



APLICAÇÃO DE UMA REDE NEURONAL ÀS PESCAS DA ILHA DO CORVO

Fabiola Sabino Gil - Universidade dos Açores

Tomaz Lopes C. Ponce Dentinho - Universidade dos Açores - E-mail: tomaz.dentinho@angra.uac.pt).

RESUMO:

Este trabalho analisa as pescas de goraz na ilha do Corvo e sugere medidas de gestão. Para tal, foi formulado e calibrado um modelo de redes neuronais para analisar a relação entre capturas e esforço. Simularam-se ainda alterações à actual política de gestão e outros meios de gestão para determinar qual as medidas de gestão mais apropriadas. Concluiu-se que o recurso está sub-explorado, o que pode dever-se ao custo de oportunidade do esforço de pesca ser bastante elevado. Para que se fomente uma melhor utilização do recurso, com maior renda para a população pode aumentar-se o esforço de pesca, desde que se implementem em simultâneo direitos de propriedade locais sobre os recursos pesqueiros do Corvo.

Palavras-chave: Pescas, redes neuronais, Corvo, Açores

ABSTRACT:

This work evaluates the blackspot sea bream fisheries in Corvo Island and suggests management policies. To do so, a neural network model was created and calibrated to analyse the relations between the amount of catch and the effort undertaken by fishermen. Then the model is simulated for different management policies in order to obtain the more appropriate. The conclusion is that presently the resource is underexploited, which can be due to the high opportunity cost for fishing. To promote a better use of the resource, with a larger rent to the fishermen and an increased development for the Corvo Island, fishing effort can be increased as long property rights are created for the local fishermen.

Keywords: Fishery, Neural Networks, Corvo, Azores



1. INTRODUÇÃO

A ciência das pescas requer dados muitas vezes difíceis de obter sobre a biologia das espécies e tecnologias usadas. Este trabalho pretende formular, calibrar, testar e simular um modelo de redes neuronais para estimar a relação entre esforço e capturas tendo por base os dados da Lota. O estudo limita-se às pescas a partir da ilha do Corvo, assumindo-se que as entradas de capturas das frotas de outras ilhas nesta Lota são esporádicas, que as fugas à Lota são diminutas face aos valores pescados, e que as capturas de frotas de outras ilhas nas águas do Corvo são explicáveis por variáveis temporais eventualmente relacionáveis com relatos datados de presença de frotas exteriores junto da Ilha.

As estratégias possíveis para o Corvo são: - Ou aumentar a fiscalização e manter a legislação actual. Esta estratégia dificilmente terá sucesso, não só devido à grande extensão das áreas a patrulhar e das limitações orçamentais, mas também porque implica que o sistema de regulação peca apenas por falta de aplicação real. - Ou compreender o sistema de pescas e rever a legislação, eventualmente adoptando outro regime de gestão de pescas, e é esta a linha de análise que se desenvolve neste artigo.

O objectivo global do artigo é a promoção da gestão sustentável dos recursos marinhos em torno da Ilha do Corvo. Para se atingir este objectivo é necessário determinar qual o melhor método de gestão da pesca com base no melhor conhecimento do sistema de pesca e tendo por base os dados existentes da Lota. Dadas as condições favoráveis (pequena dimensão da comunidade, hábitos de pesca relativamente pouco destrutivos) seria interessante considerar a utilização desta área como um modelo de uso sustentável e conservação dos recursos naturais nos Açores.

No ponto 2 caracterizam-se brevemente os aspectos ecológicos, económicos, e regulamentares que contextualizam as pescas na Ilha do Corvo, analisam-se os seus problemas e justificam-se os objectivos globais e específicos do artigo. No ponto 3 revêm-se os modelos de pescas relevantes e apresenta-se sucintamente a metodologia das redes neuronais. No ponto 4 tratam-se os dados da Lota e calibra-se e testa-se o modelo de redes neuronais para as pescas do Corvo. Em 5 simulam-se resultados e discutem-se as alternativas de medidas de gestão e em 6 apresentam-se as conclusões.

2. CARACTERIZAÇÃO

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO, ECONÓMICA E REGULAMENTAR

A ilha do Corvo forma com a ilha das Flores o Grupo Ocidental do arquipélago dos Açores. O Corvo tem uma área de 17 km² e apenas um concelho, Vila Nova do Corvo, com um único aglomerado populacional pequeno muito concentrado. Altas falésias rodeiam a ilha excepto na costa Sul onde existem plataformas de penedos e um pequeno porto semi-abrigado, bem como o único aglomerado habitado.

O Corvo está numa região temperada quente ou subtropical. A temperatura das águas dos Açores varia de um mínimo bem abaixo de 18^o C em Janeiro até um máximo bem acima de 20^o C em Agosto e forma-se uma termoclina sazonal acima dos 80 m de profundidade nos meses mais quentes (Maio a Novembro) (Isidro, 1996). O isolamento que advém da sua localização geográfica e a larga dispersão do arquipélago são dois factores que explicam a qualidade física do ambiente marinho. O Corvo situa-se na região biogeográfica da Macaronésia. A fauna e a flora marinhas apresentam afinidades

marcadamente mediterrânicas, associando-se-lhe espécies características do Atlântico Europeu e do Norte-Atlântico Americano tropical. Esta situação cria, no povoamento marinho dos Açores uma unidade biogeográfica única e de singular interesse, apesar da fraca incidência de endemismos. Os grandes blocos de rocha, mais comuns perto da costa, criam ao longo de grande parte da costa do Corvo um habitat favorável para espécies como a garoupa, os bodiões (fam. *Labridae*), as vejas, as salemas (*Sarpa salpa*) e as castanhetas. As espécies de afinidades mais pelágicas, como lírios (fam. *Carangidae*), bicudas (*Sphyræna viridensis*) e as serras (*Sarda sarda*), são habitualmente observadas nestas áreas.

Existe um Sítio de Interesse Comunitário (SIC) que abrange cerca de metade da ilha e uma área de mar circundante, classificado como local de passagem para os mamíferos do Anexo II da Directiva 92/43/CEE *Tursiops truncatus* e *Phocaena phocaena* (embora esta não tenha sido observada) e o réptil *Caretta caretta*. Este SIC resultou da aplicação da Directiva Habitats e foi definido atendendo à importância dos seus habitats rochosos, braços de mar, baías e grutas costeiras, prados semi-naturais e vegetação natural. O SIC da Costa e Caldeirão da Ilha do Corvo ocupa uma área de 981 ha, incluindo habitats marinhos, sendo coordenadas do ponto central W 31º 6' 0" de longitude e N 39º 42' 0" de latitude. É propriedade estatal gerida em regime comum. Existe também uma Zona de Protecção Especial (ZPE) que se sobrepõe em grande parte ao SIC na zona do Caldeirão e costa Oeste. A ZPE da Costa e Caldeirão da Ilha do Corvo ocupa uma área de 642 ha, coincidindo as coordenadas do ponto central e as altitudes com as do SIC. Os recursos pesqueiros do Arquipélago dos

Açores e do Corvo estão sujeitos à regulamentação nacional e regional. A primeira engloba diversos diplomas provenientes da ratificação de convenções e protocolos de protecção aos recursos naturais, habitats e espécies, bem como diplomas elaborados com a finalidade de gerir os recursos pesqueiros, dos quais se destaca o Decreto-Lei n.º 278/87, de 7 de Julho, que fixa o quadro legal regulamentador do exercício da pesca e das culturas marinhas em águas sob soberania e jurisdição portuguesas. A segunda está orientada para a gestão dos recursos pesqueiros e da frota dos mares dos Açores. A política de gestão de pescas nacional e regional tem sido baseada num objectivo de atingir as capturas máximas sustentáveis através de quotas de pesca (TAC – Total Allowable Catch) ou da regulamentação da abertura e fecho das pescarias, restrições sobre as artes, etc. Os recursos pesqueiros são geridos em regime de livre acesso, i.e., todos os pescadores podem competir pelo peixe até se atingir o TAC estabelecido para aquele ano, naturalmente observando os regulamentos sobre artes e épocas de pesca.

