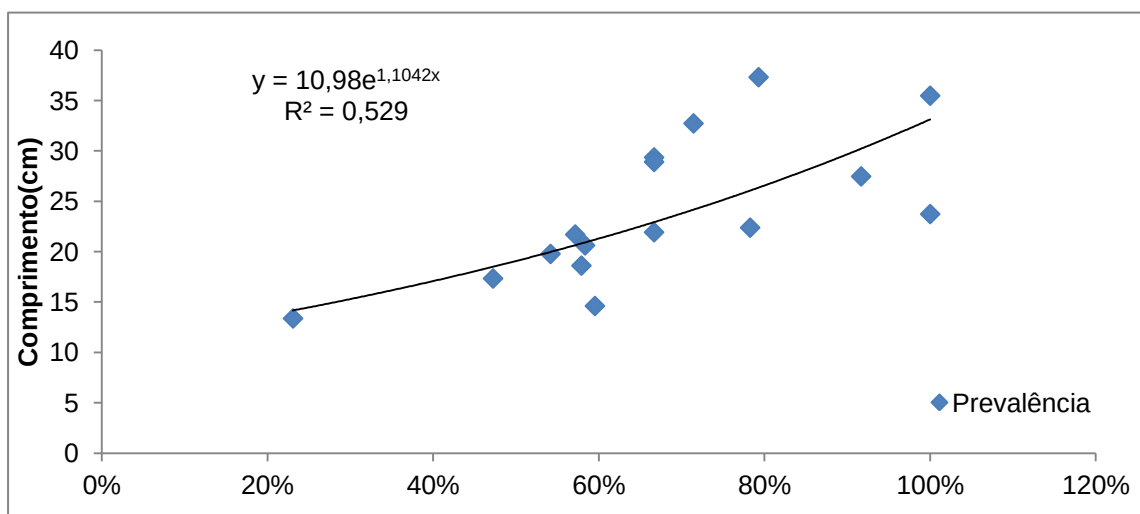


Figura. 40- Variação da prevalência e do comprimento médio.

No presente trabalho é visível uma correlação positiva ($p < 0,01$ e $R^2 = 0,7831$) entre os valores médios do factor de condição de Fulton entre enguias infectadas e não infectadas, por local, sendo que aparentam ter um aumento linear.

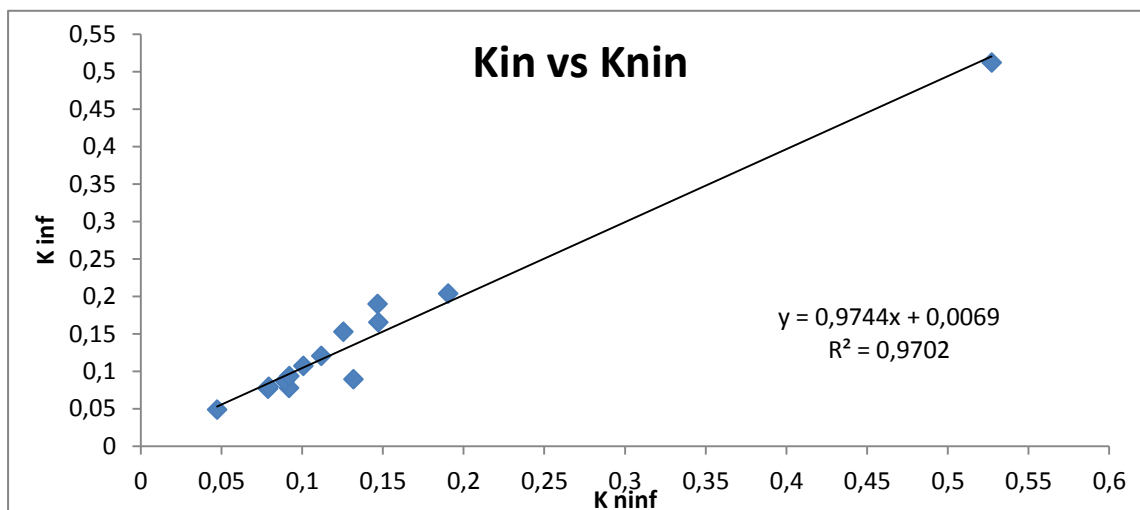


Figura. 41 Variação do Factor de Condição (K) das enguias infectadas e do Factor de Condição (K) das enguias não infectadas.

No entanto, quando analisamos os valores de K obtidos para as enguias infectadas e não infectadas, verifica-se que existem diferenças significativas entre elas ($t=2,764$ e $P<0,01$) apesar, de o efeito do parasita no K não ser claro. Isto porque, em alguns dos pontos de amostragem, podemos observar que o K é mais elevado para enguias infectadas do que para as não infectadas mas em outros ocorre exactamente o contrário (Tabela 10).

Tabela 10 Local, ano de captura, factor de condição total (K Total), factor de condição de não infectadas (K NInf), factor de condição de infectadas (K Inf), calculado a partir das enguias analisadas.

Local	Data	K Total	K NInf	K Inf
Tinto	2009	0,077	0,079	0,078
Seixas	2011	0,214	—	0,214
Lanhelas	2010	0,165	0,147	0,159
S. Gonçalo	2009	0,107	0,101	0,104
Marina (V.N.C.)	2008/2009/2010/2011	0,204	0,190	0,201
Campos	2009	0,049	0,047	0,048
Gontige	2009	0,079	0,079	0,079
Ínsuas	2009	0,087	0,089	0,088
Veiga da Mira	2009	0,078	0,092	0,082
Valença	2011	0,089	0,132	0,093
Ranhão	2010	0,094	0,092	0,093
Manco	2010	0,512	0,527	0,517
Várzea	2010	0,034	—	0,034
Mouro	2011	0,153	0,125	0,147
S. Gregório	2009	0,190	0,147	0,157
Melgaço	2010	0,121	0,112	0,118

Foi de igual modo encontrada uma correlação negativa entre o número de enguias infectadas e a intensidade da infecção ($p < 0,01$, $R = -0,416$)

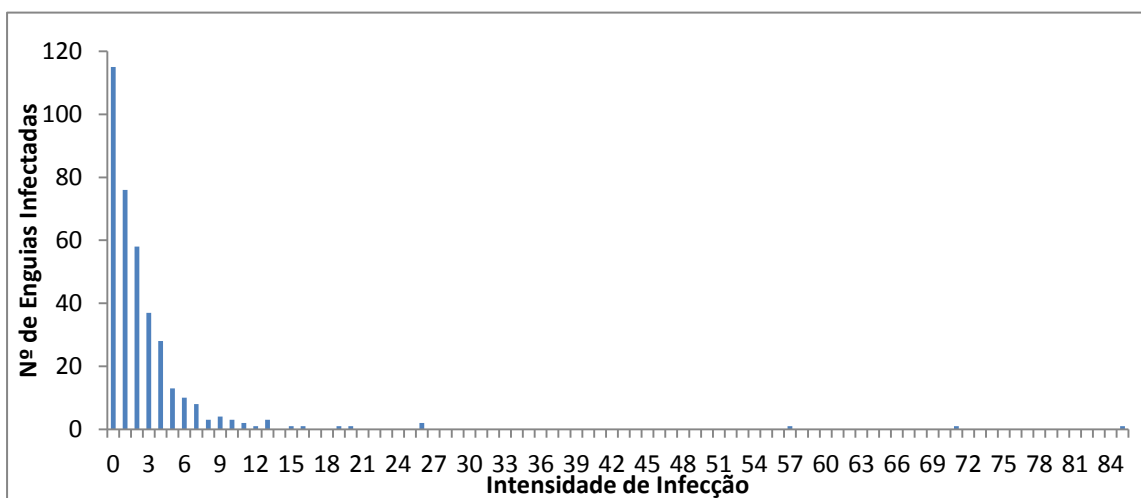


Figura. 42 Número de enguias infectadas pelas diferentes intensidades de infecção de *A. crassus* (N= 402).

Na Marina da Lenta, em Vila Nova de Cerveira, o período de amostragem foi mais prolongado que nos outros pontos, decorrendo entre os anos de 2008 e 2011. Para este local, além do estudo geral dos dados, avaliou-se também a evolução anual do parasita *A. crassus*.

O número total de enguias capturadas neste ponto foi de 142 indivíduos, dos quais 107 estavam infectados com exemplares de *A. crassus*. A taxa de prevalência geral obtida foi de 75% (Tabela 8).

Quando analisados os valores anuais verifica-se alguma variação nos valores da taxa de prevalência obtidos (Tabela 11).

Ao comparar os valores obtidos nos 4 anos, esta taxa aparenta seguir uma tendência negativa, uma vez que no início do estudo, em 2008, o seu valor era de 80% e em 2011 este corresponde a 69%.

Tabela 11 Local, Data de Captura, Nº de Enguias, Taxa de Prevalência, Factor de Condição Total (KTotal), Factor de Condição de Não Infectadas (KNinf), Factor de Condição de Infectadas (KInf), Nº Total de Parasitas, Nº de Enguias Parasitadas por estágio de desenvolvimento, Comprimento (médio) Geral, Comprimento (médio) não infectadas, Comprimento (médio) infectadas, Intensidade Mínima, Máxima, e Média, calculados a partir das enguias analisadas por local de captura.

Local	Data	Nº de Enguias	Taxa de Prevalência	K Total	K Ninf	K Inf	Nt* Parasitas	Enguias Parasitadas			Comp (médio) Geral	Comp (médio) ninf	Comp (médio) inf	Intensidade		Intensidade (média)
								L3	L4	Adultos				Nº min.	Nº max.	
Marina da Lenta	2008	15	80%	1,607	1,241	1,680	70	6	6	8	39,78	39,75	39,79	1	26	6
	2009	48	77%	0,389	0,397	0,387	133	11	9	30	34,82	35,00	34,78	2	12	4
	2010	44	77%	0,180	0,161	0,185	116	21	18	22	35,71	36,66	35,42	1	9	3
	2011	35	69%	0,168	0,165	0,170	122	14	9	17	39,25	37,99	39,85	1	15	5

Para alguns dos pontos de amostragem foi possível determinar as densidades de *Anguilla anguilla* (Tabela 12)

Tabela 12 Densidade de indivíduos por hectare, Biomassa de indivíduos por hectare e a taxa de Prevalência para cada Local de Amostragem.

Ponto de Amostragem	Densidade (ind/ha)	Biomassa (kg/ha)	Taxa de Prevalência
Tinto	2800	51,4	0,54
Campos	4500	57,9	0,57
Gontige	3500	42,4	0,58
Ínsuas	1800	28,4	0,47
Veiga da Mira	400	16,2	0,67
Manco	750	47,0	0,54
Valores Médios	2291,7	40,55	

Como podemos verificar, as densidades variam entre os 4500 indivíduos por hectare, em Campos, e os 400 indivíduos, por hectare, em Veiga da Mira. Do mesmo modo as suas biomassas variam entre os 57,9 quilograma por hectare, em Campos, e 16,2 quilogramas por hectare em Veiga da Mira.

Quando relacionamos os valores de densidade calculados com os valores de prevalência obtidos podemos verificar que não existe relação entre eles, sendo que locais com valores de densidades mais baixos apresentam as taxas de prevalência mais elevadas.

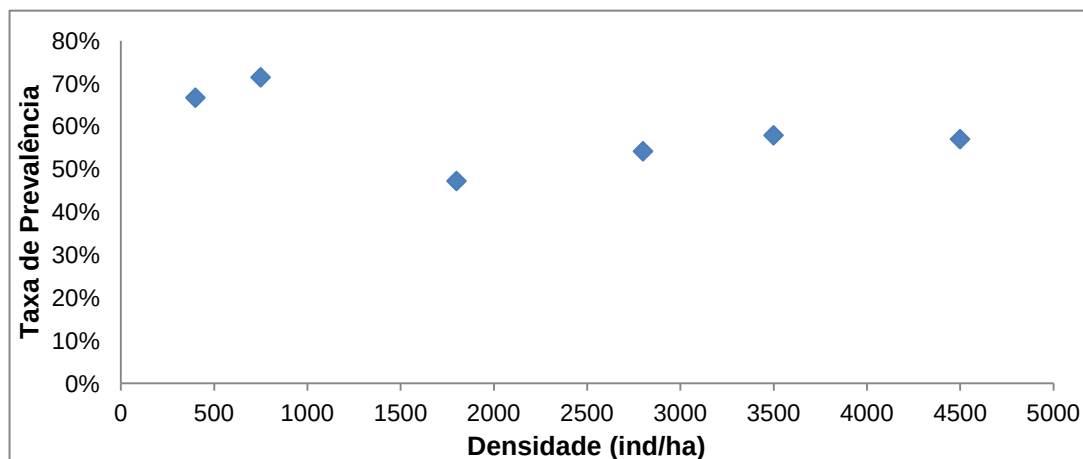


Figura. 43 Variação da taxa de prevalência em relação ao aumento da densidade de enguias.

4.4 Metais

4.4.1 Meixão

Os resultados obtidos em relação à análise de metais efectuada nos meixões são apresentados na figura 44.

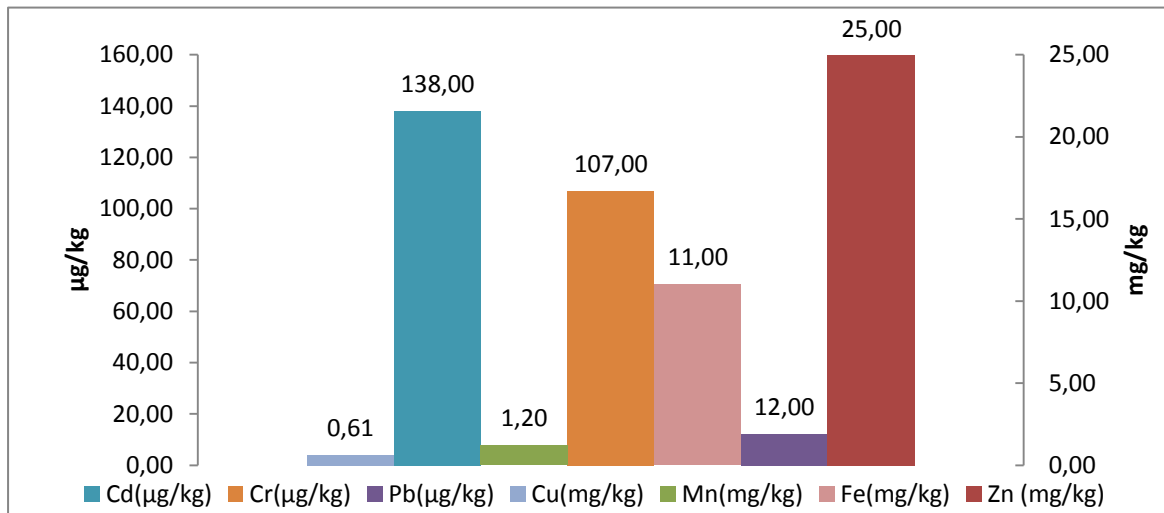


Figura. 44 Concentração média dos metais Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, Fe e Zn em miligramas por quilograma (mg/kg) e micrograma por quilograma (µg/Kg) de peso seco, presentes no homogeneizado de meixões amostrados na Foz do Minho, junto a Caminha.

Pode ver-se que as concentrações obtidas variam muito de metal para metal sendo que a de maior concentração é o zinco, com 25 mg/kg de peso seco, seguido do ferro com 11 mg/Kg de peso seco, do manganês com 1,2 mg/kg de peso seco e, finalmente, do cobre com 0,61 mg/Kg de peso seco. Com concentrações muito mais reduzidas seguem-se o cádmio, o crómio e o chumbo, com 138, 107 e 12 µg/kg de peso seco, respectivamente.

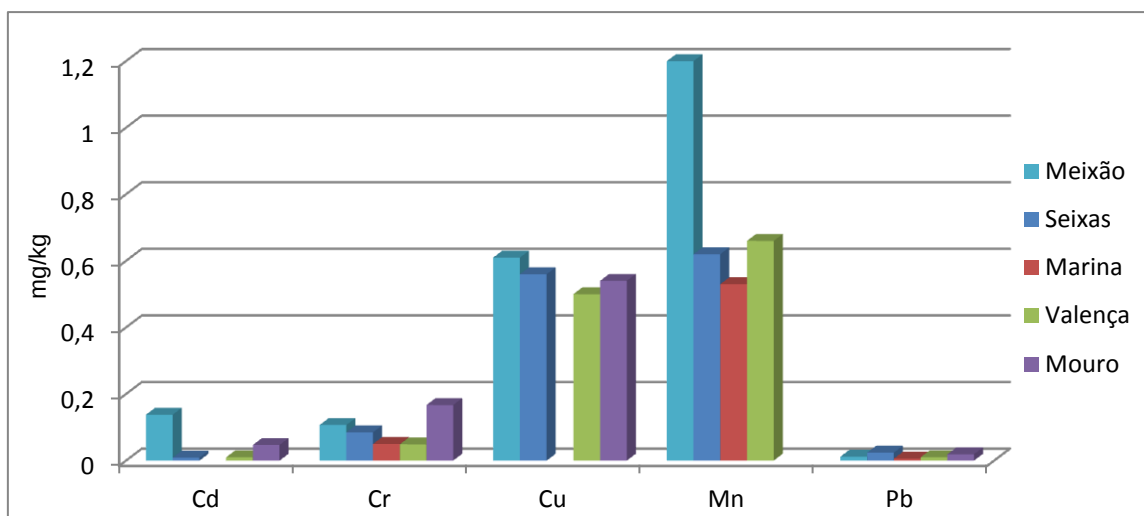


Figura. 45 Concentração média dos metais Cd, Cr, Cu, Mn e Pb em miligramas por quilograma (mg/kg) de peso seco, presentes no homogeneizado de meixões e no homogeneizado de músculo das enguias de tamanhos entre os 15 e os 30 cm nos vários pontos amostrados.

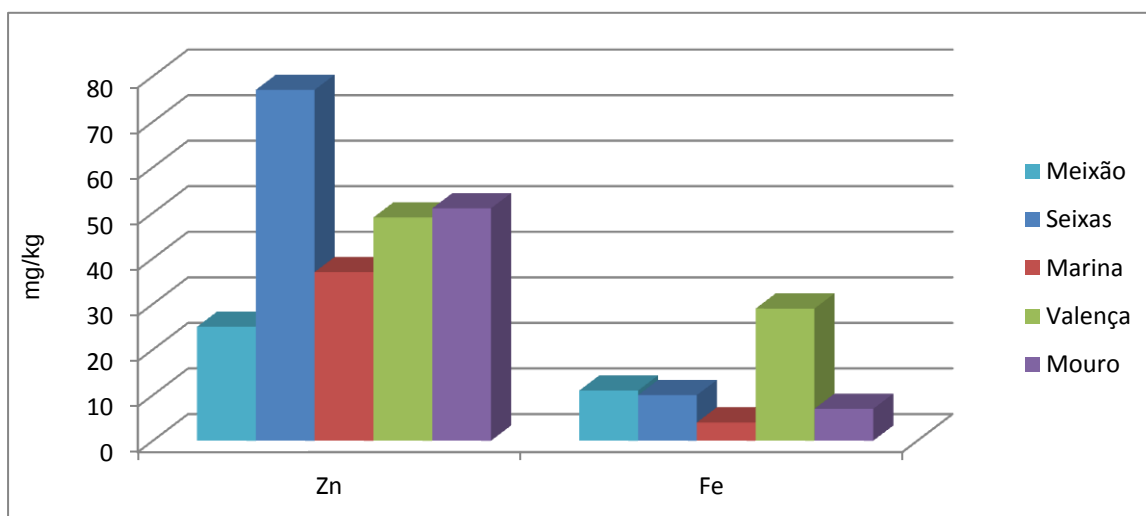


Figura. 46 Concentração média dos metais Fe e Zn em miligramas por quilograma (mg/kg) de peso seco, presentes no homogeneizado de meixões e no homogeneizado de músculo das enguias de tamanhos entre os 15 e os 30 cm nos vários pontos amostrados.

