

Ana Patrícia Milheiro Lopes

EFEITO DA ORIGEM DOS ALEVINS E DO MANEIO ALIMENTAR NO CRESCIMENTO INICIAL DE TRUTA ARCO-ÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

Trabalho de Projeto

Mestrado em Tecnologias da Produção Animal



Dezembro, 2018

Ana Patrícia Milheiro Lopes

EFEITO DA ORIGEM DOS ALEVINS E DO MANEIO ALIMENTAR NO CRESCIMENTO INICIAL DE TRUTA ARCO-ÍRIS (*Oncorhynchus mykiss*)

Trabalho de Projeto

Mestrado em Tecnologias da Produção Animal

Trabalho efetuado sob orientação de

Prof. José Manuel Costa

Dezembro, 2018



“As doutrinas expressas neste trabalho são da exclusiva responsabilidade do autor.”

AGRADECIMENTOS

- Em primeiro lugar quero agradecer ao Sr. Bruno e ao Sr. Rogério da Truticultura do Paivó, por me terem aceite a realização deste ensaio e por toda a disponibilidade prestada durante toda a parte pratica, que foi fundamental para a realização deste trabalho.
- Ao Professor José Manuel Costa por ter aceite ser meu orientador e por toda a orientação e apoio prestado ao longo deste trabalho.
- À minha mãe por sempre ter acreditado em mim e me ter ajudado nesta longa caminhada, sem ela não seria possível.
- À minha família que sempre contribuiu para a realização deste trabalho.
- Aos meus amigos que nunca me deixaram desistir e sempre me fizeram acreditar que isto era possível.

RESUMO

A aquacultura é uma prática antiga, que tem como objetivo a produção, crescimento, desenvolvimento e comercialização de organismos aquáticos, animais ou vegetais. Esta engloba a produção piscícola (piscicultura) e representa atualmente um terço do abastecimento mundial, crescendo cerca de 8,8% por ano. Em Portugal a aquacultura não ultrapassa os 6% relativamente ao total de capturas e a produção de peixes de água doce representa uma fração mais reduzida, quase exclusivamente de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*).

A truta arco-íris é um salmonídeo carnívoro, caracterizado por ter um crescimento rápido. Para a sua produção intensiva é necessário conhecer as fases de desova e fecundação, incubação, alevinagem e engorda. Para além disto, a sua genética, a alimentação fornecida e a qualidade da água têm um papel fundamental no sucesso da produção.

Este trabalho experimental foi realizado numa truticultura localizada no rio Paivó, afluente do rio Paiva, na localidade de Castro Daire. Neste âmbito foi realizado um ensaio de crescimento da espécie truta arco-íris, em que foram estudadas duas origens distintas (Espanha e Portugal) e a influencia da frequência de alimentação diária. Foram calculados os parâmetros de crescimento: curva de crescimento, o GMD e ICA e foram realizadas análises à água de modo a analisar os parâmetros físico-químicos. Foi também realizada uma análise estatística às pesagens obtidas Espanha de modo a poder perceber qual a influencia da frequência de alimentação.

Para o mesmo período de ensaio, o lote de Espanha tem um crescimento mais elevado com um peso vivo médio final de 14,01g, que o do Marão de 7,44g. Quanto à frequência de alimentação, apesar das análises estatísticas não revelarem diferenças significativas, graficamente foi possível observar que há um maior crescimento nos tratamentos, em que o número de refeições é superior. Já as análises da água revelaram que os parâmetros físico-químicos foram favoráveis ao crescimento da espécie durante o período de ensaio.

Palavras-chave: crescimento, truta arco-íris, alimentação, parâmetros físico-químicos da água

ABSTRACT

Aquaculture is an ancient practice that aims to produce, grow, develop and commercialize aquatic, animal or plant, organisms. This includes fish production (fish farming) and currently accounts for a third of world supply, growing by 8.8% per year. In Portugal, aquaculture does not exceed 6% of total catches and freshwater fish production represents a smaller fraction, almost exclusively of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) (Martins *et al.*, 2011; Padrón *et al.*, 2010; Rocha, 2011).

Rainbow trout is a carnivorous salmonid, characterized by rapid growth. For its intensive production it is necessary to know the phases of spawning and fertilization, incubation, raising and fattening. In addition, its genetics, feed supply and water quality play a key role in the success of production.

This experimental work was carried out in a trout farm located in the Paivó river, affluent of the Paiva river, near Castro Daire. In this context a growth test of the rainbow trout was carried out, in which two different origins (Spain and Marão) were studied and the influence of the daily feeding frequency. Growth parameters such as growth curve, medium daily gain (GMD) and food conversion ratio (ICA) were calculated, and water analysis was performed to analyze the physicochemical parameters. A statistical analysis was also performed on the weighings obtained in order to compare the treatments.

After analyzing the graphics, it was possible to conclude that for the same test period, the Spain batch showed a higher growth with a final average weight of 14.01 g, than Marão batch of 7.44 g. Regarding the frequency of feeding, although the statistical analyzes did not reveal significant differences, graphically it was possible to observe that there is a greater growth in the treatments 2, in which the higher number of meals. The water analysis revealed that the physicochemical parameters were favorable to the growth of the species during the test period.

Key words: growth, rainbow trout, feeding, water physical-chemical parameters

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	IV
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE GERAL.....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. IMPORTÂNCIA DA AQUACULTURA NO MUNDO	3
2.2. AQUACULTURA EM PORTUGAL	4
2.3. TRUTA ARCO-ÍRIS.....	5
2.3.1. Taxonomia	5
2.3.2. Descrição Geral.....	5
2.3.3. Descrição Morfológica.....	6
2.3.4. Ciclo de Vida.....	6
2.3.5. Habitat	9
2.3.6. Alimentação	9
2.4. TRUTA ARCO-ÍRIS EM SISTEMA DE PRODUÇÃO.....	9
2.4.2. Ciclo Produtivo.....	10
2.4.2.1. Desova e Fecundação	11
2.4.2.2. Incubação	13
2.4.2.3. Alevinagem	14
2.4.2.4. Engorda.....	15
2.4.3. Alimentação	16
2.4.4. Qualidade da Água.....	18

2.4.4.1.	Temperatura	19
2.4.4.2.	Oxigénio dissolvido	21
2.4.4.3.	pH	23
2.4.4.4.	Ferro	24
2.4.4.5.	Amónia	25
2.4.4.6.	Nitrito e nitrato	26
2.4.4.7.	Fósforo.....	27
2.4.4.8.	Fosfatos	27
2.4.4.9.	Sulfato	27
2.4.4.10.	Dureza total.....	28
2.4.5.	Controlo de pragas e predadores.....	28
2.4.6.	Controlo da Produção	29
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1.	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ENSAIO.	30
3.1.1.	Infra- Estruturas da Truticultura	31
3.2.	CICLO PRODUTIVO DA TRUTA ARCO-ÍRIS NA TRUTICULTURA	32
3.2.1.1.	Incubação	32
3.2.1.2.	Alevinagem	34
3.2.1.3.	Engorda.....	35
3.2.2.	Manejo Geral.....	35
3.2.2.1.	Alimentação	35
3.3.	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	37
3.3.1.	Recolha de Dados	38
3.3.1.1.	Dados Semanais	38
3.3.1.2.	Dados Mensais	41
3.3.1.3.	Tratamento estatístico	43
4.	RESULTADOS	44

4.1.	ENSAIO DE CRESCIMENTO	44
4.1.1.	Curva de Crescimento	45
4.1.2.	GMD	47
4.1.3.	ICA	49
4.2.	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	50
4.2.1.	Temperatura	50
4.2.2.	Oxigênio Dissolvido.....	50
4.2.3.	pH	50
4.2.4.	Ferro	51
4.2.5.	Amônia	52
4.2.6.	Nitrato e Nitrito	52
4.2.7.	Fósforo.....	53
4.2.8.	Fosfato	54
4.2.9.	Sulfato	54
4.2.10.	Dureza de Cálcio	55
5.	DISCUSSÃO	56
6.	CONCLUSÕES	62
7.	REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	.....	68
Anexo 1	.....	68
Anexo 2	.....	69
Anexo 3	.....	70
Anexo 4	.....	71
Anexo 5	.....	72
Anexo 7	.....	74
Anexo 8	.....	75
Anexo 9	.....	76

Anexo 10 77

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Curva de Crescimento médio dos peixes dos tratamentos Marão (M1 e M2) e Espanha (E1 e E2).....	45
Gráfico 2. Curva de Crescimento ente os lotes de Espanha (E) e Marão (M) .	46
Gráfico 3. Ganho médio diário entre os tratamentos do Marão (M1 e M2) e de Espanha (E1 e E2).....	47
Gráfico 4. Ganho médio diário (GMD) entre o lote de Espanha e Marão	48
Gráfico 5. índice de conversão alimentar corrigido (ICAc) entre os tratamentos de Espanha e os do Marão	49
Gráfico 6. Índice de conversão alimentar entre os lotes de Espanha e do Marão	49
Gráfico 7. Evolução da temperatura ao longo do ensaio de crescimento.....	50
Gráfico 8. Evolução do pH ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)	51
Gráfico 9. Evolução do ferro ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)	51
Gráfico 10. Evolução da amónia ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)	52
Gráfico 11. Evolução do nitrito ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)	53
Gráfico 12. Evolução do nitrato ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)	53
Gráfico 13. Evolução do fosfato ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)	
Gráfico 14. Evolução do fósforo ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)	53

Gráfico 15. Evolução da dureza de cálcio ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE).....	55
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Produção de Aquacultura em Portugal entre 2004 e 2016	4
Figura 2. Truta arco-Íris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	5
Figura 3. Ninho com ovos de truta arco-íris	8
Figura 4. Larvas de truta arco-íris com saco vitelino.....	8
Figura 5. Ciclo Produtivo da truta arco-íris (adaptado).....	11
Figura 6. Incubadora vertical de bandejas sobrepostas com ovos de truta arco-íris.....	14
Figura 7. Vista aérea da Truticultura do Paivó, Castro Daire	30
Figura 8. Planta esquemática da Exploração da Truticultura do Paivó.....	31
Figura 9. Redes de entrada dos tanques	32
Figura 10. Bandejas de incubação	33
Figura 11. Caixas de transporte de ovos nos tanques de incubação.....	33
Figura 12. Bandejas de incubação com ovos de Truta Arco-Íris.....	33
Figura 13. Alevins de truta arco-íris.....	34
Figura 14. Tanques exteriores para alevinagem	34
Figura 15. Antibiótico administrado aos peixes	36
Figura 16. Pesagem das amostras de peixes	39
Figura 17. Curva de crescimento inicial da truta arco-íris	40
Figura 18. Fotómetro de bancada multi-paramêtros	42

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Composição Nutricional do Alimento por etapa (%) (de la Oliva, 2011)	16
Tabela 2. Frequência de alimentação diária por etapa (de la Oliva, 2011)..	16
Tabela 3. Taxa de ração por % de peso vivo (Tabata, 2006).....	17
Tabela 4. Diferentes métodos de alimentação de peixes (de La Oliva, 2011)	18
Tabela 5. Valores padrão dos parâmetros da água para a produção de truta arco-íris (Adaptado anônimo, 2009).....	19
Tabela 6. Ensaio de Crescimento da Truta Arco-íris na Truticultura do Paivó	37
Tabela 7.Periodicidade da recolha de amostras de água no ensaio de crescimento	41
Tabela 8.Resultados do ensaio de crescimento na Truticultura do Paivó	44
Tabela 9. Resultados dos valores das pesagens e análise de variância entre E1 e E2.....	46
Tabela 10. Resultados dos valores do GMD e análise de variância entre E1 e E2	48

1. INTRODUÇÃO

A aquacultura é uma prática antiga, que tem como objetivo a produção, crescimento, desenvolvimento e comercialização de organismos aquáticos, animais ou vegetais. No entanto, esta permaneceu apenas como meio de subsistência de baixo nível em relação a outras atividades agrícolas até meados do século XX, quando foram aplicadas práticas de criação de salmão, truta, vários peixes tropicais e espécies de camarão. Atualmente é uma indústria importante caracterizada por uma enorme diversidade a nível das vastas espécies cultivadas como também dos diferentes sistemas de cultivo (Martins *et al.*, 2011; Padrón *et al.*, 2010; Rocha, 2011).

Uma vertente da aquacultura, a piscicultura, é definida pelo uso de peixes que são criados num meio isolado do seu habitat natural, tendo-se vindo a desenvolver desde tempos antigos. Porém recentemente tem atingido uma grande evolução devido às vantagens económicas que apresenta (Padrón *et al.*, 2010).

A produção de salmonídeos teve um contributo precursor para o desenvolvimento da aquacultura industrial, em que os primeiros trabalhos sobre nutrição piscícola foram efetuados em diversas espécies de trutas e, atualmente, a produção baseia-se para fins aquícolas e de pesca desportiva (Rocha, 1991).

Sendo os primeiros trabalhos realizados na espécie truta arco-íris, esta produção cresceu de forma exponencial desde os princípios dos anos 50, especialmente na Europa e posteriormente no Chile. É das espécies de água doce com maior produção, pois tolera uma vasta gama de condições ambientais (Woynarovich *et al.*, 2010).

A truta arco-íris é um das principais espécies produzidas em aquacultura na Europa, devido à sua plasticidade, rápido crescimento e alta conversão alimentar. Para além disso, por ter um período relativamente curto de incubação e a possibilidade de desovar em qualquer época do ano, faz da produção desta espécie uma escolha bastante rentável (Drimity, 2013).

Em Portugal a produção de trutas teve um grande desenvolvimento nas últimas décadas devido à sua fácil adaptação em cativeiro e à existência de temperaturas ótimas exigidas por esta espécie. Nos rios mais a Norte os parâmetros físico-químicos e biológicos são perfeitamente adequados à produção de trutas, tendo em conta que um requisito indispensável é ter um abastecimento de água de alta qualidade. Contudo, devem ser aplicadas regras estreitas de modo a otimizar a produção (Maurício, 2003).

Este trabalho tem por objetivo avaliar o crescimento inicial de dois lotes de truta arco-íris de diferentes origens (Marão e Espanha), avaliar os parâmetros físico-químicos da água e condições de manejo alimentar, de forma a poder detetar aspetos a melhorar no manejo da exploração e propor ações de melhoria para otimizar a produção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. IMPORTÂNCIA DA AQUACULTURA NO MUNDO

Segundo a Organização da Alimentação e Agricultura das Nações Unidas (FAO) a aquacultura é “a produção de organismos aquáticos: peixes, moluscos, crustáceos, plantas aquáticas, crocodilos, jacarés, tartarugas e anfíbios”. Esta requer a propriedade individual ou coletiva do lote produzido, implicando a intervenção no processo de criação de modo a aumentar a produção através do povoamento regular, alimentação, proteção contra predadores, entre outras medidas (FAO, 2016).

A aquacultura pode ser dividida em quatro áreas principais, a produção de algas, de moluscos, de crustáceos e de peixes, sendo que cada um destes ramos possui características, aspetos técnicos e valores de mercado próprios (Mestre, 2008).

Atualmente a aquacultura representa um terço do abastecimento mundial de pescado, tendo vindo a tornar-se uma importante fonte de proteína para a população humana em crescimento. Com este tipo de produção, a captura de pescado selvagem vai sendo complementada, aliviando a pressão sobre os recursos naturais do mar (Mestre, 2008).

Desde 1970 que o setor de aquacultura tem tido um crescimento de cerca de 8,8% por ano. A produção mundial ainda continua a crescer a um ritmo gradual, no entanto esta produção representa cerca de metade do peixe de água doce consumido, sendo a China é o maior produtor (DGRM, 2016).

Para além da China, este crescimento deve-se também a produção em água doce na França, Itália, Dinamarca, Alemanha e Espanha e a produção em água salgada na Noruega e Chile (Pereira, 2009).

O pico de produção global foi atingido em 2012 com um valor de 90,4 milhões de toneladas, em que 66,6 milhões correspondem a produção de peixe. No entanto, no ano seguinte (2013) é estimado que esta produção teve um aumento de 5,8%, ou seja 70,5 milhões de toneladas (FAO, 2014).

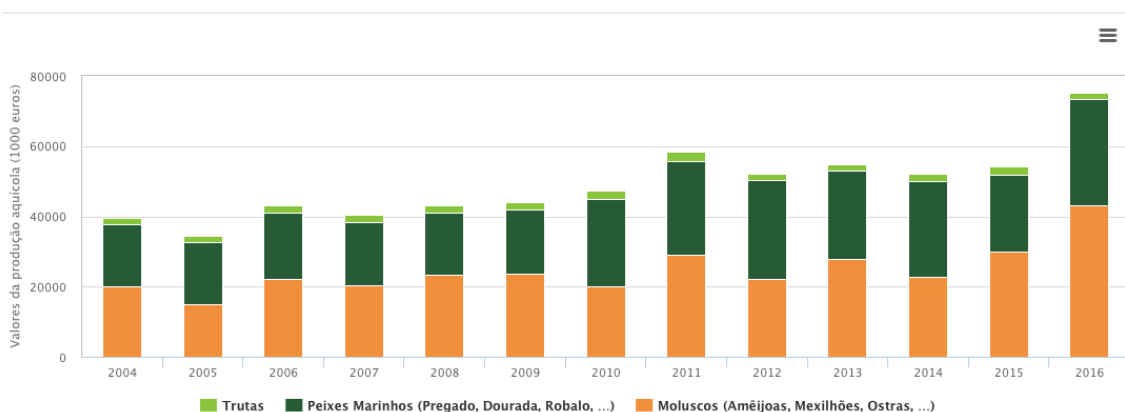
2.2. AQUACULTURA EM PORTUGAL

O aparecimento da aquacultura em Portugal encontra-se ligado ao império romano mas a sua origem é muito mais antiga. Provém de um período anterior à palavra escrita em que o conhecimento era passado de geração em geração, consistindo na criação de peixes e moluscos no Egípto, na China e em regiões do império romano há 3.000 a 4.000 anos atrás (Mestre, 2008).

Em Portugal a aquacultura não ultrapassa os 6% relativamente às capturas. No entanto, o seu crescimento tem sido rápido e é de extrema importância para o setor das pescas pelo efeito de complementariedade com as mesmas e benefício na preservação dos stocks naturais (EMFF, s/d).

Em 2013 e com um total de 1443 explorações, foram produzidas 10300 toneladas que correspondem a 53,7 milhões de euros. Esta produção deve-se essencialmente à produção de peixes marinhos, que representa mais de 57% das vendas, seguindo-se a produção de moluscos (EMFF, s/d).

Neste país a produção de peixes de água doce também representa a sua parte neste setor de aquacultura, apesar de numa fração mais reduzida e através da produção de apenas uma espécie piscícola, a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) (Fig. 1) (INE, 2015).



<https://rea.apambiente.pt>

Figura 1. Produção de Aquicultura em Portugal entre 2004 e 2016

A produção da truta arco-íris só aumentou a partir dos anos 80, em que o máximo de produção se deu em 1990, com esta espécie a representar 41% de um total de 4968 toneladas de todas as espécies produzidas em Portugal. Na década de 2000, a produção tem um grande decréscimo, oscilando apenas entre os 900 e 1300 toneladas, o que representa apenas 12% do total de produção em 2003 (Pereira, 2009).

Os últimos dados obtidos referentes à produção desta espécie foram em 2014, em que apenas foram produzidas 788 toneladas desta espécie, com um efetivo de 30 explorações (INE, 2015).

2.3. TRUTA ARCO-ÍRIS

2.3.1. Taxonomia

Filo: Chordata

Classe: Actinopterygii

Ordem: Salmoniformes

Família: Salmonidae

Género: *Oncorhynchus*

Espécie: *O. mykiss*

Nome Comum: Truta arco-íris



<http://www.dpi.nsw.gov.au>

Figura 2. Truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*)

2.3.2. Descrição Geral

A truta arco-íris, de nome científico *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), é caracterizada pelas suas bandas da cor do arco-íris na sua pele (Fig. 2), pertence à família dos salmonídeos e é considerada morfológicamente semelhante à truta castanha e ao Salmão do Atlântico (FAO, 2011).

Nativa da costa do Pacífico da América do Norte, é uma das principais espécies criadas em água doce. Distribuída desde 1874 mundialmente, foi

trazida para a Europa no final do século XIX e atualmente é produzida em praticamente todos os países Europeus (COSEWIC, 2014; Pereira, 2009).

Esta espécie é bastante resistente, tolerando uma vasta gama de ambientes e manuseio. Pode ocupar muitos habitats diferentes, movendo-se da água doce para a salgada, ou apenas permanecendo em lagos (FAO, 2011).

2.3.3. Descrição Morfológica

A truta arco-íris possui uma forma alongada e fusiforme, com um corpo robusto, coberto de pequenas escamas cicloides e perfil dorsal menos arqueado que o ventral (Rocha, 2011). A sua coloração entre o azul e o verde oliva, com flancos prateados e ventre esbranquiçado varia em função do habitat, alimentação, tamanho e condição sexual. Apresenta manchas negras na cabeça, no corpo, na cauda e nas barbatanas dorsais e também uma faixa cor-de-rosa na linha lateral e prata na linha abaixo (FAO, 2016).