A população do Corvo, inferior a meio milhar de pessoas, tem vindo a diminuir desde o início do século, apenas recuperando um pouco recentemente (Quadro 1).

A população é servida por dois estabelecimentos bancários e uma companhia seguradora. Existe uma escola básica em funcionamento e um Centro de Saúde. O poder de compra dos corvinos é inferior a metade do nacional e no ano de 1997 era inferior em 10% ao poder de compra médio da Região Autónoma dos Açores (Quadro 2).

QUADRO 1
População residente no Corvo (1900 a 2001)

Ano	1900	1911	1920	1930	1940	1950	1960	1971	1981	1991	2001*
População	808	746	661	676	691	728	681	485	370	393	440

Fonte: Departamento Regional de Estudos e Planeamento dos Açores

Devido à pequena dimensão da ilha e à população reduzida a maioria dos habitantes tem mais do que uma profissão, havendo poucos pescadores ou agricultores a tempo inteiro. A população dependente da pesca e do turismo tem um peso limitado mas crescente, que em 2001 representava 13% do motor da economia. De facto, o Plano Director Municipal (Departamento de Ciências Agrárias, 1992) previa, num dos cenários, que o emprego ligado ao turismo poderia passar de cinco pessoas ligadas à pesca em 1991, para o equivalente a dez empregos a tempo inteiro em 2001, contando com mestres e pescadores a tempo inteiro e a tempo parcial, empregados de lota e exportadores de pescado (Dentinho, 1998). No Quadro 3 podem observar-se os empregos equivalentes estimados com base no valor acrescentado atribuível mão-de-obra para cada actividade.

2.2 DIAGNÓSTICO E OBJECTIVOS PARA A PESCA NO CORVO

Na metodologia de Vieira (2005) são utilizados os artigos das revistas referenciadas na base de dados bibliográfica *ISI Web of Knowledge - Journal Citation Reports*. Esta base de dados cobre 1712 revistas, sendo 172 revistas colocadas na disciplina “*Economics*”.

Nos Açores são capturadas cerca de 100 espécies de animais marinhos. Contudo, destas apenas 47 são consideradas importantes para as pescas, pela sua abundância ou valor económico (Isidro, 1996). A primeira venda é feita em lota nos portos de pesca, sendo as acostagens oficialmente registadas pela Lotaçor, com excepção do atum para a indústria

QUADRO 2

Índice de poder de compra do Corvo, comparado com a Região e o país (%)

Ano	1995	1997
Portugal	100	100
Portugal Continental	102	102
Região Autónoma dos Açores	64,5	60,6
Corvo	38,8	49,9

Fonte: Serviço Regional de Estatística dos Açores, 2000

QUADRO 3

Distribuição das actividades económicas do Corvo

Actividade	1981	1991	2001
Emprego Básico	38	67	72
Agro-pecuária	30	30	20
Pesca	-	5	10
Turismo	-	6	10
Outras	8	12	8
Serviços Públicos Básicos	-	14	24
Emprego Não Básico	66	49	53
Serviços Públicos Não Básicos	23	24	25
Comércio	3	9	12
Auto-abastecimento	40	16	16
Emprego Total	104	116	125
População	370	392	440

Fonte: Departamento de Ciências Agrárias (1992) e estimativas para 2001 de Dentinho (1998)

conserveira. Existem três grandes tipos de pesca nos Açores: a pesca pelágica do atum, a pesca de pequenas espécies pelágicas (principalmente juvenis de chicharro e cavala) e a pesca demersal. As pescarias de demersais e tunídeos são as que apresentam o maior valor económico no arquipélago. As restantes pescarias podem ser consideradas artesanais no sentido em que requerem muito trabalho, os barcos de pesca são pequenos e as artes são feitas à mão. São também pescarias mistas porque exploram comunidades de peixe e a espécie alvo pode mudar, mudando as artes de pesca e/ou a estratégia de pesca (Isidro, 1996). Para além destas pescarias principais, há outras em pequena escala com o objectivo de capturar sazonalmente determinadas espécies: a pesca ao tubarão, tendo como alvo específico a gata-lixia; a pesca do espadarte, com uma importante captura secundária de tubarões (tubarão azul e mako); a pesca da lula mansa e, em zonas costeiras, bicuda, tainha, boga, etc., moluscos (polvo, lapa, e outros) e crustáceos (e.g. lagosta) usando um conjunto complexo de aparelhos artesanais (Isidro, 1996). As populações de chicharro mais jovens, que vivem mais perto da costa dominam a pesca pelágica açoriana, compreendendo 84,5% de todas as descargas comerciais pelágicas de 1980-97 (Isidro, 1996). A pesca demersal é a pesca de espécies múltiplas ou variadas, onde se explora a totalidade das comunidades piscícolas. Krug (1994) refere que esta abrange mais de vinte espécies das quais se destacam o goraz, a abrótea, o congro, a boca-negra e o cherne.

A espécie que mais se destaca pelo volume das capturas e pelo preço é o goraz, que é conhecido por três nomes comuns diferentes conforme o do estágio de vida (Krug e Silva, 1988): carapau (0 a 2 anos), o peixão (3 a 5 anos), e o goraz (mais de 5 anos). Krug (1994) salienta que, a pesca nos Açores era dirigida sobretudo às espécies que apresentavam uma distribuição mais litoral (e.g., abrótea, pargo), o facto é que esta tendência se alterou a partir de meados da década de 80, no sentido de uma pesca

dirigida para águas mais profundas, alterando também a composição específica das capturas, o que resultou num aumento das capturas de espécies profundas como o imperador, alfonsim, boca-negra e cherne, entre outras. A importância relativa de cada pescaria e grupo de recursos para os Açores, sem considerar factores sociais, pode ser aproximada às capturas em massa e rendimento na primeira venda. Enquanto que a pescaria do atum é indubitavelmente a mais importante em massa, a pescaria demersal captura espécies com elevados preços de mercado. Contudo, nos Açores, todas as pescarias e frotas interagem até certo ponto. Embora não seja possível quantificar as interações, pelo menos três grandes interações técnicas existem: a frota de atum usa chicharro, boga e carapau como isco vivo; a frota multi-usos e a pescaria demersal têm uma pescaria acessória de adultos de chicharro; e os pescadores movem-se frequentemente das pescarias artesanais, principalmente da pequena pescaria de pelágicos para a pescaria do atum (Isidro, 1996). A frota pesqueira dos Açores pode ser dividida em três grupos, de acordo com as características das embarcações e dos aparelhos usados: pequenos barcos de boca aberta, embarcações polivalentes de médio calado e embarcações de médio a grande calado usado na pesca do atum. No Corvo predomina o primeiro grupo.

