

ANTÓNIO JOSÉ MEDINA DOS SANTOS BAPTISTA

**SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO PESQUEIRA
EM CABO VERDE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B222s
2005

Baptista, António José Medina dos Santos, 1973-
Sustentabilidade da produção pesqueira em Cabo Verde/
António José Medina dos Santos Baptista. – Viçosa :
UFV, 2005.
xxiii, 155f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: João Eustáquio de Lima.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 122-129.

1. Pesca artesanal - Aspectos econômicos - Cabo Verde.
2. Pesca artesanal - Aspectos ambientais - Cabo Verde.
3. Pesca artesanal - Inovações tecnológicas - Cabo Verde.
4. Desenvolvimento sustentável - Cabo Verde. 5. Análise
envoltória de dados. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22.ed. 338.3727

ANTÓNIO JOSÉ MEDINA DOS SANTOS BAPTISTA

**SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO PESQUEIRA
EM CABO VERDE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 16 de setembro de 2005.

Luciane Reis Raposo Pereira

Heleno do Nascimento Santos

Marcelo José Braga

Adriano Provezano Gomes
(Conselheiro)

João Eustáquio de Lima
(Orientador)

*The bad news for the fishing industry is that,
if you think the fishing is bad today, you ain't seen nothin' yet.
The worlds coastal ecosystems are set and primed to get
unimaginably and very quickly worse.*
(BRADBURY, 2001)

AGRADECIMENTO

A Deus, pela vida, pela luz e pela sabedoria.

A meus pais, pela dedicação e pela confiança depositada em mim.

Às minhas filhas Thais Emilia e Teresa Emilia e à minha esposa Carminha, companheira de todas as horas, pela dedicação, pelo carinho e pela compreensão.

À minha família, pelo apoio incondicional.

A Dona Iraci, Sr. Ritair e toda família, pelo apoio e pela compreensão.

A Cabo Verde, especificamente ao INDP (Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas), pela oportunidade de realizar o curso de Economia Aplicada em nível de pós-graduação.

Ao Governo brasileiro, pela cooperação com os países da CPLP e pela oportunidade concedida a todos os estudantes participantes do programa PEC-PG.

À Universidade Federal de Viçosa, particularmente ao Departamento de Economia Rural, pela oportunidade de realizar um curso de ótimo nível.

À CAPES, mediante o Programa PEC-PG, pelo apoio financeiro.

Ao professor orientador João Eustáquio de Lima, pela orientação oportuna, pelo apoio permanente, pela participação, pela paciência, pela amizade e pela compreensão.

Aos professores Adriano Provezano Gomes, Carlos António Moreira Leite, Marcelo José Braga, Luciane Reis Raposo Pereira e Heleno do Nascimento Santos, pelas críticas e pelas sugestões, que contribuíram substancialmente para o enriquecimento do trabalho.

A todos os professores, com os quais tive o privilégio de conviver, pelo conhecimento e pelas orientações transmitidos.

Aos funcionários do Departamento de Economia Rural, pela atenção e pela amizade com que sempre me trataram.

Aos funcionários do INDP, pela amizade, pelo companheirismo e pelo apoio durante a minha formação, especialmente a Emanuel, pela amizade e pelo apoio na obtenção dos dados, fundamentais à realização deste trabalho.

Aos companheiros do curso, pela amizade e pela cumplicidade durante todo o curso.

Finalmente, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ANTÓNIO JOSÉ MEDINA DOS SANTOS BAPTISTA, filho de Miguel António Baptista e Maria Teresa Medina Santos Baptista, nasceu na Cidade da Praia, Ilha de Santiago, República de Cabo Verde, em 11 de outubro de 1973.

Em 1999, graduou-se em Ciências Econômicas na Universidade Federal de Viçosa.

De junho a dezembro de 1999, em Cabo Verde, trabalhou no Instituto de Apoio ao Desenvolvimento Empresarial, e, em dezembro do mesmo ano, foi contratado pela FAO para prestar serviços junto ao Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas, sendo contratado por este Instituto, como técnico, em março de 2000.

No ano de 2001, iniciou seus estudos, em nível de mestrado, em Economia Aplicada na UFV, por meio do convênio PEC-PG, defendendo tese no dia 26 de julho de 2002. No mesmo ano, ingressou no programa de doutorado em Economia Aplicada nesta mesma Universidade, defendendo tese no dia 16 de setembro de 2005 com o apoio financeiro do programa de estudante convênio CAPES/PEC-PG.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xiv
RESUMO	xviii
ABSTRACT	xxi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Considerações iniciais	1
1.2. O problema e a sua importância	2
1.3. Hipótese	6
1.4. Objetivos	6
1.5. Descrição da área de estudo	7
1.6. Organização do estudo	8

	Página
CAPÍTULO 1	11
ASPECTOS TEÓRICOS RELEVANTES NA ANÁLISE DOS RECURSOS PESQUEIROS	11
1.1. Considerações iniciais	11
1.2. O estoque de peixe como propriedade comum e de livre acesso ...	12
1.3. O estoque de peixe como recurso natural renovável	14
CAPÍTULO 2	19
INDICADORES GERAIS E PARCIAIS DA DISPONIBILIDADE DO ESTOQUE DE RECURSOS PESQUEIROS EM CABO VERDE, NO PERÍODO DE 1982 A 2001	19
2.1. Introdução	19
2.2. Metodologia	20
2.2.1. Dados utilizados no estudo e procedimentos	23
2.3. Resultados e discussão	25
2.4. Conclusões	32
CAPÍTULO 3	35
DISPARIDADES INTER-REGIONAIS NA DINÂMICA DO ESTOQUE DE RECURSOS PESQUEIROS NO ARQUIPÉLAGO DE CABO VERDE	34
3.1. Introdução	34
3.2. Metodologia	36
3.2.1. Dados utilizados no estudo e procedimentos	36
3.3. Resultados e discussão	38
3.4. Conclusões	48

	Página
CAPÍTULO 4	50
RELAÇÕES DE EQUILÍBRIO DE LONGO PRAZO ENTRE ES- FORÇO E CAPTURA NA PESCA ARTESANAL EM CABO VERDE	50
4.1. Introdução	50
4.2. Metodologia	51
4.2.1. Dados utilizados no estudo e procedimentos	55
4.3. Resultados e discussão	56
4.4. Conclusões	62
CAPÍTULO 5	64
MUDANÇAS NA EFICIÊNCIA E PROGRESSO TECNOLÓGI- CO: IMPLICAÇÕES NA SUSTENTABILIDADE DA PESCA ARTE- SANAL EM CABO VERDE	64
5.1. Introdução	64
5.2. O índice Malmquist de produtividade total de fatores	65
5.3. Dados utilizados no estudo e procedimentos	72
5.4. Resultados e discussão	73
5.5. Conclusões	79
CAPÍTULO 6	80
CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DA PESCA ARTESANAL EM CABO VERDE	80
6.1. Introdução	80
6.2. Metodologia	81
6.2.1. Análise de eficiência	84
6.2.2. Função de produção	87

	Página
6.2.3. Dados utilizados no estudo	90
6.2.4. Procedimentos	92
6.3. Resultados e discussão	92
6.4. Conclusões	99
CAPÍTULO 7	101
MEDIDAS DE CAPACIDADE E UTILIZAÇÃO DA CAPACIDADE NA PESCA ARTESANAL DE CABO VERDE	101
7.1. Introdução	101
7.2. Modelo analítico	103
7.2.1. Análise envoltória de dados	104
7.2.2. Dados utilizados no estudo e procedimentos	109
7.3. Resultados e discussão	110
7.4. Conclusões	114
2. CONCLUSÕES GERAIS	115
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122
APÊNDICES	130
APÊNDICE A	131
APÊNDICE B	147
APÊNDICE C	148
APÊNDICE D	151

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Fatores obtidos pelo método dos componentes principais, com base nos dados da pesca em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001	25
2 Cargas fatoriais e comunalidades obtidas na análise fatorial dos indicadores de produtividades parciais da pesca em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001	26
3 Valores dos escores fatoriais e índice de disponibilidade do estoque para Cabo Verde, no período de 1982 a 2001	27
4 Cargas fatoriais obtidas após a rotação ortogonal <i>varimax</i> , referentes aos indicadores de produtividades parciais da pesca em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001	29
5 Valores dos escores fatoriais obtidos após a rotação ortogonal <i>varimax</i> , com base nos dados da pesca em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001	31
6 Fatores obtidos pelo método dos componentes principais com base nos dados da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999	39
7 Cargas fatoriais e comunalidades obtidas na análise fatorial dos indicadores de produtividades parciais da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999	40

8	Cargas fatoriais obtidas após a rotação ortogonal <i>varimax</i> , referentes aos indicadores de disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999	44
9	Coefficientes de correlação entre a CPUE e os escores fatoriais calculados com base nos dados da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999	47
10	Testes de estacionariedade (ADF) das séries captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001	57
11	Testes de estacionariedade (KPSS) das séries captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001	58
12	Critérios de seleção do número de <i>lags</i> para a análise de co-integração entre as séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001	58
13	Teste de máximo autovalor para co-integração entre as séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001	59
14	Teste-traço para co-integração entre as séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001	60
15	Teste de normalidade dos resíduos do vetor de correção de erros estimados com séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001	61
16	Teste e razão de verossimilhança dos parâmetros de ajustamentos do vetor de co-integração entre as séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001	61
17	Teste de razão de verossimilhança dos parâmetros do vetor de co-integração entre as séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde	62

18	Funções-distância calculadas pela abordagem não-paramétrica de envoltória de dados, com base nos dados da pesca nas ilhas de Cabo Verde, referentes ao período de 1990 a 1995	74
19	Funções-distância calculadas pela abordagem não-paramétrica de envoltória de dados, com base nos dados da pesca nas ilhas de Cabo Verde, referentes ao período de 1995 a 1999	75
20	Mudanças na eficiência, tecnologia e produtividade da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1995	76
21	Mudanças na eficiência, tecnologia e produtividade da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1995 a 1999	77
22	Média das mudanças na eficiência, tecnologia e produtividade da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999	78
23	Resultados da estimação das funções de produção média e metafronteira para a pesca em Cabo Verde, com base nos dados referentes ao período de 1990 a 1999	93
24	Média das variáveis utilizadas no estudo, referentes aos dados de pesca em Cabo Verde, no período de 1990 a 1999	94
25	Elasticidades de produção, produto marginal e elasticidades de escala na pesca em Cabo Verde, calculadas com base na função média do período de 1990 a 1999	95
26	Elasticidades de produção, produto marginal e elasticidades de escala na pesca em Cabo Verde, calculadas com base na função metafronteira do período de 1990 a 1999	96
27	Elasticidades de substituição de Allen na pesca em Cabo Verde, estimadas com base na função média do período de 1990 a 1999	97
28	Elasticidades de substituição de Allen na pesca em Cabo Verde, estimadas com base metafronteira do período de 1990 a 1999	98
29	Utilização da capacidade de pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999	110
30	Percentual de aumento na produção das ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999	113