Comparando os valores médios obtidos no meixão (Figura 44) com os valores obtidos para os músculos das enguias, compreendidas entre os 15 e os 30 centímetros, nos diferentes locais do rio, verificamos que uma grande maioria dos metais analisados apresenta valores médios diferentes, para os diferentes locais. (Figuras 45 e 46).

Tabela 13 Resumo dos resultados dos Testes t-Student utilizados para calcular as diferenças estatisticamente significativas (com $\alpha = 0,05$), entre as concentrações de metal existente no meixões e nos tecidos musculares das enguias de 15 a 30 cm, dos diferentes locais de captura.

Meixões		Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
		≠	≠	=	=	≠	≠	≠
	Seixas	T=31,598	T=4,133	T=0,765	T=0,48	T=3,261	T=14,697	T=16,225
		P<0,001	P=0,014	P=0,487	P=0,656	P=0,031	P<0,001	P<0,001
	Marina	≠	≠	≠	≠	≠	≠	≠
		T=33,664	T=5,778	T=10,414	T=5,422	T=3,549	T=7,348	T=5,765
		P<0,001	P=0,004	P<0,001	P=0,006	P=0,024	P=0,002	P<0,004
	Valença	≠	≠	=	≠	≠	=	≠
		T=30,453	T=8,614	T=1,488	T=13,943	T=2,958	T=2,449	T=9,295
		P<0,001	P=0,001	P=0,211	P<0,001	P=0,42	P=0,070	P=0,01
	Rio Mouro	≠	=	=	≠	≠	≠	≠
		T=10,675	T=1,752	T=1,356	T=3,098	T=4,041	T=31,598	T=31,598
		P<0,001	P=0,151	P=0,247	P=0,036	P=0,016	P=0,006	P<0,001

Sendo esta observação confirmada através dos testes estatísticos na tabela 13, onde o cobre é o elemento que mais pontos com médias similares apresenta. Nos restantes elementos as concentrações flutuam de forma irregular sendo que, para o zinco, o chumbo, o crómio e o ferro, aparenta existir um aumento significativo das concentrações, no que refere a alguns dos locais de amostragem. Por seu lado o cobre e o manganês apresentam decréscimos nas suas concentrações.

4.4.2 Sedimentos e tecidos

Quanto à concentração de metais obtidos, quer nos sedimentos, quer nos tecidos de enguias, amarelas e prateadas, amostrados, a sua análise foi realizada de dois modos distintos. Primeiro abordou-se a análise das concentrações dos vários metais presentes no sedimento, por local, de modo a verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os vários locais. O mesmo tipo de análise foi realizado para os valores provenientes das amostras de fígado e músculo das enguias, de tamanhos compreendidos entre os 15 e os 30 centímetros, bem como para os valores provenientes dos parasitas, *A. crassus*.

Já para os tecidos provenientes das enguias de tamanho superior a 30 centímetros, os valores foram analisados tendo em conta o seu local de origem e o facto de as enguias, dos quais eram provenientes, estarem ou não infectadas com *A. crassus*.

Para a realização destas duas abordagens foi utilizado o Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins.

4.4.2.1 Concentração nos Sedimentos

Em relação ao teor dos metais, no sedimento, agruparam-se os locais conforme descrito na tabela 14:

Tabela 14 Resultados de similaridade obtidos para as concentrações dos diferentes metais nos Sedimentos dos vários locais amostrados.

Local	Metal/Sedimento						
	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
Seixas	0,38±0,09 ^a	LD	2,01±0,01 ^c	1968±177 ^b	172±17 ^c	LD	LD
Marina	0,34±0,05 ^a	9,09±1,02 ^a	25±1 ^a	2879±259 ^a	335±7 ^b	11±2 ^a	136±1 ^a
Valença	0,42±0,03 ^a	8,24±0,03 ^a	18±2 ^b	2906±67 ^a	466±33 ^a	6±1 ^b	141±8 ^a

Tabela 15 Resultados dos Testes de Cochran(C) e das Anovas, obtidos para as concentrações dos diferentes metais nos Sedimentos dos vários locais amostrados

Teste de Cochran (C)							
	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
	0,7043	0,7043	0,8000	0,6519	0,5314	0,5714	0,9846
Anova							
F	1,25	12,64	249,96	24,93	2,12	115,86	802,61
P	>0,05	<0,005	<0,001	<0,001	<0,1756	<0,001	<0,001

Vemos que, para o cádmio não existem diferenças estatisticamente significativas entre os três locais analisados. O mesmo acontece para o crómio e o zinco, mas apenas a Marina e Valença, já que os valores do ponto de Seixas são inferiores ao limite de detecção obtido pela AAS.

Do mesmo modo verificamos que para o cobre, o manganês e o chumbo, em todos os pontos onde se efectuaram as análises, estes apresentam diferenças estatisticamente significativas.

No caso do ferro apresenta valores estatisticamente diferentes no que diz respeito à comparação entre Seixas e os outros pontos. O mesmo não se verifica entre

estes (Marina e Valença). As baixas concentrações exibidas em Seixas são o motivo deste resultado.

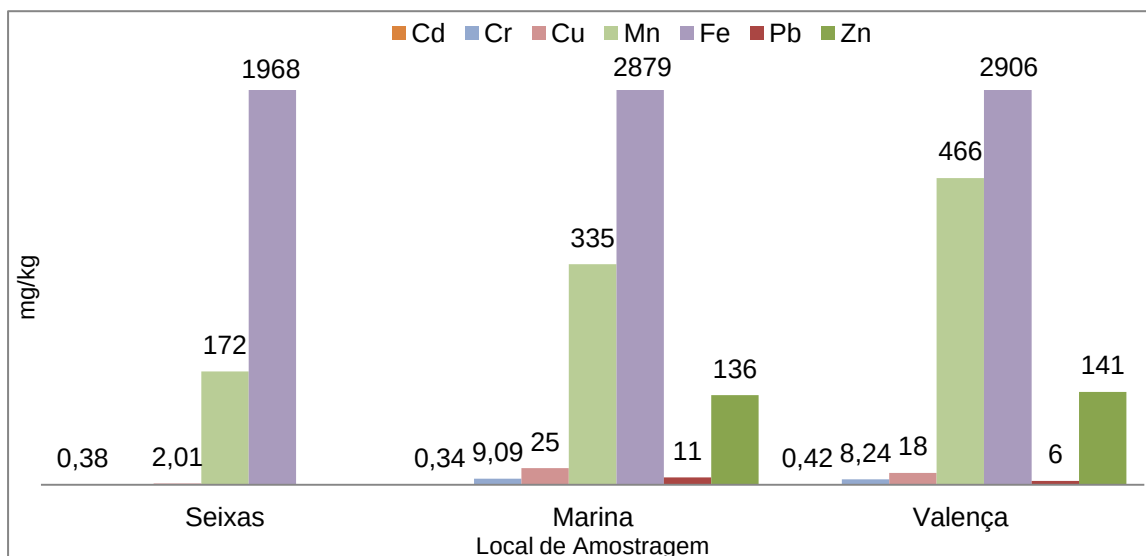


Figura. 47 Concentração média dos metais Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Pb, e Zn em miligramas por quilograma (mg/kg) de peso seco, presentes no sedimento recolhido em Seixas, na Marina em V.N. de Cerveira e em Valença (N=3)

Em relação às amostras de músculo e fígado analisadas, estas foram avaliadas do mesmo modo que o sedimento por forma a detectar possíveis diferenças entre os locais. Nesta fase do trabalho deparamo-nos com 4 locais diferentes uma vez que, devido ao elevado número de enguias capturadas no Rio Mouro, optou-se pela sua inclusão no processo. No entanto como esta decisão foi tomada após a captura dos exemplares, não se pode proceder a recolha, atempada, de sedimentos.

4.4.2.2 Concentração nos Tecidos

4.4.2.2.1 Fígado

Tabela 16 Resultados de similaridade obtidos para as concentrações dos diferentes metais nos fígados das enguias de tamanho compreendido entre os 15 e os 30 cm, capturadas nos vários locais amostrados.

Local	Metal/Fígado						
	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
Seixas	0,055±0,006 ^d	0,054±0,004 ^b	16,3±0,7 ^b	573±19 ^b	4±0,2 ^a	0,063±0,005 ^a	106±1 ^b
Marina	0,16±0,003 ^b	0,033±0,007 ^c	13,8±0,1 ^c	605±27 ^b	3,8±0,1 ^a	0,049±0,004 ^b	77±1 ^c
Valença	0,102±0,002 ^c	0,099±0,01 ^a	33,8±0,5 ^a	723±38 ^a	3,8±0,6 ^a	0,057±0,002 ^{a,b}	125±1 ^a
Mouro	0,352±0,026 ^a	0,091±0,01 ^a	16,6±0,7 ^b	613±46 ^b	3,9±0,5 ^a	0,035±0,006 ^c	101±8 ^b

Tabela 17 Resultados dos Testes de Cochran(C) e das Anovas, obtidos para as concentrações dos diferentes metais nos fígados das enguias de tamanho compreendido entre os 15 e os 30 cm, capturadas nos vários locais amostrados.

Teste de Cochran (C)							
	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
	0,659	0,3774	0,3952	0,4551	0,5455	0,4444	0,9846
Anova							
F	402,82	43,85	819,57	11,01	0,17	21,73	802,61
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,005	<0,9159	<0,001	<0,001

Quanto à quantidade dos diferentes metais encontrados no fígado das enguias pode verificar-se que, para o cádmio, todos os locais de amostragem são estatisticamente diferentes, sendo o rio Mouro, aquele que apresenta valores médios mais elevados. Quanto aos valores obtidos para crómio, cobre e zinco estes podem ser agrupados em três classificações diferentes.

Para o crómio os pontos correspondentes ao Rio Mouro e a Valença, estão juntos num único grupo, grupo A, sendo estes os que apresentam valores médios mais elevados. Os locais Seixas e Marina são considerados grupos diferentes, sendo

estatisticamente diferentes entre si entre, com $P < 0,005$, e diferentes do grupo A, com $P < 0,001$.

Já para o cobre e zinco, estes são agrupados do mesmo modo, sendo que os locais rio Mouro e Seixas juntam-se num único grupo, grupo B, não existindo diferenças significativas entre eles. Valença e a Marina apresentam-se como grupos individuais, sendo que o grupo A, correspondente nos dois casos, ao local Valença, é o que apresenta valores médios mais elevados.

Relativamente ao chumbo, este apenas comporta 2 grupos, o grupo A é composto por apenas um local, Valença, sendo este estatisticamente diferente de todos os outros.

Para o manganês, verificamos que todos os pontos analisáveis pertencem ao mesmo grupo não existindo diferenças significativas entre eles.

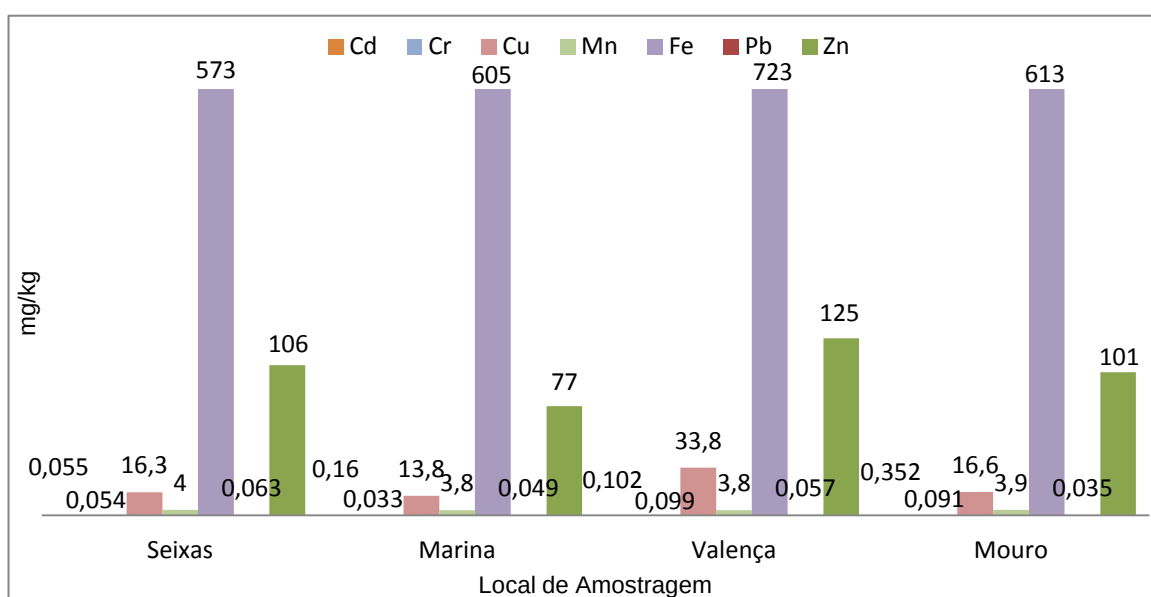


Figura. 48 Concentração média dos metais Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Pb, e Zn em miligramas por quilograma (mg/kg) de peso seco, presentes no homogeneizado de fígados recolhidos das enguias de tamanho compreendido entre 15 e 30 cm em Seixas, na Marina de V.N. de Cerveira, em Valença e no rio Mouro (N=3)

4.4.2.2.2 Músculo

4.4.2.2.3

Para os elementos presentes no músculo das enguias podemos verificar que, relativamente ao Cádmio, ao contrário do observado no fígado, Seixas e Valença não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si, formando o grupo B. no entanto as enguias do rio Mouro apresentam diferenças para com os outros locais, constituindo o grupo A e apresentando os valores médios mais elevados.

Tabela 18 Resultados de similaridade obtidos para as concentrações dos diferentes metais no músculo das enguias de tamanho compreendido entre os 15 e os 30 cm, capturadas nos vários locais amostrados.

Local	Metal/Musculo						
	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
Seixas	0,009±0,001 ^b	0,085±0,007 ^b	0,56±0,08 ^a	10±3 ^b	0,62±0,07 ^a	0,024±0,001 ^a	77±5 ^a
Marina	LD	0,05±0,016 ^c	LD	4±1 ^c	0,53±0,13 ^a	0,0±0,001 ^d	37±3 ^c
Valença	0,01±0,002 ^b	0,049±0,01 ^c	0,5±0,1 ^a	29±1 ^a	0,66±0,1 ^a	0,01±0,001 ^c	49±4 ^b
Mouro	0,047±0,013 ^a	0,167±0,059 ^a	0,54±0,04 ^a	7±1 ^{b,c}	LD	0,019±0,002 ^b	51±2 ^b

Tabela 19 Resultados dos Testes de Cochran(C) e da ANOVA, para as concentrações dos diferentes metais nos músculos das enguias de tamanho compreendido entre os 15 e os 30 cm, capturadas nos vários locais amostrados.

Teste de Cochran (C)							
	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
	0,6019	0,4615	0,5556	0,75	0,5314	0,5714	0,463
Anova							
F	147,81	13,06	27,66	127	2,12	115,86	63,04
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,1756	<0,001	<0,001

Quanto aos valores obtidos para o crómio e para o zinco, estes podem ser agrupados em três classificações diferentes.

Para o crómio, os pontos correspondentes à Marina e a Valença estão juntos num único grupo, grupo C, sendo os que apresentam valores médios mais baixos. Enquanto que, os locais Seixas e rio Mouro são considerados grupos individuais, B e A

respectivamente, sendo estatisticamente diferentes entre si com $P < 0,005$, e relativamente ao grupo C com $P < 0,001$.

Em relação ao zinco, este apresenta, também, 3 grupos sendo neste caso, que os locais agrupados num único conjunto são Valença e rio Mouro, formando o grupo B. Isto porque não existem diferenças significativas entre eles. Já Seixas corresponde ao grupo A, sendo o local com valores médios mais elevados e Valença ao grupo C, com valores médios mais baixos. As diferenças são significativas ($p < 0,001$).

Quanto ao ferro verificamos que, este elemento apresenta 3 grupos distintos. O grupo A correspondendo a Valença, o grupo B a Seixas, e grupo C à Marina. O ponto de amostragem correspondente ao rio Mouro apresenta, neste caso, valores médios que o fazem integrar tanto o grupo B como o grupo C. Isto leva-nos a pensar que este se encontre num ponto intermédio entre ambos os grupos, correspondendo ao extremo inferior do grupo B, e ao extremo superior do grupo C.

Para o cobre e o manganês verificamos que, todos os pontos analisáveis pertencem ao mesmo grupo, não existindo diferenças significativas entre os vários locais.

O chumbo, apresenta valores estatisticamente diferentes ($p < 0,01$), para todos os locais de amostragem sendo que Seixas é o local que apresenta valores médios mais elevados, imediatamente seguido do rio Mouro e a Marina. Valença é o local com valores médios mais baixos.

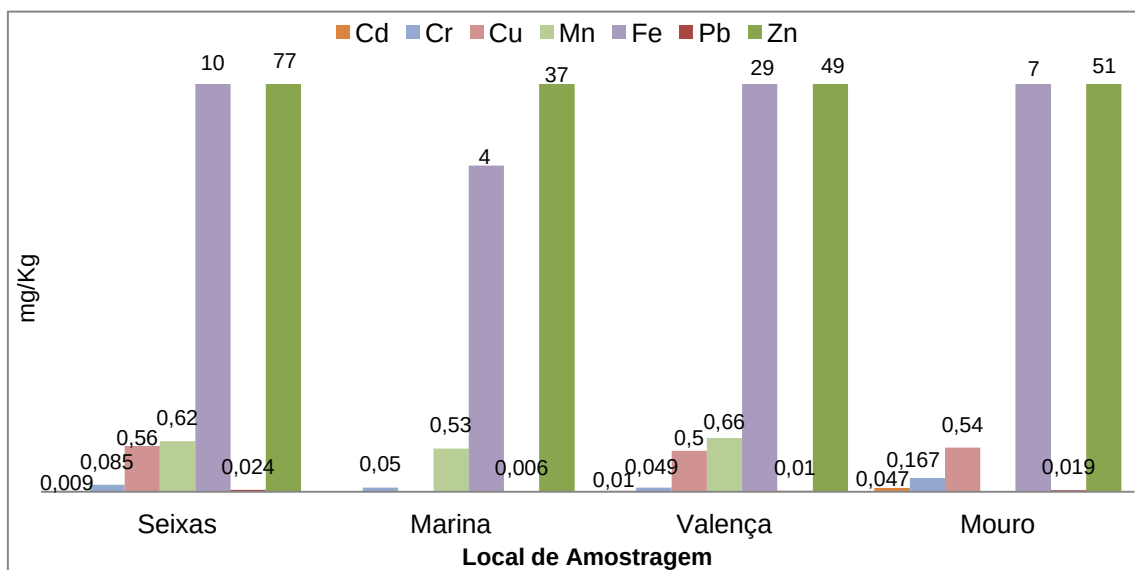


Figura. 49 Concentração média dos metais Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Pb, e Zn em miligramas por quilograma (mg/kg) de peso seco, presentes no homogeneizado de Musculos recolhido das enguias de tamanho compreendido entre 15 e 30 centímetros em Seixas, na Marina de V.N. de Cerveira, em Valença e no rio Mouro (N=3).

Tabela 20 Resumo dos grupos de similaridade dos locais analisados, obtidos através das concentrações de metais nos Sedimento, e nos homogeneizados de Fígado e Músculo. Sedimento (=Seixas, Marina e Valença); Fígado e músculo (Seixas, Marina, Valença e Mouro)

	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
Sedimento	a,a,a	,-,a,a	a,b,c	a,a,b	a,b,c	,-,a,b	,-,a,a
Fígado	a,b,c,d	b,c,a,a	b,c,a,b	b,b,a,b	a,a,a,a	a,b,(a,b),c	b,c,a,b
Musculo	b,-,b,a	b,c,c,a	a,-,a,a	b,c,a,(b,c)	a,a,a,-	a,d,c,b	a,c,b,b

De modo resumido podemos verificar que não parece existir relação entre as quantidades de metais existentes em cada local e as concentrações existentes nos tecidos amostrados, isto porque as concentrações de metais se comportam de maneira distinta nos tecidos e no sedimento.

