



POSSIBILIDADES DE ADAPTAÇÃO DO *SALMO SALAR* PARA CRIAÇÃO NO LITORAL DA REGIÃO SUL DO BRASIL

ELIZEU J DOS SANTOS JUNIOR¹, FELIX ANTONIO²

¹Academico do curso de zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
Email: juniorsan253@gmail.com

²Academico do curso de zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
Email: felix02oliveira@gmail.com

RESUMO: O salmão (*Salmo salar*) é um pescado de rios de temperatura que variam de 4 a 12 graus; são nativos da bacia do Atlântico norte e muito consumidos na forma “in natura” em pratos da cozinha oriental. Nos últimos anos houve um aumento na demanda por carne deste peixe, com isso busca-se formas para aumentar a produção a fim de suprir a demanda de consumo deste, onde uma possível alternativa seria a criação desse animal no litoral sul do Brasil, já que existem indícios que o *Salmo salar* é capaz de se adaptar aos extremos de temperaturas em rios e mares.

Palavras chave: consumo, aquicultura, produção de pescados, peixes exóticos.

ABSTRACT: Salmon (*Salmo salar*) is a fish of rivers of temperature that vary of 4 to 12 degrees; are native to the North Atlantic basin and heavily consumed in the "in natura" way in oriental cuisine. In the last years there has been an increase in the demand for meat of this fish, with which an alternative is sought to increase the production in order to supply the consumption demand of this one, where a possible alternative would be the breeding of this animal in the southern coast of Brazil, already that there is evidence that the *Salmo salar* is capable of adapting to extremes of temperatures in rivers and seas.

Key words: consumption, aquaculture, fish production, exotic fish.

INTRODUÇÃO

O salmão do Atlântico é nativo da bacia do Oceano Atlântico Norte, Círculo Ártico, das proximidades de Portugal, do Atlântico leste da Islândia e do sul da Groenlândia, da região de Ungava, norte do Quebec, ao sul do Rio Connetcut; e é uma espécie anádroma, que vive em água doce durante os primeiros 2 ou 3 anos de vida antes de migrar para o mar (Scott e Crossman, 1973). Os rios de temperatura relativamente amena, grandes e extensos, são importantes durante a vida deste animal e segundo Bigelow (1963), a forma como o *Salmo salar* se move nas diversas regiões do mar não são bem compreendidos. Pesquisas deste mesmo autor mostraram que, enquanto alguns salmões vagam, a grande maioria retorna ao rio em que foram gerados. Quando no mar, o salmão mostra preferências por temperaturas de 4 a 12 °C, podendo suportar exposição a temperaturas que variam de -7 °C a 20 °C; e quando alocado nestes limites, sobrevive apenas por um curto período de tempo (Bigelow, 1963). Pesquisas envolvendo *Salmo salar* em temperaturas maiores que 20 °C foram realizadas e demonstram que este animal pode se adaptar a temperaturas mais elevadas. (Anttila, K. et al. 2014.)

DESENVOLVIMENTO

Informações Gerais sobre o Salmão do Atlântico

O salmão do Atlântico que tem seu habitat o mar, geralmente atinge um tamanho maior do que aqueles que vivem nas regiões litorâneas (aqueles que vivem em água inteiramente fresca), e o intervalo de peso destes varia de 2,3 a 9,1 kg, enquanto a média desta mesma espécie de peixe que é comercializado pesa de 4,5 a 5,4 kg. (Eddy e Underhill, 1974). O salmão do Atlântico, com recorde de peso no mundo alcançou cerca de 35 kg e foi capturado no rio Tana na Noruega; quando adulto, é um peixe que possui uma pequena cabeça pontiaguda seguindo para o ponto mais profundo sob a barbatana dorsal, em seguida, afunilando-se para um pedunculo caudal delgado que suporta uma barbatana caudal espalhada e ligeiramente emargada, sendo distinguido do salmão do Pacífico porque tem menos de 13 raios na aleta anal. Sua boca é moderadamente grande; a forma, o comprimento da cabeça e a profundidade do corpo variam em cada estágio da maturidade sexual; a cor varia com a idade desse peixe e quando pequenos são conhecidos como "parr", salmões jovens mais velhos, têm de 8 a 11 linhas



pigmentadas, ou "marcas parr", ao longo de cada lado do corpo, alternando com uma única fileira de manchas vermelhas ao longo da linha lateral. Tais marcações são perdidas quando a idade dita "smolt" é alcançada (Bigelow, 1963). O salmão no mar é prateado nos lados e na barriga, enquanto as costas variam com os tons de marrom, verde e azul, tendo também inúmeras manchas negras, geralmente em forma de "X" espalhadas pelo corpo; Ambos os sexos assumem uma coloração bronze-roxo e podem adquirir manchas avermelhadas na cabeça e no corpo. Já os ditos "kelts" são de cor escura, ao que recebem o nome de "salmão preto" por essa peculiaridade. (Scott e Crossman, 1973).

