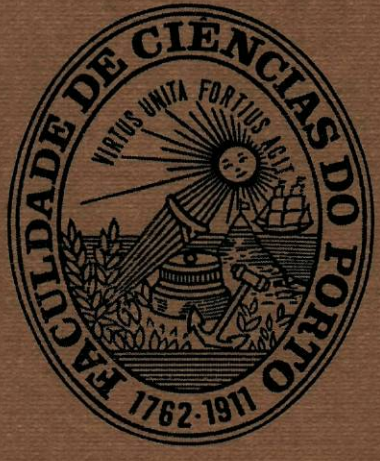
Glória Regina de Pinho Tavares

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS DESCARGAS DE UMA MINI-HÍDRICA NA DINÂMICA ESPACIAL E TEMPORAL DA COMUNIDADE PISCÍCOLA DO RIO ARDENA



Departamento de Zoologia e Antropologia
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Fevereiro, 1999

Glória Regina de Pinho Tavares

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS DESCARGAS DE UMA MINI-HÍDRICA NA DINÂMICA ESPACIAL E TEMPORAL DA COMUNIDADE PISCÍCOLA DO RIO ARDENA



Departamento de Zoologia e Antropologia
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Fevereiro, 1999

Glória Regina de Pinho Tavares

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS DESCARGAS DE UMA MINI-HÍDRICA NA DINÂMICA ESPACIAL E TEMPORAL DA COMUNIDADE PISCÍCOLA DO RIO ARDENA



Tese submetida à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto para obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aplicada

Departamento de Zoologia e Antropologia
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Fevereiro, 1999

AGRADECIMENTOS

Ao concluir este trabalho, não poderia deixar de agradecer a todas as pessoas que contribuíram, para a sua elaboração.

Ao Professor Doutor Nuno Formigo, que sugeriu o tema do presente trabalho e foi seu orientador, que sempre me acompanhou e se disponibilizou na elaboração dos trabalhos práticos, não esquecendo as palavras de incentivo que sempre soube dar nas horas de maior dificuldade.

À colega Teresa Maria Jesus, amiga de longa data, que sempre me acompanhou e ajudou nas várias etapas de elaboração do presente trabalho, agradeço desde já a sua grande amizade e disponibilidade nos bons e nos maus momentos.

À colega Carla Figueiredo, que se dedicou e que deu uma grande contribuição em todos os trabalhos de campo, agradeço toda a amizade e a sua colaboração.

À direcção do Departamento de Zoologia e Antropologia agradeço as facilidades concedidas.

Aos colegas e alunos da Escola Secundária de Arouca, que sempre souberam demonstrar uma palavra de incentivo e apoio durante os dois anos de elaboração deste trabalho.

A todos os meus familiares, que sempre me apoiaram e compreenderam as minhas ausências e me incentivaram nas horas mais difíceis

Finalmente, a todos quantos, de uma forma ou outra, deram o seu contributo para que o presente trabalho fosse uma realidade, o meu sincero muito obrigado

ÍNDICE

I - OBJECTIVOS 11

1-Objectivos 12

II - INTRODUÇÃO 13

1 - As mini-hídricas 14
1.1-Origem e implementação das mini-hídricas em Portugal 14
1.2-Funcionamento das centrais mini-hídricas 15

2-Impactos no meio aquático 16
2.1-Impactos das mini-hídricas no ecossistema 16
2.2-Comunidade piscícola 18
2.3-Caracterização e monitorização 19

3- Rio Ardena 21
3.1-Caracaterização da bacia hidrográfica 21
3.2-A mini-hídrica de Vila Viçosa 25
3.3-Caracterização dos pontos de amostragem 26

III - MATERIAL E MÉTODOS 34

1-Calendarização da amostragem 35

2-Parâmetros físico-químicos 35

3-Amostragem da comunidade piscícola 38
3.1-Processamento da amostra 40
3.1.1-Abundância e Biomassa 40
3.1.2-Estrutura etária 40
3.1.3-Crescimento 41

4-Tratamento dos resultados 42
4.1-Parâmetros físico-químicos 42
4.2-Comunidade piscícola 43

IV - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 45

1-Parâmetros Físico-químicos 46
1.1-Temperatura do ar 46
1.2-Temperatura da água 49
1.3-Condutividade 51
1.4-pH 55
1.5-Alcalinidade 58
1.6-Dureza 61

1.7-Oxigénio dissolvido 64
1.8-C.B.O.$_5$ 66
1.9-Amónia, nitritos e nitratos 69
1.10-Fosfatos 75
1.11-Análise multivariada dos factores físico-químicos 77
1.12-Síntese 79

2-Comunidade piscícola 82
2.1-Biologia das espécies capturadas 84
2.1.1-Escalo (*Leuciscus cephalus*) 84
2.1.2-Truta (*Salmo trutta fario*) 84
2.1.3-Boga (*Chondrostoma polylepis duriensis*) 85
2.1.4-Góbio (*Gobio gobio*) 86
2.1.5-Enguia (*Anguilla anguilla*) 87
2.2-Abundância e Biomassa 88
2.3-Estrutura etária 97
2.3.1-Escalo (*Leuciscus cephalus*) 98
2.3.2-Truta (*Salmo trutta fario*) 101
2.3.3-Boga (*Chondrostoma polylepis duriensis*) 104
2.3.4-Góbio (*Gobio gobio*) 107
2.4- Crescimento 109
2.4.1-Escalo (*Leuciscus cephalus*) 110
2.4.2-Truta (*Salmo trutta fario*) 116
2.4.3-Boga (*Chondrostoma polylepis duriensis*) 122
2.4.4-Góbio (*Gobio gobio*) 127
2.4.5-Enguia (*Anguilla anguilla*) 131
2.5- Síntese 134

V- CONCLUSÕES 137

1- Conclusões 138
2- Medidas de minimização 139

VI- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 142

RESUMO

Nas últimas décadas registou-se um aumento crescente na construção de empreendimentos hidroeléctricos, que põem em causa os recursos hídricos dulciaquícolas. De entre estes, o número de mini-hídricas aumentou consideravelmente, em Portugal, a partir de 1988, aquando da abertura do sector da produção de energia eléctrica à iniciativa privada. Neste âmbito, surgiram vários empreendimentos mini-hídricos, em particular nos pequenos rios do Norte de Portugal. Face a este crescimento, e tendo em conta a insuficiência de estudos relacionados com as alterações provocadas pelo regime de funcionamento das mini-hídricas, neste trabalho pretendeu-se atingir os seguintes objectivos:

- analisar as dinâmicas espaciais e temporais dos principais factores abióticos e da comunidade piscícola do rio Ardena, ao longo de toda a zona do sistema sujeita à influência da central mini-hídrica aí existente;
- avaliar a existência de diferenças nas comunidades piscícolas encontradas a jusante e a montante da mini-hídrica.

O estudo foi efectuado no rio Ardena, que desagua no rio Paiva, afluente da margem esquerda do rio Douro, onde se encontra implementada, aproximadamente, há 10 anos, uma central mini-hídrica. Tira-se assim partido do facto de esta intervenção ter sido realizada há tempo suficiente para ter ocorrido a estabilização das dinâmicas específicas dos diferentes componentes do meio.

O rio Ardena é um pequeno curso de água, caracterizado por grandes variações de declive, onde se encontram, alternadamente, zonas de remanso e de rápidos, estando inserido numa bacia hidrográfica predominantemente granítica. Em virtude da implementação da mini-hídrica, este rio possui duas zonas distintas. A região superior, localizada a montante da mesma, onde se mantêm as características hídricas naturais. A região a jusante, que é condicionada, simultaneamente, pelos caudais ecológicos libertados pela albufeira e pelo regime de descargas.

Globalmente, este rio apresenta água de boa qualidade, não se registando qualquer foco de poluição que possa ter significado ecológico. Analisando, simultaneamente, as características naturais do rio e as variações espacio-temporais dos factores físico-químicos, verifica-se que estes não apresentam diferenças significativas nas regiões a jusante e a montante da mini-hídrica, o que permitiu concluir que não são influenciados pelo seu regime de funcionamento.

Em contrapartida, os resultados obtidos para a variação espacio-temporal da comunidade piscícola revelam algumas alterações na sua composição ao longo da área em estudo. Assim, nos pontos de amostragem situados a montante da mini-hídrica, predominam o escalo *(Leuciscus cephalus)* e a truta *(Salmo trutta fario)*, cujas estruturas etárias e parâmetros de crescimento, parecem indicar tratar-se de populações mais estáveis e residentes.

Nas zonas situadas a jusante da mini-hídrica verifica-se um aumento da diversidade específica da comunidade piscícola, em que as espécies dominantes são a boga *(Chondrostoma polylepis duriensis)*, na zona situada entre a albufeira e o local de descarga; a enguia *(Anguilla anguilla)* e o góbio *(Gobio gobio)*, na região a jusante da descarga. A análise dos parâmetros de crescimento bem como da estrutura etária, parece sugerir que se trata de um conjunto populacional mais variável, influenciado quer pela proximidade do rio Paiva, quer pelas deslocações das diferentes espécies, ao longo desta secção do rio, em função da sua época reprodutiva.
Assim, a composição da comunidade piscícola a jusante da mini-hídrica, parece ser condicionada, simultaneamente, por dois factores: a proximidade do rio Paiva, e o regime de caudais, imposto não só pelo funcionamento das turbinas, mas também pelos caudais ecológicos libertados pela albufeira.
Assim, em termos gerais, parece poder concluir-se que o Rio Ardena se apresenta em boas condições ecológicas. O único factor adverso encontrado é a existência de uma central mini-hídrica que, para além de um provável efeito de barreira à deslocação dos animais ao longo de todo o curso do rio, tem sobretudo um forte impacto na secção final do mesmo, devido às fortes perturbações que introduz no regime natural de caudais.

Com base na análise dos resultados obtidos, é proposto um conjunto de medidas minimizadoras, quer de âmbito geral, quer mais especificamente relacionadas com a situação particular do rio Ardena.

RÉSUMMÉE

Pendant les derniérs décennies, on a constaté une croissante augmentation au niveau de la construction de entreprises hydroélectriques, qui mettent en cause les ressources hydriques d`eaux douces. Parmi celles-ci, le nombre de mini-hydriques a augmenté considérablement, au Portugal, depuis 1988, lors de l`overture du secteur de la production d´énergie éléctrique à l`initiative priveé. Dans ce domaine, diverses entreprises mini-hydriques ont surgit, surtout dans les petites rivières du Nord du Portugal. Face à toute cette croissance, et en tenant compte à l`insuffisance d`ètudes relatifs aux changements provoqués par le régime de fonctionnement des mini-hydriques, dans ce travail on a eu comme but atteindre les objectifs suivants:

- analyser les dynamiques spaciales et temporelles des principaux facteurs physiques et chimiques et de la communauté piscicole de la rivière Ardena, au long de toute la zone du système soumise à l´influence de la centrale mini-hydrique y existante;

- évaluer l´existence de différences au sein des communautés piscicoles trouvées en amount et en aval de la mini-hydrique.

L´ètude a été realizé dans la riviére Ardena, qui debouche dans la rivière Paiva, tributaire de la rive gauche du fleuve Douro, où se trouve, il y a à peu prés dix ans, une centrale mini-hydrique. Ce travail profite alors du fait d`avoir été réalizée aprés la stabilisation des dynamiques spécifiques des differents composants du milieu.

La rivière Ardena c`est un petit cours d`eau, caractérizé par de grands changements de déclive, où l`on trouve une alternance de zones de radiers et de zones de profonds, étant insiré dans un bassin hydrographique granitique.

Grâce à l´installation de la mini-hydrique, cette rivière presente deux zones distinctes. La région supérieure, localizée en amont de celle-ci, où se mantiennent les caractéristiques hydriques naturelles. La région inferieure, en aval, qui est conditionnée, simultanément, par les débits écologiques délivrés par la central et par le régime de décharges.

Globalement, cette rivière présente une bonne qualité de l´eau, et on ne trouve pas aucune source de pollution avec signification écologique. En faisant, en même temps, l´analyse des carctéristiques naturelles de la rivière et des changements spacio-temporaux des facteurs physico-chimiques,

on constate que ceux-ci ne présentent pas de différences significatives dans les régions en amout et en aval de la mini-hydrique, ce qui permet conclure qu´ils ne sont pas influencés par son régime de fonctionnement.

En revanche, les résultats relatifs à la variation spacio-temporelle de la communauté piscicole, montrent quelques differences au niveau de sa composition, tout au long de la région étudiée. Ansi, dans les sites d`echantilhonage situés en amout de la mini-hydrique, prédominent la vandoise (*Leuciscus cephalus*) et la truite (*Salmo trutta fario*), dont les âges et les paramêtres de croissance semblent indiquer qu`il s`agit de populations stables et résidantes.

Dans les zones situées en aval de la mini-hydrique, on constate ume augmentation de la diversité spécifique de la communauté piscicole, où les espéces dominantes sont l`hotu (*Chondrostoma polylepis duriensis*), dans la zone située entre le barrage et la décharge; le goujon (*Gobio gobio*) et l´anguille (*Anguilla anguilla*) dans la région en aval de la décharge.
L´analyse des paramêtres de croissance, ainsi que de la structure d'âges, semble indiquer qu`il s`agit de populations plus variables influencées, soit par la proximité de la rivière Paiva, soit par les déplacements des différentes espéces, tout au long de cette partie de la rivière, selon son époque reproductif.
Donc, la distribution de la communauté piscicole en aval de la mini-hydrique, semble être conditionnée, simultanément, par deux facteurs: la proximité de la rivière Paiva et le régime de débits, imposé pas seulement par le fonctionnement des turbines, mais aussi par les débits écologiques délivrés par le barrage.

Ainsi, on peut conclure que la rivière Ardena se présente en bonnes conditions écologiques. Le seul facteur négatif trouvé c`est l`existence d`une centrale mini-hydrique, qui provoque un probable effet de barrière au dèplacement des animaux, tout au long du cours de la rivière, mais qui a surtout un fort impact au niveau de la dernière partie de celle-lá, dû aux fortes perturbations qu´il introduit dans le régime naturel des débits.

D`aprés l`analyse des conclusions obtenues, on propose un ensemble de mesures pour minimizer les impacts, soit en conttour général, soit plus spécifiquement relatives à la situation particulière de la rivière Ardena.

SUMMARY

In the last decades there has been a continuous increase in the building of hydroelectric power stations, which have been damaging the existing fresh water resources. Among these, the small hydroelectric power plants have increased considerably in Portugal since 1988, the year when this sector was allowed to be explored by private enterprises. Thus, several small hydroelectric power plant initiatives have emerged, particularly in small rivers in the North of Portugal. In face of this growth, and considering the few existing studies about the effects caused by the functioning of this small plants, in this study we aim at:

- analysing the space and time dynamics of the main physical and chemical factors and of the fish community of the Ardena river, along the whole area under the influence of the small hydroelectric power plant;

- evaluating the existence of differences in the fish communities occurring upstream and downstream of the small hydroelectric power plant.

The study was undertaken in the Ardena river, which flows into the Paiva river, one of the tributaries of the left bank of the Douro river, where a small hydroelectric power plant was build, around ten years ago. This ten year time period seems to be long enough so as to allow the stabilisation of the specific dynamics of the different environmental components.

The Ardena river is a small water stream, characterised by marked slope changes, with alternating rapids and pool sections. Due to the implementation of the small hydroelectric power plant, this river has two distinct zones. The upper region, upstream of the dam, where the natural river characteristics have been preserved; and the lower region, downstream of the dam, which is conditioned, simultaneously, both by the ecological flow liberated by the dam and by the discharge regime.

Globally, this river shows high water quality and no signs of pollution that deserves ecological concern. If one analyses, simultaneously, both the river natural characteristic and the time and space variations of the physical and chemical factors, one will verify that these don't show significant differences in the regions below and above the small hydro-electric power plant, which has led to conclude that they are not influenced by its activity regime.

On the other hand, the results obtained for the time and space variations of the fish community, reveal some differences in its distribution along the area under study. Thus, in the

selected sampling sites, above the small hydroelectric power plant, one finds, predominantly, trout (*Salmo trutta fario*) and roach (*Leuciscus cephalus*), whose age structures and growing patterns seem to indicate the existence of more permanent and stable populations. In the sampling points located below the small hydroelectric power plant, was found an increase of the specific diversity of the fish community. The dominating species are the nase (*Chondrostoma polylepis duriensis*), in the area between the dam and the water discharge; the eel (*Anguilla anguilla*) and the gudgeon (*Gobio gobio*) in the area between the discharge and the river mouth. The analysis of the growth pattern as well as of the age structure, seems to suggest that we are in face of more variable populations, influenced both by the proximity of the Paiva river, and by the movement of the different species, along this section of the river, in accordance with their reproductive season.

Thus, the way the fish community is distributed downstream of the small hydroelectric power plant, seems to be conditioned by two factors simultaneously: the proximity of the Paiva river and the flow regime, not only that imposed by the turbine activity, but also the ecological flow liberated by the dam.

Thus, in general terms, one seems to be able to conclude that the Ardena river presents good ecological conditions. The only adverse factor found is the existence of a small hydroelectric power plant which, besides the probable barrier effect concerning animal movement along the whole course of the river has, above all, a strong impact in its final section, due to the strong disturbances caused in the natural flow regime.

On the basis of the conclusions of the present work, a set of minimising measures is proposed, some for more general purposes, and some specially designed for the specific situation of the Ardena river.

I-OBJECTIVOS

1-OBJECTIVOS

Com este trabalho pretendeu-se:

- recolher informações que permitissem descrever as dinâmicas espaciais e temporais mais importantes, dos principais factores abióticos e da comunidade piscícola do rio Ardena, ao longo de toda a zona do sistema sujeita à influência da central mini-hídrica aí existente;

- avaliar a existência de diferenças nas comunidades piscícolas encontradas a jusante e a montante da mini-hídrica.

II-INTRODUÇÃO

1 - AS MINI-HÍDRICAS

1.1 - ORIGEM E IMPLEMENTAÇÃO DAS MINI-HÍDRICAS EM PORTUGAL

A energia eléctrica é uma necessidade vital do mundo actual, onde o seu consumo é cada vez mais elevado, implicando a construção de novos empreendimentos para a sua produção. Ao longo dos últimos quarenta anos o homem tem recorrido para esse fim, entre outras possibilidades, à construção de grandes barragens hidroeléctricas, porém, actualmente, estas infra-estruturas têm gerado alguma polémica sob o ponto de vista ambiental.

É neste contexto que, na década de 80, o governo português abre as portas do sector da produção de energia eléctrica aos investidores privados (Lei nº21/82 de 28 de Junho) e à auto-produção (Decreto Lei nº20/81 de 28 de Janeiro). Como resposta às novas oportunidades legislativas, e com base nas experiências já desenvolvidas nos restantes países europeus, houve uma grande procura no sentido de implementar uma forma alternativa de obtenção de energia eléctrica recorrendo à construção de mini-hídricas. É neste âmbito que surgiram, em pouco tempo, mais de mil pedidos de licenciamento, dos quais apenas se vieram a concretizar cerca de quarenta, no período que decorreu entre 1990 e 1996 **(COSTA, 1997)**.

Actualmente, e em virtude de novas directivas comunitárias, apenas alguns destes empreendimentos estão em pleno funcionamento, representando uma potência instalada de cerca de 6500 GWh/ano. Destes aproveitamentos hidroeléctricos, cerca de metade estão entregues à electricidade de Portugal(E.P.), tendo instalada uma potência de cerca de 10 MW, enquanto que cerca de vinte centrais, com potências que variam entre os 100 e os 800 KW, estão entregues ao sector privado.

Será contudo de realçar que nos últimos anos, em virtude de alterações na legislação nacional, devido a novas directivas comunitárias, o número de centrais em actividade tem diminuído, como resultado do processo de desactivação de centrais que não reuniam as condições necessárias para o seu funcionamento. Para além deste facto, tem-se registado uma diminuição do número de novos empreendimentos nesta área, não só como resultado das novas

exigências legislativas, mas também como fruto de crescentes preocupações ambientais.

Quanto à localização geográfica destas infra-estruturas, e tal como seria de esperar, predominam no norte de Portugal, onde os rios de montanha apresentam vales mais escavados, que facilitam a construção e o funcionamento das mini-hídricas, e onde se verifica uma maior estabilidade do caudal, inclusivé durante a época estival. Em oposição, a região sul do país não reúne as condições hídricas necessárias a este tipo de empreendimentos, na medida em que no Verão, os rios não apresentam caudal suficiente, enquanto que no Inverno se podem originar escoamentos torrenciais, contraproducentes para o funcionamento das mesmas.

1.2 - FUNCIONAMENTO DAS CENTRAIS MINI-HÍDRICAS

As mini-hídricas são aproveitamentos hidroeléctricos associados a pequenas albufeiras, que acumulam um volume variável de água, resultante das afluências diárias a essa albufeira, estando dependentes dos níveis de pluviosidade existentes na bacia hidrográfica, a montante da mesma. Estes empreendimentos são do tipo fio de água, sendo as descargas determinadas em função dos níveis atingidos. Desta forma, a produção de energia ocorre de modo irregular, sempre em função do regime de descargas efectuado.

As características destes aproveitamentos hidro-eléctricos permitem, com frequência, rentabilizar os volumes de caudais diários, de forma a que os turbinamentos se efectuem preferencialmente nos períodos de maior valorização da energia produzida, ou seja as horas de maior consumo **(COSTA et al., 1997)**.

Assim, as descargas sucessivas realizam-se, frequentemente, em períodos inferiores a um dia, de forma a que a capacidade da albufeira não exceda a afluência diária média, podendo-se considerar a inexistência de uma transferência significativa de caudais de um dia para outro. No entanto, esta capacidade de armazenamento é importante, pois permite viabilizar a gestão de volumes de forma a controlar a quantidade de água turbinada a determinadas horas do dia e assim permitir uma maior rentabilidade na produção de energia **(COSTA et al., 1997)**.

De um modo geral, a água é recolhida por condutas que se estendem desde a albufeira até ao local onde activa os geradores e onde é libertada novamente para o curso de água.

2 - IMPACTOS NO MEIO AQUÁTICO

2.1 – IMPACTOS DAS MINI-HÍDRICAS NO ECOSSISTEMA

É um facto que existe, nos sistemas fluviais do norte de Portugal, um grande número de infra-estruturas hidráulicas, não só para aproveitamento hidroeléctrico, mas também para abastecimento de água, sendo por isso importante a realização de estudos que permitam avaliar as alterações provocadas por estas intervenções no meio aquático. Em especial, os aproveitamentos hidroeléctricos provocam sempre uma alteração do regime de caudais, implicando mudanças nos diversos factores abióticos, como por exemplo a velocidade da corrente e a profundidade do curso de água, e nos habitats disponíveis.

Contudo, existem poucos estudos que incidam na investigação das alterações provocadas por estes empreendimentos hidroeléctricos, já que existe uma ideia global de que o estudo de sistemas intervencionados gera trabalhos inferiores sob o ponto de vista ecológico, quando comparados com estudos de conservação dos sistemas fluviais, considerados ainda como sistemas naturais **(FERREIRA et al., 1997)**.

Para além deste facto, tem-se verificado que as relações de causa-efeito obtidas nestas investigações apresentam uma consistência inferior, sendo consideravelmente mais difícil de distinguir estas alterações de outras variações naturais, tais como as oscilações sazonais. Daí que se coloque um problema imediato aquando da planificação da metodologia a utilizar na investigação, pois esta deve permitir a distinção entre a variabilidade natural do sistema e aquela que resulta da própria intervenção, por forma a ser determinada e assim subtraída à influência da regularização causada pela implementação do aproveitamento.

Actualmente, sabe-se que a instalação de aproveitamentos hidroeléctricos em sistemas lóticos tem um impacto significativo sobre vários aspectos da estrutura e funcionamento dos mesmos, dos quais se salientam, entre outros, os que se referem nos parágrafos seguintes.

- Cria alterações do regime de caudais, implicando variações bruscas e frequentes da velocidade da corrente e da profundidade, ao longo do sistema fluvial.

- As flutuações de caudal podem causar alteração nos habitats disponíveis **(HEGGENES & TRAAIN, 1988; CRISO & HURLEY, 1991)**, bem como o arrastamento de um grande número de indivíduos, em particular aqueles que apresentam menores dimensões.

- Cria descontinuidades nos sistemas, na medida em que provoca o represamento do rio, transformando-o num sistema misto, lótico-lêntico-lótico.

- O sistema lêntico, criado pelas respectivas albufeiras modifica os habitats existentes nos rios, com o desaparecimento ou diminuição dos efectivos da maior parte das espécies piscícolas fluviais **(PENCZAK, 1995)**, pois o tempo de retenção da água aumenta, reduzindo o número de habitats marginais e originando uma zona pelágica.

- Existem espécies oportunistas que aumentam a sua densidade, enquanto que outras desaparecem por incapacidade de adaptação às novas condições **(GRANADO, 1997)**.

- A ictiofauna ibérica inclui espécies nativas sedentárias, migradoras potamódromas (que realizam migrações de desova do rio principal para o afluente) e migradoras diádromas (que realizam migrações de desova entre o rio e o mar), que são impedidas de completar o seu ciclo de vida, verificando-se um declínio das espécies diádromas **(FERREIRA et al., 1996)**.

- Provoca alterações na dinâmica espacial e temporal das respectivas comunidades bióticas, modificando habitats e nichos ecológicos e transformando as cadeias alimentares existentes.

2.2 - COMUNIDADE PISCÍCOLA

A comunidade piscícola engloba um conjunto de vertebrados aquáticos que ocupam, geralmente, uma posição superior nas cadeias alimentares, em virtude de possuírem um conjunto de sistemas mais eficientes para receber e integrar a informação **(MARGALEF, 1983)**.

A distribuição desta comunidade em quase todos os sistemas aquáticos, assume padrões característicos, condicionados pelas variações hídricas e pelas próprias características fisiológicas das espécies. Assim, a distribuição da ictiofauna dos rios continentais, e em especial do norte de Portugal, é condicionada, quer pelas intervenções hidroeléctricas, quer pelas características naturais do meio aquático.

Nos parágrafos que se seguem são enumerados alguns dos factores que mais influenciam a distribuição da comunidade piscícola.

- A península Ibérica é uma das regiões do globo **(MARGALEFF, 1985)** que apresenta faunas excessivamente empobrecidas. Este facto foi condicionado por vários factores, entre os quais a presença de barreiras geológicas, como os Pirinéus, que impediram as migrações para sul de espécies provenientes do centro da Europa. Por outro lado, o mediterrâneo funcionou como barreira à deslocação de espécies provenientes do Norte de África **(ALMAÇA, 1968)**.

- O aumento da diversidade especifica é uma função directa do tamanho da bacia hidrográfica, sendo esta variação tanto mais evidente, quanto maior a sua proximidade com os trópicos **(WELCOME, 1985)**.

- As características hidrológicas de cada bacia hidrográfica criam diferentes habitats, ao longo do sistema aquático, promovendo assim uma maior diversidade na distribuição das comunidades piscícolas e provocando variações da velocidade da corrente e da profundidade, o que, por sua vez, implica alterações dos restantes factores físico-químicos.

- De um modo geral, o número de espécies de um rio aumenta de montante para jusante; embora o número total de indivíduos, por unidade de área ou de volume, diminua no mesmo sentido. No entanto, como os indivíduos tendem a

ser maiores, a biomassa total por unidade de área tende a permanecer constante **(HYNES, 1985)**.

- Os peixes que ocupam uma determinada região parecem ser bastante sedentários, e as migrações que realizam parecem estar, muitas vezes, ligadas à reprodução. Porém, pode-se referir um outro conjunto de factores, não associados à reprodução, e que podem condicionar a sua distribuição, tais como a competição pelo alimento, as estações do ano e ainda o próprio crescimento **(HYNES, 1970)**.

- Para além dos factores atrás referidos, as intervenções hídricas funcionam como meios intransponíveis para algumas espécies migradoras, impedindo-as de completar os seus ciclos de vida, implicando alterações nos seus efectivos e nas suas deslocações naturais na bacia hidrográfica.

De um modo geral, a distribuição das comunidades piscícolas ao longo de um rio é condicionada por uma grande variedade de factores, o que torna difícil a criação de metodologias adequadas ao seu estudo. Actualmente, o estudo dessa distribuição é ainda mais complexo pelo facto de existir um conjunto de intervenções, nos sistemas hídricos, que condicionam a sobrevivência das comunidades, provocando alterações nas suas características.

2.3 - A CARACTERIZAÇÃO E A MONITORIZAÇÃO

Em geral, os trabalhos efectuados nesta área, (por exemplo, **NAUERK, 1962; BRANCO et al., 1992; GODINHO & FERREIRA, 1997**) têm como principal objectivo o estudo das alterações do sistema no local onde é retida a água (a albufeira), incluindo a análise da estrutura e funcionamento do sistema aquático nesse local. São porém muito mais raros estudos que avaliem as alterações do sistema no espaço mais alargado que é o rio. Assim, quando se comparam os dados existentes em Portugal com os existentes em Espanha, verificam-se grandes lacunas, na medida em que Espanha foram realizados, recentemente, rastreios limnológicos de todas as massas de água artificiais, incluindo as características físico-químicas, o fito e o zooplancton e os macro-invertebrados **(MARGALEF et al., 1976; ARMENGOL et al., 1989; RIERA et al., 1989; SABATER & NOLLA, 1989)**. Apesar destes estudos serem uma boa referência para possíveis trabalhos a realizar em Portugal, é importante que se tenha em conta a especificidade geológica da orla costeira e das bacias hidrográficas de formação mais

recente, dando assim origem a comunidades e estruturas geológicas distintas. É portanto fundamental que se aumentem os esforços no sentido de avaliar as modificações provocadas em todos os sistemas lóticos do país. Para além desta avaliação, é igualmente importante testar a aplicabilidade dos métodos de determinação de caudais ecológicos e de biomonitorização da qualidade da água a sistemas lóticos sujeitos a intervenções hidráulicas deste tipo.

No caso específico dos empreendimentos eléctricos com regimes de funcionamento irregulares, como por exemplo as mini-hídricas, é de facto muito útil avaliar as alterações por eles provocadas no meio físico e biológico dos cursos de água. A irregularidade de caudais causada por estes empreendimentos provoca modificações no meio aquático que é importante quantificar, para que se possam aplicar os resultados obtidos a outras intervenções e minimizar os seus efeitos.

É fundamental que se efectuem mais estudos que visem uma análise integrada de vários aspectos, tais como os referidos nos parágrafos seguintes.

- Estudos de regularização de caudais que usem metodologias integradoras dos factores ecológicos e das variáveis hidráulicas, impostas pelo funcionamento da própria infra-estrutura, para que desta forma se possa fazer uma melhor quantificação dos caudais mínimos necessários para a manutenção das comunidades bióticas.

- Esclarecer as relações de causa-efeito, das intervenções hídricas, não só no que se refere aos factores físico-químicos mas também às comunidades bióticas afectadas, isolando-as das variações naturais do sistema.

- Criar modelos que permitam a quantificação dos efeitos de forma a serem utilizados para melhorar os métodos de minimização dos efeitos negativos **(PETTS, 1984)**

- É importante obter uma série cronológica alargada da variação do caudal a montante da albufeira, de forma a ser utilizada na gestão dos caudais libertados a jusante, após a construção e funcionamento da infra-estrutura.

- Em função dos estudos já efectuados parece ser mais realista estudar o regime natural do rio a intervencionar, do que transpor os regimes de outras bacias hidrográficas para o cálculo de caudais ecológicos. Esta metodologia implica a utilização de parâmetros que resultam de estudos de situações

hidrícas particulares e que não podem ser aplicadas a todos os casos.

3 - O RIO ARDENA

3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

O rio Ardena é um curso de água com cerca de 18 Km de extensão, que nasce na serra de Montemuro a 1012 m de altitude e desagua no rio Paiva (afluente da margem esquerda do rio Douro), no lugar de Espiunca (Figura 2.1).

O rio Ardena está incluído na bacia hidrográfica do Douro, inserido-se numa região com um clima que resulta das influências mediterrânea e atlântica. O Verão caracteriza-se pela ocorrência temperaturas e insolação relativamente elevadas, e quase total ausência de chuvas. No Inverno, predominam as massas de ar húmido, responsáveis pela abundância de chuvas e pelas temperaturas amenas. As condições climatéricas da região, bem como a sua geomorfologia, condicionam a hidrologia desta bacia hidrográfica, na medida em que está sujeita a grandes flutuações de caudal, por vezes torrenciais.

Quanto ao relevo, é um rio que está inserido em vales profundos, predominantemente graníticos, com incrustações xistosas, formando uma linha de água com algumas irregularidades no seu leito, alternando em zonas de rápidos e remansos.

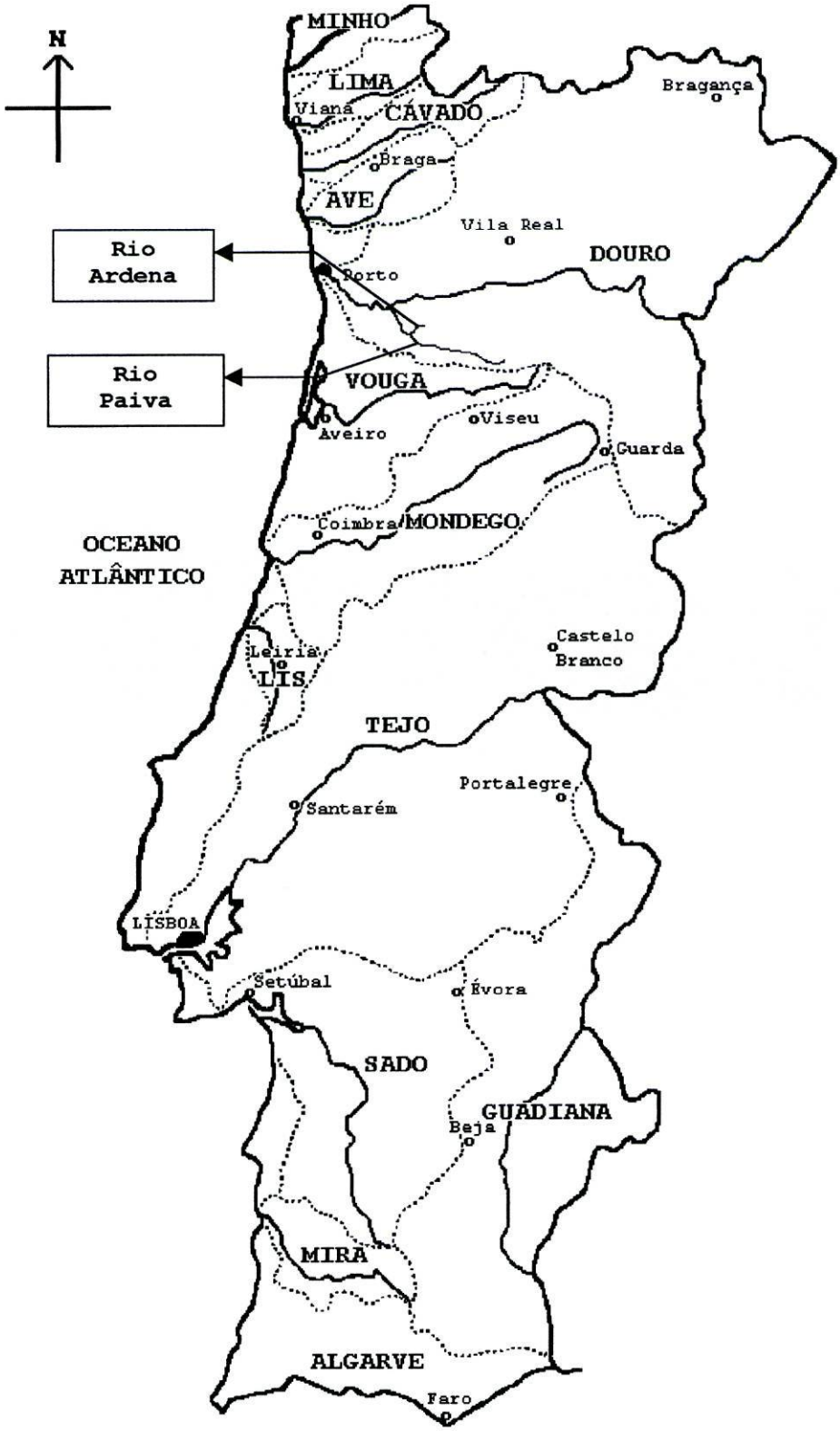


Figura 2.1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Ardena

Para além das alternâncias de relevo, trata-se de um curso de água onde abundam os açudes, de onde saem canais de rega para os terrenos marginais. De entre todos, existe um canal de rega, designado pelas populações locais "Rego do Boi", que se localiza a poucos quilómetros da nascente e que retira a quase totalidade do caudal ao rio, funcionando como uma segunda nascente, com excepção de parte da época das chuvas.

Nos terrenos marginais abundam pequenas explorações agrícolas de caracter extensivo, alternando com zonas de mata, constituída essencialmente por eucaliptos e algum pinhal. É de salientar que as zonas superiores do rio, possuem uma flora marginal ligeiramente diferente da existente no restante curso do mesmo, pois predominam exemplares adaptados a locais mais montanhosos, nomeadamente a urze e carqueja.

O substrato do leito do rio é variado, sendo constituído essencialmente por areia, areão, cascalho e blocos que, dependendo da época do ano, podem estar recobertos por limos e lamas. Encontram-se algumas macrófitas, que se desenvolvem em particular nas margens do rio e nas zonas de menor corrente.

As zonas superiores do rio, que coincidem com o curso de água localizado a montante da mini-hídrica, parecem manter as suas características naturais, com excepção dos açudes. Nesta secção do rio, o caudal é influenciado, essencialmente, pelas características climatéricas, pela quantidade de água que é desviada pelos açudes e pelos escoamentos dos terrenos marginais.

A região onde se situa a albufeira da mini-hídrica, apresenta-se como um local onde as características do rio são alteradas, pois em virtude do represamento da água, funciona como um sistema misto (lêntico e lótico). Para além da acumulação de água efectuada pela albufeira, há que salientar as oscilações diárias de profundidade, resultantes do regime de turbinamentos.

Na secção a jusante da albufeira regista-se uma diminuição drástica da corrente, pois encontra-se condicionada pelos caudais libertados pela albufeira. Simultaneamente, observam-se alterações da morfologia do leito do rio, em virtude da queda de blocos que resultaram das obras de construção da conduta de água, que se localiza ao longo da margem, até ao local de descarga. Ao longo desta secção o rio apresenta, quase sempre, as mesmas variações morfológicas, com excepção de uma descontinuidade gerada por uma queda de água natural de, aproximadamente, 15 metros de altura. Esta alteração morfológica funcionará, muito provavelmente, como uma barreira aparentemente intransponível para as espécies piscícolas.

A zona inferior do curso de água coincide com a zona onde são efectuadas as descargas, estando por isso sujeita a frequentes oscilações de caudal. Morfologicamente, reúne um conjunto de

zonas de rápidos, alternadas com zonas de remanso, sendo o leito do rio constantemente modificado pelas descargas efectuadas.

Alguns dos aspectos desta bacia hidrográfica que podem condicionar a distribuição das comunidades biológicas, bem como a interpretação de alguns fenómenos do sistema ecológico, estão descritos nos parágrafos que se seguem.

- A acentuada variação sazonal da pluviosidade e o facto desta bacia ser predominantemente granítica, com uma pequena capacidade de retenção de águas freáticas, constituem um conjunto de factores que permitem a ocorrência de flutuações bruscas e de grande amplitude no regime hidrológico. Estas têm repercussões, quer na comunidade biótica, quer nalguns factores abióticos, como é o caso da velocidade da corrente, dos sólidos suspensos totais, do oxigénio dissolvido, etc.

- A existência de um elevado número de açudes ao longo de todo o curso do rio Ardena, em particular na região a montante da albufeira da mini-hídrica, condiciona a movimentação das comunidades bióticas. Este factor afecta, em particular, o movimento de algumas espécies piscícolas, não só pelo facto de secar temporariamente algumas secções do rio, mas também por funcionar como uma barreira intransponível. Por outro lado os açudes podem funcionar como zonas adequadas para algumas espécies piscícolas, tal como os salmonídeos, que requerem águas ricas em oxigénio. Com efeito, os açudes, devido à agitação constante e à profundidade, promovem a oxigenação da água.