4.4.2.3 Concentração nos Parasitas

Em relação ao parasita pode verificar-se que, o cádmio e o manganês apresentam, para os pontos analisados, grupos distintos para todos os locais. O grupo A, (Tabela 18) corresponde para o cádmio à Marina, enquanto para o manganês corresponde ao rio Mouro, sendo que nestes pontos as concentrações médias atingem valores mais elevados.

Quanto ao crómio e ao zinco estes apresentam 3 grupos distintos. O crómio tem como ponto de valores médios mais elevados o rio Mouro, grupo A, seguido da Marina, grupo B, e por fim, dos pontos Valença e Seixas juntos no grupo C, sendo estatisticamente diferentes dos anteriores, mas não entre si.

Por outro lado, para o zinco, os locais agrupados são a Marina e o rio Mouro, no conjunto B, enquanto que, os outros dois locais, diferem de forma significativa.

Para o elemento cobre as análises revelam que todos os pontos se encontram num único grupo sem diferenças estatísticas significativas entre eles.

O chumbo apresenta 3 grupos distintos sendo que o rio Mouro corresponde ao local onde os valores médios são mais elevados. Valença enquadra no grupo B, sendo estatisticamente diferente de A, enquanto a Marina se encontra num ponto intermédio entre ambos, já que, apesar de apresentar valores médios semelhantes aos do grupo A, não é estatisticamente diferente de B. Seixas é o único grupo que apresenta diferenças significativas com todos os outros correspondendo assim ao grupo C.

Tabela 21 Resultados de similaridade obtidos para as concentrações dos diferentes metais nos parasitas nemátodes *A. crassus* adultos, recolhidos das enguias parasitadas, capturadas nos vários locais amostrados.

Local	Metal/Parasitas						
	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
Seixas	0,017±0,001 ^c	0,106±0,004 ^c	5,8±0,9 ^a	1370±10 ^b	0,73±0,11 ^c	0,01±0,001 ^c	73±1 ^a
Marina	0,046±0,001 ^a	0,409±0,026 ^b	6,1±0,8 ^a	1678±39 ^a	1,1±0,2 ^b	0,05±0,001 ^{a,b}	70±1 ^b
Valença	0,0248±0,0003 ^b	0,092±0,018 ^c	5,2±0,5 ^a	1435±91 ^b	LD	0,02±0,001 ^b	6±1 ^c
Mouro	0,014±0,001 ^d	0,59±0,017 ^a	5,7±1 ^a	1681±48 ^a	2±0,1 ^a	0,05±0,001 ^a	70±1 ^b

Tabela 22 Resultados dos Testes de Cochran(C) e das Anovas, obtidos para as concentrações dos diferentes metais nos parasitas nemátodes *A. crassus* adultos, recolhidos das enguias parasitadas, capturadas nos vários locais amostrados

Teste de Cochran (C)							
	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
	0,3236	0,518	0,3704	0,6784	0,6441	0,25	0,25
Anova							
F	809,36	542,16	0,62	25,84	84,1	1275	3174,75
P	<0,001	<0,001	<0,06202	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

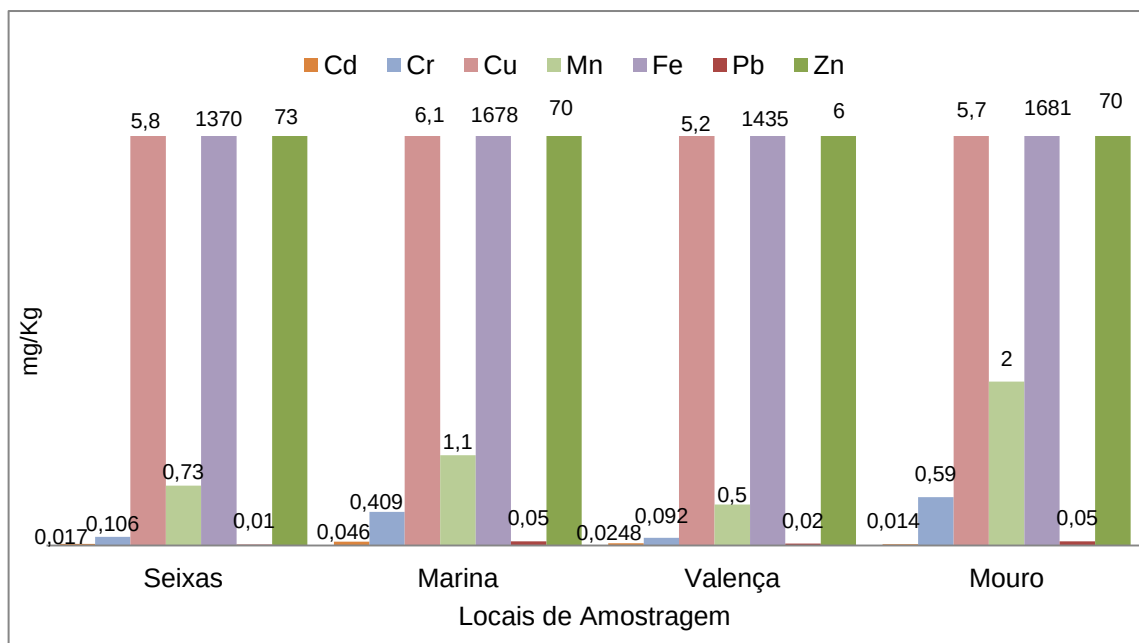


Figura. 50 Concentração média dos metais Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Pb, e Zn em miligramas por quilograma (mg/kg) de peso seco, presentes no homogeneizado de parasitas recolhidos das enguias capturadas em Seixas, na Marina de V.N. de Cerveira, em Valença e no rio Mouro

4.4.2.4 Concentração nos tecidos em enguias infectadas e não infectadas por *A. crassus*

Numa segunda abordagem foram utilizados os dados obtidos através da análise do músculo e fígado das enguias de tamanho superior a 30 centímetros. Neste estudo Para além de se fazer a avaliação quanto ao local, também se compararam os tecidos obtidos de enguias parasitadas e não parasitadas, de modo a determinar se o parasita tem, ou não, influência na quantidade de metais que se acumula nos diferentes tecidos.

No caso concreto de Seixas, a prevalência de *A. crassus*, como se verificou no ponto 4.3, correspondeu a 100%, não sendo possível realizar as análises em enguias não parasitadas uma vez que, estas não constavam da amostra capturada.

4.4.2.4.1 Fígado

No caso da análise efectuada para o fígado, podemos verificar que todos os metais analisados se podem reunir em 3, 4 ou 5 grupos diferentes.

Quanto ao cádmio podemos ver que foram formados 5 grupos sendo que, o local com valores médios mais elevados para as enguias parasitadas e não parasitadas, foi o rio Mouro, integrando o grupo A, e o grupo B.

Podemos verificar que, para todos os locais onde é possível comparar os dois tipos de tecidos estes, no que diz respeito ao cádmio, se encontram sempre em grupos diferentes o que indica que existem diferenças significativas entre eles. No entanto, para a maioria dos casos, os valores médios obtidos são mais elevados nas enguias parasitadas do que nas não parasitadas, à excepção do rio Mouro.

Para Valença e a Marina, as amostras de enguias pertencem aos mesmos grupos sendo que as não infectadas, de ambos os locais, pertencem ao grupo E assim como as infectadas pertencem ao grupo C.

Em relação ao crómio podemos verificar que este elemento apresenta 4 possíveis grupos sendo de referir que o mais importante é o grupo C uma vez que, deste fazem parte tanto enguias com parasitas (Seixas e rio Mouro) como enguias não parasitadas (Marina).

Quanto ao cobre podemos verificar o mesmo que no metal anterior, ou seja, a presença de duas categorias de enguias num mesmo grupo. Neste caso os valores entre os vários locais são estatisticamente diferentes, uma vez que cada local tem o seu grupo ou grupos, excepto no caso de Valença, que apresenta valores que não são significativamente diferentes, entre as 2 categorias de enguias, no mesmo local.

O mesmo acontece para o ferro, se bem que, neste caso as enguias afectadas pelo parasita, provenientes de Valença, se encontrem no mesmo grupo que as enguias parasitadas e não parasitadas da Marina. A situação repete-se para as enguias capturadas em Seixas, que se encontram no grupo ao qual pertence a totalidade das enguias capturadas no rio Mouro.

O manganês apresenta condições semelhantes para o Rio Mouro e para a Marina se bem que, neste último ponto, as enguias não parasitadas pertençam a dois grupos, uma vez que não diferem nem das enguias infectadas do seu local, pertencentes ao grupo B, nem das enguias infectadas de Seixas pertencentes ao ponto A.

Para o chumbo o comportamento do metal nos tecidos de fígado aparenta ser ligeiramente diferente uma vez que, em todos os locais analisados, existem diferenças significativas entre as duas categorias de enguias. No entanto, quando comparamos os vários locais entre si podemos ver que enguias parasitadas e não parasitadas acabam por ser reunidas no mesmo grupo, como acontece nos grupos B e C.

Algo semelhante pode ser verificado nos valores de zinco, se bem que neste caso, exista uma exceção para as enguias capturadas na Marina, já que estas não exibem diferenças significativas entre si.

Tabela 23 Resultados de similaridade obtidos para as concentrações (mg/kg) dos diferentes metais nos fígados das enguias parasitadas (c/) e não parasitadas (s/), capturadas nos vários locais amostrados.

Local	Metal/Fígado							
		Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
Seixas	c/	0,095±0,001 ^d	0,106±0,004 ^c	22,5±0,6 ^c	650±11 ^c	4,8±0,3 ^a	0,036±0,002 ^c	124±4 ^a
	s/	--	--	--	--	--	--	--
Marina	c/	0,129±0,024 ^c	0,199±0,021 ^a	23,6±0,4 ^b	1176±53 ^a	3,6±0,5 ^b	0,051±0,01 ^{b,c}	103±2 ^b
	s/	0,039±0,004 ^e	0,09±0,012 ^c	28,2±0,2 ^b	567±19 ^a	4,3±0,4 ^{a,b}	0,218±0,035 ^a	112±13 ^b
Valença	c/	0,121±0,001 ^c	0,038±0,003 ^d	38,4±0,3 ^a	641±29 ^a	3,3±0,4 ^b	0,039±0,002 ^c	129±3 ^a
	s/	0,0279±0,0004 ^e	0,17±0,019 ^b	23,2±0,6 ^c	884±43 ^b	2,1±0,1 ^c	0,074±0,002 ^b	103±1 ^b
Mouro	c/	0,0352±0,026 ^b	0,091±0,01 ^c	16,6±0,7 ^d	613±46 ^c	3,9±0,5 ^b	0,035±0,006 ^c	101±8 ^b
	s/	0,448±0,004 ^a	0,021±0,003 ^d	15,2±1,1 ^d	630±42 ^c	3,3±0,2 ^b	0,076±0,006 ^b	94±1 ^c

Tabela 24 Resultados dos Testes de Cochran(C) e das Anovas, obtidos para as concentrações(mg/kg) dos diferentes metais nos fígados das enguias parasitadas (c/) e não parasitadas (s/), capturadas nos vários locais amostrados.

	Teste de Cochran (C)						
	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
	0,5256	0,4129	0,4465	0,2849	0,2604	0,8694	0,6402
	Anova						
	F	428,33	84,39	465,25	101,81	16,22	63,2
P	<0,001	<0,001	<0,06202	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

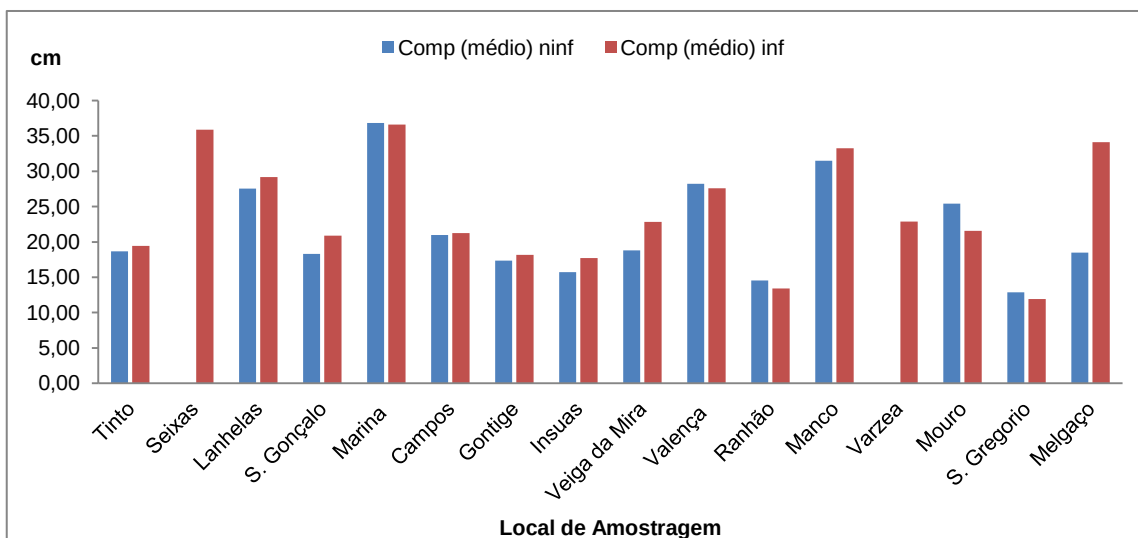


Figura. 51 Comprimento médio das enguias infectadas (Comp (médio) inf) com *A. cassus* e não infectadas (Comp (médio) ninf) por local de amostragem.

4.4.2.4.2 Músculo

O mesmo tipo de análise, quando efectuada para as amostras de músculo, apresenta valores bem distintos. Como podemos observar os valores obtidos, correspondem ao esperado sendo bastante inferiores do que aqueles alcançados no fígado.

Tabela 25 Resultados de similaridade obtidos para as concentrações(mg/kg) dos diferentes metais nos músculos das enguias parasitadas (c/) e não parasitadas (s/), capturadas nos vários locais amostrados.

Local	Metal/Músculo							
		Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
Seixas	c/	0,0022±0,0003 ^d	0,072±0,017 ^b	1,2±0,1 ^a	16±1 ^a	1,2±0,1 ^a	0,04±0,0004 ^a	111±8 ^a
	s/	--	--	--	--	--	--	--
Marina	c/	0,012±0,004 ^c	0,053±0,004 ^b	0,48±0,17 ^b	7±1 ^c	0,57±0,17 ^b	0,011±0,001 ^d	52±1 ^b
	s/	LD	0,056±0,003 ^b	0,41±0,1 ^b	9±1 ^b	LD	0,009±0,001 ^d	50±6 ^{b,c}
Valença	c/	0,0091±0,0004 ^c	0,067±0,02 ^b	LD	5±1 ^{c,b}	LD	0,009±0,001 ^{d,e}	32±1 ^c
	s/	LD	0,06±0,012 ^b	LD	5±1 ^c	LD	0,029±0,009 ^b	25±1 ^d
Mouro	c/	0,047±0,013 ^a	0,167±0,059 ^a	0,54±0,04 ^b	7±1 ^{c,b}	LD	0,019±0,002 ^c	51±2 ^{b,c}
	s/	0,0217±0,0004 ^b	0,078±0,007 ^b	0,42±0,09 ^b	5±1 ^{c,b}	LD	0,007±0,001 ^e	36±1 ^{b,c}

Tabela 26 Resultados dos Testes de Cochran(C) e das Anovas, obtidos para as concentrações (mg/kg) dos diferentes metais nos músculos das enguias parasitadas e não parasitadas, capturadas nos vários locais amostrados.

Teste de Cochran (C)							
	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
	0,5424	0,3943	0,4932	0,1429	0,7429	0,6066	0,4812
Anova							
F	152,55	8,5	46,38	46,71	36,91	50,58	180,46
P	<0,001	<0,001	<0,06202	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Quanto ao cádmio a comparação entre tecidos de músculo das enguias parasitadas e não parasitadas apenas pode ser observada para o rio Mouro. Nos pontos da Marina e de Valença não foi possível realizar a análise porque os valores presentes nas amostras se encontravam abaixo do limite de detecção. O mesmo foi verificado para o manganês no que diz respeito às enguias parasitadas nos pontos de Valença e rio Mouro, e às enguias não parasitadas nos locais já referidos assim como na Marina.

Nos valores de cádmio podemos ver que se formaram 4 grupos sendo que o local com valores médios mais elevados foi o rio Mouro para as enguias parasitadas as enguias não parasitadas, neste local, ocupam o segundo lugar como amostra de valores médios mais elevados (grupo B).

Para o crómio podemos verificar que este elemento apenas apresenta diferenças significativas para as enguias parasitadas do rio Mouro, sendo que todos os outros pontos de amostragem pertencem ao mesmo grupo, o grupo B.

Já em relação ao cobre verifica-se que, apesar de existirem diferentes grupos para os vários pontos de amostragem, o mesmo não acontece no que refere aos diferentes tipos de enguias.

O ferro, o chumbo e o zinco, neste caso, apresentam-se mais irregulares sendo que, apesar de apresentarem pontos de amostragem com diferenças significativas entre os diferentes tipos de enguias capturadas, apresentam também locais onde isto não acontece, chegando ao ponto de apresentar no mesmo local dois grupos distintos nos quais estão integrados tanto as enguias parasitadas como as não parasitadas. Isto acontece, por exemplo, para o local de amostragem, rio Mouro no que refere ao zinco e em Valença no que refere ao ferro.

V. *Discussão*

5.1 Meixão

Como se pode observar, no primeiro ponto dos resultados, a quantidade de meixão que entra no rio nos diferentes meses varia consideravelmente (Figuras 6 e 7). Os máximos, nos meses de Dezembro de 2009 e Fevereiro de 2011, reflectem os picos de entrada de meixões no rio, se bem que aparentemente estar ligeiramente desviados do descrito para o rio Minho (Antunes & Weber, 1996; Tesch, 2003).

A entrada dos meixões está condicionada por vários factores, entre eles a temperatura das águas, a intensidade luminosa, a intensidade das correntes tidais (Tesch, 2003, Adam, 2008). No caso do Minho, para além dos fenómenos naturais deve- ainda incluir-se o impacto antropogénico, uma vez que é um dos rios mais intervencionado e segmentado da Península Ibérica através das construções de barragens (Roleira, 2010; Vieira-Lanera, 2010) e do seu funcionamento, que alteram a normal variação de caudal do rio.

A pluviosidade seria, numa situação onde a interferência antropogénica não se fizesse sentir, a principal razão para o aumento de caudal dos rios e para a consequente diminuição do efeito das correntes tidais, que promovem a entrada dos indivíduos (Tesch, 2003). No entanto a presença de barragens e outras barreiras à normal circulação da água, potencia este fenómeno ao alterar o caudal hidrológico do Minho. Grande parte das descargas de maior intensidade ocorre precisamente nos períodos de pluviosidade mais intensa. Os factores acima descritos como responsáveis pela entrada dos meixões no rio não são ainda totalmente compreendidos o que dificulta também a compreensão dos factores de recrutamento desta espécie nos rios e estuários.

Não podemos deixar de ter em conta que apesar da alta eficiência desta arte de pesca, as presentes amostragens só foram efectuadas uma noite por Lua Nova, ou seja uma noite por mês. A mesma nem sempre foi efectiva dado que em algumas delas a força na maré enchente não foi suficiente para permitir a alteração do sentido da água impedindo assim a realização da amostragem, como foi o caso de Dezembro de 2010 e Janeiro de 2011.