Através dos relatos de Scott e Crossman (1973), a incubação dos ovos deste peixe geralmente ocorre em abril, mas os jovens permanecem dentro do ovo até o saco vitelino ser absorvido e, finalmente, emergirem, em geral no inverno, após um tempo que varia, conforme a temperatura, de 60 a 200 dias. O salmão recentemente incubado, chamado "alevins" ou alevino, permanece nos rios até ter cerca de 65mm de comprimento quando então o peixe é chamado de "parr", onde seu crescimento é lento. Parr são chamados de "smolts" quando atingem um comprimento de 12 a 15 cm e estão prontos para ir para o mar onde crescem rapidamente; Alguns podem retornar ao rio de origem para se reproduzir no ano seguinte ou retornar apenas no segundo ano seguinte após a ida ao mar quando atingiram a idade adulta (Bigelow, 1963).

Tabela 1: Informações gerais do *Salmo salar*:

INFORMAÇÕES GERAIS <i>Salmo salar</i>	
Reino	Animalia
Filo	Chordata
Classe	Actinopterygii
Família	Salmonidae
Genero	<i>Salmo</i>
Regiões Habitat	Temperado; água salgada ou marinha; água fresca.
Biomias Aquáticos	Rios e Corregos; Costeiro.
Outras Características Físicas	Ectotérmico; heterotérmico; simetria bilateral.
Massa de alcance (peso em kg)	2,3 a 35,9
Intervalo de Criação	Uma vez por ano, alguns se reproduzem duas vezes antes de morrer.
Epoca de Criação	Outubro e novembro
Maturidade sexual (masculino em anos).	1 a 2
Maturidade sexual (feminino em anos).	1 a 2
Tempo médio de vida: selvagem	5 anos
Tempo médio de vida: cativo	3,3 anos
Dieta primária	Carnívoro; piscívoro; come artrópodes não-insetos.
Alimentos mais consumidos	Peixes, insetos, crustáceos aquáticos; outros invertebrados marinhos, zooplâncton.
Canais de comunicação	Visual; tátil; químico.

Dados da tabela: http://animaldiversity.org/accounts/Salmo_salar/

Reprodução

O salmão do Atlântico se reproduz em outubro e novembro, onde o pico de desova geralmente ocorre no final de outubro e segundo Bigelow (1963), e, Scott e Crossman (1973), a medida que o tempo de reprodução se aproxima, os machos sofrem mudanças visíveis na forma da cabeça onde a mesma se alonga e um gancho pronunciado, ou kype, se desenvolve na ponta do maxilar inferior. Segundo estes pesquisadores, o local de aninhamento é escolhido pela fêmea; geralmente um riffle de fundo de cascalho acima de uma piscina (local de águas tranquilas ao fundo do rio). A fêmea escava o ninho batendo a areia do fundo do rio fortemente com sua barbatana caudal e pedúnculo; O ninho é formado pelas correntes de água geradas neste movimento; em seguida descansa durante a preparação deste enquanto o macho permanece cuidando e expulsando outros machos. Quando enfim, o trabalho está terminado, o macho se alinha ao lado da fêmea, os óvulos e o esperma são liberados, sendo fertilizados durante a mistura dos gametas. Em média, uma fêmea deposita 700-800 ovos por libra de peso corporal. Os ovos são de cor laranja pálida, grandes e esféricos, um pouco adesivos por curto período de tempo. A fêmea então cobre



os ovos com cascalho, usando o mesmo método para criar o o ninho. Os ovos são enterrados em cascalho a uma profundidade de cerca de 12,7 a 25,4 cm. A fêmea repousa em seguida e depois repete a operação, criando um novo ninho, depositando mais ovos e descansando novamente até a desova. A desova completa pode levar uma semana ou mais, e nesta altura, os reprodutores tanto machos quanto fêmeas estão esgotados. Alguns salmões do Atlântico morrem após a desova, mas muitos sobrevivem para procriar uma segunda vez; Poucos salmões se reproduzem três ou mais vezes.