- A existência de quedas de água naturais, de grandes dimensões, não só a jusante da albufeira como também na zona da nascente, tem efeitos semelhantes aos já descritos para os açudes. E, tendo em consideração as suas dimensões, parecem ter sido um dos principais factores que condicionaram o movimento das populações piscícolas e influenciaram a sua distribuição.

- As zonas superiores do rio, coincidentes com a zona a montante da mini-hídrica, são marginadas por explorações agrícolas que dependem do rio para a rega na estação estival, diminuindo consideravelmente o caudal. Em contrapartida, a secção do rio que se situa a jusante da mini-hídrica sofre igualmente uma diminuição do caudais, não em consequência das explorações agrícolas, mas sim da retenção efectuada pela albufeira do aproveitamento.

- Não existem focos de poluição, com relevância ecológica, ao longo de todo o curso de água.

3.2 - A MINI-HÍDRICA DE VILA VIÇOSA

A mini-hídrica que foi objecto deste estudo, entrou em funcionamento em Maio de 1993, com uma potência instalada de cerca de 4,0 MW, e tendo uma produção anual em média de 11.1 GWh.

Encontra-se implementada a cerca de 5 Km da foz do rio Ardena, possuindo uma albufeira de pequenas dimensões (cerca de 500m de comprimento), que sofre grandes oscilações em função dos caudais que aí afluem. Na albufeira existe uma tomada de água, que se situa lateralmente, possuindo um sistema de gradagem a fim de evitar a obstrução das condutas por acumulação de materiais em suspensão. A conduta estende-se até à central onde ocorre a descarga, a cerca de 900 m da foz do rio. Está previsto um caudal ecológico mínimo, na secção a jusante do muro da barragem e a montante da descarga, de aproximadamente 50 l/s.

A distância que existe entre a albufeira e a central, gera uma queda útil de 129 m, exercendo uma força de 13 Kg/cm, sobre dois grupos geradores, resultando numa descarga máxima de 3 m^3/s.

Apresenta um regime de funcionamento diário, em que as descargas são reguladas pelo nível de água na albufeira, podendo, em casos excepcionais, ser regulado pelo operador. Assim em condições pluviométricas normais, efectua duas descargas, uma entre as 10h30m e as 12h30m, e outra entre as 20h e as 22h. Em condições de maior pluviosidade, pode funcionar ininterruptamente a 100% ou com apenas um dos grupos geradores.

Durante a época estival, e em virtude de possuir menor caudal, apenas efectua uma descarga, estando encerrada para obras de manutenção durante o mês de Agosto, a albufeira no NPA (211,5 m), ou na fase final, vazia.

3.3 - CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

Face aos objectivos do presente trabalho, as amostragens foram realizadas no rio Ardena (afluente do rio Paiva, bacia hidrográfica do Douro), onde se encontra implementada, aproximadamente há 10 anos, uma central mini-hídrica. Tirou-se assim partido do facto de esta intervenção ter sido realizada há tempo suficiente para ter ocorrido a estabilização das dinâmicas específicas dos diferentes componentes do meio.

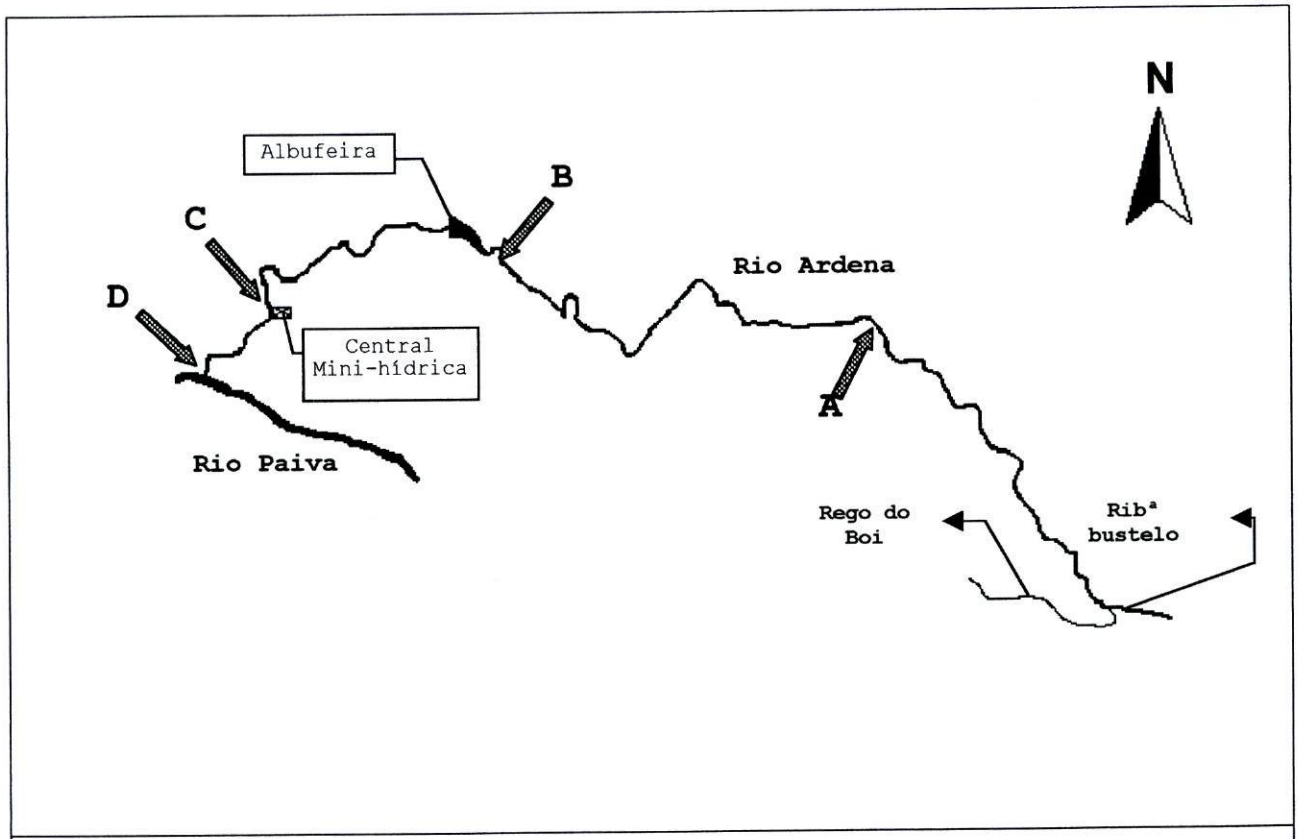


Figura 2.2- Distribuição dos pontos de amostragem no rio Ardena, relativamente à localização da mini-hídrica.

Em função da localização da mini-hídrica, foram escolhidos quatro pontos de amostragem (figura 2.2), distribuídos ao longo da sua zona de influência, tendo em conta os objectivos que se pretendiam alcançar.

Apresenta-se seguidamente uma caracterização sucinta de cada um desses pontos, incluindo a razão da sua escolha, as principais características do meio envolvente, o tipo de substrato (em termos percentuais), a canópia e a vegetação aquática (também em termos percentuais).

A análise detalhada destas características será efectuada conjuntamente com a discussão e interpretação dos resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos e para a composição da comunidade piscícola.

PONTO A

Situa-se a montante da zona de influência da mini-hídrica, por forma a obter um ponto de controlo dos parâmetros estudados, não sujeito aos efeitos causados pela intervenção realizada no sistema; trata-se assim de um local onde as variações existentes resultam, apenas, das oscilações naturais dos factores ecológicos.

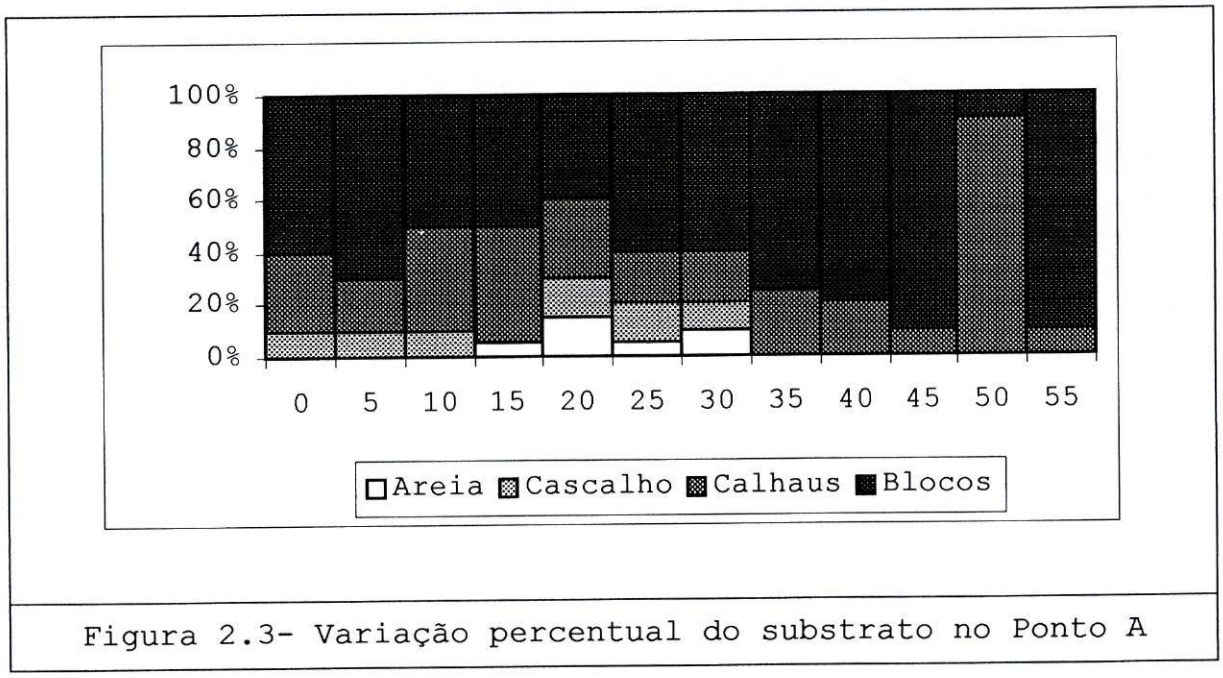


Figura 2.3- Variação percentual do substrato no Ponto A

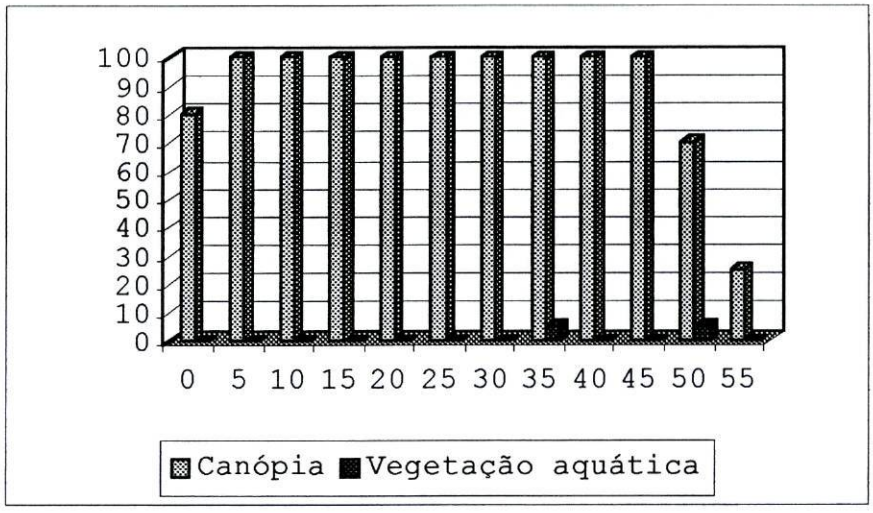


Figura 2.4 - Variação percentual da canópia e da vegetação aquática no Ponto A

Neste local existe uma grande alternância de zonas de rápidos e remansos. Nas margens encontram-se campos agrícolas, cuja exploração é efectuada por métodos tradicionais, sem que pareça exercer uma influência significativa sobre o curso de água.

PONTO B

Situa-se imediatamente a montante do nível máximo da albufeira, sendo assim um local onde se verifica a transição entre o sistema lótico, característico do rio, e o sistema lêntico, criado pela albufeira.

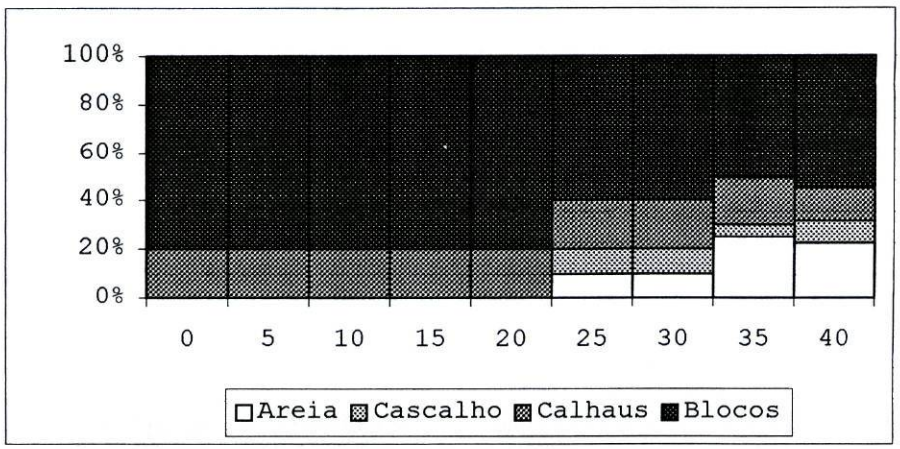


Figura 2.5- Variação percentual do substrato no Ponto B

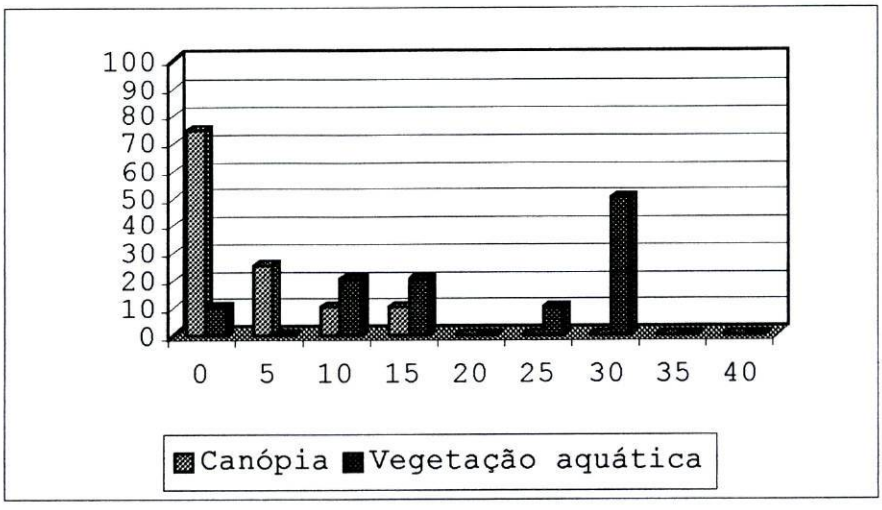


Figura 2.6 - Variação percentual da canópia e da vegetação aquática no Ponto B

Embora igualmente localizado a montante da albufeira da mini-hídrica, encontra-se separado do ponto anterior por vários açudes de derivação de água para os campos agrícolas. A existência desta sequência de açudes entre estes dois pontos de amostragem, poderá funcionar como uma barreira à deslocação das espécies piscícolas para zonas superiores.

PONTO C

Situa-se a jusante da barragem e a montante da descarga da turbina, sendo um local onde a redução de caudal causada pelo efeito da mini-hídrica é significativo, e onde foi possível obter dados sobre os efeitos causados pela retenção da água na albufeira e pelos caudais ecológicos libertados.

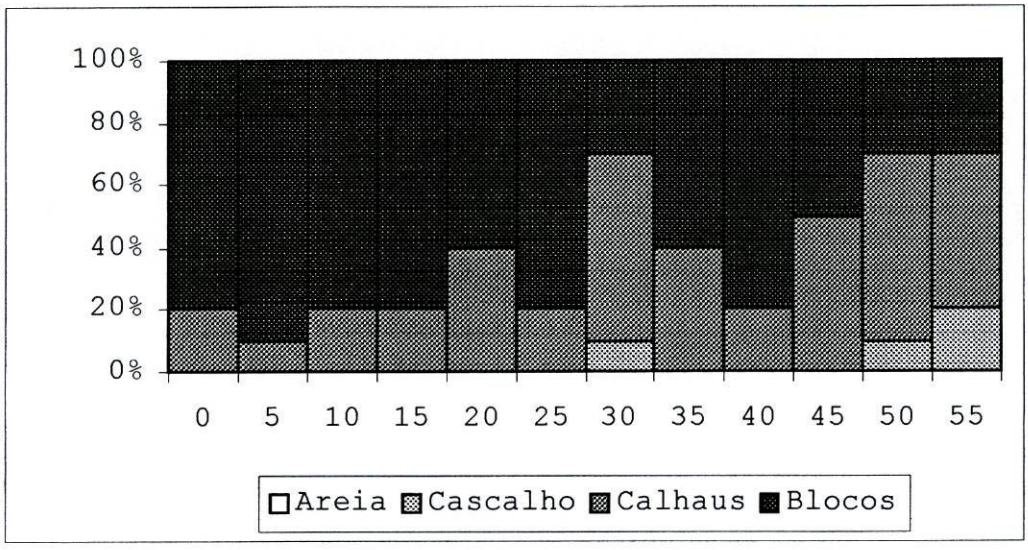


Figura 2.7- Variação percentual do substrato no Ponto C

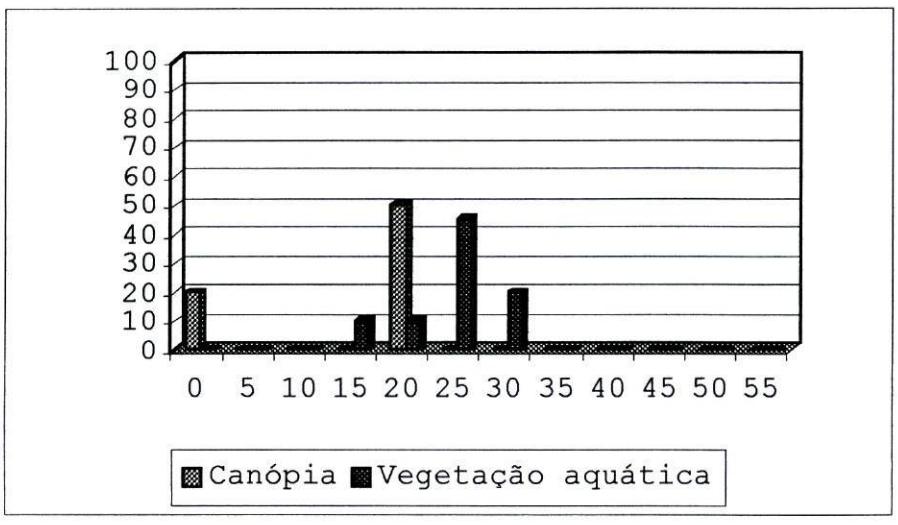


Figura 2.8 - Variação percentual da canópia e da vegetação aquática no Ponto C

Este ponto está localizado numa zona onde se verifica uma diminuição drástica do caudal durante a época seca, já que a maior parte deste fica retido na albufeira. Durante o resto do ano, fica condicionado pelos caudais libertados pela albufeira, bem como por alguma água proveniente do escorrimento superficial e freático, ao longo das margens.

PONTO D

Situa-se a jusante da descarga da turbina, a menos de 5 m da foz no rio Paiva, num local sujeito às variações diárias de caudal provocadas pelo ritmo de descarga imposto pelo funcionamento irregular e sazonal da mini-hídrica, permitindo assim caracterizar o seu impacto no sistema.

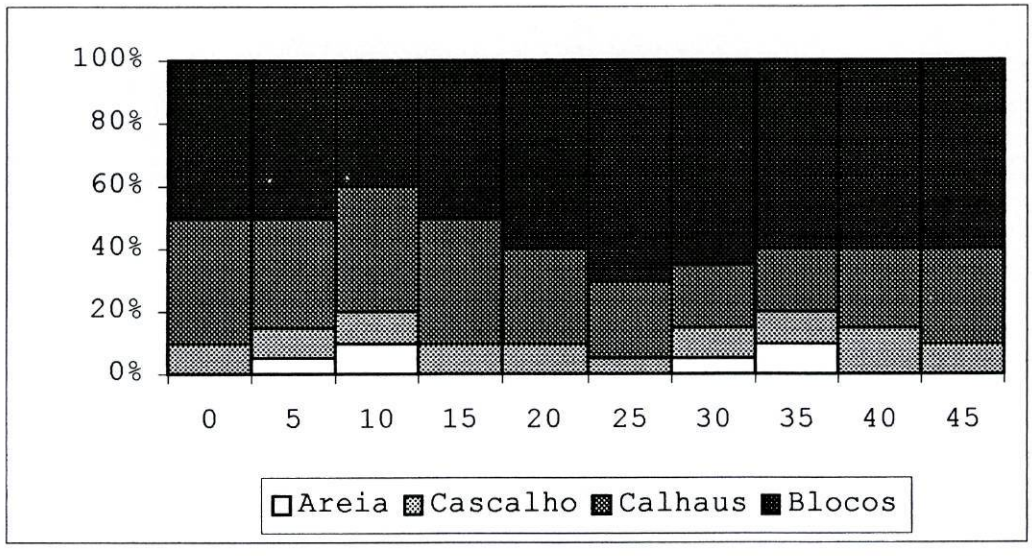


Figura 2.9- Variação percentual do substrato no Ponto D

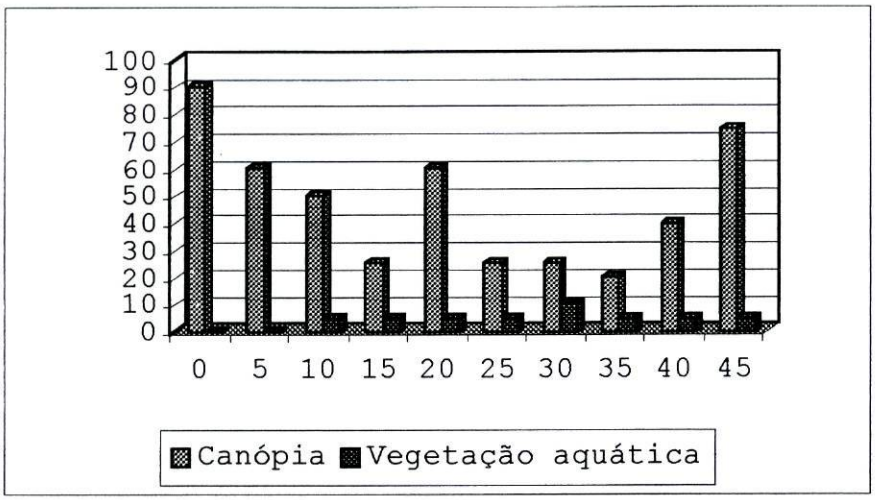


Figura 2.10 - Variação percentual da canópia e da vegetação aquática no Ponto D

Este ponto permite também, embora de forma indirecta, recolher informação acerca dos movimentos de espécies piscícolas entre os dois rios e da sua distribuição ao longo de um ciclo anual.

III-MATERIAL E MÉTODOS

1 - CALENDARIZAÇÃO DA AMOSTRAGEM.

Os dados utilizados no presente trabalho, foram obtidos nos quatro pontos de amostragem, referidos no capítulo anterior.

As amostragens decorreram durante o período de um ano, desde Julho de 1997 até Julho de 1998. Durante esse ano efectuaram-se recolhas mensais de água em todos os pontos, para estudar os parâmetros físico-químicos. Para a comunidade piscícola efectuaram-se recolhas trimestrais, nos meses de Julho e Novembro de 1997, e Fevereiro e Maio de 1998.

Relativamente aos factores físico-químicos, não foi efectuada a colheita de Setembro de 1997 por impossibilidade de efectuar as análises no laboratório.

A recolha de informação que serviu de base à elaboração dos mapas que caracterizam cada ponto de amostragem, foi efectuada no mês de Novembro de 1998. A escala adoptada na descrição da composição do substrato foi adaptada das descritas em **HYNES (1970)** e **MARGALEF (1983)**.

2 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Quanto aos parâmetrosfísico-químicos a analisar, escolheram-se aqueles que se consideraram mais importantes para uma correcta caracterização de um sistema lótico. Assim, foram determinados os parâmetros físico-químicos referidos nos parágrafos seguintes.

- As temperaturas do ar e da água são factores ecológicos determinantes no funcionamento de um sistema aquático, tanto no que se refere aos restantes factores abióticos como às comunidades bióticas. A temperatura foi determinada usando um termómetro de mercúrio, escala 1/10 de °C.

- A condutividade, que é uma medida da capacidade de uma solução aquosa para transportar uma corrente eléctrica, e depende da quantidade de iões em solução, da sua concentração total, mobilidade, valência e da temperatura, fornece indicações sobre o grau de ionização da massa de água **(APHA, 1992)**. Este parâmetro foi determinado pelo método electrométrico, utilizando um aparelho portátil HI 933000 da HANNA Instruments.

- O pH, que mede o caracter ácido ou básico de uma solução, ou seja, a quantidade de iões H^+, expressa como $-\log[H^+]$ **(APHA, 1992)**. As variações de pH dependem de vários factores, tais como a actividade fotossintética, a velocidade da corrente, as espécies iónicas presentes, a constituição geológica da bacia hidrográfica, etc., influenciando, por sua vez, outros factores ecológicos. A determinação deste parâmetro foi efectuada com um eléctrodo de pH Meter HI 9025 da HANNA instruments.

- A dureza, que é expressa pela soma da concentração de iões cálcio e magnésio, no seu equivalente em mg/l de carbonato de cálcio, está relacionada com a lixiviação dos terrenos atravessados pelo rio **(RODIER, 1984)**. A dureza foi determinada por titulação complexométrica com Tritiplex III, utilizando um conjunto MERK-AquamerK 8047.

- A alcalinidade, que mede a capacidade da água para neutralizar um ácido, avalia-se como a soma de todas as bases tituláveis. A alcalinidade das águas superficiais varia em função dos bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos **(APHA, 1992)** aí existentes e poderá ser boa indicadora do grau de oxidação dos compostos orgânicos e, portanto, do grau de mineralização. A alcalinidade foi determinada segundo a técnica descrita por **WELCH (1948)**.

- O oxigénio dissolvido foi determinado pelo método de Winkler **(FRASON, 1992)**. A solubilidade do oxigénio é uma função da temperatura, da pressão parcial deste na atmosfera e da salinidade. As variações no teor de oxigénio dissolvido podem dever-se à presença de vegetais, de matéria orgânica oxidável, de microorganismos aeróbios, e a perturbações das trocas com a atmosfera. A quantificação deste parâmetro poderá ser determinante para a compreensão da dinâmica populacional de determinadas espécies piscícolas, por exemplo, os ciprinídeos toleram valores de cerca de 5 mg/l, enquanto que os salmonídeos exigem valores mais elevados, na ordem dos 6 a 7 mg/l **(RODIER, 1984)**.

- A carência bioquímica de oxigénio ($C.B.O._5$) foi obtida por incubação em banho-maria, a 20°C e durante 5 dias, tendo a quantidade de oxigénio dissolvido na água sido determinada pelo método de Winkler, já descrito para o oxigénio dissolvido **(FRASON, 1992)**. Este parâmetro mede a capacidade de autodepuração das águas superficiais, através da degradação de compostos orgânicos poluentes pela acção de microorganismos **(RODIER, 1984)**. Permitirá avaliar a qualidade da água, já que em águas não poluídas o $C.B.O._5$ é, geralmente, inferior a 3 mg/l **(RODIER, 1984)**.

- A amónia, que é uma das formas de mineralização dos compostos azotados, traduz um processo de degradação incompleta da matéria orgânica **(RODIER, 1984)**. Daí que só se encontrem valores mais elevados de azoto amoniacal em águas ricas em compostos orgânicos em decomposição, quando o teor de oxigénio é insuficiente para assegurar a sua transformação completa. Este parâmetro foi determinado pelo método de KOROLEFF, modificado por GRASSOF e JOHANSSEN.

- Os nitritos, que são uma outra forma de mineralização dos compostos azotados, costumam ser encontrados em baixas quantidades em águas naturais **(RODIER, 1984)**. Tal como o parâmetro anterior, encontram-se em maior concentração em águas com menor capacidade oxidativa. Assim, nas águas não poluídas não existem nitritos, ou existem muito pouco, e nas zonas onde a auto-depuração é activa, o teor em nitritos mantém-se abaixo de 0,01 mg/l. Porém, é de salientar que a ausência total de nitritos não é indicador de que as águas estejam isentas de poluição, pois terá que se determinar, paralelamente, o teor em nitratos. Os nitritos foram determinados segundo a reacção de GRIESS **(STRICKLAND & PARSONS, 1972)**.

- Os nitratos foram determinados por colorimetria, através da reacção de GRIESS, após a sua redução a nitritos numa coluna de cádmio e cobre em solução alcoólica tamponada **(STRICKLAND & PARSONS, 1972)**. Esta forma de azoto mineralizado é a mais oxidada do seu ciclo biogeoquimico. Os nitratos, quando se encontram em quantidades elevadas na água, podem participar em fenómenos de eutrofização e, em períodos de baixa oxigenação, podem desempenhar o papel de dadores de oxigénio, evitando a anaerobiose. Nas águas naturais não poluídas, a concentração de nitratos é

muito variável segundo a estação e a origem das águas, podendo variar de 1 a 15 mg/l.

- Os fosfatos, cuja presença em águas naturais, em concentrações elevadas, é indício da existência de uma poluição orgânica, desempenham um papel fundamental no crescimento das algas e macrófitas. Assim, a sua determinação permite estimar o grau de poluição e eutrofização de um curso de água. A sua quantificação foi obtida segundo as técnicas descritas por **STRICKLAND & PARSONS (1972).**

3 - AMOSTRAGEM DA COMUNIDADE PÍSCICOLA

No que diz respeito ao estudo da comunidade piscícola, encontra-se à disposição do investigador uma grande variedade de métodos de amostragem, todos eles selectivos em relação à espécie e/ou ao tamanho dos animais. A técnica utilizada neste trabalho, e a mais usada em águas correntes, foi a captura por pesca eléctrica. Esta método de captura apresenta-se como sendo a técnica que mais se adequa às características do rio Ardena.

A pesca eléctrica tem demonstrado **(CORTES, 1989)** ser uma das técnicas de captura mais eficazes para a amostragem da comunidade piscícola em sistemas lóticos de montanha, pois trata-se de um método que entre outras características:

- abrange a maioria dos habitats existentes na área em estudo, o que é particularmente importante no rio Ardena, curso de água com uma grande alternância de zonas de rápidos e de zonas de remanso, onde a diversidade de habitats é elevada;

- é menos destrutivo para as populações de peixes, o que é determinante para que não haja alterações na estabilidade da comunidade piscícola, dada a inexistência de informação prévia sobre esta comunidade no rio Ardena, tornando-se assim possível adoptar algumas precauções relativamente ao impacto da amostragem sobre a mesma.

Apesar das vantagens referidas, a pesca eléctrica apresenta contudo alguma desvantagens, nomeadamente, a sub-amostragem dos

exemplares de menor tamanho, uma vez que os peixes de maiores dimensões são capturados mais eficientemente do que os mais pequenos. Do mesmo modo, o facto de a sensibilidade à corrente eléctrica variar de espécie para espécie é outra desvantagem do método. Por fim, pode ainda referir-se a limitação da sua utilização em função da profundidade do local e da condutividade da água.

Na captura por pesca eléctrica, os peixes são sujeitos a um campo eléctrico, criado por dois eléctrodos introduzidos na água, o que lhes provoca movimentos natatórios forçados na direcção do ânodo, onde são facilmente recolhidos. Esta reacção designa-se por galvanotaxia e é devida ao facto do sistema nervoso central dos peixes ser estimulado pela corrente eléctrica, efeito que os leva a movimentos musculares involuntários que, na prática, se traduzem pela adopção de uma posição do corpo perpendicular às linhas equipotenciais geradas à volta do ânodo. O fenómeno resulta na saída do peixe do seu habitat e na sua deslocação para o ânodo que é manobrado pelo operador, enquanto o cátodo, mantendo-se imerso, desempenha um papel mais passivo.

O equipamento que foi utilizado inclui um gerador de 10 KW e 80Hz com uma voltagem máxima de 800V DC e uma intensidade máxima de 10A.

A amostragem consistiu em duas pescas eléctricas sucessivas, sem reposição, após isolamento de sectores de rio com, aproximadamente, 50 metros de comprimento, delimitados por redes colocadas transversalmente, a montante e a jusante.

Após capturados, os exemplares foram mantidos em viveiros colocados no rio, fora da zona de influência do campo eléctrico, ou em recipientes com arejamento artificial. Procurou-se assim devolver ao rio o maior número possível de animais, por forma a permitir a sua posterior sobrevivência e a minimizar o impacto da amostragem na comunidade.

Todos os exemplares foram identificados taxonomicamente, medidos (comprimento total) e pesados, sendo também recolhidas escamas para posterior determinação da idade.

3.1 - PROCESSAMENTO DAS AMOSTRAS

Com os resultados obtidos, foram estudados alguns aspectos da estrutura e funcionamento da comunidade piscícola, que se julgou serem os que melhor correspondiam aos objectivos do presente trabalho.

3.1.1 - ABUNDÂNCIA E BIOMASSA

A abundância (em termos de efectivo populacional e de biomassa) foi determinada através do método de Moran-Zippin **(SEBER, 1982)**, tendo sido feito o estudo da sua variação espacial e temporal.

A eficiência de amostragem foi calculada como o quociente entre o total capturado na primeira pesca (após junção proporcional do número de indivíduos capturados nas redes de emalhar) e a estimativa da densidade por hectare.

3.1.2 - A ESTRUTURA ETÁRIA

A estrutura etária das populações das diferentes espécies foi determinada por escalimetria e através da análise da frequência de classes de tamanho **(BAGLINIERE et al., 1991; BHATTACHARYA, 1967; PAULY & CADDY, 1985; SPARRE et al., 1989)**. As escamas foram tratadas de acordo com a metodologia descrita por **VALENTE (1985)**, tendo em conta as limitações associadas ao uso de escamas para a determinação da estrutura etária. Na observação das mesmas utilizou-se um projector de perfis MITOTOYO PV-350, que permitiu, não só obter uma estimativa da idade, mas também as medidas, quer do raio total da escama, quer dos raios dos diferentes anéis

anuais, medidos desde o foco da escama até ao limite externo de cada um.

Para este parâmetro da comunidade piscícola apenas foram utilizadas escamas dos exemplares com um comprimento superior a 5 cm, de forma a efectuar leituras mais objectivas e, por outro lado, a evitar a mortalidade das formas juvenis.

3.1.3 - CRESCIMENTO

O crescimento está estreitamente relacionado com factores como a temperatura e a quantidade de alimento disponível, o que implica a existência de uma variação sazonal deste parâmetro. Assim, o termo crescimento traduz-se numa variação de tamanho em que a variável utilizada pode ser o comprimento, ou qualquer outra dimensão física, incluindo o peso, o volume, etc. **(WEATHERLEY & GILL, 1987)**. Para determinar o crescimento foram utilizadas a relação peso-comprimento e o factor de condição de Fulton, que se encontram descritos nos parágrafos seguintes.

- A relação peso-comprimento, cujos valores dos coeficientes *a* e *b* podem diferir, não só entre espécies diferentes, mas também, dentro da mesma população, ao longo do tempo, é normalmente expressa pelas equações seguintes, que são equivalentes:

$$\text{Peso} = a\ \text{Comprimento}^{\,b}$$

$$\log(\text{Peso}) = \log(a) + b \log(\text{Comprimento})$$

- Outra forma de avaliar o crescimento de uma população de peixes é a utilização dos factores de condição que permitem comparar o "bem estar" dos

animais, partindo-se da hipótese que quanto mais pesados eles forem, para um dado comprimento, melhor é a sua condição. De entre um conjunto de fórmulas que relacionam dimensões diferentes, o mais utilizado é o factor de condição de Fulton **(BAGENAL, 1978)**, que é dado pela equação:

$$K = 100 \text{ (Peso)} / \text{ (Comprimento)}^{3}$$

A utilização de diferentes métodos para quantificar o crescimento, partindo de diferentes pressupostos teóricos, permitiu um cruzamento de informações e uma maior profundidade na análise da variação espacial e temporal deste parâmetro.

4 - TRATAMENTO DOS RESULTADOS

Para evidenciar as variações existentes ao longo do tempo e do espaço na área de amostragem seleccionada recorreu-se à utilização de várias técnicas. A adequação das técnicas a cada parâmetro foi determinada em função do tipo de dados e da finalidade a atingir.

4.1 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

A abordagem que se considerou mais adequada foi a de analisar a variação, no espaço e no tempo, dos valores de cada parâmetro, recorrendo a tabelas e à representação gráfica.

Quanto à visualização gráfica da variação dos parâmetros físico-químicos, elaboraram-se *"gráficos de superfície"*, para cada um dos parâmetros amostrados.

Recorreu-se ainda à utilização de gráficos do tipo *"Box-and-Whisker-Plot"* em que se encontram representados os valores máximos, médios e mínimos de cada parâmetro.

Estatisticamente, e de forma a testar a existência de diferenças significativas entre os valores médios obtidos, foi efectuada uma análise de variância a um critério de classificação (ANOVA). Caso se verificasse a existência de diferenças significativas, utilizou-se o teste Spjotvoll/Stoline (teste de Tukey para amostras de tamanhos diferentes), para discriminar os grupos de amostras em que as médias diferem significativamente. Sempre que era efectuada a ANOVA era realizado previamente um teste de homoscedasticidade, teste de Levene. **(DAGNELIS, 1973; SCHERRER, 1984).**

Os resultados obtidos foram ainda analisados, de uma forma integrada, através da utilização de técnicas de análise multivariada. Assim, realizou-se uma ordenação em espaço reduzido, através do método da análise em componentes principais, e uma classificação numérica, em que se utilizou como medida de distância o complemento do coeficiente de correlação linear de Pearson, e como método de construção do dendrograma o algoritmo UPGMA.

Para além das análises espacio-temporais efectuadas para cada parâmetro, sempre que possível, os resultados obtidos foram comparados com as tabelas fornecidas por **NISBET & VERNEAUX (1970)**, que também se incluem.

4.2 - COMUNIDADE PISCÍCOLA

Após o cálculo de todos os parâmetros que caracterizam a distribuição, abundância e crescimento das populações piscícolas, organizaram-se os dados em tabelas que representam a sua variação espacio-temporal. Em função dos objectivos pretendidos, recorreu-se a diferentes tipos de representações gráficas, para que melhor se evidenciassem as variações encontradas. Assim, utilizaram-se as representações gráficas descritas nos seguintes parágrafos.

- Para a representação da abundância especifica das comunidades piscícolas recorreu-se a gráficos circulares percentuais, onde se interrelaciona a variação temporal e espacial deste parâmetro, para cada espécie.

- De forma a representar as variações médias de comprimento, e o respectivo intervalo de confiança, para cada espécie capturada nas diferentes datas e pontos, utilizou-se gráficos do tipo *"Box-and-Wisker Plot"*.

- A estrutura etária das várias populações piscícolas, com excepção da enguia, foi representada sob a forma de gráficos de pontos para cada espécie, por ponto e local de amostragem.

- Os resultados relativos ao factor de condição de Fulton são também apresentados recorrendo aos gráficos do tipo *"Box-and-Wisker-Plot"*.

De forma a testar a existência de diferenças significativas entre os valores médios do comprimento e do factor de condição de Fulton, foi efectuada uma análise de variância a um critério de classificação (ANOVA). Caso se verificasse a existência de diferenças significativas, utilizou-se o teste de Spjotvoll/Stoline (teste de Tukey, para amostras de tamanhos diferentes), para discriminar os grupos de amostras em que as médias diferem significativamente.