31	Capacidade (produção potencial) de curto prazo das ilhas de Cabo Verde, durante o período de 1990 a 1999 (expressa em toneladas)	113
1A	Escores fatoriais e índice de disponibilidade de estoque de recursos pesqueiras nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999	131
2A	Escores fatoriais após a rotação ortogonal <i>varimax</i> dos dados da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999	138
3A	Estatística descritiva dos escores fatoriais após a rotação ortogonal <i>varimax</i> , extraídos por meio de componentes principais, referentes aos dados da pesca em Cabo Verde, no período de 1990 a 1999	146
1B	Resultados do vetor de correção de erros estimados com dados mensais de captura e esforço na pesca em Cabo Verde, referentes ao período de janeiro de 1982 a dezembro de 2001	147
1C	Elasticidades de substituição de Morishima na pesca em Cabo Verde, estimadas com base na função média	149
2C	Elasticidades de substituição de Morishima na pesca em Cabo Verde, estimadas com base na função metafronteira	150

LISTA DE FIGURAS

	Página
1	Mapa do arquipélago de Cabo Verde 8
2	Ilustração de equilíbrio na exploração dos recursos naturais renováveis 13
3	Representação da função logística de crescimento do recurso pesqueiro 16
4	Evolução do índice de disponibilidade do estoque de recursos pesqueiros em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001 28
5	Evolução dos escores fatoriais referentes aos indicadores de disponibilidade de recursos pesqueiros em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001 32
6	Evolução da média do índice de disponibilidade de estoque nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999 (1990=100) 41
7	Evolução da média dos escores fatoriais, referentes à disponibilidade de estoques de recursos pesqueiros das ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999 46
8	Evolução mensal das capturas e esforço de pesca em Cabo Verde, no período de 1990 a 2001 57
9	Ilustração das medidas de mudanças na produtividade 70

	Página
10	Representação da função de produção média e de fronteira 83
11	Ilustração da metafronteira de produção 88
12	Ilustração de envoltória com orientação-produto e presença de folgas 107
13	Média da utilização da capacidade de pesca, no período de 1990 a 1999 111
14	Média da utilização da capacidade nas ilhas de Cabo Verde durante o período de 1990 a 1999 112
1A	Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha de Santo Antão, no período de 1990 a 1999 134
2A	Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha de São Vicente, no período de 1990 a 1999 134
3A	Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha de São Nicolau, no período de 1990 a 1999 135
4A	Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha do Sal, no período de 1990 a 1999 135
5A	Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha da Boa Vista, no período de 1990 a 1999 136
6A	Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha do Maio, no período de 1990 a 1999 136
7A	Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha de Santiago, no período de 1990 a 1999 137
8A	Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha do Fogo, no período de 1990 a 1999 137
9A	Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha da Brava, no período de 1990 a 1999 138
10A	Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha de Santo Antão, no período de 1990 a 1999 141

11A	Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha de São Vicente, no período de 1990 a 1999	142
12A	Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha de São Nicolau, no período de 1990 a 1999	142
13A	Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha do Sal, no período de 1990 a 1999	143
14A	Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha da Boa Vista, no período de 1990 a 1999	143
15A	Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha do Maio, no período de 1990 a 1999	144
16A	Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha de Santiago, no período de 1990 a 1999	144
17A	Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha do Fogo, no período de 1990 a 1999	145
18A	Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha da Brava, no período de 1990 a 1999	145
1D	Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha de Santo Antão, no período de 1990 a 1999	151
2D	Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha de São Vicente, no período de 1990 a 1999	152
3D	Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha de São Nicolau, no período de 1990 a 1999	152
4D	Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha do Sal, no período de 1990 a 1999	153

	Página
5D Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha da Boa Vista, no período de 1990 a 1999	153
6D Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha do Maio, no período de 1990 a 1999	154
7D Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha de Santiago, no período de 1990 a 1999	154
8D Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha do Fogo, no período de 1990 a 1999	155
9D Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha da Brava, no período de 1990 a 1999	155

RESUMO

BAPTISTA, António José Medina dos Santos, D.S., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2005. **Sustentabilidade da produção pesqueira em Cabo Verde**. Orientador: João Eustáquio de Lima. Conselheiros: Adriano Provezano Gomes e Carlos Antônio Moreira Leite.

A pesca sempre teve grande importância socioeconômica para as comunidades costeiras de Cabo Verde, oferecendo meios de subsistência e, devido à vocação marítima do povo cabo-verdiano, possibilidades de emprego. O peixe aparece como componente importante na alimentação da população, tendo papel decisivo na questão da segurança alimentar e, por ser fonte de proteína animal de baixo custo para a população, requer que a sua exploração seja feita em moldes sustentáveis, perpetuando no tempo a disponibilidade desse recurso para toda a sociedade. Este estudo teve como objetivo analisar a sustentabilidade da exploração pesqueira em Cabo Verde. Especificamente, pretendeu-se examinar a dinâmica do estoque de recursos ao longo do tempo nas ilhas de Cabo Verde; analisar o comportamento de longo prazo entre o esforço e capturas; pesquisar o progresso tecnológico, mudanças na eficiência e produtividade nas ilhas; analisar as mudanças nas características da tecnologia de produção; e, também, analisar a evolução da utilização da capacidade de pesca no período de

1990 a 1999. Os resultados indicaram que o estoque de recursos pesqueiros tem diminuído no período analisado. Ficou evidente a queda no período do estoque de tunídeos. Esta situação se justifica provavelmente pelas externalidades geradas por embarcações industriais e embarcações estrangeiras tecnologicamente avançadas, que operam em Cabo Verde, por meio de licenças e acordos de pesca. Essas embarcações têm os tunídeos como espécie-alvo, dado o elevado valor comercial desse recurso. A dinâmica da disponibilidade dos recursos não foi homogênea em todo o Cabo Verde. Algumas ilhas apresentaram comportamento semelhante às demais na sua vizinhança. Essa constatação pode ser interpretada como evidências de que o estoque é comum nas ilhas que compartilham uma mesma plataforma continental. Ao comparar o índice geral de disponibilidade de estoque (IGDE) e os indicadores parciais calculados no estudo com a Captura Por Unidade de Esforço (CPUE) tradicionalmente utilizada em Cabo Verde como *proxy* do estoque, notou-se a existência de baixa ou moderada correlação entre esses indicadores, indicando que a CPUE tradicionalmente utilizada não é um indicador apropriado para analisar as diferenças espaciais na evolução do estoque de recursos. Sendo o IGDE uma medida baseada nos indicadores de produtividade total, é mais robusto que as medidas de CPUE baseadas em indicadores de produtividade parcial. Quanto à relação de longo prazo entre o esforço de pesca e as capturas correspondentes, os resultados indicaram evidências de retornos decrescentes à escala, embora não se possa rejeitar a hipótese de que os retornos são estatisticamente constantes. Ao analisar as mudanças na tecnologia, confirmou-se a idéia de que os aumentos da produtividade ocorridos após 1995 têm relação forte com o progresso tecnológico que ocorreu em todas as ilhas. Esses resultados também permitem concluir que a CPUE, ou outras medidas do estoque que utilizam dos conceitos de produtividade, pode apresentar resultados viesados se não levar em consideração as contribuições do progresso tecnológico na produtividade. A elasticidade de produção do estoque tem diminuído de forma consistente, ao longo do período analisado. A mesma situação foi verificada em relação à elasticidade de escala, indicando que os retornos decrescentes à escala nos

últimos períodos analisados são evidências de problema de sustentabilidade da pesca em Cabo Verde. As elasticidades de substituição tornaram-se menores ao longo do período analisado, indicando que, com o tempo, ficou mais difícil substituir ou complementar os fatores na produção. Esse resultado é favorável aos gestores dos recursos, por permitir maior eficácia das políticas de restrições de insumos caso forem implementadas pelo governo. Foram verificadas também, oscilações significativas na média anual da utilização da capacidade. No geral, este estudo indicou que existem evidências de que a pesca em Cabo Verde não tem ocorrido em moldes sustentáveis. A redução da capacidade de pesca no arquipélago é uma política socialmente inaceitável (alta taxa de desemprego, tradição na atividade pesqueira, falta de alternativas de atividades rentáveis nas comunidades) e difícil de ser implementada; por isso, deve ser monitorada e evitada quanto antes. Também, é evidente a dificuldade de estabelecer direitos de propriedades individuais, restando poucas alternativas de instrumentos de gestão de recursos.

ABSTRACT

BAPTISTA, António José Medina dos Santos, D.S., Universidade Federal de Viçosa, September 2005. **Fishery production sustainability in Cabo Verde.** Adviser: João Eustáquio de Lima. Committee Members: Adriano Provezano Gomes and Carlos Antônio Moreira Leite.