A pesca costeira no Corvo, originalmente destinada ao abastecimento local, tem sido intensificada desde meados dos anos oitenta devido à instalação da Lotaçor e à melhoria da frota, que criaram condições para que se intensificasse o esforço de pesca, garantindo ao mesmo tempo mercado para as capturas. Além disso, surgiu uma nova fonte de pressão adicional sobre os recursos pesqueiros locais, devida à pesca de recreio e à pesca submarina, quer com máscara e tubo, quer com escafandro autónomo, expandindo assim a base dos utentes de exclusivamente artesanal à indústria turística. Os pescadores profissionais concentram a sua actividade nas zonas costeiras onde as profundidades variam

entre os 100 e os 500 m, e também numa baixa denominada “abundante”, existente entre o Corvo e as Flores. Os principais métodos de pesca são a linha de mão para as espécies demersais, a cana e linha para o atum e em raras ocasiões a linha de fundo para espécies alvo como o goraz, o mero e o cherne. Os recursos marinhos do Corvo são também explorados por pescadores provenientes das Flores quando as condições do mar são apropriadas para fazer a travessia e de S. Miguel em barcos maiores. Pescam as mesmas espécies que os pescadores locais, mas utilizam métodos mais intensivos, como a linha de fundo. Barcos provenientes de Portugal continental e de Espanha também pescam nesta zona, muitas vezes ilegalmente, pois os regulamentos obrigam-nos a estar a pelo menos seis milhas da costa. Até 1997 registou-se um acentuado esforço de pesca de embarcações provenientes do Faial e de S. Miguel, mas desde 1998 que esse esforço tem sido insignificante (Dentinho, 1998).

A pesca profissional no Corvo teve no passado um peso bastante pequeno, modificado pela instalação da Lotaçor e o seu complexo de frio que, para além da conservação do pescado, permite a intervenção a nível de preços, garantindo ao pescador profissional o escoamento para o fruto da sua faina. Em 1990 exportavam-se cerca de €45000 de peixe a preços de 1998. Em 1998 esse valor subiu para mais de €87300

também a preços de 1998, o que representa um aumento de cerca de 100% em oito anos. As principais espécies entregues na lota são o goraz, o pargo, o cherne e, em valores bastante mais reduzidos, o mero. Existe, contudo, evidência que grande parte do mero capturado pode não passar na lota (Dentinho, 1998). A captura de goraz representa a principal fonte de receita dos pescadores (50% em 1996 e 1997 e 90% em 1995 e 1998). Todavia o rendimento global é bastante variável, o que condiciona a sustentabilidade da actividade piscatória. Esta variabilidade deve-se não só às condições de mar e da pesca, mas também à alteração dos preços (Dentinho, 1998).

A pesca capturada nas águas do Corvo é transaccionada na lota da ilha, ou na lota da ilha das Flores, conforme a origem dos pescadores. Quer numa ilha quer noutra a transacção é feita apenas com dois agentes sediados nas Flores, um dos quais é também representante de uma firma sediada em S. Miguel. Cada um dos dois agentes sediados nas Flores tem por sua vez um representante no Corvo. O peixe depois de adquirido pelos agentes ou pelos seus representantes é embalado e exportado de avião para Madrid (75%) e para o território nacional (25%). Quando existem volumes suficientes para justificar um camião frigorífico, o transporte entre Lisboa e Madrid não é feito por avião, mas por camião (Figura 1).

FIGURA 1

Estrutura da cadeia de valor do pescado no Corvo (Dentinho, 1998)



Fonte: Dentinho 1998

A pesca não profissional – que inclui a pesca de pedra, apanha e caça submarina – sempre teve alguma expressão na ilha do Corvo. De facto, as limitações de acesso a bens alimentares necessariamente vindos de fora, fazem com que os corvinos, para além da agro-pecuária, encontrem no mar uma fonte de alimento. Este tipo de pesca incide na costa sudoeste a partir do porto e orienta-se para a captura de bodião, mero, lírios, cavaco e ocasionalmente lagosta. No que concerne à pesca de pedra, alguns corvinos continuam a utilizá-la como fonte de pescado fresco e de autoconsumo, mas sem grande representatividade (Dentinho, 1998). A caça submarina também é praticada pelos corvinos, notando-se todavia uma preferência progressiva pela actividade de mergulho, possível veículo para promoção do turismo na ilha. Contudo, o contínuo afluxo de caçadores tem vindo a acentuar-se, receando-se que ponha seriamente em risco algumas espécies como as lapas, os cavacos e os meros (Dentinho, 1998).

A estrutura produtiva das empresas de pesca do Corvo apresenta um capital imobilizado gerador de custos fixos relativamente elevados, a que se associam no caso dos pescadores a tempo inteiro

custos fixos em mão-de-obra também relativamente elevados. A atribuição destes custos por descarga depende naturalmente do número de descargas por ano. Os custos variáveis são marcados pelo custo de oportunidade da mão-de-obra, pelo esforço de captura ou aquisição de isco, e pelos encargos com o aparelho perdido, correspondentes a cada descarga e pelos combustíveis (Dentinho, 1998) (Quadro 4).

3. MODELAÇÃO DA PESCA

A gestão de uma pescaria requer um modelo que retrate a realidade, que faça previsões com um grau de exactidão considerável e que englobe não apenas os factores biológicos e físicos associados, mas também os aspectos sócio-económicos que determinam as condições de acesso ao recursos e, consequentemente, o esforço de pesca aplicado sobre o stock. A gestão óptima de uma pescaria é atingida quando os recursos pesqueiros são utilizados de modo sustentável biologicamente e com a máxima eficiência económica.

QUADRO 4
Estimativa do custo por descarga no Corvo (euros)*

	Tempo Inteiro			Tempo Parcial			Amador		
Descargas	100	50	20	100	50	20	100	50	20
Custo Fixo da Descarga	121	241	604	33	66	165	16	33	82
Trabalho	88	176	439	0	0	0	0	0	0
Embarcação	33	66	165	33	66	165	16	33	82
Custo Variável	121	165	296	121	121	121	71	71	71
Combustível	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Aparelho	27	27	27	27	27	27			
Isco	27	27	27	27	27	27			
Oportunidade de trabalho	44	88	219	44	44	44	44	44	44
Custo Total de Descarga	241	406	900	154	187	285	82	104	154

Fonte: Dentinho (1998) *Os valores foram actualizados para compensar um aumento de preços de 10%



Uma pescaria consiste em diversas actividades e características associadas à pesca, incluindo as espécies de peixe a capturar e os tipos de embarcações e artes utilizados. Uma pescaria pode abranger uma área grande, média ou pequena, o que tem implicações óbvias para o nível de estratégia de gestão (internacional ou nacional, global, regional ou local). Os peixes podem ser divididos em duas grandes categorias: demersais, que são relativamente sedentários e territoriais, e pelágicos que percorrem vastas distâncias nos oceanos em migrações. Esta distinção é importante não apenas para as diferentes técnicas de pesca, mas também para a gestão das diferentes espécies, pois é mais fácil estabelecer direitos de propriedade sobre as espécies demersais. A gestão dos recursos faz-se com base nas estimativas obtidas pela aplicação dos modelos de pesca. Existem actualmente muitos instrumentos de gestão, sendo comum o estabelecimento de quotas totais capturáveis (TAC) em regime de acesso livre ao recurso, associadas a outras medidas específicas sobre o esforço de pesca. Outro instrumento de gestão é o sistema de quotas individuais transferíveis (ITQ – Individual Transferable Quotas). Podem finalmente aplicar-se taxas sobre o pescado, sobre o esforço de pesca ou sobre outras características de uma pescaria (Hartwick et al., 1997).