A tendência de variação da relação entre peso e comprimento apresenta diferentes magnitudes nos diversos meses analisados. Encontrámos meses com maior dispersão, como é o caso de Dezembro de 2009 ($R^2 = 0,62$), Fevereiro de 2010 ($R^2 = 0,68$) e Novembro de 2010 ($R^2 = 0,55$), meses incluídos em pleno período de entrada de meixões nas águas continentais, e meses em que a percentagem de variação do peso é melhor explicada pela variação do comprimento como Maio de 2010 ($R^2 = 0,81$), Junho de 2010 ($R^2 = 0,82$) e Dezembro de 2010 ($R^2 = 0,84$).

Esta heterogeneidade pode ser explicada pela diferente condição dos indivíduos na plataforma continental a qual é resultante de ritmos diferentes de chegada e de diferente desenvolvimento individual dado que, com o aumento da amostra, normalmente, aumenta a dispersão.

No que diz respeito ao comprimento e peso médio nos sucessivos meses de amostragem, verifica-se que Abril de 2010 e de 2011 são os meses que revelam valores mais baixos o que aparenta estar relacionado com o final da época mais intensa de entrada de meixão no rio. Podemos ver que o número de peixes capturados nestes dois meses é bastante baixo, nomeadamente 45 meixões por hora em 2010 e 51 meixões por hora em 2011. Isto diminui a quantidade de indivíduos mais pesados na amostra, já que é a fase em que vai reiniciar a alimentação, vindo de uma fase em que perdeu peso (Tesch, 2003; Adam 2008).

Esta diminuição da entrada de indivíduos menos pigmentados, verifica-se principalmente a partir do estado VI_{A0} , estado que em conjunto com o V_B representam cerca de 50 por cento da amostra.

Analisando a variação do comprimento médio com o estado de pigmentação verifica-se que aumenta ligeiramente até ao estado VI_{A2} , diminuindo nos estados seguintes.

Os resultados heterogéneos sobre o estado de pigmentação das enguias de vidro que entram, ao longo do tempo, no rio Minho podem dever-se aos diferentes ritmos de chegada à plataforma continental bem como à oportunidade de entrada nas águas interiores, sendo esta controlada principalmente pelo caudal fluvial, cujos valores foram particularmente altos em Dezembro 2010 e Janeiro 2011.

O mês mais divergente foi o mês de Dezembro de 2010, cujos meixões quando comparados com os restantes pesos médios, tem valores muito mais elevados ($0,400 \pm 0,08g$). Do mesmo modo que antes, podemos ver que as percentagens de

meixão na primeira classe de pigmentação são baixas sendo predominante a segunda classe.

Uma possível justificação para um valor de peso médio tão elevado poderia ser o facto de pertencerem à primeira vaga de chegada à plataforma e que, apesar da entrada estar dificultada pelo caudal fluvial tornando o acesso ao rio mais difícil para a grande maioria dos meixões, é possível que os indivíduos em melhores condições físicas consigam ultrapassar a barra do rio Minho, sendo capturados na margem, conforme se verificou neste mês.

No estudo do desenvolvimento do meixão estão incluídos também os estados de pigmentação que estes apresentam uma vez que, estes correspondem ao fenómeno mais visível da metamorfose sofrida pelos indivíduos ao chegar aos estuários. O estadio de pigmentação pode ser também um factor condicionante na entrada, ou não, dos meixões no rio uma vez que a maioria dos indivíduos capturados se encontra já nas fases iniciais de pigmentação (Tesch, 2003; Adam, 2008).

No caso dos dois anos analisados para o rio Minho, podemos ver que os indivíduos, quando entram no rio, se dividem por vários estados de pigmentação. Fevereiro, Março e Abril 2010 juntamente com Janeiro, Março e Abril de 2011 são exemplos disso, o que nos leva a ponderar acerca da relação entre a entrada destes indivíduos no rio Minho e o seu desenvolvimento. No entanto o motivo para que isso aconteça não foi ainda esclarecido, visto que não existe nenhuma estrutura física que provoque este fenómeno.

Verificamos também que a nossa amostra apresenta uma relação entre os estados de pigmentação mais avançados (VI_{A3} e VI_{A4}) e o comprimento médio dos indivíduos sendo que à medida que a pigmentação aumenta o comprimento diminui (Figura 13). No entanto seria de esperar que isto ocorresse desde o início do processo de pigmentação, tendo em conta o fenómeno de privação alimentar que estes peixes sofrem (Tesch, 2003; Adam 2008). Costa-Dias, (2010) registou resultados semelhantes verificando que esta relação pode não ser assim tão linear. O estado de pigmentação não apresenta uma relação tão forte com o comprimento como com o peso e o factor de condição dos peixes. O facto de os estados de pigmentação mais avançados ocorrerem próximos ao final da época de captura pode mascarar o real efeito do processo de pigmentação no comprimento dos indivíduos.

No presente trabalho observa-se, que à medida que a época de entrada dos meixões avança o Factor de Condição de Fulton (K) dos indivíduos capturados diminui. O mesmo foi descrito por Antunes (1994), Tesch (2003) e Adam *et al.* (2008).

Verificamos que o início da época de captura de 2009/2010, foi o momento em que se registou o valor de K mais elevado ($K = 0,81$).

Quando comparados os valores de K obtidos com trabalhos anteriores (Antunes, 1994; Costa-Dias, 2010) vemos que os valores do presente trabalho se encontram num ponto intermédio. Sendo que Antunes (1994) apresenta os valores de K mais baixos ($K = 0,047$ de mínimo e $K = 0,366$ de máximo), e Costa-Dias, (2010) apresenta os valores mais elevados uma vez que todos eles são superiores a $K = 1,1$. Os valores obtidos neste estudo variam entre $K = 0,07$ e $K = 0,81$.

Os principais motivos, para a variação entre estudos podem ser de ordem metodológica, já que os dois autores referem métodos diferentes para o cálculo do factor de condição, bem como a metodologia de captura apresentar algumas diferenças como, por exemplo os locais de amostragem.

Neste trabalho, quando se compara os valores de K com a percentagem de indivíduos em cada estado de pigmentação, vemos que do mês de Fevereiro de 2010 ao mês de Março de 2010 há uma grande quebra no valor de K assim como um decréscimo acentuado da percentagem de indivíduos da fase de desenvolvimento V_B e um aumento das fases VI_{A0} e VI_{A1} . No mês seguinte, em Abril de 2010 pode verificar-se que, apesar de pequeno, há um aumento no valor de K assim como um aumento na percentagem de indivíduos em V_B bem como um decréscimo de indivíduos nas restantes classes de desenvolvimento, se bem que reduzido nas duas últimas classes presentes (VI_{A2} e VI_{A3}). Isto leva-nos a pensar que existe uma relação entre o desenvolvimento da pigmentação das enguias e a diminuição de peso e comprimento observado nos indivíduos ao longo do período de amostragem.

Na época de 2010/2011 podemos ver que, os valores de K apresentam um decréscimo inicial seguido de um ponto de inflexão no mês de Fevereiro e uma subida gradual até ao mês de Abril. Quando comparados estes dados com a percentagem das diferentes classes de pigmentação podemos ver que estas apresentam no início da época de captura valores elevados para V_B (48%). Nos meses seguintes esta reduz-se, substancialmente, chegando mesmo a apresentar valores de 0% em Dezembro de 2010. Verificamos também que a quantidade de meixão nas 2 classes seguintes VI_{A0} e VI_{A1} tomam os valores mais elevados sendo que no mês de Janeiro de 2011, apesar do

reaparecimento de V_B , as classes de pigmentação mais avançadas apresentam valores elevados, o que corresponde a uma manutenção do K. em valores baixo.

O decréscimo da percentagem de V_B nestes dois meses pode estar relacionada com as baixas taxas de entrada dos indivíduos, apesar de estes meses corresponderem, teoricamente, a época preferencial para a entrada, dos animais no rio. (Antunes, 1994; Tesch, 2003; Adam, 2008)

No entanto os meses de Dezembro de 2010 e Janeiro de 2011, correspondem aos meses nos quais não foi possível realizar amostragem própria. Em Dezembro verificou-se que aquando do início da amostragem, o “virar da água”, ou seja o momento quando a maré pára de descer e começa a subir, ocorreu de forma tão suave, que a força da corrente tidal não foi suficiente para contrariar a força da corrente da água descendente. Visto que este fenómeno ocorreu numa época em que a precipitação era baixa e, concretamente no dia da amostragem esta não ocorreu, atribuindo-se este fenómeno ao aumento de caudal associado as descargas da barragem. No mês seguinte as condições climáticas, precipitação intensa, ventos fortes e vagas de grande tamanho, foram o motivo pelo qual não foi possível efectuar a amostragem.

Os factores acima descritos podem, também, afectar a entrada do meixão no rio diminuindo assim a quantidade de indivíduos nos estádios iniciais de pigmentação e promovendo o aumento da captura de indivíduos em fases mais avançadas que tenham entrado no rio em períodos anteriores, mais favoráveis. No mês de Março de 2011, vemos que há um aumento significativo de V_B (58%) e um decréscimo de VI_{A0} (29%) o que se traduz num aumento do K.

5.2 Enguias Amarelas e Prateadas

Quanto as enguias amarelas e prateadas, através do tratamento efectuado aos dados biométricos, verifica-se que estamos perante uma população com crescimento alométrico ($b \neq 3$),

Quanto ao K dos diferentes locais podemos ver que os valores são baixos, , quando comparados com outros rios da Península Ibérica (Costa-Dias, 2010), mas não quando comparados com trabalhos anterior na mesma área (Antunes, 1999).

A população apresenta-se como uma população normal, existindo uma tendência para a predominância de indivíduos de dimensões mais reduzidas. Este facto pode estar relacionado com a localização das zonas amostradas pois grande parte destas pertencem ao estuário. Os pontos amostrados fora do estuário correspondem a afluentes do Minho em zonas de caudal reduzido onde foi possível realizar pesca eléctrica. Zonas estas, que são descritas como habitat preferencial dos elementos mais jovens, da população, e por machos sendo que as fêmeas, normalmente, escolhem águas mais interiores, mais a montante, para se desenvolverem (Adam, 2008).

Não podemos, no entanto descartar o facto de que, para se proceder ao tratamento dos dados provenientes destas enguias, foi necessário recorrer, como já referido, a elaboração de factores de correcção para os pesos e comprimentos, pois uma parte das amostras utilizadas neste trabalho eram provenientes de campanhas de amostragem anteriores ao início do mesmo. Para estas, o registo a fresco dos dados biométricos, não tinham sido efectuados de modo a corresponder às necessidades do presente trabalho.

O facto de as amostras terem sido conservadas através da congelação, processo que altera significativamente os valores obtidos nas medições, impedia a utilização directa dos dados obtidos a quando da dissecação.

Verificou-se no entanto, que para os valores de dimensões mais reduzidas como é o caso dos diâmetros oculares e o comprimento das barbatanas peitorais não foi possível obter um factor de correcção viável, uma vez que o processo de congelamento nestes casos altera, não só a sua dimensão como também a forma dos órgãos em questão, dificultando as medições e inserindo possíveis erros de medição.

Assim, para o cálculo dos índices oculares definidos por Pankhurst *et al.* (1982), e por Durif *et al.* (2009)., nas enguias para as quais não existiam valores a fresco, utilizaram-se os valores obtidos após a congelação.

Para além de não ser possível obter um factor de correcção eficiente, quando se realizam os cálculos dos diferentes índices, para os valores obtidos a fresco e os valores congelados, das mesmas enguias, verificou-se que dos resultados obtidos para os dois conjuntos de dados apenas em 3 das 41 enguias utilizadas, apresentaram resultados distintos, no entanto, nestes 3 casos, foram detectados erros de medição resultantes, possivelmente, das alterações morfológicas provenientes da congelação.

Quanto aos índices oculares (Pankhurst, 1982; Durif 2009) obtidos, verificamos que, tal como esperado para a área amostrada, esta população é composta, predominantemente, pela fase de enguia amarela, o que vai de encontro aos valores obtidos para os comprimentos médios de cada local e aos resultados obtidos na determinação do sexo dos vários indivíduos, onde,, a grande maioria dos indivíduos se apresentava sexualmente imaturo.

No entanto, ao comparar os dois índices supracitados verificamos que existiam algumas discrepâncias entre eles no que diz respeito alguns indivíduos. Estes eram classificados por Pankhurst *et al.* (1982), como prateadas, enquanto que através de Durif *et al.* (2009), apenas um se classificava como SMII verificou-se que este indivíduo se tratava de um Macho bem desenvolvido, o que confirma a classificação de ambos os índices.

Dos restantes indivíduos, 3 foram classificados como fêmeas pré-migrantes, SFIII, tendo sido confirmado o sexo, através de observação directa das gónadas.

Por último resta um elemento classificado por Durif *et al.* (2009), como SI. Ao proceder à sua dissecação verificamos que se tratava de um macho bem diferenciado. Tendo em conta as diferenças a nível de desenvolvimento e maturação exibidas pelos diferentes sexos nas enguias, (Tesch, 2003; Adam, 2008; Durif, 2009) leva a pensar que se trata de um indivíduo prestes transitar de SI a SMII, pois para além dos machos passarem directamente de uma classe para a outra, os valores do comprimento e diâmetros oculares são muito próximos dos apresentados pelo outro macho já classificado como SMII. Isto justifica a classificação atribuída pelo índice de Pankhurst *et al.* (1982).

Quanto à diferenciação sexual, existe uma diferença de quase 10% entre os valores obtidos para fêmeas e para machos a qual pode ser justificada com as diferenças comportamentais de cada sexo (Tesch, 2003; Adam, 2008; Durif, 2009).

Os valores obtidos vão ao encontro do anteriormente descrito para os índices oculares, já que, também estes, apresentam uma grande maioria de indivíduos imaturos seguidos de um valor mais reduzido, mas ainda significativo, de enguias do sexo feminino nos estádios residentes e pré-migratórias, bem como de um valor muito inferior de indivíduos pertencentes ao sexo masculino em fase de migração.

Esta propensão para um maior número de indivíduos do sexo feminino pode estar relacionada com o ligeiro decréscimo da densidade populacional de enguias descrito para o rio Minho (Antunes e Cobo (eds), 2011). No entanto não se pode esquecer que, os métodos de amostragem utilizados também têm influência na gama de indivíduos amostrados e alterar, assim, a razão obtida entre machos e fêmeas.

Quando comparados os pesos médios de cada um dos sexos e do indivíduos indiferenciados confirma-se que os indivíduos indiferenciados são os mais jovens pois apresentam os valores de peso e comprimento médios mais baixos.

As enguias do sexo masculino apresentam um comprimento, médio, associado ao extremo inferior da gama média atribuída ao início da migração atlântica dos machos das enguias europeias (Tesch, 2003). Este comprimento médio corresponde, ainda, a um tempo de residência no rio que pode variar entre os 3 a 4 anos, o que vai de encontro ao já descrito uma vez que este período de residência corresponde, no caso dos machos, ao início da maturação sexual e migração para águas atlânticas (Adam, 2008).

Para as fêmeas o comprimento médio encontra-se ainda fora da gama de comprimentos esperados para as enguias deste sexo (Tesch, 2003), sendo que apenas os casos mais extremos são aqui incluídos, correspondendo ao identificado pelo índice de Durif, *et al*, (2009), como enguias na fase pré-migratória.

5.3 Parasita

Quanto a avaliação da propagação do nemátode parasita *Anguillicoloides crassus* no conjunto geral de amostragens podemos verificar que comparando com o trabalhos anteriores, a sua área de dispersão aumentou, uma vez que, registos deste nemátode no Minho datados de 1995/96, atribuíam ao parasita uma área de distribuição restrita às zonas intermédias do troço internacional do Rio Minho, entre Caminha e Melgaço, exclusive (Antunes, 1999). Trabalhos mais recentes vão ao encontro do presente estudo ao confirmarem o aumento da área de distribuição do parasita no Minho (Aguillar, 2005), já que em todos pontos de amostragem, se confirmou a presença de exemplares infectados.

Actualmente, no Minho, as taxas de prevalência variam entre os 23% em São Gregório, ponto de amostragem mais a montante, e os 100% na Várzea, Monção e em Seixas.

O valor da prevalência de 23 % ocorre num local muito a montante no rio, próximo já da barragem da Frieira. A baixa taxa de prevalência pode estar relacionada com a distância do ponto de amostragem relativamente aos locais de taxas mais elevadas assim como às baixas densidades populacionais de enguias exibidas neste local. Segundo Heitlinger *et al.* (2009), elevadas densidades de enguias promovem elevadas taxas de prevalência pois, a captura dos nemátodes na fase de desenvolvimento L2 livres ocorre mais rapidamente pelos hospedeiros intermediários, e pelas próprias enguias, promovendo elevadas taxas de viabilização e sucesso na infecção por este nemátode.

Os dois locais com prevalência de 100%, apesar de terem taxas idênticas, diferem em todos os outros factores, incluindo nas características abióticas dos locais, uma vez que Seixas se encontra na parte baixa do estuário onde existe uma acentuada variação da maré e consequentemente variação de salinidade e temperatura, enquanto que a região da Várzea se localiza na zona intermédia do estuário onde a influência da maré é muito mais reduzida em termos físicos, e nula no que diz respeito à salinidade. Um factor comum entre ambos é o facto de os locais se encontrarem em zonas de remanso onde a circulação das águas é mais lenta e calma.

Quanto à região da Várzea justifica-se os valores obtidos através do baixo número de indivíduos amostrados, apenas 10, e o facto de a amostragem ter sido realizada

numa zona de remanso isto pode criar um micro-habitat propício à manutenção e propagação do parasita devido a ser uma zona de águas paradas e temperaturas moderadas, em que as larvas L2 podem permanecer activas e viáveis durante mais tempo. A juntar a isto está, ainda, o facto das margens deste local serem recobertas por vegetação rasteira e o sedimento ser aprazível à população de *A. anguilla*, viabilizando um aumento da sua densidade populacional, permitindo assim o aumento do número de enguias infectadas e da área de distribuição do nemátode *A. crassus*.

Para Seixas justificar este valor elevado de prevalência é um pouco mais complicado, pois estamos numa zona onde estão presentes factores que afectam a viabilidade do parasita, como a salinidade e as baixas temperaturas (Moravec e Taraschewski, 1988; Kirk, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005; Knopf, 2006; Heitlinger, 2009). No entanto, este valor de 100%, pode ser derivado ao facto de as enguias encontradas neste local serem indivíduos de grandes dimensões, com períodos de permanência no rio, mais alargados. As enguias encontradas neste local, principalmente as fêmeas, eram, provavelmente, indivíduos que já estavam a descer o rio, preparando-se para a migração oceânica. Esta hipótese é apoiada pelo facto de algumas das enguias fêmeas deste local serem classificadas como pré-migrantes e prateadas pelos índices de Durif e Pankhurst.

Quanto aos machos, está descrito que o tempo de permanência no rio é menor do que para as fêmeas (Tesch, 2003; Adam, 2008; Durif, 2009). No entanto, devemos ter em atenção que o local, apesar das variações diárias de temperatura e salinidade, é propício à existência de uma grande quantidade de hospedeiros, quer intermediários quer paraténicos, pois encontramos-nos numa zona muito próxima do sapal onde a macro e micro fauna são muito abundantes.

Para além disso, a presença de enguias de grande porte, infectadas, pode ser uma boa fonte de libertação de larvas do nemátode *A. crassus* na fase L2, para o meio, já que, as alterações de salinidade e temperatura podem induzir a este processo pelos indivíduos em *stress*, uma vez que as relações osmóticas entre hospedeiros e os parasitas são alteradas pelas variações de salinidade (Kirk, 2000b).

A expansão do parasita na bacia do Minho, não se limitou ao Minho em si, mas também aos seus afluentes pois em 1995, o Rio Coura, principal afluente do troço internacional, não apresentava indícios da presença deste nemátode a qual foi verificada num dos seus afluentes no presente trabalho.