Fishery has been of great social economic importance for the coastal communities of Cabo Verde, offering a means of subsistence and employment opportunities due to their maritime vocation. Fish are important food components for the population, playing a decisive role in food safety. Since fishery is a source of low-cost animal protein, its exploration must be sustainable in order to be permanently available for the community. The objective of this study was to analyze fishery sustainability in Cabo Verde and, specifically, to examine the stock resources dynamics along time in the Cabo Verde islands; the long term relation between effort and captures; to investigate technological progress and efficiency and productivity changes on the islands; the changes in production technology characteristics as well as to analyze fishery capacity evolution during the period 1990-1999. The results indicated that fishery resources stock has decreased during the period analyzed. Drop in tunideo stock period during that time was evident. This situation is probably justified by the externalities

generated by technologically-advanced industrial boats and foreign vessels operating in Cabo Verde on fishing licenses and agreements. The tunideos are target species for these boats, due to their high commercial value. The resources dynamics availability was not homogeneous throughout Cabo Verde. Some islands had a behavior similar to that of the nearby islands. This confirmation may be interpreted as evidence that the stock is common in the islands sharing the same continental platform. When comparing the General Index of Stock Availability (GISA) and the partial indicators calculated in the study on Capture per Unit of Effort (CPUE) traditionally used in Cabo Verde as stock *proxy*, a low or moderate correlation was observed between these indicators, showing that the traditionally used CPUE is not an adequate indicator to analyze spatial differences in resources stock evolution. GISA is based on total productivity indicators, thus it is more robust than the CPUE measurements based on partial productivity indicators. Regarding the long term relation between fishing effort and the corresponding captures, the results showed evidences of decreasing returns to the scale, although one cannot overlook the hypothesis that the returns are statistically constant. Technology change analyses confirmed the idea that productivity increases occurring after 1995 strongly relate with technological progress occurring throughout the islands. Such results also allow to conclude that CPUE, or other stock measurements using productivity concepts, may present biased results, unless progress contributions to productivity are taken into account. Stock production elasticity has consistently diminished along the period studied. A similar situation was verified regarding scale elasticity, indicating that the decreasing returns to the scale during the last periods analyzed are evidences of the fishery sustainability problem in Cabo Verde. The substitution elasticities became smaller along the period analyzed, indicating that, with time, it became more difficult to substitute or complement the production factors. This result is favorable to resources managers since they allow greater efficacy of the input restriction policies, when implemented by the government. Significant oscillations were also verified in the annual mean of fishery capacity use. Overall, this study showed that there are evidences that fishery in Cabo Verde is not sustainable.

Reduced fishery capacity on the islands is a socially unacceptable policy (high unemployment rate, loss of fishing tradition, lack of alternatives of profitable activities for the community) and difficult to be implemented; thus, it should be monitored and prevented. It also became evident the difficulty in establishing individual property rights, with few alternatives of resources management tools remaining to be explored.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

Cabo Verde é um pequeno país em vias de desenvolvimento. Por ser um arquipélago de origem vulcânica, localizar-se numa zona climática que é caracterizada por aridez e seca¹, ter pequena superfície (4.033 km²), não possuir rios nem lagos e contar com escassos recursos naturais e financeiros, a economia se encontra muito vulnerável. A agricultura é praticamente insignificante, condicionada sobretudo pela falta de chuva e escassez de terras cultiváveis (apenas 9% da superfície total).

Situado no meio do oceano Atlântico, Cabo Verde é, potencialmente, dotado de uma Zona Econômica Exclusiva² considerável, que atinge 734.265 km², de uma plataforma continental de 5.394 km², com 2.000 km de costa e de um potencial de recursos marinhos estimado em 45.000 toneladas/ano, o que faz que o mar seja o maior recurso natural do país (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO, 1997a; INDP, 1999).

¹ O clima semi-árido impõe longa estação seca. As secas frequentes têm sido responsáveis pela fome, que no passado dizimaram parcela significativa da população e atualmente torna quase impossível uma agricultura de subsistência.

² Zona Econômica Exclusiva (ZEE) corresponde a 200 milhas náuticas, ou seja, 370 km da costa, abrangendo a pesca e todos os recursos minerais e submarinos.

A pesca sempre teve grande importância socioeconômica para as comunidades costeiras de Cabo Verde, já que oferece meios de subsistência e, devido à vocação marítima do povo cabo-verdiano, possibilidades de emprego. Por ser fonte de proteína animal de baixo custo para a população e por sua relativa abundância nos mares de Cabo Verde, o peixe aparece como componente importante na alimentação da população, tendo papel decisivo na questão da segurança alimentar do povo cabo-verdiano.

A participação da pesca na formação do Produto Interno Bruto (PIB) de Cabo Verde foi de 1,5%, em 1992. Embora ainda não apresente, quantitativamente, valor expressivo para o PIB, é um setor econômico imediatamente explorável, que, de acordo com MINISTÉRIO DAS FINANÇAS E DO PLANO – MFP (1996), vem sendo eleito como setor estratégico para o desenvolvimento econômico do país, à medida que participa, significativamente, no total das exportações de mercadorias, ao mesmo tempo em que combate o desemprego, que aflige principalmente os mais jovens e os de baixo nível de educação, a fome e a subnutrição do povo do arquipélago, quebrando o círculo vicioso da pobreza – baixa renda, desnutrição, baixa produtividade no trabalho e problemas de saúde, que levam ao desemprego e à permanência da pobreza. O setor tem papel fundamental na questão da segurança alimentar, já que contribui, também, para diminuir a dependência da importação de alimentos do exterior e, em certas proporções, garantir retorno em divisas, que poderão ser realocadas na economia para alavancar outros setores e promover o desenvolvimento econômico.

1.2. O problema e a sua importância

De acordo com FAO (1997b), têm-se verificado quedas sucessivas na produtividade dos países produtores de pescado, devido à “sobrepesca” dos recursos pesqueiros, razão pelo qual se recomenda que todos os países tenham estimativa da real capacidade de produção das unidades produtivas, para que sejam prevenidas possíveis situações de “sobrepesca”. O código de conduta para

a pesca responsável, de acordo com FAO (2004), tem como uma das principais preocupações a exploração sustentável dos recursos pesqueiros e, para que esse intento seja alcançado, é imprescindível o conhecimento da situação dos recursos naturais e das características da tecnologia de produção, principalmente os níveis de eficiência técnica e de produtividade.

O número de participantes na pesca, no mundo inteiro, aumentou consideravelmente; em consequência desse aumento, as espécies têm sofrido nítida “sobrepesca”, razão por que, atualmente, uma das principais metas dos países é reduzir o esforço de pesca (FAO, 1997b).

De acordo com COMTE (1993) e, mais recentemente, com GARCIA e NEWTON (1997), todos os oceanos estão sendo explorados no máximo de sua capacidade, e pelo menos 70% dos recursos pesqueiros encontram-se sobrexplorados, em vias de extinção ou se regenerando. Existe perigo potencial dessa sobrexploração não só para o futuro do meio ambiente dos oceanos, como também para a segurança alimentar da humanidade.

Em Cabo Verde, a situação não é diferente. A produção pesqueira nacional desenvolve-se por meio de dois³ sistemas de produção distintos, que podem ser caracterizados pela tecnologia utilizada. Por um lado, há a pesca artesanal, que atua no litoral mediante a utilização de pequenas embarcações com tecnologias rudimentares e caráter de auto-subsistência. Por outro, tem-se a pesca industrial, que, geralmente, é realizada por embarcações de maior porte, que utilizam tecnologias variadas associadas às atividades industriais (conservas, congelamento, exportação etc.).

A pesca é direcionada, principalmente, aos grandes pelágicos⁴ oceânicos (*tunídeos*) e pequenos pelágicos costeiros e peixes demersais, dentre outros. Em menores quantidades aparecem algumas espécies de lagostas, moluscos, corais e tartarugas marinhas. No ano de 2001, de um total de 8.890 toneladas de pescado

³ Existem algumas embarcações classificadas como semi-industriais, porque não têm características de embarcação de pesca artesanal e nem possuem porte ou autonomia de embarcações de pesca industrial. As estatísticas referentes a essas embarcações são computadas na pesca industrial.

⁴ Os grandes pelágicos (*tunídeos*), pequenos pelágicos, demersais e diversos (outros) referem-se aos grandes grupos em que são classificados os diferentes tipos de pescados produzidos em Cabo Verde.

produzido, 41% foram de tunídeos, 40% de pequenos pelágicos e 19% de demersais e outras espécies (INDP, vários números).

No início dos anos de 1980, a produção pesqueira em Cabo Verde teve o seu maior desempenho em termos da quantidade capturada. Ao longo do tempo, a produção tem apresentado quedas sucessivas. A pesca artesanal sempre teve maior participação relativa na produção do pescado, entretanto ao longo do tempo ela vem perdendo espaço (participação) para a pesca industrial (INDP, vários números). Essa situação pode ser interpretada como indícios de problema de sustentabilidade, no sentido de que a pesca artesanal, pelas suas características (embarcações, tecnologia, área de atuação etc.), é o “termômetro” da situação dos recursos pesqueiros em Cabo Verde.

Não obstante a importância da pesca para a economia de Cabo Verde, a inexistência de mecanismos de controle da produção e acompanhamento da sua dinâmica pode ter facilitado a sobrepesca e degradação dos estoques de recursos pesqueiros, o que é evidenciado pela queda na produtividade ao longo do tempo.

Para alcançar o pleno potencial dos recursos do mar, deverão ser tomadas, necessariamente, duas medidas: em primeiro lugar uma avaliação dos recursos disponíveis e o desenvolvimento de métodos para colhê-los; em segundo lugar, deve-se considerar o efeito da intervenção do homem em relação aos estoques de peixe (ROTHSCHILD, 1975). Assim, levando em conta que todas as nações têm necessidade de se desenvolver, deve-se considerar a possibilidade de se dar sustentabilidade a esse desenvolvimento. É preciso para tal ação que se preservem os fatores de produção, e entre eles a valorização do trabalho e a manutenção de uma exploração racional da natureza. A idéia da sustentabilidade adquire importância crucial ao pensar em desenvolvimento. Segundo MAIMON (1992), o processo de desenvolvimento somente se tornará possível pelo equacionamento do trinômio eficiência econômica, equidade social e equilíbrio ecológico.

De acordo com FAO (2004, article 6.2),

Fisheries management should promote the maintenance of the quality, diversity and availability of fisheries resources in sufficient quantities for present and

future generations in the context of food security, poverty alleviation and sustainable development.

A sustentabilidade⁵ requer “visão” de longo prazo na exploração de recursos pesqueiros, levando em conta não somente os aspectos sociais, culturais e econômicos, como também as interações entre as espécies, a diversidade e a dinâmica de populações, entre outras relações ecológicas. O conceito é geralmente aceito pela sociedade, entretanto a implementação de políticas que visam à sustentabilidade gera conflitos com os produtores, no sentido de que requer diminuição do esforço de pesca e, por conseqüência, diminui os seus lucros no curto prazo.

Em Cabo Verde, há possibilidades reais de se chegar e até ultrapassar o limite máximo de sustentabilidade dos estoques. Esse país tem grandes limitações de recursos naturais, dado o papel estratégico que a pesca desempenha no desenvolvimento econômico de Cabo Verde. Destarte, qualquer medida direcionada à preservação dos recursos, na óptica da sustentabilidade, é de suma importância.