Para os resultados obtidos para cada um dos parâmetros, e sempre que possível, foram efectuadas comparações com os valores obtidos existentes em estudos de meios aquáticos semelhantes ao rio Ardena.

IV-APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

O estudo dos resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos, será de grande utilidade na interpretação de alguns aspectos da distribuição da comunidade piscícola.

Estão ausentes os valores relativos ao mês de Setembro de 1997, por impossibilidade de efectuar algumas determinações no laboratório, devido a dificuldades logísticas. Para cada parâmetro apresentou-se a sua variação no espaço e no tempo e as respectivas representações gráficas.

1.1 - TEMPERATURA DO AR

A determinação da temperatura do ar é fundamental, pois trata-se de um dos factores ecológicos que mais influência a variação dos outros componentes abióticos e a distribuição das comunidades bióticas, na medida em que determina alguns dos ritmos sazonais, do meio aquático.

Da análise dos resultados relativos à temperatura do ar (Tabela 4.1; Figuras 4.1 e 4.2) salientam-se os aspectos que se referem nos parágrafos abaixo.

- Quanto à variação espacio-temporal da temperatura do ar apenas se registam diferenças significativas ao longo do tempo, apresentando os valores médios da temperatura, no conjunto dos pontos, uma evidente flutuação sazonal.

- A análise da variação temporal, permite definir quatro grupos, que correspondem efectivamente às estações do ano, sendo evidentes as temperaturas mais elevadas nos meses de Junho, Julho e Agosto, bem como a existência de um início de Primavera antecipado, com o mês de Março significativamente mais quente.

Tabela 4.1 - Análise estatística da variação temporal e espacial da temperatura do ar.

	Variação temporal		***Variação espacial***	
	F	**p**	**F**	**p**
Teste de Levene	8,1316	0,00001	0,1856	0,9156
ANOVA	34,610	0,00000	0,0970	0,9608
Teste de Spjotvoll/Stoline **P< 0,05**	Jul.97 ≠ (Ago.97 a Mai.98) Ago.97 ≠ (Nov.97 a Fev.98; Abr.98; Jul.98) Out.97 ≠ (Dez.97; Fev.98; Jun.98 a Jul.98) Nov.97 ≠ (Jun.98 e Jul.98) Dez.97 ≠ (Mar.98; Mai.98 a Jul.98) Jan.98 ≠ (Mar.98; Jun.98 e Jul.98) Fev.98 ≠ (Mar.98; Mai.98 a Jul.98) Mar.98 ≠ (Abr.98; Jun.98 e Jul.98) Abr.98 ≠ (Mai.98 a Jul.98) Mai.98 ≠ (Jun.98 e Jul.98) Jun.98 ≠ Jul.98		Não existem diferenças significativas	
Graus de liberdade	11,36		3,44	

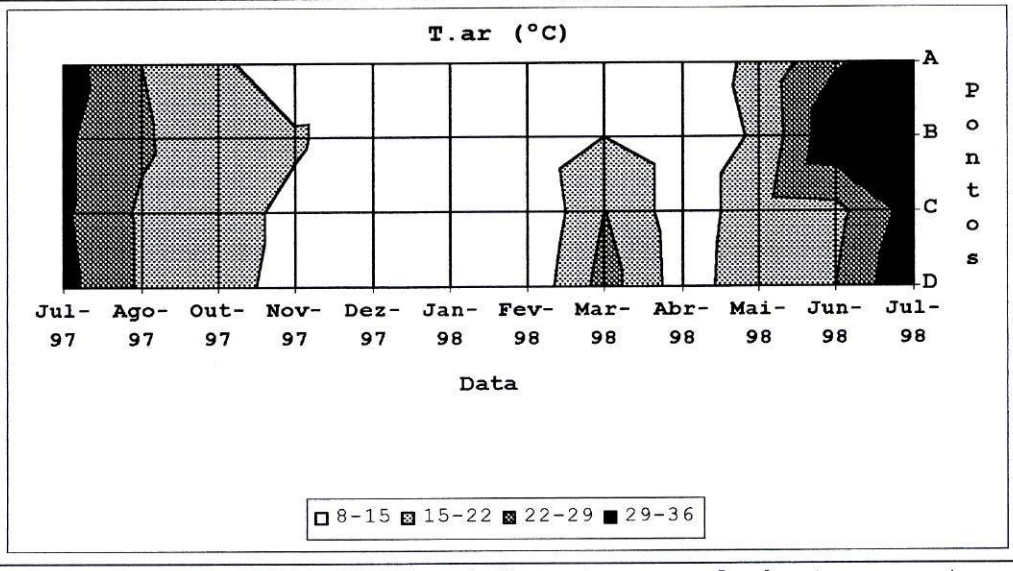


Figura 4.1 - Variação espacial e temporal da temperatura do ar.

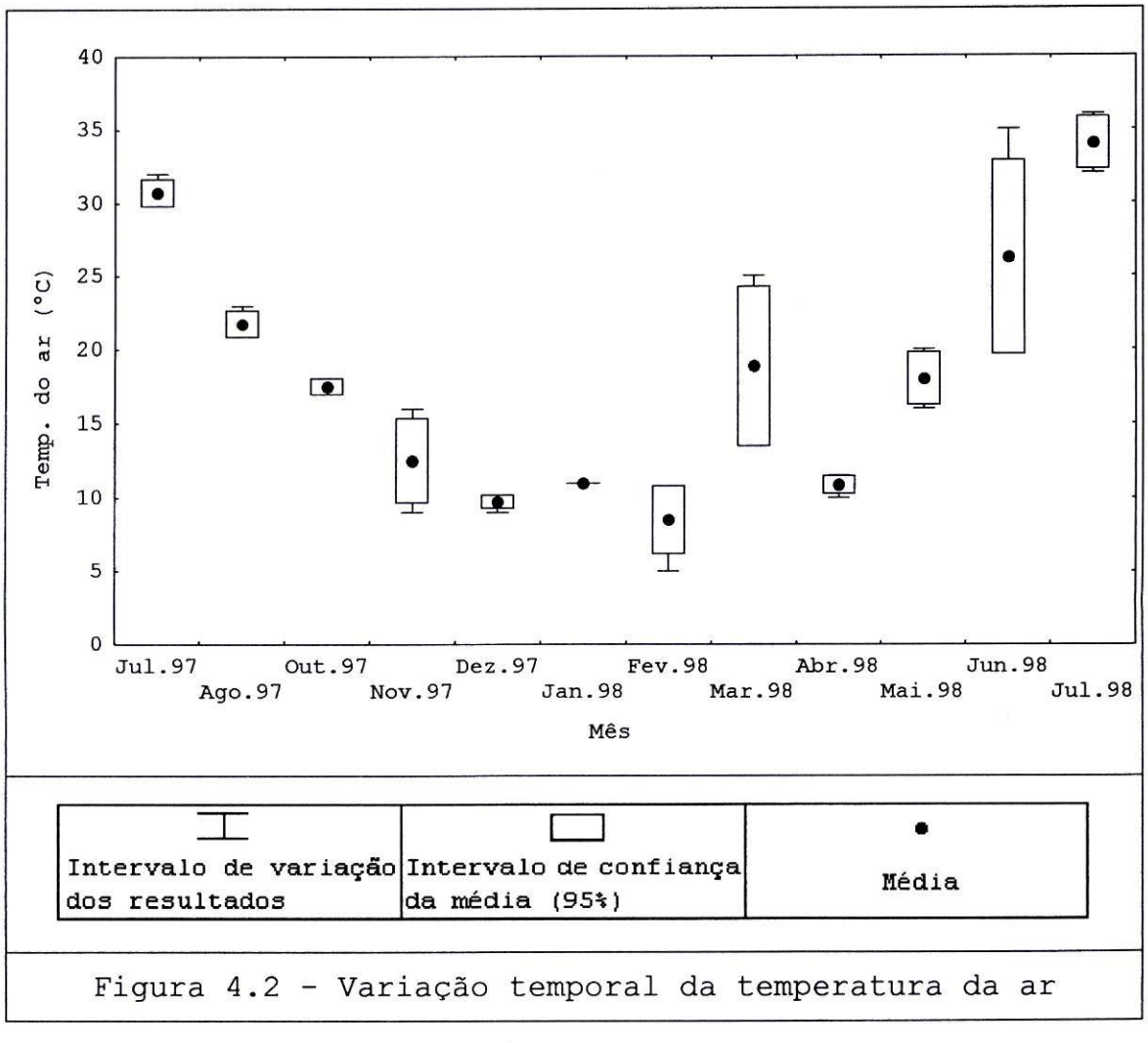


Figura 4.2 - Variação temporal da temperatura da ar

1.2 - TEMPERATURA DA ÁGUA.

A temperatura da água, que está intimamente relacionada com o parâmetro anterior, determina muitas das variações sazonais, quer dos factores abióticos, quer das comunidades bióticas. No entanto, é importante salientar que as oscilações da temperatura da água são menores que as da temperatura do ar, pois "o elevado calor específico da água, assim como o seu elevado calor latente de evaporação, são propriedades que conduzem à conservação de calor pela água, gerando um ambiente muito mais estável do que o encontrado em condições terrestres". **(WETZEL, 1983)**

Tabela 4.2 - Análise estatística da variação temporal e espacial da temperatura do água.

	Variação temporal		***Variação Espacial***	
	F	**P**	**F**	**P**
Teste de Levene	3,6335	0,0016	0,1507	0,6798
ANOVA	42,4600	0,0000	0,1957	0,8988
Teste de Spjotvoll/Stoline **P< 0,05**	Jul.97≠ (Out.97 a Jun.98) Ago.97 ≠ (Nov.97 a Jun.98) Out.97≠ (Nov.97 a Fev.97, Abr.98, Mai.98) Nov.97≠(Dez.97 a Fev.98,Jul.98) Dez.97≠ Mar.98, Mai.98 a Jul.98) Jan.98≠Mar.98, Mai.98,Jul.98) Fev.98≠(Mar.98, Mai.98 a Jul.98) Mar.98≠Jul.98 Abr.98≠(Jun.98 e Jul.98) Mai.98≠Jul.98 Jun.98≠Jul.98		Não existem diferenças significativas	
Graus de Liberdade	11,36		3,44	

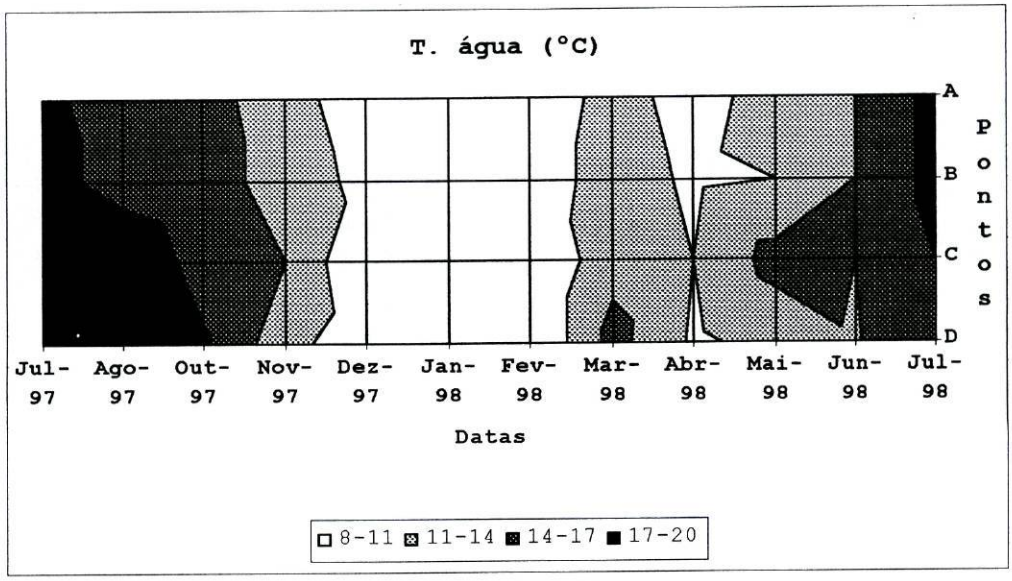


Figura 4.3 - Variação espacial e temporal da temperatura da água

Da análise dos resultados relativos à temperatura da água (Tabela 4.2; Figuras 4.3 e 4.4) salientam-se os aspectos que se referem nos parágrafos abaixo.

- Quanto à variação espacio-temporal da temperatura da água, apenas se registam diferenças significativas ao longo do tempo, apresentando os valores médios da temperatura, no conjunto dos pontos, uma evidente flutuação sazonal.

- A análise da variação temporal, permite definir quatro grupos, que correspondem efectivamente às estações do ano, sendo evidentes as temperaturas mais elevadas nos meses de Junho, Julho e Agosto, bem como a existência de um início de Primavera, antecipada, com um mês de Março significativamente mais quente, que o mês de Abril. Sendo esta variação muito semelhante ao padrão encontrado para a temperatura do ar, isto corrobora o facto de estes dois factores estarem fortemente inter-relacionados.

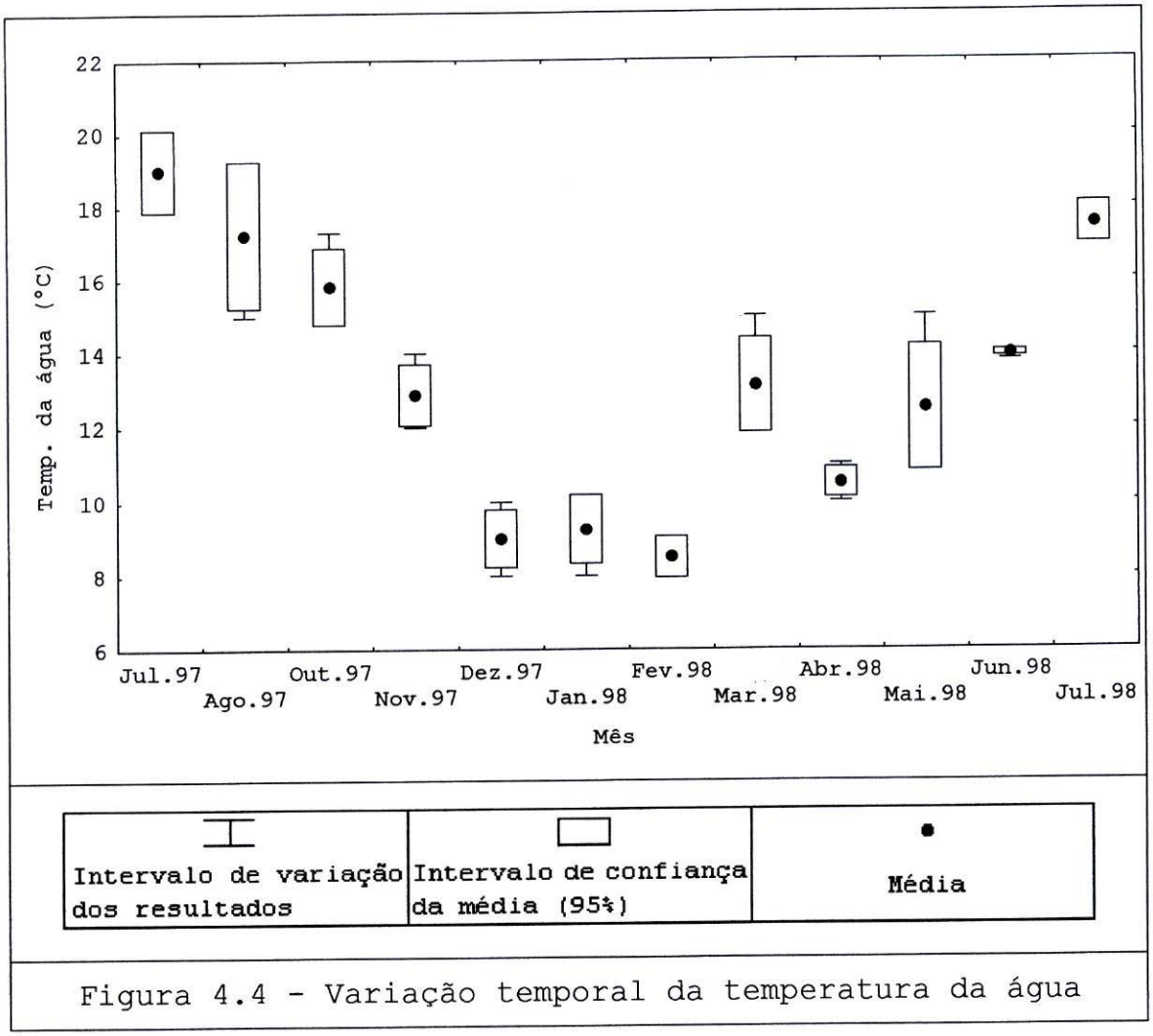


Figura 4.4 - Variação temporal da temperatura da água

1.3 - CONDUTIVIDADE

A condutividade é uma medida de capacidade de uma solução aquosa para transportar a corrente eléctrica. Esta capacidade depende, entre outros factores, da presença de iões, da sua concentração total, da sua mobilidade e valência, da temperatura, etc. **(RODIER, 1984)**.

Tabela 4.3 - Análise estatística da variação temporal e espacial da condutividade

	Variação temporal		*Variação Espacial*	
	F	**p**	**F**	**p**
Teste de Levene	0,3075	0,9794	0,7763	0,5139
ANOVA	2,9219	0,0081	8,2305	0,0003
Teste de Spjotvoll/Stoline p< 0,05	Ago.97 ≠ Jul.98 Out.97 ≠ Jul.98		A, B ≠ C	
Graus de liberdade	11,34		3,42	

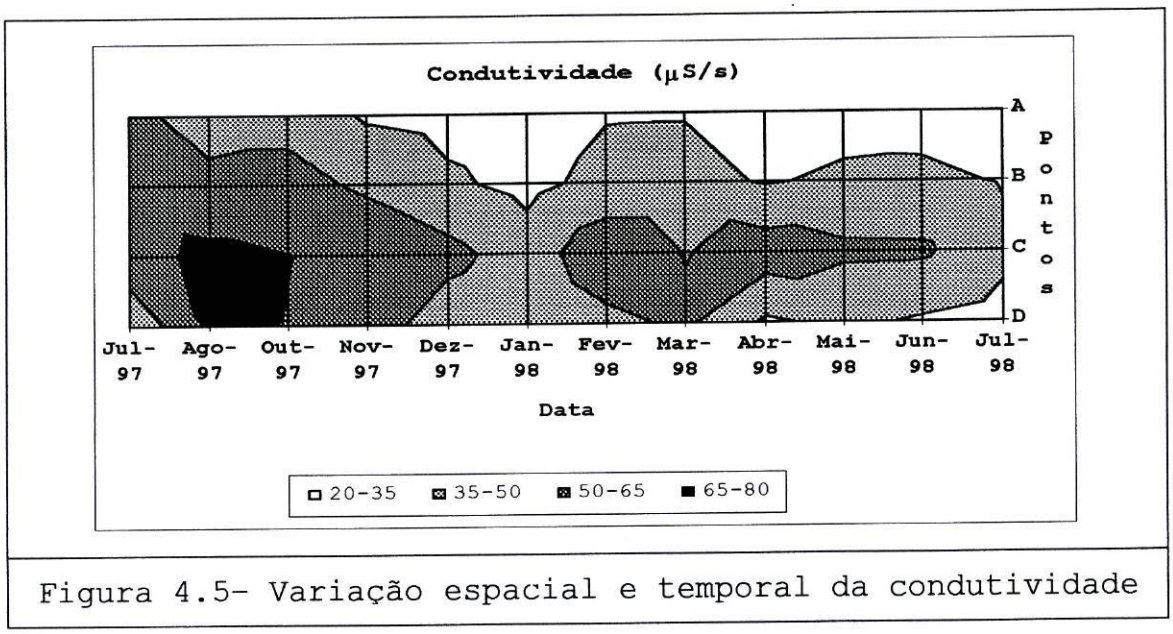


Figura 4.5- Variação espacial e temporal da condutividade

Da análise dos resultados relativos à condutividade (Tabelas 4.3 e 4.4; Figuras 4.5 a 4.7) salientam-se os aspectos que se referem nos parágrafos abaixo.

- As diferenças encontradas entre os vários pontos parecem traduzir um aumento da condutividade de montante para jusante, o que se explica pelo aumento da quantidade de iões presentes na água, quer devido à dissolução levada a cabo pelo rio ao longo do seu curso, quer devido à acumulação de sedimentos na albufeira (Figura 4.7).

Tabela 4.4 - Classes de classificação das águas segundo a sua condutividade (adaptadas de NISBET & VERNEAUX, 1970)

CONDUTIVIDADE μMHOS/CM/CM^2	CLASSES	MINERALIZAÇÃO	LOCALIZAÇÃO
C <30	1	Extremamente Fraca	Lagos de alta montanha; águas periglaciares; algumas fontes
30<C <50	2	Muito fraca	Fontes e torrentes de alta montanha; lagos oligotróficos; cursos de água com substrato ácido
50<C <100	3	Fraca	Riachos e pequenos ribeiros
100<C <200	4	Moderada	Numerosos ribeiros costeiros
200< C < 300	5	Razoavelmente Forte	Regiões calcárias: zonas superiores média dos rios e ribeiros
300 < C <400	6	Forte	Regiões calcárias: zona inferior dos rios e ribeiros
400 < C <500	7	Muito forte	
C > 500	8	Extremamente Forte	Águas selenitosas; águas poluídas

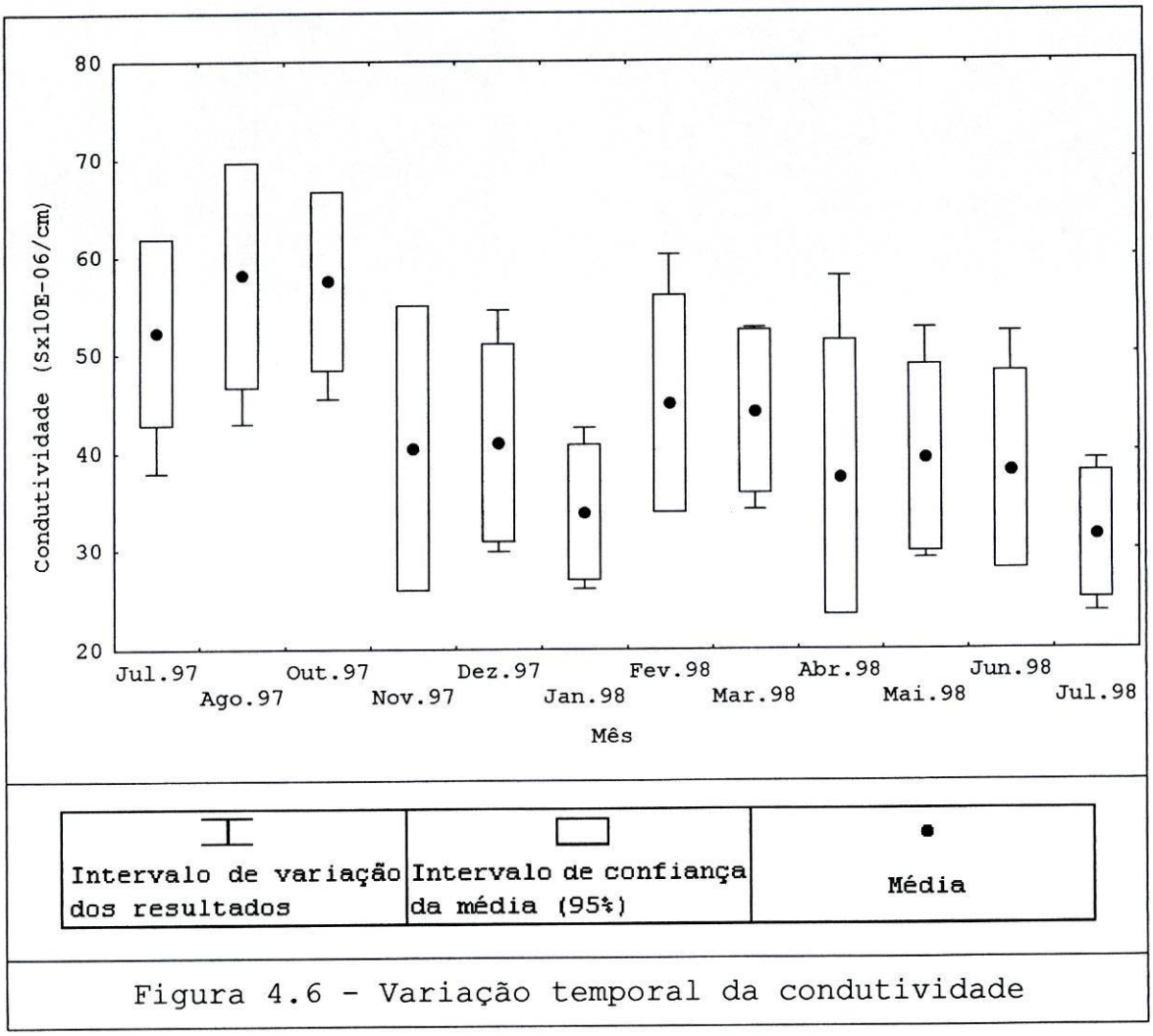


Figura 4.6 - Variação temporal da condutividade

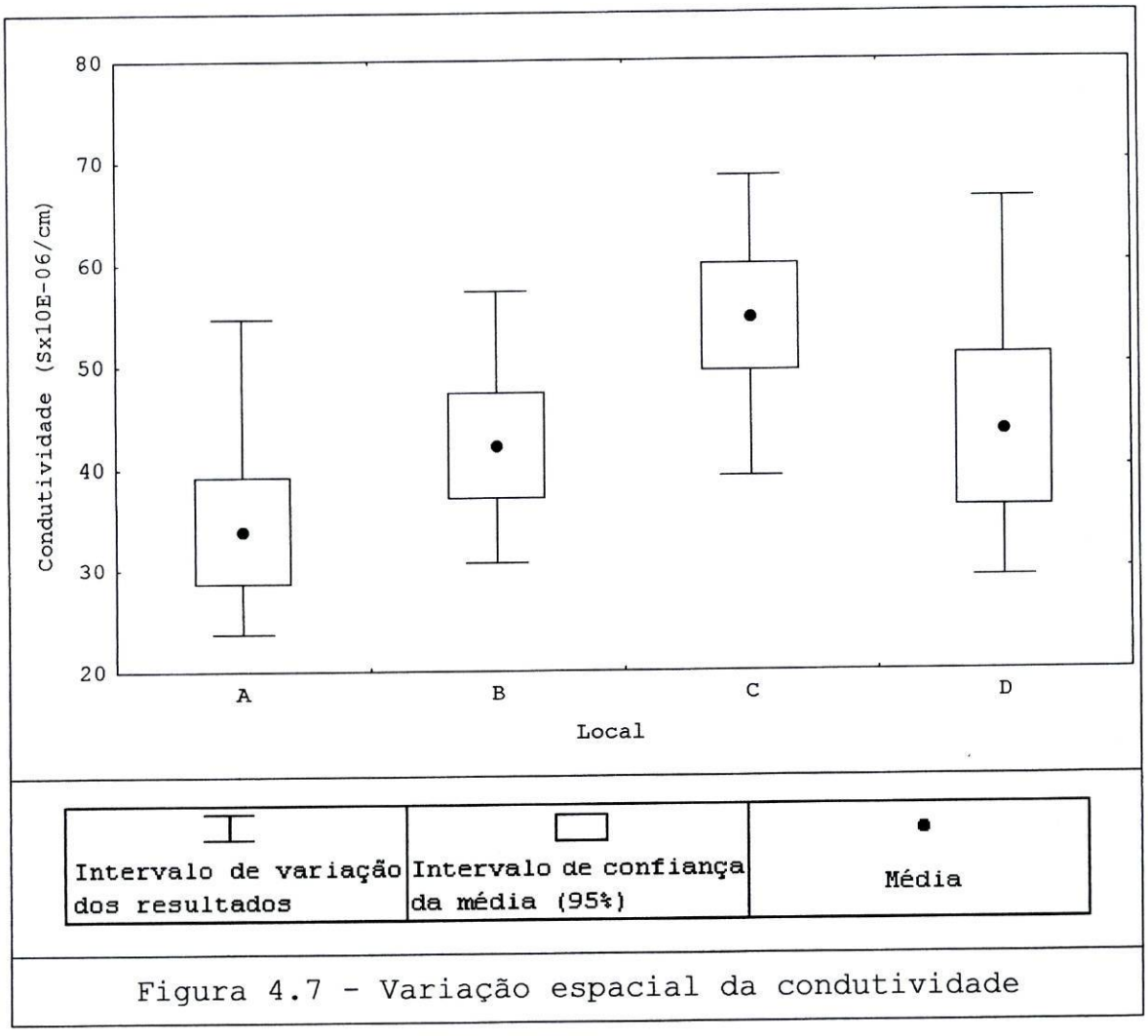


Figura 4.7 - Variação espacial da condutividade

- A única excepção a este padrão é o decréscimo do valor médio deste parâmetro no Ponto D, o que, no entanto, poderá traduzir apenas o efeito de diluição provocado pelas descargas efectuadas pela mini-hídrica, não constituindo nenhuma alteração ao padrão referido anteriormente, do ponto de vista do funcionamento natural do rio.

- De um modo geral, a condutividade parece aumentar na época seca e diminuir na época chuvosa, o que se deve, provavelmente, a um efeito de diluição nesta última, suficientemente intenso para se sobrepor ao efeito contrário provocado pelo escorrimento superficial e pela infiltração de águas freáticas.

- O facto dos valores mais elevados deste parâmetro se registarem particularmente no ponto C, pode ser devido, entre outras, às seguintes causas:

- o facto de este ser um troço do rio em cujas margens ocorreram, durante o período de amostragem, alguns fogos florestais; uma das consequências destes fogos é um aumento muito acentuado da lexiviação dos terrenos, o que implica um aumento da quantidade de materiais em solução na água e, logo, um aumento da condutividade;

- tal como acima se referiu, a condutividade apresenta valores mais elevados na época seca, o que está de acordo com o facto de este ponto, e também o Ponto D, se situarem a jusante da albufeira, logo, na zona em que, na época seca, se faz sentir a diminuição do caudal devida à existência da mini-hídrica e à inexistência de descargas da mesma.

- Relativamente à classificação apresentada por **NISBET & VERNEAUX, (1970)**, os valores obtidos no presente trabalho encontram-se compreendidos entre as classes 1 e 3 (Tabela 4.4), o que está de acordo, quer com o tipo de substrato predominante nesta bacia hidrográfica (granítico), quer com a ausência de focos significativos de poluição.

1.4 - pH

O pH das águas naturais está ligado à natureza dos terrenos atravessados, estando dependente das quantidades de CO_2 dissolvido. Assim, em zonas de natureza calcária encontram-se valores de pH elevados, enquanto que as regiões siliciosas e graníticas têm um pH mais baixo **(RODIER, 1984)**. Na generalidade, os valores de pH encontrados nas águas naturais estão compreendidos entre 6,6 e 7,8 **(NISBET & VERNEAUX, 1970)**.

Tabela 4.5 - Análise estatística da variação temporal e espacial do pH

	Variação temporal		*Variação Espacial*	
	F	**p**	**F**	**p**
Teste de Levene	3,1751	0,0430	0,1705	0,9158
ANOVA	3,9261	0,0009	0,6340	0,5971
Teste de Spjotvoll/Stoline p< 0,05	Ago.97 ≠ (Fev.98,Abr.98) Out.97 ≠ Abr.98 Abr.98 ≠ Jun.98 e Jul.98		Não existem diferenças significativas	
Graus de Liberdade	11,36		3,44	

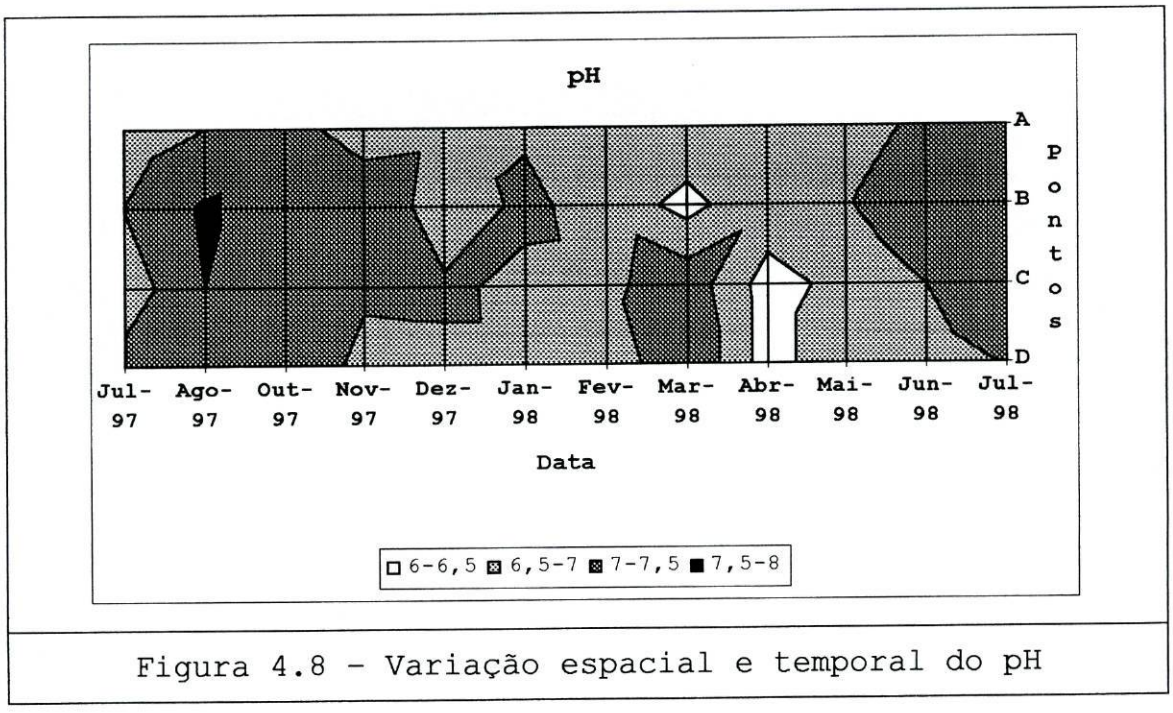


Figura 4.8 - Variação espacial e temporal do pH

Da análise dos resultados relativos ao pH (Tabelas 4.5 e 4.6; Figuras 4.8 e 4.9) salientam-se os aspectos que se referem nos parágrafos abaixo.

- As diferenças encontradas entre os vários pontos não parecem evidenciar a existência de qualquer padrão de variação espacial, registando-se valores entre 6,2 e 7,5.

- De um modo geral, o pH parece aumentar na época seca e diminuir na época chuvosa, o que se deve, provavelmente, a um aumento da produtividade primária naquela, e a um efeito de diluição nesta última.

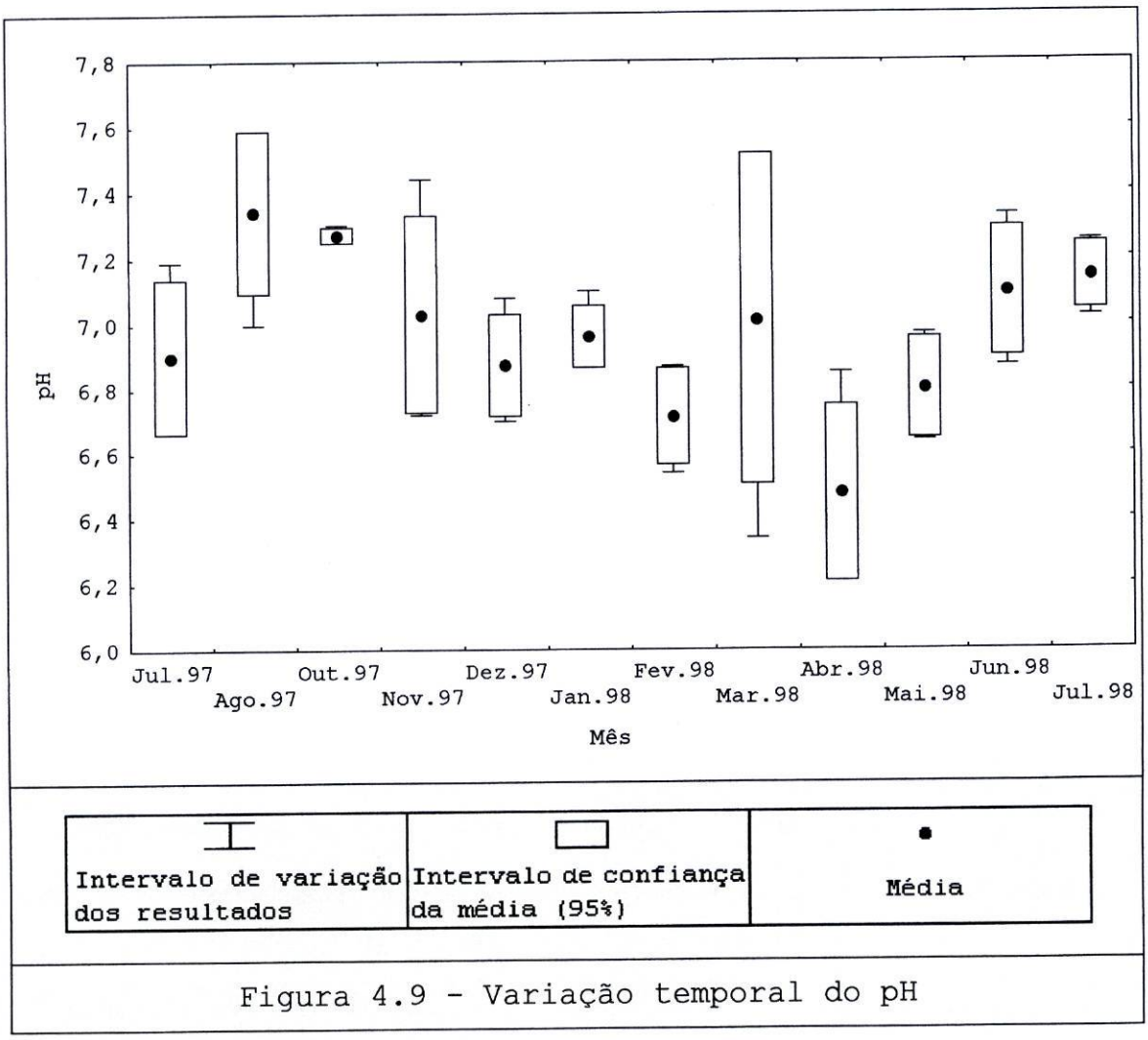


Figura 4.9 - Variação temporal do pH

Tabela 4.6 - Classes de classificação das águas segundo o seu pH (adaptadas de NISBET & VERNEAUX, 1970)

PH	CLASSES	ACIDEZ	ALCALINIDADE	LOCALIZAÇÃO
pH <5	1	Forte		Fontes e curso superior dos ribeiros de zonas graníticas, de turfeiras ou florestas; cursos de água com substrato ácido
5 <pH <6	2	Média		
6< pH<7	3	Fraca		Maioria das águas piscícolas; regiões calcárias
7<pH<7,5	4	Aproximadamente fraca		
7,5<pH<8	5		Fraca	
8<pH<9	6		Média	Zonas inferiores das bacias hidrográficas; águas fechadas ou similares; concentrações vegetais em facies lêntico
pH>9	7		Forte	Águas pouco piscícolas; concentrações vegetais em facies lêntico; valores passageiros.

- Em Março registaram-se valores mais elevados de pH, em virtude dos valores da temperatura do ar e da água serem mais elevados, condicionando o grau de diluição, bem como os níveis de produtividade primária, com o consequente aumento da quantidade de compostos da série do carbono inorgânico (CO^2 / HCO_3^- / CO_3^{2-}), que exercem um apreciável efeito tampão.

- Relativamente à classificação apresentada por **NISBET & VERNEAUX (1970)**, os valores obtidos no presente trabalho encontram-se compreendidos entre as classes 3 e 4 (Tabela 4.6).