A passagem obrigatória por uma zona de grande variação de salinidade, que atinge valores máximos de 35, não era muito concordante com o facto de se obterem taxas de prevalência de 52% no rio Tinto, um dos afluentes do rio Coura, isto porque a salinidade está descrita com sendo um das barreiras a distribuição deste nemátode (Moravec e Konnecny, 1994; Knopf, 1998; Antunes, 1999; Kirk, 2003).

A dispersão, do parasita, verificada pode no entanto ser resultante de vários factores. Existe a possibilidade de que, as enguias parasitadas tenham, no decurso das suas deslocações naturais, ao longo dos rios, entrado no rio Coura e assim contaminado a população residente dos seus afluentes. No entanto, esta justificação implica que, ou a infecção com este nemátode ocorre em zonas muito próximas da desembocadura do rio Minho, ou que enguias já infectadas provenientes de outras zonas do rio, tenham descido o Minho e entrado no rio Coura, subindo este rio até aos seus afluentes.

Ambas as hipóteses apresentadas são questionáveis devido ao valor da salinidade neste local e ao facto destes animais estarem descritos como inactivos e sedentários após a migração para montante (Imbert, 2008). Apesar de se observar uma grande diminuição das taxas de infecção e sobrevivência em água salobra e salgada, o nemátode parece ter, ainda, a capacidade de conseguir, infectar um novo hospedeiro e de completar o seu ciclo de vida, uma vez que no interior da bexiga-natatória, apesar de afectada pelas variações osmóticas sofridas pelas enguias, aquando da sua passagem para zonas de salinidade elevadas, as fêmeas de *A. crassus* conseguem produzir e libertar descendência viável para o lúmen da bexiga-natatória, isto para além dos adultos conseguirem sobreviver por algum tempo, no interior do hospedeiro, mesmo a elevados níveis de salinidade (Kirk, 2000a, 2000b, 2002).

Quanto à hipótese de enguias infectadas de zonas a montante migrarem para o rio Coura é possível, dado que estes animais podem tomar vários tipos de comportamento (Tesch, 2003).

Tesch *et al.* (2003), propõem que as enguias podem realmente exibir um comportamento sedentário em relação a uma determinada área do rio, exibindo até a sua própria versão do fenómeno de “homing”. Mas se as condições do seu habitat inicial se degradarem, baixa qualidade da água, variações acentuadas da temperatura e falta de alimento, os animais podem migrar para outras zonas do rio, sendo que estas migrações estão normalmente associadas também às estações do ano.

O transporte do parasita para os afluentes do rio Coura pode ainda ter ocorrido através dos hospedeiros intermediários e paraténicos visto que estes, ao se aproximarem zona de Sapal, na foz do rio Coura, para se alimentarem, podem depois subir o afluente na procura por alimento e/ou refugio ou serem ainda “arrastados”, no caso dos hospedeiros de menores dimensões, pelas correntes ascendentes nos períodos de subida da maré.

No rio Tinto, aquando da amostragem para captura das enguias, foram também identificados alguns animais que estão descritos como potenciais hospedeiros paraténicos deste nemátode, nomeadamente o esgana-gata (*Gasterosteus aculeatus*) (Höglund & Thomas, 1992), a tenca (*Tinca tinca*) (Moravec & Konecny, 1994) e a carpa (*Cyprinus carpio*) (Cakic, 2002). É possível também, se bem que menos provável, que o parasita consiga chegar aos afluentes, na sua fase livre, sendo “arrastado” pela corrente, uma vez que este consegue manter-se viável cerca de 8 dias em água salgada e 21 dias em água salobra (Kirk 2002, 2003).

Esta possibilidade levanta algumas questões uma vez que os níveis de prevalência encontrados neste local ultrapassam os 50% e o parasita quando em contacto e permanência com a água salgada e/ou salobra vê as suas taxas de infecção bastante prejudicadas (Kirk, 2000_a, 2000_b, 2002) pelo que seriam de esperar taxas de prevalência bastante mais reduzidas. Contudo, e porque o último registo foi efectuado em 1996, poderá ter acontecido que a chegada do parasita a estes afluentes não tenha sido recente, permitindo assim a reprodução e dispersão, que em condições óptimas, abundância de hospedeiros e temperaturas a rondar os 20°C, se dá em aproximadamente em 3 meses, (Moravec e Konnecony, 1994; Kirk, 2003).

A taxa de prevalência mais baixa, referente à zona de S. Gregório é de 23%. Esta zona é bastante afectada com as descargas da barragem, localizada a montante do local de amostragem, o que atribui uma maior velocidade à água dificultando o acesso das enguias a este local. Esta condição, de grande corrente, pode dificultar a chegada, da maioria, das enguias infectadas com o parasita a este ponto, uma vez que estas, podem estar mais debilitadas, com as suas reservas energéticas reduzidas, devido a danos na bexiga-natatória provocados pela infecção e a alimentação dos parasitas (Moravec e Konnecony, 1994; Palstra, 2007; Kirk, 2002, 2003; Rolbeicki e Rokicki, 2005).

A elevada corrente pode também ser responsável pela dispersão dos parasitas em direcção a jusante, arrastando, aquando da sua libertação, as larvas na fase L2 que não conseguiram fixar-se ao sedimento minimizando, assim, a probabilidade de infecção no local.

No presente trabalho foi encontrada uma relação positiva entre o comprimento médio das enguias, das diferentes zonas, e a prevalência da infecção o que pode estar relacionado com a disponibilidade dos hospedeiros infectados e os hábitos alimentares das enguias à medida que crescem. No entanto, não foi encontrada nenhuma diferença, estatisticamente significativa, entre os valores do factor de condição (K) de enguias infectadas e não infectadas, sendo que, a melhor maneira de proceder ao estudo do impacto do parasita no K das enguias seja, talvez, avaliar a sua variação e em laboratório diminuindo assim as variáveis ambientais. Ao comparar os valores de K para enguias infectadas e não infectadas *in loco*, esta não se pode realizar para os dados da mesma enguia o que inviabiliza uma conclusão do impacto directo do parasita no crescimento e desenvolvimento do indivíduos.

Em relação à zona da Marina em Vila Nova de Cerveira, visto que tínhamos um período de dados mais alargado, procedeu-se à análise anual dos mesmos tentando perceber qual a evolução do parasita neste local ao longo deste tempo. Verificamos que ao longo dos 4 anos analisados a taxa de prevalência exibiu algumas variações nos seus valores, sendo que estes apresentam uma diminuição de 2008 para 2011, de 80% para 69%, respectivamente. Em 2008, o valor foi obtido a partir de um menor número de enguias (N=15), no entanto os valores encontrados, para a prevalência neste local, parecem indicar uma estabilização, ao longo do tempo, da infecção de *A. crassus* na população de enguias deste ponto. Outras hipóteses seriam, a diminuição de hospedeiros intermediários e ou paraténicos no rio (Rolbeicki e Rokicki, 2005), informação de que não dispomos, ou com a entrada de enguias não infectadas, hipótese que também não parece provável devido aos resultados obtidos nas outras estações de amostragem.

A biomassa média obtida, para estes pontos do Minho, atinge um valor de 40,55 quilogramas por hectare, o que, quando comparado com outros trabalhos (Moriarty & Dekker, 1997), se verifica ser ligeiramente superior ao estabelecido como limite máximo da gama de biomassa para os rios europeus, por estes autores, que corresponde a 40 quilogramas por hectare.

Já de acordo como os dados do Plano de Gestão da Enguia podemos ver que os valores se encontram dentro da gama definida para o rio Minho, que varia entre os 0,10 kg/ha e os 64,44 por kg/ha (Antunes e Cobo (eds), 2011).

Estes valores, de biomassa e densidade, reflectem o impacto das pressões antropogénicas no Minho e seus afluentes, uma vez que, se por um lado apresentam, em alguns pontos, valores muito baixos, reflectindo as más condições desses locais como habitat para a enguia. Por outro reflectem o impacto da diminuição da área disponível, para estes peixes, provocada pela presença da Barragem da Frieira, logo a Montante do troço internacional do rio Minho, através de valores de biomassa e densidade muito elevados, que analisados sem ter em conta este factor podem levar a uma interpretação errónea do estado da Bacia do Minho no que diz respeito as enguias (Antunes e Cobo (eds), 2011).

Na Figura 43 tentamos relacionar os valores de densidades com os valores de prevalência mas, verificamos que tal não foi possível uma vez que, ao contrário do que estabelecido na bibliografia (Kirk, 2002; Kirk 2003; Heitlinger, 2009), não existe relação entre a prevalência de infecção e a densidade de enguias.

Os dados bibliográficos afirmam que, quanto maior a densidade de enguias maior a taxa de prevalência uma vez que os contactos entre os hospedeiro e os parasitas são mais elevados, mas isto está registado apenas para ambientes de aquacultura o que à partida limita a área de migração das enguias.

No rio, se bem que, o mesmo possa, eventualmente, acontecer em sistemas mais fechados, não é assim tão evidente, pois há mais variáveis a afectar este fenómeno. Entre estas podem constar as migrações naturais das enguias, devido a temperatura e a falta de alimento; a falta de hospedeiros intermediários e paraténicos na região; a diminuição da capacidade do parasita infectar novos hospedeiros, pelos factores abióticos, como temperatura e salinidade; o “arrastamento” das larvas pela corrente e a possível predação do parasita por outros animais que não os hospedeiros intermediários e paraténicos.

5.4 Metais

5.4.1 Meixão

As variações encontradas na concentração dos diferentes metais observados nos tecidos dos meixões, quando comparados com a concentração existente nas enguias amarelas entre os 15-30 cm, podem ser causadas por vários factores.

Relativamente aos metais essenciais, as variações podem ocorrer por factores metabólicos, dada a fase de transição que os meixões vão sofrer quer no processo de pigmentação quer na adaptação ao meio dulçaquícola. As enguias, são tidas com bons bio-indicadores porque não apresentam índices de metabolismo elevados, até se iniciar o processo de mudança de enguia amarela para enguia prateada quando isto se altera devido a necessidade de produzir tecido gonadossomático e de se adaptar a novas condições do meio (Belpaire, 2007).

Vários autores relatam a diminuição de massa corporal dos leptocéfalos durante a sua passagem a meixão (Antunes, 1994, Tesch, 2003; du Colombier, 2008), sendo que nesta fase os indivíduos deixam de se alimentar e passam a sobreviver à base das reservas energéticas acumuladas até aí. Assim os valores de peso e comprimento alteram-se significativamente durante esta metamorfose, chegando o comprimento das enguias a diminuir cerca de 0,9 cm antes de esta alcançar o estágio de desenvolvimento **VI_{A3}** (Tesch, 2003).

No rio Minho, os meixões são a fase do ciclo de vida de *Anguilla anguilla* mais consumida e, a nível de segurança alimentar, podemos ver que os valores de concentração obtidos para os metais chumbo e cádmio, nos meixões capturados neste rio são inferiores aos legislados no “Regulamento (CE) N.º 1831/2003 da Comissão de 19 de Dezembro de 2006 que fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios”.

5.4.2 Sedimentos

Quanto ao sedimento dos locais analisados, apesar de existirem semelhanças no que diz respeito ao facto de serem zonas de remanso, com águas calmas, bastante vegetação circundante e sedimento, composto maioritariamente por elementos finos e matéria orgânica, os 3 locais apresentam diferenças significativas no que diz respeito às quantidades de metais.

Isto pode estar relacionado com os focos de poluição existentes nos diferentes locais como, por exemplo, a foz do rio Louro, um afluente do rio Minho em território espanhol, considerado um afluente poluidor (Santos, 2010), que desagua em Valença próximo do local de amostragem; a presença de despejos de esgotos e de escorrências dos campos agrícolas na marina de Cerveira e a existência de um portinho para barcos de pesca e de recreio em Seixas. Estes são alguns dos motivos que podem levar às variações observadas se bem que, os valores apresentados não difiram de estudos anteriores (Reis, 2008), excepto para os valores de zinco e manganês que apresentam valores mais elevados.

Já quando comparados com análises de outros locais da Península Ibérica, considerados não poluídos, podemos verificar que os valores obtidos, não diferem muito destes sendo que apenas o zinco, apresenta valores ligeiramente mais elevados, no entanto não o suficiente para os sedimentos dos locais de amostragem serem considerados contaminados por este elemento (Usero, 2003).

5.4.3 Tecidos

Quanto aos tecidos analisados verificámos que a maioria dos metais apresenta valores mais elevados no fígado do que no músculo dos indivíduos. Este facto corresponde ao inicialmente esperado uma vez que, as funções fisiológicas deste órgão como armazenador de lípidos (Clements and Raubeneimer *in* Evans and Claiborne, 2006) e metabolizador de metais (Usero, 2003) para isto apontavam, enquanto o músculo é considerado como um dos tecidos com menor capacidade para reter os metais (Bruslé, 1987).

Temos, no entanto, algumas situações pontuais, onde isto não ocorreu como é o caso do crómio (Seixas, na Marina e no rio Mouro, para as enguias de dimensões mais reduzidas, em Seixas e Valença para as enguias de tamanho superior a 30 centímetros) e do chumbo em Seixas nas enguias de maiores dimensões. No entanto no que diz respeito ao crómio, o mesmo foi descrito por Usero *et al.*, 2003. Para este elemento em particular, se bem que seja um elemento essencial, ainda não se conhecem muito bem as suas funções no metabolismo (Vincent, 2004), pelo que a sua presença nos tecidos musculares pode não ser de todo estranha. Sabe-se, no entanto, que o excesso de crómio, e dos seus derivados, pode causar danos sérios na saúde pública, uma vez que este é um reconhecido cancerígeno (Irwin, 1997).

Quando se compara os resultados obtidos para os sedimentos com os resultados obtidos para os tecidos verificamos que, as duas amostras se comportam de maneiras muito distintas. Este facto leva a pensar que, os valores de metais obtidos nos tecidos das enguias não estão directamente relacionados com os locais onde estas foram capturadas. Tendo em conta o estatuto da enguia como boa espécie para ser utilizada como bioindicador (Belpaire, 2007), estas diferenças podem ser justificadas, pelo facto de o tempo de permanência destas nos diferentes locais ser, ainda, curto, não tendo permitido a influência das condições locais ou pelo facto de, quando as características bióticas e abióticas dos locais se tornam prejudiciais aos indivíduos, estes aumentarem a sua área habitacional migrando para locais mais propícios à sua sobrevivência e desenvolvimento.

Este fenómeno, no entanto, está descrito principalmente para alterações relativas à falta de alimento e variações bruscas da temperatura (Tesch, 2003; Adam, 2008).

Quando analisados os valores obtidos nos parasitas para as concentrações de metais, podemos verificar que estes variam de local para local mas de modo distinto ao observado para os tecidos (músculo e fígado) de ambos os grupos de enguias (15 a 30 cm e maiores de 30 cm). Podemos dizer que não existe uma relação directa entre as concentrações de metais existentes nos tecidos e nos parasitas. O que vai de encontro ao observado por Palikova *et al.* (2003), quando afirma que a baixa capacidade de absorção de metais pesados, pelo parasita, permite excluí-lo como factor de diminuição das concentrações de metais encontrados nos hospedeiros. O mesmo não se pode dizer de outros parasitas, os Cestoda, que estão descritos por Eira, *et al.* (2009) como possíveis potenciadores da capacidade de absorção de metais pelo hospedeiro, uma vez que, quando em coabitação, estes parecem aumentar as concentrações de metais presentes no interior os nemátodes. Em relação ao Minho, os Cestoda encontram-se descritos para um dos afluentes (Aguilar, 2005).

Isto mesmo é verificado no presente trabalho aquando da comparação dos valores de metais obtidos para os diferentes os tecidos entre enguias infectadas e não infectadas pelo nemátode, uma vez que, a grande maioria das amostras não infectadas apresenta valores inferiores do que as enguias infectadas, para os diferentes metais analisados.

Assim como para os meixões, verificamos que os valores de metais apresentados pelas enguias, nas suas partes edíveis, ou seja músculo, apresentam valores inferiores ao definido pelo Regulamento (CE) N.º 1831/2003 DA Comissão de 19 de Dezembro de 2003 “que fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos géneros alimentícios” mas também os valores presentes fígado são considerados aptos para consumo.

VI. Conclusão

Em termos de conclusão podemos dizer que, apesar de o Minho ser um rio com uma população e industrialização emergentes, as suas águas, ou neste caso sedimentos, continuam a apresentar valores de contaminação, a nível de metais, relativamente baixos não sendo por isso considerado um rio poluído.

O mesmo já não acontece no que diz respeito à distribuição do parasita *A. crassus* que, apesar de se tratar de uma introdução relativamente recente no rio, dispersou muito rapidamente encontrando-se, agora, numa fase de estabilização, após “conquistar” grande parte, se não a totalidade, da área do rio disponível para as enguias.

Concluiu-se também que, apesar do seu tipo de alimentação e comportamento como animal bentónico, as enguias do Minho não se encontram afectadas em grande escala, pelos metais pesados uma vez que os seus valores se encontram próximos aos encontrados em locais considerados não poluídos. Estas são consideradas aptas para o consumo humano em qualquer fase do seu ciclo de vida já que os valores de metais se encontram abaixo dos limites legais máximos. Para esta população verificamos ainda que, de acordo com o descrito para a população de enguias do Minho (no Plano de Gestão da Enguia) se trata de uma população composta maioritariamente por indivíduos na fase de enguia amarela, apontando para um decréscimo de densidade populacional.

Por último, verificamos que o parasita *A. crassus* não tem influência nas concentrações de metais presentes nos organismos das enguias. É aconselhado, no entanto, a continuação do estudo deste parasita no Minho, principalmente no que diz respeito à área de distribuição do mesmo e às espécies por este utilizadas como hospedeiros, intermediários e paraténicos. Pois apesar de existirem algumas compilações acerca dos possíveis animais utilizados pelo *A. crassus* como hospedeiros, para o Minho, não existe nenhum trabalho do género. É, ainda aconselhável a realização de um estudo mais amplo das condições sanitárias do rio no que diz respeito aos parasitas de enguias e as possíveis relações entre estes quando em coabitação.

Propõem-se também a continuação da avaliação e monitorização do estado do Minho em termos de metais uma vez que, apesar de este ser considerado um rio limpo, a crescente industrialização das suas margens pode rapidamente alterar este facto.

Seria também importante avaliar, não só a presença de metais, mas também de outro tipo de contaminantes, alargando as análises às águas, principalmente no que diz respeito a fertilizantes e afins, tendo em conta a forte componente agrícola que ainda predomina no vale do Minho.

VII. Bibliografia

Artigos:

Abdallah L.G.B., Maamouri F., (2006) "Spatial-temporal dynamics of the nematode *Anguillicolla crassus* in Northeast Tunisian lagoons." *Comptes rendus Biologies*, 329, 785 – 789.

Aguilar A., Álvarez M.F., Leiro J.M., Sanmartín M.L., (2005) "Parasite populations of the European eel (*Anguilla anguilla*, L.) in the Rivers Ulla and Tea (Galicia, northwest Spain)." *Aquaculture*, 249, 85 – 94.

Antunes C, Weber M., (1996) "The glass eel fishery and the by - catch in the Rio Minho after one decade (1981 - 1982 and 1991 - 1992)." *Archives of Polish Fisheries*, 4, 131 – 139.

Arai T., Kotake A., McCarthy T.K., (2006) "Habitat use by the European eel *Anguilla anguilla* in Irish waters." *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 67, 569 – 578.

Baruš V., Koubková B., Prokeš M., (1999) "Checklist of the paratenic hosts in the life cycle of *Anguillicolla crassus* (Nematoda: Dracunculoidea)." *Helminthologia*, 36, 124 – 125.

Belpaire C., Goemans G., (2007) "Eels: contaminant cocktails pinpointing environmental contamination." *ICES Journal of Marine Science*, 64, 1423 – 1436.

Bruslé J., (1990) "Effects of heavy metals on eels, *Anguilla* sp." *Aquatic Living Resources*, 3, 131 – 141.