Evidências sobre a situação do estoque dos recursos pesqueiros, eficiência técnica, progresso tecnológico e produtividade ao longo do tempo, assim como a capacidade do esforço de pesca, são alguns dos principais indicadores de que os tomadores de decisão necessitam para estabelecer políticas para o setor (MORRISON PAUL, 2000).

A exploração sustentável dos recursos pesqueiros, como recursos naturais renováveis, é muito influenciada pela dinâmica do progresso tecnológico e da eficiência, já que na presença de progresso tecnológico e melhorias em eficiência técnica podem-se produzir maiores quantidades desses recursos, com as mesmas quantidades de insumos utilizados na produção. Dessa forma, a mensuração da eficiência e da produtividade na pesca é importante, especialmente quando o controle do esforço de pesca é o instrumento que garante a produção sustentável. Conhecer o potencial do esforço de pesca em relação à

⁵ O desenvolvimento é sustentável quando supre as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

capacidade atual, identificando o verdadeiro potencial da expansão da produção e as mudanças na eficiência, no progresso tecnológico e na produtividade ao longo do tempo, é condição necessária para identificar possíveis situações de insustentabilidade e permitir controle efetivo do esforço de pesca.

É relevante e oportuna a realização de estudos que abordem a questão da sustentabilidade da atividade pesqueira em Cabo Verde, enfocando a análise na questão ambiental (dinâmica da disponibilidade do estoque de recursos pesqueiros) e econômica (eficiência e produtividade) das ilhas produtoras de pescado. Os resultados permitirão conhecer melhor a dinâmica da exploração pesqueira em Cabo Verde e, oportunamente, podem oferecer subsídios ao governo cabo-verdiano para que ele possa planejar, estrategicamente, suas ações e adotar políticas mais coerentes no controle do esforço de pesca efetivo e, dessa forma, prevenir possível “sobrexploração” de recursos e garantir as condições de sustentabilidade da atividade pesqueira.

1.3. Hipótese

A exploração pesqueira em Cabo Verde não ocorre de modo sustentável.

1.4. Objetivos

De modo geral, pretende-se analisar a sustentabilidade da atividade pesqueira no arquipélago de Cabo Verde. Especificamente, pretende-se:

- a) Analisar a dinâmica anual dos estoques de recursos pesqueiros em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001.
- b) Evidenciar as diferenças regionais nas disponibilidades de recursos pesqueiros e analisar a dinâmica da degradação do estoque, durante o período de 1990 a 1999.
- c) Analisar o comportamento do estoque de espécies selecionadas (*Tunídeos*, *pequenos pelágicos* e *demersais*), na década de 1990.

- d) Analisar as relações de equilíbrio de longo prazo entre esforço de pesca e capturas nas ilhas produtoras de pescado.
- e) Analisar as mudanças na eficiência e progresso tecnológico verificadas nas ilhas do arquipélago.
- f) Analisar a estrutura da tecnologia de produção, assim como as mudanças estruturais nos parâmetros da tecnologia que ocorreram durante o período de 1990 a 1999.
- g) Analisar a “capacidade” e a “utilização da capacidade” de pesca nas ilhas.

1.5. Descrição da área de estudo

A área de estudo corresponde ao arquipélago de Cabo Verde, pequeno país do continente africano, cuja população abrange cerca de 400.000 habitantes, localizado na margem oriental do oceano Atlântico, a cerca de 500 km da costa ocidental da África, entre as latitudes 14°23' e 17°12' norte e as longitudes 22°40' e 25°22' oeste (Figura 1).

O arquipélago de Cabo Verde tem uma superfície de 4.033 km², distribuídos por 10 ilhas e cinco ilhéus principais, de origem vulcânica e relevos acidentados, relativamente dispersos entre si (BRITO e SEMEDO, 1995).

As ilhas de Santiago (991 km²), Maio (267 km²), Sal (215 km²), São Nicolau (342 km²), Fogo (477 km²), Brava (65 km²), Boa Vista (622 km²), São Vicente (228 km²), Santo Antão (754 km²) e Santa Luzia (34 km²) formam o arquipélago de Cabo Verde.

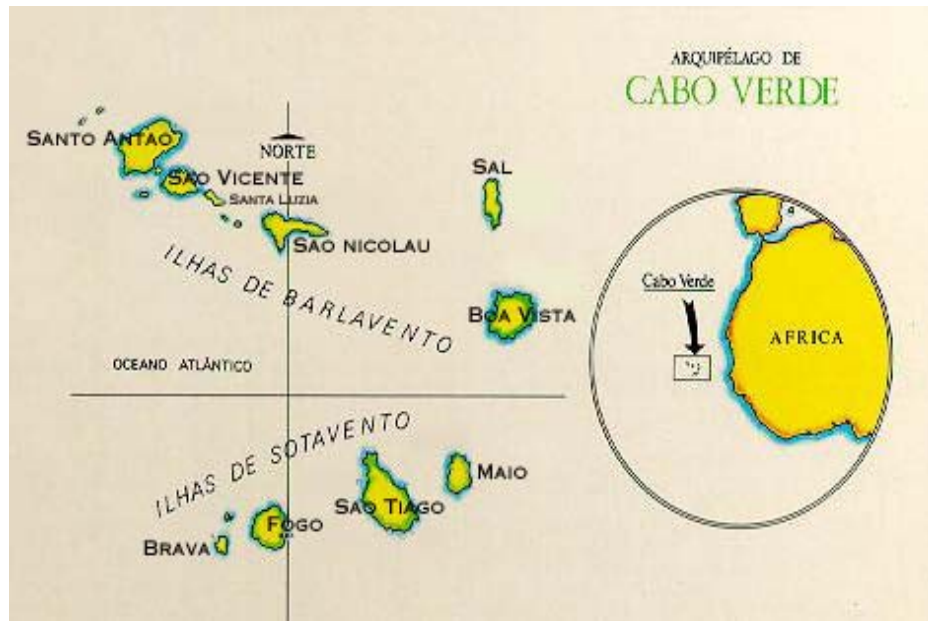


Figura 1 – Mapa do arquipélago de Cabo Verde.

1.6. Organização do estudo

A sustentabilidade sempre foi um tema muito controverso na literatura econômica. Tal situação é causada principalmente pela dificuldade de mensurar e estabelecer critérios sobre o “ser ou não-ser” sustentável. Embora a definição de sustentabilidade (longo prazo, equidade intergerações, eficiência, proteção ambiental etc.) seja praticamente consenso entre os pesquisadores, os indicadores utilizados na análise, principalmente em relação aos recursos pesqueiros, dão margens a muitas críticas pelo fato de serem parciais, ignorando aspectos fundamentais da dinâmica e inter-relações dos recursos no processo produtivo.

A busca pela sustentabilidade da atividade pesqueira no mundo todo tem forçado os governos a adotar diferentes estratégias de gestão desses recursos, subsidiadas por estudos empíricos, no sentido de aumentar as chances de serem eficazes.

Nesse contexto, dada a dificuldade e complexidade de analisar os diversos aspectos de uma pesca sustentável, este estudo levou em consideração

os aspectos de recursos multiespécies, indicadores gerais do estoque de recursos, conceitos agregados de esforço de pesca, progresso tecnológico, capacidade de pesca, possibilidade de substituição de fatores de produção etc., que são aspectos fundamentais de se terem em consideração na análise do setor pesqueiro.

As diferenças no objetivo, metodologia e dados utilizados condicionaram a estrutura deste estudo para um formato de capítulos, de forma a manter uma seqüência coerente e lógica.

O estudo está estruturado em sete capítulos, além desta introdução. No Capítulo 1 são analisados alguns aspectos teóricos relevantes na análise dos recursos pesqueiros. Além de renovável, outra característica importante a ser analisada é a condição de propriedade comum e acesso livre.

Como citado anteriormente, é de interesse dos Estados e sugestão de organismos internacionais (ex. FAO) garantir a sustentabilidade da atividade pesqueira. Para tanto, é necessário conhecer a disponibilidade e evolução dos recursos pesqueiros. No Capítulo 2 é analisado o comportamento intertemporal do estoque de recursos em Cabo Verde, utilizando um indicador do estoque (IGDE) calculado por meio de técnicas de estatística multivariada. Neste capítulo, utilizou-se uma *proxy* do estoque baseada no conceito de produtividade total, em vez das medidas parciais da Captura por Unidade de Esforço (CPUE). Por haver consciência de que o estoque deve ser diferente nas diversas ilhas do arquipélago, isto é, distribuição espacial heterogênea, no Capítulo 3 são analisadas a evolução do estoque nas ilhas e as diferenças entre os diferentes grupos de espécies de recursos disponíveis nas ilhas, utilizando-se metodologia e procedimentos semelhantes aos adotados no Capítulo 2.

Vários autores têm postulado que a intensificação da pesca com técnicas cada vez mais modernas vem proporcionando rendimentos decrescentes por unidade de esforço na produção pesqueira. Essa situação é geralmente interpretada como evidência de insustentabilidade da atividade no longo prazo. No Capítulo 4, utilizou-se a análise de co-integração para estimar uma função de produção de longo prazo, no sentido de analisar os retornos por unidade de esforço.

A tecnologia é um tema relevante na análise da sustentabilidade da atividade pesqueira, na medida em que a ocorrência de progresso tecnológico possa aumentar, de forma significativa, a captura de peixes e inviabilizar as políticas de gestão adotadas pelo governo, além de viesar os resultados e análise de índices de estoque baseados nas medidas de produtividade, a exemplo da CPUE. Nesse sentido, o Capítulo 5 teve como objetivo analisar o progresso tecnológico na pesca artesanal em Cabo Verde, na década de 1990, utilizando para tanto o Índice de Malmquist, calculado pela abordagem não-paramétrica de envoltória de dados.

Geralmente, as medidas adotadas pelos governos no âmbito da gestão sustentável dos recursos baseiam-se na restrição de uso de insumos na produção. Entretanto, não adianta adotar essas políticas de gestão das pescarias sem conhecer as possibilidades de substituição dos fatores de produção, eficiência técnica das unidades de produção, utilização da capacidade e capacidade de produção (produção potencial), pelo fato de que a relativa facilidade de substituição de fatores e a baixa utilização da capacidade podem limitar a eficácia das políticas de gestão adotadas. O Capítulo 6 analisa a evolução da estrutura da tecnologia de produção, com vistas a analisar as elasticidades de produção, escala e substituição dos fatores. Finalmente, no Capítulo 7 são analisadas a evolução da utilização da capacidade e capacidade de produção das ilhas durante o período de 1990 a 1999.