1.5 - ALCALINIDADE

A alcalinidade de uma água é a sua capacidade de neutralizar ácidos, sendo uma função da quantidade de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos e, portanto, uma medida destes constituintes **(APHA, 1992)**. As variações da alcalinidade devem aproximar-se das oscilações dos factores que determinam a mineralização da água, tal como a condutividade, o teor em alcalino terrosos e o pH. A análise da alcalinidade de uma água pode indicar o grau de oxidação dos compostos orgânicos.

Tabela 4.7 - Análise estatística da variação temporal e espacial da alcalinidade

	Variação temporal		***Variação espacial***	
	F	**p**	**F**	**p**
Teste de Levene	2,9607	0,0068	1,5453	0,2162
ANOVA	5,0595	0,0001	1,8850	0,1460
Teste de Spjotvoll/Stoline p< 0,05	Jul.97 ≠ (Dez.97, Jan.98; Abr.98) Dez.97 ≠ Jul.98 Jan.98 ≠(Jun.98, Jul.98) Abr.98 ≠(Jun.98, Jul.98)		Não existem diferenças significativas	
Graus de Liberdade	11,36		3,44	

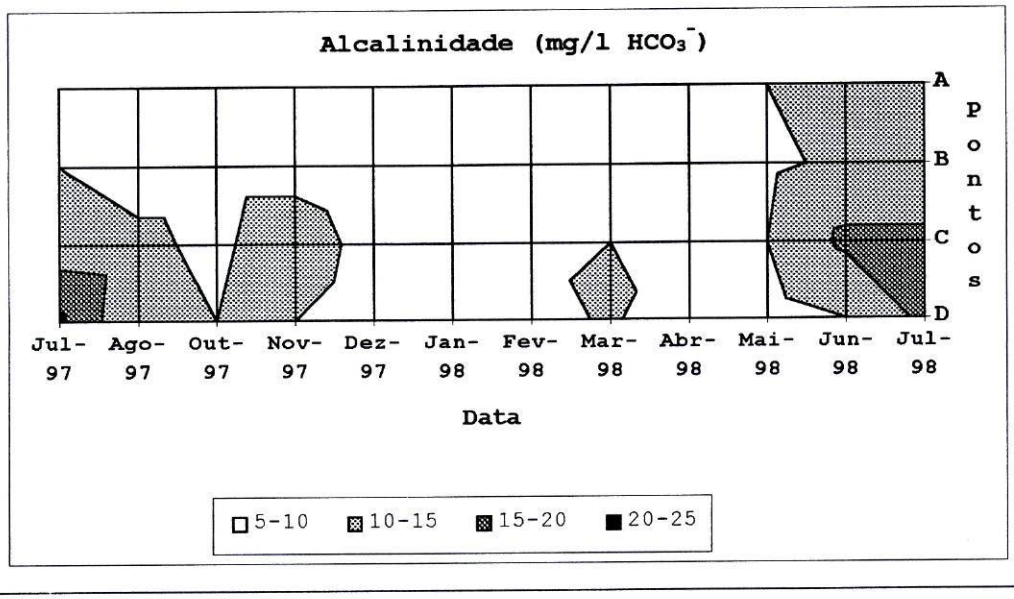


Figura 4.20 - Variação espacial e temporal da alcalinidade

Da análise dos resultados relativos à alcalinidade (Tabelas 4.7 e 4.8; Figuras 4.20 e 4.21) salientam-se os aspectos que se referem nos parágrafos abaixo.

- As diferenças encontradas entre os vários pontos de amostragem parecem traduzir um aumento da alcalinidade de montante para jusante, podendo estar relacionado com as variações do pH e da condutividade, que são semelhantes **(WETZEL, 1993)**.

Tabela 4.8 - Classes de classificação das águas segundo a sua alcalinidade (adaptadas de NISBET & VERNEAUX, 1970)

ALCALINIDADE TOTAL	CLASSES	ALCALINIDADE	EXEMPLOS DE LOCALIZAÇÃO
T< 25	1	Excessivamente fraca; águas muito pouco produtivas	Lagos de alta montanha; águas periglaciares, curso superior dos rios de substrato ácido
25<T<50	2	Muito fraca; águas doces pouco produtivas	Curso superior e médio dos rios de substrato ácido
50<T<100	3	Fraca	Margens dos maciços cristalinos
100<T<150	4	Média; águas muito produtivas	Curso inferior dos rios de substrato ácido; zonas superiores dos rios de substrato calcário
150<T<250	5		Rios de planície e grandes cursos de água; zonas médias e inferiores dos rios de substrato calcário
250<T<350	6	Forte	Rios poluídos
T>350	7	Muito forte	Rios poluídos

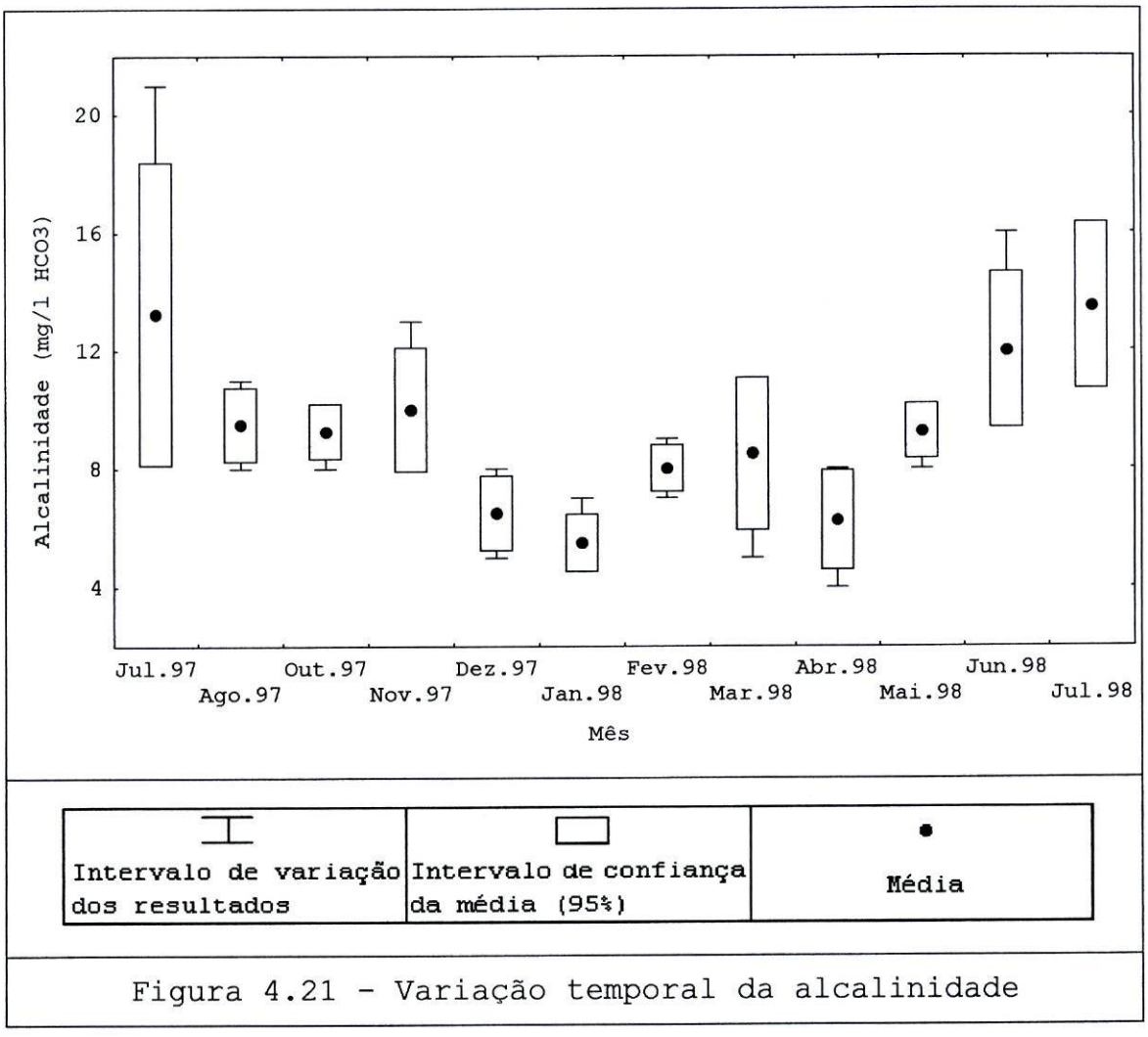


Figura 4.21 - Variação temporal da alcalinidade

- De um modo geral, a alcalinidade parece aumentar na época seca e diminuir na época chuvosa, o que, nesta última, se deve, provavelmente, a um efeito de diluição e à diminuição da produtividade primária.

- Os valores encontrados são, de um modo geral, muito baixos, pelo que a sua variação ao longo do tempo não parece traduzir qualquer fenómeno com uma grande relevância ecológica.

- Relativamente à classificação apresentada por **NISBET & VERNEAUX (1970)**, os valores obtidos no presente trabalho encontram-se compreendidos na classe 1 (Tabela 4.8), o que está de acordo com o tipo de substrato granítico do rio Ardena.

1.6 - DUREZA

A dureza foi inicialmente definida como a medida da capacidade da água para precipitar sabões, sendo correntemente expressa como a soma das concentrações de iões cálcio e magnésio, em mg/l de carbonato de cálcio. Este parâmetro está relacionado com a lixiviação dos terrenos, sendo classificadas como águas moles, todas aquelas que apresentam valores de dureza inferiores a 75mg/l de $CaCO_3$, sendo consideradas duras acima deste valor.

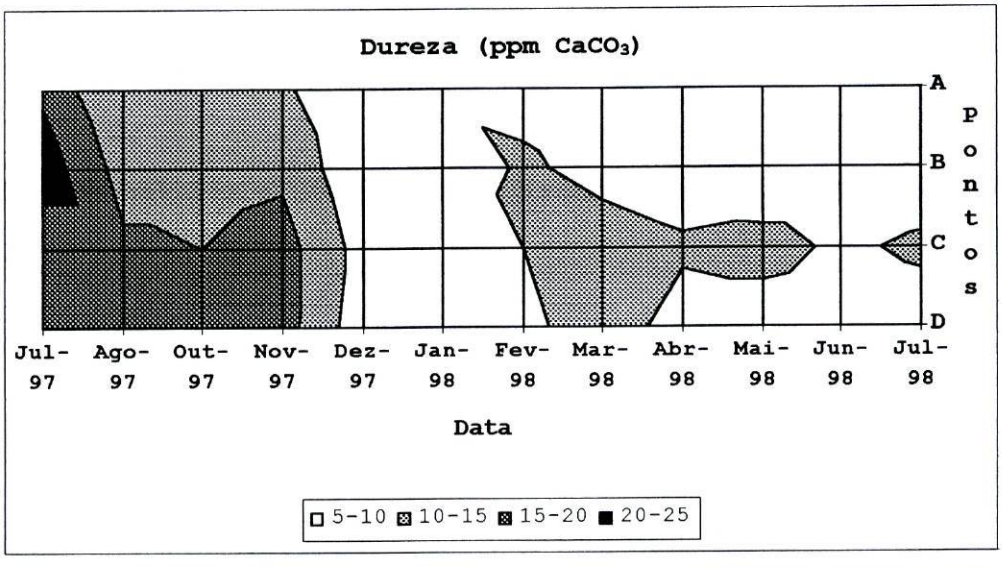


Figura 4.22 - Variação espacial e temporal da dureza

Tabela 4.9 - Análise estatística da variação temporal e espacial do dureza

	Variação temporal		***Variação espacial***	
	F	**p**	**F**	**p**
Teste de Levene	1,2141	0,3132	2,4697	0,0744
ANOVA	10,5216	0,0000	1,3716	0,2639
Teste de Spjotvoll/Stoline p< 0,05	Jul.97 ≠ (Dez.97 a Jul.98) Ago.97 ≠ (Dez.97, Jan.98, Abr.98 a Jul.98) Out.97 ≠ (Dez.97, Jan.98, Abr.98 a Jun.98 Nov.97 ≠ (Dez.97, Jan.98, Abr.98, Jul.98)		Não existem diferenças significativas	
Graus de liberdade	11,36		3,44	

Da análise dos resultados relativos à dureza (Tabelas 4.9 e 4.10; Figuras 4.22 e 4.23) salientam-se os aspectos que se referem nos parágrafos abaixo.

- As diferenças encontradas entre os vários pontos parecem sugerir um aumento ligeiro da dureza de montante para jusante, o que pode dever-se, essencialmente, ao escorrimento superficial, bem como à acumulação de sedimentos na albufeira.

- Este parâmetro apresenta uma variação muito semelhante à da alcalinidade. Com efeito, uma vez que o substrato dominante nesta bacia hidrográfica é o granito, a presença de iões cálcio e magnésio terá de estar relacionada com outras fontes, aparecendo estes sobretudo sob a forma de carbonatos e bicarbonatos (dureza temporária). Assim, se poderá explicar a grande dependência observada entre este parâmetro e a alcalinidade.

- Relativamente, à classificação apresentada na tabela, segundo **NISBET & VERNEAUX (1970)**, os valores parecem encontrar-se compreendidos entre as classes 1 e 2, apenas se atingindo valores correspondentes à classe 3 no mês de Julho de 1997. De uma forma geral, isto parece estar de acordo com o tipo de substrato granítico.

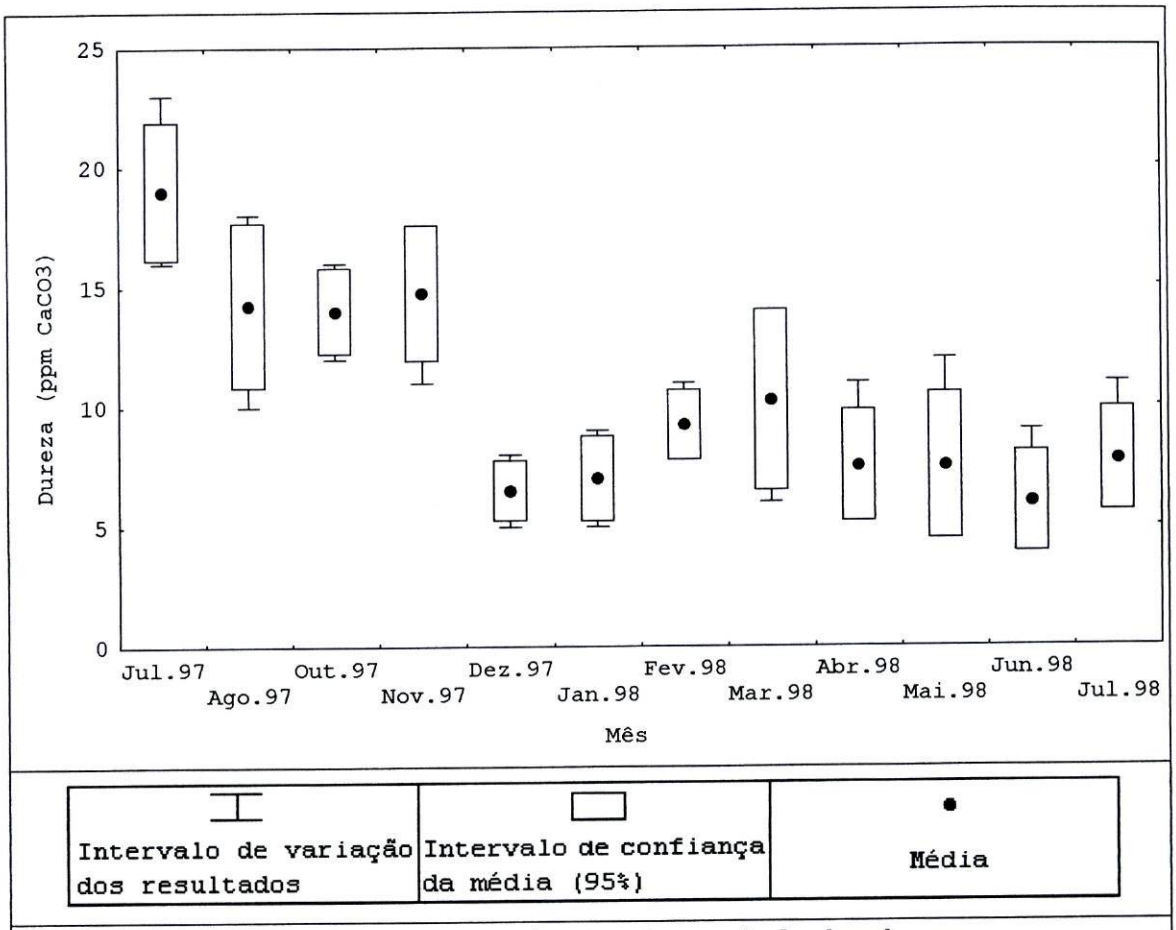


Figura 4.23 - Variação temporal da dureza

Tabela 4.10 - Classes de classificação das águas segundo a sua dureza (adaptadas de NISBET & VERNEAUX, 1970)

(Ca-Mg)EM Mg/L (DUREZA TOTAL)	CLASSES	LOCALIZAÇÃO	INDICAÇÃO DE TROFIA (MINERALIZAÇÃO SEGUNDO HUET)
D<10	1	Rochas eruptivas dos maciços antigos; cursos de água com substrato silicioso	Águas muito pobres, pouco piscícolas (oligotrofia)
10<D<20	2	Margens das zonas precedentes e continuação dos cursos de água da classe 1	Produtividade fraca
20<D<40	3	Zona intermédia, pouco representada; cursos de água das classes 1 e 2 enriquecidas por contribuições laterais	Produtividade mediocre
40<D<80	4	Zonas superiores dos cursos de água com substrato sedimentar; regiões calcárias	Produtividade média
80<D<110	5		Águas tipicamente piscícolas, muito produtivas (eutróficas)
110<D<150	6	Zonas inferiores dos grandes rios de planície	Águas duras
D>150	7	Cursos de água enriquecidos por contribuições laterais ou que atravessam camadas salinas; águas poluídas	Águas muito duras, incrustantes (frequentemente magnesianas)

1.7 - OXIGÉNIO DISSOLVIDO

A solubilidade do oxigénio está dependente da temperatura, da pressão parcial na atmosfera e do caudal. As variações no teor em oxigénio dissolvido podem ainda ser devidas à presença de vegetais, de matéria orgânica oxidável e de organismos aeróbios, etc.

Em relação ao caudal, há uma variação directamente proporcional destes dois parâmetros, pois um maior caudal implica sempre uma maior oxigenação.

A temperatura tem dois tipos de efeito sobre o oxigénio dissolvido. Por um lado, há uma relação inversa entre estes dois parâmetros, pois a solubilidade do oxigénio diminui com o aumento da temperatura. Por outro lado, ao aumento da temperatura está, normalmente, associado um aumento da produtividade primária, que, por sua vez, aumenta a quantidade de oxigénio dissolvido. O resultado final é, assim, o balanço desta duas influências contraditórias.

Este parâmetro influência um grande número de fenómenos, que acontecem no meio aquático, em especial a distribuição de algumas populações piscícolas, na medida em que, por exemplo, os ciprinídeos admitem valores de 5 mg/l, enquanto que os salmonídeos só toleram valores superiores a 6 mg/l.

Tabela 4.11 - Análise estatística da variação temporal e espacial do oxigénio dissolvido

	Variação temporal		***Variação espacial***	
	F	**p**	**F**	**p**
Teste de Levene	5,1498	0,0001	0,6432	0,5914
ANOVA	2,5599	0,0165	0,1285	0,9427
Teste de Spjotvoll/Stoline p< 0,05	Não existem diferenças significativas			
Graus de liberdade	11,36		3,44	

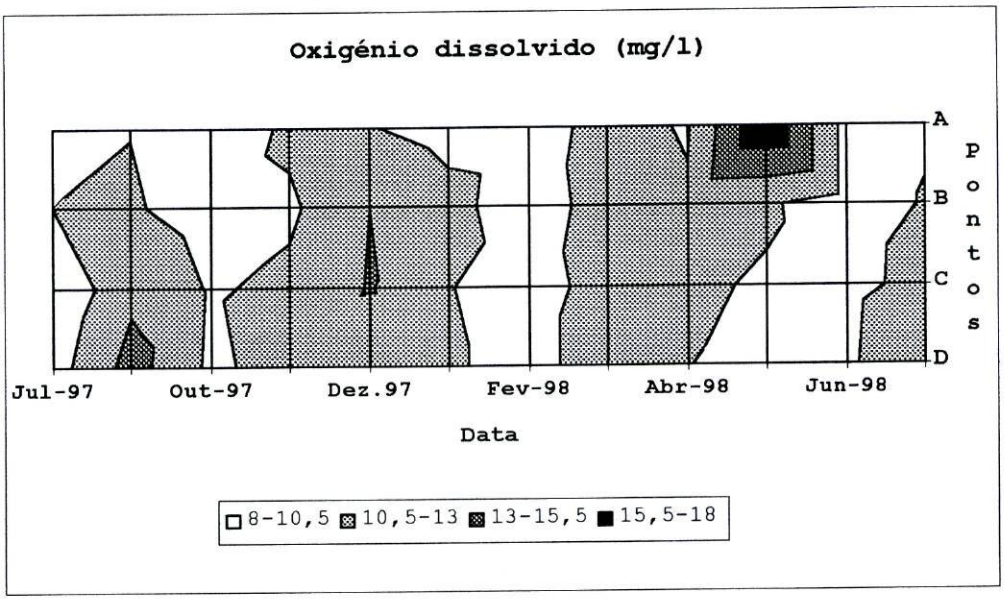


Figura 4.24 - Variação espacial e temporal do oxigénio dissolvido

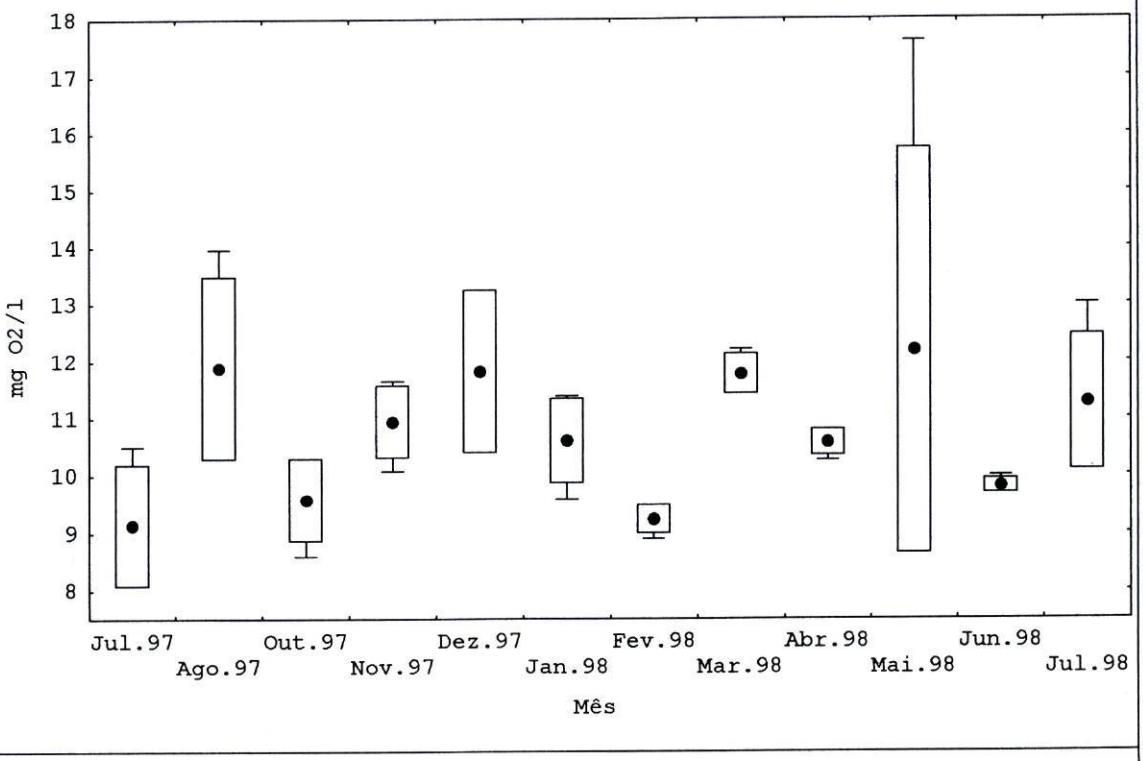


Figura 4.25 - Variação temporal do oxigénio dissolvido

Da análise dos resultados relativos ao oxigénio dissolvido (Tabelas 4.11; Figuras 4.24 e 4.25) salientam-se os aspectos que se referem nos parágrafos abaixo.

- As diferenças encontradas entre os vários pontos de amostragem não são significativas. Os valores observados sugerem que ao longo de todo o curso de água existe uma boa oxigenação da água, fenómeno que resulta, simultaneamente, do grande número de açudes e das próprias descargas da mini-hídrica, criando condições para a existência de comunidades de salmonídeos.
- De uma maneira geral, não se registam grandes oscilações do teor de oxigénio ao longo do ano, com excepção dos pontos C e D no mês de Agosto de 1997, onde se regista um acréscimo inesperado, resultante, provavelmente, do facto da mini-hídrica se encontrar parada para obras e estar a funcionar em regime de descarga contínua, o que provoca um aumento do caudal.
- O valor excepcionalmente elevado obtido para o ponto A, no mês de Maio de 1998, pode dever-se ao considerável aumento de caudal do rio nesta época, devido à elevada pluviosidade. O facto de esse efeito ser mais nítido neste ponto pode, entre outros factores, estar relacionado com a sua proximidade da origem do "Rego do Boi", bem como com o reduzido número de açudes a montante, que atenuassem os efeitos da enxurrada.

1.8 - C.B.O.$_5$

Os valores de C.B.O., são um bom indicador da capacidade de autodepuração de uma água. Assim, nos meios naturais, a oxidação da matéria orgânica efectua-se por intermédio de microorganismos, tendo-se procurado reproduzir este fenómeno "in vitro", para medir a carência bioquímica de oxigénio (C.B.O). O valor obtido será, teoricamente, proporcional ao conteúdo da água em matéria orgânica biodegradável e, em certa medida e na ausência de inoculação, à quantidade de organismos vivos que asseguram a depuração natural das águas, ou seja a autodepuração. **(NISBET & VERNEAUX, 1970)**. A técnica mede a quantidade de oxigénio utilizado durante o período de incubação (cinco dias), para a degradação da matéria orgânica, e para oxidar o material inorgânico, como por exemplo os sulfuretos e as formas reduzidas de azoto. **(APHA, 1992)**.

Tabela 4.12 - Análise estatística da variação temporal e espacial do C.B.O.$_5$

	Variação temporal		*Variação Espacial*	
	F	**p**	**F**	**p**
Teste de Levene	3,3082	0,0032	1,2124	0,3164
ANOVA	1,5018	0,1737	1,2567	0,3009
Teste de Spjotvoll/Stoline p< 0,05	Não existem diferenças significativas			
Graus de liberdade	11,36		3,44	

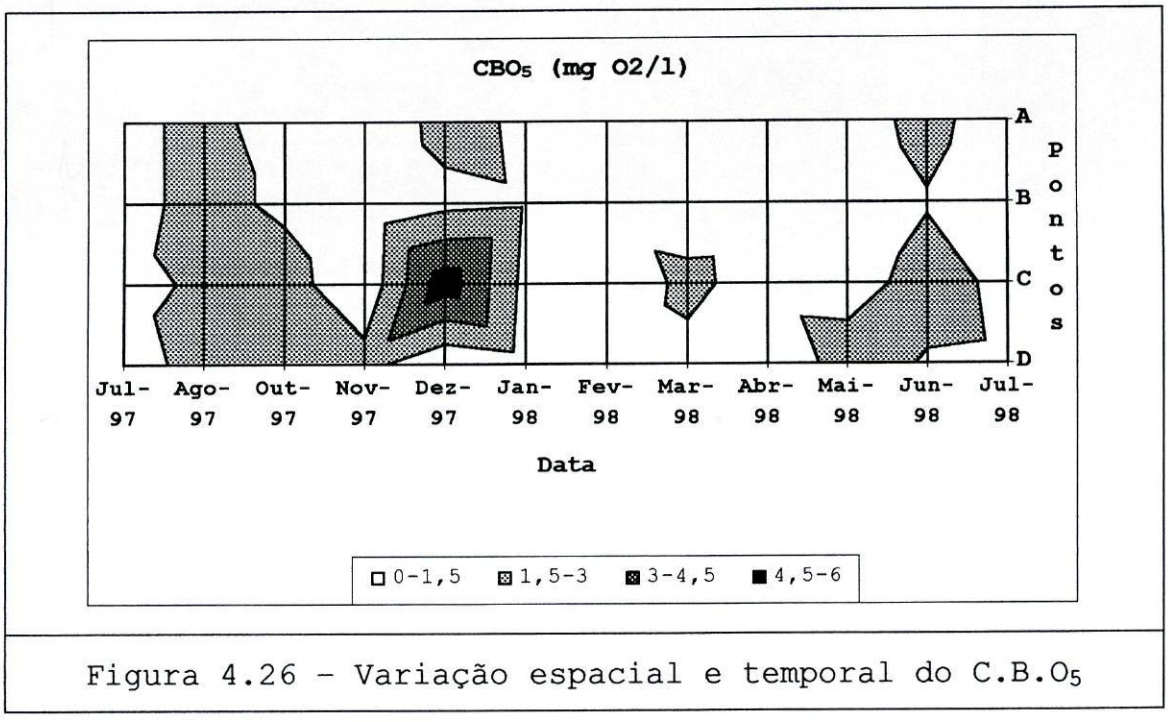


Figura 4.26 - Variação espacial e temporal do C.B.O$_5$

Da análise dos resultados relativos ao C.B.O$_5$ (Tabelas 4.12 e 4.13; Figuras 4.26 e 4.27) salientam-se os aspectos que se referem nos parágrafos abaixo.

- As diferenças encontradas parecem traduzir a existência de uma certa variação espacial e temporal, relacionada com a pluviosidade e o caudal.

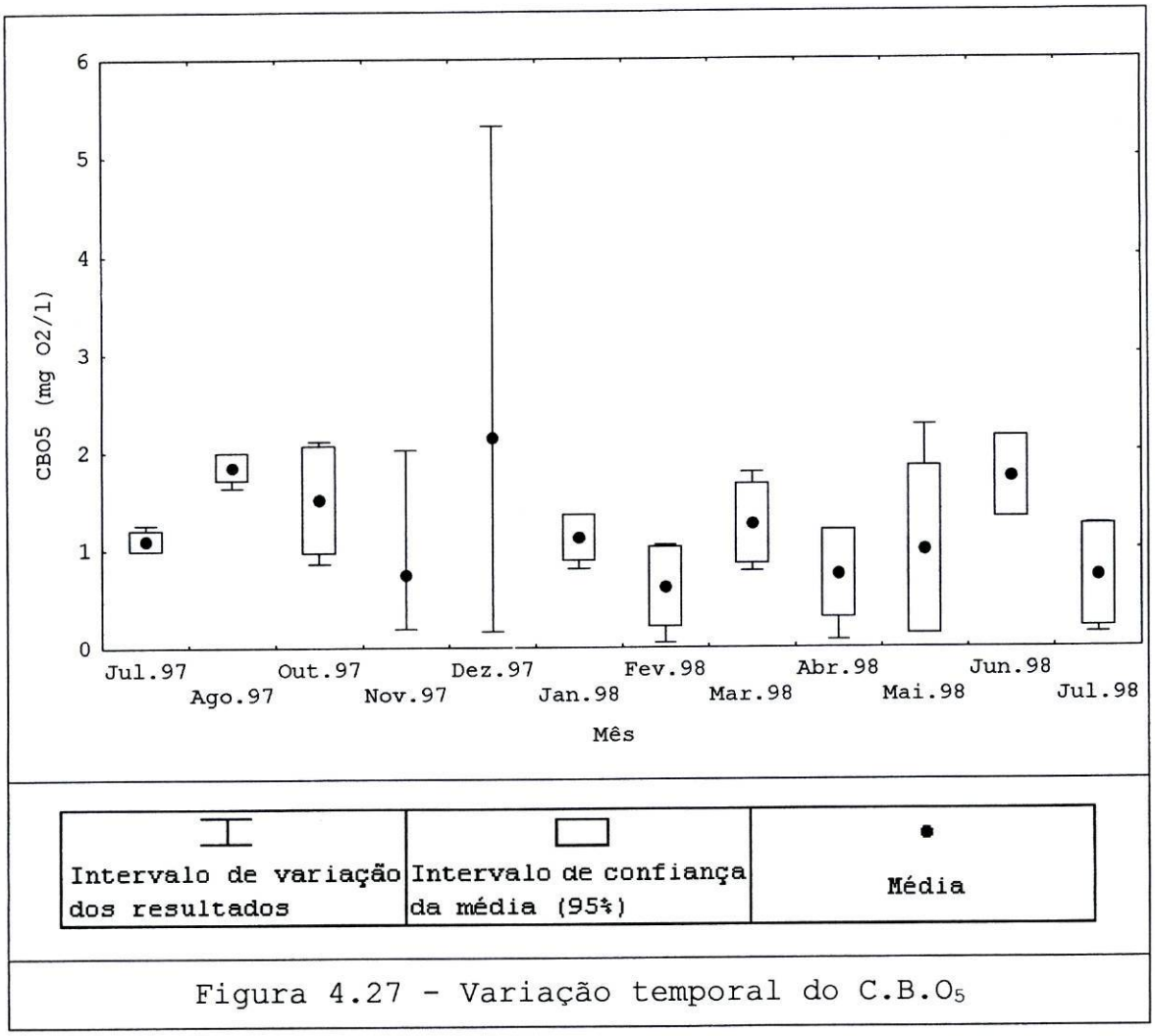


Figura 4.27 - Variação temporal do C.B.O_5

Tabela 4.13 - Classes de classificação das águas segundo o C.B.O_5 a 20°C (adaptadas de NISBET & VERNEAUX, 1970)

C.B.O_5 A 20°C EM mg/l	CLASSES	SITUAÇÃO
C.B.O_5 < 1	1	Normal
1 < C.B.O_5 < 3	2	Aceitável
3< C.B.O_5 < 6	3	Duvidoso
C.B.O_5 <6	4	Anormal

- Este facto é particularmente evidente no ponto C, que se situa entre a albufeira e a descarga, estando condicionado pelos reduzidos caudais libertados a montante, o que provoca um aumento do tempo de permanência dos materiais em suspensão nesta secção do rio. Em particular, o valor registado em Dezembro de 1997 pode dever-se ao facto de, no período anterior à amostragem, se ter verificado uma grande pluviosidade. Esta provocou um arrastamento de matéria orgânica que, após a diminuição do caudal, se acumulou, aumentando assim os valores de C.B.O_5.

- De uma maneira geral, os valores de $C.B.O_5$ parecem aumentar na época seca e diminuir nos períodos de maior pluviosidade, o que parece estar relacionado com um aumento da velocidade da corrente e com a diminuição da temperatura, provocando um abrandamento dos processos metabólicos de degradação da matéria orgânica.

- Se se aceitar a hipótese de que os valores mais elevados deste parâmetro são devidos ao efeito de arrastamento pela chuva, o conjunto de resultados obtidos para este parâmetro parece indicar a ausência de focos de poluição orgânica com relevância ecológica, ao longo de todo o rio e em qualquer época do ano.

- Relativamente à classificação apresentada na tabela 4.13 **(NISBET & VERNEAUX, 1970)**, os valores encontrados são inferiores a 6 mg/l, incluindo-se nas classes 1 a 3, o que confirma a afirmação feita no ponto anterior.

1.9 - AMÓNIA, NITRITOS E NITRATOS

O azoto mineral pode encontrar-se sob a forma de nitratos, nitritos e amónia, resultando as diferentes formas da sua mineralização ao longo do ciclo do azoto. A quantificação de cada uma destas formas é um bom indicador dos níveis de poluição da água, dando uma indicação indirecta sobre a capacidade de autodepuração da água.

Por serem dependentes entre si, optou-se por efectuar uma análise conjunta dos nutrientes azotados.

Tabela 4.14- Análise estatística da variação temporal e espacial da amónia

	Variação temporal		***Variação espacial***	
	F	**P**	**F**	**p**
Teste de Levene	3,4680*	0,0033*	1,8040	0,1620
ANOVA	2,1650	0,0467	0,5437	0,6552
Teste de Spjotvoll/Stoline p< 0,05	Não existem diferenças significativas			
Graus de liberdade	10,33		3,40	

Tabela 4.15 - Análise estatística da variação temporal e espacial dos nitritos

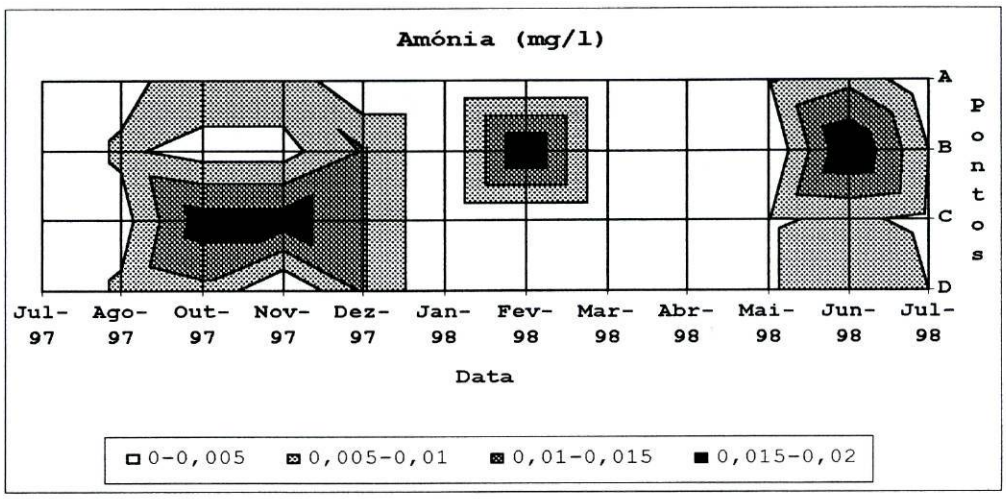
	Variação temporal		***Variação espacial***	
	F	**p**	**F**	**p**
Teste de Levene	9,6183	0,0000	2,3086	0,0899
ANOVA	3,2264	0,0400	0,5128	0,6756
Teste de Spjotvoll/Stoline p< 0,05	Fev.98 ≠ (Jul.97 a Jan.98 e Mar.98 a Jul.98)		Não existem diferenças significativas	
Graus de liberdade	11,35		3,43	

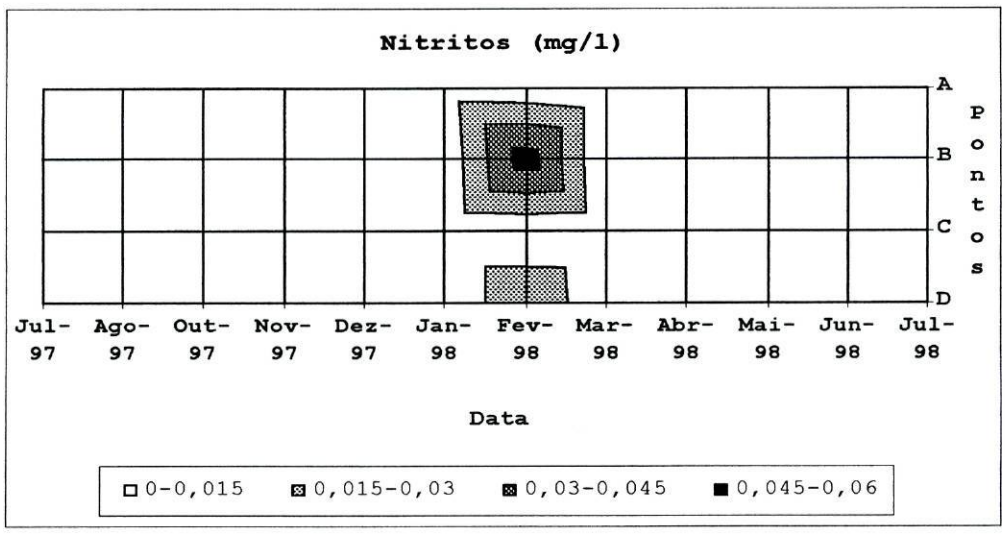
Tabela 4.16 - Análise estatística da variação temporal e espacial do nitratos

	Variação temporal		***Variação espacial***	
	F	**p**	**F**	**p**
Teste de Levene	1,7898	0,0928	0,0950	0,9624
ANOVA	19,3470	0,0000	0,6866	0,5660
Teste de Spjotvoll/Stoline p< 0,05	Jun.97 ≠ (Ago.97 a Jul.98) Ago.97 ≠ Nov.97 Out.97 ≠ (Jan.98, Mar.98, Mai.98) Nov.97 ≠ (Jan.98 a Mar.98, Mai.98 a Jul.98) Dez.97 ≠ (Jan.98, Mar.98) Mar.98 ≠ Abr.98		Não existem diferenças significativas	
Graus de liberdade	11,36		3,44	

Da análise conjunta dos resultados relativos aos nutrientes azotados (Tabelas 4.14 a 4.19; Figuras 4.28 e 4.30) salientam-se os aspectos que se referem nos parágrafos abaixo.