Existem duas grandes vertentes de avaliação e gestão das pescas: os modelos biológicos e os modelos bio-económicos. Os primeiros focam apenas os aspectos biológicos das populações exploradas comercialmente e subdividem-se em (a) modelos estruturais, que tratam a estrutura etária dos stocks; e (b) modelos de produção geral, baseados em dados históricos de captura e esforço de pesca. Os últimos assentam sobre uma base de conhecimento biológico, mas procuram incorporar na análise os aspectos sócio-económicos passíveis de afectar a taxa de exploração do recurso. Tradicionalmente, estes métodos têm usado técnicas de regressão

linear simples e assumindo condições de equilíbrio. Abordagens mais recentes tendem a evitar esta restrição, usando modelos lineares gerais ou modelos não lineares para o ajustamento e estimativa de parâmetros, sendo em geral reconhecidos como modelos de produção em desequilíbrio. A avaliação é frequentemente dirigida a uma única espécie, não tendo em conta as espécies com as quais ela interaja através das suas relações tróficas e ecológicas. Este facto resulta por um lado, da falta de conhecimento sobre essas interacções e por outro, da complexidade das análises quando se têm em conta essas interacções. Assim, a dinâmica de muitas populações pesqueiras têm sido modeladas assumindo-se que essas interacções podem ser ignoradas ou mantidas constantes através do tempo (Krug, 1994). Mas esta situação tem vindo a alterar-se em resultado dos inúmeros erros que têm sido cometidos na gestão de diversas espécies e do desenvolvimento de novos métodos de avaliação, mais poderosos, e ainda de enorme quantidade de informação que entretanto se reuniu relativamente a diversas espécies, incluindo populações de menores dimensões (Krug, 1994). Isidro (1996) cita dois dos principais problemas dos modelos de pescas: um, relacionado com o uso de modelos de produção surplus, é que a biomassa e a mortalidade por pesca não são em geral estimadas directamente, mas através do uso de índices que podem ser extraídos dos dados estatísticos das pescas: capturas por unidade de esforço (CPUE) e esforço, respectivamente. Isto significa que o esforço tem de ser medido em unidades apropriadas e quando são encontradas diferenças entre artes, barcos e tempo, o esforço de pesca (chamado nominal) deve ser padronizado (chamado efectivo, ver Food and Agriculture Organization, 1976; Gulland, 1983); outro problema é introduzido com as pescarias multi-específicas e com o conceito de esforço dirigido. Como a pescaria não depende de apenas uma espécie, o esforço deveria ser separado de acordo com as espécies alvo, sendo este contudo, amalgamado

nas estatísticas das pescarias. A separação destes parâmetros é problemática e não parece ter sido resolvida até agora, embora algumas sugestões sobre como lidar com ela podem ser encontradas em Food and Agriculture Organization (1976). A única solução, actualmente parece ser estimar a relação entre espécies alvo e capturas observadas.

Os modelos económicos teóricos das pescarias tendem a apoiar-se fortemente em modelos biológicos de produção geral ou do tipo de Schaefer, nos quais não há qualquer tentativa de distinção entre os parâmetros de crescimento da população (natalidade, mortalidade e migrações), sendo estes agregados numa única taxa de crescimento r . Este é o caso do modelo bio-económico de Gordon-Schaefer (1954 e 1957), referência obrigatória na literatura sobre economia e gestão das pescas. Este modelo refere-se apenas a uma espécie e ignora a estrutura etária da população, sendo particularmente útil quando a biologia da espécie não está bem estudada. Contudo, este modelo é estático, não comportando a influência do tempo e da taxa de desconto sobre o recurso. Obviamente, a evolução da biomassa é um processo dinâmico e Gordon tinha consciência disso, mas na altura (1954) não era possível proceder ao tratamento matemático complexo que este tipo de análise requer. Alguns autores envolvidos no desenvolvimento das versões dinâmicas do modelo de Gordon-Schaefer são Clark e Munro (1975), Dasgupta e Heal (1975, cap. 5) e Wilen (1985).

O modelo de Gordon-Schaefer assenta no pressuposto de que a pesca é propriedade de um único agente público ou privado. Na prática as pescarias raramente pertencem apenas a um proprietário e são, tipicamente, recursos de acesso livre, embora regulamentados. Esta regulação ou política de intervenção pode ser de natureza muito diversa. Quando o acesso é livre, o equilíbrio modifica-se, pois a existência de lucro atrai novos

pescadores, dissipando o lucro à medida que surgem novos pescadores em busca do lucro remanescente. O novo equilíbrio ocorre quando o lucro for zero, portanto o esforço de pesca correspondente a um caso de livre acesso não regulamentado será dado pela intersecção da curva de receitas com a recta dos custos, i.e., o livre acesso aumenta o esforço de pesca. O problema de acesso livre descrito pode referir-se à forma clássica – esforço de pesca excessivo conducente à sobre-exploração do recurso, ou a uma segunda manifestação do problema, a sobre-capitalização, que surge quando os gestores do recurso (i.e. o governo) intervêm impondo limites de capturas, mas não exercem controle efectivo sobre o tamanho da frota, tornando-se inteiramente racional para os indivíduos competir pela sua parte do recurso. O resultado é uma frota que em termo de capacidade de captura excederá bastante o necessário (Bjørndal e Munro, 1998).

Vários tipos de incerteza condicionam a gestão das pescas. A incerteza factual resulta da falta de conhecimento acerca do funcionamento dos sistemas ecológicos, económicos e sociais, das suas variáveis chave, das suas restrições e das suas interações. A incerteza sobre a posse resulta de direitos de propriedade não especificados ou em alterações no âmbito da gestão que minam a certeza quanto ao acesso ao recurso. As questões actuais sobre segurança alimentar e sobre-capitalização são resultados directos da incerteza sobre a posse (Hanna, 1999). O modelo de Gordon-Schaefer é um modelo determinístico, mas uma pescaria é um sistema sujeito a um grande grau de incerteza pela sua natureza intrínseca e pela falta de conhecimento científico. Bjørndal e Munro (1998) referem que o trabalho realizado em economia das pescas para alargar os modelos dinâmicos de modo a incorporar a incerteza se limitou, praticamente, a inclusão de efeitos aleatórios deixando de lado a incerteza sobre os parâmetros e sobre a formulação do modelo



(Walters e Hilborn, 1978). A abordagem começa com um modelo dinâmico determinístico e torna-o estocástico. O objectivo da gestão do recurso é, então, maximizar o valor actual dos retornos esperados da pescaria. As regras de decisão de investimentos geralmente levam a uma atitude mais conservadora do que num mundo determinístico. Isto é desejado, não um nível de capturas sustentáveis, mas sim, uma probabilidade de distribuição dos níveis de capturas invariável ao longo do tempo. Esta abordagem não é adequada, pois ignora o terceiro tipo de incerteza, a incerteza face à formulação do modelo, na qual existe um nível irreduzível de incerteza e não é possível construir distribuições de probabilidade objectivas (Bjørndal e Munro, 1998).