Como pode ser observado, neste estudo teve-se a preocupação de analisar os diversos aspectos da análise da sustentabilidade da atividade pesqueira. São analisados a evolução do estoque, a distribuição espacial do estoque nas diferentes ilhas, o equilíbrio de longo prazo entre esforço e captura, os impactos do progresso tecnológico na produção, as possibilidades de substituição de fatores e a utilização da capacidade e produção potencial das ilhas durante o período analisado. Dessa forma, contemplaram-se muitas das principais questões que devem ser levadas em consideração na implementação de uma política de gestão sustentável dos recursos pesqueiros em Cabo Verde.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS TEÓRICOS RELEVANTES NA ANÁLISE DOS RECURSOS PESQUEIROS

1.1. Considerações iniciais

A análise dos recursos pesqueiros é feita geralmente com base nos pressupostos da economia dos recursos naturais. Nesse sentido, este capítulo objetivou analisar alguns aspectos relevantes na análise dos recursos pesqueiros discutidos no âmbito da economia dos recursos naturais.

Os recursos pesqueiros são **recursos naturais renováveis de propriedade comum e de livre acesso**. Essas características são de extrema relevância na análise do setor pesqueiro, à medida que tornam a exploração suscetível ao esgotamento, caso todos os pescadores adotem a política de capturar a máxima quantidade possível sem considerar a dinâmica do estoque dos recursos. Essa situação ocorre, freqüentemente, na exploração pesqueira, em que os direitos de propriedade não são bem definidos (MARGULIS, 1996). Essas características são analisadas com mais detalhes nos tópicos subseqüentes.

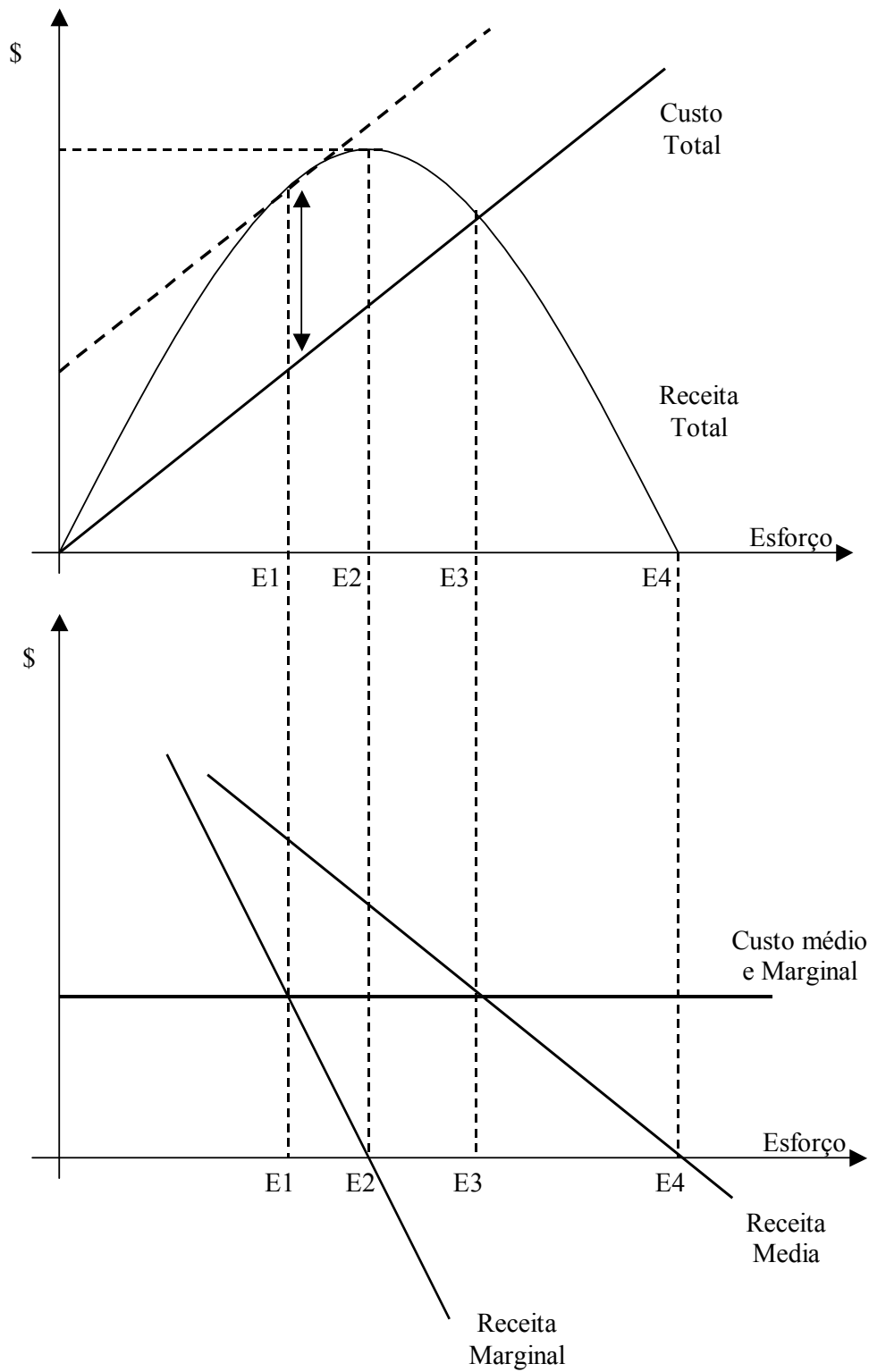
1.2. O estoque de peixe como propriedade comum e de livre acesso

As características de recurso de propriedade comum e de livre acesso são apontadas como sendo a origem de grande parte dos problemas na exploração sustentável dos recursos pesqueiros. À medida que os pescadores estão sempre em competição para capturar a máxima quantidade de peixes, não se consegue alcançar o ótimo econômico, como demonstrado por meio da análise da Figura 2.

Quando os direitos de propriedade não estão bem definidos, não existe incentivo para conservar os recursos, e o esforço de pesca é maior do que o nível ótimo. Essa situação é agravada pelo fato de os recursos serem de propriedade comum, e o acesso livre estimula a entrada de qualquer pescador que tenha possibilidade de lucro na atividade (GORDON, 1954).

Na Figura 2, encontram-se ilustradas as curvas de receita total, média e marginal, assim como os custos totais, médios e marginais nos diferentes níveis de esforço de pesca. Nota-se, nessa figura, que a receita total varia na proporção da captura; o custo total varia na proporção do esforço; receita marginal indica a variação na receita em função das mudanças no esforço; custo marginal indica a variação nos custos em função das mudanças no esforço; receita média indica a receita por unidade de esforço e o esforço de pesca, é um conceito abstrato que engloba todos os insumos físicos utilizados na produção.

A Figura 2 indica as condições em que se verificam o ponto de equilíbrio bioeconômico, o ótimo econômico e o ótimo biológico, isto é, o ponto de equilíbrio bioeconômico se verifica onde o valor total das capturas (receita total) se iguala ao seu custo total, no nível de esforço de pesca E3. O ótimo econômico se verifica quando o custo marginal se iguala à receita marginal, proporcionando o lucro máximo no nível de esforço de pesca E1. No ótimo biológico, a receita marginal será 0 (zero), a receita total será máxima e será alcançado o nível de esforço de pesca E2. A situação de ótimo biológico será analisado com maiores detalhes na próxima seção, em que se analisaram os recursos pesqueiros na perspectiva de um recurso natural renovável.



Fonte: PAEZ (1991) e HUSSEN (1999).

Figura 2 – Ilustração de equilíbrio na exploração dos recursos naturais renováveis.

Como ficou evidente na análise da Figura 2, o acesso livre e a falta de definição clara dos direitos de propriedade favorecem a sobreexploração dos recursos. Os pescadores, preocupando-se apenas com os custos e receitas totais, tendem a aumentar o esforço de pesca em níveis maiores do que o necessário para garantir o lucro máximo e o ótimo biológico. Essa situação ficou conhecida na literatura com o artigo de HARDIN (1968), como a “tragédia dos comuns”.

1.3. O estoque de peixe como recurso natural renovável

Os estoques de peixes, como recurso natural renovável, mantêm rendimento biológico sustentável, cuja taxa de renovação depende da magnitude do estoque, que é deixado inexplorado para se perpetuar em períodos subsequentes.

De acordo com GULLAND (1968), existem diversos modelos bioeconômicos para analisar os recursos pesqueiros. Dentre eles, destacam-se os modelos de produção global também denominados de modelos de produção excedente que, embora simples, são muito utilizados para estudar a dinâmica de populações haliêuticas.

De acordo com GULLAND (1968), o recurso a essa visão simplificada da dinâmica de um estoque, ignorando a estrutura etária, a estrutura espacial e outros aspectos de maior complexidade da dinâmica do estoque, tem sido prática corrente em avaliação de recursos haliêuticos, especialmente quando não há informação disponível sobre a composição etária e medidas de tamanho das capturas. Frequentemente, o estoque não pode ser medido diretamente, sendo necessário recorrer a uma estimativa indireta deste através de índices de abundância do estoque. O exemplo mais comum desses índices é a Captura por Unidade de Esforço (CPUE).