- Não existem diferenças significativas entre os valores médios observados nos vários pontos. A única excepção verifica-se no mês de Fevereiro de 1998, no ponto B, e deve-se ao facto de, nesta época, decorrerem trabalhos de terraplanagem junto ao mesmo, que introduziram grandes quantidades de terra no curso de água.





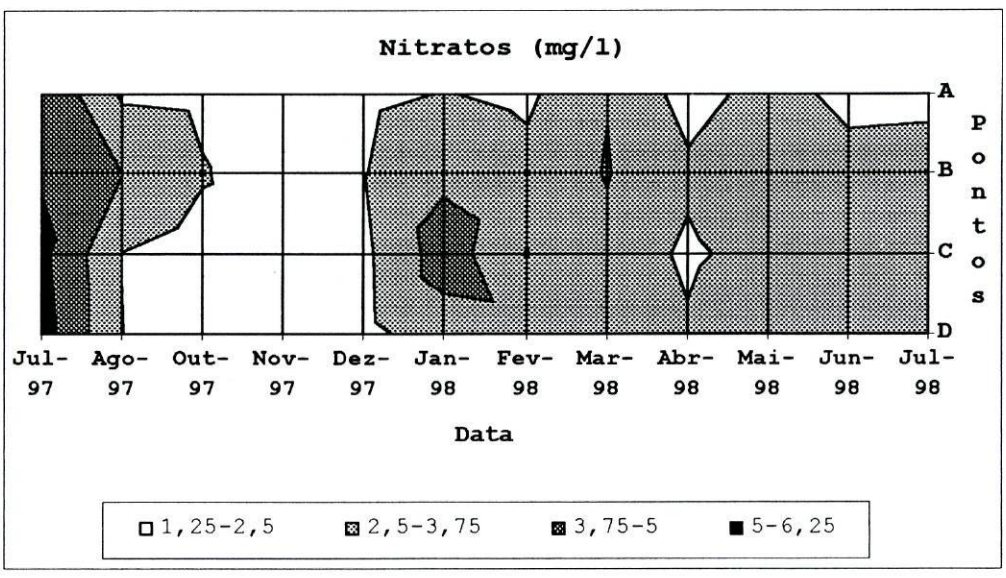


Figura 4.28 - Variação espacial e temporal da amónia, nitritos e nitratos

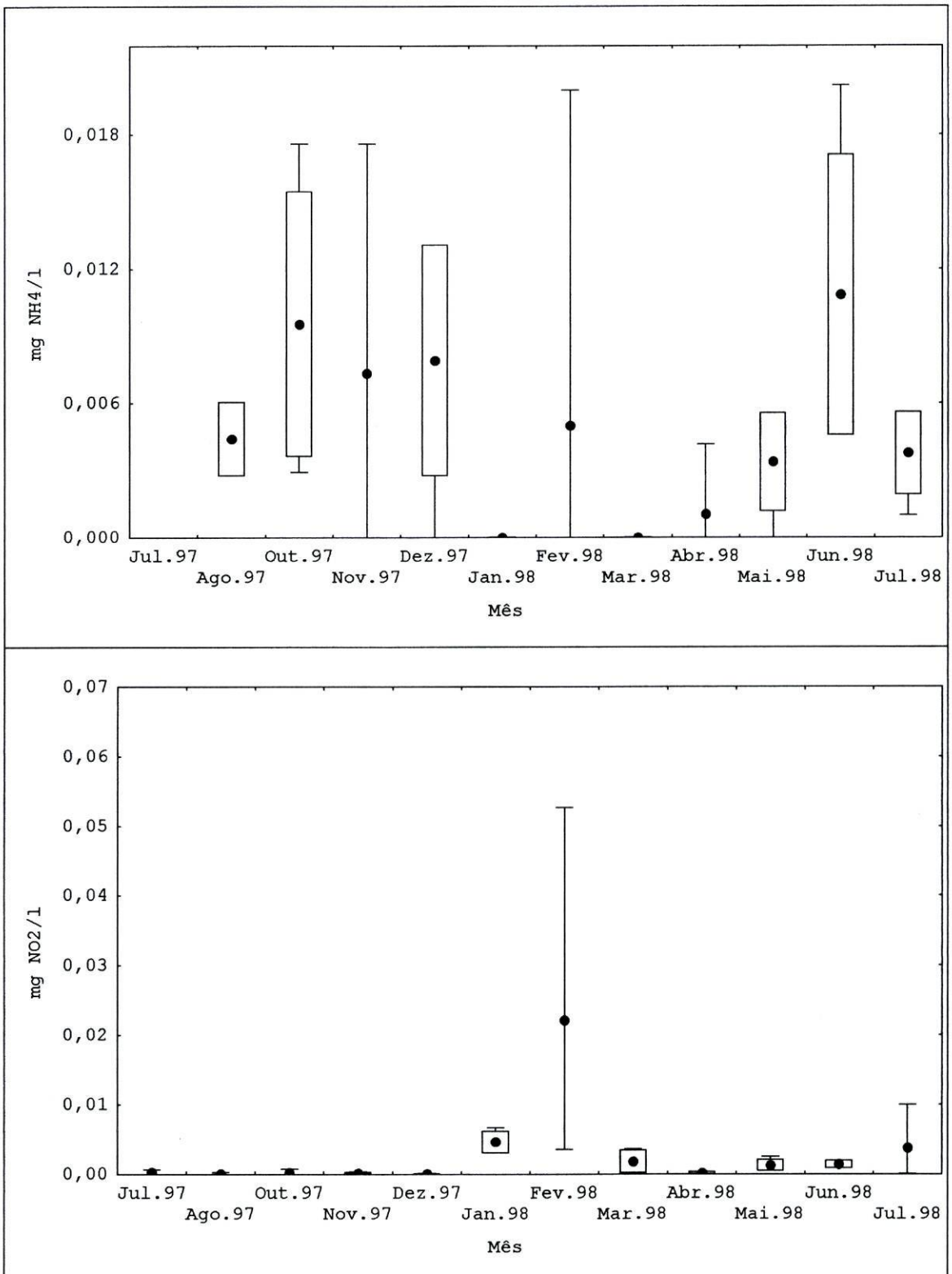


Figura 4.29 - Variação temporal da amónia e dos nitritos

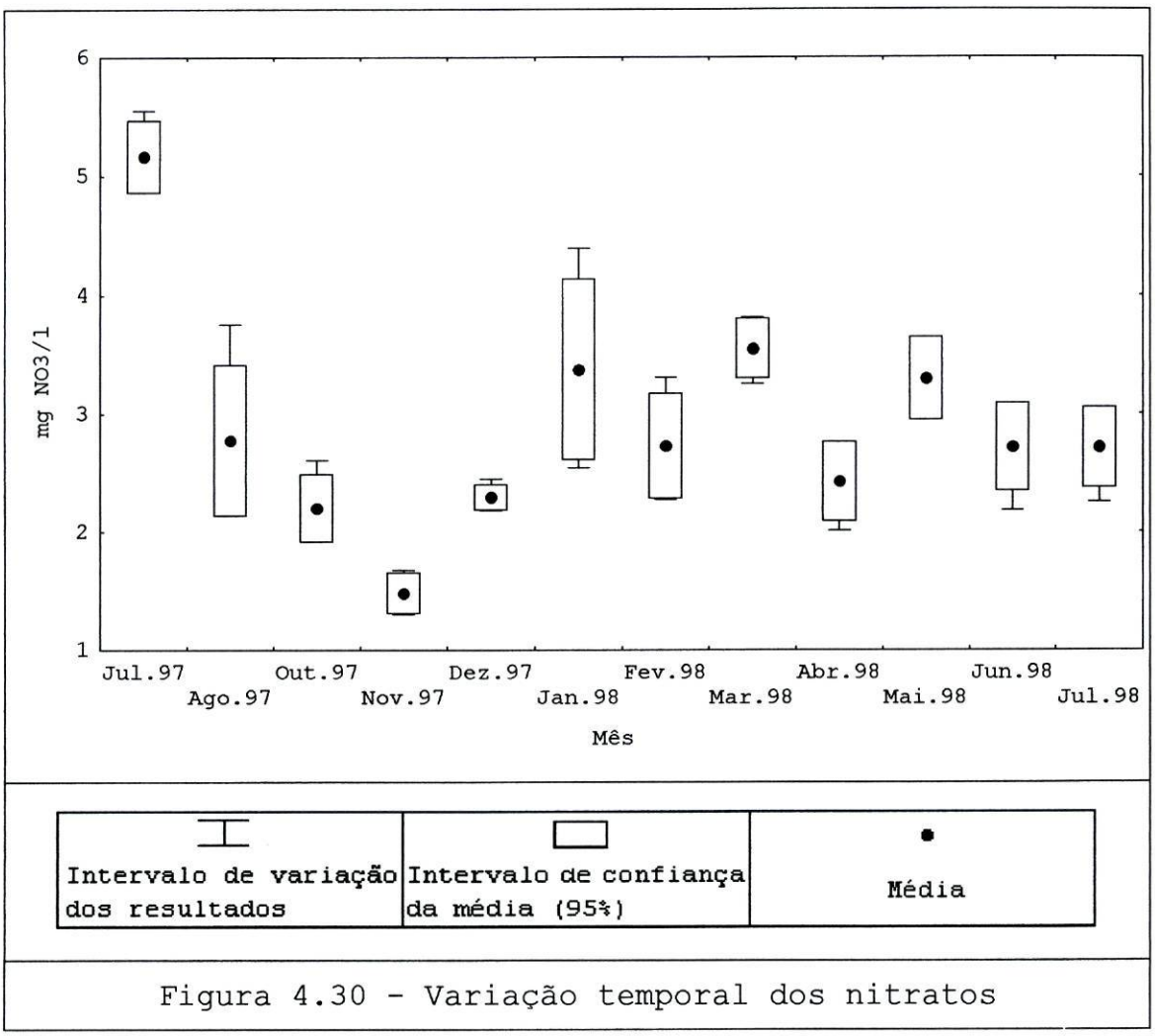


Figura 4.30 - Variação temporal dos nitratos

Tabela 4.17 - Classes de classificação das águas segundo a amónia a 20°C (adaptadas de NISBET & VERNEAUX, 1970)

mg/l de NH_4^+	CLASSES	SITUAÇÃO
$NH_4^+ < 0,01$	1	Normal a duvidosa
$0,01 < NH_4^+ < 0,1$	2	Poluição insidiosa
$NH_4^+ > 1$	3	Estado de poluição crítica

Tabela 4.18 - Classes de classificação das águas segundo os nitritos a 20°C (adaptadas de NISBET & VERNEAUX, 1970)

mg/l de NO_2^-	CLASSES	SITUAÇÃO
$NO_2^- < 0,01$	1	Águas puras ou autodepuração activa
$0,01 < NO_2^- < 0,1$	2	Poluição insidiosa, perturbação do ciclo do azoto
$0,1 < NO_2^- < 1$	3	Poluição sensível
$NO_2^- > 1$	4	Estado de poluição crítica

Tabela 4.19 - Classes de classificação das águas segundo o nitratos a 20°C (adaptadas de NISBET & VERNEAUX, 1970)

mg/l de NO_3^-	CLASSES
NO_{23}^-< 1	1
1 < NO_3^-< 3	2
3 < NO_3^- < 5	3
5 < NO_3^- < 10	4
10 < NO_3^- < 15	5
NO_3^- > 15	6

- Os valores mais elevados de amónia parecem ocorrer especialmente nos meses mais secos, o que poderá estar relacionado com a acumulação de sedimentos, resultante de uma diminuição do caudal e, concomitantemente, do teor em oxigénio.

- A análise dos valores encontrados para os nitritos, não sugere a existência de um padrão de variação temporal dos mesmos, apresentando-se sempre valores inferiores a 0,01 mg/l ao longo de todo o ano, com excepção de Fevereiro 1998, o que poderá dever-se aos motivos já apontados anteriormente.

- Quanto aos valores obtidos para os nitratos, também não é perceptível a existência de um padrão temporal de variação. De um modo geral, os valores mais elevados foram encontrados nos meses mais secos, ao contrário, por exemplo, dos valores registados em Novembro de 1997, que diminuíram em virtude da abundância das chuvas. No entanto, não é de excluir a hipótese de a variação temporal deste parâmetro ser igualmente influenciada pelas práticas agrícolas efectuadas nos campos marginais.

- Em termos globais, depreende-se que as águas deste rio não têm focos de poluição orgânica com relevância ecológica, na medida em que os resultados encontrados revelam valores muitos baixos para a amónia e nitritos, e níveis não muito elevados de nitratos, o que corrobora a sua boa capacidade de autodepuração.

- Relativamente à classificação apresentada por **NISBET & VERNEAUX, (1970)**, respectivamente nas tabelas 4.17 a 4.19, e tendo em consideração os valores de amónia e nitritos, podem-se incluir os resultados obtidos na classe 1, correspondente a águas com autodepuração activa, o que é compatível com os aspectos já referidos anteriormente, e apoiado pela inclusão dos nitratos nas classes 2 e 3.

1.10 - FOSFATOS

O fósforo faz parte dos aniões facilmente fixados pelo solo; a sua presença nas águas naturais está ligada à natureza dos terrenos e à decomposição da matéria orgânica. Assim, o fósforo pode encontrar-se segundo diferentes formas oxidadas: meta (HPO_3), piro ($H_2P_2O_7$) e orto (H_3PO_4). Em águas superficiais, com pH compreendido entre 5 e 8, é quase só sob esta última forma que se encontram fosfatos **(RODIER,1984).**

Tabela 4.20 - Análise estatística da variação temporal e espacial dos fosfatos

	Variação temporal		***Variação espacial***	
	F	**p**	**F**	**p**
Teste de Levene	6,0112	0,0000	1,5152	0,2238
ANOVA	2,1034	0,0460	0,6565	0,5832
Teste de Spjotvoll/Stoline p< 0,05	Não existem diferenças significativas			
Graus de liberdade	11,36		3,44	

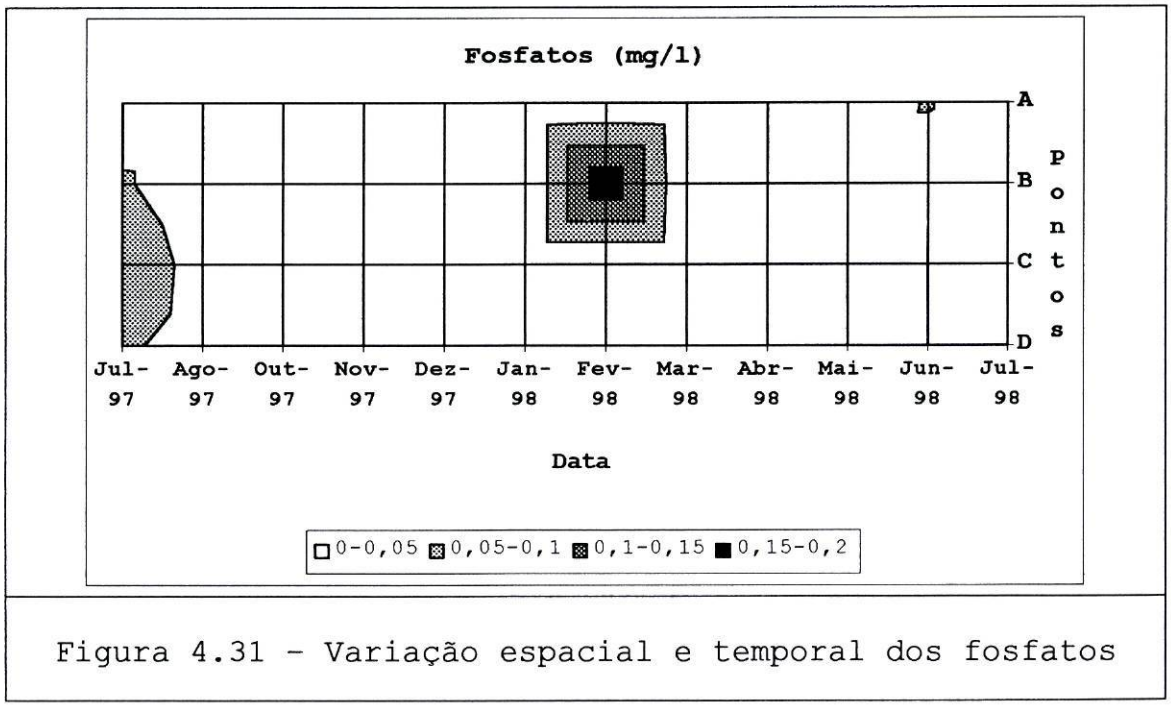


Figura 4.31 - Variação espacial e temporal dos fosfatos

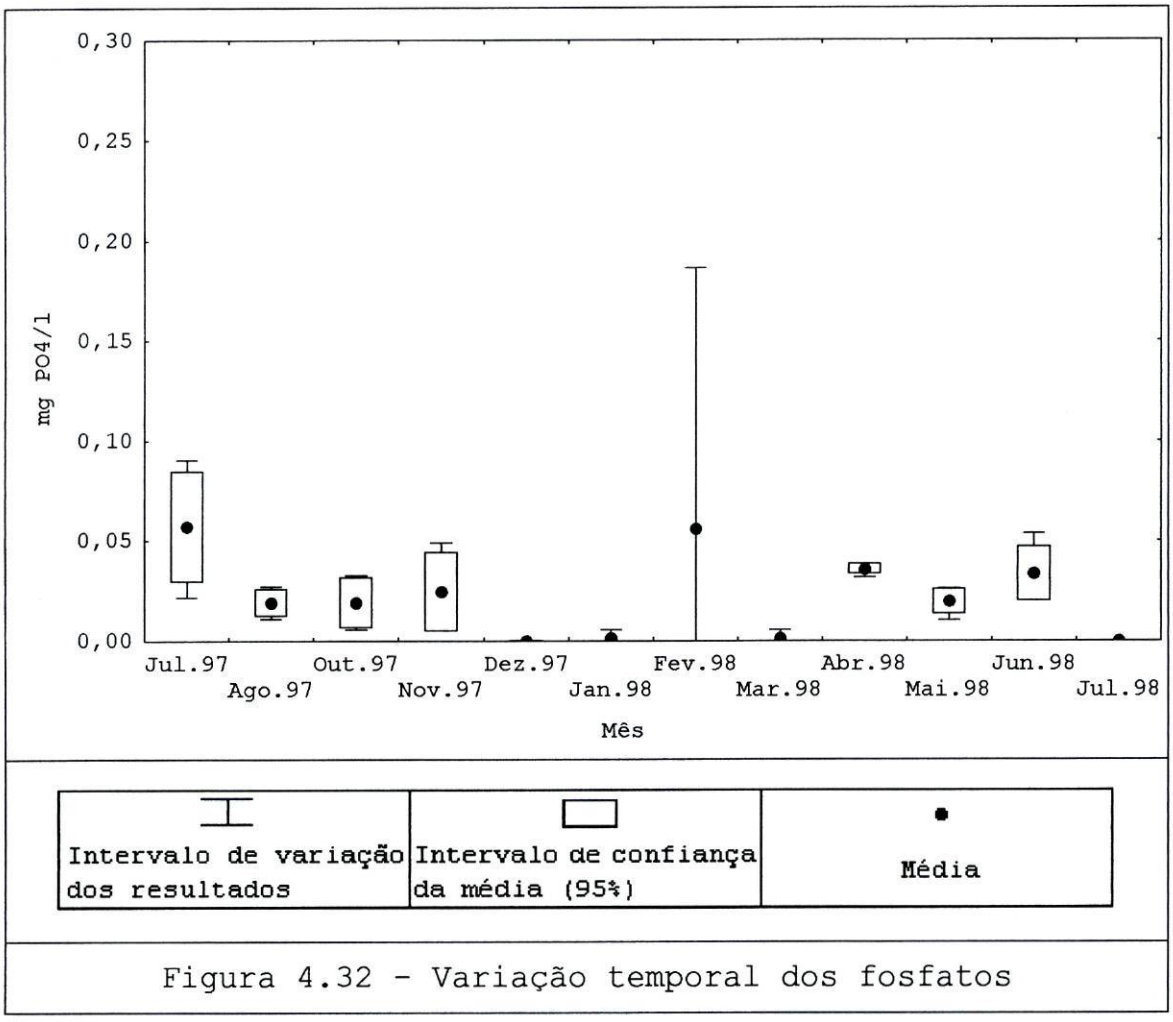


Figura 4.32 - Variação temporal dos fosfatos

Tabela 4.21 - Classes de classificação das águas segundo o teor em fosfatos (adaptadas de NISBET & VERNEAUX, 1970).

mg/l de PO_4^{3-}	CLASSES	SITUAÇÃO
$PO_4^{3-} < 0,010$	1	Águas muito pouco produtivas: lagos oligotróficos e zona superior das bacias hidrográficas
$0,010 < PO_4^{3-} < 0,050$	2	Águas pouco produtivas: continuação dos cursos de água da classe precedente
$0,050 < PO_4^{3-} < 0,150$	3	Águas com produtividade média
$0,150 < PO_4^{3-} < 0,300$	4	Águas com forte produtividade: rios de pré-montanha e de planície; eutrofia.
$300 < PO_4^{3-} < 500$	5	Cursos de água poluídos
$PO_4^{3-} > 0,500$	6	Águas fortemente poluídas ou muito eutróficas

Da análise conjunta dos resultados relativos aos fosfatos (Tabelas 4.20 a 4.21; Figuras 4.31 e 4.32) salientam-se os aspectos que se referem nos parágrafos abaixo.

- De uma maneira geral, não se registam variações significativas (quer espaciais, quer temporais) nos resultados obtidos para os fosfatos. Os valores mais elevados detectados no mês de Julho de 1997, nos pontos

B, C e D, podem dever-se a escorrências de produtos usados na agricultura, durante este mês, nos campos marginais. Os valores registados em Fevereiro de 1998, nos pontos A e B, devem-se às razões já anteriormente referidas a propósito dos compostos azotados.

- Relativamente à classificação apresentada por **NISBET & VERNEAUX (1970)**, os valores obtidos no presente trabalho encontram-se compreendidos nas classes 1 e 2 (tabela 4.21), o que está de acordo com o tipo de substrato granítico de montanha onde está inserido o rio Ardena.

1.11 – ANÁLISE MULTIVARIADA DOS FACTORES FÍSICO-QUÍMICOS

A análise global de todos os parâmetros físico-químicos, encontra-se representada nas figuras 4.33, 4.34 e 4.35 e, com base nela, tentar-se-á definir as principais dinâmicas espaciais e temporais que eles apresentam. Para tal, recorreu-se a dois tipos de técnicas de análise multivariada. Por um lado, fez-se uma ordenação em espaço reduzido, utilizando o método da análise em componentes principais. Por outro lado, fez-se uma classificação numérica, utilizando o complemento do coeficiente de correlação linear de Pearson como medida de similaridade, e construindo o respectivo dendrograma através do método UPGMA.

Da análise conjunta dos resultados relativos à análise multivariada dos factores físico-químicos (Figuras 4.33 a 4.35) salientam-se os aspectos que se referem nos parágrafos abaixo.

- Os diferentes factores analisados parecem relacionar-se entre si segundo um gradiente que opõe um conjunto formado pelos nutrientes e pelo CBO_5, a variáveis como a temperatura, o pH, a dureza e a alcalinidade. Este gradiente traduz, essencialmente, as relações já anteriormente referidas entre estas variáveis e a sazonalidade da pluviosidade, do caudal e do funcionamento da mini-hídrica (Figura 4.33).

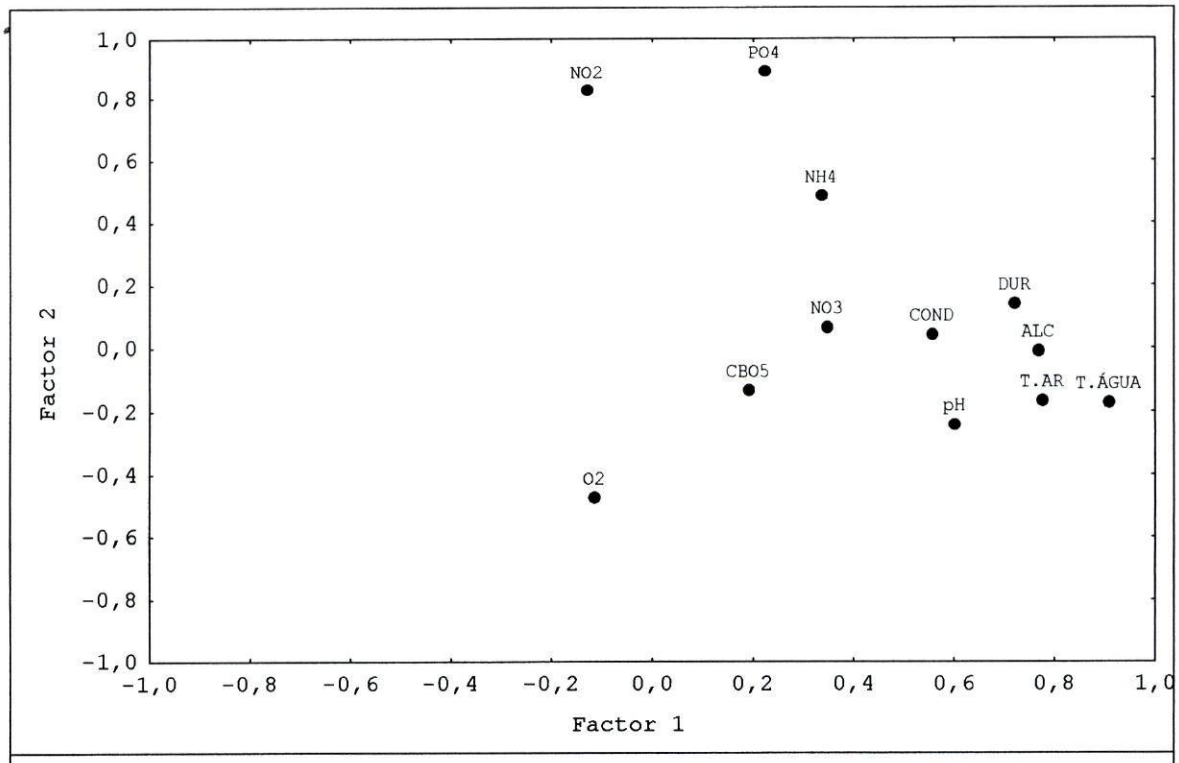


Figura 4.33 - Representação gráfica do co-seno do ângulo formado entre cada variável do hiper-espaço original (conjunto das variáveis físico-químicas) e os dois primeiros factores.

- Os pontos correspondentes a pares data/ponto de amostragem parecem relacionar-se entre si segundo o mesmo gradiente referido no parágrafo anterior. A única excepção é o ponto B, em Fevereiro de 1998, que se destaca devido aos valores excepcionalmente elevados que se registaram para os nutrientes, por razões que já foram anteriormente expostas (Figura 4.34).

- O dendrograma representado na Figura 4.35 corrobora os resultados obtidos através da ordenação em espaço reduzido (Figura 4.33), no que se refere às relações entre os diversos factores físico-químicos. Com efeito, os grupos de variáveis que se podem definir são perfeitamente consistentes com os que foram referidos acima (NO_3, NH_4, PO_4, NO_2); (CBO_5, O_2); (DUR, COND, pH, ALC, T.AR, T.ÁGUA).

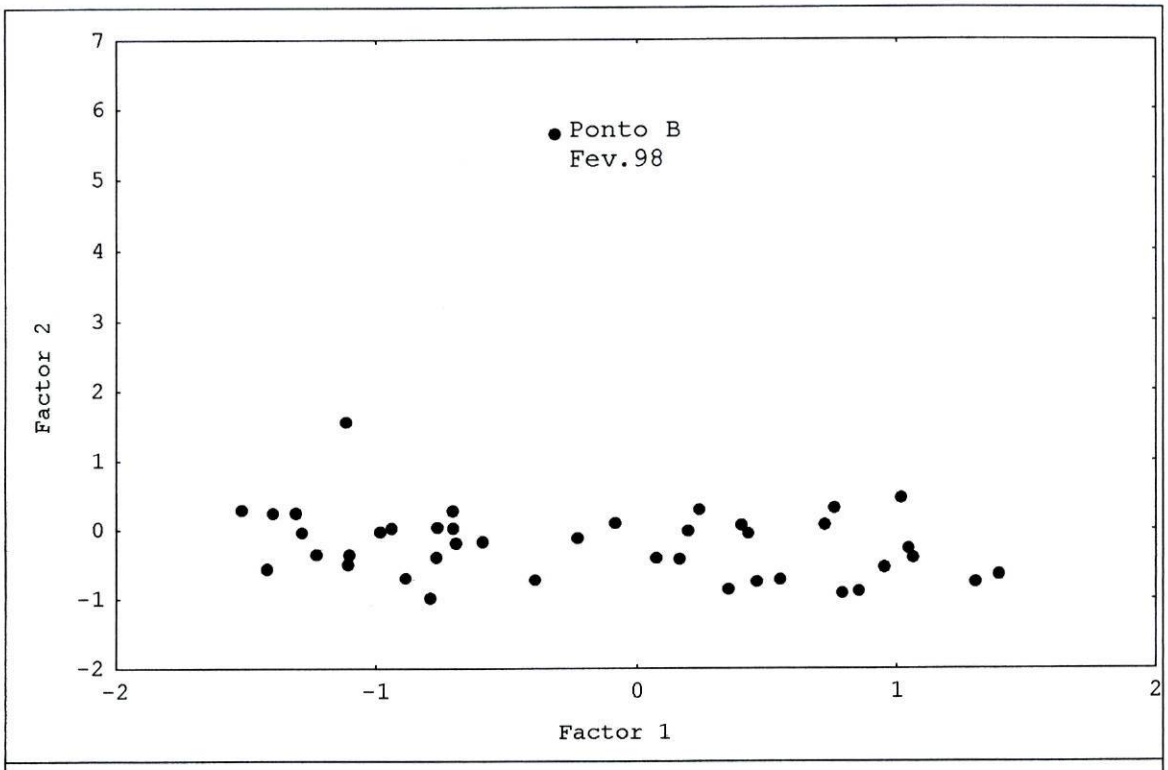


Figura 4.34 - Projecção das observações efectuadas no conjunto dos diferentes pares ponto/data, no plano dos dois primeiros factores associados ao hiper-espaço dos parâmetros físico-químicos analisados

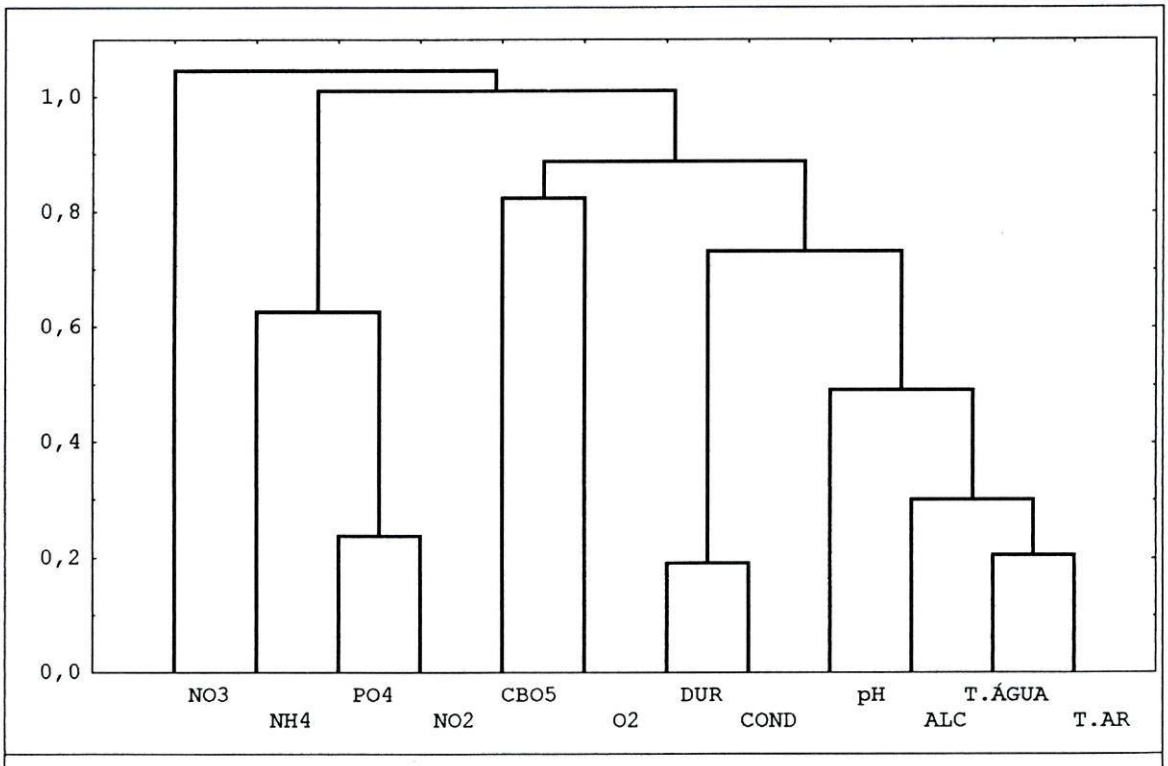


Figura 4.35 - Dendrograma correspondente à distância entre os vários parâmetros físico-químicos analisados (Distância expressa em percentagem do valor máximo obtido)

1.12 - SÍNTESE

Da análise dos parâmetros físico-químicos anteriormente efectuada, pôde inferir-se que o rio estudado apresenta água não poluída, rica em oxigénio e com elevada capacidade de autodepuração. Estes dados são corroborados pelo facto de não se encontrar, ao longo de todo o curso de água, nenhuma fonte de poluição, sendo a actividade agrícola a única que poderá explicar algumas das oscilações observadas.

Assim, e na tentativa de interrelacionar o conjunto dos resultados, para os diferentes parâmetros, com a localização da mini-hídrica, poder-se-ão inferir alguns aspectos, a seguir enumerados.

- O pH e a condutividade apresentam valores compatíveis com a natureza granítica de todo o vale.

- No que se refere ao oxigénio dissolvido e ao CBO_5, parecem mais uma vez corroborar o facto de este ser um rio sem fontes importantes de poluição orgânica. Trata-se de um rio com valores de oxigénio compatíveis com a sobrevivência das comunidades piscícolas. Sendo evidente que, ao longo de todo o curso de água, os valores destes parâmetros não apresentam grandes oscilações, isto parece demonstrar que a acumulação de água na albufeira não afecta significativamente estes factores.

- Quanto aos parâmetros relacionados com o ciclo do azoto, estes apresentam valores cujas variações são compatíveis com águas com grande capacidade de mineralização. Verificou-se, ao longo da amostragem anual, que os valores mais elevados de nitratos são acompanhados por um baixo teor em nitritos e amónia. Assim, os acréscimos pontuais, registados em alguns meses do ano, para alguns valores de amónia e nitritos, só parecem poder ser explicados por causas esporádicas e externas, e não pelo regime de funcionamento da mini-hídrica.

- Com a excepção da condutividade, os padrões encontrados para qualquer um dos parâmetros, não parecem resultar de variações espaciais, mas sim de oscilações sazonais registadas devido às condições climatéricas, nomeadamente, a temperatura e pluviosidade.

- Em virtude do já exposto, os parâmetros físico-químicos parecem não ser influenciados pela implementação da mini-hídrica, no rio estudado, já que não existem diferenças significativas entre os pontos localizados a montante e a jusante.

- O rio Ardena reúne um conjunto de características que o definem como um rio de montanha, com uma elevada velocidade da corrente, associada a altos teores de oxigénio dissolvido. Este facto é causado, não só pela irregularidade do leito, com frequentes oscilações de declive, mas também pela existência de um grande número de açudes e de quedas de água, ao longo de todo o seu curso.

2 - COMUNIDADE PISCÍCOLA

Dentro de um rio, o gradiente de condições ambientais ao longo do seu curso constitui um filtro que segrega, efectivamente, diversas comunidades de peixes. **(MARGALEF, 1983)**

As diferenças consideráveis no número de espécies que habitam os diferentes sistemas fluviais são atribuíveis, em larga medida, ao tamanho do rio, representado pela área da sua bacia hidrográfica, ou a outras variáveis com ele relacionadas, como o comprimento ou a ordem do rio. **(WELCOMME, 1985)**

O número de nichos ecológicos é, provavelmente, maior em sistemas fluviais de maiores dimensões, por exemplo, devido à existência de meandros e de planícies aluviais. Além disso, habitats semelhantes, nos diferentes subsistemas, estão muitas vezes separados por distâncias consideráveis de condições adversas, o que leva à formação de grupos distintos de espécies, adaptados a condições semelhantes. **(WELCOMME, 1985)**

Parece haver uma boa evidência circunstancial sobre a existência de sub-populações geográficas nos rios, mas apenas em alguns casos elas foram positivamente identificadas. O facto de uma população de peixes se encontrar, ou não, separada em stocks, ao nível sub-populacional, é de grande significado para a gestão e conservação da espécie. **(WELCOMME, 1985)**

Embora as considerações de ordem geográfica possam influenciar a distribuição das diferentes espécies, entre vários sistemas fluviais, a distribuição destas, dentro de um mesmo sistema, é essencialmente controlada pela geomorfologia de cada sector do rio. Assim, é útil distinguir duas comunidades principais: as de "rithron", ou zonas de rápidos, e as de "potamon", ou zonas de remanso. Pode ocorrer um certo intercâmbio entre estes tipos de comunidades, particularmente quando certos elementos da fauna de "potamon" se deslocam até aos rápidos, aquando da reprodução. **(WELCOMME, 1985)**

Regra geral, o número de espécies aumenta de montante para jusante, embora o número total de indivíduos, por unidade de área ou de volume, diminua no mesmo sentido. No entanto, como os indivíduos tendem a ser maiores, a biomassa total por unidade de área tende a permanecer constante. **(HYNES, 1970)**

Desde que não existam descontinuidades geográficas, como grandes quedas de água, ou barragens, o aumento da diversidade ao longo do rio tende a fazer-se principalmente por adição de

novas espécies, com conservação maioritária das existentes. **(WELCOMME, 1985)**

Uma vez que o melhor habitat para a reprodução raramente coincide com o melhor habitat para a alimentação, a maior parte das espécies tem dois locais de concentração distintos, necessitando os animais de se deslocar, por vezes ao longo de grandes distâncias, para passarem de um para o outro. **(WELCOMME, 1985)**

De uma maneira geral, os peixes parecem ser bastante sedentários e as migrações que realizam parecem estar, muitas vezes, ligadas à reprodução. De entre os movimentos não associados à reprodução, podem citar-se os que se relacionam com a competição intra-específica, com o crescimento, com as estações do ano, etc. **(HYNES, 1970)**

A alternância de rápidos e de zonas mais lentas, assim como as flutuações de caudal que ocorrem num rio, podem relacionar-se com a biologia dos peixes. O arrastamento dos ovos e larvas pela água é uma forma de dispersão. O ciclo anual dos peixes está relacionado com o regime anual de cheias, de disponibilidade de água e de alimento. **(MARGALEF, 1983)**

A capacidade das diferentes espécies para suportar uma turbidez e uma quantidade de sólidos suspensos mais ou menos elevada e continuada é um factor ecológico óbvio. **(HYNES, 1970)**

A instabilidade do regime de caudais de muitos rios torna-os habitats difíceis para os peixes. As cheias podem destruir os ovos e os juvenis mas, por outro lado, muitas espécies dependem delas para desovar. Assim, as complexas interacções entre a época em que ocorrem as cheias, a época em que as espécies desovam, etc., determinam, em larga medida, a composição específica e a população total que existem em cada ano. **(HYNES, 1970)**

Um outro aspecto da instabilidade anual do regime de caudais é a seca, ocasional ou anual, dos rios, que pode ser total ou deixar apenas charcos isolados. Usualmente, as populações sobrevivem em locais mais favoráveis e, quando o caudal é restabelecido, a recolonização é rápida. **(HYNES, 1970)**

Embora algumas espécies de peixes pareçam estar definitivamente associadas com um dado tipo de substrato, para a grande maioria delas, a natureza desse substrato apenas parece ser importante na época da reprodução. A profundidade e a velocidade da corrente, assim como a presença de abrigos e refúgios também são factores importantes. **(HYNES, 1970)**

2.1 - BIOLOGIA DAS ESPÉCIES CAPTURADAS

2.1.1- ESCALO - *Leuciscus cephalus* (LINEU, 1785)

Corpo fusiforme, de secção quase circular, cabeça pequena e boca grande, com duas fileiras de dentes faríngicos. As escamas são grandes e ásperas, 44-46 na linha lateral. A barbatana dorsal com 11-12 raios, a barbatana anal com 10-12 raios, tendo o bordo arqueado para fora. Possui uma coloração em que o dorso é cinzento a acastanhado, com reflexos verdes, sendo os flancos prateados e o ventre esbranquiçado. **(TEROFAL, 1991)**

No estado adulto pode atingir 30-40 cm de comprimento e pesar entre 600 a 1000g; raramente mede mais que 60 cm e pesa 4 Kg. Encontra-se distribuído em rios de corrente rápida, com menos frequência em lagos, desde a Europa mediterrânica até à Ásia menor. Nada normalmente à superfície, em grandes cardumes **(MUUS, 1981)**. Os grupos que se encontram perto do litoral podem penetrar em águas salobras, voltando ao rio na Primavera para fins reprodutivos, nomeadamente nos meses de Abril a Junho **(TEROFAL, 1991)**.