Características dos locais de postura e criação do *Salmo salar*

Os estudos conduzidos por Simões Souza (2011), que objetivaram determinar os locais em que o *Salmo salar* tem como preferência na postura de ovos e reprodução no rio Minho em Portugal, elencaram alguns dados físicos, químicos e ambientais destes. O rio Minho nasce na Serra da Meira, na Espanha, há 750 m de altitude, percorrendo mais de 300 km até desaguar no Oceano Atlântico (INAG, 1999). Asua bacia hidrográfica, com 17080 km², localiza-se no NW da Península Ibérica, sendo que cerca de cinco por cento desta área encontra-se em Portugal (INAG, 1999). A área de amostragem do estudo no troço internacional do rio Minho restringiu-se aos locais ao redor da freguesia de Lapela (Monção) até à barragem de Frieira. Por outro lado e dada a grande relevância indicada por Simões Souza, afluentes como locais de postura para o salmão foram adicionados á área de amostragem, sendo estes os principais afluentes da margem portuguesa (rios Coura, Gadanha, Mouro e Trancoso). Em todos os locais identificados neste estudo como propícios á reprodução do salmao, fora realizado o seu enquadramento geográfico e retirada informações sobre as características físicas do leito do rio, área, profundidade, velocidade da corrente e feita a caracterização geral das margens. Também foram feitas a caracterização abiótica dos seguintes parâmetros utilizando sonda multiparamétrica: temperatura, condutividade, pH, oxigênio dissolvido e potencial redox. (SIMÕES SOUZA, 2011).

Estuário de Reloncaví

Pontom são casas “barco” onde vivem os criadores e manejadores das balsas jaula de salmao, e neles, ficam os sistemas de controle do cultivo. São instaladas câmeras de monitoramento há 6 metros de profundidade no centro de cada balsa jaula e elas ajudam a fazer o controle e manejados animais durante a alimentação e nas atividades do dia-a-dia mostrando aos criadores quaisquer problemas dentro do tanque rede. As balsas jaula da empresa Trusal do Estuário de Reloncaví (41°40'37"S 72°23'50"O) têm cerca de 25 X 25 metros de comprimento e largura respectivamente e 20 metros de profundidade, com capacidade de abrigar 28000 peixes cada uma no período de engorda, permanecendo os animais nestas por 17 meses até atingir os cerca de 4,5kg onde seguirão para o abate. A temperatura média de cada balsa jaula é de 12 °C e ao fim de cada período de cultivo, os centros que abrigam as criações passam por um período de descanso de três meses obrigatórios por lei, visando a recuperação parcial do ambiente local do cultivo. (Jornal G. Rural, 2015). O clima no Estuário de Reloncaví é caracterizado como temperado úmido e tem uma precipitação anual entre 3300 e 4500 mm. As variações médias de temperatura estão entre 7°C e 20°C no verão (mês de janeiro). (CONAF, 2011).

Características da região costeira do sul do Brasil.

A Região Sul do Brasil tem um clima subtropical, na maioria do território regional. A variação das temperaturas médias é de 12°C a 21°C, com grande amplitude térmica e chuvas entre 1.200 mm a 2.000mm durante o ano (NIMER, 1977). Duas bacias hidrográficas representam a Região Sul do Brasil: Bacia do Paraná — rios mais importantes: Paranapanema, Tibagi, Ivaí, Piquiri e Iguaçu, além do rio Paraná. Bacia do Uruguai — rios mais importantes: Ijuí, Ibicuí e Piratini, além do rio Uruguai. (SANTOS, R. S. B, 1977). A Mata Atlântica se localiza junto ao litoral e ao talvegue dos grandes rios. (ALONSO, 1977) Os campos meridionais ou do planalto, que também chamam-se Campanha Gaúcha ou Pampa, no Rio Grande do Sul, são o bioma pelo qual as paisagens naturais de excelência são constituídas. (ALONSO, 1977).