Dado o grau de incerteza que acompanha a modelação das pescas este trabalho propõe-se a explorar as novas metodologias de tratamento da informação onde se incluem as redes neuronais, para obter novas formas de conhecer, relacionar e prever condições biofísicas com a rentabilidade de uma pescaria. As redes neuronais ao invés dos modelos referidos até então não são pré-programadas e utilizam uma arquitectura semelhante à estrutura do cérebro aliada a um ambiente de aprendizagem. As redes neuronais são modelos do tipo “caixa-negra” que, em função das alterações no nível dos factores empregues, reflectem apenas a variação do produto final, não requerendo quaisquer conhecimentos quanto ao modo como os diversos factores interagem. Estas interacções (normalmente não lineares) são estabelecidas através de processos de análise estatística, pelo que a utilização de redes neuronais justifica-se particularmente em situações muito complexas ou para as quais o conhecimento é ainda limitado. Uma outra vantagem das redes neuronais é a sua capacidade para processarem dados de

diferentes tipos (qualitativos ou quantitativos) sem que isso constitua qualquer violação dos princípios do modelo (Jørgensen, 1994; De la Rosa et al., 1999; Schultz et al., 1997).

A desvantagem da aplicação destes modelos advém, fundamentalmente, do facto da sua aplicação se encontrar limitada a ecossistemas similares e, da impossibilidade de considerar alterações no sistema (Jørgensen, 1994). Para além disso, uma vez que se trata de uma metodologia assente exclusivamente na análise de dados, necessita de um grande volume de informação para poder operar com normalidade. Finalmente e, por comparação com outras metodologias de modelação, torna-se bastante mais difícil extrair novos conhecimentos a partir deste método (Schultz et al., 1997). As redes neuronais são aplicadas na resolução de problemas em diversas áreas, nomeadamente os associados à análise de séries temporais ou ao reconhecimento de padrões e, em especial, em ambientes sujeitos a variabilidade e incerteza, pelo que a sua aplicação à modelação de sistemas de pesca é adequada, embora actualmente seja pouco explorada.

4. TRATAMENTO DE DADOS E ESTIMAÇÃO DO MODELO.

4.1 TRATAMENTO DOS DADOS

A análise preliminar dos dados mostra que as capturas de goraz no Corvo são vastamente superiores às das restantes espécies sendo a segunda maior captura o pargo (Figura 2a). No que refere às receitas, o goraz continua a liderar, com 64% das receitas, seguido pelo pargo com 19% e pelo cherne com 10% (Figura 2b).

FIGURA 2A

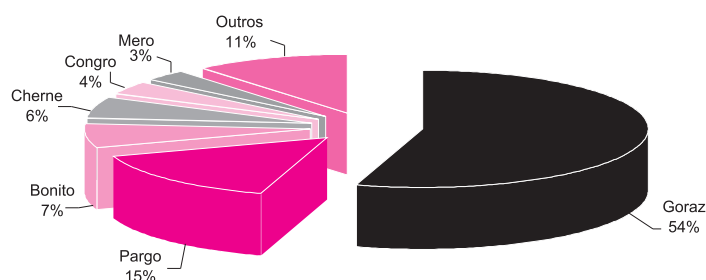


FIGURA 2B

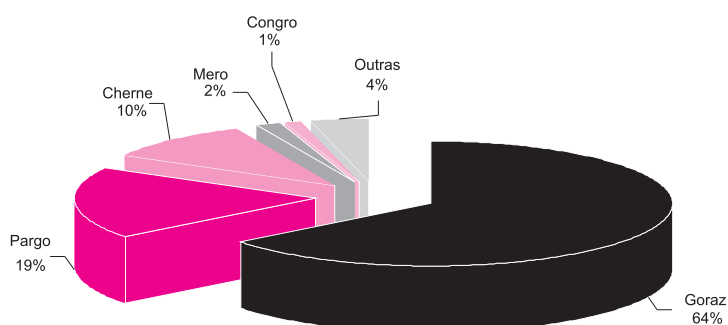


Figura 2 a) Proporção das capturas por espécie entre 1984 e 2000 (%) b) Proporção da receita por espécie entre 1984 e 2000 (%).

Observou-se também uma redução do número de espécies capturadas, o que provavelmente se deve à evolução da frota e dos mercados que estimulam uma pesca mais especializada, e um aumento do esforço de pesca em número de saídas.

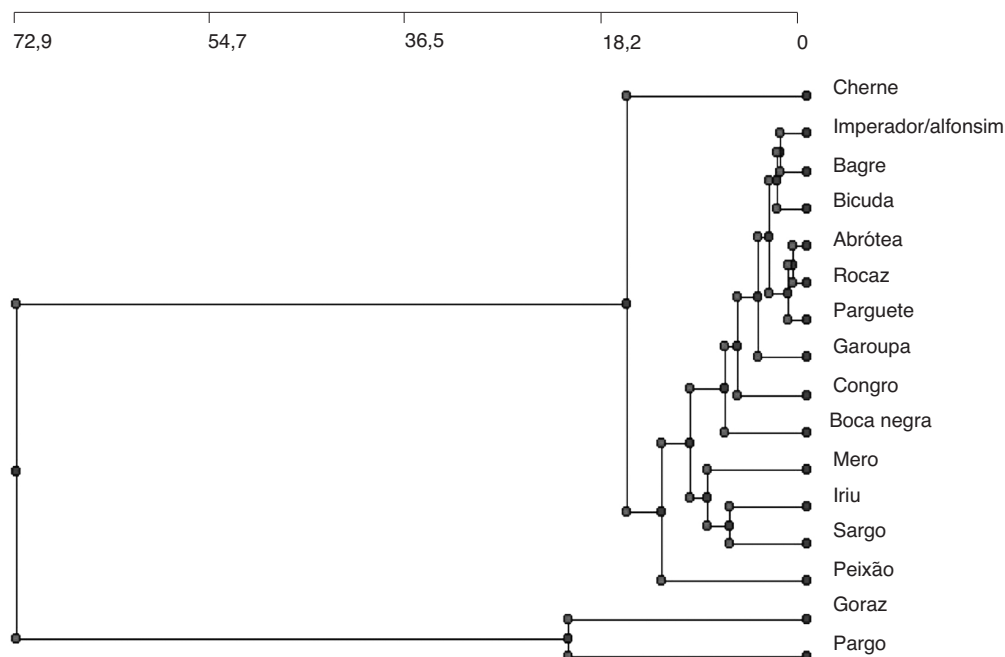
A análise de clusters foi efectuada para tentar seleccionar as saídas para a pesca mais directamente relacionadas com a pesca do goraz. A análise foi realizada no programa CAP - Community Analysis Package, v.1.41 (Pisces Conservation, 2000), com recurso a métodos agregativos e separativos, nas capturas de 1999 e 2000 por pescador e por dia, transformados em $\log_{(x+1)}$ para evitar distorções devidas à grande dispersão dos dados e ao elevado

número de zeros. As variáveis consideradas foram o tipo de espécies descarregadas em cada saída medida quilogramas descarregados de cada espécie em cada saída.

O goraz, que já vimos ser a espécie mais relevante para as pescas do Corvo, encontra-se agrupado com o pargo (Figura 3). Todas as espécies restantes estão situadas no outro grande cluster. No entanto, sabemos que o goraz é capturado em quantidades muito superiores às do pargo e que atinge valores de mercado também mais elevados, o que leva a concluir que o pargo é uma espécie acessória, que “compete” com o goraz na ocupação de anzóis, pelo que é incluído na variável “capturas de outros peixes”. Devido à predominância das capturas de goraz foram eliminadas as saídas em que este não foi capturado, que representam 28,5% das saídas.