Bruslé J., (1987) "Eel and Pollutants: a general Review of the effects of heavy metals." European Inland Fishery Advisory Commission (Fao) Eel Working Group, Bristol, April 1987.

Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M., Shostak A.W., (1997) "Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited." *Journal of Parasitology*, 83, 575 – 583.

Cakic P., Stojanovski S., Kulišić Z., Hristovski N., Lenhardt M., (2002) "Occurrence of *Anguillicolla crassus* (Nematoda: Dracunculoidea) in eels of Lake Ohrid, Macedonia." *Acta Veterinaria - Beograd*, 52, 163 – 168.

Cobo F., Vieira - Lanero R., Servia M.J., Barca S., Couto M.T., Rivas S., Sánchez J., Nachón D., Silva S., Gómez - Sande P., Morquecho C., Lago L., (2010) “Contribución al plan de gestión de la anguila europea (*Anguilla anguilla*): Primeros datos biológicos en los afluentes de la margen española del Baixo Miño.” in Carlos Antunes (eds), 2010, “IV Simpósio Ibérico Sobre A Bacia Hidrográfica Do Rio Minho.” Aquamuseu do Rio Minho, 70 – 77.

Costa - Dias S., Dias E., Lobón - Cerviá J., Antunes C., Coimbra J., (2010) “Infection by *Anguillicoloides crassus* in a riverine stock of European eel, *Anguilla anguilla*.” Fisheries Management and Ecology, 17, 485 – 492.

De Charleroy D., Thomas K., Belpaire C., Ollevier F., (1990) “The life cycle of *Anguillicola crassus*.” Diseases of Aquatic Organisms, 8, 77 – 84.

Du Colombier S.B., Lambert P., Bardonnnet A., (2008) “Is feeding behavior related to glass eel propensity to migrate?” Estuarine, Coastal and Shelf Science, 80, 323 – 329.

Durif C., Guibert A., Elie P., (2009) “Morphological Discrimination of the Silvering Stages of the European Eel.” In: Casselman JM, Cairns DK (eds) Eels at the edge: science, status, and conservation concerns. American Fisheries Society Symposium, 58, Bethesda, Maryland, 103 – 111.

Eira C., Torres J., Miquel J., Vaqueiro J., Soares A.M.V.M., Vingada J., (2009) “Trace element concentrations in *Proteocephalus macrocephalus* (Cestoda) and *Anguillicola crassus* (Nematoda) in comparison to their fish host, *Anguilla anguilla* in Ria de Aveiro, Portugal.” Science of the Total Environment, 407, 991 – 998.

Gollock M.J., Kennedy C.R., Quabius E.S., Brown J.A., (2004) “The effect of parasitism of European eels with the nematode *Anguillicola crassus* on the impact of netting and aerial exposure.” Aquaculture, 233, 45 – 54.

Grellier P., Huet J., Dedaunay Y., (1991) “Stades pigmentaires de la civelle *Anguilla anguilla* (L.) dans les estuaries de la Loire et de la Vilaine.” IFREMER, DRV, 91,14-RH/Nantes, 18p.

Elie P., Lecomte - Finiger R., Cantrelle I., Charlon N., (1982) “Definition des limites des différents stades pigmentaires durant la phase civelle d'*Anguilla anguilla* L.” Vie et milieu, 32, 149 – 157.

Heitlinger E.G., Laetsch D.R., Weclawski U., Han Y., Taraschewski H. (2009) "Massive encapsulation of larval *Anguillicoloides crassus* in the intestinal wall of Japanese eels." *Parasites & Vectors*, 2, 48.

Höglund J., Thomas K., (1992) "The black goby *Gobius niger* as a potential paratenic host for the parasitic nematode *Anguillicola crassus* in a thermal effluent of the Baltic." *Diseases of Aquatic Organisms*, 13, 175 – 180.

Imbert H., Arrowsmith R., Dufour S., Elie P., (2008) "Relationships between locomotor behavior, morphometric characters and thyroid hormone levels give evidence of stage-dependent mechanisms in European eel upstream migration." *Hormones and Behavior*, 53, 69 – 81.

Kirk R.S., (2003) "The impact of *Anguillicola crassus* on European eels." *Fisheries Management and Ecology*, 10, 385 – 394.

Kirk R.S., Kennedy C.R., Lewis J.W., (2000_b) "The effect of salinity on hatching, survival and infectivity of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea) larvae." *Diseases of Aquatic Organisms*, 40, 211 – 218.

Kirk R.S., Lewis J.W., Kennedy C.R., (2000_a) "Survival and transmission of *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974 (Nematoda) in seawater eels." *Parasitology*, 120, 289 – 295.

Kirk R.S., Morritt D., Lewis J.W., Kennedy C.R., (2002) "The osmotic relationship of the swimbladder nematode *Anguillicola crassus* with seawater eels." *Parasitology*, 124, 339 – 347.

Knopf K., (2006) "The swimbladder nematode *Anguillicola crassus* in the European eel *Anguilla anguilla* and the Japanese eel *Anguilla japonica*: differences in susceptibility and immunity between a recently colonized host and the original host." *Journal of Helminthology*, 80, 129 – 136.

Knopf K., Mahnke M., (2004) "Differences in susceptibility of the European eel (*Anguilla anguilla*) and the Japanese eel (*Anguilla japonica*) to the swimbladder nematode *Anguillicola crassus*." *Parasitology*, 129, 491 – 496.

Knopf K., Würtz J., Sures B., Taraschewski H., (1998) "Impact of low water temperature on the development of *Anguillicola crassus* in the final host *Anguilla anguilla*." *Diseases of Aquatic Organisms*, 33, 143 – 149.

Lefebvre F. S., Crivelli A. J., (2004) "Anguillicolosis: dynamics of the infection over two decades." *Diseases of Aquatic Organism*, 62, 227 – 232.

Moravec F., Taraschewski H., (1988) "Revision of the genus *Anguillicola* Yamaguti, 1935 (Nematoda: Anguillicolidae) of the swimbladder of eels, including descriptions of two new species, *A. novaezelandiae* sp. n. and *A. papernai* sp. n." *Folia Parasitologica*, 35, 125 – 146.

Moreno F., Araújo M.F., Moreno J., Fatela F., Drago T., (2004) "Caracterização (Geo)química de sedimentos fluvio/estuarinos do rio Minho: Avaliação preliminar do actual grau de enriquecimento/contaminação por metais." - Congresso Internacional sobre o Rio Minho: por uma nova cultura da água. Melgaço, Maio, 2004, Fundação Nova Cultura da Água.

Paliková M., Navrátil S., (2001) "Occurrence of *Anguillicola crassus* in the water reservoir Koryěany (Czech Republic) and its influence on the health condition and haematological index of eels." *Acta Veterinaria Brno*, 70, 443 – 449.

Palstra A.P., Heppener D.F.M., van Ginneken V.J.T., Székely C., van den Thillart, G.E.E.J.M., (2007) "Swimming performance of silver eels is severely impaired by the swim-bladder parasite *Anguillicola crassus*." *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 352, 244 – 256.

Pankhurst N.W., (1982) "Relation of visual changes to the onset of sexual maturation in the European eel *Anguilla anguilla* L." *Journal of Fish Biology*, 21, 127 – 140.

Polzer M., Taraschewski H., (1993) "Identification and characterization of the proteolytic enzymes in the developmental stages of the eel - pathogenic nematode *Anguillicola crassus*." *Parasitology Research*, 79, 24 – 27.

Reis P.A., Antunes J.C., Almeida C.M.R., (2008) "Metal levels in sediments from the Minho estuary salt marsh: a metal clean area?" *Environmental Monitoring And Assessment*, 159, 191 – 205.

Ribeiro C.A.O., Voltaire Y., Sanchez - Chardi A, Roche H., (2005) "Bioaccumulation and the effects of organochlorine pesticides, PAH and heavy metals in the Eel (*Anguilla anguilla*) at the Camargue Nature Reserve, France." *Aquatic Toxicology*, 74, 53 – 69.

Rolbiecki L., Rokicki J., (2005) "*Anguillicola crassus* - an alien nematode species from the swim bladders of eel (*Anguilla anguilla*) in the Polish zone of the southern Baltic and

in the waters of northern Poland.” *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 34, 121 - 136.

Roleira A., Braga A., Carvalho A., Ramos C., Araújo J., Antunes C., (2010) “As barreiras físicas como elementos de perda de habitat das espécies diádromas.” *in* Carlos Antunes (eds), 2010, “IV Simpósio Ibérico Sobre A Bacia Hidrográfica Do Rio Minho.” Aquamuseu do Rio Minho, 146 – 149.

Santos S., Alves P., Lima J., Vilar V., Boaventura R., Botelho, C., (2010) “Qualidade da Água no Rio Minho: monitorização e modelação.” *in* Carlos Antunes (eds), 2010, “IV Simpósio Ibérico Sobre A Bacia Hidrográfica Do Rio Minho.” Aquamuseu do Rio Minho, 5 – 19.

Sousa R., (2008) “Subtidal macrozoobenthic assemblages along the River Minho estuarine gradient (north-west Iberian Peninsula).” *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18, 1063 – 1077.

Usero J., Izquierdo C., Morillo J., Gracia I., (2003) “Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain.” *Environment International*, 29, 949 – 956.

van Ginneken V.J.T., Maes G.E., (2006) “The European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus), its lifecycle, evolution and reproduction: a literature review.” *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15, 367 – 398.

Vieira - Lanero R., Servia M.J., Barca S., Couto M.T., Rivas S., Sánchez J., Nachón D., Silva S., Gómez - Sande P., Morquecho C., Lago L., Cobo F., (2010) “Índices de calidad de la vegetación de ribera y del hábitat fluvial en los afluentes de la margen española del Baixo Miño.” *in* Carlos Antunes (eds), 2010, “IV Simpósio Ibérico Sobre A Bacia Hidrográfica Do Rio Minho.” Aquamuseu do Rio Minho, 79 – 88.

Vincent J.B., (2004) “Recent advances in the nutritional biochemistry of trivalent chromium.” *Proceedings of the Nutrition Society*, 63, 41 – 47,

Zompola S., Katselis G., Koutsikopoulos C., Cladas Y. (2008) “Temporal patterns of glass eel migration (*Anguilla anguilla* L. 1758) in relation to environmental factors in the Western Greek inland waters.” *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80, 330 – 338.

Legislação:

Edital Nº 27/2010 - Capitania Do Porto De Caminha.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008.

Directiva 2000/60/CE do Quadro de Acção Comunitária no Domínio da Política da Água.

Regulamento (CE) Nº 1881/2006 da Comissão de 19 de Dezembro de 2006.

Teses:

Anabela da Purificação Rosa Pereira, (2000) “Nematodas parasitas do tubo digestivo da Enguia Europeia *Anguilla anguilla* L.” - Dissertação de Mestrado em Ecologia Aplicada apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Frederico Jorge de Passos e Castro Fernandes Lyra, (2007) “Caracterização da Comunidade de Macroinvertebrados Bentónicos do Estuário do Rio Minho – Sua Relação com a Distribuição de Poluentes no Sedimento.” - Dissertação de Mestrado em Ecologia Aplicada, Departamento de Zoologia e Antropologia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

José Carlos Fernandes Antunes (1994) “Estudo da migração e metamorfose de *Anguilla anguilla* L. por análise dos incrementos dos *Sagittae*, em Leptocéfalos e enguias de vidro.” Dissertação de candidatura ao grau de Doutor em Ciências Biomédicas, na Especialidade de Fisiologia, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto.

Pedro Reis (2007) “Estudo geoquímico de metais em sedimentos do sapal do Estuário do Minho.”- Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar e Recursos Marinhos, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto.

Sérgia Catarina de Amorim Costa Dias, (2010) “Ecology and trophic dynamics of the European eel, *Anguilla anguilla* (L.).”- Tese de Doutoramento em Ciência Animal, Especialidade em Morfologia e Fisiologia, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto.

Thais de Paiva Corrêa Picanço, (2007) “Caracterização da Macrofauna Bentónica do Sapal do Rio Minho, Portugal.”- Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar e Recursos Marinhos, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto.

Livros:

Adam G., Feunteun E., Prouzet P., Rigaud C., (2008) “L’anguille européenne: indicateurs d’abondance et de colonisation.” Coll. Savoir-faire, éditions Quae, Versailles.

Bagenal T, (1978) “Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters.” Blackwell Scientific Publications Ltd.

Cabral, M.J. (coord.), Almeida, J., Almeida, P.R., Dellinger, T., Ferrand de Almeida, N., Oliveira, M.E., Palmeirim, J.M., Queiroz, A.I., Rogado, L., Santos-Reis, M. (eds.) (2005). “Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal.” Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.

Clements K.D., Raubenheimer D. “Feeding and Nutrition.” *in* Evans, D.H., Claiborne J.B., (2005) “The Physiology of Fishes, Third Edition.” CRC/ Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York.

Libes S., (2009) “Introduction to Marine Biogeochemistry, Second Edition.” Elsevier Inc.

Tesch F.W., (2003) “The Eel.” Blackwell Science, Oxford.

Moriarty C., Dekker, W. (eds.), (1997) “Management of the European Eel.” Fisheries Bulletin, Dublin.

Outros:

Antunes C, Cobo F (coordenadores), Araújo MJ, Braga C, Roleira A, Mota, M, Sanchez J, Vieira R, Servia MJ, Couto MT, Rivas S, Nachón D, Silva S, Morquecho C, Gómez P, Lago L., (2011) “Contribuição para o plano de gestão da enguia-europeia, *Anguilla anguilla* no rio Minho internacional”. In “Valorização dos recursos naturais da bacia hidrográfica do rio Minho.” - Projecto Natura Minho - Miño, relatório final. CIIMAR.

Antunes C., (1999) “Anguillicola Infestation of Eel Population from the Rio Minho (North of Portugal).” ICES-EIFAC Working Group on Eel, 20-24 September, Denmark: Silkeborg, 1pp.

Dias A.S., Costa - Dias S., Antunes C., (2009) “Intermediary and paratenic hosts of *Anguillicola crassus*.” Relatório Final de Bolsa de Integração a Investigação, CIIMAR / ICBAS, Dados não Publicados.

INAG (2001) “Plano de bacia hidrográfica do Rio Minho: Relatório final.” Instituto da Água, Lisboa, Portugal.

INE (2011) “Censos 2011 – Resultados Preliminares do XV Recenseamento da Geral da População - (www.ine.pt).” Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, Portugal.

Irwin R.J., VanMouwerik M., Stevens L., Seese M.D., Basham W., (1997) “Environmental Contaminants Encyclopedia.” National Park Service, Water Resources Division, Fort Collins, Colorado.

Anexos

Anexo I

Ciclos de vida

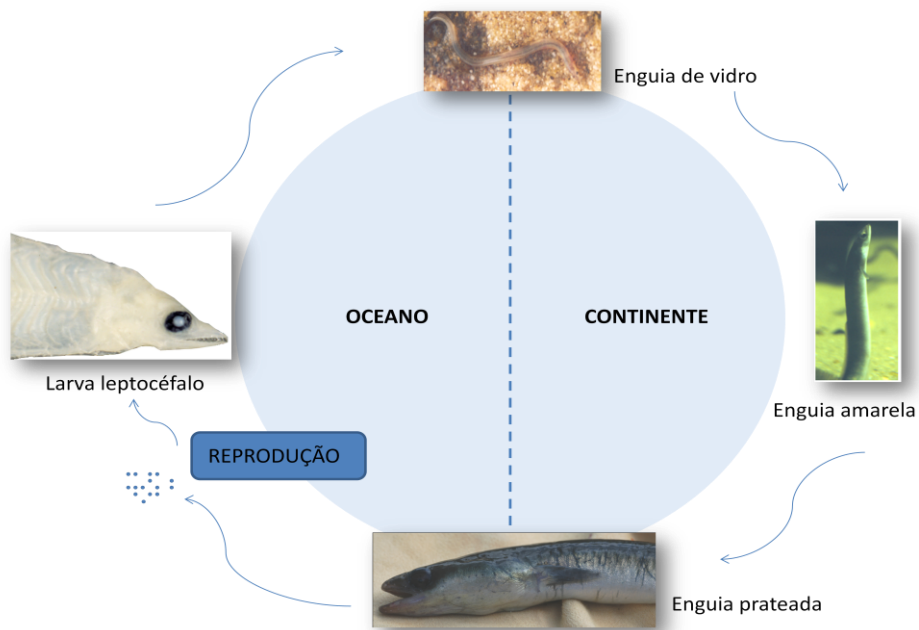


Figura. 52 Ciclo de vida de enguia europeia, *Anguilla anguilla*.

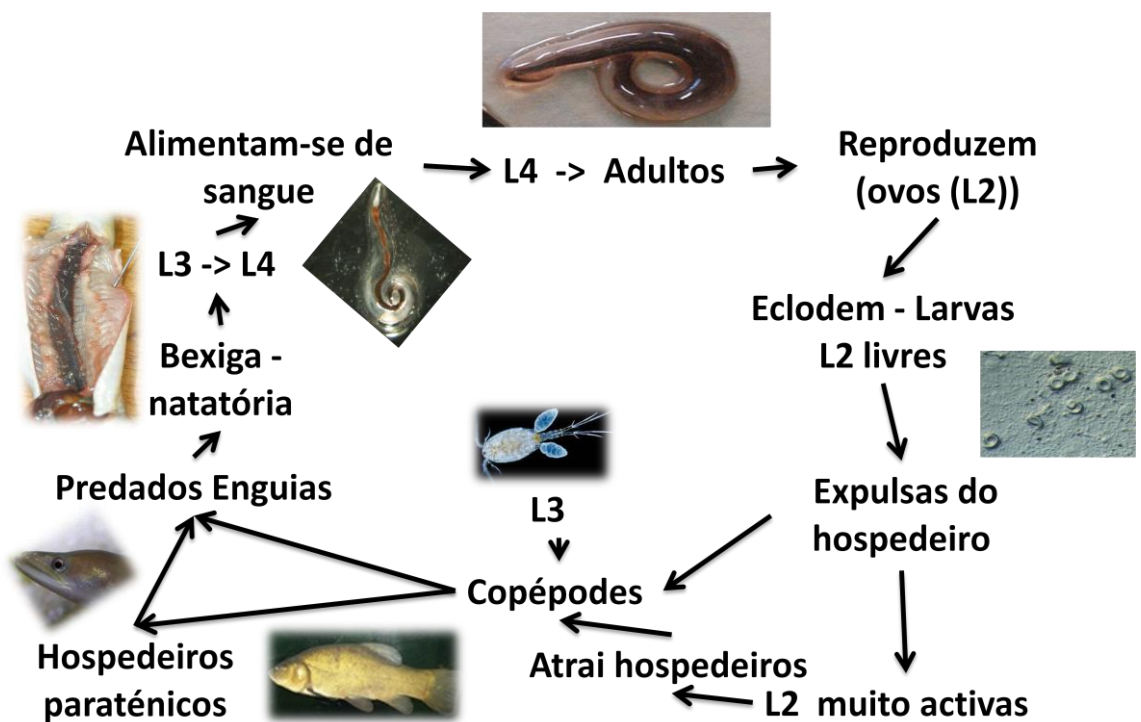


Figura. 53 Ciclo de vida do nemátode, *Anguillicoloides crassus*.

Anexo II

Resultados brutos das análises realizadas de metais.