Alimenta-se de larvas de insectos aéreos, de uma grande variedade de insectos aquáticos, de moluscos, de outros peixes e ainda de algumas espécies de plantas **(TEROFAL, 1991)**.

2.1.2 - TRUTA - *Salmo trutta fario* (LINEU, 1785)

Corpo alongado e comprimido, dorso mais ou menos alto, possuindo a cabeça uma ampla abertura bucal que pode chegar atrás dos olhos. Barbatana adiposa entre a dorsal e a caudal. Escamas pequenas, 110 a 120 na linha lateral **(TEROFAL, 1991)**.

Pode atingir até 50 cm de comprimento e 3 Kg de peso, nalguns casos um pouco mais, mas o mais frequente é uma média de 25 cm e de 400g de peso **(VAN HAVRE, 1983)**.

Encontra-se distribuída pelos troços médios e de montanha dos rios de toda a Europa, do Cáucaso, da Ásia Menor, de Marrocos e da Argélia **(PECL et al., 1990)**. Necessita de águas frias e limpas, com teor elevado de oxigénio, condições estas que podem ser encontradas desde os ribeiros de montanha, em altitudes até 2000 m, até algumas barragens e lagos de vales **(PECL et al., 1990)**.

Trata-se de um peixe territorial, que habita zonas fixas do curso de água, durante longos períodos, podendo os exemplares adultos abondaná-las para fins reprodutivos, embora para locais que não distem mais do que 1 Km. A desova ocorre entre Outubro e Janeiro, em zonas com um fundo arenoso ou de cascalho. Através de movimentos circulares do corpo, a fêmea enterra uma porção de ovos num ninho previamente preparado, sendo os restantes libertados na corrente. **(PECL et al, 1990)**

Trata-se de uma espécie com movimentos rápidos, vivendo normalmente os indivíduos normalmente sózinhos, ou formando pequenas colónias, sendo mais activos ao crepúsculo, do que durante o dia.

Alimenta-se de vermes, insectos (quer aquáticos, quer terrestres, nomeadamente moscas), larvas e peixes de reduzidas dimensões, segundo a hora, a temperatura e a estação do ano **(VAN HAVRE, 1983)**.

2.1.3 - BOGA - *Chondrostoma polylepis duriensis* (COELHO, 1985)

Corpo alargado e pouco comprido, com focinho rombo e nasiforme. A boca é ínfera e transversal, o lábio inferior é cartilagíneo e afiado. Pode atingir comprimentos entre 20 e 30cm, no máximo 42cm. Possui escamas pequenas, 65 a 74 na linha lateral. A barbatana dorsal possui 11 raios e a anal 12.

A coloração do dorso é escura, embora apresente tonalidades azuis escuras e cinzentas; possui uma banda longitudinal escura, mais grossa na zona posterior do corpo; a região ventral é esbranquiçada, com um brilho dourado.

Encontra-se em rios da Península Ibérica, que desaguam no Atlântico, situadas a norte da bacia hidrográfica do Douro, inclusivé **(TEROFAL, 1991)**.

Trata-se de um animal gregário, que prefere as águas de curso rápido, com fundos de areia ou cascalho, aos quais se mantém colado. Reproduz-se de Abril a Maio, desovando em bancos de areia, em águas com muita corrente.

Alimenta-se de fauna bentónica miúda, vermes, pequenos crustáceos, larvas de insectos, moluscos, algas e ovos de peixes **(TEROFAL, 1991)**.

2.1.4 - GÓBIO - *Gobio gobio* (LINEU, 1785)

Corpo fusiforme, de secção quase circular, com a região caudal curta e grande. Cabeça larga, com olhos grandes, boca ínfera. Nos maxilares possuem barbilhos, curtos e grossos na base. As escamas são grandes, 40-42 na linha lateral. A barbatana dorsal tem 9 a 10 raios e a anal 8 a 9 raios **(TEROFAL, 1991)**.

Apresenta um dorso de coloração escura, com tonalidades que variam entre o verde e o azulado. Longitudinalmente, apresenta uma banda lateral de manchas escuras, com reflexos azulados, e o ventre com um brilho esbranquiçado **(TEROFAL, 1991)**.

Quanto ao habitat, encontra-se em rios de corrente rápida, ou lagos oxigenados de fundo arenoso e cascalho. Trata-se de um grupo distribuído por toda a Europa até aos montes Urais. **(TEROFAL, 1991)**

São peixes normalmente gregários, que no Verão formam pequenos cardumes em águas poucos profundas, enquanto que no Inverno se encontram em locais de maior profundidade.

A reprodução tem lugar entre Maio e Junho. Durante este período o macho exibe numerosos "tubérculos" na cabeça e na porção anterior do corpo. Desovam, em pedras ou plantas, ovos pegajosos de 1,5 mm de diâmetro **(TEROFAL, 1991)**

Quanto à alimentação, têm uma dieta onde existem crustáceos, larvas de insectos e, ocasionalmente, ovos de peixes **(TEROFAL, 1991)**.

2.1.5 - ENGUIA - *Anguilla anguilla* (LINEU, 1758)

Corpo serpentiforme, com pele viscosa, na qual se inserem, profundamente, as diminutas escamas ovais. As barbatanas dorsal, caudal e anal estão reunidas em forma de orla. O início da dorsal situa-se muito atrás da ponta das barbatanas peitorais e as barbatanas pélvicas estão ausentes. **(TEROFAL, 1991)**

É uma espécie catádroma, pois migra da água doce para o mar, para desovar. **(TEROFAL, 1991)**

Passa o seu período de crescimento em águas salobras ou doces. A postura dá-se no Mar dos Sargaços, entre 4000 a 7000 Km de distância das costas europeias e norte-africanas onde mais tarde crescerá. As larvas encontram-se em profundidades de 100 a 300m, entre os meses de Março e Abril. Estas larvas são transparentes, têm vida pelágica, alimentam-se de plancton e são designadas por leptocéfalos. Em consequência dos ventos de Oeste e das correntes do Golfo, são transportadas, através do oceano Atlântico, até aos rios, num período que pode demorar três anos **(MUUS & DAHLSTROM, 1981)**.

Ao longo deste período, o leptocéfalo transforma-se em angula, também designada por enguia de vidro, que mede cerca de 65mm, sendo 10mm mais curta que a anterior forma larvar. A fase de angula caracteriza-se pelo facto de o animal não se alimentar, migrando para as águas salobras e posteriormente para os rios. A passagem para os rios ocorre normalmente em Novembro ou Dezembro, na Península Ibérica, e durante Março ou Abril nas costas do mar do norte. Uma vez no rio, iniciam o período de crescimento, aí permanecendo até à maturação sexual **(MUUS & DAHLSTROM, 1981)**. Durante este período, as enguias designam-se por enguias amarelas. A maturação sexual é atingida, pelos machos, entre os 4 e os 14 anos, e pelas fêmeas, entre os 10 e os 20 anos **(PECL et al, 1990)**. Só ao fim deste período é que as enguias retomam o seu caminho para o mar, forma esta que é denominada enguia prateada, deslocando-se, aproximadamente, 4000 a 7000 Km, até ao local de desova. Esta deslocação ocorre antes dos meses de Março e Abril, tendo a desova lugar no mar dos Sargaços, entre as Bahamas e as Bermudas. A desova é colectiva ocorrendo entre os 100 e os 400m de profundidade; no fim desta fase os adultos morrem **(PECL et al, 1990)**.

A sua actividade é essencialmente nocturna, podendo também encontrar-se durante o dia em tempo chuvoso e húmido, de Abril a Novembro **(VAN HAVRE, 1983)**.

A enguia come plâncton, insectos aquáticos, moluscos e ovos de outros peixes. Caracteriza-se por ter um crescimento lento, estando estritamente dependente da quantidade de alimento e da temperatura. Só ao fim de 4 a 10 anos é que passam de enguias amarelas a enguias prateadas. Caso a sua migração para o mar seja impedida, a fase de enguia amarela prolonga-se, podendo nestes casos atingir idades entre os 25 e os 50 anos **(MUUS & DAHLSTROM, 1981)**.

2.2 - ABUNDÂNCIA E BIOMASSA

Para a comunidade piscícola do rio Ardena, constituída pelas espécies já enunciadas, foram calculadas, de acordo com o local e data de amostragem, as respectivas densidades e biomassas (Tabelas 4.22 a 4.25)

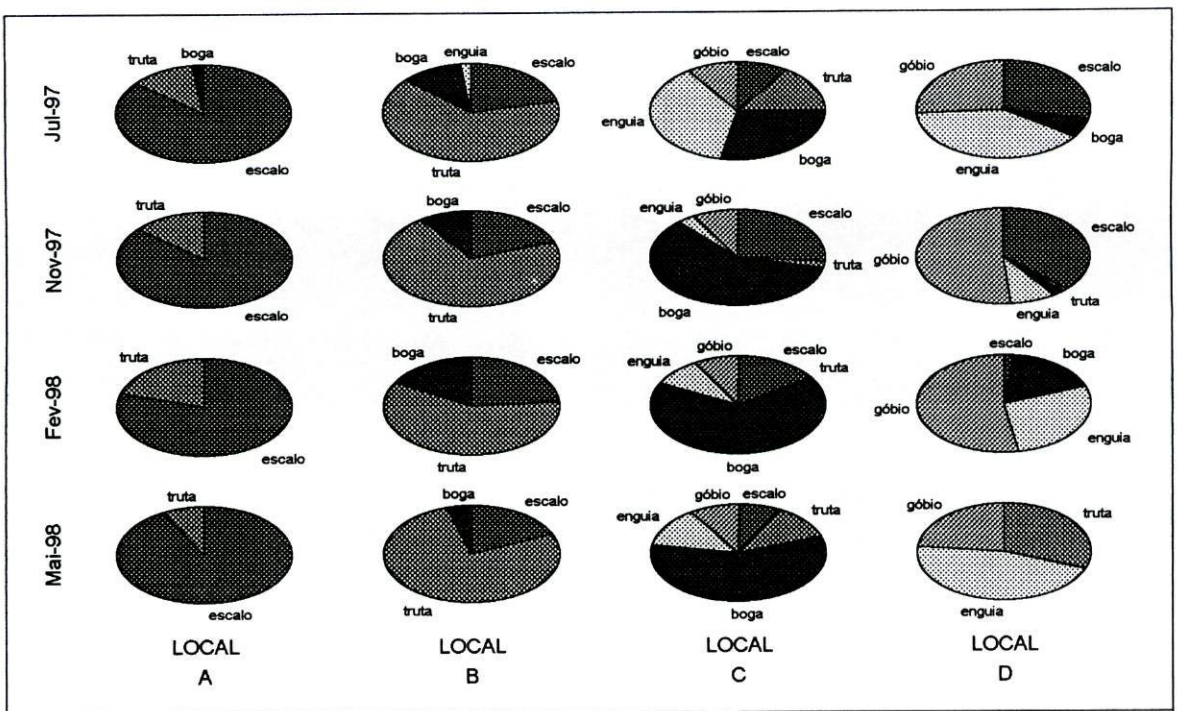


Figura 4.36 - Variação espacio-temporal da importância relativa de cada espécie na comunidade piscícola

Tabela 4.22 - Densidade e biomassa da comunidade piscícola no ponto A.

Espécie	1ªpass. n.º/g	2ªpass. n.º/g	Total n.º	Total g	95%CL min.	^N	95%CL max.	^B(g)	^N/ha	^B(Kg)/ha
JULHO de 1997										
Escalo	25 / 116,11	18 / 21,79	43	137,92	-29	89	207	285,46	2149,1	6,89
Truta	5 / 250,64	1 / 15,49	6	266,13	5	6	8	266,13	144,9	6,417
Boga	1 / 1,13	0	1	1,13	1	1	1	1,13	24,15	0,0273
Góbio	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
Enguia	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
TOTAL	31 / 367,90	19 / 37,28	50	405,18	_	86	_	552,69	2318,2	13,33
NOVEMBRO de 1997										
Escalo	17 / 119,2	2 / 7,2	19	126,4	18	19	21	16,4	458,8	0,3960
Truta	2 / 90,3	1 / 56,8	3	147,1	-3	4	11	196,7	96,59	2,332
Boga	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
Góbio	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
Enguia	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
TOTAL	19 / 209,5	3 /64,0	22	273,5	_	23	_	212,5	212,5	2,728
FEVEREIRO de 1998										
Escalo	15 / 153,7	5 / 17,9	20	171,6	16	23	29	197,3	555,39	4,764
Truta	5 / 367,70	0	5	367,7	5	5	5	367,7	120,74	8,879
Boga	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
Góbio	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
Enguia	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
TOTAL	20 / 521,4	5 / 17,9	25	539,3	_	28	_	565,0	676,13	13,64
MAIO de 1998										
Escalo	10 / 26,8	2 / 54,3	12	81,1	10	13	15	87,9	313,92	2,123
Truta	1 / 145,8	0	1	145,8	1	1	1	145,8	24,15	3,521
Boga	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
Góbio	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
Enguia	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
TOTAL	11 / 172,6	2 / 54,3	13	226,9	_	14	_	233,7	338,07	5,64

Tabela 4.23 - Densidade e biomassa da comunidade piscícola no ponto B.

Espécie	1ªpass. n.º/g	2ªpass. n.º/g	Total n.º	Total g	95%CL min.	^N	95%CL max.	^B(g)	^N/ha	^B(Kg)/ ha
JULHO de 1997										
Escalo	16 / 179,44	7 / 7,6	23	187,04	15	28	41	227,7	790,35	6,427
Truta	42 / 375,79	28 / 175,65	70	551,4	28	126	224	992,6	3556,6	28,02
Boga	9 / 65,55	3 / 20,76	12	86,31	8	14	9	100,69	395,17	2,8423
Góbio	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
Enguia	1	1	2	_	_	_	_	_	_	_
TOTAL	68 / 620,78	39 / 204,01	107	824,74	_	168	_	1320,9	4742,1	37,29
NOVEMBRO de 1997										
Escalo	8 / 59,2	2 / 8,9	10	68,1	8	11	13	74,9	310,49	2,11
Truta	31 / 427,7	6 / 75,4	37	503,5	35	38	42	517,11	1072,6	14,59
Boga	5 / 91,8	0	5	91,8	5	5	5	91,8	1414,1	2,591
Góbio	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
Enguia	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_
TOTAL	44 / 578,7	8 / 84,7	52	663,4	_	54	_	683,8	1524,2	19,291
FEVEREIRO de 1998										
Escalo	6 / 63,3	1 / 2,1	7	65,4	6	7	8	65,4	197,59	1,876
Truta	11 / 187,6	7 / 125,9	18	313,5	-10	30	70	552,5	846,8	14,75
Boga	5 / 140,7	0	5	140,7	5	5	5	140,7	141,13	3,972
Góbio	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
Enguia	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
TOTAL	22 / 391,6	8 / 128,0	52	519,6	_	42	_	728,6	1185,5	20,59
MAIO de 1998										
Escalo	3 / 9,6	1 / 11,7	4	21,3	2	5	7	26,6	141,1	0,751
Truta	13 / 259,8	4 / 54,0	17	313,8	14	19	24	417,8	536,3	11,79
Boga	1 / 3,6	0	1	3,6	1	1	1	3,6	28,23	0,102
Góbio	0	0	0	0	_	_	_	_	_	-
Enguia	0	0	0	0	_	_	_	_	_	_
TOTAL	17 / 273,0	5 / 65,7	22	338,7	_	25	_	447,9	705,6	12,6

Tabela 4.24 - Densidade e biomassa da comunidade piscícola no ponto C.

Espécie	1ªpass. n.º/g	2ªpass. n.º/g	Total n.º	Total g	95%CL min.	^N	95%CL max.	^B(g)	^N/ha	^B(Kg)/ ha
JULHO de 1997										
Escalo	3 / 11,2	0	3	11,22	3	3	3	11,22	27,41	0,103
Truta	3 / 29,28	2 / 35,69	5	64,97	-17	9	35	116,9	82,24	1,064
Boga	7 / 74,35	2 / 9,93	9	84,28	7	10	13	93,64	91,38	0,856
Góbio	2 / 10,68	1 / 3,86	3	14,54	-3	4	11	19,39	36,55	0,177
Enguia	8 / 325,72	4 / 67,23	12	392,25	2	16	30	523,9	146,2	4,787
TOTAL	23 / 451,25	9 / 116,71	32	567,96	_	42	_	765,1	383,78	6,99
NOVEMBRO de 1997										
Escalo	115 / 56,1	16 / 43,6	131	99,7	129	134	138	101,9	1224,5	0,932
Truta	10 / 471,6	1 / 12,2	11	438,8	10	11	12	438,6	100,52	4,006
Boga	255 / 111,9	45 / 278,0	300	389,9	301	310	318	402,9	2834,8	3,682
Góbio	32 / 64,2	10 / 69,0	42	133,3	38	47	55	149,2	429,5	1,3636
Enguia	9 /0,00	7 / 191,5	16	191,5	-83	47	164	562,5	429,3	5,140
TOTAL	421 / 703,9	79 / 594,3	500	1298,2	_	549	_	1655,1	5016,8	15,124
FEVEREIRO de 1998										
Escalo	27 / 77,7	9 / 20,6	36	98,3	32	41	49	111,9	374,66	1,023
Truta	1 /22,3	0	1	22,3	1	1	1	22,3	9,14	0,204
Boga	117 / 713,9	36 / 189,0	153	902,9	153	169	185	997,32	1544,3	9,11
Góbio	17 / 97,7	2 / 8,5	19	106,2	18	19	21	106,2	173,62	0,9704
Enguia	18 / 433,3	3 / 58,6	21	491,9	19	22	24	515,3	201,03	4,70
TOTAL	180 / 1344,9	50 / 276,7	230	1621,6	_	252	_	1753,0	2301,8	16,02
MAIO de 1998										
Escalo	4 / 11,3	2 / 7,3	6	18,6	-2	8	18	2,8	73,10	0,2267
Truta	6 / 53,6	3 / 42,4	9	96,0	6	7	8	74,7	63,97	0,683
Boga	30 / 255,6	15 / 173,1	45	428,7	34	60	86	571,6	548,3	5,010
Góbio	5 / 58,5	2 / 22,0	7	80,5	3	8	14	92	73,10	0,841
Enguia	7 / 261,7	3 / 85,1	10	346,8	4	12	20	415,9	109,66	3,801
TOTAL	52 / 640,7	25 / 329,9	77	970,6	_	95	_	1179,7	868,1	10,56

Tabela 4.25 - Densidade e biomassa da comunidade piscícola no ponto D.

Espécie	1ªpass. n.º/g	2ªpass. n.º/g	Total n.º	Total g	95%CL min.	^N	95%CL max.	^B(g)	^N/ha	^B(Kg)/ ha
JULHO de 1997										
Escalo	9 / 50,19	4 / 34,33	13	85,12	6	16	26	104,7	313,2	2,049
Truta	0	0	0		_	_	_	_	_	_
Boga	2 / 0,99	1 / 0,38	3	1,37	-3	4	11	1,83	78,30	0,036
Góbio	7 / 68,58	5 / 53,76	12	122,34	-35	25	84	254,9	489,38	4,989
Enguia	10 / 314,06	8 / 162,97	18	447,03	-116	50	216	1235,1	978,76	25,939
TOTAL	28 / 433,82	18 / 252,04	46	685,86	_	109	_	1686,5	1859,6	33,013
NOVEMBRO de 1997										
Escalo	29 / 16,6	10 / 7,4	39	24,0	34	44	54	27,08	861,29	0,5300
Truta	1 / 38,1	0	1	38,1	1	1	1	38,1	19,575	0,745
Boga	2 / 1,2	0	2	1,2	2	2	2	1,2	39,15	0,0235
Góbio	37 / 18,0	17 / 7,8	54	25,8	46	68	91	29,3	1331,1	0,574
Enguia	7 / 231,1	2 / 84,3	9	315,4	7	10	13	32,19	195,75	0,6359
TOTAL	76 / 305,0	29 / 99,5	105	404,5	_	125	_	449,3	2446,9	8,788
FEVEREIRO de 1998										
Escalo	1 / 0,2	0	1	0,2	1	1	1	0,2	19,575	0,039
Truta	0	0	0	0	_	_	_	_	_	-
Boga	7 / 11,6	3 / 5,3	10	16,9	4	12	20	20,28	234,9	0,397
Góbio	20 / 171,4	10 / 95,2	30	266,6	19	40	61	355,5	783,0	6,959
Enguia	9 / 178,8	7 / 252,5	16	431,3	-83	41	164	1105,2	802,58	21,63
TOTAL	37 / 362,0	20 / 353,0	57	715,0	_	94	_	1481,2	1840,1	29,03
MAIO de 1998										
Escalo	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
Truta	3 / 8,4	1 / 3,3	4	11,7	2	5	7	14,6	97,88	0,2858
Boga	0	0	0	_	_	_	_	_	_	_
Góbio	2 / 29,3	1 / 14,1	3	43,4	-3	4	11	57,9	78,30	1,133
Enguia	5 / 143,4	1 / 19,8	6	163,2	5	6	8	163,2	117,45	3,195
TOTAL	10 / 181,5	3 / 37,2	13	218,3	_	15	_	235,7	293,6	1,163

A comunidade piscícola do rio Ardena é constituída por um número reduzido de espécies, com uma distribuição espacial particular, embora relativamente estável.

Considera-se ainda importante salientar que, em virtude do método utilizado e da baixa condutividade da água, não é de excluir a hipótese de, pelo menos em alguns pontos e datas de amostragem, as capturas obtidas subestimarem a densidade real das diferentes populações. Também o facto de algumas das amostragens terem sido efectuadas em condições climatéricas adversas, pode ter diminuído a eficiência da amostragem realizada.

Da análise global dos resultados obtidos com a amostragem anual realizada nos quatro pontos referidos, verificou-se a existência de populações distintas a montante e a jusante da mini-hídrica.

Analisando a distribuição das diferentes espécies nos pontos de amostragem situados a montante daquela, bem como as tabelas referentes à densidade e biomassa, podem salientar-se os aspectos descritos nos parágrafos seguintes.

- No ponto de amostragem A, que servia de termo de referência, localizado bastante a montante da mini-hídrica, predomina o escalo e aparece, em menor quantidade, a truta, sendo a comunidade piscícola constituída, praticamente, por estas duas espécies. Embora a diversidade específica encontrada seja baixa, as espécies presentes têm requisitos ambientais que permitem definir esta zona do rio como possuindo uma boa qualidade da água. Também a proximidade deste local de amostragem relativamente ao açude onde nasce o "rego do boi", já anteriormente referido, tem certamente influência na composição da comunidade específica.

- No ponto de amostragem (B), situado imediatamente a montante da albufeira, domina a truta, aparecendo depois, em proporções aproximadamente iguais entre si, a boga e o escalo. A dominância da truta neste local é facilmente explicada com base nas condições abióticas, como o tipo de substrato e a velocidade da corrente, pois apresentam valores que se aproximam dos que se encontram descritos como sendo os adequados para esta espécie. Também o facto de a pesca ser efectuada imediatamente a jusante de um açude, influencia, certamente, os resultados obtidos.

- Quanto à presença da boga neste local, ela poderá ser explicada pela presença de um meio lêntico, a albufeira da mini-hídrica, que se situa imediatamente a jusante do ponto de amostragem, possuindo um substrato

essencialmente arenoso, adequado à presença desta espécie.

Os resultados obtidos para pontos de amostragem situados a jusante da mini-hídrica, indicam um ligeiro aumento da diversidade específica da comunidade aí existente e das respectivas densidades. Isto pode dever-se ao facto de o rio Ardena poder servir como um refúgio para a comunidade piscícola que se movimenta ao longo do rio Paiva **(FORMIGO & SOUSA, 1994)**.

Assim, da análise dos resultados obtidos nos dois pontos localizados a jusante da albufeira da mini-hídrica, salientam-se os aspectos que são apresentados nos parágrafos seguintes.

- No ponto que se localiza a jusante da albufeira e a montante da descarga (C), verifica-se a existência das espécies já encontradas nas zonas superiores do rio, acrescidas do góbio e da enguia.

- Neste ponto regista-se uma dominância da boga, que parece manter uma certa estabilidade temporal, com excepção do mês de Julho, onde há uma diminuição do seu efectivo, facto que pode ter sido provocado pela diminuição drástica do caudal registada durante a época de Verão.

- Nesse mesmo mês, e simultaneamente com a diminuição da abundância da boga, regista-se um aumento da densidade da enguia, o que poderá estar relacionado com o ciclo de vida desta espécie.

- Quanto ao último ponto de amostragem (D), situado a jusante da descarga e coincidente com a foz do Ardena no rio Paiva, observou-se uma comunidade constituída pelas mesmas espécies já encontradas no local anterior. Porém, a espécie dominante varia em função da época do ano. Assim, nos meses de Fevereiro e Novembro domina o góbio, enquanto que nas amostragens de Maio e Julho predomina a enguia. A dominância da enguia durante os meses de Maio e Julho, pode ser justificada pela mesma razão já apontada no ponto anterior, sendo neste local ainda mais evidente, em virtude da proximidade do local de amostragem ao rio Paiva. Quanto ao góbio, uma explicação para a sua dominância nos meses de Inverno é a possibilidade de o rio Ardena ser utilizado por esta espécie como refúgio do significativo aumento de caudal verificado no rio Paiva.

- Relativamente à truta, ela surge sempre, neste ponto, representada por poucos indivíduos. Mesmo a sua maior importância percentual em Maio, não se deve a um

aumento significativo do número de exemplares capturados, mas antes à diminuição do número total de indivíduos na comunidade piscícola. Não é de excluir a hipótese de os exemplares desta espécie aqui encontrados poderem ser provenientes do rio Paiva, utilizando o rio Ardena do mesmo modo que foi descrito para a população de góbio.

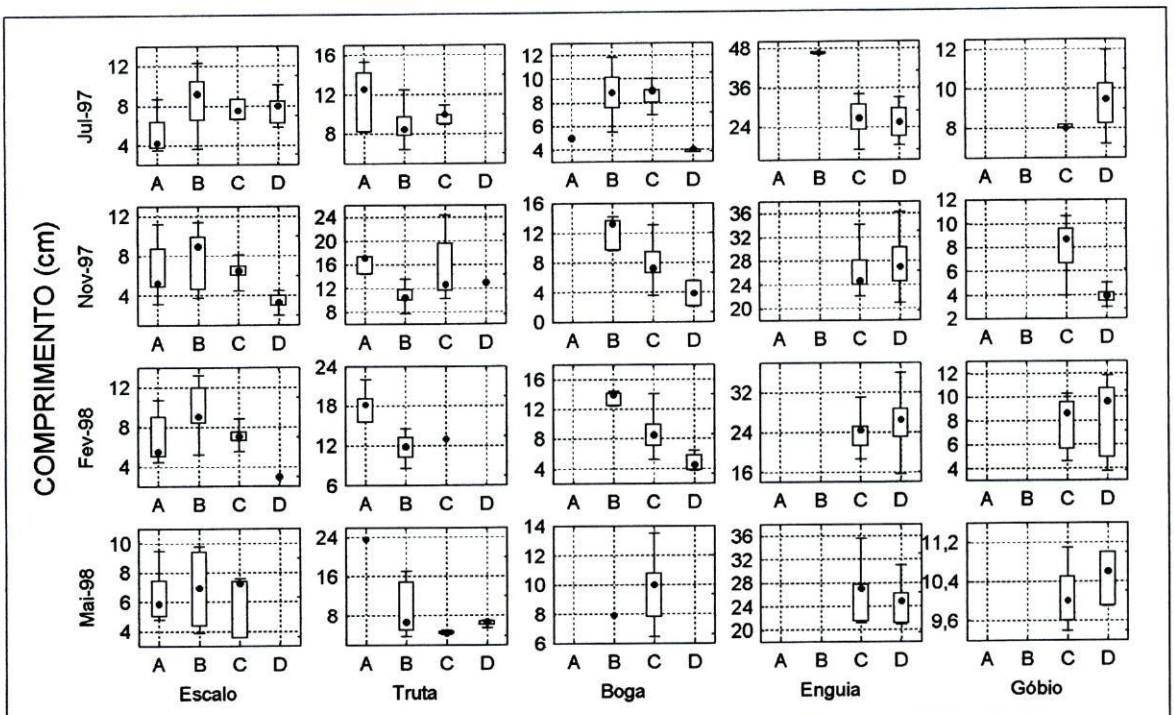


Figura 4.37 - Variação espacio-temporal do intervalo de variação do comprimento dos indivíduos presentes na comunidade piscícola

Efectuou-se também uma análise do intervalo de variação do tamanho dos indivíduos da comunidade piscícola, ao longo do tempo e nos vários locais de amostragem.

Quanto ao padrão espacio-temporal encontrado para cada espécie, podem retirar-se os aspectos apontados nos parágrafos seguintes.

- O escalo é uma espécie que se encontra em todos os pontos de amostragem, não apresentando grandes variações de tamanho dentro do mesmo local, ao longo do tempo. Já entre os vários locais se notam algumas diferenças, que, no entanto, não parecem traduzir qualquer situação ecologicamente relevante.

- Esta distribuição alargada é devida à capacidade de adaptação desta espécie às diferentes condições físico-químicas. De facto o escalo é englobado num grupo mais

vasto, os ciprinídeos, que se caracterizam por apresentarem grande diversidade trófica e pouca especialização alimentar, o que lhes permite uma grande plasticidade e oportunismo em relação aos locais onde são encontrados e aos tipos de alimento ingeridos ao longo das várias épocas do ano **(FERREIRA et al., 1997)**.

- A truta é uma espécie que se encontra, predominantemente, a montante da mini-hídrica, apresentando os exemplares encontrados um intervalo de variação do seu comprimento maior do que os observados a jusante da mesma. As características de profundidade, de tipo de substrato e de velocidade da corrente são, provavelmente, mais favoráveis a montante. Para além deste facto, a maior amplitude deste intervalo parece corroborar o facto dos exemplares de truta encontrados a montante da mini-hídrica, pertencerem a populações residentes.

- Quanto aos pontos que se encontram a jusante da mini-hídrica, os exemplares de truta que aí foram capturados são muito menos numerosos e apresentam um intervalo de variação do seu comprimento muito menos amplo do que o referido no ponto anterior. Entre outras, uma causa possível para este facto pode residir na instabilidade do regime de caudais que se verifica nesta zona do rio, associada à inexistência de um caudal ecológico permanente.

- Tal como para a truta, também a boga apresenta uma tendência para a diminuição dos comprimentos de montante para jusante, apesar desta espécie ser pouco frequente nos pontos mais a montante. Os indivíduos de maiores dimensões encontram-se predominantemente a montante da albufeira, onde constituem os únicos exemplares desta espécie. Isto pode ser indicador da inexistência de populações residentes desta espécie, a montante da mini-hídrica, uma vez que nunca foram observadas formas juvenis. Não se encontra uma hipótese plausível para explicar a presença dos exemplares encontrados.

- Ainda no que se refere à boga, e quanto aos pontos situados a jusante da mini-hídrica, o intervalo de variação do comprimento, que foi encontrado para os animais desta espécie, indicia, não só a provável existência de uma população residente, como também a possível utilização do rio Ardena como zona de desova, por parte de exemplares oriundos do rio Paiva.

- A enguia e o góbio apresentam padrões de distribuição muito semelhantes, encontrando-se apenas a jusante da

mini-hídrica, com excepção da amostragem de Julho de 97 onde se encontraram dois exemplares de enguia de grandes dimensões a montante da mesma. Esta distribuição dever-se-á particularmente à interrupção do curso de água, causada pela barragem, impedindo a dispersão destas espécies para locais a montante da mesma.

- Quando se efectua uma análise da variação temporal da distribuição de comprimentos das diferentes espécies encontradas, não se detecta a existência de um padrão definido. As variações encontradas são, provavelmente, consequência da irregularidade das flutuações de caudal que o curso de água apresenta, quer as provocadas pela existência da mini-hídrica, quer as que se devem à existência do "rego do boi".

Espécies como a truta e o escalo, aparecem predominantemente nas regiões a montante da albufeira, sendo provavelmente populações residentes, que já aí se encontravam antes da construção da mini-hídrica.

Espécies como a enguia, a boga e o góbio, praticamente, apenas se encontram a jusante da mini-hídrica. Isto pode ser devido ao facto de a sua ascensão, para as zonas superiores do rio, ser impedida pelo própria barragem. Os exemplares encontrados a jusante da mini-hídrica, não constituirão, assim, uma população tão estável, pois verifica-se uma maior variação temporal na sua composição, condicionada, provavelmente, pelas migrações destes indivíduos do e para o rio Paiva.

2.3 - ESTRUTURA ETÁRIA

Para estudar a estrutura etária das diferentes espécies, com excepção da enguia, foi efectuada uma análise gráfica da variação espacio-temporal do número de indivíduos em cada classe de idade.

No caso da enguia, a inexistência de material calcificado que permitisse determinar a idade dos exemplares capturados (o qual não foi recolhido uma vez que, conforme foi já referido, se procurou sacrificar o menor número possível de animais), bem como as grandes variações existentes no tamanho de machos e fêmeas, para o mesmo grupo etário, levaram a que se optasse pela não realização do estudo da estrutura etária dos indivíduos desta espécie.

Assim, com base na análise dos resultados para as classes etárias, foram definidos, para cada espécie, os intervalos de variação do comprimento dos indivíduos de cada classe etária, o seu valor médio e o correspondente intervalo de confiança, a 95%, que se apresentam nas tabelas 4.26 a 4.39.

É importante salientar que os indivíduos de menores dimensões devem, provavelmente, encontrar-se sub-representados nas diferentes amostras. Isto deve-se ao facto de a captura por pesca eléctrica ser selectiva em relação ao tamanho dos animais, devido à variação do efeito do campo eléctrico com o comprimento do peixe, sobretudo quando a água apresenta condutividade reduzida **(FORMIGO, 1991)**.

2.3.1 - ESCALO

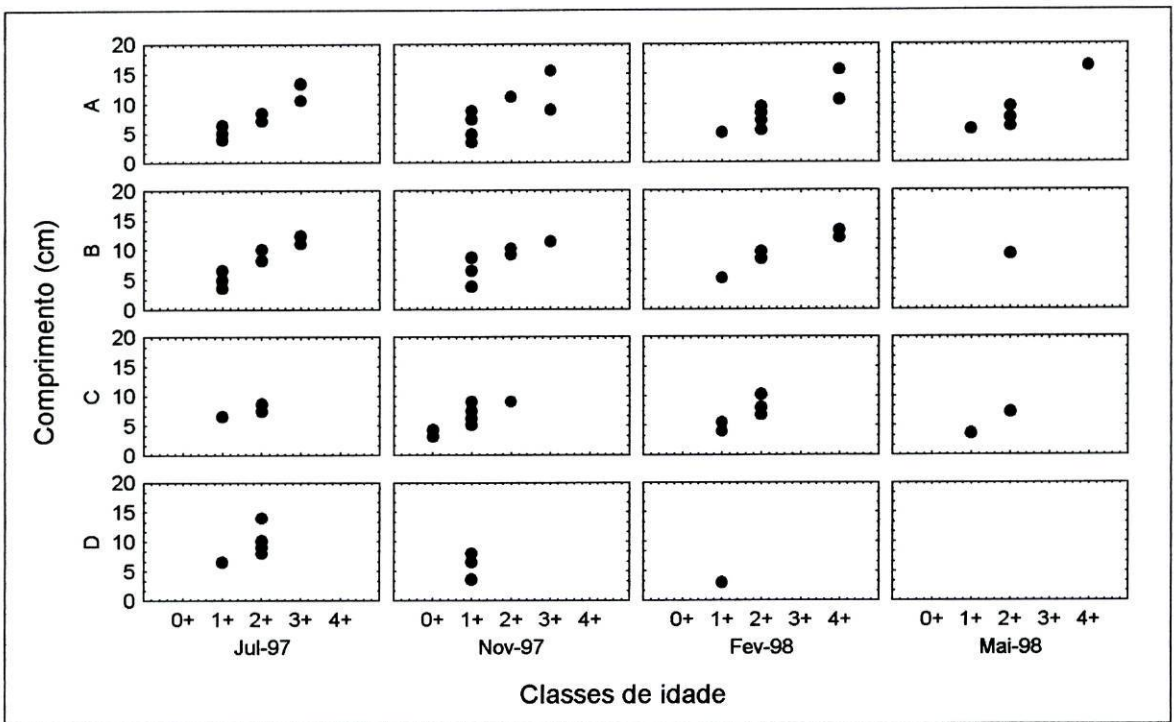


Figura 4.38 - Resultados da escalimetria para o escalo

Tabela 4.26 - Caracterização da estrutura etária do escalo no ponto A, para o conjunto das datas amostradas

Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
1+	33	717	3,60	4,52	0,025	6,70
2+	56	144	7,2	8,16	0,640	8,70
3+	2	48	10,6	12,00	17,71	13,40
NOVEMBRO de 1997						
1+	15	48	3,20	5,48	0,848	8,80
2+	2	48	10,60	10,90	3,812	11,20
3+	2	48	11,25	12,50	0,045	15,50
FEVEREIRO de 1998						
1+	4	97	4,90	5,00	0,13	5,10
2+	9	217	5,50	7,76	1,449	10,10
4+	2	48	10,70	13,15	31,15	15,60
MAIO de 1998						
1+	3	72	5,10	5,40	0,653	5,60
2+	5	121	7,30	7,58	1,52	9,50
4+	1	24	-	16,2	-	-

Tabela 4.27 - Caracterização da estrutura etária do escalo no ponto B, para o conjunto das datas amostradas

Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
1+	6	169	3,60	5,07	1,262	6,50
2+	13	367	8,00	9,41	0,521	11,00
3+	3	85	11,00	11,60	1,629	12,30
NOVEMBRO de 1997						
1+	5	141	3,80	6,46	2,847	8,80
2+	4	113	9,10	9,82	0,790	10,20
3+	1	28	-	11,4	-	-
FEVEREIRO de 1998						
1+	1	28	-	5,20	-	-
2+	4	113	8,40	8,90	0,842	9,60
4+	2	57	12,0	12,60	7,624	13,20
MAIO de 1998						
1+	2	57	9,100	9,45	4,447	9,80

Apresenta-se seguidamente a síntese dos aspectos mais importantes da análise dos resultados apresentados nas tabelas 4.26 a 4.29 e na figura 4.38.