Corresponde ao tipo perciforme, em que o seu esqueleto é composto por 60-66 vertebras, 10-12 raios moles dorsais, 19 raios caudais, 8-12 raios moles anais, e 3-4 espinhos anais. A sua cabeça é curta, convexa com o focinho obtuso e boca oblíqua que não ultrapassa o nível do olho (FAO, 2011).

É diferenciada das outras espécies devido ao seu comportamento mais territorial e bentónico, mas também pelo seu corpo alargado e comprido, com uma cabeça mais pequena e uma manchas negras por debaixo da linha média, na barbatana adiposa e caudal. A ausência de dentes hióides é uma característica que a distingue de outras trutas (FAO, 2011).

Apresenta uma taxa de crescimento elevado, podendo alcançar um máximo de 80 cm, no entanto o seu tamanho mais comum é entre os 20 e 40cm, com um peso de 500g a 6kg (Rocha, 2011).

2.3.4. Ciclo de Vida

Os machos da truta arco-íris são sempre de maior tamanho, atingindo a maturidade sexual entre os 15 e os 18 meses e durante esta etapa de reprodução tendem geralmente a desenvolver dimorfismo sexual. Por outro lado,

as fêmeas têm apenas um ciclo reprodutor anual e necessitam de dois anos para atingir a maturidade sexual (De la Oliva, 2011).

Durante a etapa de maturação sexual, vão sofrendo várias mudanças morfológicas no seu aspeto que facilmente vão permitir distinguir os machos das fêmeas. As mudanças mais evidentes acontecem nos machos, principalmente o prolongamento sofrido pelo maxilar inferior e uma ligeira curvatura dorsal do corpo (Rocha, 2011).

As fêmeas são capazes de produzir até 2000 ovos/kg de peso corporal, sendo que o diâmetro de cada ovo ronda os 3-7mm (FAO, 2011).

A reprodução dos salmonídeos é cíclica, isto significa que apenas acontece uma vez por ano e numa determinada época. A da truta arco-íris ocorre entre novembro e fevereiro, estando condicionado às condições climáticas, nomeadamente a temperatura da água e o fotoperíodo (de La Oliva, 2011).

A reprodução da truta arco-íris é igual à de todos os salmonídeos. A fecundação é externa, ou seja, tanto a fêmea como o macho depositam livremente na água os seus produtos sexuais (FAO, 2016).

A fêmea deposita os seus óvulos no fundo de um ninho localizado no rio e previamente preparado pela mesma, e imediatamente o macho deposita os seus espermatozoides, dando lugar à fecundação (Rocha, 2011).

Após a fecundação, o ciclo de vida desta espécie é descrito geralmente em cinco etapas:

Ovo/Incubação - No habitat natural os ovos são incubados no ninho construído pela fêmea (Fig. 3), porém o tempo de duração desta fase depende da temperatura da água, em que a ótima se situa entre os 8 e 12°C. A uma temperatura de 10°C a eclosão demora cerca de 31 dias, já a 15,6° C será apenas de 19 dias.



<https://www.youtube.com>

Figura 3. Ninho com ovos de truta arco-íris

a) Larva - Ao fim do desenvolvimento embrionário ocorre a eclosão da larva que se alimenta das reservas nutricionais do seu saco vitelino (Fig.4), em média, durante 4 semanas. No fim deste período a larva transforma-se em alevim e ascende a superfície, durando esta fase entre 14 e 20 dias.



<http://www.chutku.ec>

Figura 4. Larvas de truta arco-íris com saco vitelino.

b) Alevim - Nesta fase começam a nadar livremente e a procurar o seu próprio alimento. O desenvolvimento dos alevins depende de uma série de fatores tais como o fotoperíodo, a temperatura e a abundância de alimento.

c) Juvenil - Os organismos dos peixes têm todas as características dos adultos, tendo também hábitos próprios da espécie, como ser ativos e nadar contra a corrente, capturar as suas presas, etc. O que os diferencia dos adultos, é que ainda não atingiram a maturação sexual.

d) Adulto - Dependendo das condições físicas do habitat, a maioria das trutas atingem a maturidade sexual ente os 15 e os 18 meses. Quando ocorre a maturação, os peixes mudam a sua coloração adquirindo as características da truta adulta (FAO, 2016).

2.3.5. Habitat

As trutas são peixes nativos de regiões elevadas e montanhosas onde as águas são frias, claras e apresentam desníveis topográficos bem marcados (de La Oliva, 2011). No entanto, esta espécie é capaz de ocupar variados habitats, designada por ter uma vida anádroma, ou seja, vive nos oceanos, mas a sua desova acontece em rios e ribeiros com boa oxigenação e fluxo rápido. As espécies anádromas são conhecidas por apresentarem um crescimento rápido, chegando aos 10 kg em 3 anos, enquanto que quando habitam sempre em água doce apenas atingem os 4,5 kg no mesmo período de tempo (FAO, 2016).

A temperatura ideal para a sua cultura é inferior a 21°C, no entanto, suportam variações de temperatura amplas na fase adulta (0-27°C), e mais estreitas na fase de desova e crescimento esta variação (9-14°C) (FAO, 2016). Depende de águas com elevadas concentrações de oxigénio, sempre superiores a 6 mg/L (De la Oliva, 2011).

2.3.6. Alimentação

A truta arco-íris é uma espécie carnívora, em que o seu regime alimentar varia de acordo com a fauna existente no seu habitat (Rocha,2011).

Consideradas bastante vorazes, a sua alimentação depende da sua fase de desenvolvimento e também do seu tamanho. Alimenta-se de presas vivas, nomeadamente insetos em estado larvar, moluscos, crustáceos, vermes, girinos e peixes pequenos (FAO, 2011).

2.4. TRUTA ARCO-ÍRIS EM SISTEMA DE PRODUÇÃO

2.4.1. Implementação de uma Truticultura

A implementação de uma truticultura consiste na formulação de um plano que envolve a localização, processos, equipamentos, arranjo físico e pessoal. Tal projeto exige sempre um cuidadoso estudo do terreno, quantidade e qualidade da água (Gonçalves, 2010).

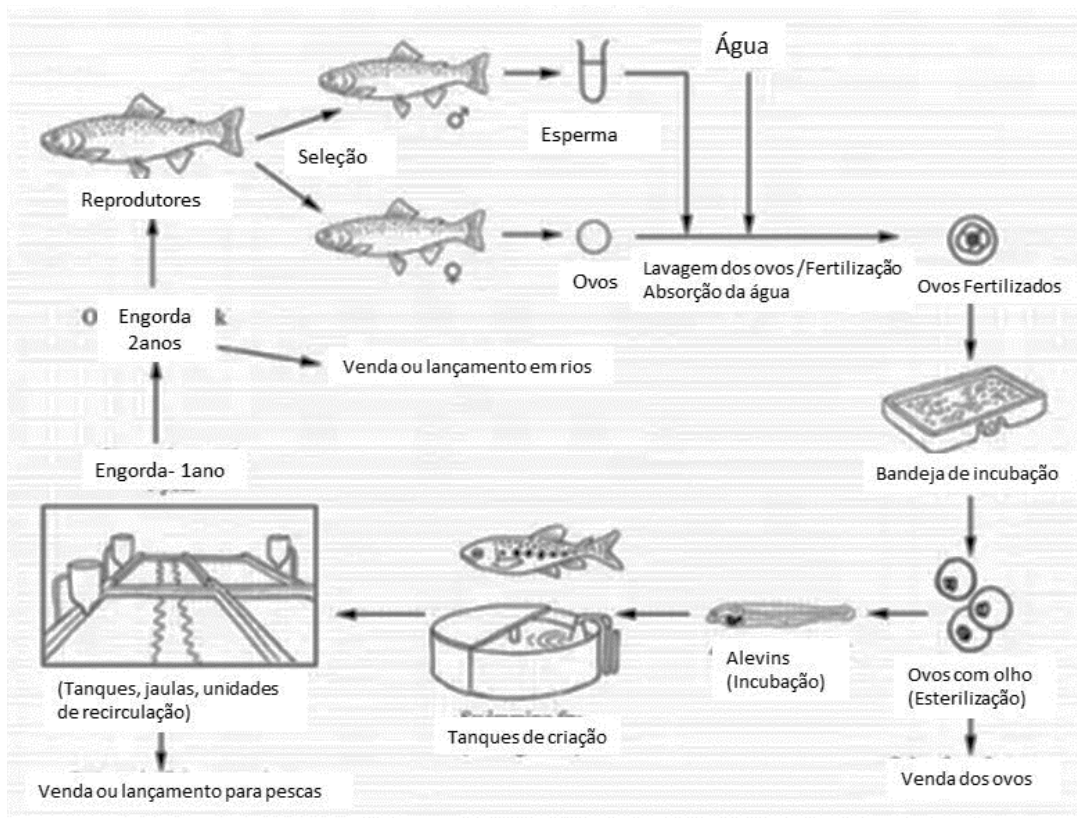
Na construção de uma truticultura deve-se ter em conta os seguintes fatores:

- A disposição das áreas funcionais deverá ser eficiente e harmoniosa;
- Terá de existir um respeito pelo fluxo de operações, evitando cruzamentos e retornos que causariam congestionamentos;
- Os tanques não se podem situar numa zona suscetível às cheias;
- A distância entre tanques deve ser mínima para que o transporte seja facilitado (transferência de peixes entre tanques);
- Não deve ser ocupada uma faixa de 5 metros de largura de ambas as margens do rio, sendo esta definida pelo Instituto da Água;
- A existência de desníveis no leito do rio facilita a drenagem de água no terreno;
- A área disponível para a instalação do projeto deverá ser regular e ampla, tendo uma utilização maximizada;
- O terreno não deverá ser muito acidentado, nem ser de origem arenosa ou rochosa. Este deve possuir acessos e eletricidade;
- Não deve ser próximo de povoações, pela provável contaminação do rio pelos esgotos urbanos;
- Efetuar um estudo de mercado para eficaz distribuição ao consumidor, sendo um fator positivo a proximidade a centros urbanos;
- Implementação de regras de segurança e higiene (HACCP);
- Caudal disponível é um fator determinante na capacidade produtiva anual da truticultura (Gonçalves, 2010).

2.4.2. Ciclo Produtivo

Se em ambiente natural, as trutas sobem os rios em direção às nascentes para acasalar, em cativeiro estas atingem a maturidade sexual, mas sem os estímulos que têm na natureza, não conseguem expelir os seus produtos sexuais, precisando então de intervenção humana (Machado, 2007).

As trutas arco-íris são criadas em sistemas de monocultivo, em tanques que permitem aumentar as densidades e produzir mais eficazmente (Machado, 2007) (Fig.5).



<https://thefishsite.com>

Figura 5. Ciclo Produtivo da truta arco-íris (adaptado).

2.4.2.1. Desova e Fecundação

A desova compreende a extração dos óvulos das fêmeas maduras através da compressão abdominal no sentido crânio-caudal. Quando atingem a maturidade e sexual, as fêmeas libertam os óvulos na cavidade abdominal, apresentando o ventre arqueado e o orifício genital dilatado e avermelhado. Sabe-se se os óvulos são viáveis quando apresentam um aspeto homogêneo, coloração alaranjada e variam entre 3 a 6 mm de diâmetro, enquanto o sémen possui um aspeto e coloração leitoso (Machado, 2007).

Num sistema de produção intensivo as fêmeas são utilizadas desde o segundo ao quarto ano de vida, pois a partir daí a qualidade de vida dos seus produtos começa a declinar. Por outro lado, os machos são utilizados apenas

num período de um ano de produção, podendo ser utilizados várias vezes, respeitando o intervalo de duas semanas para recuperação (Machado, 2007).

Todo o processo de desova e fecundação deve ser realizado num espaço sem luz solar direta e todo o material utilizado deve ser limpo e seco, pois a presença de água reduz a taxa de fertilidade. Para além disso conseguem-se melhores resultados quando os óvulos são fertilizados entre 4 e 10 dias após a ovulação e a temperaturas de 10°C (Araújo *et al*, 2006; Machado, 2007).

Antes de se iniciar a processo de extração dos produtos sexuais, os peixes são anestesiados, de modo a prevenir traumatismos. Em média são extraídos 2.000 óvulos/kg e 10 ml de sémen, sendo a proporção utilizada de 1 macho: 4 fêmeas de modo a assegurar uma boa taxa de fertilidade. Porém normalmente 1 ml de sémen é suficiente para fertilizar 1.000 óvulos (Machado, 2007).

Antes de se proceder à extração dos óvulos recomenda-se que se realize a desova de cada fêmea separadamente de modo a verificar a qualidade e maturação dos oócitos, para além disso deve ser enxugada para que não ocorra a hidratação prematura dos mesmos. Em seguida devem ser armazenados num recipiente limpo e seco. Nos machos o processo de extração dos espermatozoides é idêntico ao da fêmea e a alimentação destes deve ser suspensa de modo a prevenir a produção de fezes evitando assim contaminação (Araújo *et al*, 2006).

A fecundação é realizada com a mistura do sémen sobre os ovócitos suavemente e com as mãos secas e só depois é adicionada água de modo a promover a ativação dos ovócitos e a mobilização dos espermatozoides, culminando a fertilização. Após 20 minutos de repouso os ovos devem ser escorridos e enxaguados de modo a extrair restos de sémen e impurezas, seguindo-se a incubação (Araújo *et al*, 2006).

2.4.2.2. Incubação

A incubação é todo o processo biológico que decorre desde a fecundação do óvulo até à eclosão do embrião, dividindo-se em duas fases: da fecundação à pigmentação ocular e desta á eclosão (Machado *et al*, 2007).

A duração desta etapa é expressa em unidades térmicas acumuladas em graus centígrados-dia, sendo que para a truta anda em torno de 300°C-dia. É possível estimar a data de eclosão através da temperatura média da água, por exemplo se a temperatura média for de 12°C, esta etapa tem a duração de 25 dias, uma vez que $25 \times 12 = 300$ (Araújo *et al*, 2006).

A eclosão não acontece toda ao mesmo tempo, ocorrendo entre o 270 e o 330°C dias. Esta é facilitada pelo enfraquecimento do córion, consequência da ação das enzimas proteolíticas produzidas pelo embrião (Araújo *et al*, 2006).

Esta etapa deve ser realizada num local sem luz solar direta e podem ser utilizados três sistemas de incubação:

a) Incubadora horizontal: utilizadas para a fase de incubação e primeira fase de alevinagem. Bandejas de madeira ou plástico em que o fundo é de tela ou de chapa de metal perfurado que são distribuídas na calha de incubação de modo que a corrente de água seja ascendente, proporcionando uma boa oxigenação e decantação parcial dos materiais em suspensão. As dimensões das bandejas podem variar, consoante o tamanho da calha de incubação, mas em média tem uma área de 50cm x 50cm ou 20cm x50cm. São recomendados cerca de 10.000ovos numa área de 1.500 cm², em que estes devem ficar cobertos por aproximadamente 5cm de água.

b) Incubadora vertical de bandejas sobrepostas: utilizada para as fases de incubação e eclosão, é formada por uma bateria de bandejas de plástico sobrepostas em gaveta, em que cada bandeja mede cerca de 30x40x5cm com capacidade para 10.000ovos (Fig.5). neste sistema a água entra no depósito superior, passa para a bandeja inferior e assim sucessivamente, sendo escoada ao fim de passar por todas.



www.wyeuskfoundation.org

Figura 6. Incubadora vertical de bandejas sobrepostas com ovos de truta arco-íris

c) Incubadora vertical tubular: utilizada na fase de incubação até à pigmentação ocular, consiste num tubo de pvc de 30cm de diâmetro e 50cm de altura com capacidade para cerca de 70.000 ovos. Na segunda fase de incubação os ovos devem ser transferidos para bandejas com fundo perfurado (Machado *et al*, 2007).

2.4.2.3. Alevinagem

A alevinagem é a etapa que transcende desde a reabsorção da vesícula vitelina até que os alevins possuam um comprimento de 5cm. Pode durar cerca de 2 a 3 meses, sendo determinada pelos fatores ambientais, pois o crescimento depende da temperatura da água (Murilo, s/d).

O rápido crescimento representa uma alta atividade metabólica e por consequência um elevado consumo de alimento, o que significa que os peixes necessitam de mais espaço, necessitando de tanques maiores. A quantidade de alimento consumido é expressa pela percentagem do peso corporal e a ração diária fornecida, contudo esta varia de acordo com o tamanho dos peixes, por exemplo trutas mais pequenas tem um metabolismo mais elevado e requerem uma maior percentagem de peso corporal em alimento que ao mais grandes (de La Oliva, 2011).

Nesta fase é de extrema importância realizar a classificação dos alevins, apesar de inicialmente o seu tamanho ser muito parecido, conforme vão crescendo verifica-se há alevins grandes, médios e pequenos. Os alevins médios e pequenos passam a não se alimentar bem devido ao tamanho e força dos maiores, por outro lado as trutas são um peixe carnívoro e se a diferença

entre peixes for muito grande, os alevins maiores vão comer os mais pequenos, perdendo-se assim uma grande quantidade de peixes (FAO, 2014).

2.4.2.4. Engorda

A engorda inicia-se quando os alevins atingem os 7-9cm e finaliza quando alcançam o peso comercial de 200-500g, demorando em média 7 a 15 meses, dependendo da genética da truta arco-íris, da temperatura da água, da densidade nos tanques e da alimentação, podendo atingir os 20 meses de produção para tamanhos maiores (Murillo, s/d).

O sucesso desta etapa de produção vai depender de alguns fatores tais como: parâmetros físico-químicos de água ideais, estruturas adequadas e alimentação balanceada, exigindo dedicação da parte do produtor. Uma má qualidade da água, instalações deficientes aliados à inexperiência do produtor conduzem a problemas de produção, nomeadamente doenças (Barbosa, 2014).

Esta etapa de produção é realizada por norma em instalações de engorda ao ar livre abastecidas com fluxo de água aberto. Pode ser realizada em tanques quer retangulares quer circulares, ou em jaulas. Os tanques retangulares apesar de serem mais rentáveis em termos de espaço são menos eficientes, pois acumulam mais sedimentos e restos de alimentos, por outro lado os circulares, ocupam mais espaço mas são mais eficientes. As jaulas são utilizadas em lagos, lagoas, grandes reservatórios com boa qualidade de água e profundidades superiores a 3-4m (FAO, 2011).

É estimada que a quantidade de água necessária depende da produção esperada, sendo que nesta fase é necessário 14-16l por tonelada. Os sistemas corretos de manejo, limpeza, alimentação e dimensionamento são fundamentais para obter bons resultados. A densidade de peixes por tanque varia de acordo com a vazão de água (1litro/minuto/quilo), teor de oxigénio dissolvido e o tamanho dos peixes, podendo ser calculado em média 100 peixes por m³ ou 35kg/m³ (Barbosa, 2014).

2.4.3. Alimentação

Este aspeto é bastante importante a fim de proporcionar o alimento adequado, atualmente existem alimentos concentrados devidamente equilibrados, que permitem um bom crescimento e desenvolvimento, para além disso, o alimento representa cerca de 50 a 60% dos custos de produção de uma empresa de produção de trutas, podendo pôr em risco a rentabilidade do projeto (anónimo, 2009; FAO, 2014).

A dieta deve cumprir todos os requisitos nutricionais dos peixes (Tab.1). Os nutrientes necessários são as proteínas, os hidratos de carbono, as gorduras, os minerais (cinzas), as fibras e as vitaminas, contudo a quantidade proteínas depende da etapa de desenvolvimento dos peixes, ou seja, em trutas mais pequenas a percentagem de proteína é maior e vai diminuindo conforme o peixe aumenta de tamanho (Anónimo, 2009; FAO,2014).

Tabela 1. Composição Nutricional do Alimento por etapa (%) (de la Oliva, 2011)

Estado	Proteínas	Gorduras	Hidratos de Carbono	Cinzas	Humidade
Alevins	55-50	13-15	18.5-14.5	10-9	10-6
Juvenis	48-45	13-15	20	7	10
Engorda	48-45	13-15	23.5	8	7.5

A formulação do alimento e a taxa de alimentação diária depende de vários parâmetros como tamanho, peso e estágio sexual do peixe. Antes de fornecer o alimento ao peixe, é necessário determinar a quantidade de alimento a administrar com base na temperatura da água, estado do peixe e biomassa total por tanque (Anónimo, 2009).

A frequência de alimentação deve ser mais elevada nos estádios mais jovens, porém estas podem variar consoante a qualidade da água, e o estado sanitário dos peixes, mas também em dias de sol o alimento deve ser distribuído antes do meio dia e em dias de geada depois desta (Tab. 2) (de La Oliva, 2011).