O modelo desenvolvido por SCHAEFER (1954) utilizou a seguinte função logística para descrever a variação da biomassa de uma população na ausência de exploração:

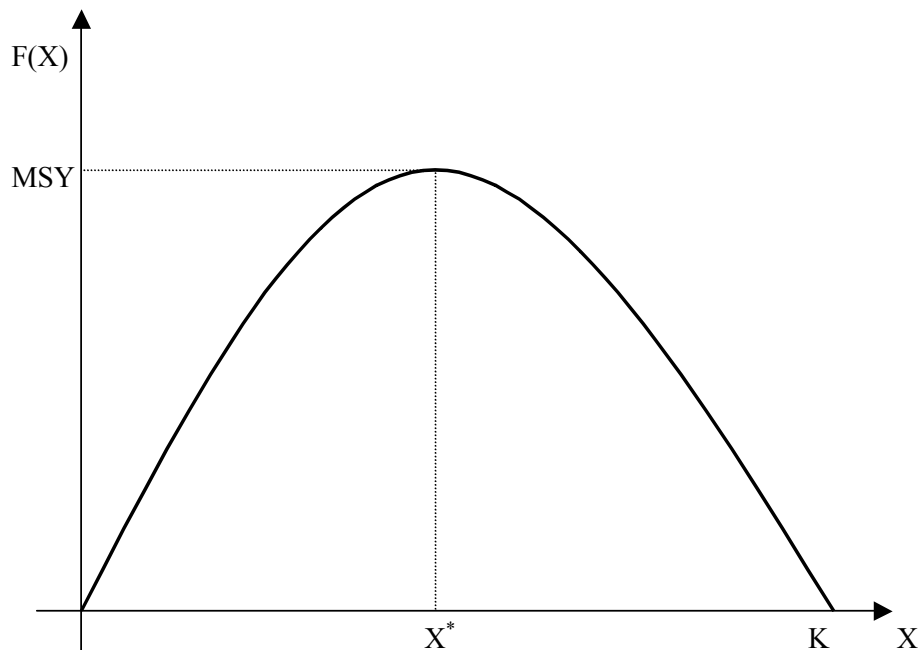
$$\frac{dX}{dt} = rX\left(1 - \left(\frac{X}{K}\right)\right) = rX - \left(\frac{r}{K}\right)X^2 = F(X) \quad (1)$$

em que $\frac{dX}{dt}$ representa a taxa instantânea de variação do estoque de X, indicando a produção excedente num instante infinitesimal; r representa a taxa intrínseca de crescimento e indica o balanço entre a taxa de natalidade máxima e a taxa de mortalidade mínima, quando a população é muito pequena e o seu crescimento não está limitado pelos recursos do meio; e K representa o estoque de peixes que deve persistir na ausência de pesca ou outras influências externas e correspondente a uma situação em que o estoque se encontra em equilíbrio natural com os recursos do meio (*carrying capacity*). A Figura 3 ilustra a função logística apresentada em (1). Nota-se, nessa figura, que X^* indica a produção máxima sustentável. Essa quantidade coincide com a máxima taxa de crescimento do $F(X)$, e dessa forma a quantidade X^* pode ser capturada ao longo do tempo sem reduzir o estoque no longo prazo. Maior quantidade capturada é possível no curto prazo, mas essa quantidade não pode ser sustentável no longo prazo.

Essas capturas máximas que potencialmente se podem obter continuamente do estoque são designadas por Capturas Máximas Sustentáveis, abreviadamente MSY (Maximum Sustainable Yield).

O modelo que indica a dinâmica da exploração dos recursos pesqueiros pode ser representado por meio de duas equações diferenciais, em que a primeira indica as mudanças no estoque de recursos e a segunda, as mudanças na captura. Estas equações podem ser representadas da seguinte forma,

$$\frac{dX}{dt} = F(X) - Y(t) \quad (2)$$



Fonte: Adaptado de SCHAEFER (1954).

Figura 3 – Representação da função logística de crescimento do recurso pesqueiro.

em que $F(X)$ indica taxa de mudança da população de peixes e $Y(t)$, taxa de captura (e.g. toneladas/ano). A mudança no estoque é o resultado da diferença na taxa de crescimento ($F(X)$) e na taxa de captura ($Y(t)$). Ressalta-se que as capturas são proporcionais às dimensões do estoque e ao esforço de pesca, podendo as capturas ser representadas como uma função do estoque e esforço de pesca:

$$Y = qEX \quad (3)$$

em que E é o esforço de pesca⁶ e q , coeficiente de capturabilidade que mede a eficiência de cada unidade de esforço de pesca em capturar peixes. A equação anterior pressupõe que a captura por unidade de esforço (CPUE) é um índice da

⁶ O esforço de pesca é um conceito abstrato que teoricamente engloba todos os insumos físicos utilizados na captura.

abundância do estoque e que “ q ” relaciona linearmente a abundância com a CPUE:

$$\frac{Y}{E} = qX \quad (4)$$

Substituindo (3) e (1) em (2), tem-se:

$$\frac{dX}{dt} = rX - (r/K)X^2 - qEX \quad (5)$$

Nota-se que, quando $Y(t) > F(X)$, o estoque tende a diminuir ($\frac{dX}{dt} < 0$) e vice-versa. Numa situação em que as capturas não provoquem nem aumento nem diminuição sistemática do estoque, $\frac{dX}{dt} = 0$.

Geralmente, a intensificação da pesca, pelo aumento do esforço de pesca e pela utilização de equipamentos modernos, traduz-se em tendência de retornos decrescentes por unidade de esforço de pesca aplicado (GULLAND, 1968; SCHAEFER, 1954).

Tendo em vista que os estoques de peixes são recursos de propriedade comum e de livre acesso, a exploração tende a apresentar contornos indesejáveis, à medida que o aumento do esforço de pesca, com técnicas cada vez mais modernas, promove tendência à “sobrepesca”, já que cada produtor compete para obter maior volume possível de captura, em dada área de pesca (PAEZ, 1991).

Uma das características essenciais dos recursos naturais renováveis é o fato de o seu estoque não ser fixo, ou seja, tanto pode crescer como decrescer. Entretanto, há um nível de estoque máximo (ex. o K da Figura 3), que é determinado pelas condições do meio ambiente, isto é, uma capacidade máxima de suporte do ecossistema (*Carrying capacity*), em que existe o recurso e as capturas devem ser proporcionais às dimensões do estoque e ao esforço de pesca (PEARCE e TURNER, 1989).

A extração ótima requer taxa de uso sustentável do recurso pesqueiro, o que significa que, no longo prazo, esta deve ser menor ou igual à taxa de regeneração (CLARK, 1990).

A dinâmica dos recursos pesqueiros, como recursos naturais renováveis, é muito influenciada pela dinâmica do progresso tecnológico e da eficiência. Na equação (5), nota-se que, com a presença de progresso tecnológico e, ou, melhorias em eficiência técnica, podem-se produzir maiores quantidades desses recursos com as mesmas quantidades de insumos utilizados na produção. Levando em conta os impactos do progresso tecnológico e da eficiência na produção pesqueira, as metas estabelecidas para a sustentabilidade da produção terão maiores possibilidades de serem alcançadas (MORRISON PAUL, 2000).

CAPÍTULO 2

INDICADORES GERAIS E PARCIAIS DA DISPONIBILIDADE DO ESTOQUE DE RECURSOS PESQUEIROS EM CABO VERDE, NO PERÍODO DE 1982 A 2001

2.1. Introdução

Geralmente, em grande parte de trabalhos científicos, o estoque de recursos é estimado de forma indireta, utilizando para tanto *proxies* da disponibilidade do estoque. A Captura por Unidade de Esforço (CPUE) é uma dessas *proxies* freqüentemente utilizadas por biólogos e economistas quando pretendem analisar a situação do estoque de recursos. De acordo com SQUIRES (1987), a variável CPUE é definida genericamente como uma medida de produtividade parcial, isto é, um produto dividido por um insumo. Embora haja simplicidade de cálculo, a seleção das variáveis produtos e insumos a serem utilizadas no cômputo desse indicador não é consenso entre os biólogos e economistas.

Por um lado, como acontece em muitos países tropicais, as águas marinhas são povoadas por grande variedades de espécies e, por se encontrarem na rota das migrações dos *tunídeos* durante alguns meses do ano, essas espécies são relativamente abundantes na Zona Econômica Exclusiva Cabo-Verdiana. Por

outro lado, o esforço de pesca (insumos) é um conceito abstrato que teoricamente engloba todos os insumos físicos utilizados na captura.

Nesse contexto, sendo a atividade pesqueira em Cabo Verde tipicamente multiproduto e multiinsumo, ela se caracteriza pela multidimensionalidade do conceito de CPUE. Ciente das limitações dos indicadores parciais, este estudo buscou estimar e analisar um indicador agregado da CPUE no sentido de caracterizar a dinâmica do estoque de recursos durante o período de 1982 a 2001.

2.2. Metodologia

No presente estudo, dado o caráter multidimensional do conceito de Captura por Unidade de Esforço (CPUE), utilizaram-se as técnicas da análise estatística multivariada, especificamente a análise fatorial via componentes principais, no sentido de estimar um indicador agregado como *proxy* da disponibilidade de recursos pesqueiros em Cabo Verde.

A análise fatorial tem como princípio básico a redução do número original de variáveis, por meio da extração de *fatores* independentes, de tal forma que esses fatores possam explicar, de forma simples e reduzida, as variáveis originais⁷.

A análise fatorial geralmente se realiza através do método de *componentes principais*, que faz com que o primeiro fator contenha o maior percentual de explicação da variância total das variáveis da amostra. O segundo fator, por sua vez, contém o segundo maior percentual, e assim por diante.

Cada fator, portanto, consiste em uma combinação linear das variáveis originais padronizadas incluídas no estudo. Na composição desses fatores, têm-se os seguintes princípios: as variáveis mais correlacionadas combinam-se dentro de um mesmo fator; as variáveis que compõem um fator são praticamente independentes das que compõem outros fatores; a derivação dos fatores processa-

⁷ Informações detalhadas sobre a análise fatorial podem ser encontradas em KIM e MUELHER (1979) ou MANLY (1986).

se, visando maximizar a porcentagem de variância total relativa a cada fator consecutivo; e os fatores não são correlacionados entre si.

Procurou-se, assim, determinar os coeficientes que relacionam as variáveis observadas com os fatores comuns. Esses coeficientes, denominados cargas fatoriais, desempenham a mesma função dos coeficientes de correlação.

O modelo de análise fatorial pode ser expresso algebricamente da seguinte forma:

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + e_i \quad (1)$$

em que X_i representa o i -ésimo escore da variável padronizada, com média zero e variância unitária ($i = 1, 2, \dots, m$); F_j indica os fatores comuns não correlacionados, com média zero e variância unitária; a_{ij} representa as cargas fatoriais, e e_i corresponde ao termo de erro que capta a variação específica de X_i não explicada pela combinação linear das cargas fatoriais com os fatores comuns.