- A estrutura etária da população de escalo, varia entre as classes 0+ e 4+, predominando os indivíduos das classes 1+ e 2+.

- Os animais das classes 3+ e 4+ apenas aparecem nos pontos localizados a montante da mini-hídrica, o que parece reforçar a hipótese, anteriormente colocada, de aí existirem populações estáveis desta espécie.

- Embora no presente trabalho não tenham sido recolhidos dados que permitam elucidar a questão, é bastante provável que as populações desta espécie encontradas nos pontos A e B sejam distintas, quer devido à distância que separa os dois locais, quer devido à existência, nesse troço do rio, de vários açudes que constituem um obstáculo adicional à passagem de indivíduos de uma população para outra, sobretudo no sentido jusante-montante.

Tabela 4.28 - Caracterização da estrutura etária do escalo no ponto C, para o conjunto das datas amostradas

Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
1+	1	9	-	6,60	-	-
2+	2	18	7,50	8,10	15,72	8,70
NOVEMBRO de 1997						
0+	7	64	3,00	3,827	0,296	4,30
1+	48	438	4,50	6,527	0,221	9,00
FEVEREIRO de 1998						
1+	2	18	4,00	4,75	0,095	5,50
2+	31	283	6,40	7,24	0,299	10,20
MAIO de 1998						
1+	1	9	-	3,60	-	-
2+	5	46	7,00	7,32	7,023	7,60

Tabela 4.29 - Caracterização da estrutura etária do escalo no ponto D, para o conjunto das datas amostradas

Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
1+	4	78	5,80	6,125	0,476	6,50
2+	9	176	8,00	9,233	1,53	14,00
NOVEMBRO de 1997						
0+	32	426	2,00	3,17	0,202	4,40
1+	7	137	3,50	6,27	1,251	8,00
FEVEREIRO de 1998						
1+	1	20	-	3,00	-	-

- Nos pontos situados a jusante da mini-hídrica, a estrutura etária desta espécie é dominada pelas classes 1+ e 2+, estando praticamente ausentes os indivíduos mais velhos. O ponto D é o único local onde foram encontrados indivíduos da classe 0+. A conjugação destas informações, permite supor que esta zona será utilizada como local de desova e crescimento por parte de indivíduos desta espécie que ao atingirem maiores dimensões e a maturidade sexual poderão, eventualmente, migrar para o rio Paiva, deslocando-se à zona final do rio Ardena apenas para se reproduzirem.

2.3.2 - TRUTA

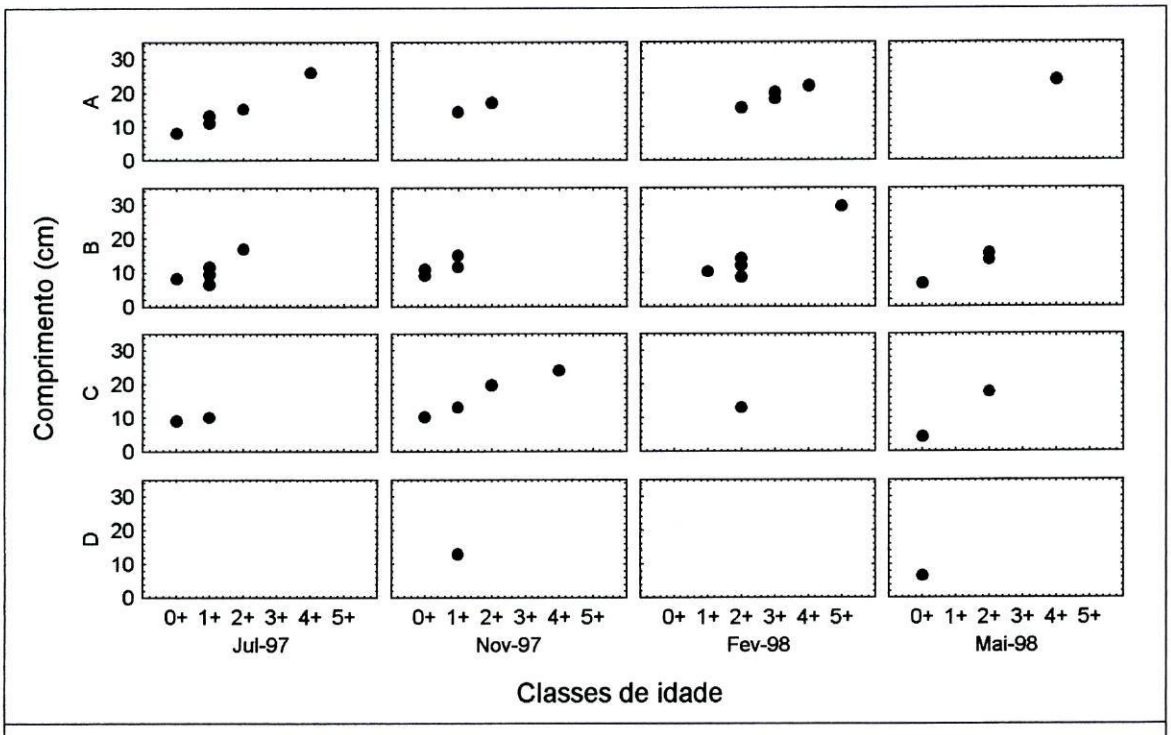


Figura 4.39 - Resultados da escalimetria para a truta

Tabela 4.30 - Caracterização da estrutura etária da truta no ponto A, para o conjunto das datas amostradas						
Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
0+	1	24	-	8,20	-	-
1+	3	72	11,30	12,30	2,416	13,20
2+	1	24	-	15,30	-	-
4+	1	24	-	25,8	-	-
NOVEMBRO de 1997						
1+	1	24	-	14,50	-	-
2+	2	48	17,10	17,50	1.91	17,40
FEVEREIRO de 1998						
2+	1	24	-	15,6	-	-
3+	3	72	18,00	18,73	2,734	20,00
4+	1	24	-	22,0	-	-
MAIO de 1998						
4+	1	24	-	23,6	-	-

Tabela 4.31 - Caracterização da estrutura etária da truta no ponto B, para o conjunto das datas amostradas						
Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
0+	41	1157	6,40	8,107	0,221	9,40
1+	19	536	9,45	10,094	1,079	12,50
2+	3	85	17,00	17,63	2,113	18,60
NOVEMBRO de 1997						
0+	25	706	7,80	9,98	0,355	11,30
1+	12	339	11,50	12,70	0,751	15,20
FEVEREIRO de 1998						
1+	7	226	9,40	10,285	0,485	11,20
2+	10	198	12,60	12,68	0,756	14,50
5+	1	28	-	29,5	-	-
MAIO de 1998						
0+	5	254	3,80	5,31	0,769	6,60
2+	7	198	13,70	15,49	1,138	17,20

Apresenta-se seguidamente a síntese dos aspectos mais importantes da análise dos resultados apresentados nas tabelas 4.30 a 4.33 e na figura 4.39.

- Os resultados obtidos no ponto B, nomeadamente a proporção relativa dos indivíduos das primeiras classes de idade, parecem indicar a existência de uma população estável neste local. Isto poderá dever-se, entre outros

factores, à presença do açude anteriormente referido, e à proximidade da albufeira da mini-hídrica.

Tabela 4.32 - Caracterização da estrutura etária da truta no ponto C, para o conjunto das datas amostradas

Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por há**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
0+	2	18	-	9,00	-	-
1+	3	27	10,00	10,33	1,437	11,00
NOVEMBRO de 1997						
0+	2	18	10,30	10,45	1,906	10,60
1+	6	55	11,60	12,70	1,237	14,80
2+	1	9	-	19,6	-	-
4+	2	18	24,00	24,15	1,876	24,30
FEVEREIRO de 1998						
2+	1	9	-	13,00	-	-
MAIO de 1998						
0+	7	64	4,20	4,48	0,278	5,00
2+	2	189	16,8	17,15	12,702	17,50

Tabela 4.33 - Caracterização da estrutura etária da truta no ponto D, para o conjunto das datas amostradas

Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por há**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
NOVEMBRO de 1997						
1+	1	20	-	13,00	-	-
MAIO de 1998						
0+	4	59	5,60	6,45	5,490	7,00

- Nos restantes pontos de amostragem, o número de animais desta espécie que foram capturados, e a respectiva estrutura etária, não fornecem informação suficiente para permitir a caracterização da respectiva dinâmica populacional.

- O padrão de variação temporal da estrutura etária desta população, nomeadamente o aparecimento de recrutas em Maio e Julho, parece estar de acordo com o ciclo de vida da espécie.

- O que se refere nos parágrafos anteriores parece, mais uma vez, salientar o efeito barreira da própria mini-hídrica, que impede a ascensão das populações de truta para zonas mais a montante do rio. Assim, as populações a montante e a jusante devem ser distintas.

- Tal como o já referido anteriormente, os dois locais situados a montante da mini-hídrica estão separados por vários açudes, o que poderá ser um factor adicional de separação das populações existentes nestes locais.

- Os reduzidos valores de densidade registados no ponto D, não permitem caracterizar objectivamente a estrutura etária da população aí existente. Esta baixa densidade pode dever-se, entre outros factores, às frequentes oscilações de caudal resultantes do regime de descargas diárias da mini-hídrica. Não é igualmente de excluir a hipótese de se tratar de exemplares que se tenham deslocado ao local, temporariamente, para captura de alimento, provenientes de uma população mais numerosa, existente do rio Paiva.

2.3.3 - BOGA

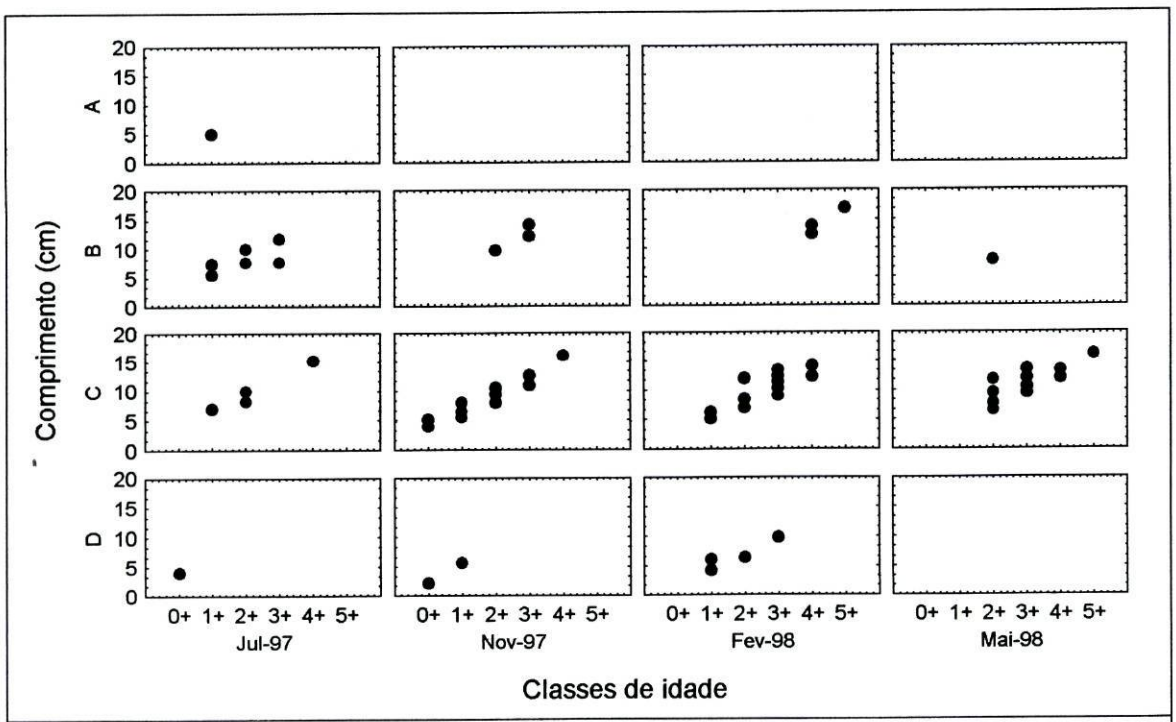


Figura 4.40 - Resultados da escalimetria para a boga

Tabela 4.34 - Caracterização da estrutura etária da boga no ponto A, para o conjunto das datas amostradas

Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
1+	1	24	-	5,00	-	-

Tabela 4.35 - Caracterização da estrutura etária da boga no ponto B, para o conjunto das datas amostradas

Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
1+	3	85	5,50	6,30	2,447	7,40
2+	6	169	7,70	9,58	1,062	10,25
3+	3	85	11,0	11,80	-	12
NOVEMBRO de 1997						
2+	1	28	-	9,70	-	-
3+	4	113	12,20	13,45	1,524	14,20
FEVEREIRO de 1998						
4+	4	113	12,40	13,275	1,636	14,40
5+	1	28	-	16,8	-	-
MAIO de 1998						
2+	1	28	-	7,90	-	-

Tabela 4.36 - Caracterização da estrutura etária da boga no ponto C, para o conjunto das datas amostradas

Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
1+	1	9	-	7,00	-	-
2+	7	64	8,00	8,90	0,597	10,00
4+	1	9	-	15,2	-	-
NOVEMBRO de 1997						
0+	4	27	4,00	4,80	1,251	5,20
1+	102	697	5,50	6,85	0,072	8,00
2+	37	567	8,20	9,545	0,155	10,60
3+	16	292	11,00	11,78	0,274	12,90
4+	13	9	16,00	16,33	0,756	16,60
FEVEREIRO de 1998						
1+	5	46	5,20	5,70	0,517	6,20
2+	69	631	6,40	7,364	0,131	8,20
3+	66	603	8,50	10,136	0,255	11,70
4+	5	46	12,00	12,64	0,479	14,10
MAIO de 1998						
2+	20	183	6,50	8,01	0,236	8,60
3+	20	183	9,40	10,40	0,289	11,70
4+	4	37	12,00	12,45	4,627	13,30
5+	1	9	-	16,1	-	-

Tabela 4.37 - Caracterização da estrutura etária da boga no ponto D, para o conjunto das datas amostradas						
Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
0+	3	85	3,80	3,933	0,287	4,00
FEVEREIRO de 1998						
1+	8	1235	3,80	5,60	1,756	6,60
2+	1	20	-	6,40	-	-
3+	1	20	-	9,80	-	-

Apresenta-se seguidamente a síntese dos aspectos mais importantes da análise dos resultados apresentados nas tabelas 4.34 a 4.37 e na figura 4.40.

- Esta espécie é dominante no Ponto C, onde os resultados obtidos para a estrutura etária parecem indicar a existência de uma população estável.

- Na população do local C, encontra-se uma estrutura etária que varia entre os 0+ e os 5+. A predominância de exemplares mais velhos em Maio, corrobora o facto desta população parecer encontrar nesta secção do rio locais propícios à sua reprodução, coincidindo com o período reprodutivo que decorre entre Abril e Maio.

- Quando se confronta a densidade e a estrutura etária das populações dos locais B e C, parece evidenciar-se uma tendência para o isolamento e envelhecimento da primeira, enquanto que a população de C se apresenta muito mais consolidada.

- O facto de no ponto D surgirem menos exemplares, pode, provavelmente, ser explicado pelos motivos já anteriormente apontados para outras espécies.

- A variação temporal do número de indivíduos encontrados no ponto C, e da sua estrutura etária, não permite excluir a hipótese de parte dos exemplares capturados serem provenientes do rio Paiva, utilizando a zona do rio Ardena situada imediatamente a montante da descarga da mini-hídrica como local de desova.

2.3.4 - GÓBIO

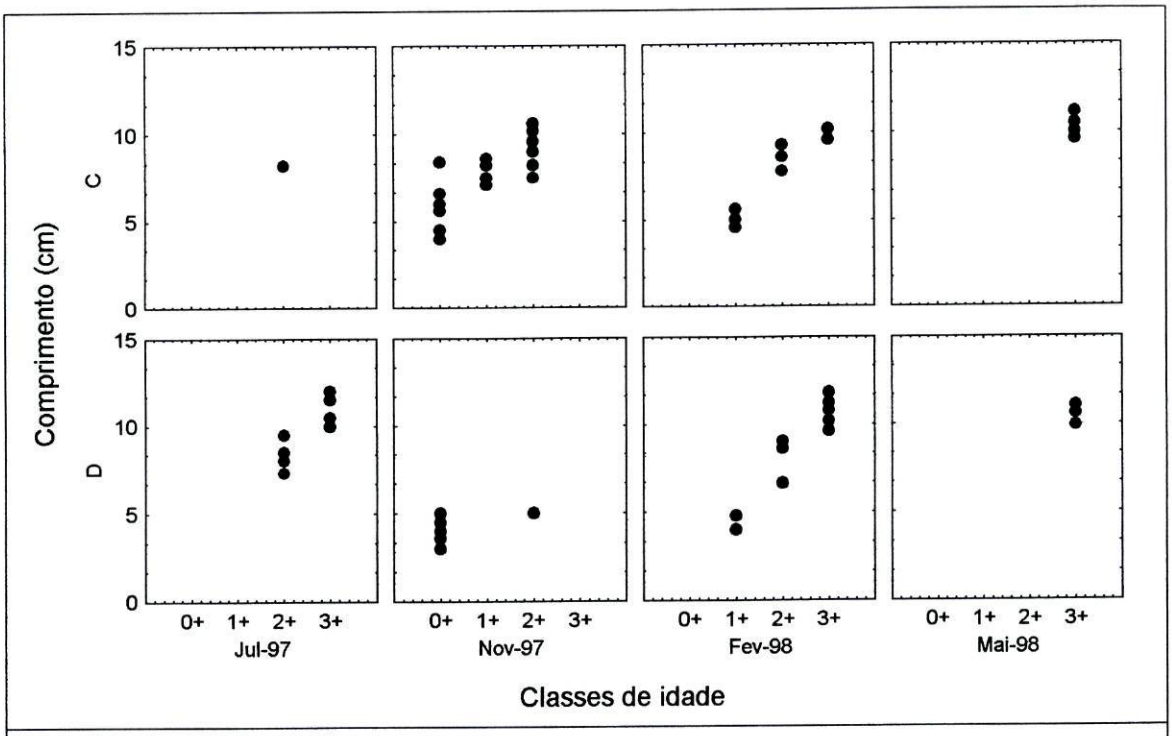


Figura 4.41 - Resultados da escalimetria para o góbio

Tabela 4.38 - Caracterização da estrutura etária do góbio no ponto C, para o conjunto das datas amostradas

Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
2+	3	85	8,00	8,06	0,288	8,20
NOVEMBRO de 1997						
0+	8	156	4,00	4,30	0,456	4,50
1+	7	137	7,1	8,00	0,327	8,00
2+	23	450	8,20	9,28	0,271	10,40
FEVEREIRO de 1998						
1+	5	97	4,60	5,00	0,456	5,60
2+	9	176	7,80	8,47	0,3894	9,30
3+	5	97	9,60	10,00	0,341	10,30
MAIO de 1998						
3+	7	137	9,40	10,16	0,571	11,10

Tabela 4.39 - Caracterização da estrutura etária do góbio no ponto D, para o conjunto das datas amostradas						
Classes de idade	Número de indivíduos		Comprimento			
	Amostra	**Por ha**	**Min.**	**Médio**	**(± 95%)**	**Máx.**
JULHO de 1997						
2+	7	137	7,20	8,384	0,871	9,50
3+	5	97	10,00	10,50	1,127	12,0
NOVEMBRO de 1997						
0+	47	920	3,00	3,80	0,136	5,00
FEVEREIRO de 1998						
1+	7	137	3,80	4,43	0,403	4,90
2+	5	97	8,60	8,44	1,298	9,10
3+	18	352	9,60	10,52	0,773	11,80
MAIO de 1998						
3+	3	59	9,90	10,50	1,383	11,00

Apresenta-se seguidamente a síntese dos aspectos mais importantes da análise dos resultados apresentados nas tabelas 4.38 a 4.39 e na figura 4.41.

- Como já foi referido para a densidade, o góbio apenas foi capturado nos locais a jusante da mini-hídrica, não se detectando qualquer padrão definido na sua estrutura etária.

- A presença de um número considerável de recrutas no ponto D, em Novembro de 1997, parece indicar a utilização desta zona do rio como local de desova por esta espécie. Isto pode ser parcialmente confirmado pelo elevado número de indivíduos que se capturaram em Fevereiro de 1998, e que poderiam indicar o início de uma migração reprodutiva para aquele local. No entanto, também não é de excluir a hipótese de estes indivíduos utilizarem este local como zona de refúgio invernal.

- Não é possível concluir sobre a existência de uma população local estabilizada, ou sobre a migração de indivíduos desta espécie a partir do rio Paiva, com base na variação espacio-temporal dos resultados obtidos.

2.4 - CRESCIMENTO

O estudo do crescimento significa, basicamente, a determinação da variação do tamanho corporal como uma função da idade. **(WELCOMME, 1985)**

Os parâmetros de crescimento diferem de espécie para espécie, mas podem também variar dentro da mesma espécie. Muitas vezes, os dois sexos apresentam valores de crescimento diferentes. Cohortes sucessivas podem crescer de forma diferente, dependendo das condições ambientais. **(WELCOMME, 1985)**

O crescimento também está estritamente associado à temperatura, e a maior parte das espécies não cresce durante o Inverno. Esta é uma das razões da formação dos anéis anuais em estruturas como as escamas, os otólitos, os raios das barbatanas e os ossos, embora não seja, certamente, a única. **(HYNES, 1970)**

Para estudar o crescimento da comunidade piscícola, foram utilizados os modelos anteriormente descritos, para os quais se obtiveram os resultados apresentados nas tabelas 4.40 a 4.59 e nas figuras 4.42 a 4.46.

Nessas tabelas estão representados os valores obtidos para cada espécie. Por vezes, não são apresentados valores para os parâmetros de um determinado modelo, o que se deve a causas diversas:

- a captura de uma determinada espécie, num determinado local, ter sido nula;
- apesar de existir captura, o efectivo é insuficiente para obter uma estimativa dos diferentes parâmetros que tenha significado estatístico.

2.4.1- ESCALO

Tabela 4.40 - Parâmetros de crescimento do escalo, no ponto A			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-5,51510
Mínimo	0,59225	**Log.a**	-2,3952
Média	1,0381	**b**	3,5486
D.padrão	0,49473	**r**	0,9774
Máximo	3,7053	**n**	43
		p	0
Novembro de 1997			
		Ln a	-5,52611
Mínimo	0,4664	**Log.a**	-2,2849
Média	1,0816	**b**	3,3739
D.padrão	0,3637	**r**	0,97824
Máximo	2,1211	**n**	19
		p	0
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-4,5842
Mínimo	0,6612	**Log.a**	-1,1990
Média	1,5965	**b**	3,17308
D.padrão	0,9637	**r**	0,9226
Máximo	5,100	**n**	20
		p	0
Maio de 1998			
		Ln a	-4,6469
Mínimo	0,7213	**Log.a**	-2,196601
Média	1,1678	**b**	3,0623
D.padrão	0,5723	**r**	0,94346
Máximo	2,7639	**n**	12
		p	0

Tabela 4.41 - Parâmetros de crescimento do escalo no ponto B			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-5,52789
Mínimo	0,7225	**Log.a**	-2,40007
Média	1,1052	**b**	3,4478
D.padrão	0,1845	**R**	0,97987
máximo	1,6110	**n**	17
		p	0
Novembro de 1997			
		Ln a	-4,50760
Mínimo	0,4109	**Log.a**	-1,9576
Média	1,1078	**b**	2,9309
D.padrão	0,3927	**r**	0,9439
máximo	2,0047	**n**	10
		p	0
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-2,9841
Mínimo	0,5826	**Log.a**	-1,29896
Média	1,0667	**b**	2,7777
D.padrão	0,3002	**r**	0,95048
máximo	1,4935	**n**	7
		p	0,001
Maio de 1998			
		Ln a	-3,72295
Mínimo	0,9042	**Log.a**	-1,6168
Média	1,28807	**b**	2,6326
D.padrão	0,51092	**r**	0,96673
Máximo	2,023	**n**	4
		p	0,0333

Tabela 4.42 - Parâmetros de crescimento do escalo no ponto C			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-4,22426
Mínimo	0,7348	**Log.a**	-1,8346
Média	0,82712	**b**	2,71579
D.padrão	0,0885	**r**	0,965737
Máximo	0,9113	**n**	3
		p	0,167
Novembro de 1997			
		Ln a	-4,4841
Mínimo	0,0227	**Log.a**	-1,5360
Média	0,88447	**b**	2,3303
D.padrão	0,4496	**r**	0,9126
Máximo	2,2898	**n**	39
		p	0
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-4,8441
Mínimo	0,4255	**Log.a**	-1,9475
Média	0,7612	**b**	2,7776
D.padrão	0,2084	**r**	0,90877
Máximo	1,3128	**n**	36
		p	0
Maio de 1998			
		Ln a	-4,8631
Mínimo	0,7580	**Log.a**	-2,11202
Média	0,9154	**b**	3,0823
D.padrão	0,18515	**r**	0,97915
Máximo	1,2592	**n**	6
		p	0,0006

Tabela 4.43 - Parâmetros de crescimento do escalo, no ponto D			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-4,55347
Mínimo	0,7718	**Log.a**	-0,63718
Média	0,9761	**b**	2,95390
D.padrão	0,2397	**r**	0,9664
Máximo	1,7461	**n**	13
		p	0,0
Novembro de 1997			
		Ln a	-5,35333
Mínimo	0,2544	**Log.a**	-2,32492
Média	0,6854	**b**	3,1935
D.padrão	0,3806	**r**	0,905978
Máximo	2,1848	**n**	39
		p	0
Fevereiro de 1998			
		Ln a	
Mínimo	-	**Log.a**	
Média	0,7407	**b**	
D.padrão	-	**r**	
Máximo	-	**n**	
		p	
Maio de 1998			
		Ln a	
Mínimo		**Log.a**	
Média		**b**	
D.padrão		**r**	
Máximo		**n**	
		p	

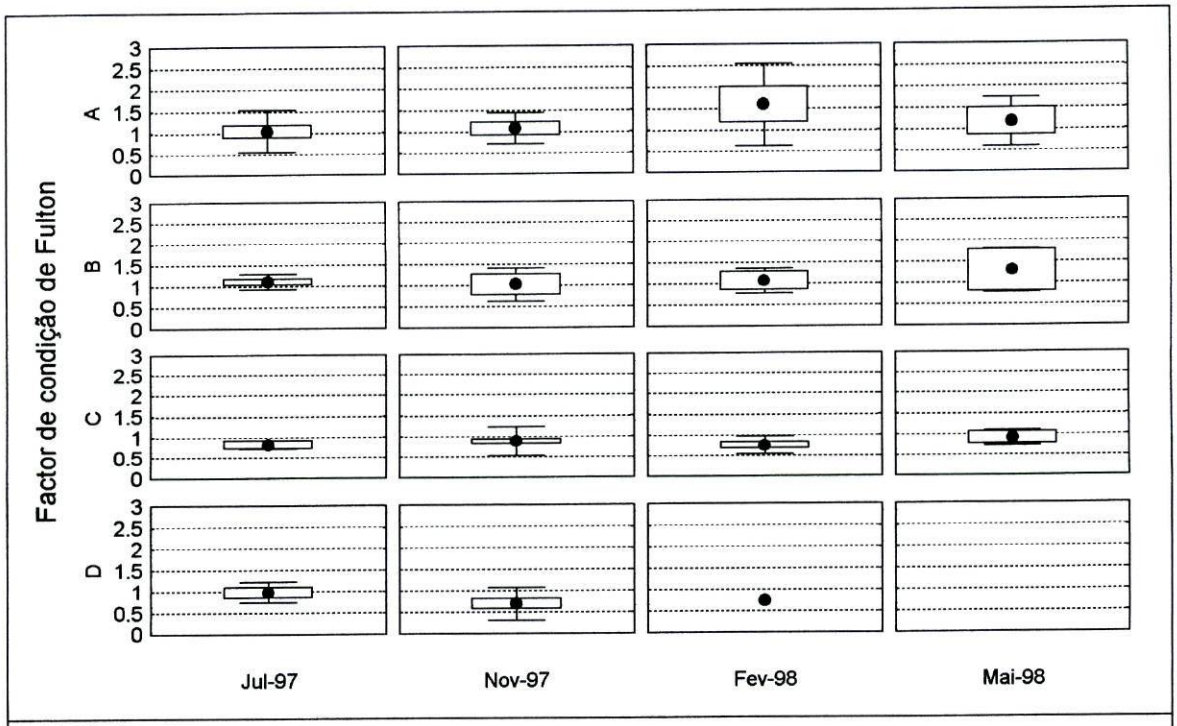


Figura 4.42- Variação espacial e temporal do factor de condição de Fulton do escalo

Tabela 4.44 - Análise estatística da variação temporal do factor de condição de Fulton para o escalo

	Pontos de amostragem							
	Ponto A		Ponto B		Ponto C		Ponto D	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Teste de Levene	2,088	0,107	1,5765	0,213	0,8084	0,4929	2,266	0,1142
ANOVA	3,998	0,101	0,7517	0,529	1,348	0,2645	3,327	0,0435
Teste de Spjotvoll / Stoline p< 0,05	Jul.97 ≠ Fev.98		Não existem diferenças significativas		Não existem diferenças significativas		Não existem diferenças significativas	
Graus de liberdade	3,90		3,34		3,80		2,50	

Seguidamente, apresentam-se os aspectos mais importantes que são sugeridos pela análise de resultados das tabelas 4.40 a 4.44 e da figura 4.42.

- Devido a razões que já anteriormente foram expostas, não foi possível obter valores para os parâmetros da relação de peso-comprimento, no ponto D, nos meses de Fevereiro e Maio.

- Não parece existir um padrão uniforme para a variação dos valores do factor de condição de Fulton, com excepção dos meses de Fevereiro e Maio, que apresentam os valores mais elevados. Estes valores poderão ser explicados com base na proximidade crescente da época de reprodução desta espécie, que ocorre entre Abril e Julho.

- A diferença, estatisticamente significativa (Tabela 4.44), que foi detectada no ponto A, pode dever-se às razões apontadas no parágrafo anterior.

- De uma forma geral, os valores obtidos para o factor de condição de Fulton parecem diminuir de montante para jusante, sendo mais marcada a diferença entre os pontos situados a montante e a jusante da mini-hídrica *(ANOVA: F=13,950; p=0,0004; g.l.: 3;265)*. No entanto, tendo em conta a variação temporal e espacial do número de indivíduos, e tal como já foi referido, este facto não parece traduzir nenhum fenómeno ecologicamente relevante

- No que se refere aos parâmetros da relação peso-comprimento, os valores obtidos para o coeficiente de correlação linear de Pearson são, na generalidade dos casos, extremamente significativos (Tabela 4.44). Quanto aos parâmetros da equação, os valores obtidos encontram-se dentro do intervalo de variação descrito para esta espécie, em rios com condições similares **(VALENTE, 1993)**. Isto parece significar que, de uma forma geral, e dada a sua plasticidade ecológica, esta espécie encontra condições ambientais favoráveis ao seu crescimento, nesta bacia hidrográfica.

2.4.2-TRUTA

Tabela 4.45 -Parâmetros de crescimento da truta no ponto A			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-4,38617
Mínimo	0,9192	**Log.a**	-1,90489
Média	1,1010	**b**	3,201805
D.padrão	0,0837	**r**	0,9978
Máximo	1,1608	**n**	6
		p	0,000007
Novembro de 1997			
		Ln a	-2,92592
Mínimo	1,0288	**Log.a**	-1,27071
Média	1,1163	**b**	3,2767
D.padrão	0,0794	**r**	0,98373
Máximo	1,1841	**n**	3
		p	0,1150
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-2,95725
Mínimo	1,0085	**Log.a**	-1,28431
Média	1,0915	**b**	2,9572
D.padrão	0,11616	**r**	0,9735
Máximo	1,2907	**n**	5
		p	0,0052
Maio de 1998			
		Ln a	
Mínimo	-	**Log.a**	
Média	1,1092	**b**	
D.padrão	-	**r**	
Máximo	-	**n**	
		p	

Tabela 4.46 -Parâmetros de crescimento da truta no ponto B			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-4,5059
Mínimo	0,8451	**Log.a**	-1,39223
Média	1,0235	**b**	2,96347
D.padrão	0,09514	**r**	0,98954
Máximo	1,2795	**n**	63
		p	0
Novembro de 1997			
		Ln a	-4,26334
Mínimo	0,6348	**Log.a**	-1,8515
Média	1,0107	**b**	2,8542
D.padrão	0,175853	**r**	0,91856
Máximo	1,5171	**n**	37
		p	0
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-4,22218
Mínimo	0,4329	**Log.a**	-0,51457
Média	1,035	**b**	2,8472
D.padrão	0,2069	**r**	0,94222
Máximo	1,85774	**n**	18
		p	0
Maio de 1998			
		Ln a	-3,3469
Mínimo	0,94313	**Log.a**	-1,45350
Média	1,4602	**b**	2,5579
D.padrão	0,54729	**r**	0,987419
Máximo	2,9159	**n**	17
		p	0

Tabela 4.47 -Parâmetros de crescimento da truta no ponto C			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-3,376044
Mínimo	1,010	**Log.a**	-1,6331
Média	1,1387	**b**	2,68874
D.padrão	0,1391	**r**	0,89501
Máximo	1,3711	**n**	5
		p	0,039
Novembro de 1997			
		Ln a	-4,45622
Mínimo	0,8565	**Log.a**	-1,935316
Média	0,97567	**b**	2,934623
D.padrão	0,0535	**r**	0,99984
Máximo	1,0489	**n**	11
		p	0
Fevereiro de 1998			
		Ln a	
Mínimo	-	**Log.a**	
Média	1,0150	**b**	
D.padrão	-	**r**	
Máximo	-	**n**	
		p	
Maio de 1998			
		Ln a	-4,870103
Mínimo	0,5425	**Log.a**	-2,11506
Média	0,8647	**b**	3,049
D.padrão	0,2219	**r**	0,98989
Máximo	1,2578	**n**	9
		p	0

Tabela 4.48 -Parâmetros de crescimento da truta no ponto D			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	
Mínimo		Log.a	
Média		b	
D.padrão		r	
Máximo		n	
		p	
Novembro de 1997			
		Ln a	
Mínimo	-	Log.a	
Média	1,7342	b	
D.padrão	-	r	
Máximo	-	n	
		p	
Fevereiro de 1998			
		Ln a	
Mínimo		Log.a	
Média		b	
D.padrão		r	
Máximo		n	
		p	
Maio de 1998			
		Ln a	-1,64514
Mínimo	0,8746	Log.a	-0,71447
Média	1,1025	b	1,45613
D.padrão	0,1785	r	0,88566
Máximo	1,3097	n	4
		p	0,1143

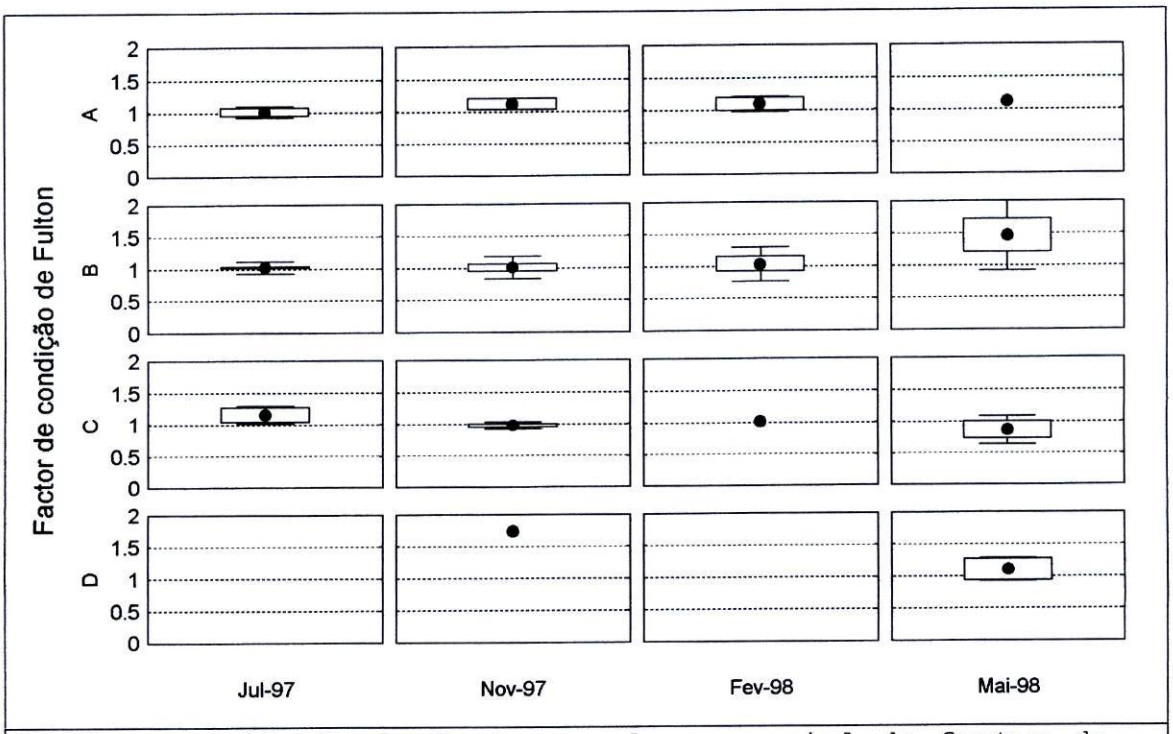


Figura 4.43- Variação temporal e espacial do factor de condição de Fulton da truta

Tabela 4.49 - Análise estatística da variação temporal do factor de condição de Fulton para a truta

	Pontos de amostragem							
	Ponto A		Ponto B		Ponto C		Ponto D	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Teste de Levene	0,519	0,677	24,707	0,000	3,923	0,0022	0,7942	0,4384
ANOVA	1,135	0,377	16,317	0,000	3,980	0,021	10,018	0,050
Teste de Spjotvoll / Stoline p< 0,05	Não existem diferenças significativas		Mai.98 ≠ (Jul.97,Nov.97 Fev.98)		Jul.97 ≠ Mai.98		Não existem diferenças significativas	
Graus de liberdade	3,11		3,138		3,22		1,3	

Seguidamente, apresentam-se os aspectos mais importantes que são sugeridos pela análise de resultados das tabelas 4.45 a 4.49 e da figura 4.43.

- Devido a razões que já anteriormente foram expostas, não foi possível obter valores para os parâmetros de crescimento desta espécie, no ponto A, em Maio de 98; no ponto C, em Fevereiro de 98; e no ponto D, nos meses de Julho de 97, Novembro de 97 e Fevereiro de 98.

- No que se refere à variação espacio-temporal dos valores obtidos para o factor de condição de Fulton, e tal como na espécie anterior, também na truta não parece possível detectar um padrão de variação.

- As diferenças estatisticamente significativas que foram encontradas nos resultados obtidos para o ponto B (Tabela 4.49), bem como a análise da tabela 4.46 e da figura 4.43, parecem indicar um aumento do valor do factor de condição de Fulton entre a época fria e a época quente. Isto pode dever-se a vários factores, dos quais se podem referir, a título de exemplo, o fim da época reprodutora e o início da época de crescimento; o facto de serem estes os meses em que aparecem indivíduos de maiores dimensões, o que pode também contribuir para a tendência observada; por fim, e de certo modo relacionado com o factor anterior, não se deve excluir a hipótese de a proximidade de um açude influir, de alguma forma, na determinação do padrão observado.

- As diferenças estatisticamente significativas que foram encontradas nos resultados obtidos para o ponto C (Tabela 4.49), bem como a análise da tabela 4.47 e da figura 4.43, parecem indicar que a diferença encontrada não traduz um fenómeno com significado ecológico, sendo possivelmente, devida, ao carácter ocasional da presença desta espécie neste local (quer em termos do número de indivíduos presentes, quer em termos da estrutura etária da população presente em cada momento), já anteriormente referido e explicado com base nas condições ambientais presentes.