FIGURA 3

Dendograma da análise de clusters, método de Ward



4.2 CALIBRAÇÃO E TESTE DO MODELO

Para a modelação da rede neuronal utilizou-se o programa PathFinder Neural Network System (TM), v.1.5 (Z Solutions, LLC 1998-1999). Os dados foram aleatorizados de modo a que a ordem temporal crescente pela qual estavam inicialmente dispostos não enviesasse os resultados. O escalonamento foi feito recorrendo aos máximos e os mínimos de variável, correspondendo a uns e zeros, excepto nas colunas das capturas de goraz e CPUE de goraz, em que foram 0,8 e 0,2. Permitiu-se sempre que o programa efectuasse extrapolação de dados. A estratégia geral foi afinar o modelo através de diversas tentativas com diferente número de nós e de dados para validação, após o que se seguiram simulações.

A avaliação da qualidade dos modelos e a selecção do melhor deles foi efectuada a três níveis: (1) qualidade estatística (selecção dos melhores coeficientes de correlação e erros); (2) consistência teórica (a curva de capturas deve aproximar-se do zero para esforço

nulo e as curvas das CPUE e capturas marginais devem ter inclinações negativas); e (3) consistência interna em que o modelo estimado para o CPUE deve dar resultados consistentes com o modelo estimado para o total de capturas.

As variáveis utilizadas foram então: (1) capturas de peixão (12 meses anteriores e 12 meses anteriores a estes); (2) média móvel das capturas outros peixes; (3) quatro dummies para a sazonalidade (1.^o, 2.^o, 3.^o e 4.^o trimestre); (4) catorze dummies para a variação ambiental anual; (5) seis variáveis para as capturas acumuladas nos seguintes períodos: quatro trimestres anteriores sucessivos e dois anos anteriores sucessivos; e (6) a média móvel do esforço, representado pelo número de saídas por mês especificamente para a pesca do goraz como foi identificado na análise de clusters. Os outputs foram: capturas marginais; CPUE de goraz calculadas com as médias móveis do esforço e capturas; e média móvel das capturas de goraz.

No quadro 5 apresentam-se os resultados estatísticos dos vários modelos estimados. Em geral os erros estão muito dispersos pelos diferentes modelos, o que dificulta a selecção de um modelo apenas do ponto de vista estatístico. Para as estimativas das Capturas os melhores MAE e coeficientes de correlação são os do 1.º modelo C; o 3.º modelo B tem o melhor RMSE, o 2.º modelo A tem o melhor MAPE e o 4.º modelo A tem o melhor % acima do real. Para as estimativas do CPUE o 1.º modelo B tem o melhor coeficiente de correlação, MAPE e MAE, o 4.º modelo A tem o melhor RMSE, e 1.º modelo A tem o melhor % acima do real. Para as estimativas das capturas marginais os melhores coeficientes de correlação e RMSE são os do 2.º modelo B, o 1.º modelo B tem os melhores MAE e % acima do real, e o 1.º modelo A tem o melhor MAPE, mas os seus coeficientes de correlação são muito baixos.

Para avaliar a consistência teórica dos modelos foram realizadas simulações para cada um dos modelos expostos acima com o mês médio e as dummies do primeiro trimestre de 2000 e o esforço a variar de 1 a 10 e depois com intervalos de cinco unidades. As melhores estimativas das capturas são os modelos 2.º B, 3.º B e 4.º A, por se aproximarem mais do zero quando o esforço é zero. As estimativas da CPUE têm inclinação negativa, embora algumas apresentem uma pequena zona crescente para valores de esforço muito baixos, o que é natural (e.g., 1.º B e C); no entanto os modelos 1.º A, 2.º A e B, 3.º C e 4.º B e C, são de excluir por terem curvas com inclinação positiva. As simulações das capturas marginais estão em geral de acordo com a teoria, embora as curvas dos 3.º modelos A, B e C, 4.º modelo A e 1.º e 2.º modelos C não se tornem negativas, o que as torna menos convenientes para a restante modelação; neste caso o 1.º modelo A é de excluir por ter a curva com inclinação positiva. Observa-se que as capturas

marginais do mês médio anulam-se entre as trinta e trinta e cinco unidades de esforço. Este ponto corresponderá ao ponto de máxima captura para o mês médio.

Para analisar a consistência interna dos modelos foram calculadas as CPUE médias e capturas marginais para todos os modelos a partir das estimativas dos modelos das capturas. Foram também calculadas as capturas a partir das estimativas do modelo para a CPUE e para as capturas marginais. Foi efectuada uma medição do erro entre as estimativas do modelo e os respectivos cálculos, cujos resultados podem observar-se nos quadros 6 e 7. Estas estimativas foram realizadas apenas com os valores correspondentes a esforço conhecido pelo modelo, *i.e.*, até às 35 unidades de esforço (correspondentes a 15 estimativas), porque o objectivo nesta fase era averiguar a consistência interna dos modelos dentro do intervalo conhecido, não as extrapolações. Analisando o quadro 13 verifica-se que da comparação entre as estimativas do modelo para as CPUE e as CPUE calculadas a partir das capturas, o melhor modelo é o 2.º modelo A. Quanto à comparação entre as capturas com as capturas calculadas a partir das CPUE, o melhor modelo é o 1.º modelo A, que curiosamente foi excluído na análise de consistência teórica. As alternativas com erros ligeiramente superiores também foram excluídas por não serem consistentes teoricamente. Quanto à comparação entre as capturas marginais e as capturas marginais calculadas a partir das capturas (quadro 14) o melhor é o 1.º modelo B. Finalmente, para as capturas com as capturas calculadas a partir das capturas marginais, o melhor é o 2.º modelo C.

QUADRO 5

Resultados

Número de nós	Output	Coefficiente de correlação	RMSE	MAPE	MAE	% acima do real
1.º Modelo (30 dados para validação, com zeros)						
A – 12 nós	Capturas	0,8562	0,1181	196,3	279,08	46,67
	CPUE	0,6603	0,1952	43,67	25,9	40
	Capturas marginais	-0,1577	0,1621	199,8	136,34	46,67
B – 18 nós	Capturas	0,838	0,1239	177,3	290,42	50
	CPUE	0,743	0,1737	35,93	21,66	60
	Capturas marginais	-0,0153	0,1677	208	130,18	43,33
C – 24 nós	Capturas	0,8882	0,0997	161,4	241,2	56,67
	CPUE	0,6774	0,2072	48,74	25,72	56,67
	Capturas marginais	-0,0234	0,1708	236,9	146,61	50
2.º Modelo (40 dados para validação, com zeros)						
A – 12 nós	Capturas	0,8332	0,1201	103,4	254,9	55
	CPUE	0,7223	0,184	45,14	23,86	55
	Capturas marginais	0,1443	0,1739	222	155,05	62,5
B - 18 nós	Capturas	0,8431	0,1124	110	253,34	57,5
	CPUE	0,5058	0,2336	48,77	28,38	45
	Capturas marginais	0,2502	0,1585	222,7	150,23	50
C - 24 nós	Capturas	0,8563	0,1134	109,8	259,02	55
	CPUE	0,687	0,1849	44,06	23,98	55
	Capturas marginais	0,1755	0,172	233	152,79	55
3.º Modelo (30 dados para validação, sem zeros)						
A - 12 nós	Capturas	0,8622	0,0633	344,7	277,52	53,33
	CPUE	0,6848	0,1255	71,24	27,16	43,33
	Capturas marginais	0,0879	0,1656	230,7	151,43	43,33
B - 18 nós	Capturas	0,8832	0,0578	262,7	244,43	53,33
	CPUE	0,5055	0,1333	89,48	30,4	46,67
	Capturas marginais	0,1802	0,1669	238	162,98	46,67
C - 24 nós	Capturas	0,8644	0,0641	537	280,08	46,67
	CPUE	0,5267	0,1278	91,58	30,18	56,67
	Capturas marginais	0,0927	0,1772	268,5	171,78	46,67
4.º Modelo (40 dados para validação, sem zeros)						
A - 12 nós	Capturas	0,7992	0,0736	506,4	271,28	42,5
	CPUE	0,6717	0,1011	67,79	23,46	50
	Capturas marginais	0,1605	0,2084	328,4	200,06	60
B - 18 nós	Capturas	0,8472	0,0646	331	270,37	60
	CPUE	0,6762	0,1053	67,63	23,19	42,5
	Capturas marginais	0,1964	0,188	276,3	178,42	55
C - 24 nós	Capturas	0,8254	0,0686	165,6	272,57	47,5
	CPUE	0,6947	0,1259	78,62	28,11	52,5
	Capturas marginais	0,1115	0,2247	352,2	210,7	57,5