Tabela 2. Frequência de alimentação diária por etapa (de la Oliva, 2011)

Estado	Frequência de alimentação
Alevins	Mínimo de 6 a 8
Juvenis	Minimio de 5 a 6
Engorda	Mínimo de 3 a 4

Tabata (2006) afirma que a quantidade de ração fornecida ao longo de um dia varia em função da temperatura e do tamanho do peixe, sendo calculado geralmente em porcentagem do peso vivo (PV) em cada tanque. A porcentagem pode variar de 1 a 10% do PV/dia, sendo decrescente com o tamanho do peixe (Tab. 3). Quanto maior for o crescimento dos peixes, menor vai ser a taxa de crescimento, com isto o reajuste da quantidade de ração fornecida deve ser realizada a intervalos menores. A taxa de crescimento pode ser controlada pela manipulação da taxa de ração fornecida (Tabata, 2006, citado por Barbosa, 2014).

Tabela 3. Taxa de ração por % de peso vivo (Tabata, 2006)

Comprimento do peixe (cm)	Temperatura da água em °C							
	4	6	8	10	12	14	16	18
Até 3	3,0	3,6	4,2	5,0	5,8	6,8	7,9	9,1
3 a 4	2,6	3,1	3,7	4,4	5,1	5,8	6,7	7,7
4 a 6	2,3	2,7	3,2	3,8	4,5	5,1	5,9	6,8
6 a 8	2,0	2,3	2,7	3,3	3,9	4,4	5,1	5,9
8 a 10	1,7	2,0	2,3	2,8	3,3	3,8	4,3	5,0
10 a 12	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7	3,2	3,6	4,2
12 a 14	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,5
14 a 16	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9
16 a 18	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,4
18 a 20	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1
>20	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6

A distribuição do alimento pode ser manual, através de alimentadores automáticos ou alimentadores de demanda. A distribuição manual é o melhor método a ser utilizado, pois pode-se observar o comportamento dos peixes, distribuindo uniformemente o alimento, de modo que todos possam se alimentar corretamente, e para além disso é possível dar-se a perceber-se quando as trutas estão satisfeitas, interrompendo o fornecimento de alimento nos tanques. Os alimentadores automáticos economizam tempo, mão de obra e dinheiro (de La Oliva, 2011).

Tabela 4. Diferentes métodos de alimentação de peixes (de La Oliva, 2011)

Métodos de Alimentação	Descrição
Alimentação manual	O agricultor tem observação visual diária que alimentação deve fornecer aos peixes de modo a saciá-los
Alimentação automática	Os alimentadores são controlados por temporizador e podem ser ajustados para alimentar os peixes de acordo com a porção de alimento
Alimentação de demanda	Os alimentadores são suspensos acima dos tanques e permitem acionar a ração em proporções controladas. Minimizam desperdícios, competição e superalimentação

2.4.4. Qualidade da Água

A qualidade da água é uma combinação de parâmetros físicos, químicos e biológico que afetam o crescimento e as propriedades dos peixes, mas também determina a sobrevivência dos mesmos. Por outro lado, os peixes influenciam a qualidade da água através dos processos de respiração e eliminação de dejetos, a quantidade de alimento fornecido também é um aspeto que influencia diretamente (Dimitry, 2003; Svobodova, 1993).

Numa piscicultura poucos parâmetros que determinam a qualidade da água interpretam um papel crucial, sendo eles a temperatura, os sólidos em suspensão, o oxigénio dissolvido, nitrito, amônia, a alcalinidade e o dióxido de carbono (de La Oliva, 2011).

Na produção de trutas, é importante conhecer os parâmetros necessários para se ter uma boa qualidade de água, sendo o meio de desenvolvimento dos peixes é necessário conhecer e manter os parâmetros da água, tais como a temperatura, o oxigénio, turbidez, pH e amônia, que são de extrema importância para que o criador tenha uma boa produção piscícola e as trutas tenham as características desejadas (de La Oliva, 2011).

O oxigénio dissolvido e a temperatura, entre outros fatores estão diretamente relacionados com o desenvolvimento dos peixes, por outro lado o pH, a alcalinidade, dureza e a transparência também afetam, mas não são tóxicos. Contudo os fatores da qualidade da água interagem todos uns com os outros, podendo a interação ser complexa, ou seja, o que pode ser tóxico e causar mortalidades numa situação, pode ser inofensivo noutra (Dmitry, 2013).

A importância de cada fator, o método de determinação e a frequência do monitoramento vão depender do sistema de produção usado (Tab.5) (Anônimo, 2009).

Tabela 5. Valores padrão dos parâmetros da água para a produção de truta arco-íris
(Adaptado anônimo, 2009)

Parâmetros	Valores padrão
Temperatura	10-16°C
Oxigênio Dissolvido	>5,5 ppm
pH	6.5-8.5
Amônia (NH ₃)	<0.07mg/l
Nitratos (NO ₃ ⁻)	<100 mg/l
Nitritos (NO ₂ ⁻)	<0.055 mg/l
Fosfatos (PO ₄ ³⁻)	<0.3mg/l
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	>45mg/l
Ferro	<0.1mg/l
Dureza	60-300mg/l

2.4.4.1. Temperatura

Na produção piscícola, a temperatura é dos fatores mais importantes nos fenômenos químicos e biológicos existentes. Todas as atividades fisiológicas da água estão intimamente ligadas à temperatura da água (Silva *et al* s/d).

A temperatura da água está estreitamente correlacionada com a taxa metabólica dos peixes, pois quanto maior for a temperatura da água, maior o metabolismo. Os peixes de água fria (ex. salmonídeos) têm uma taxa metabólica diferente, pois esta pode continuar mesmo a temperaturas relativamente baixas,

enquanto que a temperaturas altas (acima dos 20°C), tornam-se menos ativas e consomem menos alimento (Svobodova, 1993).

Este parâmetro também tem grande influência no início de uma série de doenças nos peixes. O sistema imunitário da maioria das espécies tem um desempenho ótimo a temperaturas de 15°C. Em caso de choque térmico (variações bruscas de temperaturas de mais ou menos 5°C), podem ocorrer problemas sérios nos ovos, larvas e alevins (Svobodova, 1993; Silva *et al*, s/d).

A temperatura tem um papel fundamental nas diferentes fases de produção. A duração do período de incubação depende da temperatura da água, quanto mais elevada for, menor vai ser o período de incubação. Durante o desenvolvimento embrionário a temperatura, afeta a utilização de reservas endógenas durante a ontogénese, condicionando assim o mesmo (Maurício, 2003).

Numa fase em que os peixes já se alimentam, a ingestão voluntária é afetada também pela temperatura. O alimento ingerido por kg de peso vivo diminui com o crescimento do peixe, mas aumenta com a temperatura, porém os processos de digestão, absorção e atividade enzimática são afetados pela temperatura. Quanto mais elevada for a temperatura, mais incrementados se tornam os processos de absorção e metabolismo de glúcidos (Maurício, 2003).

Assim como outras espécies de peixes poiquilotérmicos, a truta arco-íris não possui a capacidade própria de regular a sua temperatura corporal, dependendo esta do meio aquático em que habita. A temperatura está diretamente ligada aos aspetos reprodutivos, ritmo de crescimento, à atividade metabólica e indiretamente influencia a concentração de oxigénio dissolvido e concentração dos produtos metabólicos (de la Oliva, 2011).

Os intervalos ideais da temperatura da água variam consoante a fase de desenvolvimento desta espécie. No seu habitat natural as trutas podem viver com temperaturas entre os 0° e os 25°C, mas em sistema de produção os limites da temperatura da água em que o desenvolvimento e crescimento são apropriados estão entre os 9° e os 17°C. Na etapa de alevinagem a temperatura

adequada encontra-se entre os 10° e os 17°C, já em pleno crescimento, o ótimo são os 16°C (de la Oliva, 2011).

Já segundo Dimitry (2013), a gama ótima da temperatura varia entre os 7° e os 18°, abaixo da temperatura mínima e superior à máxima, os peixes perdem o apetite, deixando mesmo de comer. Entre os 13° e os 15°C, é a temperatura ideal em que as trutas evidenciam o melhor crescimento em função da ração ingerida e também o apetite é máximo.

2.4.4.2. Oxigénio dissolvido

Tal como todos os seres vivos, os peixes necessitam de oxigénio para viver, estes captam o oxigénio dissolvido na água através da água, o mesmo é transferido para o sangue, chega ao coração e é bombeado para a corrente sanguínea (Solís *et al.* 2014).

O oxigénio difunde-se na água a partir do ar, ocorrendo de forma lenta exceto onde a superfície é turbulenta, mas também se dissolve através da fotossíntese das plantas aquáticas, principalmente através do fitoplâncton. A taxa de fotossíntese e a quantidade de oxigénio produzido é controlado por temperatura, luz solar, concentração de nutrientes e abundância de fitoplâncton e ervas daninhas aquáticas. Nas lagoas o teor de oxigénio da água é regulado pelas atividades de fitoplâncton e das bactérias (Datta, 2012).

O processo de fotossíntese realizado por algas e outras plantas verdes, produz o oxigénio molecular que encontramos na água e na atmosfera. A atividade fotossintética incrementa a concentração de oxigénio na água durante as horas de luz. A quantidade de O₂ presente depende da fertilidade da água, da intensidade e duração da radiação solar e composição das algas presente no meio aquático. Por norma, a maior concentração de oxigénio dissolvido é observada durante a tarde (Meyer, 2004).

Os peixes não são os únicos consumidores de oxigénio, por outro lado a redução significativa de concentração de oxigénio na água ocorre através da contaminação por substâncias orgânicas biodegradáveis, que são decompostas por bactérias que usam oxigénio da água para este processo.

As substâncias orgânicas presentes na água podem ser oxidadas na ausência de bactérias. O consumo de oxigênio fora da água por parte destas substâncias pode ser medido por carência química de oxigênio (CQO) e carência bioquímica de oxigênio (CBO). Para salmonídeos, os níveis ótimos são até 10 mg de O₂/L para a CQO e de 5 mg de O₂/l para a CBO (Dmitry, 2013).

Os requisitos de oxigênio para os peixes dependem de um elevado número de fatores, que incluem a temperatura, o pH, o nível de CO₂ da água e a taxa metabólica da espécie. Para os peixes, os critérios de necessidade de oxigênio incluem o peso total por unidade de volume de água (carga animal), porém os requisitos de oxigênio aumentam quanto mais elevada for a temperatura. Uma maior carga animal conduz a um aumento da atividade e, conseqüentemente, a um aumento da respiração em resultado à superlotação. Por outro lado, as necessidades de oxigênio por unidade de peso do peixe, diminuem significativamente com o aumento do peso individual (Svobodova *et al*, 1993).

Quando a concentração de oxigênio está perto da saturação ou perto da supersaturação, o crescimento aumenta, é reduzido a índice de conversão alimentar, aumentando os volumes de produção. Por outro lado, quando a concentração de oxigênio é reduzida, a respiração e as atividades nutricionais são reduzidas, resultando na redução da taxa de crescimento e um aumento da incidência de patologias. O oxigênio desempenha um papel decisivo na respiração e no metabolismo dos peixes, e estes são incapazes de digerir o alimento com concentrações baixas de oxigênio (Dmitry, 2013).

Na fase de desenvolvimento embrionário e eclosão, quanto mais baixa for a concentração de oxigênio, mais tempo demora este período e vice-versa. A concentração ótima nesta fase situa-se entre os 4,5 e os 7mg/l, sendo que 2,9mg/l é o mínimo para que sejam asseguradas as condições necessárias para as funções fisiológicas dos ovos (Maurício, 2003).

Quando a concentração de oxigênio é demasiado baixa ocorre a morte dos peixes por asfixia. As principais alterações anatómicas que se visualizam são coloração excepcionalmente pálida, acumulação de sangue nas branquias,

um ligeiro sangramento na parte frontal da cavidade ocular, aderência das lamelas das branquias e presença de coágulos na pele das branquias (Dmitry, 2013).

De modo a combater a redução de oxigénio na água podem ser aplicadas várias medidas, das quais, diminuir a carga de peixes nos tanques, recorrer a suplementos de água, oxigenar a água através de bombas de ar ou arejadores e colocar um teto de malha de modo a fazer sombra nos tanques e assim diminuir a incidência dos raios solares sobre água (Datta, 2012).

Quanto aos salmonídeos estes apresentam maiores exigências de oxigénio dissolvido, em que a concentração ótima é de 8-10 mg/l. dentro da truticultura, os peixes em crescimento devem ter taxas mínimas de oxigénio de 5 a 5.5mg/l, porém os ovos e os alevins são mais exigentes precisando de 6-7mg/l no mínimo (FAO, 2016).

2.4.4.3. pH

O pH representa a medida de concentração de iões de hidrogénio (H^+) na água. (Meyer, 2004; de La Oliva, 2011).

As modificações em águas naturais ocorrem em grande parte devido à concentração de dióxido de carbono (CO_2), que atua como um ácido na água. A sua acumulação tende a baixar o valor do pH provocando a formação de protões adicionais (Meyer, 2004).

O aumento do pH acontece maioritariamente durante o dia devido ao facto das algas utilizarem o CO_2 para realizarem a fotossíntese. Durante a noite não há atividade fotossintética, porém a respiração dos organismos aeróbicos produz CO_2 e a sua concentração aumenta até à manhã do dia seguinte. Os valores mais baixos de pH são vistos durante a madrugada (Meyer, 2004).

Outros fatores interferem na variação dos valores de pH, tais como o fluxo de chuva, o escoamento de neve ou as águas subterrâneas. Podem também ser causadas pela respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição, estas alterações podem provocar uma taxa de mortalidade elevada, especialmente em espécies de peixes que apresentam uma maior dificuldade

em estabelecer o equilíbrio osmótico ao nível das brânquias (Anónimo, 1983; Silva, *et al*, 2013).

As variações bruscas do pH apresentam outros efeitos negativos na produção, pois provocam agitação nos peixes, levando a uma redução do crescimento e a lesões patológicas, podendo conduzir mesmo à morte em juvenis (Maurício, 2003).

Além dos efeitos diretos do íon H^+ sobre os peixes, o pH pode afetar a toxicidade da amónia, ácido sulfídrico, nitritos, cianetos e metais (Silva, *et al*, 2013).

Na produção de truta arco-íris os valores desejáveis de pH devem estar entre 6,5 e 9. Quando os valores se encontram abaixo de 6,5 ou acima de 9,5 a reprodução diminui; abaixo dos 4 ocorre a morte por acidez e acima de 11 por alcalinidade (de La Oliva 2011).

2.4.4.4. Ferro

A proporção de ferro encontrada na água depende da concentração de oxigénio, pH, bem como outras propriedades químicas na água, para além disso pode ser encontrado nas águas superficiais em estado férrico (Fe^{3+}) ou em estado ferroso (Fe^{2+}) (Dmitry, 2013).

Para a truta arco-íris, as concentrações bastante baixas de compostos de ferro são perigosas, pois o hidróxido de ferro forma uma cobertura castanha nas brânquias que causam asfixia nos peixes. Mais perigoso ainda é o ferro ferroso, que com uma saturação alta de oxigénio na água, oxida e precipita-se nas brânquias (Dmitry, 2013).

A concentração letal de ferro para os peixes é difícil definir, pois esse valor depende das propriedades físicas e químicas da água. Para os salmonídeos, a concentração de formas solúveis de ferro ionizado não deve exceder 0,1mg/l (Dmitry, 2013).

2.4.4.5. Amónia

A amónia é o segundo gás com elevada importância na produção de peixes, considerado um composto alcalino gasoso de azoto e hidrogénio que é altamente solúvel na água. Para além disso é um componente inorgânico que existe na água de forma ionizada (NH_4^+) e amoníaco (NH_3) (Anónimo, 1983; Salie *et al*, 2008).

Na água, a amónia também pode ser derivada do metabolismo microbiano dos compostos nitrogenados em condições de baixo oxigénio. Uma vez que é um produto de degradação biológica normal da matéria orgânica nitrogenada, tanto está presente em pequenas quantidades em águas subterrâneas como ocasionalmente em águas superficiais (ambas não poluídas) (Anónimo, 1983; Datta, 2012).

A maioria de azoto presente na água encontra-se presente como nitrato, que não é prejudicial para os peixes, a menos que ocorra um influxo direto de amónia ou a água esteja em condições muito anóxicas (oxigénio insuficientes) (Salie *et al*, 2008).

A percentagem de amónia presente na água depende do pH, temperatura e salinidade. Quando o pH apresenta valores abaixo de 8 o amoníaco tóxico (NH_3) em amónia menos tóxica (NH_4^+), por outro lado quando o pH e/ou a temperatura aumenta, o NH_3 aumenta em relação ao NH_4^+ , aumentando assim a toxicidade (Datta, 2012).

A concentração elevada de amónia ocorre devido à sobrealimentação, dietas ricas em proteínas, efluentes de esgotos, certos efluentes industriais, escoamento de áreas agrícolas e minerais. O principal fator são os excrementos dos peixes, contudo, à medida que a concentração de amónia aumenta na água, a excreção de amónia pelos organismos aquáticos diminui e os níveis no sangue e outros tecidos aumentam. Estas concentrações são facilmente “tamponadas” pela conversão para ião nitrato (NO_3^-) pouco tóxico por bactérias nitrificantes (Datta, 2012).

As consequências negativas desta elevação são o aumento de consumo de oxigénio pelos tecidos, danos nas brânquias e redução da capacidade do sangue para transportar o oxigénio. A elevada concentração de peixes num tanque, pode ter consequências negativas nos níveis de amónio presentes na água, retardando o crescimento dos mesmos ou ocasionando mesmo problemas nas brânquias (Datta, 2012; Martínez, 2013).

O amoníaco livre (NH_3), apenas pode ser prejudicial aos peixes se estiver acima de 0,05 mg/L de água (Datta, 2012).

2.4.4.6. Nitrito e nitrato

Os nitritos, por norma, são encontrados juntamente com nitratos e azoto amoniacal em águas superficiais, no entanto as suas concentrações são baixas devido à sua instabilidade. São facilmente oxidados a nitratos ou reduzidos a amónia, quimicamente e bioquimicamente por bactérias (Svobodova, 1993).

Os nitratos são produto final da decomposição aeróbica dos compostos orgânicos de azoto. Nos solos não há quase nenhuma retenção, por isso é facilmente lixiviado para os cursos de água. Nas águas superficiais, as suas principais fontes de poluição são o uso de fertilizantes nitrogenados e adubos em terras aráveis (Svobodova, 1993).

Os nitritos podem estar associados a concentrações de amónia na água. Em condições aeróbicas normais, a amónia é oxidada em nitrito e por seguinte em nitrato através de ações bacterianas, contudo se a segunda fase de oxidação for inibida por produtos bactericidas na água, as concentrações aumentaram. As bactérias que oxidam a amónia devem estar estabelecidas para que os filtros destas funcionem, de modo a que o uso de antibióticos não seja afetado (Svobodova, 1993).

A ação tóxica dos nitritos nos peixes ainda esta incompleta, sabe-se é que estes são capturados pelas células de cloreto das guelras. No sangue quando se combinam com a hemoglobina formam metahemoglobina, reduzindo a capacidade de transporte do oxigénio no sangue. A presença de metahemoglobina é conhecida através da cor castanha do sangue presente nas

brânquias. Os peixes sobrevivem quando a metahemoglobina não excede os 50% da hemoglobina total, pois se ultrapassar estes perdem a capacidade de orientação e são incapazes de reagir a estímulos. Por outro lado, os nitritos provenientes de azoto ao serem reduzidos por bactérias desnitrificantes, transformam-se em amónia sobre a forma tóxica (amoníaco) e dependendo do pH podem provocar lesões nas brânquias (Fão, 2013; Svobodova, 1993).

2.4.4.7. Fósforo

O fósforo para além de ser a principal fonte de eutrofização da água, também é um elemento limitante na produção piscícola e caso ocorra a sua inexistência compromete toda a cadeia trófica do meio aquático (Fão, 2013).

A sua origem é diversificada, pode ter origem na erosão de rochas ricas neste elemento, decomposição de matéria orgânica, erosão do solo e até mesmo através das rações, que apesar de possuírem a quantidade necessária de fósforo é inevitável não ocorrer desperdícios. Pode também ser incluído na água através dos esgotos, detergentes, medicamento, entre outras formas (FAO, 2013).

2.4.4.8. Fosfatos

Em águas puras, os fosfatos são muito escassos, podendo apenas ser evidentes naquelas onde ocorrem descargas urbanas devido à presença de polifosfatos, que compõem os detergentes ou que arrastam fertilizantes agrícolas não utilizados (Quispesivana *et al*, 2015).

Os fosfatos não são tóxicos para a truta, mas provocam uma grande proliferação de plantas. Na produção de truta arco-íris a concentração admissível de fosfatos na água é de 0,3mg/l (Dmitry, 2013).

2.4.4.9. Sulfato

O sulfato ocorre naturalmente nos sistemas de água marinha e doce e é composto por um único átomo de enxofre com quatro átomos de oxigénio ligados covalentemente que resulta na fórmula química SO_4^{2-} (Davies *et al.*, 2003).

Este composto é omnipresente em ambientes de água doce e normalmente atua como principal fonte de enxofre para plantas e bactérias. Os níveis de sulfato em águas doces são geralmente baixos, encontrando-se entre os 23 e 30mg/L (Davies *et al.*, 2003).