No Brasil, país em que predomina o clima tropical, segundo Nimer, apenas a Região Sul encontra-se sob o domínio do clima subtropical (um clima de transição entre o tropical predominante no Brasil e o temperado, predominante na Argentina), ou seja, o clima típico desta região é mais frio em comparação ao clima tropical, e é onde são registradas as mais baixas temperaturas do país. Nesse clima, as temperaturas variam de 16°C a 21°C ao ano, porém, o inverno é mais frio para os padrões brasileiros, com frequência de geadas na quase totalidade das áreas, e em lugares onde há altitudes de maior elevação, há ocorrência de queda de neve. As estações do ano apresentadas possuem grande diferenciação



e a amplitude térmica anual é relativamente muito grande. Também podem ser encontradas características tropicais nas baixadas litorâneas do Paraná e Santa Catarina, onde as temperaturas estão acima de 20 °C e, principalmente, há queda de chuvas no verão. As temperaturas também são afetadas pelos ventos e segundo Nimer, no verão, as temperaturas aumentam por causa do calor e da umidade dos ventos alísios que vêm do sudeste, onde depois as chuvas caem com maior intensidade. O inverno no Sul do Brasil é muito frio com geada e neve por causa das frentes frias de ar vindas do Pólo Sul. (NIMER, 1977). As características contidas no clima da região Sul do Brasil, têm grande influência da Massa Polar Atlântica que é fria e úmida originada no anticiclone situado ao sul da Patagônia; Sua atuação é mais intensa no inverno, com presença marcante nas regiões Sul e Sudeste podendo atingir outras regiões como a Amazônia, onde a mesma se enfraquece (NIMER, 1977).

Tanto a serra do Mar como a Serra Geral se localizam nas proximidades do litoral da região sul do Brasil que tem seu relevo inclinado para o interior onde a maioria dos rios, que é de planalto, segue no sentido leste-oeste sendo concentrados em duas grandes bacias hidrográficas: a bacia do rio Paraná e a bacia do rio Uruguai, ambas são subdivisões que fazem parte da Bacia Platina. (SANTOS, R. S. B, 1977). Os rios de da região sul com grande volume de água, fazem seu percurso até desaguardarem no mar integrando um conjunto de bacias secundárias, como as do Atlântico Sul e do Atlântico Sudeste.

Possibilidades de adaptação do Salmo salar

Durante mais de um século, populações selvagens de salmão do Atlântico ficaram sob ameaça significativa de mudanças antropogênicas (sobrepesca, perda de habitat, barragens, má qualidade da água). Uma nova ameaça é a mudança climática, que tem o potencial de superar a capacidade dessa espécie para se aclimatar e, ou, se adaptar nos extremos de sua distribuição biogeográfica. Embora a criação em outros locais tenha sido uma solução para outras espécies de peixes, o salmão tem uma grande diferença, que é a de regressar ao rio de seu nascimento para desova e, segundo Anttila, a diversificação entre espécies de salmonídeos e o isolamento genético devido à anadromia podem ter relação com o resfriamento climático durante as recentes idades de gelo, o que levou a pesquisadora esperar adaptação local para a população Alta (população 01 do estudo), onde a temperatura do rio não aumentou acima 18 °C durante pelo menos os últimos 30 anos, e a população de Dordogne (população 02 do estudo), que apresentam regularmente temperaturas superiores a 20 °C no seu habitat natural. Em contraste com as expectativas dos autores, Alta e Dordogne diferiram muito pouco em sua resposta cardíaca aguda a temperatura, mas apresentou considerável plasticidade cardíaca em resposta à aclimação térmica que surpreendentemente foi amplamente independente da origem latitudinal e climática de ambas as populações. Portanto, na maioria das vezes o autor rejeitou as hipóteses de adaptação térmica local destas populações de salmão do Atlântico. A população Dordogne atingiu uma maior fHmax acima de 24 °C e a maior fHmax foi associado a uma maior variação nas taxas de batimento cardíaco após a aclimação em águas quentes, e segundo o pesquisador, uma mudança na tolerância à temperatura ou a exposição de peixes parentais a temperaturas adversas podem proporcionar benefícios para seus descendentes através da herdabilidade de tolerância térmica (Anttila, K. et al. 2014).

Assim, a seleção natural tem o potencial de melhorar a tolerância térmica no salmão do Atlântico além de trazer benefícios da alta plasticidade térmica; porém, é necessária a atenção para as respostas celulares tanto à aclimação em populações diferentes, pois são fatores geradores de diferenças no desempenho dos órgãos destes animais, onde as respostas celulares ao aquecimento podem diferir entre aclimação, temperaturas e populações, como mostrado na truta redband (*Oncorhynchus mykiss gairdneri*), e pode determinar se a homeostase pode ser mantida em temperaturas elevadas. (Narum S. R. et al. 2013). Portanto, as diferenças de população observadas com relação ao aquecimento (isto é, a mudança nas taxas de reação) podem estar associadas com importantes diferenças genéticas, moleculares e enzimáticas que necessitariam de pesquisas mais aprofundadas. As características da plasticidade cardíaca compartilhadas por ambas as populações são conhecidas na literatura, sendo assim, os resultados observados são inconsistentes com a noção de que os salmões são estenotérmicos e têm pouco potencial de aclimação ao calor (Fig. 1). segundo Anttila et al (2014).