QUADRO 6

Erro entre as estimativas do modelo para as CPUE médias e capturas
e os cálculos efectuados a partir das estimativas do modelo

	CPUE – CPUE calculadas a partir das capturas			Capturas – Capturas calculadas a partir das CPUE		
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE
1.º Modelo (30 dados para validação, com zeros)						
A – 12 nós	70	50	55	421	29	362
B – 18 nós	287	44	188	840	47	790
C – 24 nós	91	174	75	700	46	593
2.º Modelo (40 dados para validação, com zeros)						
A – 12 nós	32	20	24	770	25	394
B – 18 nós	58	67	52	718	69	480
C – 24 nós	144	61	102	604	38	557
3.º Modelo (30 dados para validação, sem zeros)						
A – 12 nós	134	74	85	829	52	600
B – 18 nós	119	346	117	1908	330	1341
C – 24 nós	261	124	163	1104	57	914
4.º Modelo (40 dados para validação, sem zeros)						
A – 12 nós	80	44	80	1127	80	862
B – 18 nós	171	32	105	456	36	440
C – 24 nós	73	30	51	1100	33	639

QUADRO 7

Erro entre as estimativas do modelo para as capturas marginais e as capturas
e os cálculos efectuados a partir das estimativas do modelo

	Capturas marginais – Capturas marginais calculadas a partir das capturas			Capturas – Capturas calculadas a partir das capturas marginais		
	RMSE	MAPE	MAE	RMSE	MAPE	MAE
1.º Modelo (30 dados para validação, com zeros)						
12 nós	75	106	66	526	33	455
18 nós	16	40	13	632	32	629
24 nós	72	52	58	438	20	338
2.º Modelo (40 dados para validação, com zeros)						
12 nós	108	172	85	1382	123	1208
18 nós	101	50	83	864	151	805
24 nós	39	23	29	443	8	248
3.º Modelo (30 dados para validação, sem zeros)						
12 nós	103	274	100	505	34	434
18 nós	83	57	79	891	522	864
24 nós	164	70	163	866	40	736
4.º Modelo (40 dados para validação, sem zeros)						
12 nós	148	138	131	1768	220	1658
18 nós	56	192	45	1058	34	764
24 nós	93	37	79	955	61	874

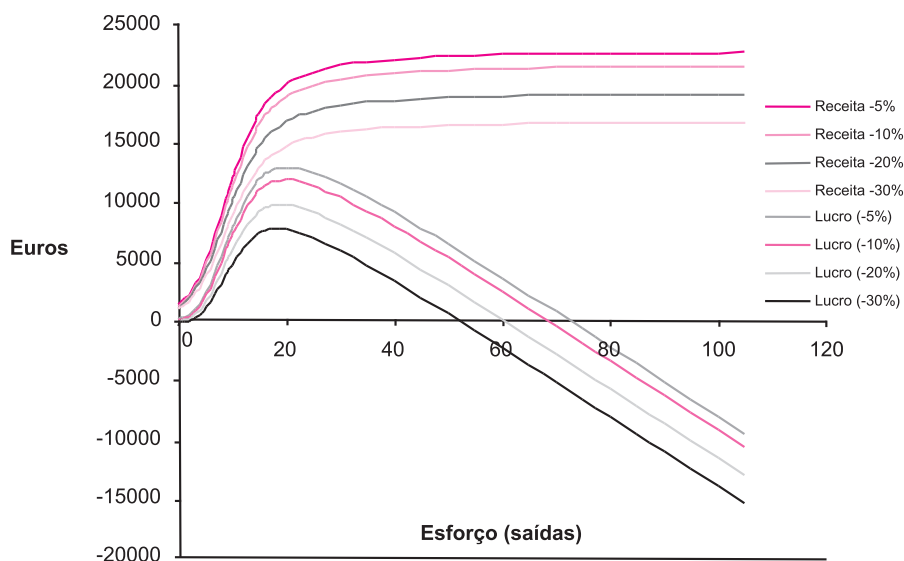
Da análise anterior torna-se claro que os modelos do primeiro grupo (com zeros e 30 dados para validação) são em geral os melhores do ponto de vista estatístico, destacando-se o modelo de capturas 1.^o C, que também tem uma boa aproximação ao zero, embora não a melhor. As capturas marginais geradas por este modelo não apresentam os erros menores, mas os valores também não lhes são muito superiores. O melhor modelo neste aspecto seria o 1.^o modelo B, que tem uma aproximação ao zero semelhante, mas estatisticamente não é muito impressionante. O modelo das CPUE é pouco robusto, quer do ponto de vista estatístico, quer do ponto de vista de coerência teórica e interna, pelo que será abandonado. Dadas as considerações foi seleccionado o 1.^o modelo C (com trinta dados para validação, 24 nós e com zeros).

5. SIMULAÇÃO DO MODELO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As simulações foram feitas para estimar, para o mês médio, o efeito da variação do esforço nas receitas e nos lucros tendo em atenção dos dados dos custos do quadro 3 e o preço médio do pescado. Observou-se que o lucro máximo se verifica para as vinte unidades de esforço. Como se pode observar dos dados disponíveis o esforço de pesca por mês médio no Corvo situa-se muito aquém desse ponto. O facto pode ser explicado pelo facto do custo de oportunidade do trabalho ser mais elevado (ver quadro 3) ser mais elevado do que o aplicado nas simulações.

FIGURA 4

Aplicação de taxas a) Taxa sobre as capturas e b) Taxa sobre o esforço



O modelo estimado também possibilita a simulação de longo prazo estimando as capturas resultantes de um determinado esforço e substituindo essas capturas como variáveis explicativas do modelo em períodos anteriores. As capturas para cada esforço regular tendem a estabilizar no longo prazo e crescem até cerca das 150 unidades de esforço, decrescendo a partir desse valor. As iterações e os gráficos resultantes, apresentados na Figura 5, referem-se a apenas um mês médio de pescas, pelo que é fácil estimar um TAC anual multiplicando o valor do TAC mensal por doze meses, o que resulta em cerca de 43500 kg 150 saídas mensais. Recorda-se que actualmente ocorrem em média dezoito saídas por mês e cerca de duzentas por ano.