2.4.4.10. Dureza total

A dureza total refere-se à presença de elementos químicos, que contribuem para qualidade da água, tais como o cálcio e magnésio. Na produção de trutas, para que ocorra um melhor crescimento, os intervalos apropriados de dureza estão ente de 60 e 300 ppm (Solís P. *et al*, 2014).

Quando o nível de dureza é baixo, indica que a capacidade de tamponar é baixa e o pH pode variar consideravelmente durante o dia, e água duras apresentam menor concentração de oxigênio, por ser mais pobres em elementos orgânicos. Apesar de os peixes quando criados muito tempo em cativeiro, serem tolerantes a concentrações elevadas de cálcio e magnésio, estas devem ser evitadas (Solís P. *et al*, 2014).

2.4.5. Controle de pragas e predadores

As pragas e os predadores podem afetar significativamente a produtividade da empresa. As altas densidades de peixes em tanques de produção de aquacultura atraem predadores, dos quais os principais: zooplâncton, insetos, aves, peixes, anfíbios, répteis e mamíferos. Estes preparadores causam feridas, stress, dispersão de doenças, danos nas estruturas de cultivo e até mesmo morte dos organismos cultivados (de La Oliva, 2011).

As doenças causadas por vírus geralmente não têm tratamento e a única medida que se pode tomar é evitar a sua propagação. Por outro lado, a maioria das doenças causadas por bactérias ou parasitas são controladas através de tratamentos, porém estes são parcialmente eficazes (de La Oliva, 2011).

A seleção cuidadosa dos alevins, uma boa qualidade de água, uma boa alimentação e aplicação de medidas sanitárias, são algumas medidas de prevenção de doenças em trutas (Huaynacho, 2008).

2.4.6. Controlo da Produção

É indispensável ter um registo detalhado da produção de modo, a determinar custos e medir a rentabilidade de produção. É conveniente ter registos regulares dos seguintes parâmetros:

- Controlo diário e mensal por fase de produção, por tanque e por quantidade;
- Controlo dos fatores produtivos: biomassa, pesos médios, fatores produtivos;
- Controlo diário e resumo mensal da mortalidade;
- Controlo do armazém;
- Controlo das saídas e vendas.

Através dos formatos e registos anteriores podem ser determinados os custos de produção: investimento nos alevins, mão de obra, alimento, entre outros gastos (Huaynacho, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ENSAIO

O trabalho foi desenvolvido na Truticultura do Paivó, situada na localidade do Mosteiro em Castro Daire. Esta zona é considerada submontanhosa, com uma altitude aproximada de 600m, onde predominam solos graníticos (Fig.7). É abastecida por água que provém do rio Paiva, um curso de média dimensão, mas dos melhores em termos de qualidade.

Nesta região o clima é mediterrânico em que no mês mais quente a temperatura média é de 20°C e no mês mais frio de 7°C. A precipitação média é de cerca 1000 mm, em janeiro a precipitação é mais elevada, atingindo 17,8mm, já no mês mais seco (junho) é de apenas 12mm.



Figura 7. Vista aérea da Truticultura do Paivó, Castro Daire

Esta exploração dedica-se essencialmente à produção de truta arco-íris num sistema semi-intensivo, sendo que já chegou a produzir também truta-fário. Não é realizada a fase de reprodução, nem fertilização, comprando os ovos e/ou alevins a empresas especializadas, uma localizada na Serra do Marão (Portugal) e outra em Espanha. As funções produtivas desta unidade incluem apenas as etapas de incubação, alevinagem e engorda, escoando o seu produto final para pequenas empresas da região, como restaurantes, peixarias e para pesca desportiva.

3.1.1. Infra- Estruturas da Truticultura

A exploração pode dividir-se em três partes: O edifício A, o B e os vários tanques T1 a T17 (Fig.8).

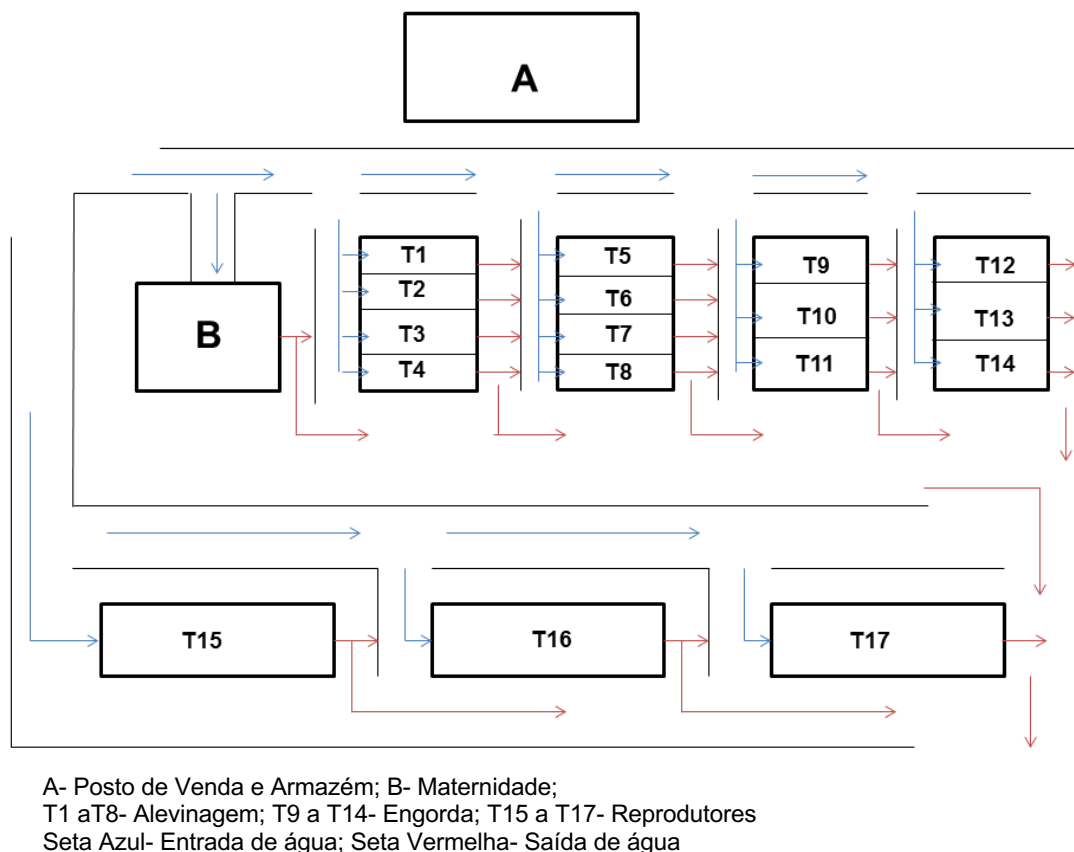


Figura 8. Planta esquemática da Exploração da Truticultura do Paivó

O edifício A é composto por uma sala de armazenamento de rações e material de manuseio, uma sala de pesagem e venda de peixe e um escritório. O edifício B é a maternidade, um local fechado, protegido contra a luz direta do sol, composto por 4 tanques em paralelo, preparados para colocar as bandejas, onde se realiza a fase de incubação e a primeira fase de alevinagem.

No exterior encontram-se então os diversos tanques, de vários tamanhos, que são utilizados de acordo com a fase de produção e com o tamanho do peixe.

Os tanques são todos em cimento, sendo abastecidos por um sistema de água em paralelo, ou seja, a água efluente de um tanque nunca serve para abastecer o seguinte. Deste modo, existem subcanais perpendiculares, que

evitam a passagem de água entre tanques construídos em céu aberto, evitando o uso de tubagens, mantendo-se sempre oxigenada (Fig.9).



Figura 9. Redes de entrada dos tanques

Cada tanque possui à entrada e à saída de água, uma comporta de rede com o objetivo de reter os resíduos arrastados pela água, mas também permitir a circulação da água sem ocorrer a saída dos peixes dos tanques.

3.2. CICLO PRODUTIVO DA TRUTA ARCO-ÍRIS NA TRUTICULTURA

3.2.1.1. Incubação

Quando a exploração compra ovos para produção, estes são colocados nos tanques da maternidade. Antes da chegada dos mesmos, os tanques da maternidade já se encontram desinfetados, com a circulação da água adequada e com as bandejas dispostas para a colocação dos mesmos.

O sistema utilizado é o de incubadoras horizontais, em que as bandejas são dispostas em tanques preparados para o efeito. As bandejas são de madeira com o fundo em tela perfurada (Fig.10).



Figura 10. Bandejas de incubação

Após a chegada dos ovos, as caixas de transporte são colocadas nos tanques ao lado das bandejas, de modo a igualar gradualmente a temperatura dos ovos à temperatura da água (Fig.11). Quando a temperatura for praticamente igual, os ovos são colocados nas bandejas onde permanecem até à eclosão (Fig.12).



Figura 11. Caixas de transporte de ovos nos tanques de incubação



Figura 12. Bandejas de incubação com ovos de Truta Arco-Íris

Nesta fase as janelas presentes na maternidade não são fechadas, continuando a haver luz natural dentro da mesma, embora indiretamente. Contudo não é ligada qualquer tipo de luz artificial.

Durante todo o tempo de incubação e até à eclosão, os ovos mortos não são retirados, ou seja, não há qualquer tipo de intervenção humana nesta etapa.

3.2.1.2. Alevinagem

Durante os dias de eclosão, os alevins vão caindo das bandejas para os tanques, onde permanecem até total reabsorção da vesícula vitelina (Fig.13) e já conseguem nadar até à superfície, ou então até estarem disponíveis tanques no exterior.



Figura 13. Alevins de truta arco-íris

Nesta fase e após total eclosão, as bandejas de incubação são retiradas, com os ovos mortos. A rede presente à saída do tanque é limpa, que é onde se concentram as restantes mortes quer a nível de ovos como também de alevins.

Após a absorção do saco vitelino, começam a ser alimentados, e consoante o seu desenvolvimento, são divididos pelos tanques livres da maternidade, enquanto não passam para os tanques exteriores.



Figura 14. Tanques exteriores para alevinagem

No caso de serem comprados os alevins para produção em vez de ovos, estes são colocados diretamente nos primeiros tanques exteriores, juntos à maternidade (Fig.14).

3.2.1.3. Engorda

Com o desenvolvimento dos peixes, estes necessitam de mais espaço, ou seja, de tanques maiores. De acordo com o seu crescimento, são então transferidos para os tanques seguintes destinados à fase de engorda onde permanecem até à comercialização. Nesta fase poderá ser necessário realizar a divisão de lotes por mais tanques, consoante a densidade animal.

3.2.2. Maneio Geral

Cada exploração, mediante os seus objetivos e necessidades da produção, estipula os maneios a implementar, contudo estes passam pela alimentação, desinfecções, limpeza dos tanques e observação diária, de modo a evitar perdas significativas por doença ou pela qualidade da água inadequada.

Nesta exploração, na fase de incubação dos ovos e numa fase inicial de alevinagem são realizadas desinfecções frequentes com formol (2 dias de desinfecção, 1 de pausa).

Posteriormente nas restantes etapas de produção os tanques só são desinfetados quando se verifica que os peixes estão a manifestar sintomatologia que o justifique.

A limpeza da água dos tanques só se realiza antes e no fim da colocação dos peixes. Não é feita calibração do peixe desde o início ao fim de cada ciclo de produção.

3.2.2.1. Alimentação

A alimentação fornecida vai variar consoante a temperatura e estado de desenvolvimento do peixe. A primeira dieta está sob a forma de farinha e à medida que o peixe vai aumentando de peso, esta passa a ser um granulado que vai aumentando de granulometria.

Na exploração a alimentação é fornecida manualmente e de forma *ad libitum*, ou seja, por cada vez que os peixes são alimentados, é observado o seu comportamento de ingestão e quando estes deixam de ingerir alimento, cessa a distribuição de concentrado.

Numa fase inicial, ou seja, assim que os peixes começam a ingerir alimento, a ração é fornecida no máximo quatro vezes por dia. À medida que os peixes se desenvolvem passam a ser alimentados com um número decrescente de refeições diárias até chegar a apenas uma vez por dia, na fase terminal do seu desenvolvimento. A frequência de alimentação está diretamente relacionada com o estado de crescimento em que o peixe se encontra, porém, peixes menores apresentam uma taxa de crescimento maior, sendo assim controlada a velocidade de crescimento pela taxa de ração fornecida. Por outro lado, quanto menor o tamanho do peixe, menor é a sua capacidade de ingestão daí ser necessário um maior número de refeições

Na exploração do Paivó, em caso de doença, o produtor deixa de alimentar os peixes, pois estes apresentam uma redução acentuada de ingestão de alimento e assim o mesmo realiza desinfecções e administra antibiótico (Fig.15).



Figura 15. Antibiótico administrado aos peixes

3.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Este ensaio experimental decorreu no período de 5 de Abril a 16 de Setembro de 2016. Foram avaliados 38000 exemplares de truta arco-íris, em que 13500 são provenientes dos viveiros estatais do Marão (M) e as restantes 24500 de uma exploração de produção de ovos em Espanha (E) (Tab.6).

Tabela 6. Ensaio de Crescimento da Truta Arco-íris na Truticultura do Paivó

Origem	Estado ciclo de vida	Período do ensaio	Grupos de Alimentação	
Marão	Alevins	20-04-2016 a 13-07-2016	M1- alimentação 1 a 2vezes/dia	M2- alimentação 3 a 4 vezes/dia
Espanha	Ovos	06-07-2016 a 16-09-2016	E1- alimentação 1 a 2vezes/dia	E2- alimentação 3 a 4vezes/dia
			Tratamento 1	Tratamento 2

Em termos de delineamento experimental, pretendia-se comparar as diferentes origens das trutas (Marão vs. Espanha) e diferentes maneios alimentares, com o tratamento 1 (M1 e E1) com níveis de ingestão e número de refeições inferior (1 a 2 refeições) e o tratamento 2 (M2 e E2) com níveis de ingestão e número de refeições superior (3 a 4 refeições).

Os tratamentos “1” têm uma a duas refeições diárias porque começam o ensaio com duas refeições e terminam com uma, enquanto os tratamentos “2” têm três a quatro refeições diárias porque começam o ensaio com quatro e terminam com três. Este maneio é efetuado deste modo gradual uma vez que, com o aumento da idade e tamanho dos peixes, diminui o número de refeições necessário, devido à capacidade de ingestão em relação ao crescimento do peixe.

Os alevins do Marão seriam divididos em dois grupos (tratamentos M1 e M2), cada um com dois tanques como repetição, alimentados em diferentes níveis, sendo aqui referidos como M1 e M2. No entanto, por limitação de instalações, foram apenas separados por dois tanques, um por cada tratamento M1 e M2. A primeira pesagem ocorreu no dia 05-04-2016 aquando a chegada dos alevins à exploração, contudo os peixes só foram divididos nos dois grupos no dia 20-04-2016, sendo assim iniciado o ensaio experimental.

Os ovos de Espanha foram recebidos e foi realizada a fase de incubação na exploração. Posteriormente, após a eclosão e iniciando-se a fase de alevinagem, foram também divididos em dois grupos, cada um com dois tanques. Os grupos foram também alimentados em diferentes níveis vão ser aqui referidos como E1 e E2. O ensaio nos grupos de Espanha estava previsto acabar a 29-09-2016, contudo teve de terminar a 16-09-2016 devido às condições climáticas, pois as temperaturas elevadas conduziram à escassez de água num dos tanques do tratamento 1, provocando a morte de 6000 peixes, sendo necessário fazer ajustamentos no número de peixes dos tanques, o que veio comprometer em parte o tratamento final dos dados.

Para além da comparação dos diferentes grupos de alimentação dentro dos lotes, tanto do Marão como de Espanha, também foram comparados os crescimentos entre os tratamentos.

3.3.1. Recolha de Dados

3.3.1.1. Dados Semanais

Semanalmente foram recolhidos dados de temperatura, pesagem dos animais, ração ingerida e mortalidade.

a) Temperatura- Os registos de temperatura foram obtidos através de um termómetro de aquacultura que foi colocado no canal de entrada de água, enquanto se efetuavam as pesagens.

b) Pesagem- Os valores de pesagens foram obtidos através de uma amostras aleatória em média de 30 peixes retirados de cada um dos tanques respetivos a cada tratamento, através de uma balança digital com rigor de 0,1 g. Através do peso de cada amostra em relação ao número de peixes foi possível obter o peso médio individual. (Fig.16).



Figura 16. Pesagem das amostras de peixes

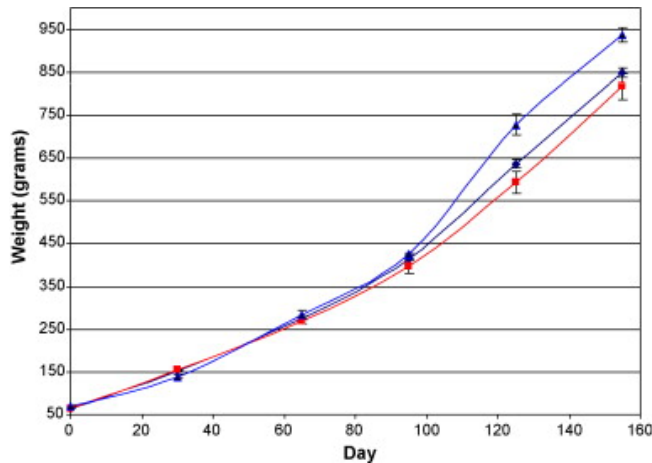
c) Ração ingerida - Diariamente era pesada uma quantidade considerável de ração, os peixes eram alimentados até a saciedade e no final era pesada a ração sobranete, sendo possível calcular a ração ingerida por subtração.

d) Mortalidade- o registo da mortalidade não foi efetuado com rigor que era previsto, mas apenas segundo o registo visual do produtor, a partir do qual foi estimada uma média de taxa de mortalidade para cada tratamento. A mortalidade é assim calculada através subtração do número de peixes final com o número de peixes inicial.

O registo destes dados permite assim traçar uma curva de crescimento, como também calcular o GMD (Ganho médio diário) e o ICA(Índice de conversão alimentar):

a) Curva de Crescimento

A curva de crescimento relaciona o peso total médio dos indivíduos com o tempo de cultivo (Tabata Y. *et al*, 1999). A forma típica da curva de crescimento inicial em truta arco íris é representada pela (Fig.17).



<https://www.researchgate.net>

Figura 17. Curva de crescimento inicial da truta arco-íris

b) Ganho médio diário

O ganho médio diário é determinado em função do ganho total de peso face ao número de dias desse período:

$$\text{Ganho médio diário} = \frac{\text{Ganho total de peso (g)}}{\text{tempo (dias)}}$$

c) Índice de conversão alimentar

O índice de conversão alimentar mede a eficiência de conversão do alimento em massa corporal, através da relação:

$$\text{Índice de conversão alimentar (ICA)} = \frac{\text{quantidade total de alimento ingerido}}{\text{Ganho de peso} \times \text{número de peixes}}$$

Foi necessário reformular o índice de conversão alimentar (ICA), fazendo assim uma correção em relação ao valor de matéria seca. O alimento ingerido possui cerca de 90% de matéria seca e o peixe apenas 30% sendo o restante água. Obtemos a seguinte formula para o ICA corrigido para a matéria seca:

$$\text{ICA corrigido} = \frac{\text{Quantidade total de alimento ingerido} \times 0.9}{\text{Ganho de peso} \times \text{número de peixes} \times 0.3}$$

O ICA só foi calculado no final do ensaio e não semanalmente como os restantes parâmetros, porque não conseguimos obter semanalmente a taxa de mortalidade na exploração.

3.3.1.2. Dados Mensais

De modo a avaliar os parâmetros físico-químicos da água para averiguar a possível interferência da qualidade da água no crescimento dos peixes, foram retiradas amostras de água, tanto do canal de entrada, como da saída dos tanques do Marão e de Espanha (Tab.7). Como já referido anteriormente o canal de entrada é comum a todos os tratamentos.

Tabela 7. Períodicidade da recolha de amostras de água no ensaio de crescimento

Origem	Período de ensaio	Nº de amostras
Canal de entrada	05-04-2016 a 29-09-2016	4
Saída do tanque do Marão	05-04-2016 a 16-07-2016	3
Saída do tanque de Espanha	08-06-2016 a 16-09-2016	2

Posteriormente essas amostras foram analisadas através de um fotómetro de bancada multi-parâmetros, o *HANNA HI 83200* (Fig.18). Este aparelho realiza medições de diferentes parâmetros usando reagentes específicos, em líquido ou pó, sendo que a quantidade usada é precisamente doseada de modo a assegurar a máxima reprodutibilidade. A análise química fotométrica de cada parâmetro é baseada na possibilidade de desenvolver um componente absorvente, a partir de uma reação química específica entre a amostra e reagentes.