Tabela 2: Diferenças de frequência cardíaca e tolerância de temperatura entre populações aclimatadas a duas temperaturas diferentes.

Acclimation temperature	12°C	12°C	20°C	20°C
Population	Alta	Dordogne	Alta	Dordogne
Mass (g)	6.7 ± 0.8 ^a	5.3 ± 0.6 ^a	5.2 ± 0.8 ^A	7.0 ± 0.6 ^A
Fork length (mm)	86 ± 3 ^a	77 ± 2 ^a	77 ± 3 ^A	83 ± 2 ^A
T _{AB} (°C)	16.4 ± 0.6 ^a	15.5 ± 0.4 ^{a*}	17.6 ± 0.6 ^A	19.0 ± 0.5 ^A
T _{QB} (°C)	16.5 ± 0.6 ^a	16.2 ± 0.7 ^{a*}	17.7 ± 0.7 ^A	20.2 ± 0.6 ^B
T _{max} (°C)	22.7 ± 0.8 ^{a*}	21.4 ± 0.6 ^{a*}	27.0 ± 0.8 ^A	27.1 ± 0.6 ^A
T _{arr} (°C)	22.9 ± 0.7 ^{a*}	21.5 ± 0.5 ^{a*}	27.5 ± 0.7 ^A	27.5 ± 0.5 ^A
Max _{fHmax} (bpm)	155 ± 5 ^{a*}	149 ± 5 ^{a*}	194 ± 6 ^A	201 ± 5 ^A
f _H before atropine (bpm)	74 ± 4 ^{a*}	76 ± 3 ^{a*}	55 ± 4 ^A	56 ± 3 ^A
f _H after atropine (bpm)	86 ± 1 ^{a*}	86 ± 1 ^{a*}	76 ± 1 ^A	78 ± 1 ^A

Peso, tamanho, temperatura do ponto de ruptura de Arrhenius (TAB), temperatura do ponto de ruptura (TQB), temperatura em que o coração começa a bater em arritmia (Tarr), valor máximo para a frequência cardíaca máxima (Max_{fHmax}) e sua temperatura associada T_{max} e frequência cardíaca (f_H) antes e depois da injeção de atropina para duas populações de salmão do Atlântico (Alta e Dordogne) mantidas a duas temperaturas de aclimação (12 e 20 ° C). População Alta, N = 5 e Dordogne, N = 8, para ambas as temperaturas de aclimação. Diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas entre populações a 12 ° C e letras maiúsculas a 20 ° C. O * indica diferença significativa entre as temperaturas de aclimação com P <0,05 (ANOVA de duas vias com teste post-hoc Holm-Sidak). (Fonte: Anttila, K. et al. 2014).