- No que se refere aos parâmetros da relação peso-comprimento, os valores obtidos para o coeficiente de correlação linear de Pearson são, na generalidade dos casos, muito significativos. Também os valores obtidos para os parâmetros da equação estão, em geral, compreendidos dentro do intervalo de variação destes parâmetros, para esta espécie, descritos na literatura **(FORMIGO, 1997)**.

2.4.3- BOGA

Tabela 4.50 -Parâmetros de crescimento da boga no ponto B			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-4,8218
Mínimo	0,82945	**Log.a**	-1,60201
Média	0,9974	**b**	3,0952
D.padrão	0,0955	**r**	0,9909
Máximo	1,1401	**n**	12
		p	0
Novembro de 1997			
		Ln a	-3,34405
Mínimo	0,7159	**Log.a**	-1,45079
Média	0,8754	**b**	2,4449
D.padrão	0,1220	**r**	0,961082
Máximo	1,0189	**n**	5
		p	0,0081
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-4,22010
Mínimo	0,9377	**Log.a**	-2,2161
Média	0,9933	**b**	2,85082
D.padrão	0,0431	**r**	0,99402
Máximo	1,0332	**n**	5
		p	0,00056
Maio de 1998			
		Ln a	
Mínimo	-	**Log.a**	
Média	0,7302	**b**	
D.padrão	-	**r**	
Máximo	-	**n**	
		p	

Tabela 4.51 - Parâmetros de crescimento da boga no ponto C			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-3,9964
Mínimo	0,8916	**Log.a**	-1,73566
Média	0,98701	**b**	2,71745
D.padrão	0,1029	**r**	0,99082
Máximo	1,1641	**n**	9
		p	0
Novembro de 1997			
		Ln a	-4,97517
Mínimo	0,58309	**Log.a**	-2,1113
Média	0,84918	**b**	3,09215
D.padrão	0,1591	**r**	0,9638
Máximo	1,39661	**n**	71
		p	0
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-5,102276
Mínimo	0,4102	**Log.a**	-2,2161
Média	0,7803	**b**	3,109614
D.padrão	0,1322	**r**	0,96714
Máximo	1,3513	**n**	153
		p	0
Maio de 1998			
		Ln a	-5,37872
Mínimo	0,6603	**Log.a**	-2,33595
Média	0,88035	**b**	3,281989
D.padrão	0,1287	**r**	0,9821
Máximo	1,2326	**n**	45
		p	0

Tabela 4.52 -Parâmetros de crescimento da boga no ponto D			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-7,36035
Mínimo	0,6250	**Log.a**	-3,19655
Média	0,7465	**b**	4,78885
D.padrão	0,1556	**r**	0,589476
Máximo	0,9219	**n**	3
		p	0,59867
Novembro de 1997			
		Ln a	
Mínimo	0,6236	**Log.a**	
Média	0,8531	**b**	
D.padrão	0,3206	**r**	
Máximo	1,0798	**n**	
		p	
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-4,55804
Mínimo	0,53968	**Log.a**	-2,00417
Média	0,83308	**b**	2,84783
D.padrão	0,14887	**r**	0,97758
Máximo	1,0934	**n**	10
		p	0
Maio de 1998			
		Ln a	
Mínimo		**Log.a**	
Média		**b**	
D.padrão		**r**	
Máximo		**n**	
		p	

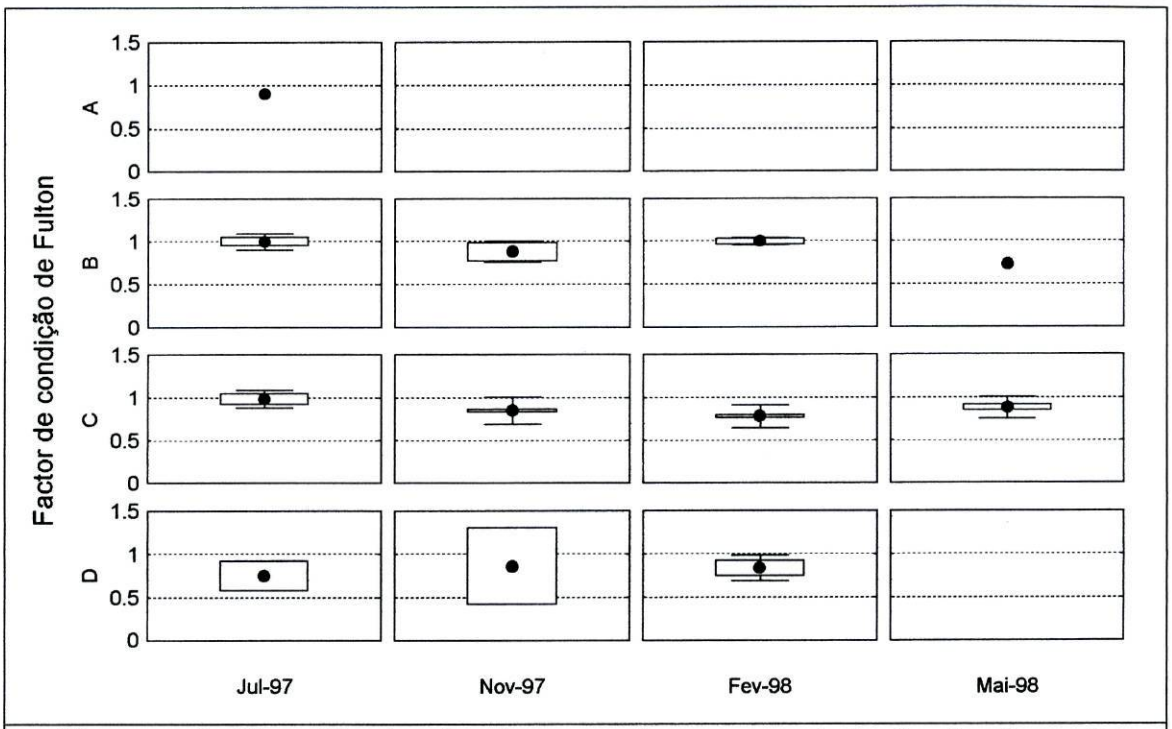


Figura 4.44 - Variação temporal e espacial do factor de condição de Fulton da boga

Tabela 4.53 - Análise estatística da variação temporal do factor de condição de Fulton para a boga

	Pontos de amostragem					
	Ponto B		Ponto C		Ponto D	
	F	p	F	p	F	p
Teste de Levene	2,3469	0,1050	0,7557	0,5198	1,589	0,2441
ANOVA	4,196	0,0195	12,469	0,00	0,3436	0,7159
Teste de Spjotvoll / Stoline p< 0,05	Não existem diferenças significativas		Jul.97 ≠Fev.98 Nov.97 ≠Fev.98 Fev.98 ≠Mai.98		Não existem diferenças significativas	
Graus de liberdade	3,19		3,503		2,12	

Seguidamente, apresentam-se os aspectos mais importantes que são sugeridos pela análise de resultados das tabelas 4.50 a 4.53 e da figura 4.44.

- Devido a razões que já anteriormente foram expostas, não foi possível obter valores para os parâmetros da relação peso-comprimento no ponto B, em Maio; e no ponto D, nos meses de Novembro e Maio.

- No que se refere à variação espacio-temporal do factor de condição de Fulton, esta não parece obedecer a um padrão definido. Como já foi referido, a variação temporal da estrutura etária das populações desta espécie, sobretudo no ponto C, indica a probabilidade de ela se reproduzir, pelo menos neste local. No entanto, esse facto não parece reflectir-se, de uma forma tão nítida, na variação temporal observada para os valores do factor de condição de Fulton.

- Assim, e considerando o que se afirmou no parágrafo anterior, não parece existir uma explicação, no âmbito da dinâmica populacional desta espécie, para as diferenças assinaladas na tabela 4.53, em relação aos valores do factor de condição de Fulton, no ponto C, em Fevereiro de 98. Note-se, no entanto, o grande número de animais presentes no local, num período que corresponde à fase final da época fria e chuvosa. Assim, não é de excluir a existência de uma forte competição intra-específica, agravada pela falta de alimento e pela adversidade das condições ambientais.

- No que se refere aos parâmetros da relação peso-comprimento, os valores obtidos para o coeficiente de correlação linear de Pearson são, na generalidade dos casos, muito significativos, com excepção do resultado relativo ao ponto D, em Julho de 97, provavelmente por ter sido calculado a partir de um número de indivíduos muito pequeno, pertencentes a apenas a uma classe etária.

- Quanto aos valores obtidos para o parâmetro b da equação, estão, de uma forma geral, compreendidos dentro do intervalo de variação descrito para esta espécie **(FORMIGO, 1997)**.

2.4.4- GÓBIO

Tabela 4.54 -Parâmetros de crescimento do góbio no ponto C			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-15,9354
Mínimo	0,7539	**Log.a**	-6,9026
Média	0,9211	**b**	5,383959
D.padrão	0,1449	**r**	0,63067
Máximo	1,0117	**n**	3
		p	0,5656
Novembro de 1997			
		Ln a	-5,13704
Mínimo	0,683309	**Log.a**	-2,09157
Média	0,914531	**b**	3,216043
D.padrão	0,09118	**r**	0,96429
Máximo	1,1005	**n**	19
		p	0
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-4,62963
Mínimo	0,7200	**Log.a**	-2,01062
Média	0,9589	**b**	2,98553
D.padrão	0,1557	**r**	0,98265
Máximo	1,2644	**n**	19
		p	0
Maio de 1998			
		Ln a	-2,08168
Mínimo	0,94583	**Log.a**	-0,90388
Média	1,06269	**b**	3,115732
D.padrão	0,13263	**r**	0,801
Máximo	1,28883	**n**	7
		p	0,030

Tabela 4.55 -Parâmetros de crescimento do góbio no ponto D			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-4,4177
Mínimo	0,92593	**Log.a**	-1,9186
Média	1,05139	**b**	2,93796
D.padrão	0,05003	**r**	0,99511
Máximo	1,1300	**n**	12
		p	0,00004
Novembro de 1997			
		Ln a	-4,87042
Mínimo	0,40492	**Log.a**	-2,11519
Média	0,8083	**b**	3,01301
D.padrão	0,22046	**r**	0,8391785
Máximo	1,4815	**n**	54
		p	0
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-5,877
Mínimo	0,4049	**Log.a**	-2,52948
Média	0,9819	**b**	3,5394
D.padrão	0,2165	**r**	0,97924
Máximo	1,5364	**n**	30
		p	0
Maio de 1998			
		Ln a	-0,58892
Mínimo	1,1839	**Log.a**	-0,25576
Média	1,2541	**b**	1,386362
D.padrão	0,1189	**r**	0,912105
Máximo	1,3913	**n**	3
		p	0,2689

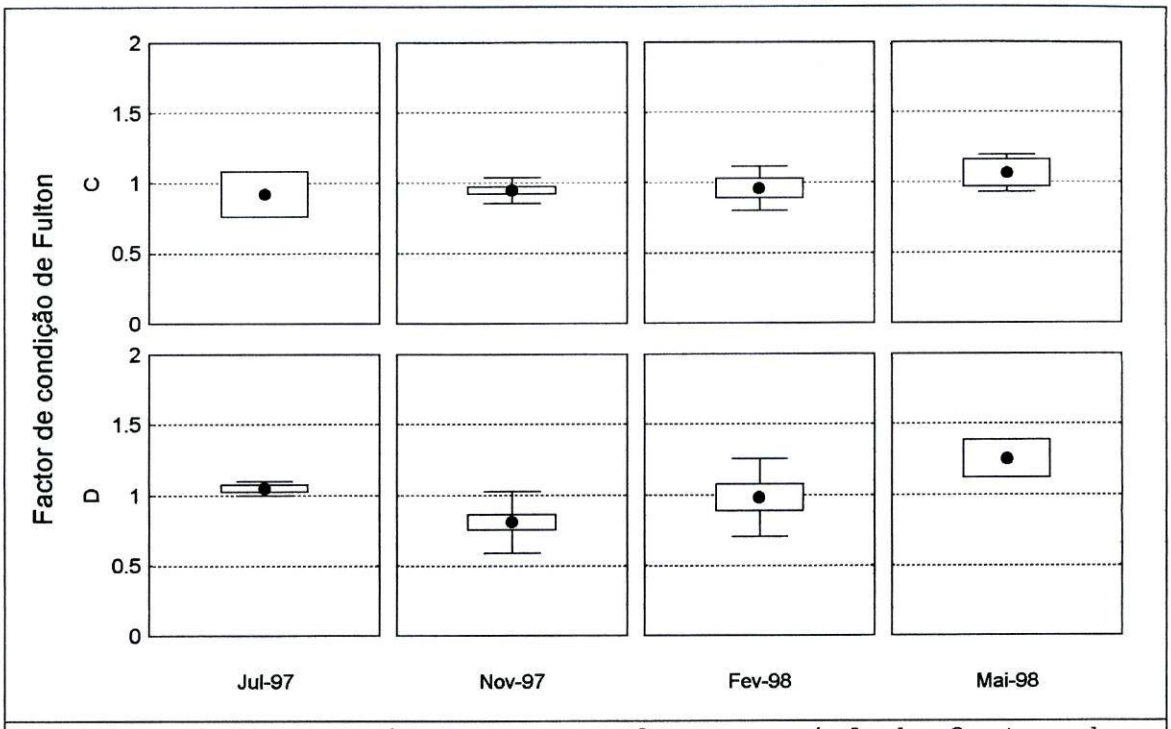


Figura 4.45 - Variação temporal e espacial do factor de condição de Fulton do góbio

Tabela 4.56 - Análise estatística da variação temporal do factor de condição de Fulton para a góbio

	Pontos de amostragem			
	Ponto C		Ponto D	
	F	p	F	p
Teste de Levene	1,606	0,201	4,075	0,009
ANOVA	2,257	0,094	8,519	0,00
Teste de Spjotvoll / Stoline p< 0,05	Não existem diferenças significativas		Nov.97 ≠ Fev.98 Jul.97 ≠ Nov.97	
Graus de liberdade	3,44		3,95	

Seguidamente, apresentam-se os aspectos mais importantes que são sugeridos pela análise de resultados das tabelas 4.54 a 4.56 e da figura 4.45.

- No que se refere à variação espacio-temporal do factor de condição de Fulton, parece existir uma tendência para um aumento do seu valor entre Novembro e Maio, o que, provavelmente, se deve ao processo de maturação sexual dos indivíduos, uma vez que a sua época de reprodução se situa entre Maio e Julho. Esta hipótese parece ser corroborada pelas diferenças encontradas através da ANOVA (Tabela 4.56).

- No que se refere aos parâmetros da relação peso-comprimento, os valores obtidos para o coeficiente de correlação linear de Pearson são, em geral, significativos. As excepções correspondem a amostras com um número muito reduzido de indivíduos e/ou, cujo intervalo de variação do comprimento, e do peso, é muito pequeno, por pertencerem todos à mesma classe etária.

- Quanto aos valores obtidos para o parâmetro b da equação, estes não se afastam muito dos valores teóricos descritos para esta espécie **(FORMIGO & SOUSA, 1994)**, com excepção de alguns casos correspondentes às excepções referidas no parágrafo anterior.

2.4.5- ENGUIA

Tabela 4.57 -Parâmetros de crescimento da enguia no ponto C			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-8,02569
Mínimo	0,12261	**Log.a**	-3,48556
Média	0,1525	**b**	3,47102
D.padrão	0,0187	**r**	0,995208
Máximo	0,1846	**n**	12
		p	0
Novembro de 1997			
		Ln a	-8,21236
Mínimo	0,123	**Log.a**	-3,57961
Média	0,1423	**b**	3,516255
D.padrão	0,014	**r**	0,983556
Máximo	0,163	**n**	7
		p	0
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-2,56525
Mínimo	0,0945	**Log.a**	-1,11407
Média	0,17789	**b**	1,739377
D.padrão	0,14405	**r**	0,638160
Máximo	0,72775	**n**	21
		p	0,0019
Maio de 1998			
		Ln a	-7,36340
Mínimo	0,1389	**Log.a**	-3,19788
Média	0,1601	**b**	3,2798
D.padrão	0,02186	**r**	0,97502
Máximo	0,2109	**n**	10
		p	0,00002

Tabela 4.58 -Parâmetros de crescimento da enguia no ponto D			
Factor de condição de Fulton		Relação peso-comprimento	
Julho de 1997			
		Ln a	-7,155809
Mínimo	0,1001	**Log.a**	-3,10773
Média	0,1383	**b**	3,17319
D.padrão	0,0211	**r**	0,96497
Máximo	0,1833	**n**	18
		p	0
Novembro de 1997			
		Ln a	-7,60053
Mínimo	0,12148	**Log.a**	-3,30295
Média	0,1426	**b**	3,31467
D.padrão	0,0156	**r**	0,98354
Máximo	0,1623	**n**	9
		p	0,000002
Fevereiro de 1998			
		Ln a	-7,59871
Mínimo	0,1142	**Log.a**	-3,30007
Média	0,1369	**b**	3,3084
D.padrão	0,0186	**r**	0,98456
Máximo	0,1673	**n**	16
		p	0
Maio de 1998			
		Ln a	-6,84638
Mínimo	0,119	**Log.a**	-2,97335
Média	0,1629	**b**	3,129198
D.padrão	0,0269	**r**	0,93815
Máximo	0,1997	**n**	6
		p	0,005

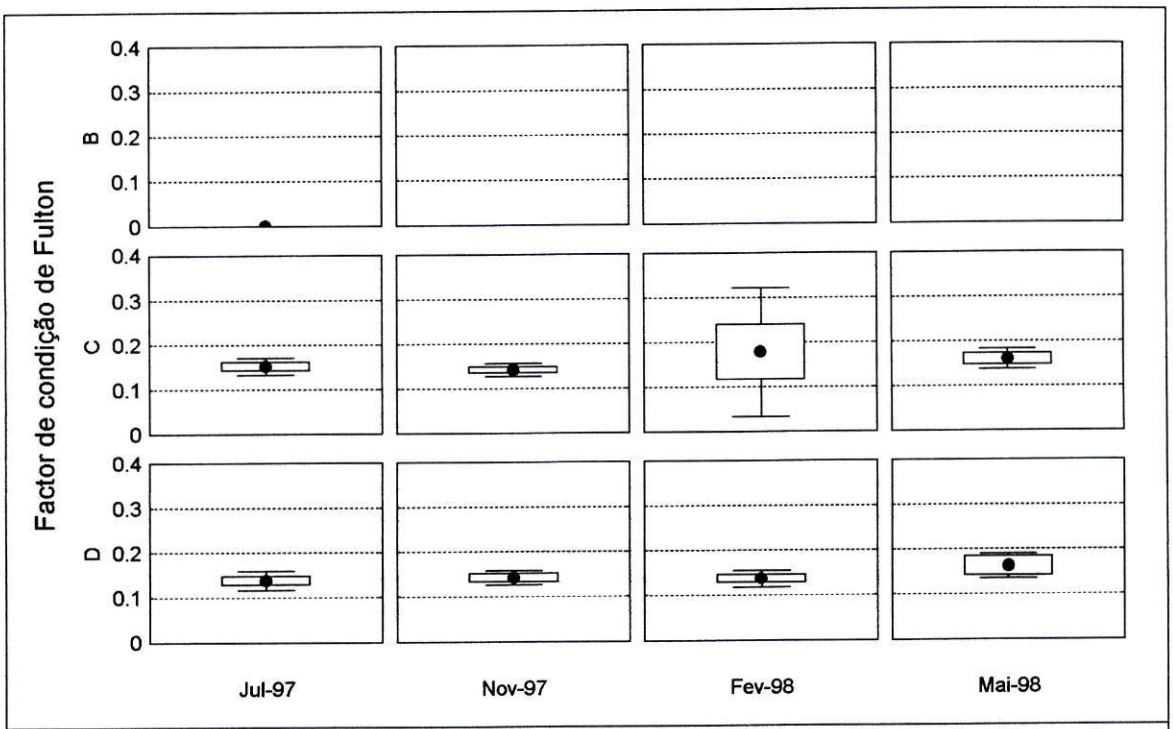


Figura 4.46 - Variação temporal e espacial do factor de condição de Fulton da enguia

Tabela 4.59 - Análise estatística da variação temporal do factor de condição de Fulton para a enguia

	Pontos de amostragem			
	Ponto C		Ponto D	
	F	p	F	p
Teste de Levene	2,6496	0,0599	0,327	0,806
ANOVA	0,3264	0,8063	2,680	0,058
Teste de Spjotvoll / Stoline p< 0,05	Nov.97 ≠ Fev.98		Não existem diferenças significativas	
Graus de liberdade	3,46		3,45	

Apresenta-se seguidamente a síntese dos aspectos mais importantes da análise dos resultados apresentados nas tabelas 4.57 a 4.59 e na figura 4.46.

- No que se refere ao factor de condição de Fulton, a morfologia particular do corpo dos animais desta espécie, faz com que os valores médios deste índice se situem entre 0,1 e 0,2 e não em torno do valor 1, como acontece nas restantes espécies analisadas **(FORMIGO, 1997; FORMIGO & SOUSA, 1994)**.

- Os resultados obtidos para este parâmetro não parecem apresentar qualquer padrão definido de variação temporal.

- Do mesmo modo, embora os resultados obtidos para a ANOVA indiquem a existência de diferenças significativas no ponto C, entre os meses de Novembro de 97 e Fevereiro de 98, estas diferenças não parecem reflectir qualquer fenómeno ecologicamente significativo.

- Relativamente aos parâmetros da relação peso-comprimento, o coeficiente de correlação linear de Pearson é, em geral, muito significativo.

- Quanto aos parâmetros da equação, estes encontram-se, de uma maneira geral, dentro do intervalo de variação descrito na literatura **(FORMIGO, 1997; FORMIGO & SOUSA, 1994)**.

2.5- SÍNTESE

A constituição e a distribuição espacial e temporal da comunidade piscícola do rio Ardena parecem resultar, não só das características naturais do próprio curso de água, mas também do efeito provocado pela mini-hídrica que se localiza neste curso de água. Nos parágrafos seguintes serão referidos alguns dos aspectos que melhor descrevem a dinâmica desta comunidade.

- A comunidade piscícola estudada parece ser constituída por populações que funcionam isoladamente. Esta hipótese baseia-se na análise da variação temporal da composição da comunidade, e da respectiva estrutura etária, nos vários locais amostrados (Figura 4.36).

- Entre outras causas, a hipótese apresentada no parágrafo anterior pode ser devida aos seguintes factores:

- o efeito da barragem, que impede o movimento ascendente e descendente das diferentes populações;

- as características naturais do curso de água, já que, ao longo do seu curso, existem várias quedas de água de pequenas dimensões e, entre a barragem da mini-hídrica e a central de descarga, existe uma queda de água de grande altura;

- a existência de uma sucessão de açudes, localizados ao longo de todo o curso do rio.

- Assim, a comunidade piscícola localizada no Ponto A é dominada pelo escalo; no ponto B é dominada pela truta; no Ponto C é dominada pela boga e, no Ponto D, é dominada pelo góbio e pela enguia (Figura 4.36).

- As populações existentes nos locais A e B, sobretudo as da espécie dominante, parecem ser auto-sustentadas e estabilizadas. Este facto é corroborado pela análise da variação temporal da sua estrutura etária (Tabelas 4.22, 4.23, 4.26, 4.27, 4.30 e 4.31).

- As populações existentes nos locais C e D, parecem estar menos estabilizadas, apresentando uma maior variabilidade na sua composição. Este facto é corroborado pela análise da variação temporal da sua estrutura etária (Tabelas 4.24, 4.25, 4.36, 4.37, 4.38 e 4.39). A proximidade do rio Paiva pode influenciar as deslocações dos indivíduos destas populações, contribuindo para a sua variabilidade. Também a drástica redução de caudal do rio, provocada pelo funcionamento da mini-hídrica, e que é particularmente sensível no Ponto C, bem como a acentuada perturbação do regime de caudais, devida às descargas da mesma, que se faz sentir no Ponto D, poderão explicar, pelo menos em parte, os resultados obtidos.

- Na generalidade das datas de amostragem, e para o conjunto dos locais estudados, não foram detectados problemas significativos de crescimento dos animais. A maioria dos valores obtidos situava-se dentro do intervalo de variação que se encontra descrito na literatura. A maior parte das excepções pôde ser explicada com base no reduzido número de indivíduos que compunha a amostra e/ou, na uniformidade do intervalo de variação do respectivo comprimento.

- No que se refere ao impacto da mini-hídrica existente neste rio sobre a comunidade piscícola, este parece evidente no troço de rio situado a jusante da mesma. A drástica diminuição do caudal entre a barragem e a central, conjugada com a grande variabilidade do regime de caudais entre a

central e a foz do rio, provocaram alterações sensíveis na composição e na dinâmica desta comunidade.

- Quanto ao troço de rio situado a montante da mini-hídrica, a diversidade da composição específica encontrada a montante e a jusante da mesma faz supor que existe, sem dúvida um efeito de barreira, com repercussões na dispersão espacial dos indivíduos das diferentes espécies. No entanto, as características naturais do rio, e o conjunto de açudes existentes, muito mais antigos do que a mini-hídrica, podem igualmente ter contribuído para a situação existente, sem que os dados recolhidos no presente trabalho permitam distinguir qual a magnitude do efeito de cada um destes factores.

- Finalmente, e ainda em relação à influência das características naturais do rio sobre a estrutura e dinâmica da comunidade piscícola, a existência do "Rego do Boi", já anteriormente referido, também influenciou, certamente, esses parâmetros. No entanto, também não é possível, com base nos dados recolhidos, quantificar a magnitude dessa influência.

V- CONCLUSÕES

1-CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados neste trabalho, e em virtude de não existirem outros estudos anteriores para este rio, as conclusões que se podem retirar destes resultados baseiam-se, quer na sua interpretação e discussão, quer na comparação com outros trabalhos do mesmo género que se efectuaram para rios e obras hidráulicas semelhantes.

O facto de existir um número reduzido de trabalhos sobre mini-hídricas, bem como a ausência de informações detalhadas sobre o rio Ardena, anteriores à construção da infra-estrutura em estudo, colocou algumas limitações à análise e interpretação dos resultados obtidos.

Assim, serão apresentadas, nos parágrafos seguintes, as conclusões sugeridas pela análise dos resultados relativos aos factores físico-químicos e à comunidade piscícola.

- No que se refere aos factores físico-químicos, a mini-hídrica não parece ter provocado alterações significativas ao longo do período de tempo em que decorreu o estudo, já que o padrão de variação encontrado parece ser causado mais pela sazonalidade das características climatéricas do que pelo funcionamento da mesma.

- A análise dos factores físico-químicos demonstrou tratar-se de um rio com uma boa qualidade de água, rico em oxigénio, adequado a populações salmonícolas e com elevada capacidade de auto-depuração, não se encontrando qualquer fonte de poluição com significado ecológico.

- Como atrás se referiu, não parece existir uma grande relação entre as variações encontradas e o funcionamento da mini-hídrica, quer no que se refere ao tempo de retenção da água na albufeira, quer quanto ao regime de descargas, que implica grandes variações diárias de caudal e de profundidade na secção inferior do rio. Este facto é corroborado pela variação paralela da grande maioria dos factores físico-químicos, tanto nas zonas a montante como a jusante da mini-hídrica.

- A comunidade piscícola estudada parece ser constituída por populações que funcionam isoladamente.

- Entre outras causas, a hipótese apresentada no parágrafo anterior pode ser devida aos efeito da barragem; às características naturais do curso de água, e à existência de uma sucessão de açudes, localizados ao longo de todo o curso do rio.

- A comunidade piscícola localizada no Ponto A é dominada pelo escalo; no ponto B é dominada pela truta; no Ponto C é dominada pela boga e, no Ponto D, é dominada pelo góbio e pela enguia.

- As populações existentes nos locais A e B, sobretudo as da espécie dominante, parecem ser auto-sustentadas e estabilizadas.

- As populações existentes nos locais C e D, parecem estar menos estabilizadas, apresentando uma maior variabilidade na sua composição. A proximidade do rio Paiva; a drástica redução de caudal do rio, que é particularmente sensível no Ponto C; a acentuada perturbação do regime de caudais, que se faz sentir no Ponto D; e a existência do "Rego do Boi", já anteriormente referido, poderão explicar, pelo menos em parte, os resultados obtidos.

Assim, em termos gerais, parece poder concluir-se que o Rio Ardena se apresenta em boas condições ecológicas. O único factor adverso encontrado é a existência de uma central mini-hídrica que, para além de um provável efeito de barreira à deslocação dos animais ao longo de todo o curso do rio, tem sobretudo um forte impacto na secção final do mesmo, devido às fortes perturbações que introduz no regime natural de caudais.

2 - MEDIDAS MINIMIZADORAS

O estudo apresentado neste trabalho tinha como um dos seus principais objectivos, avaliar as alterações provocadas na comunidade piscícola pela introdução de uma mini-hídrica para produção energia eléctrica, no rio Ardena. Porém, este trabalho ficaria incompleto se não fossem propostas medidas que pudessem minorar essas alterações e, eventualmente, ser aplicadas noutros estudos sobre infra-estruturas hidráulicas.

Assim, nos parágrafos seguintes são indicados alguns dos aspectos a serem considerados na formulação das medidas mimimizadoras.

- Apostar no desenvolvimento de trabalhos experimentais que visem a compreensão das relações de causa-efeito que se estabelecem em sistemas fluviais intervencionados, de forma a prevenir determinadas consequências mais nefastas para o equilíbrio dos meios aquáticos **(PETTS, 1984)**. Outros trabalhos, igualmente úteis para prever as alterações produzidas, são estudos que avaliem o mecanismo de resposta utilizado por determinados organismos face a meios ecologicamente perturbados. Só assim será possível estabelecer um diagnóstico seguro sobre o efeito das infra-estruturas hidráulicas nos meios aquáticos e propor medidas compensatórias eficazes.

- Comparar os estudos de regularização de caudal, efectuados para diferentes bacias hidrográficas e criar modelos globais que possam ser aplicados com viabilidade ao cálculo do caudal ecológico adequado, quando da construção de novas infra-estruturas. Simultaneamente, através de medidas legais, assegurar que se mantenham, durante todo o ano, os caudais necessários à sobrevivência das comunidades biológicas situadas a jusante das albufeiras **(PETTS, 1989)**.

- Garantir a continuidade do sistema natural, por forma a que as infra-estruturas hidráulicas não funcionem como barreiras intransponíveis, impedindo que algumas das espécies mais características dos rios completem os seus ciclos de vida. Para isso, deveria ser assegurada, através de um regime legal adequado e eficaz, a colocação e controlo permanente do funcionamento de sistemas de transposição para peixes, garantindo também que os referidos dispositivos sejam compatíveis com as populações piscícolas existentes. **(ALEXANDRINO, 1990)**.

- Reformular a legislação relativa às zonas e períodos de pesca desportiva, por forma a que esta não se possa efectuar em locais onde ponha em causa o desaparecimento de formas endémicas. **(VALENTE, 1991)**

- Reconsiderar a realização de novas intervenções hidráulicas nas bacias hidrográficas que ainda não foram sujeitas a modificações profundas das suas características originais.

- Implementar medidas compensatórias, que tenham resultado de uma análise conjunta e integrada dos trabalhos de carácter ambiental e dos resultados provenientes dos modelos utilizados pelos engenheiros hidráulicos, utilizando uma mesma metodologia para efectuar uma

gestão equilibrada dos caudais, que não prejudique o equilíbrio do meio aquático **(MARGALEF, 1983)**.

O conjunto de medidas propostas, parece indicar que a solução para este problema se baseia na diminuição das barreiras de comunicação entre os ecólogos e os engenheiros hidráulicos, sobretudo na forma como integram a informação que será utilizada na construção de novos empreendimentos.

Assim, as novas metodologias a desenvolver devem resultar de uma unificação dos modelos utilizados pelos engenheiros e dos modelos utilizados pelos ecólogos. Os modelos utilizados pelos engenheiros, apesar de estimarem objectivamente a evolução dos parâmetros hidráulicos do curso de água (por exemplo, caudal, velocidade da corrente, profundidade, etc.), quando aplicados às comunidades biológicas revelam-se desadequados e de baixa precisão. Em contrapartida, as análises efectuadas pelos ecólogos, não incluem muitos dos fenómenos hidráulicos que são igualmente importantes para a precisão das previsões efectuadas.

De facto, é através da reunião das diferentes áreas e da sua interligação, que é possível gerar um entendimento que permitirá, no futuro, encontrar as soluções mais adequadas, que salvaguardem o ambiente e que promovam uma gestão mais eficaz dos rios.

VI-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, P. & VALENTE, A., 1990. **Tabela dicotómica para a identificação de peixes de água doce de Portugal.** Instituto de Zoologia "Dr. Augusto Nobre", Publicações Avulsas.

ALEXANDRINO, P. J. B., 1990. **Dispositivos de transposição de barragens para peixes migradores, em deslocações para montante.** Trabalho de Síntese, Universidade do Porto, policopiado.

ALLAN, J., 1995. **Stream ecology - structure and function of running waters.** Chapman & Hall.

ALMAÇA, C. , 1968. Os peixes de água doce e a zoogeografia da Península Ibérica. *Actual. Biol.* **40**: 125-148.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1992. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 18th. Ed.

ARMENGOL, J; RIERA, J; MORGUI, J., 1989. Major ionic composition in the spanish reservoirs. *Verh. Internat. Verein. Linol.* **25**: 1294-1306.

BAGENAL, T., 1978. **Methods for the assessment of fish producion in freshwaters.** IBP Handbock n°3. Blackwell Scientific Publications Ltd., London.

BAGLINAERE, J.; CASTANET, J.; CONAND, F.; MEUNIER, F., 1991. **Tissus durs et âge individuel des vertébrés.** ORSTOM/INRA, Collection Colloques et Séminaires.

BHATTACHARYA, C. G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics* **23**: 115-135.

BRANCO, R.; GUIMARÃES, C.; COELHO, M., 1992. Avaliação da qualidade da água das albufeiras a norte do país através de parâmetros biológicos. *Actas da 3ª Conferência Nacional do Ambiente*. Aveiro. Pág: 151-160.

CORTES, R., M., 1989. **Biotipologia de ecossistemas lóticos do nordeste de Portugal.** Dissertação de Doutoramento em Engenharia Florestal apresentada à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

CORTES, R. M.; FERREIRA, M., T.; PINHEIRO, A. N., 1997. Efeitos de pequenas obras fluviais transversais sobre os ecossistemas fluviais: os casos dos açudes do Rio Poio.

Simpósio sobre aproveitamentos hidroeléctricos. Lisboa, 19 a 21 de Junho.

COSTA, A. S., 1997. Mini-hídrica em Portugal: Passado, Presente e Futuro. *Simpósio sobre aproveitamentos hidroeléctricos*. Lisboa, 19 a 21 de Junho.

DAGNELIS, P., 1973. **Estatística: teoria e métodos**. (2 vol). Publicações Europa-América.

FERREIRA, M. T; OLIVEIRA, J.; SANTOS, G., 1996. Estrutura e variação anual da fauna piscícola do rio Tejo a jusante da albufeira de Belver com ênfase nas espécies migradoras. *Recursos hídricos* **16**: 49-58.

FERREIRA, M., T.; GODINHO, F., N.; ALBUQUERQUE, A. M., 1997. Formas de uso sustentado das comunidades piscícolas em albufeiras e a sua conciliação com outros usos. *Simpósio sobre aproveitamentos hidroeléctricos*. Lisboa, 19 a 21 de Junho.

FORMIGO, N. & SOUSA, J. A., 1994. **Algumas características da ictiofauna da bacia hidrográfica do rio Paiva.** *4°Conferência Nacional Sobre a Qualidade do Ambiente*, Lisboa, Portugal, **Volume III**: 6-10.

FORMIGO, N., 1997. **A bacia hidrográfica do rio Âncora - Caracterização ecológica e potencialidades bio-económicas para a prática da pesca desportiva.** Dissertação de Doutoramento em Biologia, apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Policopiado.

FRASON, M., A.,1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18° ed. APHA.

GRANADO, L. C., 1997. Ictiofauna de embalses españoles: ideas para su conservacion. In: *Conservacion, recuperacion y gestion de la ictiofauna continental Ibérica.* Editor: C. Granado-Lorencio. Publicaciones de la Estacion de Ecologia Aquatica. Sevilha.

GREENACRE, M. J., 1984. **Theory and apllications of correspondence analysis**. Academic Press.

HYNES, H. B. N., 1970. **The ecology of running waters.** Liverpool University Press.

MARGALEF, R., 1976. Limnologia de los Embalses Españoles. Direccion General de Obras Hidráulicas. M.O.P., Madrid.

MARGALEF, R.; 1983. **Limnologia**. Ediciones Omega, Barcelona.

MUUS, B. J. & DAHLSTROM, P., 1981. **Los peces de agua dulce de Espana y de Europa**. Omega, Barcelona.

NAUWERK, A., 1962. Zur Systematematik und Okologie Pootugiesischer Olanktonalgem. *Memórias da Sociedade Broteriana*, pag.15-17

NISBET, M & VERNEAUX, J., 1970. Composantes chimiques des eaux courantes - discussion et proposition de classes en tant que bases d´interprétation des analyses chimiques. *Annales de Limnologie*, **6(2)**: 161-190.

PAULY, D. & CADDY, J. F., 1985. **A modification of Battacharya´s method for the analysis of mixtures of normal distributions**. FAO Fisheries Circular n° 781.

PECL, K.; HISEK, K.; MALY, J., 1990. **Fishes of lakes and rivers**. Magna Books, Leicester.

PETTS, G. E., 1984. **Impounded Rivers**. John Wiley. Chichester.

PETTS, G E., 1989. Perspectives for ecological management of regulated rivers. In: Alternatives in regulated river management. *CRS Press*, Boca Raton, Pag: 3-24.

PENCZACK, T., 1985. Influence of site area on estimation of density of fish populations in small river. *Aquaculture and Fisheries Management* **1**: 273-285.

RIERA, J.; MARTI, J.; MORGUI, 1989. Changes in the trophic state of spanish reservoirs during the last sixteen years. *Verh. Internat. Verein. Lmnol.* **24**: 1370-1376.

RODIER, 1984. **L`analyse de l´eau**. Dunod, 7éme Ed.

RODRIGUES, L.; CORTES, R., 1994. Produtividade piscícola de um rio de montanha (rio Olo, Parque Natural do Alvão). *Actas da 4ª conferência Nacional sobre a qualidade do ambiente*. Lisboa. Portugal

SABATER, S. & NOLLA, J. 1989. Distibutional patterns of phytoplanton in Spanish reservoirs. First results and comparisons after 15 years. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **24**: 1371-1375.

STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R., 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res Bd Can* **167**.

SCHERRER, B., 1984. **Biostatistique**. Gaetan Morin, Editeur.

SEBER, G. A. F , 1982. **The estimation of animal abundance and related parameters**. Charles Griffin & Company, London.

SPARRE, P.; URSIN, E.; VENEMA, S., 1989. **Introduction to tropical fish assessment**. FAO Fisheries Technical Paper 306.

TEROFAL, F., 1991. **Peces de agua dulce**. Guias da Naturaleza Blume.

VALENTE, A., 1993. **Biologia e dinâmica das populações de truta de rio *Salmo trutta* L. da bacia hidrográfica do rio Lima**. Dissertação de Doutoramento em Biologia apresentada à faculdade de Ciências da Universidades do Porto.

VALENTE, A. C. N., 1985. **A escalimetria em estudo de idade e crescimento**. Relatório para trabalho prático. Provas de Aptidão Científica e Capacidade Pedagógica. Policopiado.

VALENTE, A. C. N. 1981. Alterações da ictiofauna dos nossos cursos de água relacionadas com a construção de barragens. *Recursos Hídricos* **12**: 11-57.

WEATHHERLEY, A. & GILLS, H. 1987. **The biology of fish growt**. Academic Press.

WELCOME, R. L, 1985. **River fisheries**. FAO *Fisheries Tecnhical Paper*, 262. FAO , Roma.

WELSCH, R. S., 1948. **Limnological methods**. McGraw-Hill Book Company, Inc., London.

WETZEL, R. G., 1983. **Limnologia**. Serviço de Educação, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.