6. CONCLUSÕES

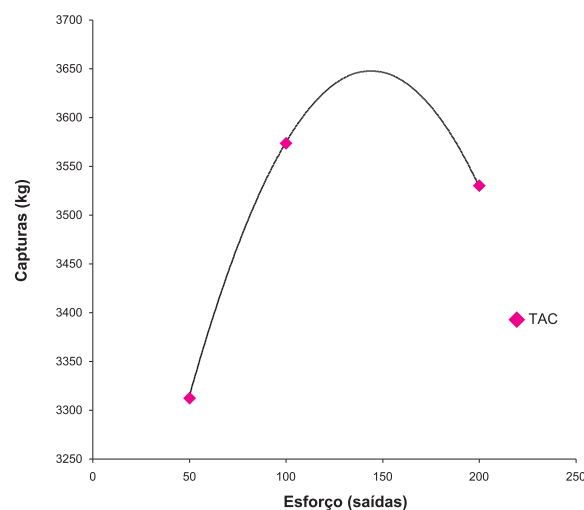
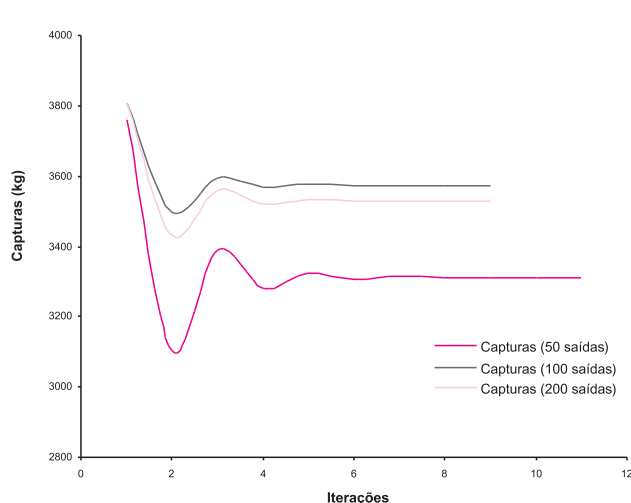
Considerando os resultados obtidos, pode concluir-se que o stock pesqueiro do Corvo ainda está pouco explorado, o que se poderá explicar por duas hipóteses: (1) o pequeno tamanho da comunidade piscatória conduz à preservação dos recursos porque os pescadores se sentem como se na realidade

tivessem direitos de propriedade em maior ou menor grau sobre estes; (2) os pescadores exerceriam a actividade em regime de livre acesso, mas os custos de oportunidade são muito elevados. No entanto, como foi referido, os recursos marinhos do Corvo são também explorados ocasionalmente por pescadores provenientes das Flores, de São Miguel, do Continente Português e de Espanha que utilizando artes de pesca mais intensivas podem por em causa o estado dos stocks de peixe.

Assim a promoção da gestão sustentável dos recursos marinhos em torno da Ilha do Corvo pode passar pela afectação da zona de pesca em torno do Corvo às embarcações provenientes da Ilha. Se assim for o esforço de captura pode aumentar consideravelmente nomeadamente se forem feitos investimentos necessários para que o custo do esforço de pesca se reduza. Estas medidas permitiriam aumentar consideravelmente os empregos básicos ligados à pesca bem como a sua produtividade o que teria implicações muito favoráveis no desenvolvimento sustentável da Ilha do Corvo.

FIGURA 5

Iterações para obter as Capturas de longo prazo, para 50, 100 e 200 unidades de esforço mensais
a) TAC mensal e b) Curva de capturas mensais sustentáveis a longo prazo.





BIBLIOGRAFIA

- Bjørndal, T. e G. Munro (1998), The economics of fisheries management: a survey. In Tietenberg, T. e H. Folmer eds. The International Yearbook of Environmental and Resource Economics 1998/1999. Edward Elgar Publishing, pp. 153-188.
- Clark C. W. e G. R. Munro (1975), Economics of fishing and modern capital theory: a simplified approach. Journal of Environmental Economics and Management 2:92-106.
- Dasgupta P. S. e G. M. Heal (1975), Economic Theory and Exhaustible Resources. Cambridge Economic Handbooks, Cambridge.
- Departamento de Ciências Agrárias (1992), Plano Director Municipal do Corvo. Câmara Municipal do Corvo.
- Dentinho, T. (1998), Projecto LIFE98NAT/P/5275: Gestão Integrada de Zonas marinhas e Costeiras nos Açores: Avaliação Sócio-Económica, Relatório do Corvo. Departamento de Oceanografia e Pescas, Universidade dos Açores.
- De la Rosa, F. D. Mayol, J. A. Moreno, T. Bonsón, S. Lozano (1999), An Expert System/Neural Network Model (ImpelERO) for Evaluating Agricultural Soil Erosion in Andalusia Region, Southern Spain. Agriculture, Ecosystems and Environment 73:211-226.
- Food and Agriculture Organization (1976), ACMRR Working party on fishing effort and monitoring of fish stock abundance: the use of catch and effort data. FAO Fisheries Technical Paper, 155, pp. 101.
- Gordon, H. S. (1954), The economic theory of a common property resource: the fishery. Journal of Political Economy 62:124-142.
- Gulland, J. A. (1983), Fish stock assessment: a manual of basic methods. John Wiley & Sons, New York 1:223.
- Hanna, S. S. (1999), Strengthening governance of ocean fishery resources. Ecological Economics 31:275-286.
- Hartwick, J., J. Vincent e T. Panayotou (1997), Resource Depletion and Sustainability in Small Open Economies. Journal of Environmental Economics and Management 33:274-286.
- Isidro, E. J. (1996), Biology and population dynamics of selected demersal fish species of the Azores archipelago. Dissertação de doutoramento, Universidade dos Açores.
- Jørgensen, S. E. (1994), Fundamentals of Ecological Modelling: Developments in Environmental Modelling. 2.a ed. Elsevier, Amsterdam.
- Krug, H. M. (1994), Biologia e Avaliação do Stock Açoreano de Goraz, *Pagellus bogaraveo*. Dissertação de doutoramento, Universidade dos Açores.
- Krug, H. M. e H. M. da Silva (1988), Virtual Population Analysis of *Pagellus bogaraveo* (Brunnich, 1768) from the Azores. International Council for the Exploration of the Sea, C.M. 1988/G:19.
- Pisces Conservation (2000), Community Analysis Package, A program to search for structure in ecological community data, Version 1.3. Pisces Conservation, London.
- Schaefer, M. B. (1957), A study of dynamics of the fishery for yellowfin tuna in eastern tropical pacific ocean. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull. 2:247-268.
- Schultz, A., R. Wieland e G. Lutze (1997), Neural Networks in Agroecological Modelling – Stylish Application or Helpful Tool? Computers and Electronics in Agriculture 29:73-97.
- Walters C. J. e R. Hilborn (1978), Ecological optimization and adaptive management. Annual Review of Ecological Systems 9:157-88.
- Wilen, J.E. (1985), Bioeconomics of renewable resource use. In: Kneese A.V. e J.L. Sweeney, eds. Handbook of Natural Resource and Energy Economics, vol. 1, Amsterdam, N. Holland.
- Z Solutions (1998), Pathfinder Neural Network System Tutorial. Z Solutions.