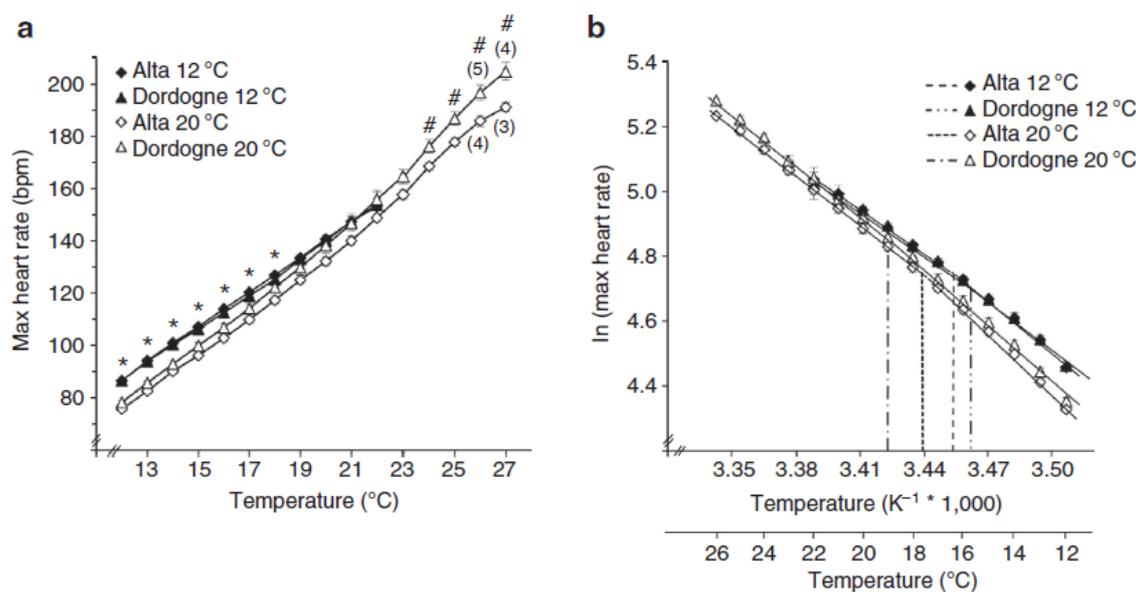


Figura 1: Respostas cardíacas ao aquecimento. (a) Taxas cardíacas máximas médias ± s.e. de duas populações de salmão do Atlântico (Alta, N = 5 e Dordogne, N = 8 para ambas as temperaturas de aclimação, de outra forma indicadas em parênteses) aclimatadas a 12 e 20 ° C durante o aumento de temperatura. * Diferença significativa entre os grupos de aclimação; # diferença significativa entre populações (análise de variância de três vias com teste post-hoc de Holm-Sidak, P <0,05). (b) Parcela de Arrhenius da frequência cardíaca máxima. As linhas verticais pontilhadas indicam uma temperatura do ponto de ruptura de Arrhenius (TAB) para as populações de Dordogne e Alta. (Fonte: Anttila, K. et al. 2014).



CONCLUSÃO

As possibilidades de adaptação descoberta para o salmão do Atlântico é amplamente independente do habitat natural, o que mostra que a plasticidade cardíaca observada nos estudos de Anttila, K. et al. 2014, podem auxiliar o salmão a lidar com o aquecimento global. Estudos sobre a qualidade física e química da água dos rios e mar costeiro da região sul do Brasil, podem abrir possibilidades de expansão na criação e adaptação do *Salmo salar*; Estudos da previsão de impacto ambiental, social e econômico também devem nortear as decisões para introdução desta espécie nos rios, lagos e mares do sul do Brasil.

LITERATURA CITADA

- EDDY, S. E UNDERHILL, JC 1974. Peixes do Norte. Terceira edição. North Central Publishing Company, Minnesota.
- BIGELOW, HB 1963. Peixes do Atlântico Norte Ocidental. Fundação Sears para Pesquisa Marinha, Dinamarca.
- SCOTT E CROSSMAN, EJ 1973. Peixes de água doce do Canadá. Fisheries Research Board of Canada, Canada.
- INAG (1999) Planode bacia hidrográfica do rio Minho – síntese da análise e diagnóstico da situação actual. INAG, Lisboa.
- JORNAL G. RURAL, 2015. A engorda do salmão e o impacto da criação para o meio ambiente. Jornal Globo Rural, 2015, disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/4201659/> acesso em: 27 de novembro de 2017.
- CONAF 2011. Parque Nacional Alerce Andino. Disponível em: http://www.conaf.cl/parques/ficha-parque_nacional_alerce_andino-22.html. Acesso em: 27 de novembro de 2017.
- NIMER, EDMON. 2016. Clima. em IBGE. Diretoria Técnica. Geografia do Brasil. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977. v. 5, p. 35-79.
- SANTOS, RUTH SIMÕES BEZERRA DOS. Hidrografia. em: IBGE. Diretoria Técnica. Geografia do Brasil. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977. v. 5, p. 111-142
- SIMÕES SOUZA, JOÃO CARLOS, 2011. Caracterização dos locais de postura do *Salmo salar* e da Truta marisca *Salmo trutta* no rio Minho. Universidade do Minho. Escola de Ciências.
- ALONSO, MARIA THEREZINHA ALVES. IBGE. Diretoria Técnica. Geografia do Brasil. Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977. v. 5 p. 81-109
- ANTILLA, K. ET AL. 2014. Atlantic salmon show capability for cardiac acclimation to warm temperatures. nature communications; 5:4252; DOI: 10.1038/ncomms5252.
- NARUM, S. R., CAMPBELL, N. R., MEYER, K. A., MILLER, M. R. & HARDY, R. W. 2013. Thermal adaptation and acclimation of ectotherms from differing aquatic climates. Mol. Ecol. 22, 3090–3097.