Figura 18. Fotómetro de bancada multi-paramêtros

a) Oxigénio dissolvido

A análise do oxigénio dissolvido (mg/l) foi efetuada através da adaptação do método Vermelho de Cloro-fenol (Anexo 1).

b) pH

A análise do pH foi efetuada através da adaptação do método Vermelho Fenol (Anexo 2).

c) Ferro

A análise do ferro (mg/L Fe) foi efectuada através da adaptação do método EPA da Fenantrolina 315B, por águas naturais ou tratadas (Anexo 3).

d) Amónia/ Amoníaco

A análise dos compostos amoniacais (mg/L), nomeadamente o amoníaco e a amónia, foi efectuada através do método adaptado do ASTM Manual of Wastewater and Environmental Technology, D1426-92, método Nessler (Anexo 4).

e) Nitrito

A análise dos nitritos (mg/L NO_2^-) foi efectuada através do método adaptado Sulfato ferroso (Anexo 5).

f) Nitrato

A análise dos nitratos (mg/L NO_3^-) foi efectuada através do método adaptado da Redução de Cádmio (Anexo 6).

g) Fósforo

A análise do fósforo (mg/L P) foi efectuada através do método adaptado do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18ª edição, método amino-ácido (Anexo 7).

h) Fosfatos

A análise do fosfato (mg/L PO_4^{3-}) foi efectuada através da adaptação do método Ácido áscórbico (Anexo 8).

i) Sulfato

Análise do sulfato (mg/L NO_4^{2-}) foi efectuada através da precipitação com cristais de cloreto de bário. A absorvância da luz suspensa é medida (Anexo 9).

j) Dureza de Cálcio

A análise da dureza do cálcio (°d) foi efectuada através do método adaptado do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18ª edição, método calmagite (Anexo 10).

3.3.1.3. Tratamento estatístico

Foi realizado uma análise estatística com base nos resultados obtidos no tratamento de Espanha (E1 e E2), os únicos que foi possível comparar pelo facto de termos duas repetições (tanques) durante todo o ensaio. Foi efetuado um tratamento estatístico utilizando um teste T student para amostras independentes, disponibilizado no SPSS 25.

4. RESULTADOS

4.1. ENSAIO DE CRESCIMENTO

Na tabela 8 estão descritos os dados iniciais e finais relativos ao número de animais, pesos, taxas de mortalidade, parâmetros de alimentação e crescimento, para os quatro lotes de animais. Embora existam pesagens dos alevins de Espanha desde a eclosão (uma vez que foram adquiridos em ovos), para facilitar as comparações de curvas de crescimento entre as duas origens, os pesos dos alevins de Espanha só foram considerados a partir de pesos idênticos aos alevins do Marão (aproximadamente 0.9 g). São assim apresentados os resultados de 11 semanas de pesagens em cada tratamento.

Tabela 8. Resultados do ensaio de crescimento na Truticultura do Paivó

	Espanha		Marão	
	E1	E2	M1	M2
Nº inicial de peixes	24500	24500	13500	13500
Peso médio inicial (g)	1,12	0,82	0,92	0,98
Nº final de peixes	23275	23275	12150	12150
Peso médio final (g)	14,1	13,92	10,03	12,04
Taxa de Mortalidade (%) ⁽¹⁾	5	5	10	10
GMD ⁽²⁾	0,139	0,183	0,083	0,100
Quantidade de alimento (Kg)	173,40	206,43	81,98	112,04
ICAc⁽³⁾	1,59	1,9	2,1	2,4

(1) A taxa de mortalidade foi estimada, baseando-se na observação diária do produtor

(2) GMD: Ganho médio diário

(3) ICAc: Índice de conversão alimentar corrigido

4.1.1. Curva de Crescimento

Os valores médios de peso obtidos, em dois tipos de tratamentos de alimentação diferenciados foram comparados em função do tempo. Ao fim de 11 semanas de estudo, o peso médio dos peixes aumentou em ambos os grupos dos dois lotes, mas os valores de peso nos grupos em que houve mais refeições e maior ingestão diária de alimento, evidenciaram um maior crescimento, embora não acentuado (Gráfico 1).

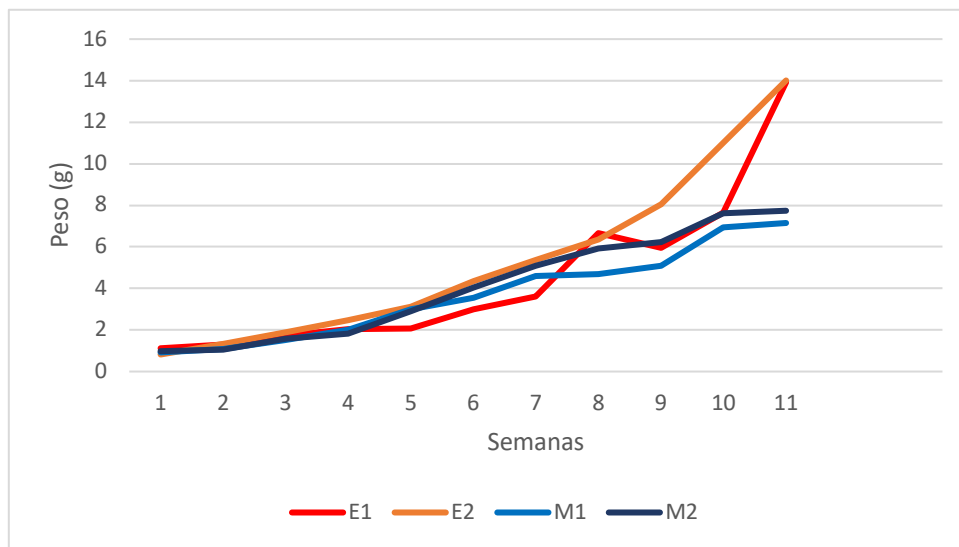


Gráfico 1. Curva de Crescimento médio dos peixes dos tratamentos Marão (M1 e M2) e Espanha (E1 e E2)

Os valores médios obtidos por lote foram comparados em função do tempo. Apesar do peso dos peixes ter aumentado em ambos os lotes, é evidente observar que no lote de Espanha o aumento foi maior. Até às 11 semanas de ensaio não são verificados aumentos assinaláveis entre lotes. No entanto observado um maior aumento de peso do lote de Espanha a partir da sétima semana de ensaio (Gráfico 2).

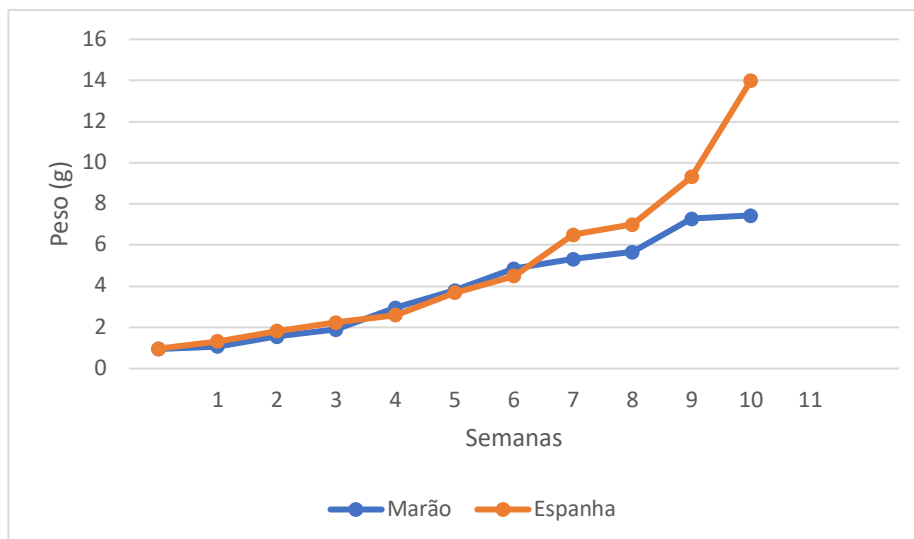


Gráfico 2. Curva de Crescimento ente os lotes de Espanha (E) e Marão (M)

Na tabela 9 são apresentados os resultados por semana das pesagens (médias e desvio padrão (sd)) dos tratamentos E1 e E2. É possível verificar que apenas na sétima foram registadas diferenças significativas entre tratamentos.

Tabela 9. Resultados dos valores das pesagens e análise de variância entre E1 e E2

Semanas	Data	E1 (1 a 2 refeições/dia)		E2 (3 a 4 refeições dia)		Probabilidade	Signif.
		Média	Sd	Média	sd		
1	06/07/16	1,120	0,255	0,825	0,078	0,332	ns
2	13/07/16	1,295	0,177	1,345	0,120	0,776	ns
3	21/07/16	1,740	0,099	1,905	0,332	0,609	ns
4	28/07/16	2,03	0,148	2,46	0,226	0,171	ns
5	04/08/16	2,010	0,212	3,130	0,014	0,084	ns
6	12/08/16	3,070	0,255	4,360	0,015	0,087	ns
7	18/08/16	3,495	0,431	5,370	0,311	0,046	*
8	26/08/16	6,870	1,457	6,365	0,219	0,710	ns
9	01/09/16	5,940	0,339	8,065	0,969	0,169	ns
10	08/09/16	7,745	0,106	11,010	1,895	0,247	ns
11	16/09/16	13,950	0,212	14,010	3,026	0,982	ns

ns: diferenças não significativas ($P > 0,05$)

*: diferenças significativas ($P < 0,05$)

4.1.2. GMD

O ganho médio diário para os dois tratamentos foi determinado em função do ganho total de peso da semana e respetiva e o número de dias entre pesagens (os dias entre semanas podem variar 1/2 dias). O GMD quer nos tratamentos do Marão, quer nos tratamentos de Espanha mantem-se sempre próximo até à sétima semana (Gráfico 3).

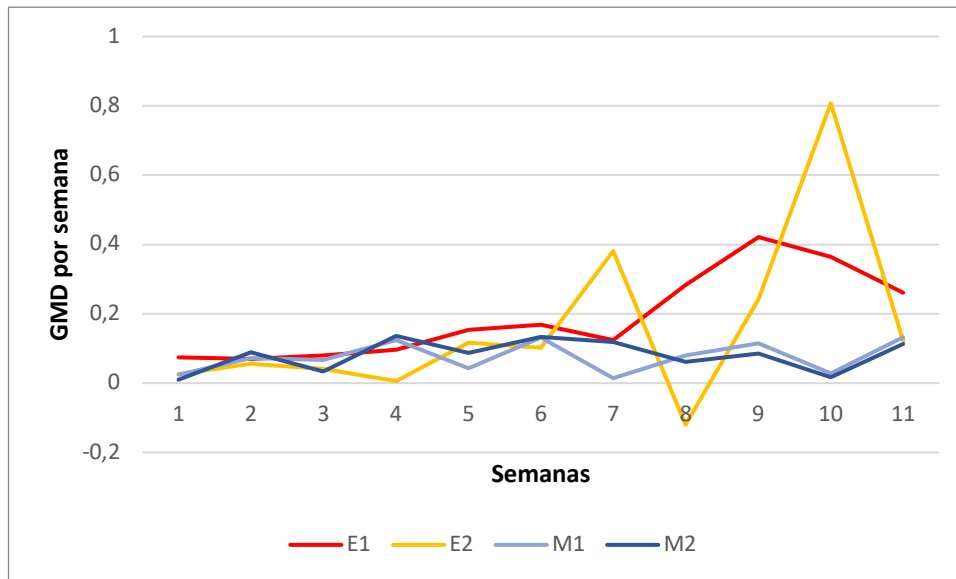


Gráfico 3. Ganho médio diário entre os tratamentos do Marão (M1 e M2) e de Espanha (E1 e E2)

O ganho médio diário para os dois lotes foi determinado em função do ganho total de peso da semana respetiva e o número de dias entre pesagens. O GMD do lote de Espanha foi notório face ao do Marão, principalmente entre a sexta e a sétima semana e a partir da oitava semana (Gráfico 4).

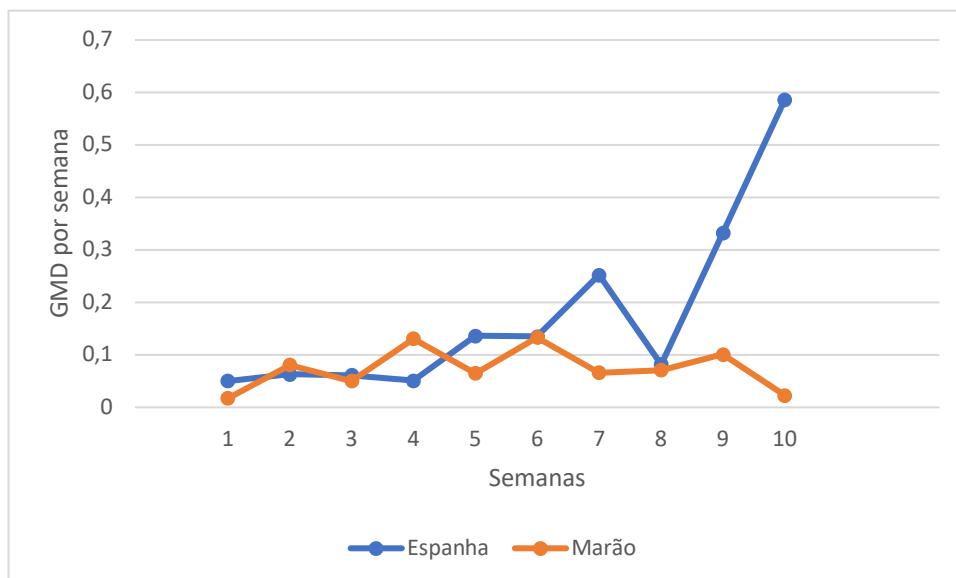


Gráfico 4. Ganho médio diário (GMD) entre o lote de Espanha e Marão

Na tabela 10 são apresentados os resultados por semana o ganho médio diário (GMD) (médias e desvio padrão (sd)) dos tratamentos E1 e E2. Verificamos que em nenhuma semana do tratamento ocorrem diferenças significativas.

Tabela 10. Resultados dos valores do GMD e análise de variância entre E1 e E2

Semanas	Data	E ₁ (1 a 2 refeições/dia)		E ₂ (3 a 4 refeições/dia)		Probabilidade	Signif.
		Média	sd	Média	sd		
1	13/07/16	0,025	0,011	0,074	0,028	0,213	ns
2	21/07/16	0,056	0,034	0,072	0,024	0,653	ns
3	28/07/16	0,039	0,016	0,175	0,049	0,133	ns
4	04/08/16	0,151	0,067	0,175	0,004	0,697	ns
5	12/08/16	0,053	0,086	0,12	0,041	0,426	ns
6	18/08/16	0,562	0,171	0,166	0,088	0,139	ns
7	26/08/16	-0,116	0,224	0,213	0,148	0,245	ns
8	01/09/16	0,301	0,074	0,491	0,154	0,302	ns
9	08/09/16	0,886	0,015	0,429	0,703	0,526	ns
10	16/09/16	0,125	0,018	0,218	0,688	0,880	ns

ns: diferenças não significativas ($P > 0,05$)

*: diferenças significativas ($P < 0,05$)

4.1.3. ICA

O índice de conversão alimentar foi determinado através da quantidade de ração ingerida em função do ganho médio de peso (Gráfico 5). Tanto no lote de Espanha como no lote do Marão, é possível observar que no tratamento 1 (menor número de refeições) o ICA é mais baixo.

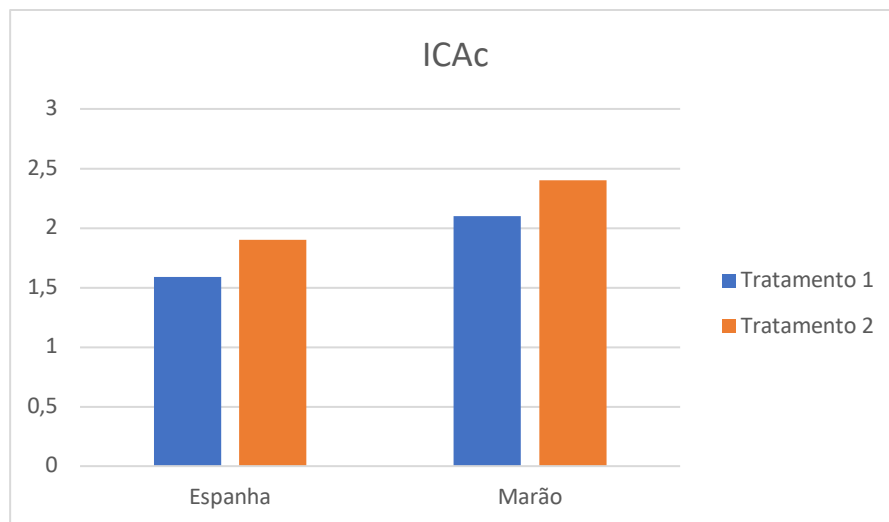


Gráfico 5. índice de conversão alimentar corrigido (ICAc) entre os tratamentos de Espanha e os do Marão

Para além da comparação de tratamentos entre lotes, também foi comparado o índice de conversão alimentar entre as origens Marão e Espanha (Gráfico 6). O ICA foi superior no grupo do Marão (Gráfico 6).

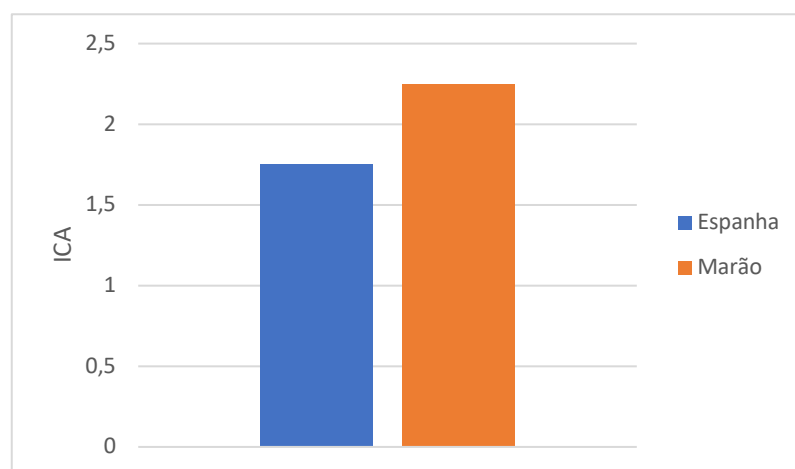


Gráfico 6. Índice de conversão alimentar entre os lotes de Espanha e do Marão

4.2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

4.2.1. Temperatura

A temperatura registada ao longo do ensaio de crescimento variou entre os 9 e os 18°C (Gráfico 7), correspondendo os valores mais baixos ao início e final do ensaio, respetivamente abril e setembro, meses com temperaturas atmosféricas médias mais baixas no total do ensaio.

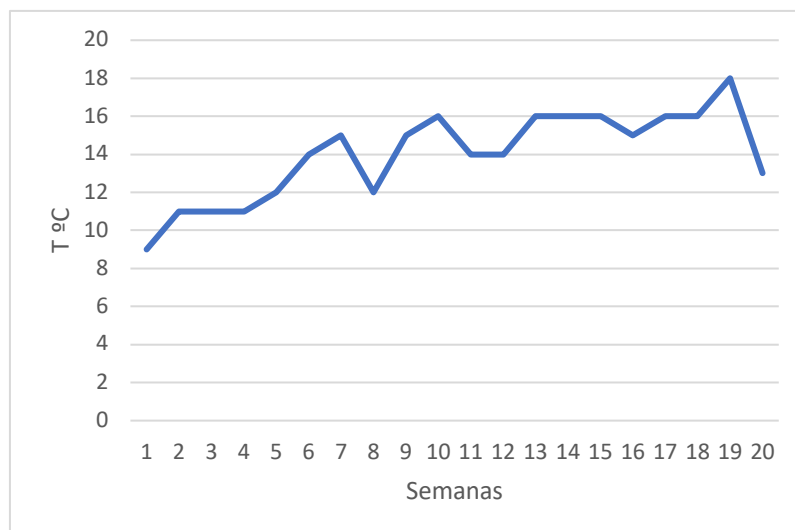


Gráfico 7. Evolução da temperatura ao longo do ensaio de crescimento

4.2.2. Oxigénio Dissolvido

Ao longo de todo o ensaio de crescimento, os valores de oxigénio dissolvido medidos na água do canal de entrada, à saída do tanque do Marão e de Espanha foram sempre superiores ao limite imposto pelo aparelho de medição, ou seja >10mg/l (muito acima dos valores limite para a espécie, 5,5 a 6 mg/L).

4.2.3. pH

Em relação ao canal de entrada, ao longo do ensaio não se verificaram valores de pH fora dos limites de aceitação para a espécie, oscilando entre os 6,5 e os 7. Em relação aos canais de saída, os do Marão oscilaram entre os 6,7 e os 7,3, enquanto os de Espanha rondaram os 6,5 (Gráfico 8).