Tabela 27 Resultados das concentrações de Cádmio das várias análises realizadas

Cádmio (mg/Kg)								
	Enguias (15 - 30 cm)		Enguias (> 30 cm)		Enguias (s/ parasita)		Parasitas	Sedimento
	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado		
Seixas	0,009	0,055	0,0022	0,095	-	-	0,017	0,38
Marina	LD	0,16	0,012	0,129	LD	0,039	0,046	0,34
Valença	0,01	0,102	0,0091	0,121	LD	0,0279	0,0248	24,8
Mouro	0,047	0,352	-	-	0,0217	0,448	0,014	-
Meixão	0,138	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 28 Resultados das concentrações de Crómio das várias análises realizadas

Crómio (mg/Kg)								
	Enguias (15 - 30 cm)		Enguias (> 30 cm)		Enguias (s/ parasita)		Parasitas	Sedimento
	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado		
Seixas	0,085	0,054	0,072	0,071	-	-	0,106	LD
Marina	0,05	0,033	0,053	0,199	0,056	0,09	0,409	9,09
Valença	0,049	0,099	0,067	0,038	0,06	0,17	0,092	8,24
Mouro	0,167	0,091	-	-	0,078	0,021	0,59	LD
Meixão	0,107	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 29 Resultados das concentrações de Cobre das várias análises realizadas

Cobre (mg/Kg)								
	Enguias (15 - 30 cm)		Enguias (> 30 cm)		Enguias (s/ parasita)		Parasitas	Sedimento
	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado		
Seixas	0,56	16,3	1,2	22,5	-	-	5,8	2,01
Marina	LD	13,8	0,48	23,6	0,41	28,2	6,1	25
Valença	0,5	33,8	LD	38,4	LD	23,2	5,2	18
Mouro	0,54	16,6	-	-	0,42	15,2	5,7	-
Meixão	0,61	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 30 Resultados das concentrações de Ferro das várias análises realizadas

Ferro (mg/Kg)								
	Enguias (15 - 30 cm)		Enguias (> 30 cm)		Enguias (s/ parasita)		Parasitas	Sedimento
	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado		
Seixas	10	573	16	650	-	-	1370	1968
Marina	4	605	7	1176	9	567	1678	2879
Valença	29	723	5	641	5	884	1435	2906
Mouro	7	613	-	-	5	630	1681	-
Meixão	11	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 31 Resultados das concentrações de Manganês das várias análises realizadas

Manganês (mg/Kg)								
	Enguias (15 - 30 cm)		Enguias (> 30 cm)		Enguias (s/ parasita)		Parasitas	Sedimento
	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado		
Seixas	0,62	4	1,2	4,8	-	-	0,73	172
Marina	0,53	3,8	0,57	3,6	LD	4,3	1,1	335
Valença	0,66	3,8	LD	3,3	LD	2,1	LD	466
Mouro	LD	3,9	-	-	LD	3,3	2	-
Meixão	1,2	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 32 Resultados das concentrações de Chumbo das várias análises realizadas

Chumbo (mg/Kg)								
	Enguias (15 - 30 cm)		Enguias (> 30 cm)		Enguias (s/ parasita)		Parasitas	Sedimento
	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado		
Seixas	0,024	0,063	0,04	0,036	-	-	0,01	LD
Marina	0,006	0,049	0,011	0,051	0,009	0,218	0,05	11
Valença	0,01	0,057	0,009	0,039	0,029	0,074	0,02	6
Mouro	0,019	0,035	-	-	0,007	0,076	0,05	-
Meixão	0,012	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 33 Resultados das concentrações de Zinco das várias análises realizadas

Zinco (mg/Kg)								
	Enguias (15 - 30 cm)		Enguias (> 30 cm)		Enguias (s/ parasita)		Parasitas	Sedimento
	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado	Músculo	Fígado		
Seixas	77	106	111	124	-	-	73	LD
Marina	37	77	52	103	50	112	70	136
Valença	49	125	32	129	25	103	6	141
Mouro	51	101	-	-	36	94	70	-
Meixão	25	-	-	-	-	-	-	-

Anexo lii

Resultados das análises realizadas utilizando o Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação das concentrações de Metais nos sedimentos vários pontos de amostragem

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Cd-s-cor.txt

Transform: None

Factor : Cd      S.E. for comparison : 0.0356
Levels : -

Cell      :          1          2          3
Mean      :      0.3800      0.3400      0.4200
S.E.      :      0.0520      0.0289      0.0173

Rank      3 - 1
Cell      3 - 2
          NS

Rank      2 - 1      3 - 2
Cell      1 - 2      3 - 1
          NS          NS

```

Figura. 54 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos sedimentos dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cádmio

Onde:

1 – Seixas

2 – Marina

3 – Valença

```
GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File   : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Cr-s_2.txt

Transform: Sqrt(X+1)

Factor : Cr          S.E. for comparison : 1.7869
Levels : -

Cell   :           1           2           3
Mean   :      82.7103      95.2463      90.7799
S.E.   :       0.0000       3.0935       0.0954

Rank    3 - 1
Cell    2 - 1
          **

Rank    2 - 1      3 - 2
Cell    3 - 1      2 - 3
          *          NS
```

Figura. 55 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos sedimentos dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Crómio

```
GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File   : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Cu-s.txt

Transform: None

Factor : Cu          S.E. for comparison : 0.7454
Levels : -

Cell   :           1           2           3
Mean   :      2.0100      25.0000      18.0000
S.E.   :       0.0058       0.5774       1.1547

Rank    3 - 1
Cell    2 - 1
          **

Rank    2 - 1      3 - 2
Cell    3 - 1      2 - 3
          **          **
```

Figura. 56 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos sedimentos dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cobre

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File   : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Fe-s.txt

Transform: None

Factor : Fe      S.E. for comparison : 106.9262
Levels : -

Cell   :           1           2           3
Mean   :      1968.0000      2879.0000      2906.0000
S.E.   :      102.1910      149.5337      38.6825

Rank    3 - 1
Cell    3 - 1
        **

Rank    2 - 1      3 - 2
Cell    2 - 1      3 - 2
        **          NS

```

Figura. 57 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos sedimentos dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Ferro

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File   : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Zn-s.txt

Transform: None

Factor : Zn      S.E. for comparison : 2.6874
Levels : -

Cell   :           1           2           3
Mean   :           6.7000      136.0000      141.0000
S.E.   :           0.0000       0.5774       4.6188

Rank    3 - 1
Cell    3 - 1
        **

Rank    2 - 1      3 - 2
Cell    2 - 1      3 - 2
        **          NS

```

Figura. 58 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos sedimentos dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Zinco

```
GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Mn-s.txt

Transform: None

Factor : Mn          S.E. for comparison : 12.5919
Levels : -

Cell   :           1           2           3
Mean   :      172.0000      335.0000      466.0000
S.E.   :       9.8150       4.0415       19.0526

Rank    3 - 1
Cell    3 - 1
          **

Rank    2 - 1          3 - 2
Cell    2 - 1          3 - 2
          **          **
```

Figura. 59 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos sedimentos dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Manganês

```
GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Pb-s.txt

Transform: None

Factor : Pb          S.E. for comparison : 0.7454
Levels : -

Cell   :           1           2           3
Mean   :       4.1700      11.0000       6.0000
S.E.   :       0.0000       1.1547       0.5774

Rank    3 - 1
Cell    2 - 1
          **

Rank    2 - 1          3 - 2
Cell    3 - 1          2 - 3
          NS          **
```

Figura. 60 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos sedimentos dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Chumbo

Anexo IV

Resultados das análises realizadas utilizando o Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação das concentrações de Metais nos tecidos de Fígado das enguias de tamanhos compreendidos entre 15 e 30 cm nos vários pontos de amostragem

```
GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Cd-f.txt

Transform: Ln(X)

Factor : Cd          S.E. for comparison : 0.0392
Levels : -

Cell    :           1           2           3           4
Mean    :      -2.9044      -1.8327      -2.2829      -1.0459
S.E.    :           0.0633           0.0108           0.0113           0.0427

Rank     4 - 1
Cell     4 - 1
          **

Rank     3 - 1          4 - 2
Cell     2 - 1          4 - 3
          **           **

Rank     2 - 1          3 - 2          4 - 3
Cell     3 - 1          2 - 3          4 - 2
          **           **           **
```

Figura. 61 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cádmio

Onde:

1 – Seixas

2 – Marina

3 – Valença

4 – Rio Manco

```
GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Cr-f.txt

Transform: None

Factor : Cr          S.E. for comparison : 0.0058
Levels : -

Cell   :           1           2           3           4
Mean   :          0.0540          0.0330          0.0990          0.0910
S.E.   :          0.0023          0.0040          0.0058          0.0058

Rank    4 - 1
Cell    3 - 2
          **

Rank    3 - 1          4 - 2
Cell    4 - 2          3 - 1
          **          **

Rank    2 - 1          3 - 2          4 - 3
Cell    1 - 2          4 - 1          3 - 4
          *          **          NS
```

Figura. 62 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Crómio

```
GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Cu-f.txt

Transform: None

Factor : Cu          S.E. for comparison : 0.3215
Levels : -

Cell   :           1           2           3           4
Mean   :          16.3000          13.8000          33.8000          16.6000
S.E.   :           0.4041           0.0577           0.2887           0.4041

Rank    4 - 1
Cell    3 - 2
          **

Rank    3 - 1          4 - 2
Cell    4 - 2          3 - 1
          **          **

Rank    2 - 1          3 - 2          4 - 3
Cell    1 - 2          4 - 1          3 - 4
          **          NS          **
```

Figura. 63 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cobre

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\FE-f.txt

Transform: None

Factor : Fe      S.E. for comparison : 19.6850
Levels : -

Cell   :           1           2           3           4
Mean   :      573.0000      605.0000      723.0000      613.0000
S.E.   :      10.9697      15.5885      21.9393      26.5581

Rank    4 - 1
Cell    3 - 1
        **

Rank    3 - 1      4 - 2
Cell    4 - 1      3 - 2
        NS        **

Rank    2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell    2 - 1      4 - 2      3 - 4
        NS        NS        **

```

Figura. 64 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Ferro

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Mn-f.txt

Transform: None

Factor : Mn      S.E. for comparison : 0.2345
Levels : -

Cell   :           1           2           3           4
Mean   :      4.0000      3.8000      3.8000      3.9000
S.E.   :      0.1155      0.0577      0.3464      0.2887

Rank    4 - 1
Cell    1 - 2
        NS

Rank    3 - 1      4 - 2
Cell    4 - 2      1 - 3
        NS        NS

Rank    2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell    3 - 2      4 - 3      1 - 4
        NS        NS        NS

```

Figura. 65 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Manganês

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Pb-f2.txt
Transform: None

Factor : Pb S.E. for comparison : 25.9808
Levels : -

Cell	:	1	2	3	4
Mean	:	630.0000	490.0000	570.0000	350.0000
S.E.	:	28.8675	23.0940	11.5470	34.6410

Rank 4 - 1
Cell 1 - 4
 **

Rank 3 - 1 4 - 2
Cell 3 - 4 1 - 2
 ** *

Rank 2 - 1 3 - 2 4 - 3
Cell 2 - 4 3 - 2 1 - 3
 ** NS NS

Figura. 66 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Chumbo

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Zn-f2.txt
Transform: Ln(X+1)

Factor : Zn S.E. for comparison : 0.0238
Levels : -

Cell	:	1	2	3	4
Mean	:	9.2687	8.9490	9.4335	9.2183
S.E.	:	0.0054	0.0075	0.0046	0.0458

Rank 4 - 1
Cell 3 - 2
 **

Rank 3 - 1 4 - 2
Cell 1 - 2 3 - 4
 ** **

Rank 2 - 1 3 - 2 4 - 3
Cell 4 - 2 1 - 4 3 - 1
 ** NS **

Figura. 67 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Zinco

Anexo V

Resultados das análises realizadas utilizando o Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação das concentrações de Metais nos tecidos de Músculo das enguias de tamanhos compreendidos entre 15 e 30 cm nos vários pontos de amostragem.

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File   : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Cd-m.txt

Transform: Ln(X)

Factor : Cd          S.E. for comparison : 0.1060
Levels : -

Cell    :           1           2           3           4
Mean    :      -4.7147      -6.2399      -4.6188      -3.0841
S.E.    :           0.0644           0.0000           0.1172           0.1645

Rank    4 - 1
Cell    4 - 2
          **

Rank    3 - 1          4 - 2
Cell    3 - 2          4 - 1
          **          **

Rank    2 - 1          3 - 2          4 - 3
Cell    1 - 2          3 - 1          4 - 3
          **          NS          **

```

Figura. 68 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cádmio

Onde:

1 – Seixas

2 – Marina

3 – Valença

4 – Rio Manco

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Cr-m.txt

Transform: Ln(X)

Factor : Cr S.E. for comparison : 0.1577
Levels : -

Cell	:	1	2	3	4
Mean	:	-2.4674	-3.0317	-3.0301	-1.8342
S.E.	:	0.0477	0.1923	0.1197	0.2143

Rank 4 - 1
Cell 4 - 2
**

Rank 3 - 1 4 - 2
Cell 1 - 2 4 - 3
NS **

Rank 2 - 1 3 - 2 4 - 3
Cell 3 - 2 1 - 3 4 - 1
NS * *

Figura. 69 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Crómio

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Cu-m.txt

Transform: None

Factor : Cu S.E. for comparison : 0.0387
Levels : -

Cell	:	1	2	3	4
Mean	:	0.5600	0.1290	0.5000	0.5400
S.E.	:	0.0462	0.0000	0.0577	0.0231

Rank 4 - 1
Cell 1 - 2
**

Rank 3 - 1 4 - 2
Cell 4 - 2 1 - 3
** NS

Rank 2 - 1 3 - 2 4 - 3
Cell 3 - 2 4 - 3 1 - 4
** NS NS

Figura. 70 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cobre

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Fc-m.txt

Transform: None

Factor : Fe      S.E. for comparison : 1.0000
Levels : -

Cell      :          1          2          3          4
Mean      :      10.0000      4.0000      29.0000      7.0000
S.E.      :      1.7321      0.5774      0.5774      0.5774

Rank      4 - 1
Cell      3 - 2
          **

Rank      3 - 1      4 - 2
Cell      1 - 2      3 - 4
          **          **

Rank      2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell      4 - 2      1 - 4      3 - 1
          NS          NS          **

```

Figura. 71 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Ferro

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Mn-m.txt

Transform: None

Factor : Mn      S.E. for comparison : 0.0513
Levels : -

Cell      :          1          2          3          4
Mean      :      0.6200      0.5300      0.6600      0.5000
S.E.      :      0.0404      0.0751      0.0577      0.0000

Rank      4 - 1
Cell      3 - 4
          NS

Rank      3 - 1      4 - 2
Cell      1 - 4      3 - 2
          NS          NS

Rank      2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell      2 - 4      1 - 2      3 - 1
          NS          NS          NS

```

Figura. 72 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Manganês

```
GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Pb-m2.txt

Transform: None

Factor : Pb      S.E. for comparison : 7.6376
Levels : -

Cell   :           1           2           3           4
Mean   : 240.0000  -60.0000  -100.0000  -190.0000
S.E.   :    5.7735    5.7735    5.7735    11.5470

Rank    4 - 1
Cell    1 - 2
      **

Rank    3 - 1      4 - 2
Cell    4 - 2      1 - 3
      **          **

Rank    2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell    3 - 2      4 - 3      1 - 4
      **          **          **
```

Figura. 73 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Chumbo

```
GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab1\Zn-m.txt

Transform: None

Factor : Zn      S.E. for comparison : 2.1213
Levels : -

Cell   :           1           2           3           4
Mean   :  77.0000   37.0000   49.0000   51.0000
S.E.   :    2.8868    1.7321    2.3094    1.1547

Rank    4 - 1
Cell    1 - 2
      **

Rank    3 - 1      4 - 2
Cell    4 - 2      1 - 3
      **          **

Rank    2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell    3 - 2      4 - 3      1 - 4
      **          NS          **
```

Figura. 74 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo das enguias, entre os 15 e os 30 cm, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Zinco

Anexo VI

Resultados das análises realizadas utilizando o Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação das concentrações de Metais nos tecidos de Fígado das enguias, de tamanho superior a 30 cm, parasitadas e não parasitadas, nos vários pontos de amostragem.

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage Institute of Marine Ecology University of Sydney						
Header File: None Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Cd-f.txt						
Transform: None						
Factor : cd S.E. for comparison : 0.0082						
Levels : -						
Cell :	1	2	3	4	5	
Mean :	0.0950	0.1290	0.0390	0.1210	0.0279	
S.E. :	0.0006	0.0139	0.0023	0.0006	0.0002	
Cell :	6	7				
Mean :	0.3520	0.4480				
S.E. :	0.0150	0.0023				
Rank	7 - 1					
Cell	7 - 5					
	**					
Rank	6 - 1	7 - 2				
Cell	6 - 5	7 - 3				
	**	**				
Rank	5 - 1	6 - 2	7 - 3			
Cell	2 - 5	6 - 3	7 - 1			
	**	**	**			
Rank	4 - 1	5 - 2	6 - 3	7 - 4		
Cell	4 - 5	2 - 3	6 - 1	7 - 4		
	**	**	**	**		
Rank	3 - 1	4 - 2	5 - 3	6 - 4	7 - 5	
Cell	1 - 5	4 - 3	2 - 1	6 - 4	7 - 2	
	**	**	*	**	**	
Rank	2 - 1	3 - 2	4 - 3	5 - 4	6 - 5	7 - 6
Cell	3 - 5	1 - 3	4 - 1	2 - 4	6 - 2	7 - 6
	NS	**	*	NS	**	**

Figura. 75 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cádmio.