O quadrado das cargas fatoriais representa a contribuição relativa de cada fator para a variância total de uma variável. A soma dessas cargas fatoriais ao quadrado, para cada variável, oferece a estimativa da *comunalidade*, que, por sua vez, indica a proporção da variância total de cada variável que é explicada pelo conjunto de fatores comuns.

Após calcular as cargas fatoriais e identificar os fatores, torna-se necessária a estimação do *escore fatorial*, por meio do método semelhante ao de regressão. O escore para cada observação (ano) é, portanto, resultado da multiplicação do valor (padronizado) das variáveis pelo coeficiente do escore fatorial correspondente, sendo a expressão geral para estimação do j -ésimo fator, F_j , dada por:

$$F_j = W_{j1}X_1 + W_{j2}X_2 + W_{j3}X_3 + \dots + W_{jp}X_p \quad (2)$$

em que os W_{ji} são os coeficientes dos escores fatoriais e p , o número de variáveis.

Para testar a adequabilidade do modelo de análise fatorial, geralmente se utilizam a estatística de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de *Bartlett*. O KMO é um indicador que compara a magnitude do coeficiente de correlação simples observado com a magnitude do coeficiente de correlação parcial. Levando em conta que os valores desse teste variam de 0 a 1, pequenos valores de KMO (abaixo de 0,50) indicam a não-adequabilidade da análise. Por sua vez, o teste de esfericidade de *Bartlett* serve para testar a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz-identidade. Se essa hipótese for rejeitada, a análise pode ser realizada.

Neste estudo, para calcular o Indicador Global da Disponibilidade de Estoque (IGDE) foram utilizados os escores fatoriais. Dessa forma, o referido indicador foi computado pela seguinte expressão:

$$IGDE_i = \sum_{j=1}^p \frac{\lambda_j}{\Sigma \lambda_j} F_{ji}^*, \quad (3)$$

em que $IGDE_i$ é o índice do i -ésimo ano, λ_j a j -ésima raiz característica, p o número de fatores utilizados na análise, F_{ji}^* o j -ésimo escore fatorial da i -ésima ilha e $\Sigma \lambda_j$ o somatório das raízes características referentes aos p fatores extraídos. Notou-se ainda que $\frac{\lambda_j}{\Sigma \lambda_j}$ indica a participação relativa do fator j na explicação da variância total capturada pelos p fatores extraídos.

Antes da construção do IGDE, todos os valores dos escores fatoriais F_{ji} foram colocados no primeiro quadrante (todos superiores ou iguais a zero), utilizando para tanto a seguinte expressão algébrica:

$$F_{ji}^* = \frac{F_{ji} - F_j^{\min}}{F_j^{\max} - F_j^{\min}} \times 100. \quad (4)$$

em que F_j^{\min} é o menor escore observado no j-ésimo fator e F_j^{\max} , o maior escore observado no j-ésimo fator.

O indicador agregado da disponibilidade de estoque (IGDE) e os escores fatoriais (F_{ji}) não revelam as dinâmicas das diferentes espécies em separado. Daí, torna-se necessária a construção de Indicadores Parciais da Disponibilidade de Estoque (IPDE). Dessa forma, pode-se analisar a dinâmica da disponibilidade de cada espécie selecionada, utilizando para isso os escores fatoriais F_{ji}^* .

Para tanto, será extraído um número reduzido de fatores, considerando-se a contribuição individual e adicional para a variância “explicada”. Usualmente, consideram-se apenas os fatores cuja *raiz característica* é maior do que a unidade, isto é, aqueles que correspondem a uma proporção da variância superior àquela atribuída a uma variável isolada. No entanto, não há critério definitivo para essa determinação, sendo nesse caso específico extraídos tantos fatores necessários para caracterizar os diferentes grupos de espécies capturadas em Cabo Verde, levando-se em conta a parcimoniosidade e o significado descritivo dos fatores.

Para facilitar a interpretação dos fatores é freqüentemente realizada uma rotação ortogonal pelo método *Varimax*, que procura minimizar o número de variáveis fortemente relacionadas com cada fator, permitindo, assim, obter fatores mais facilmente interpretáveis, e, no caso específico deste estudo, os fatores individuais poderão ser interpretados como indicadores parciais da disponibilidade do estoque.

2.2.1. Dados utilizados no estudo e procedimentos

Neste trabalho, obtiveram-se dados anuais referentes à produção pesqueira em Cabo Verde. Esses dados foram obtidos dos boletins estatísticos divulgados pelo Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas em Cabo Verde, referentes ao período de 1982 a 2001 (INDP, vários números).

Como citado anteriormente, a variável CPUE é geralmente utilizada como *proxy* da disponibilidade de recursos pesqueiros e definida genericamente

como medida de produtividade parcial, isto é, um produto dividido por um insumo.

Sendo a atividade pesqueira em Cabo Verde tipicamente multiproduto e multiinsumo, ela se caracteriza pela multidimensionalidade do conceito de CPUE.

Foram coletados informações sobre produtos e insumos (esforço de pesca) durante o período de análise. Em relação a produtos foram coletadas informações sobre as quantidades anuais capturadas de *tunídeos*, *pequenos pelágicos*, *demersais* e outros (diversos). No tocante ao esforço de pesca (insumos), foram coletadas informações sobre número de embarcações, número de pescadores e quantidades de viagens realizadas durante o período de um ano.

Na análise foram utilizados 12 indicadores parciais da disponibilidade de estoque, observados anualmente em Cabo Verde de 1982 a 2001, assim discriminados:

- X1 = quantidades de *tunídeos* capturados (t)/número de embarcações;
- X2 = quantidades de *tunídeos* capturados (t)/número de pescadores;
- X3 = quantidades de *tunídeos* capturados (t)/número de viagens;
- X4 = quantidades de *pequenos pelágicos* capturados (t)/número de embarcações;
- X5 = quantidades de *pequenos pelágicos* capturados (t)/número de pescadores;
- X6 = quantidades de *pequenos pelágicos* capturados (t)/número de viagens;
- X7 = quantidades de *Demersais* capturados (t)/número de embarcações;
- X8 = quantidades de *Demersais* capturados (t)/número de pescadores;
- X9 = quantidades de *Demersais* capturados (t)/número de viagens;
- X10 = quantidades de *Diversos* capturados (t)/número de embarcações;
- X11 = quantidades de *Diversos* capturados (t)/número de pescadores; e
- X12 = quantidades de *Diversos* capturados (t)/número de viagens.

2.3. Resultados e discussões

Considerando os 12 indicadores parciais de CPUE referentes ao período de 1982 a 2001, procedeu-se à análise fatorial, extraindo quatro fatores que, em conjunto, explicam aproximadamente 99% da variância total dos 12 indicadores do estoque de recursos pesqueiros utilizados na análise. A Tabela 1 apresenta as raízes características e o percentual da variância explicada por cada um dos fatores. Como se pode verificar, o primeiro, segundo, terceiro e quarto fatores extraídos na análise explicam, respectivamente, 47, 33, 12 e 7% da variância explicada.

O teste de *Bartlett* foi realizado, e o valor obtido (661,901) mostrou-se significativo a 1%, rejeitando a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz-identidade. O teste de KMO, para a análise da adequabilidade da amostra, apresentou um valor de 0,532, indicando que a amostra é passível de ser analisada pelas técnicas da análise fatorial.

Tabela 1 – Fatores obtidos pelo método dos componentes principais, com base nos dados da pesca em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001

Fator	Raiz característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1	5,628	46,898	46,90
2	3,953	32,942	79,84
3	1,480	12,334	92,17
4	0,784	6,532	98,71

Fonte: Resultados da pesquisa.

Teste de esfericidade de Bartlett = 661,901 ($p < 1\%$) e KMO = 0,532.

Na Tabela 2, apresentam-se as cargas fatoriais, as comunalidades e a proporção da variância explicada pelos quatro fatores considerados na análise. Como se pode verificar, as comunalidades que indicam a proporção da variância da variável que é explicada por cada fator apresentaram valores elevados, indicando que praticamente todas as variáveis têm a sua variabilidade significativamente captada e representada pelos quatro fatores.

Tabela 2 – Cargas fatoriais e comunalidades obtidas na análise fatorial dos indicadores de produtividades parciais da pesca em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001

Variáveis	Carga fatorial				Comunalidades
	F1	F2	F3	F4	
X1	0,920	-0,231	-0,206	-0,226	0,994
X2	0,865	-0,323	-0,099	-0,360	0,992
X3	0,761	-0,400	-0,200	-0,440	0,973
X4	0,572	0,725	0,373	-0,016	0,992
X5	0,530	0,682	0,485	-0,121	0,995
X6	0,360	0,729	0,556	-0,100	0,981
X7	0,788	0,400	-0,356	0,292	0,993
X8	0,866	0,365	-0,268	0,152	0,979
X9	0,684	0,456	-0,404	0,339	0,954
X10	0,559	-0,715	0,326	0,264	0,999
X11	0,561	-0,728	0,348	0,181	0,999
X12	0,499	-0,756	0,338	0,243	0,994
% da variância	46,90	32,94	12,33	6,53	

Fonte: Resultados da pesquisa.

De posse das cargas fatoriais, o passo seguinte foi determinar os escores fatoriais, ou seja, determinar o valor dos fatores para cada ano, de modo que os escores possam indicar a variação do estoque durante o período. A Tabela 3 indica os escores fatoriais e o IGDE (Índice de Disponibilidade do Estoque) com base 1982=100. Nota-se que o IGDE foi calculado como média ponderada dos

escores fatoriais, utilizando a participação relativa na explicação da variância total como fator de ponderação.