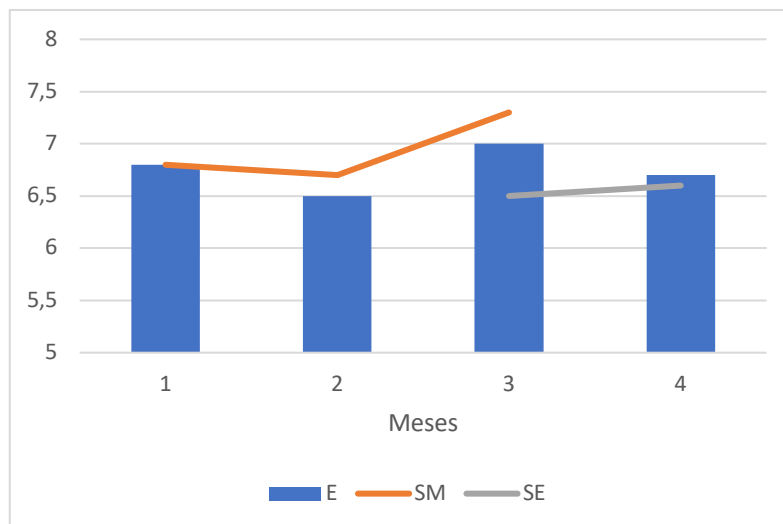


Gráfico 8. Evolução do pH ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)

4.2.4. Ferro

Em relação ao canal de entrada, ao longo do ensaio não se verificaram valores de ferro fora dos limites de aceitação para a espécie, oscilando entre os 0,02 e 0,11 mg/l. Em relação aos canais de saída, os do Marão os valores oscilaram entre os 0 e os 0,03mg/l, enquanto que os de Espanha são mais elevados oscilando entre 0.03 e 0.06mg/l (Gráfico 9).

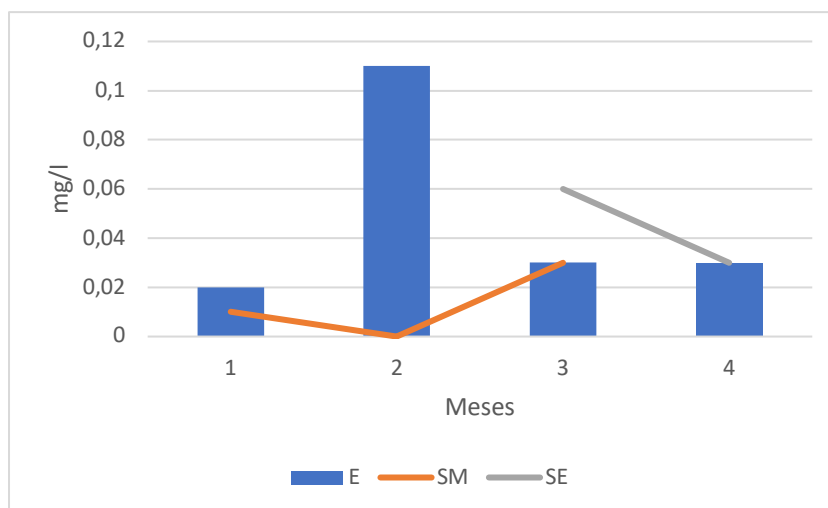


Gráfico 9. Evolução do ferro ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)

4.2.5. Amónia

Em relação ao canal de entrada, ao longo do ensaio não se verificaram valores de amónia fora dos limites de aceitação para a espécie, oscilando entre os 0 e os 0,06mg/l. Em relação aos canais de saída, os do marão oscilaram entre os 0 e 1,2mg/l, enquanto os valores de Espanha são mais baixos e oscilam entre 0,145 e 0,22mg/l (Gráfico 10).

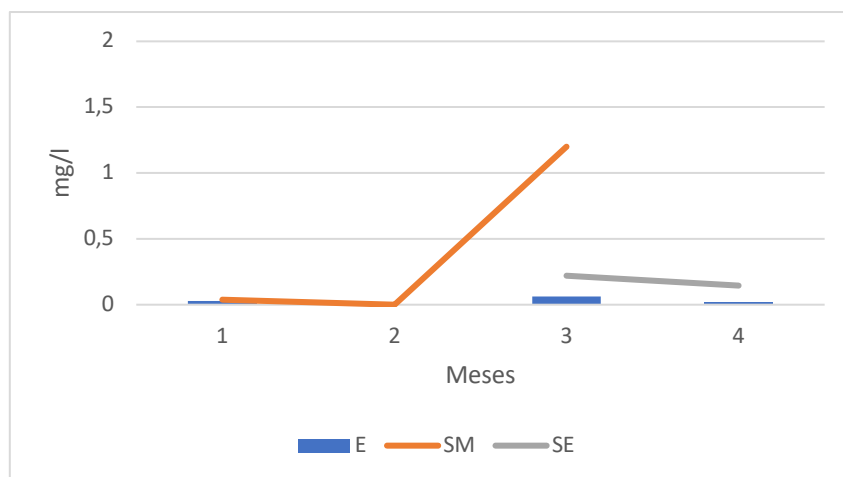


Gráfico 10. Evolução da amónia ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)

4.2.6. Nitrato e Nitrito

Em relação ao canal de entrada, ao longo do ensaio não são registados valores de nitratos (Gráfico 11). Em relação aos canais de saída, os do Marão apresentam valores altos oscilando entre os 1,8 e os 9,5 mg/l enquanto que os valores de Espanha oscilam entre os 0 e os 2,5mg/l.

Por outro lado, e em relação ao canal de entrada, ao longo do ensaio não se verificaram valores de nitritos fora dos limites de aceitação para a espécie, oscilando entre os 0 e os 0,01mg/l (Gráfico 12). Em relação aos canais de saída, os do Marão rondam os 0,05mg/l, enquanto os valores de Espanha oscilam entre 0,02 e os 0,055mg/l.

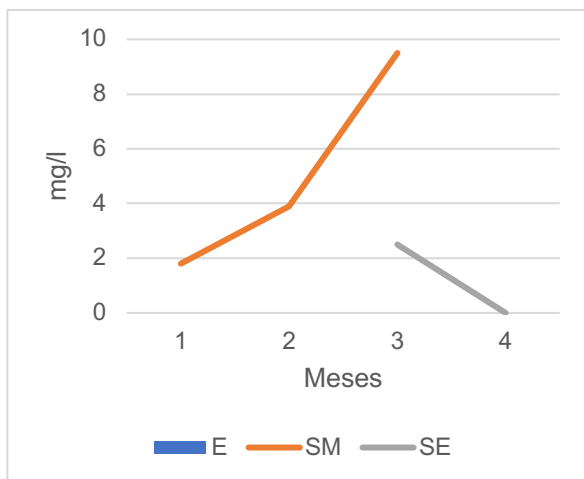


Gráfico 12. Evolução do nitrato ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)

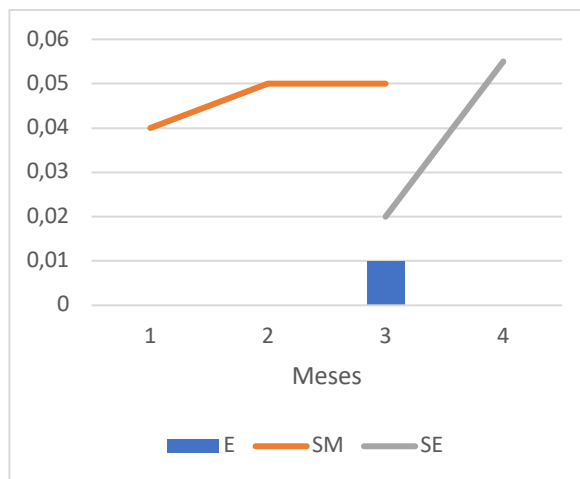


Gráfico 11. Evolução do nitrito ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)

4.2.7. Fósforo

Em relação ao canal de entrada, ao longo do ensaio não se verificaram valores de fósforo fora dos limites de aceitação para a espécie, oscilando entre os 0,3 e os 4,6mg/l (Gráfico 13). Em relação aos canais de saída, os do marão oscilaram entre os 0 e 0,7mg/l, enquanto os valores de Espanha oscilaram entre 0,45 e 1,6mg/l.

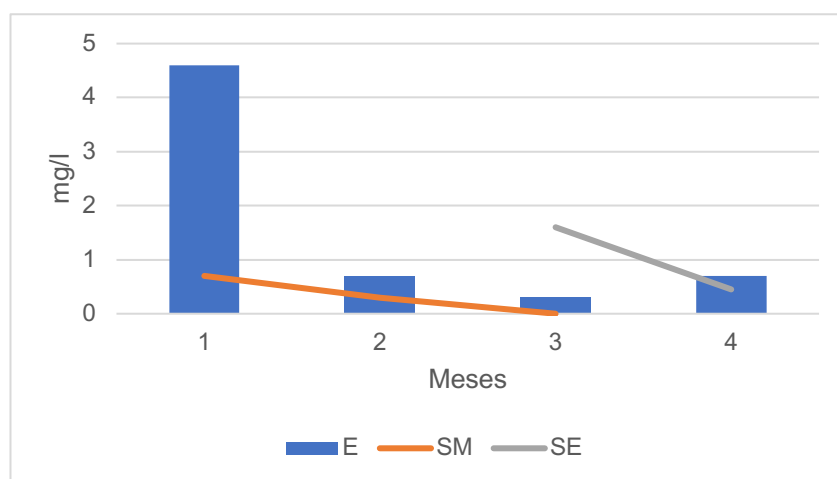


Gráfico 13. Evolução do fósforo ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)

4.2.8. Fosfato

Em relação ao canal de entrada, ao longo do ensaio não se verificaram valores de fosfatos fora dos limites de aceitação para a espécie, oscilando entre os 0,4 e os 1,2mg/l (Gráfico 14). Em relação aos canais de saída, os do marão oscilaram entre os 0,3 e 1,2mg/l, enquanto os valores de Espanha atingem valores mais altos e oscilam entre 0,8 e 4,9mg/l.

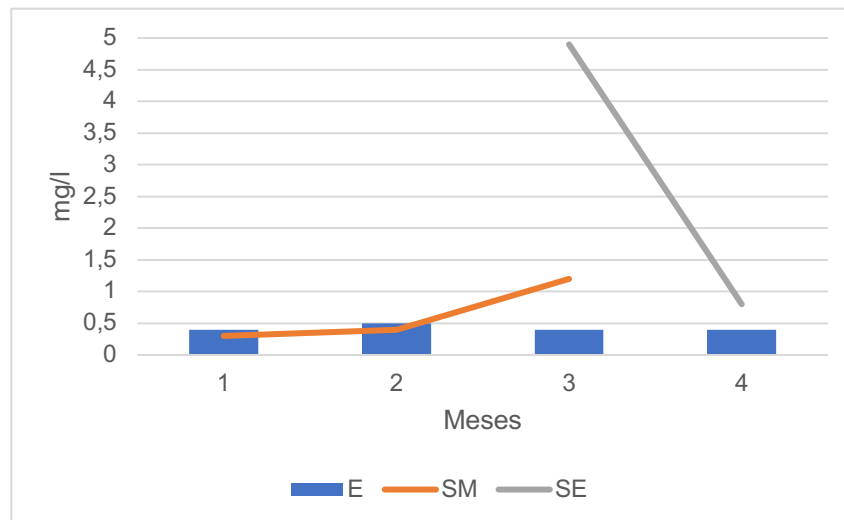


Gráfico14. Evolução do fosfato ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)

4.2.9. Sulfato

Ao longo de todo o ensaio de crescimento, os valores de sulfatos medidos na água do canal de entrada e à saída dos tanques do Marão e de Espanha foram nulos.

4.2.10. Dureza de Cálcio

Em relação ao canal de entrada, ao longo do ensaio não se verificaram valores de dureza de cálcio fora dos limites de aceitação para a espécie, oscilando entre os 0 e os 0,058°d (Gráfico 15). Em relação aos canais de saída, os do marão oscilaram entre os 0,002 e 0,008°d, enquanto os valores de Espanha oscilaram entre 0 e 0,008°d.

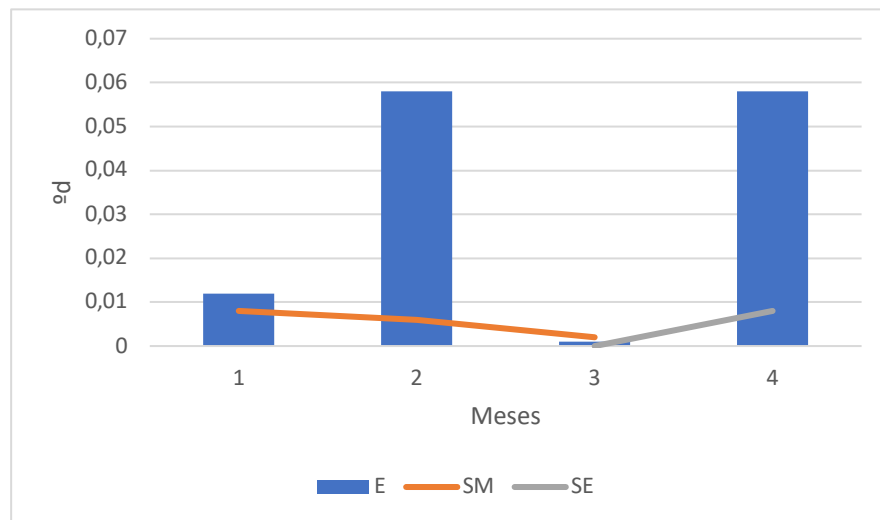


Gráfico 15. Evolução da dureza de cálcio ao longo do ensaio de crescimento, medido na água do canal da entrada (E), à saída dos tanques do Marão (SM) e Espanha (SE)

5. DISCUSSÃO

Na produção de peixes, a alimentação representa cerca de 40-50% dos custos de produção, sendo importante para os produtores a gestão da nutrição de modo a obter trutas com qualidade e tamanho aceitáveis pelas empresas de processamento de peixes, bem como pelos clientes (Alyshbaev, 2013).

Tanto no lote Marão como no lote Espanha o crescimento foi superior no tratamento 2, em que o número de refeições foi maior. O crescimento é mais constante no tratamento 2, em que os peixes são alimentados mais vezes, isto pode estar relacionado com o facto de a quantidade de alimento fornecida ao longo do dia ser maior, não existindo tanta competição pelo mesmo, pois o intervalo entre refeições é inferior ao tratamento 1 (apenas alimentados 2 vezes/dia), o que faz com que, quando fornecida a alimentação, os que se alimentaram até à saciedade, possibilitem depois aos restantes chegarem mais facilmente ao alimento.

À partida, a quantidade de vezes que os peixes são alimentados *ad libitum* (até à saciedade) está diretamente relacionada com a quantidade ingerida, ou seja, quanto mais refeições são fornecidas, mais alimento é ingerido e maior é o crescimento. No entanto, verificou-se um notório crescimento inconstante no tratamento 1 de Espanha quando comparado ao tratamento 2. O facto de em duas das semanas do ensaio, os peixes do tratamento 1 atingirem o crescimento do tratamento 2, pode dever-se a diversas razões.

Nas semanas em que isto se verificou, ou seja, na oitava e na última semana, a quantidade de alimento ingerido no tratamento 1 (22,25 e 50 kg) foi praticamente igual ao do tratamento 2 (22,8 e 50 kg), independentemente do número de refeições fornecido por dia. Isto pode dever-se ao facto de, por alguma razão, nestas semanas os animais do tratamento 2 terem ingerido uma menor quantidade de alimento por refeição. Podem-se sugerir algumas hipóteses explicativas para este facto, como por exemplo, os peixes terem contraído alguma doença ou estarem submetidos a algum fator de stress e consequentemente terem perdido o apetite, ou então a capacidade diária de alimentação e absorção dos peixes tender a ser idêntica a partir de uma certa

idade, independentemente do número de refeições, e assim sendo, só a quantidade de alimento ingerido é importante e não a quantidade de vezes que são alimentados por dia. Podemos, assim, afirmar, e analisando os dois tratamentos em ambos os lotes e não só no lote de Espanha e tendo isto acontecido apenas em duas semanas de tratamento, que teria sido provavelmente devido a algum fator momentâneo de stress impossível de detetar.

No lote de Espanha, o crescimento foi superior no tratamento 2, em que os peixes são alimentados mais vezes. Apesar de ser notório observar estes resultados graficamente, quando os dados foram analisados estatisticamente não pudemos comprovar que este crescimento foi significativamente diferente face ao tratamento 1. Em cada tratamento só foi possível realizar duas amostragens de peso semanalmente, o que dificulta o tratamento estatístico. Além disso, a diferença de peso entre os animais da amostra e, provavelmente, entre os da amostra e do universo dos animais do tanque, motivou elevados desvios padrão que influenciam negativamente a significância estatística das diferenças entre tratamentos. Desta forma, apenas numa semana de pesagens se apresentaram diferenças significativas de crescimento face ao número de refeições, pelo que não é possível afirmar que o número de refeições influencia um crescimento mais rápido. O facto de em todo o período de ensaio, não se ter realizado nenhuma triagem, quando as amostras de peixes são recolhidas aleatoriamente, não é possível garantir que os peixes contenham pesos aproximados, havendo sempre peixes com diferentes pesos devido ao canibalismo e à dominância hierárquica no tanque devida aos tamanhos muito diferentes. Esta hipótese é sustentada por Alyshbaev (2013), segundo o qual, um dos principais sinais de stress durante a alimentação da truta arco-íris é o canibalismo. Ele surge devido ao aumento do tamanho diferenciado dos peixes levando à agressividade. De modo a evitar este problema é necessário realizar a classificação ou triagem dos peixes em toda a fase de crescimento. Podemos assim afirmar que os valores elevados de desvio padrão dos pesos apresentadas ao longo do ensaio, comprometem a significância dos resultados obtidos. Por exemplo para o tratamento 1 de Espanha, em que o número de refeições é menor, o peso médio das duas amostras retiradas e calculadas é distinto,

enquanto que na última semana, na amostra 1 os peixes têm um peso médio de 16,15 g, na amostra 2 este já é de 11,87 g o que faz com que a média dos pesos das duas amostras do tratamento 1 alcance a do tratamento 2 e o desvio padrão aumente. Este fator indicia que neste tratamento, muito provavelmente ocorreu canibalismo.

Estando o crescimento relacionado com o GMD (ganho médio diário), quando analisado ao longo de todo o ensaio, este também foi superior (melhor) no lote de Espanha, pois estes nas últimas semanas conseguiram ter um GMD maior que o do Marão. Até à oitava semana não há diferenças visíveis relativamente aos peixes de Espanha ganharem mais peso por dia que os peixes do Marão. Podemos assim afirmar que a capacidade diária de ganho de peso é provavelmente idêntica nos dois lotes, independentemente da quantidade de alimento diário fornecido por dia e do número de refeições. Quando entre lotes comparamos este GMD, os peixes do Marão têm um GMD aproximadamente constante ao longo de todo o ensaio, apesar de, em algumas semanas, este até baixar. O mesmo não acontece quando comparados os tratamentos de Espanha. Aqui, mais uma vez o tratamento 2 (maior número de refeições) tem um GMD inconstante, em que na oitava semana chega mesmo a perder peso e na última semana este também sofre um decréscimo. Podemos assim salientar mais uma vez o referido anteriormente. Na oitava semana, a quantidade de alimento ingerida pelos peixes do tratamento 2 não foi suficiente, isto pode dever-se ao facto de os peixes terem ficado submetidos a algum fator de stress desconhecido, terem perdido o apetite, o que conseqüentemente conduziu a uma perda de peso.

O ICA foi superior (pior) no tratamento 2, com maior número de refeições. Este fator pode ter sido motivado por diferentes situações. Ou a quantidade de alimento ingerido foi superior (numerador), ou o ganho de peso foi inferior (denominador), ou mesmo, ambas as situações. Neste caso podemos verificar que houve de facto uma ingestão de alimento superior no tratamento 2 (3 a 4 refeições diárias). Não é de estranhar que assim seja, pelo facto de os peixes serem sempre alimentados *ad libitum* e, portanto, em cada refeição ingerem sempre até à saciedade, o que contribuiu para um total de ingestão diária superior no tratamento com mais refeições (T₂). Por outro lado, se este

aumento de ingestão fosse acompanhado por um correspondente aumento de peso, o ICA manter-se-ia idêntico, mas o que se verificou foi que o peso ganho em T₂ não manifestou este correspondente aumento de peso, tendo mesmo evidenciado crescimentos menores do que em T₁. Por este fator é perceptível que o elevado número de refeições não se refletiu num melhor, e, portanto, menor ICA.

Citado por Cortes e Pereira (1983) e segundo Gonçalves *et al* (2006), ICA de 1,15 são indicadores de ótimas condições, enquanto que os compreendidos entre 1,2 e 1,5, são considerados satisfatórios. Quando comparados os ICAc dos dois lotes, este é inferior no de Espanha, em que a quantidade de alimento ingerida foi superior e o ganho médio de peso foi superior também, podemos assim afirmar que a capacidade de absorção de alimento é superior no lote de Espanha do que no do Marão. Contudo mesmo o lote de Espanha ter um ICAc inferior (melhor), não foi ótimo; isto pode ser influenciado pela temperatura e pela idade dos peixes, fatores que afetam negativamente o ICA dos peixes.