Onde:

1 – Seixas parasitadas

5– Valença não parasitadas

2 – Marina parasitadas

6 – Rio Manco parasitadas

3 – Marina não parasitadas

7 – Rio Manco não parasitadas

4 – Valença parasitadas

Susceptibilidade da enguia europeia, *Anguilla anguilla* e do parasita *Anguillicoloides crassus*, às concentrações de metais pesados no rio Minho Internacional

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Cr-f.txt

Transform: None

Factor : cd          S.E. for comparison : 0.0082
Levels : -

Cell :              1              2              3              4              5
Mean :              0.0710          0.1990          0.0900          0.0380          0.1700
S.E. :              0.0012          0.0121          0.0069          0.0017          0.0110

Cell :              6              7
Mean :              0.0910          0.0210
S.E. :              0.0058          0.0017

Rank 7 - 1
Cell 2 - 7
      **

Rank 6 - 1          7 - 2
Cell 5 - 7          2 - 4
      **          **

Rank 5 - 1          6 - 2          7 - 3
Cell 6 - 7          5 - 4          2 - 1
      **          **          **

Rank 4 - 1          5 - 2          6 - 3          7 - 4
Cell 3 - 7          6 - 4          5 - 1          2 - 3
      **          **          **          **

Rank 3 - 1          4 - 2          5 - 3          6 - 4          7 - 5
Cell 1 - 7          3 - 4          6 - 1          5 - 3          2 - 6
      **          **          NS          **          **

Rank 2 - 1          3 - 2          4 - 3          5 - 4          6 - 5          7 - 6
Cell 4 - 7          1 - 4          3 - 1          6 - 3          5 - 6          2 - 5
      NS          *          NS          NS          **          *

```

Figura. 76 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Crómio.

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Cu-f.txt

Transform: None

Factor : cd          S.E. for comparison : 0.3592
Levels : -

Cell :              1              2              3              4              5
Mean :              22.5000          23.6000          28.2000          38.4000          23.2000
S.E. :              0.3464          0.2309          0.1155          0.1732          0.3464

Cell :              6              7
Mean :              16.6000          15.2000
S.E. :              0.4041          0.6351

Rank 7 - 1
Cell 4 - 7
      **

Rank 6 - 1          7 - 2
Cell 3 - 7          4 - 6
      **          **

Rank 5 - 1          6 - 2          7 - 3
Cell 2 - 7          3 - 6          4 - 1
      **          **          **

Rank 4 - 1          5 - 2          6 - 3          7 - 4
Cell 5 - 7          2 - 6          3 - 1          4 - 5
      **          **          **          **

Rank 3 - 1          4 - 2          5 - 3          6 - 4          7 - 5
Cell 1 - 7          5 - 6          2 - 1          3 - 5          4 - 2
      **          **          NS          **          **

Rank 2 - 1          3 - 2          4 - 3          5 - 4          6 - 5          7 - 6
Cell 6 - 7          1 - 6          5 - 1          2 - 5          3 - 2          4 - 3
      *          **          NS          NS          **          **

```

Figura. 77 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cobre

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Fc-f.txt

Transform: None

Factor : cd S.E. for comparison : 21.6696
Levels : -

Cell	:	1	2	3	4	5
Mean	:	650.0000	1176.0000	567.0000	641.0000	884.0000
S.E.	:	6.3509	30.5996	10.9697	16.7432	24.8261

Cell	:	6	7
Mean	:	613.0000	630.0000
S.E.	:	26.5581	24.2487

Rank 7 - 1
Cell 2 - 3
**

Rank 6 - 1 7 - 2
Cell 5 - 3 2 - 6
** **

Rank 5 - 1 6 - 2 7 - 3
Cell 1 - 3 5 - 6 2 - 7
NS ** **

Rank 4 - 1 5 - 2 6 - 3 7 - 4
Cell 4 - 3 1 - 6 5 - 7 2 - 4
NS NS ** **

Rank 3 - 1 4 - 2 5 - 3 6 - 4 7 - 5
Cell 7 - 3 4 - 6 1 - 7 5 - 4 2 - 1
NS NS NS ** **

Rank 2 - 1 3 - 2 4 - 3 5 - 4 6 - 5 7 - 6
Cell 6 - 3 7 - 6 4 - 7 1 - 4 5 - 1 2 - 5
NS NS NS NS ** **

Figura. 78 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Ferro

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Mn-f.txt

Transform: None

Factor : cd S.E. for comparison : 0.2138
Levels : -

Cell	:	1	2	3	4	5
Mean	:	4.8000	3.6000	4.3000	3.3000	2.1000
S.E.	:	0.1732	0.2887	0.2309	0.2309	0.0577

Cell	:	6	7
Mean	:	3.9000	3.3000
S.E.	:	0.2887	0.1155

Rank 7 - 1
Cell 1 - 5
**

Rank 6 - 1 7 - 2
Cell 3 - 5 1 - 4
** **

Rank 5 - 1 6 - 2 7 - 3
Cell 6 - 5 3 - 4 1 - 7
** * **

Rank 4 - 1 5 - 2 6 - 3 7 - 4
Cell 2 - 5 6 - 4 3 - 7 1 - 2
** NS * **

Rank 3 - 1 4 - 2 5 - 3 6 - 4 7 - 5
Cell 7 - 5 2 - 4 6 - 7 3 - 2 1 - 6
** NS NS NS *

Rank 2 - 1 3 - 2 4 - 3 5 - 4 6 - 5 7 - 6
Cell 4 - 5 7 - 4 2 - 7 6 - 2 3 - 6 1 - 3
** NS NS NS NS NS

Figura. 79 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Manganês

Susceptibilidade da enguia europeia, *Anguilla anguilla* e do parasita *Anguillicoloides crassus*, às concentrações de metais pesados no rio Minho Internacional

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Pb-f.txt

Transform: None

Factor : cd          S.E. for comparison : 0.0082
Levels : -

Cell :              1              2              3              4              5
Mean :              0.0360          0.0510          0.2180          0.0390          0.0740
S.E. :              0.0012          0.0058          0.0202          0.0012          0.0012

Cell :              6              7
Mean :              0.0350          0.0760
S.E. :              0.0035          0.0035

Rank 7 - 1
Cell 3 - 6
      **

Rank 6 - 1      7 - 2
Cell 7 - 6      3 - 1
      *          **

Rank 5 - 1      6 - 2      7 - 3
Cell 5 - 6      7 - 1      3 - 4
      *          *          **

Rank 4 - 1      5 - 2      6 - 3      7 - 4
Cell 2 - 6      5 - 1      7 - 4      3 - 2
      NS          *          *          **

Rank 3 - 1      4 - 2      5 - 3      6 - 4      7 - 5
Cell 4 - 6      2 - 1      5 - 4      7 - 2      3 - 5
      NS          NS          *          NS          **

Rank 2 - 1      3 - 2      4 - 3      5 - 4      6 - 5      7 - 6
Cell 1 - 6      4 - 1      2 - 4      5 - 2      7 - 5      3 - 7
      NS          NS          NS          NS          NS          **

```

Figura. 80 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Chumbo

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Zn-f.txt

Transform: None

Factor : cd          S.E. for comparison : 3.5456
Levels : -

Cell :              1              2              3              4              5
Mean :              124.0000          103.0000          112.0000          129.0000          103.0000
S.E. :              2.3094          1.1547          7.5056          1.7321          0.5774

Cell :              6              7
Mean :              101.0000          94.0000
S.E. :              4.6188          0.5774

Rank 7 - 1
Cell 4 - 7
      **

Rank 6 - 1      7 - 2
Cell 1 - 7      4 - 6
      **          **

Rank 5 - 1      6 - 2      7 - 3
Cell 3 - 7      1 - 6      4 - 2
      *          **          **

Rank 4 - 1      5 - 2      6 - 3      7 - 4
Cell 5 - 7      3 - 6      1 - 2      4 - 5
      NS          NS          **          **

Rank 3 - 1      4 - 2      5 - 3      6 - 4      7 - 5
Cell 2 - 7      5 - 6      3 - 2      1 - 5      4 - 3
      NS          NS          NS          **          *

Rank 2 - 1      3 - 2      4 - 3      5 - 4      6 - 5      7 - 6
Cell 6 - 7      2 - 6      5 - 2      3 - 5      1 - 3      4 - 1
      NS          NS          NS          NS          *          NS

```

Figura. 81 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Fígado de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Zinco

Anexo VII

Resultados das análises realizadas utilizando o Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação das concentrações de Metais nos tecidos de Músculo das enguias, de tamanho superior a 30 cm, parasitadas e não parasitadas, nos vários pontos de amostragem.

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Cd-m.txt

Transform: Ln(X)

Factor : cd          S.E. for comparison : 0.1031
Levels : -

Cell      :          1          2          3          4          5
Mean      :      -6.1256      -4.4621      -6.2399      -4.7001      -6.2399
S.E.      :          0.0793          0.2011          0.0000          0.0254          0.0000

Cell      :          6          7
Mean      :      -3.0841      -3.8306
S.E.      :          0.1645          0.0106

Rank      7 - 1
Cell      6 - 3
          **

Rank      6 - 1          7 - 2
Cell      7 - 3          6 - 5
          **          **

Rank      5 - 1          6 - 2          7 - 3
Cell      2 - 3          7 - 5          6 - 1
          **          **          **

Rank      4 - 1          5 - 2          6 - 3          7 - 4
Cell      4 - 3          2 - 5          7 - 1          6 - 4
          **          **          **          **

Rank      3 - 1          4 - 2          5 - 3          6 - 4          7 - 5
Cell      1 - 3          4 - 5          2 - 1          7 - 4          6 - 2
          NS          **          **          **          **

Rank      2 - 1          3 - 2          4 - 3          5 - 4          6 - 5          7 - 6
Cell      5 - 3          1 - 5          4 - 1          2 - 4          7 - 2          6 - 7
          NS          NS          **          NS          **          **

```

Figura. 82 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cádmio.

Onde:

1 – Seixas parasitadas

5– Valença não parasitadas

2 – Marina parasitadas

6 – Rio Manco parasitadas

3 – Marina não parasitadas

7 – Rio Manco não parasitadas

5 – Valença parasitadas

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Cr-m.txt

Transform: Ln(X)

Factor : cd S.E. for comparison : 0.1290
Levels : -

Cell	:	1	2	3	4	5
Mean	:	-2.6502	-2.9394	-2.8834	-2.7342	-2.8270
S.E.	:	0.1393	0.0437	0.0310	0.1784	0.1172

Cell	:	6	7
Mean	:	-1.8342	-2.5537
S.E.	:	0.2143	0.0520

Rank 7 - 1
Cell 6 - 2
**

Rank 6 - 1 7 - 2
Cell 7 - 2 6 - 3
NS **

Rank 5 - 1 6 - 2 7 - 3
Cell 1 - 2 7 - 3 6 - 5
NS NS **

Rank 4 - 1 5 - 2 6 - 3 7 - 4
Cell 4 - 2 1 - 3 7 - 5 6 - 4
NS NS NS **

Rank 3 - 1 4 - 2 5 - 3 6 - 4 7 - 5
Cell 5 - 2 4 - 3 1 - 5 7 - 4 6 - 1
NS NS NS NS **

Rank 2 - 1 3 - 2 4 - 3 5 - 4 6 - 5 7 - 6
Cell 3 - 2 5 - 3 4 - 5 1 - 4 7 - 1 6 - 7
NS NS NS NS NS **

Figura. 83 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Crómio

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Cu-m.txt

Transform: None

Factor : cd S.E. for comparison : 0.0529
Levels : -

Cell	:	1	2	3	4	5
Mean	:	1.2000	0.4800	0.4100	0.1290	0.1290
S.E.	:	0.0577	0.0981	0.0577	0.0000	0.0000

Cell	:	6	7
Mean	:	0.5400	0.4200
S.E.	:	0.0231	0.0520

Rank 7 - 1
Cell 1 - 4
**

Rank 6 - 1 7 - 2
Cell 6 - 4 1 - 5
** **

Rank 5 - 1 6 - 2 7 - 3
Cell 2 - 4 6 - 5 1 - 3
** ** **

Rank 4 - 1 5 - 2 6 - 3 7 - 4
Cell 7 - 4 2 - 5 6 - 3 1 - 7
** ** NS **

Rank 3 - 1 4 - 2 5 - 3 6 - 4 7 - 5
Cell 3 - 4 7 - 5 2 - 3 6 - 7 1 - 2
** ** NS NS **

Rank 2 - 1 3 - 2 4 - 3 5 - 4 6 - 5 7 - 6
Cell 5 - 4 3 - 5 7 - 3 2 - 7 6 - 2 1 - 6
NS ** NS NS NS **

Figura. 84 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cobre

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Fc-m.txt

Transform: None

Factor : cd S.E. for comparison : 0.5774
Levels : -

Cell	:	1	2	3	4	5
Mean	:	16.0000	7.0000	9.0000	5.0000	5.0000
S.E.	:	0.5774	0.5774	0.5774	0.5774	0.5774

Cell	:	6	7
Mean	:	7.0000	5.0000
S.E.	:	0.5774	0.5774

Rank 7 - 1
Cell 1 - 4
**

Rank 6 - 1 7 - 2
Cell 3 - 4 1 - 5
** **

Rank 5 - 1 6 - 2 7 - 3
Cell 2 - 4 3 - 5 1 - 7
NS ** **

Rank 4 - 1 5 - 2 6 - 3 7 - 4
Cell 6 - 4 2 - 5 3 - 7 1 - 6
NS NS ** **

Rank 3 - 1 4 - 2 5 - 3 6 - 4 7 - 5
Cell 7 - 4 6 - 5 2 - 7 3 - 6 1 - 2
NS NS NS NS **

Rank 2 - 1 3 - 2 4 - 3 5 - 4 6 - 5 7 - 6
Cell 5 - 4 7 - 5 6 - 7 2 - 6 3 - 2 1 - 3
NS NS * NS * **

Figura. 85 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Ferro

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Mn-m.txt

Transform: None

Factor : cd S.E. for comparison : 0.0432
Levels : -

Cell	:	1	2	3	4	5
Mean	:	1.2000	0.5700	0.5000	0.5000	0.5000
S.E.	:	0.0577	0.0981	0.0000	0.0000	0.0000

Cell	:	6	7
Mean	:	0.5000	0.5000
S.E.	:	0.0000	0.0000

Rank 7 - 1
Cell 1 - 3
**

Rank 6 - 1 7 - 2
Cell 2 - 3 1 - 4
NS **

Rank 5 - 1 6 - 2 7 - 3
Cell 7 - 3 2 - 4 1 - 5
NS NS **

Rank 4 - 1 5 - 2 6 - 3 7 - 4
Cell 6 - 3 7 - 4 2 - 5 1 - 6
NS NS NS **

Rank 3 - 1 4 - 2 5 - 3 6 - 4 7 - 5
Cell 5 - 3 6 - 4 7 - 5 2 - 6 1 - 7
NS NS NS NS **

Rank 2 - 1 3 - 2 4 - 3 5 - 4 6 - 5 7 - 6
Cell 4 - 3 5 - 4 6 - 5 7 - 6 2 - 7 1 - 2
NS NS NS NS NS **

Figura. 86 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Manganês

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Pb-m2.txt

Transform: Ln(X+1)

Factor : cd          S.E. for comparison : 0.0870
Levels : -

Cell :              1              2              3              4              5
Mean :              3.7104          2.4826          2.2992          2.2992          3.3698
S.E. :              0.0565          0.0482          0.0580          0.0580          0.1794

Cell :              6              7
Mean :              2.9924          2.0742
S.E. :              0.0580          0.0726

Rank 7 - 1
Cell 1 - 7
      **

Rank 6 - 1          7 - 2
Cell 5 - 7          1 - 4
      **          **

Rank 5 - 1          6 - 2          7 - 3
Cell 6 - 7          5 - 4          1 - 3
      **          **          **

Rank 4 - 1          5 - 2          6 - 3          7 - 4
Cell 2 - 7          6 - 4          5 - 3          1 - 2
      *          **          **          **

Rank 3 - 1          4 - 2          5 - 3          6 - 4          7 - 5
Cell 3 - 7          2 - 4          6 - 3          5 - 2          1 - 6
      NS          NS          **          **          **

Rank 2 - 1          3 - 2          4 - 3          5 - 4          6 - 5          7 - 6
Cell 4 - 7          3 - 4          2 - 3          6 - 2          5 - 6          1 - 5
      NS          NS          NS          **          **          *

```

Figura. 87 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Chumbo

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Zn-m.txt

Transform: Sqrt(X+1)

Factor : cd          S.E. for comparison : 0.1324
Levels : -

Cell :              1              2              3              4              5
Mean :              10.5785          7.2799          7.1332          5.7441          5.0984
S.E. :              0.2184          0.0397          0.2430          0.0503          0.0566

Cell :              6              7
Mean :              7.2102          6.0824
S.E. :              0.0801          0.0475

Rank 7 - 1
Cell 1 - 5
      **

Rank 6 - 1          7 - 2
Cell 2 - 5          1 - 4
      **          **

Rank 5 - 1          6 - 2          7 - 3
Cell 6 - 5          2 - 4          1 - 7
      **          **          **

Rank 4 - 1          5 - 2          6 - 3          7 - 4
Cell 3 - 5          6 - 4          2 - 7          1 - 3
      **          **          **          **

Rank 3 - 1          4 - 2          5 - 3          6 - 4          7 - 5
Cell 7 - 5          3 - 4          6 - 7          2 - 3          1 - 6
      **          **          **          NS          **

Rank 2 - 1          3 - 2          4 - 3          5 - 4          6 - 5          7 - 6
Cell 4 - 5          7 - 4          3 - 7          6 - 3          2 - 6          1 - 2
      **          NS          **          NS          NS          **

```

Figura. 88 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de Músculo de enguias, com mais de 30 cm, parasitadas e não parasitadas, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Zinco

Anexo VI

Resultados das análises realizadas utilizando o Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação das concentrações de Metais nos tecidos dos parasitas *A. crassus*, nos vários pontos de amostragem

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage Institute of Marine Ecology University of Sydney				
Header File: None				
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Cd-p2.txt				
Transform: None				
Factor : cd S.E. for comparison : 0.5074				
Levels : -				
Cell	:	1	2	3
Mean	:	17.0000	46.0000	24.8000
S.E.	:	0.5774	0.5774	0.1732
Rank	4 - 1			
Cell	2 - 4			
	**			
Rank	3 - 1	4 - 2		
Cell	3 - 4	2 - 1		
	**	**		
Rank	2 - 1	3 - 2	4 - 3	
Cell	1 - 4	3 - 1	2 - 3	
	**	**	**	

Figura. 89 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de *A. crassus*, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cádmio

Onde:

1 – Seixas

2 – Marina

3 – Valença

4 – Rio Manco

```
GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Cr-p.txt

Transform: None

Factor : cd      S.E. for comparison : 0.0100
Levels : -

Cell :          1          2          3          4
Mean :          0.1060      0.4090      0.0920      0.5900
S.E. :          0.0023      0.0150      0.0104      0.0098

Rank  4 - 1
Cell  4 - 3
      **

Rank  3 - 1      4 - 2
Cell  2 - 3      4 - 1
      **          **

Rank  2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell  1 - 3      2 - 1      4 - 2
      NS          **          **
```

Figura. 90 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de *A. crassus*, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Crómio

```
GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Cu-p.txt

Transform: None

Factor : cd      S.E. for comparison : 0.4743
Levels : -

Cell :          1          2          3          4
Mean :          5.8000      6.1000      5.2000      5.7000
S.E. :          0.5196      0.4619      0.2887      0.5774

Rank  4 - 1
Cell  2 - 3
      NS

Rank  3 - 1      4 - 2
Cell  1 - 3      2 - 4
      NS          NS

Rank  2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell  4 - 3      1 - 4      2 - 1
      NS          NS          NS
```

Figura. 91 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de *A. crassus*, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Cobre

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Fc-p.txt.

Transform: None

Factor : cd      S.E. for comparison : 31.8931
Levels : -

Cell   :           1           2           3           4
Mean   :    1370.0000    1678.0000    1435.0000    1681.0000
S.E.   :      5.7735      22.5167      52.5389      27.7128

Rank    4 - 1
Cell    4 - 1
          **

Rank    3 - 1      4 - 2
Cell    2 - 1      4 - 3
          **          **

Rank    2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell    3 - 1      2 - 3      4 - 2
          NS          **          NS

```

Figura. 92 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de *A. crassus*, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Ferro

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Mn-p.txt

Transform: None

Factor : cd      S.E. for comparison : 0.0719
Levels : -

Cell   :           1           2           3           4
Mean   :      0.7300      1.1000      0.5000      2.0000
S.E.   :      0.0635      0.1155      0.0000      0.0577

Rank    4 - 1
Cell    4 - 3
          **

Rank    3 - 1      4 - 2
Cell    2 - 3      4 - 1
          **          **

Rank    2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell    1 - 3      2 - 1      4 - 2
          NS          **          **

```

Figura. 93 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de *A. crassus*, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Manganês

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Pb-p2.txt

Transform: None

Factor : cd      S.E. for comparison : 0.5774
Levels : -

Cell      :          1          2          3          4
Mean      :      10.0000      50.0000      20.0000      50.0000
S.E.      :          0.5774          0.5774          0.5774          0.5774

Rank      4 - 1
Cell      4 - 1
          **

Rank      3 - 1      4 - 2
Cell      2 - 1      4 - 3
          **          **

Rank      2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell      3 - 1      2 - 3      4 - 2
          **          **          NS
    
```

Figura. 94 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de *A. crassus*, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Chumbo

```

GMAV (1997) - Licensed to Stuart Jenkins
Designed and coded by A.J. Underwood and M.G. Chapman
Windows implementation by S.A. Richards and M.B. Sage
Institute of Marine Ecology
University of Sydney

Header File: None
Data File : C:\Users\Pedro Reis\Desktop\Tab2\Zn-p.txt

Transform: None

Factor : cd      S.E. for comparison : 0.5774
Levels : -

Cell      :          1          2          3          4
Mean      :      73.0000      70.0000      6.0000      70.0000
S.E.      :          0.5774          0.5774          0.5774          0.5774

Rank      4 - 1
Cell      1 - 3
          **

Rank      3 - 1      4 - 2
Cell      4 - 3      1 - 2
          **          *

Rank      2 - 1      3 - 2      4 - 3
Cell      2 - 3      4 - 2      1 - 4
          **          NS          **
    
```

Figura. 95 Resultados do Programa GMAV5 (1997) de Stuart Jenkins para a comparação dos Tecidos de *A. crassus*, dos vários pontos de amostragem no que toca a concentração de Zinco.