A origem genética dos animais de Espanha e do Marão é diferente. Este fator pode ter uma grande influencia nos resultados apresentados, pelo que os peixes de Espanha mostraram ter um melhor crescimento, GMD e ICAc o que pode estar ligado a uma seleção genética mais apurada. Contudo existe outro parâmetro a considerar. A fase de vida em que ambos chegaram à exploração não foi a mesma. Enquanto os peixes do Marão foram entregues na fase de alevinagem, os de Espanha foram entregues numa fase mais precoce (ovos). Isto pode condicionar os resultados, pois a fase de incubação dos ovos de Espanha foi realizada na exploração e quando estes nascem e começam a ser alimentados, já passaram por um período de adaptação às condições ambientais, enquanto que os ovos do Marão eclodem em determinadas condições no local de origem e só posteriormente é que são transportados para a exploração onde vão ocorrer as restantes fases de crescimento. Podemos assim afirmar que a genética pode não ser o único fator diferenciador para um crescimento mais rápido, mais sim o facto de todas as fases de produção das trutas do Marão terem sofrido as consequências de uma adaptação ambiental mais agressiva.

Para além das questões genéticas e de adaptação, a quantidade de alevins do Marão e quantidade de ovos de Espanha entregues foi notoriamente distinta. Apesar de após eclodidos os ovos, os alevins de Espanha terem sido distribuídos por um maior número de tanques, a densidade por tanques é superior nestes últimos. Em ambos os tratamentos o tamanho dos tanques não diferiu, mas por questões de natureza prática da exploração, a quantidade de peixes colocados em cada tanque foi diferente nos dois lotes. Podemos assim afirmar que mesmo com uma maior densidade por tanque no lote de Espanha, este conseguiu atingir um maior crescimento face ao Marão num mesmo período de ensaio. Não sabemos como iria ocorrer o desenvolvimento dos peixes de Espanha se a densidade por tanque fosse igual à do Marão (menor). Este fator pode permitir realçar mais ainda que a genética tem um papel fundamental no crescimento e desenvolvimento da espécie.

Segundo Alyshbaev (2013), os piscicultores devem controlar a temperatura da água de modo a evitar a elevada atividade do peixe, porque quando a temperatura é elevada, o peixe é muito mais ativo e come mais, o que resultará em deposição de gordura ou no aparecimento de doenças, mas quando a temperatura é baixa, os peixes ficam magros, a alimentação é lenta, o que resulta numa alimentação insuficiente. Quando comparadas as condições atmosféricas aos resultados de crescimento, GMD e ICA, tanto no lote de Marão como no lote de Espanha, os principais parâmetros físico-químicos não comprometem o crescimento dos peixes. Contudo e apesar de os níveis de oxigénio dissolvido terem sido sempre superiores ao recomendado em ambos os tratamentos, o lote de Espanha, em todo o ensaio de crescimento obteve temperaturas ligeiramente mais elevadas e mais constantes, o que pode ter conduzido a uma maior ingestão de alimento e consequentemente a um maior crescimento. Este é mais um fator que, apesar de impossível de controlar ao nível da exploração, pode explicar uma parte dos melhores resultados no lote de Espanha relativamente ao do Marão.

Os únicos parâmetros físico-químicos de salientar neste ensaio, são a elevada concentração de amónia e nitratos à saída dos tanques do Marão. Estes parâmetros estão relacionados com a densidade de peixes, taxas metabólicas e taxas de alimentação. Não foram realizadas novas análises de modo a perceber

se os valores de amónia e nitratos já estavam normalizados, por isso podemos considerar isto como um facto isolado, que comparado com a curva de crescimento não comprometeu o mesmo. Quando a amostra foi retirada, podem ter sido realizadas desinfecções nos tanques e isso ter provocado estas alterações nas análises da água. Contudo, o facto de não haver um controlo tabelado de alimentação ideal a fornecer pode conduzir também a que estes valores aumentem, ou até mesmo a ração fornecida não ser adequada à fase de crescimento dos peixes e aumentar a sua taxa metabólica.

Apesar de em todos os dados obtidos, Espanha ter sido superior ao Marão, talvez haja um efeito de choque mais pronunciado no Marão pelo facto da alteração brusca de ambiente (água) se fazer sentir em peixes já numa fase de crescimento, comprometendo eventualmente aspetos de sanidade, crescimento, mortalidade, ou outros que não acontecem no lote de Espanha pelo facto do cultivo se ter iniciado na fase de incubação dos ovos, com a adaptação a condições ambientais mais facilitadas.

Para que fosse possível perceber os aspetos negativos do processo de produção desta truticultura, o ensaio decorreu sem alterações ao método utilizado pelo produtor. Os resultados deste estudo ficaram condicionados por ser uma exploração de carácter semi-intensivo, em que o produtor não se encontra a tempo inteiro na exploração. Faltaram recursos para a obtenção de mais dados, nem sempre as condições climatéricas, ou a disponibilidade do produtor permitia. É de salientar que ambos os ensaios não tiveram início e fim nas mesmas datas e a indisponibilidade de tanques, fez com que não fosse possível ter um número certo de peixes em cada tanque. Aspetos como o facto de o produtor não fazer a calibração em nenhuma fase do ensaio, nem fazer a contagem de peixes mortos condicionou também os resultados.

6. CONCLUSÕES

Face aos resultados obtidos podemos tirar as seguintes conclusões:

- Nas presentes condições experimentais, foi mais acertada a compra dos ovos de Espanha, do que os alevins do Marão, porque desta forma a fase de crescimento começa já nas condições ambientais da exploração;
- Apesar das oscilações de crescimento dos peixes de Espanha, para a mesma fase de crescimento, estes atingiram pesos superiores;
- A frequência de alimentação (superior) teve um papel fundamental no crescimento e desenvolvimento na truta arco-íris;
- A alimentação fornecida não seria provavelmente suficiente. Caso contrário, não existiriam tantos sinais de stresse demonstrados pelo canibalismo;

Em face dos resultados obtidos sugerem-se as seguintes medidas de melhoria:

- Implementação da alimentação automática, juntamente com a manual, para que os peixes possam obter alimento quando o produtor não se encontra na exploração;
- Alimentação ser fornecida com base em tabelas que permitem calcular a quantidade ideal com base no tamanho do peixe e na temperatura da água;
- Estimar corretamente o número de vezes a alimentar os peixes em cada fase de crescimento;
- Estimar corretamente a densidade de peixes colocados nos tanques;
- Executar o registo da temperatura e do caudal;
- Calcular a taxa de mortalidade;
- Realizar desinfecções regulares;
- Fazer um registo pelo menos semanal do crescimento dos peixes, de forma a detetar atempadamente os desvios em

relação à curva de crescimento esperada e implementar estratégias de melhoria precocemente.

Após a implementação de novas medidas de produção é necessário fazer novos estudos, para comprovar os resultados obtidos neste e complementar os aqui obtidos, com um delineamento experimental que não esteja tão limitado pelas condições de exequibilidade prática da exploração.

Para verificar a veracidade deste estudo, era importante realizar um novo estudo, após a reformulação da exploração, em que fosse possível:

- Ambas as origens terem o mesmo número de peixes em cada tanque;
- O número de refeições ainda fosse superior no tratamento dois;
- O ensaio dos dois lotes tivesse início, não apenas com o mesmo peso, mas sim, a data de início e final fosse a mesma;
- Fosse efetuada calibração dos peixes;
- Fosse efetuado o registo exato da mortalidade;
- Fosse possível retirar mais amostras de pesagens de cada tratamento.

7. REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS

Alyshbaev A (2013). Feeding Level Effect on the Growth of Rainbow Trout (*Onchorynchus mykiss*) Fingerlins. Pro Gradu Thesis. University of Eastern Finland, Department of Biology.

Anónimo (2009). Manual de Crianza Trucha (*Onchorynchus mykiss*). Ragasha-Peru. Consultado em: www.gbcbiotech.com

Araújo RV, Viveiros ATM, Tabata YA, César MP (2006). Manejo Reprodutivo da Truta Arco-Íris em Cativeiro. Universidade Federal de Lavras, Larvas.

COSEWIC (2014). COSEWIC assessment and status report on the Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/cosewic/sr_Rainbow%20Trout_2014_e.pdf consultado em 20/11/2016

Cusirramos EFC (2013). Determinación del Factor de Conversión Alimentaria para Tres Dieras Alimentarias de Trucha (*Oncorhynchus Mykiis*) y su Relación con los Parâmetros de temperatura y PH en la Zona Producción de Faro- Pomata, Provincia de Chucuito Juli Región de Puno. *Para Optar el Grado Académico de Master en Ciencias com Mención en Gerencia, Auditoria y Gestión Ambiental*. Facultad de Ciencias Naturales y Formales, Arequipa- Perú.

Datta S (2012). Management of Water Quality in Intensive Aquaculture. CIFE, Kolkata Centre. <https://www.researchgate.net/publication/259175404> consultato a 27/02/2017

DL- Decreto-Lei nº226-A/2007. 31 de Maio.

De La Oliva G (2011). Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola en El Cultivo de Trucha Arco Iris.

Dmitry A (2013). Effect of Water Quality on Rainbow Trout Performance. *Thesis Environmental Engineering*. Mikkelin University of Applied Sciences.

EMFF- European Maritime and Fishers Fund.

https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/emff_en

FAO (2014). Manual Práctico para el Cultivo de la Trucha Arcoíris. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Guatemala.

FAO (2014). The State of World Fisheries and Aquaculture Opportunities and Challenges. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Fão RLM (2013). Avaliação da Qualidade da Água de Pisciculturas: sustentabilidade ambiental e tipo de exploração. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança.

Gonçalves DPF (2010). **Acompanhamento do manejo e proposta de melhoria na truticultura do Paivó.** *Trabalho Complementar do Curso de Eng.^a de Zootecnia.* Escola Superior Agrária de Viseu, Viseu.

Gomes EFS (1991). A Proteína e a Energia na Alimentação da Truta Arco-Íris (*Oncorhynchus mykiss*). *Dissertação em Ciências Biomédicas Especialidade de Nutrição.* Universidade do Porto, Porto

INE- Instituto Nacional De Estatística. www.ine.pt

Padrón ARM, Lacruz LV, Piñero DB (2010). Elementos Práticos para la Cría de Truchas en Venezuela. Escuela Socialista de Agricultura Tropical. Mundo Pecuario. VI, N°2, 157-168.

Machado TM, Rigolino MG, Tabata YA (2007). Manejo Reprodutivo da Truta Arco-Íris *Oncorhynchus mykiss*. ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/truta_arco-iris.pdf, consultado em 20/01/2017.

Martínez GA (2009). Manual Básico para el Cultivo de Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiis*). Manual de capacitación para la participación comunitaria GEMTIES Cuencas Sanas y Modos de Vida Sustentable.

- Martins AMCRPF, Hipolioto M, Catroxo MHB** (2011). A importância da piscicultura e algumas doenças virais e bacterianas píceas. http://www.infobibos.com/Artigos/2011_2/psicultura/index.htm, consultado em 30/01/2017
- Mauricio AIC** (2003). Efeito da Variação da Qualidade da Água na Curva de Crescimento em Truta Arco-Íris (*Oncorhynchus mykiss*). *Trabalho Complementar do Curso de Eng.ª Agrícola variante de Zootecnia*. Escola Superior Agrária de Viseu, Viseu.
- Meyer DE** (2004). *Introducción a la Acuicultura*. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras
- Mestre PMG** (2008). Elaboração de um Projecto de uma Unidade de Piscicultura. *Dissertação de Mestrado integrado em Medicina Veterinária*. Universidade Técnica de Lisboa.
- Murillo A. M.** (s/d). Evaluación de cría, levante y engorde de trucha arco-íris-Columbia. Consultado em: <https://www.monografias.com/trabajos96/evaluacion-cria-levante-y-engorde-trucha-arcoiris-colombia/evaluacion-cria-levante-y-engorde-trucha-arcoiris-colombia.shtml>.
- Oncorhynchus mykiss** (Walbaum, 1792). Fisheries and Aquaculture Department. Cultured Aquatic Species Information Programme. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/en consultado em 20/12/2016
- Pereira CFE** (2009). Suplementação de L-carnitina na dieta de trutas arco-íris (*Oncorhynchus-mykiss*): Estudo comparativo entre indivíduos diplóides e triploides. *Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar – Recursos Marinhos*. Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Porto.
- Rocha HC** (2011). Estudo do Comportamento Agonístico em Juvenis de Truta. *Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária*. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

Silva VK, Ferreira MW, Logato PVR (s/d). Qualidade da água na Piscicultura.
<http://www.editora.ufla.br/index.php>, consultado em 03-02-2017.

Woynarovich A, Hoitsy G, Moth-Poulsen T (2011). Small-scale rainbow trout farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 561. Rome, 81 pp.

ESPECIFICAÇÕES

Gama	0,0 a 10,0 mg/L
Resolução	0,1 mg/L
Precisão	±0,4 mg/L ±3% da leitura a 25 °C
Desvio Típico	± 0,1 mg/L

BNC

Fonte de Luz Limpado de tungstênio com fito de banda de estanho interferência @ 420 nm
 Método Adaptação do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18^{ed} edição, método Winkler modificado Azide. A reação entre o oxigênio dissolvido e os reagentes causa uma coloração amarelo no amostra.

REAGENTES NECESSÁRIOS

Código	Descrição	Quantidade
HI 93732A0	Reagente A	5 gotas
HI 93732B-0	Reagente B	5 gotas
HI 93732C-0	Reagente C	10 gotas

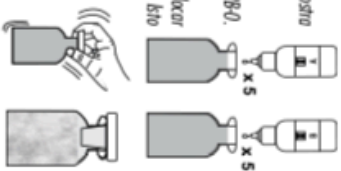
CONJUNTOS DE REAGENTES

HI 93732-01 Reagentes para 100 testes
 HI 93732-03 Reagentes para 300 testes
 Para outros excessivos veja a página 130.

PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO

Selecione o método Oxigênio Dissolvido usando o procedimento descrito na seção Seleção de Método (ver página 13).

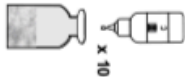
- Encha um frasco de vidro de 60 ml completamente com o amostra não reagida.
- Vá a colocar o tampa e assegure-se que uma pequena parte do amostra entravosa.
- Remova o tampa e adicione 5 gotas de HI 93732A-0 e 5 gotas de HI 93732B-0.
- Adicione mais amostra, para encher o frasco completamente. Vá a colocar o tampa novamente e assegure-se que uma parte do amostra entravosa. Isto é para se garantir que não permanecerem presos bolhas de ar no seu interior, que podem afetar a leitura.
- Inverte o frasco vários vezes. A amostra tornase laranja-amarelo e o agente flocculante oporera.



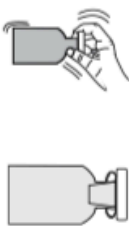
Deixe a amostra repousar e o agente flocculante começará a depositar-se.

Após aproximadamente 2 minutos, quando o metnole superior do frasco se torna límpido, adicione 10 gotas de HI 93732C-0.

Vá a colocar o tampa e inverte o frasco até que o depósito do agente flocculante se dissolve completamente. A amostra está pronta a efectuar medições quando está amarelo e completamente límpido.

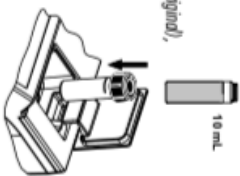


Encha o cawete até a marca com 10 ml de amostra não reagida (original), e substitua o tampa. Este é o branco.



Coloque o cawete no suporte e feche o tampa.

Pressione o botão ZERO. O mostrador indicará "0,0" quando o medidor está a zero e pronto para a medição. Remova o cawete.



Encha mais uma cawete até a marca com 10 ml do amostra reagida e substitua o tampa.

Remova o cawete no instrumento.

Pressione READ para iniciar a leitura. O instrumento indicará os resultados em mg/L de oxigênio dissolvido.



INTERFERÊNCIAS

As interferências podem ser devidas a materiais redutores e oxidantes.

ESPECIFICAÇÕES

Gama	6.5 a 8.5 pH
Resolução	0.1 pH
Precisão	±0.1 pH
Desvio Típico	±0.1 pH
ENC	

Fonte de Luz: Iluminado de tungstênio com filtro de banda de estreita interferência @ 525 nm

Método: Adaptação do Método Vermelho Fenol. A reação com o reagente causa a uma coloração de amarelo a vermelho no amostra.

REAGENTES NECESSÁRIOS

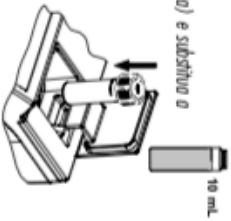
Código	Descrição	Quantidade
HI 93710-0	Indicador Vermelho Fenol	5 gotas

CONJUNTOS DE REAGENTES

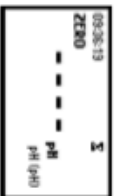
- HI 93710-01 Reagentes para 100 testes de pH
 - HI 93710-03 Reagentes para 300 testes de pH
- Para outros excessões veja a página 130.

PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO

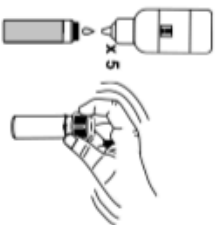
- Seleção o método pH usando o procedimento descrito na seção Seleção de Método (ver página 131).
- Encha a cuvete com 10 mL do amostra não reagida (até à marca) e substitua a tampa.
- Coloque a cuvete no suporte e feche a tampa.



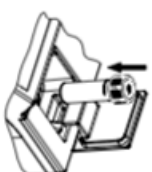
- Pressione a tecla ZERO. O mostrador indicará "0.0" quando o medidor está a zero e pronto para a medição.



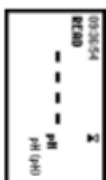
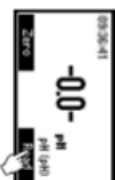
- Remova a cuvete e adicione 5 gotas de Indicador Vermelho Fenol HI 93710-0. Volte a colocar a tampa e misture a solução.



- Retorne a cuvete no instrumento.



- Pressione a tecla READ para iniciar a leitura. O instrumento indica o valor de pH.



FERRO GAMA ALTA

ESPECIFICAÇÕES

Gamma	0.00 a 5.00 mg/L
Resolução	0.01 mg/L
Precisão	±0.04 mg/L ±2% do leitura a 25 °C
Desvio Típico	±0.01 mg/L

BNC

Fonte de Luz Lâmpada de tungstênio com filtro de estrab interferência @ 525 nm

Método Adaptação do método EPA de Fenotololna 315B, para águas naturais e turbidas. A reação entre o ferro e os reagentes causa uma coloração laranja no amostra.

REAGENTES NECESSÁRIOS

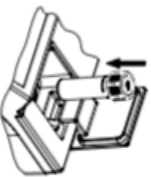
Código	Descrição	Quantidade
HI 93721-0	Reagente em Po	1 embalagem

CONJUNTOS DE REAGENTES

HI 93721-01 Reagentes para 100 testes
 HI 93721-03 Reagentes para 300 testes
 Para outros acessórios veja o página 130.

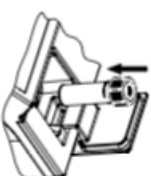
PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO

- Selecione o método Ferro GA usando o procedimento descrito na secção Seleção de Método (ver página 13).
- Encha a coveite com 10 ml do amostra não reagido (até a marca) e substitua a tampa.
- Coloque a coveite no suporte e feche a tampa.



- Pressione o tecla ZERO. O mostrador indicará "0.0" e o medidor está a zero e pronto para a medição.

- Retorne a coveite no instrumento.



- Pressione TIMER e o instrumento indicará a contagem decrescente anterior à medição ou, em alternativa, espere 2 minutos e 30 segundos e pressione READ. Quando o temporizador terminar, o medidor efectuará a leitura.



- O medidor indica a concentração em sílica mg/L de iodo.



INTERFERÊNCIAS

As interferências podem ser causadas por: Bromo, Cloro, Ozono, Formas Oxidadas de Cromo e Manganez. No caso de água com dureza maior que 500 mg/L CaCO₃, agite a amostra durante aproximadamente 2 minutos após adicionar o reagente.

No caso de água com alcalinidade maior que 250 mg/L CaCO₃ ou odores maior que 150 mg/L CaCO₃, a cor do amostra pode-se desenvolver quando parcialmente, ou pode desaparecer rapidamente. Para resolver isto, neutralize o amostra com HCl ou NaOH diluído.

ESPECIFICAÇÕES

Gamma	0,00 a 10,00 mg/L
Resolução	0,01 mg/L
Precisão	±0,05 mg/L ±5% do leitura a 25 °C
Desvio Típico	±0,01 mg/L
EMC	

Fonte de Luz Lâmpada de tungstênio com filtro de banda de estreita interferência @ 420 nm
Método Adaptado do ASTM Manual of Water e Environmental Technology, D1426-92, método Nestler. A reação entre o amônia e os reagentes causa uma colorção amarelo no amostra.

REAGENTES NECESSÁRIOS

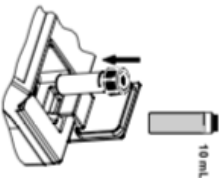
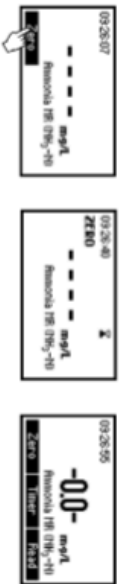
Código	Descrição	Quantidade
HI 937154-0	Primeiro Reagente 4 gotas (6 gotas para água do mar)	
HI 937158-0	Segundo Reagente 4 gotas (10 gotas para água do mar)	

CONJUNTOS DE REAGENTES

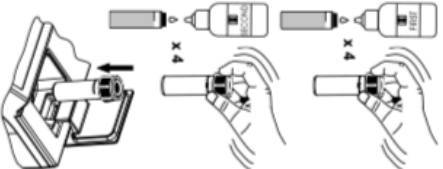
HI 93715-01 Reagentes para 100 testes
 HI 93715-03 Reagentes para 300 testes
 Para outros acessórios veja a página 130.

PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO

- Selecione o método Amônia Gm usando o procedimento descrito na seção Seleção de Método (ver página 13).
 - Encha a cuvete com 10 ml de amostra não reagido (até à marca) e substitua o bampa.
 - Coloque a cuvete no suporte e feche a tampa.
- Pressione a tecla ZERO. O mostrador indicará "0,0" quando o medidor está a zero e pronto para a medição.



- Remova a cuvete.
- Adicione 4 gotas do Primeiro Reagente HI 937154-0 (6 gotas para análise de água do mar). Volte a colocar a tampa e misture a solução.
- Adicione 4 gotas do Segundo Reagente HI 937158-0 (10 gotas para análise de água do mar). Volte a colocar a tampa e misture a solução.
- Reinicie a cuvete no instrumento.
- Pressione **TIME** e o instrumento indicará o carregem decrescente até vir a zero ou, em alternativa, aguarde 3 minutos e 30 segundos e pressione **READ**. Quando o temporizador terminar, o medidor efectuará a leitura. O instrumento indica os resultados em mg/L de azoto de amônia (NH₃-N).
- Pressione as teclas **▲▼** para aceder ao segundo nível de funções.
- Pressione a tecla funcional **Chem Fm** para converter o resultado em mg/L de amônia (NH₃) e amónio (NH₄⁺).
- Pressione os teclas **▲▼** para voltar ao ecrã de medição.



INTERFERÊNCIAS

As interferências podem ser causadas por: acetona, álcool, aldeídos, glicina, dióxido de azoto de 1 g/L, ferro, dicromatos orgânicos, sulfureto, vários outros oxidantes e bromânios.

NITRITO GAMA BAIXA

ESPECIFICAÇÕES

Gama	0,00 a 0,35 mg/L
Resolução	0,01 mg/L
Precisão	±0,02 mg/L ±4% do leitura a 25 °C
Desvio Típico	±0,01 mg/L

EMC

Fonte de Luz: Lâmpada de tungstênio com filtro de banda de estreito interferência @ 525 nm

Método: Adaptação do método Diazoção 354, 1 da EPA. A reação entre o nitrato e o reagente provoca uma coloração rosa no amostra.

REAGENTES NECESSÁRIOS

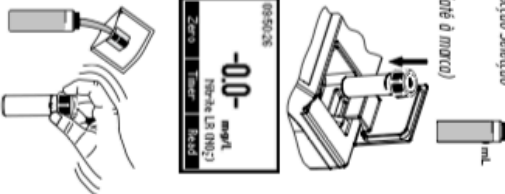
Código	Descrição	Quantidade
HI 93707-0	Reagente em pó	1 embalagem

CONJUNTOS DE REAGENTES

HI 93707-01 Reagentes para 100 testes
 HI 93707-03 Reagentes para 300 testes
 Para outros acessórios veja o página 130.

PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO

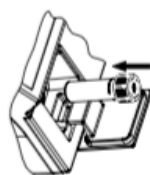
- Selecione o método Nitrato GB usando o procedimento descrito na seção Seleção de Método (ver página 13):
- Encha a cuvete até à marca com 10 ml de amostra não reagida (até à marca) e substitua a tampa.
- Coloque a cuvete no suporte e feche a tampa.
- Pressione a tecla ZERO. O mostrador indicará "0,0" quando o medidor está a zero e pronto para a medição.
- Adicione a cuvete de uma embalagem de reagente HI 93707-0. Vire a cuvete a tampa e agite cuidadosamente durante cerca de 15 segundos.
- Remova a cuvete.



95

Método GB

- Retirada a cuvete no instrumento.



Pressione TIMER e o instrumento indicará a contagem decrescente anterior à medição ou, em alternativa, aguardar 6 minutos e pressione READ. Quando o temporizador termina, o medidor efetuará a leitura. O medidor indica a concentração em $\mu\text{g/L}$ de nitrato.



- Pressione os teclas \blacktriangle para aceder ao segundo nível de funções.

Pressione a tecla Funcional Chem Firm para converter o resultado em mg/L de azotónio ($\text{NO}_x\text{-N}$) e nitrato de sódio (NaNO_2).



- Pressione os teclas \blacktriangle para voltar ao ecrã de medição.

INTERFERÊNCIAS

As interferências podem ser causadas pelos seguintes iões: Ferro, Ferro, níquel, alumínio, mercúrio, prata, antimónio, bismuto, arsénio, chumbo, metavanadato e óxido plumboso.
 Agentes fortemente redutores e oxidantes.
 Altas níveis de nitrato (como de 100 mg/L) podem produzir falsamente altos leituras devido a uma quantidade diminuta de redução para nitrato, que pode ocorrer nestes níveis.

NITRATO

ESPECIFICAÇÕES

Gamma	0.0 a 30.0 mg/L
Resolução	0.1 mg/L
Precisão	±0.5 mg/L ±10% do leitura a 25 °C
Desvio Típico	±0.1 mg/L

EMC

Limpeza de tungstênio com flúo de banda de estreita interferência @ 525 nm
Adaptação do método de redução de cólon. A reação entre o nitrato e o reagente causa uma coloração dinar no amostra.

REAGENTES NECESSÁRIOS

Código	Descrição	Quantidade
HI 93728-0	Reagente em pó	1 embalagem

CONJUNTOS DE REAGENTES

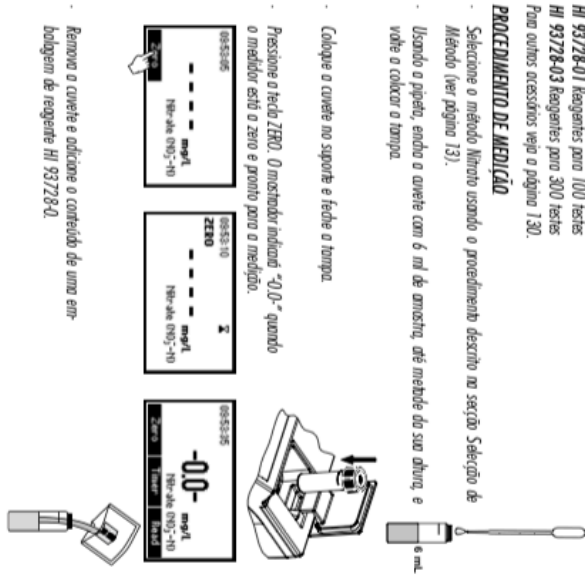
HI 93728-01 Reagentes para 100 testes
HI 93728-03 Reagentes para 300 testes
Para outros acessórios veja a página 130.

PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO

- Selecione o método Nitroto usando o procedimento descrito na seção Seleção de Método (ver página 13).
- Usando a pipeta, encha o cubete com 6 ml de amostra, até metade do seu altura, e volte a colocar o tampão.

Coloque o cubete no suporte e feche o tampão.

Pressione o botão ZERO. O mostrador indicará "0.0" quando o medidor está a zero e pronto para a medição.



Remova o cubete e adicione o conteúdo de uma embalagem de reagente HI 93728-0.

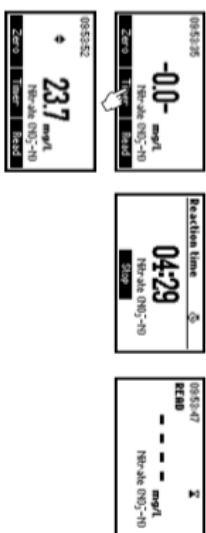
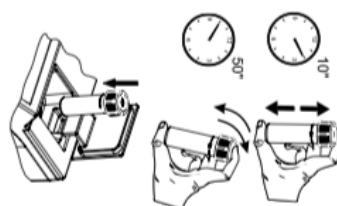
91

Ilustração

Volte a colocar o tampão e agite imediatamente, vigorosamente, por cima e para baixo durante exatamente 10 segundos. Continue o misturar invertendo o cubete cuidadosamente durante 50 segundos, enquanto tem atenção para não induzir bolhas de ar. O pó não se dissolverá completamente. O tempo e o modo de agitação podem variar sensivelmente a medição.

Remova o cubete no instrumento, tendo em atenção para não o agitar.

Pressione TIMER e o instrumento indicará a contagem decrescente anterior à medição ou, em alternância, quando 4 minutos e 30 segundos e pressione READ. Quando o temporizador terminar, o medidor efetuará o leitura. O instrumento indica os resultados em mg/L de nitrato-nitrato.



Pressione os teclas ▲ ▼ para aceder ao segundo nível de funções.



Pressione o botão funcional Chem Fm para converter o resultado em mg/L de nitrato (NO₃). Pressione os teclas ▲ ▼ para voltar ao ecrã de medição.

INTERFERÊNCIAS

As interferências podem ser causadas por:
Amónia e óxidos, como uréia e óxidos difíceis pânicois. Cloro acima de 100 ppm, Cloro acima de 2 ppm, Cobre, Ferro(III), Substâncias fortemente oxidantes e redutoras, Sulfureto deve estar ausente

ESPECIFICAÇÕES

Gama 0,0 a 15,0 mg/L
Resíduo 0,1 mg/L
Precisão ±0,3 mg/L ±4% do leitura a 25 °C
Desv. Típico EMC ±0,2 mg/L
Fonte de Luz Lâmpada de tungstênio com filtro de banda de estreito interferência @ 525 nm
Método Adaptação do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18ª edição, método Ammoniato. A reação entre o fósforo e os reagentes causa uma coloração azul no amostra.

REAGENTES NECESSÁRIOS

Código	Descrição	Quantidade
HI 93706A-0	Molibdato	10 gotas
HI 93706B-0	Po Amoniaco	1 embalagem

CONJUNTOS DE REAGENTES

HI 93706-01 Reagentes para 100 testes
 HI 93706-03 Reagentes para 300 testes
 Para outros acessórios veja a página 130.

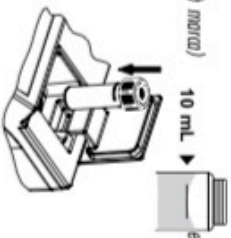
PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO

Selecione o método Fósforo usando o procedimento descrito na seção Seleção de Método (ver página 13).

Encha a cuvete com 10 ml do amostra não reagido (até à marca) substituindo a tampa.

Coloque a cuvete no suporte e feche a tampa.

Pressione a tecla ZERO. O mostrador indicará "0,0" quando o medidor está a zero e pronto para a medição.



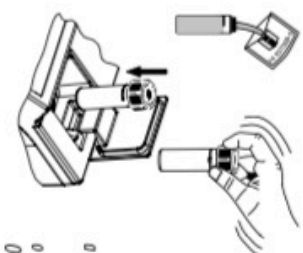
Remova a cuvete.

Adicione 10 gotas de Reagente de Molibdato HI 93706A0.

Adicione o conteúdo de uma embalagem de HI 93706B0 Fósforo Reagente B (Amoniaco) à cuvete. Vale a colocar a tampa e agite cuidadosamente até estar completamente dissolvida.

Resista a cuvete no instrumento.

Pressione TIMER e o instrumento indicará contagem decrescente anterior à medição ou, em alternativa, aguarde 5 minutos e pressione READ. Quando temporizador terminar, o medidor efectuou a leitura. Instrumento indica os resultados em mg/L de fósforo (P).



Pressione os teclas ▲▼ para aceder ao segundo nível de funções. Pressione a tecla funcional Chem Firm para converter o resultado em mg/L de fósforo (P_T) e penúltimo de fósforo (P_O).



Pressione os teclas ▲▼ para voltar ao ecrã de medição.

INTERFERÊNCIAS

As interferências podem ser causadas por Sulfato

Cloreto acima de 150000 mg/L

Cálcio acima de 100000 mg/L como CaCO₃

Magnésio acima de 40000 mg/L como CaCO₃

Ferro ferroso acima de 100 mg/L

FOSFATO GAMA ALTA

ESPECIFICAÇÕES

Gama	0.0 a 30.0 mg/L
Resolução	0.1 mg/L
Precisão	±1 mg/L ±4% do leitura a 25 °C
Desv. Típico EMC	±0.1 mg/L
Fonte de Luz	Lâmpada de tungstênio com filtro de banda de estreita interferência @ 525 nm
Método	Adaptação do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18ª edição, método Aminoácido. A reação entre o fósforo e os reagentes causa uma coloração azul no amostra.

REAGENTES NECESSÁRIOS

Código	Descrição	Quantidade
HI 93717A-0	Molibdato	10 gotos
HI 93717B-0	Reagente B	1 embalagem

CONJUNTOS DE REAGENTES

HI 93717-01 Reagentes para 100 testes
 HI 93717-03 Reagentes para 300 testes
 Para outros acessórios veja a página 130.

PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO

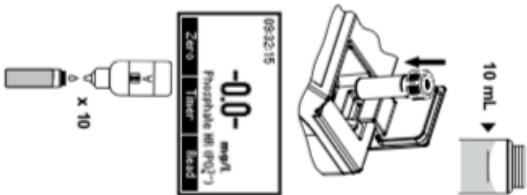
Selecione o método Fosfato GA usando o procedimento descrito na seção Seleção de Método (ver página 13).

- Encha o coveite com 10 mL do amostra não reagida (até à marca) e substitua o Tampa.
- Coloque o coveite no suporte e feche o Tampa.

Pressione a tecla **ZERO**. O mostrador indicará "0.0" quando o medidor está a zero e pronto para a medição.



- Remova o coveite.
- Adicione 10 gotos de Reagente Molibdato HI 93717A-0.



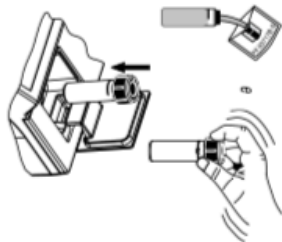
Fosfato GA

104

- Adicione o conteúdo de uma embalagem de HI 93717B-0 Reagente B de Fosfato GA à coveite. Volte a colocar o Tampa agite cuidadosamente até estar completamente dissolvido.

- Retorne o coveite ao instrumento.

Pressione o botão **TIMER** e o instrumento indicará a contagem decrescente anterior à medição ou, em alternativa, aguarde 5 minutos e pressione **READ**. Quando o temporizador terminar, o medidor efectuará a leitura. O instrumento indica os resultados em mg/L de fósforo (P₂).



- Pressione as teclas **▲▼** para aceder ao segundo nível de funções.

Pressione a tecla funcional **Chem Firm** para converter o resultado em mg/L de fósforo (P) e permitir o de fósforo (P₂).



- Pressione as teclas **▲▼** para voltar ao ecrã de medição.

INTERFERÊNCIAS

Sulfureto
 Cobre acima de 150000 mg/L)
 Cálcio acima de 10000 mg/L como CaCO₃
 Magnésio acima de 40000 mg/L como CaCO₃
 Ferro ferroso acima de 100 mg/L

105

Fosfato GA

SULFATO

ESPECIFICAÇÕES

Gama	0 a 50 mg/L
Resolução	5 mg/L
Precisão	±5 mg/L ±5% do leitura a 25 °C
Fonte de Luz	Lâmpada de tungstênio com filtro de bordo de estanho interferência @ 466 nm
Método	O Sulfato é precipitado com cristais de cloreto de bário. A absorbância de luz da suspensão é medida.

REAGENTES NECESSÁRIOS

Código	Descrição	Quantidade
HI 93751-0	Reagente indicador	1 embalagem

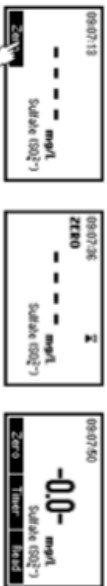
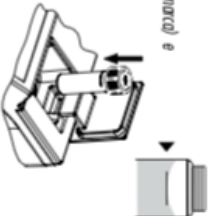
CONJUNTOS DE REAGENTES

HI 93751-01 Reagentes para 100 testes
 HI 93751-03 Reagentes para 300 testes
 Para outros acessórios veja o página 130.

PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO

Nota: para a preparação da amostra siga o procedimento de AMOSTRAS COLORIDAS OU TURVAS no página 18.

- Selecione o método Sulfato usando o procedimento descrito na seção Seleção de Método (ver página 13).
- Encha a cuvete com 10 mL do amostra não requido (até à marca) e substitua a tampa.
- Coloque a cuvete no suporte e feche a tampa.
- Pressione a tecla ZERO. O mostrador indicará "0.0" quando o medidor está a zero e pronto para a medição.



- Remova a cuvete.

123

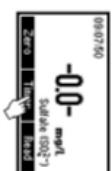
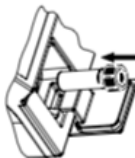
Sulfato

- Adicione o conteúdo de uma embalagem de HI 93751-0 Reagente indicador.



- Volte a colocar a tampa e agite cuidadosamente durante 1 minuto.
- Remova a cuvete no instrumento.

Pressione **TIMER** e o instrumento indicará o contagem decrescente anterior à medição ou, em alternativa, quando 5 minutos e pressione **READ**. Quando o temporizador terminar, o medidor efectuará a leitura.



- O medidor indica a concentração em mg/L de Sulfato (SO_4^{2-}).

INTERFERÊNCIAS

As interferências podem ser devidas a:

Cálcio (como CaCO_3) acima de 20000 mg/L

Cloreto (como Cl) acima de 40000 mg/L

Magnésio (como MgCO_3) acima de 10000 mg/L

Silica (como SiO_2) acima de 500 mg/L

Cor ou matéria suspensa em grandes quantidades interferem: a matéria suspensa deve ser removida por filtração prévia.

A matéria orgânica em grandes quantidades pode impedir a precipitação de sulfato de bário.

Sulfato

124

DUREZA DE CÁLCIO

ESPECIFICAÇÕES

Gamma	0,00 a 2,70 mg/l
Resolução	0,01 mg/l
Precisão	±0,1 mg/l, ±5% do leitura a 25 °C
Desvio Típico	±0,01 mg/l

EMC

Fonte de Luz

Lâmpada de tungstênio com filtro de banda de estreito interferência @ 525 nm

Método

Adaptação do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18ª edição, método Calcimetric. A reação entre o cálcio e os reagentes causa uma coloração amarelado-violeta no amostra.

REAGENTES NECESSÁRIOS

Código	Descrição	Quantidade
HI 93720A-0	Indicador Ca & Mg	0,5 ml
HI 93720B-0	Solução Alcalina	0,5 ml
HI 93720C-0	Solução EGTA	1 gota

CONJUNTOS DE REAGENTES

HI 93720-01 Reagentes para 100 testes
 HI 93720-03 Reagentes para 300 testes
 Para outros reagentes veja a página 130.

PROCEDIMENTO DE MEDIÇÃO

Selecione o método Dureza de Cálcio usando o procedimento descrito na seção Seleção de Método (ver página 13).

Engrape um copo graduado várias vezes com amostra não reagida, antes de o encher até à marca de 50 ml com a amostra.

Adicione 0,5 ml de solução Indicador de Cálcio HI 93720A-0 e agite para misturar.

Adicione 0,5 ml de solução Alcalina HI 93720B-0 e agite para misturar. Use esta solução para engradar 2 covetas antes de as encher até à marca de 10 ml.

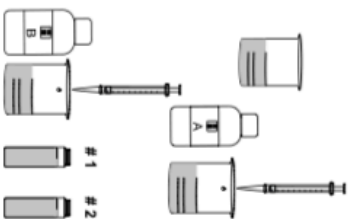
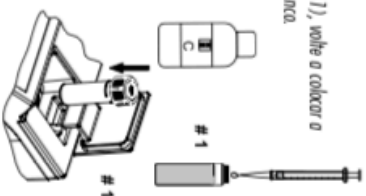


Diagrama de 1/2

Adicione 1 gota de solução EGTA HI 93720C-0 a uma covete (# 1), volte a colocar o tampão e insira a covete várias vezes para misturar. Este é o branco.

Coloque o branco (# 1) no suporte e feche o tampão.

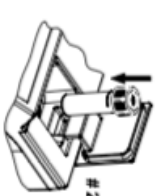
Pressione o tecla ZERO. O medidor indicará "0,0" quando o medidor está a zero e pronto para a medição.



Remova o branco e insira a segunda covete (# 2) no instrumento.

Pressione READ para iniciar a leitura. O medidor indica a concentração em sílica mg/l de dureza de cálcio, como CaCO₃.

Pressione os botões ▲▼ para acelerar ao segundo nível



Pressione o tecla funcional Chem Fm para converter o resultado em mg/l de Cálcio (Ca).

de funções.

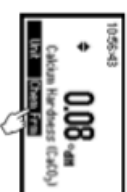


Diagrama de 1/2