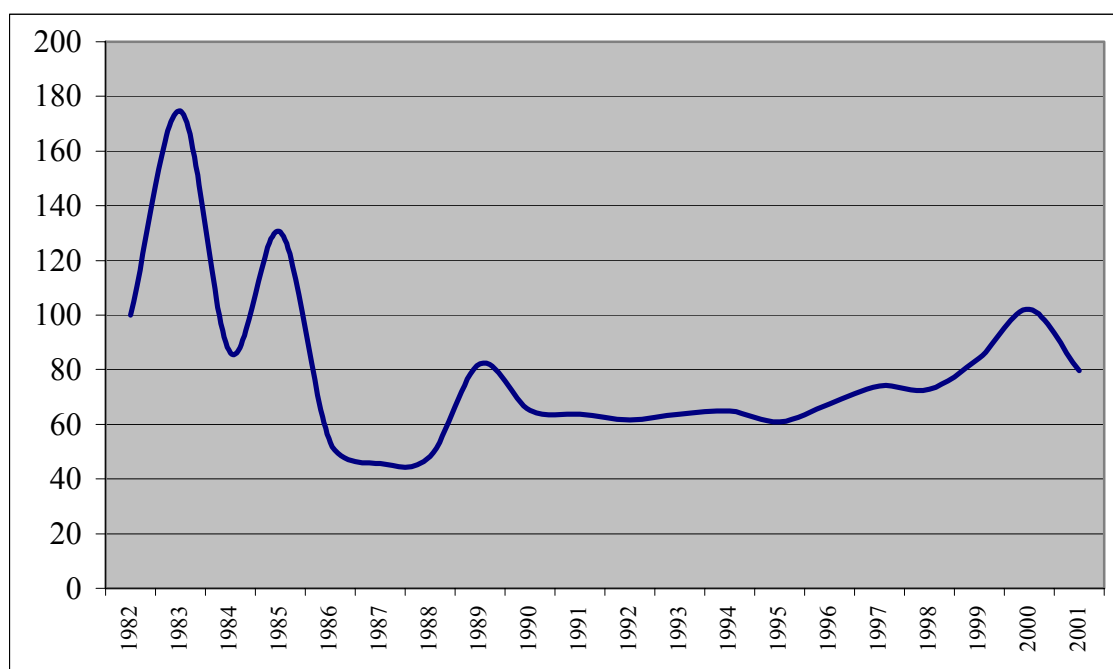
Tabela 3 – Valores dos escores fatoriais e índice de disponibilidade do estoque para Cabo Verde, no período de 1982 a 2001

Período	F1	F2	F3	F4	IGDE
1982	2,0708	-3,0649	1,1359	0,7965	100,00
1983	3,1414	1,8477	-1,8526	-0,2472	174,63
1984	0,8098	-0,8780	0,7249	-1,6634	86,18
1985	0,3578	2,0943	2,8388	-0,7746	130,39
1986	-0,3212	-0,4372	-0,7444	-2,0072	53,33
1987	-0,7440	-0,4464	-0,7471	-1,0313	45,70
1988	-0,5145	-0,4647	-1,2929	-1,0402	48,29
1989	0,1373	0,0629	-0,2103	0,0018	82,30
1990	-0,4658	-0,1551	0,0337	0,0215	65,10
1991	-0,6562	0,1154	-0,3718	0,6155	63,70
1992	-0,6660	0,0521	0,1286	-0,4231	61,69
1993	-0,5996	-0,0784	0,5175	-0,4577	63,70
1994	-0,6116	0,1704	0,1258	-0,3553	64,96
1995	-0,6992	-0,0236	-0,2815	0,5336	60,89
1996	-0,4997	0,1043	-0,4699	0,7102	67,40
1997	-0,2659	0,0543	-1,0160	1,9257	74,03
1998	-0,5984	0,2990	0,2651	1,0676	72,94
1999	-0,1352	0,2037	0,7232	0,4982	84,22
2000	0,3239	0,4403	0,6815	1,3087	102,04
2001	-0,0636	0,1040	-0,1884	0,5208	79,63
Peso relativo	0,475	0,334	0,125	0,066	

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Figura 4 ilustra a evolução do IGDE no período de 1982 a 2001. Nota-se, nessa figura, que o estoque de recursos pesqueiros em Cabo Verde apresentou maiores índices nos períodos iniciais, isto é, em 1983 o estoque esteve no seu nível máximo, relativamente ao período analisado, e apresentou menores valores nos anos de 1986, 1987 e 1988. Nota-se ainda que, durante certo tempo (1990 a 1995), ele permaneceu estável e em seguida, nos anos posteriores, apresentou

tendência de crescimento até o ano de 2000. Entretanto, no ano de 2001 pôde-se observar que houve queda nos níveis do estoque em relação ao período anterior. Analisando o período no geral, pôde-se verificar queda significativa do estoque de recursos pesqueiros no período analisado.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 4 – Evolução do índice de disponibilidade do estoque de recursos pesqueiros em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001.

O IGDE, apresentado na Figura 4, não indica a dinâmica individual dos estoques de *tunídeos*, *pequenos pelágicos*, *demersais* e *diversos* considerados no estudo. Uma alternativa que se tem na análise fatorial é a rotação *varimax* nos fatores extraídos, de modo que se podem evidenciar quais fatores estão associados a determinados indicadores parciais do estoque e, dessa forma, identificar a dinâmica dos diferentes estoques de recursos. A Tabela 4 indica as cargas fatoriais após a rotação. As cargas fatoriais iguais ou superiores a 0,8

foram consideradas indicativas de forte associação entre o fator e a variável e se apresentam em negrito.

Verifica-se, na Tabela 4, que o primeiro fator (F1) guarda forte associação positiva com as variáveis X10, X11 e X12, que são produtividades parciais de “Diversos”. Sinteticamente, pode-se dizer que F1 é um indicador da evolução do estoque dos recursos de “Diversos” em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001.

Tabela 4 – Cargas fatoriais obtidas após a rotação ortogonal *varimax*, referentes aos indicadores de produtividades parciais da pesca em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
X1	0,345	0,441	0,090	0,820
X2	0,375	0,251	0,105	0,882
X3	0,299	0,173	-0,036	0,923
X4	-0,059	0,384	0,915	0,067
X5	-0,040	0,231	0,964	0,101
X6	-0,100	0,124	0,977	-0,045
X7	0,029	0,933	0,252	0,240
X8	0,067	0,848	0,340	0,374
X9	-0,054	0,942	0,210	0,141
X10	0,964	0,047	-0,065	0,250
X11	0,949	-0,011	-0,044	0,309
X12	0,963	-0,019	-0,101	0,238

Fonte: Resultados da pesquisa.

O segundo fator (F2) está positiva e fortemente relacionado com as variáveis X7, X8 e X9, que são produtividades parciais de “Demersais”. Em razão disso, esse fator foi um indicador da evolução do estoque dos recursos de “Demersais” em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001.

O terceiro fator (F3) associou-se mais fortemente com as variáveis X4, X5 e X6, que são as produtividades parciais dos “Pequenos pelágicos”. Esse fator foi analisado como um indicador da evolução do estoque dos recursos de “Pequenos pelágicos” em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001. Finalmente, tem-se o quarto fator (F4), que se encontra relacionado com as variáveis que indicam as produtividades parciais de “Tunídeos”, isto é, X1, X2 e X3. Em razão disso, esse fator foi um indicador da evolução do estoque dos recursos de “Tunídeos” em Cabo Verde, no referido período.

De posse das cargas fatoriais, o passo seguinte foi obter os escores fatoriais utilizados para analisar a dinâmica dos diferentes estoques de recursos representados pelos fatores extraídos na análise. Na Tabela 5, encontram-se os escores fatoriais referentes ao período analisado, que indicam a evolução do estoque dos diferentes grupos de recursos pesqueiros em Cabo Verde. Os escores fatoriais foram apresentados também na Figura 5, de modo que se pode visualizar o comportamento intertemporal dos recursos durante o período analisado. Como se pode observar na Figura 5, nos anos de 1980 o estoque teve variações significativas em todos os seus componentes. No início do período em estudo, verificaram-se os maiores índices dos estoques dos recursos avaliados. Pode-se verificar que os Tunídeos apresentaram tendência de queda significativa no período.

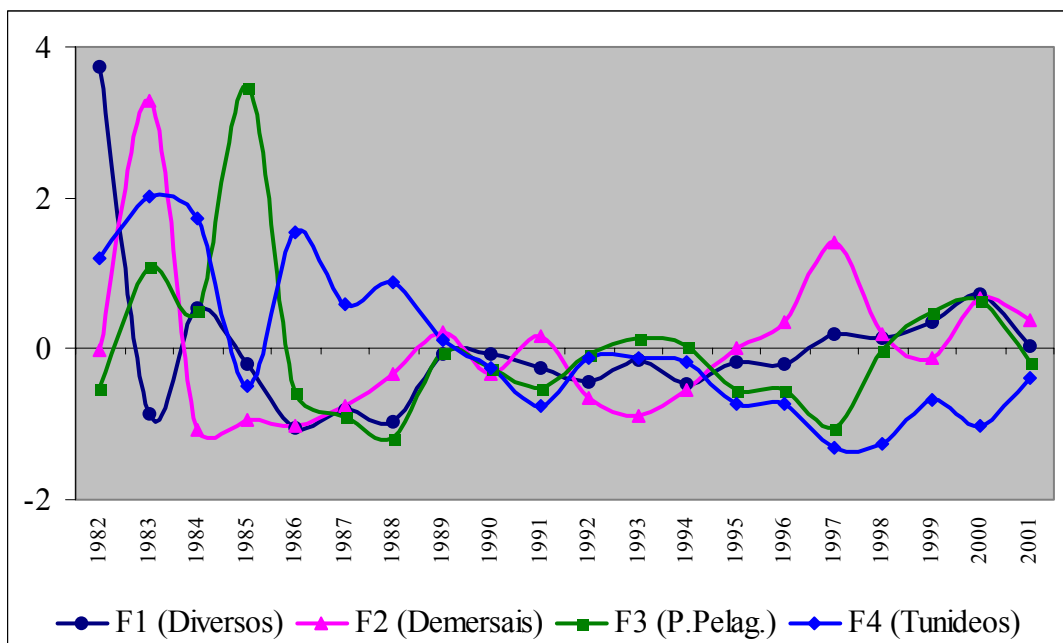
Os estoques de Demersais, Pequenos pelágicos e Diversos apresentaram crescimento nos índices durante a década de 1990.

Esses resultados corroboram a idéia de que os Tunídeos, por serem uma das espécies mais cobiçadas pelas indústrias do mundo todo, tem uma maior pressão sobre o seu estoque.

Tabela 5 – Valores dos escores fatoriais obtidos após a rotação ortogonal *varimax*, com base nos dados da pesca em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001

Período	Diversos (F1)	Demersais (F2)	P. pelágicos (F3)	Tunídeos (F4)
1982	3,732	-0,029	-0,519	1,185
1983	-0,851	3,288	1,097	2,009
1984	0,548	-1,085	0,499	1,730
1985	-0,193	-0,932	3,468	-0,486
1986	-1,055	-1,013	-0,572	1,553
1987	-0,815	-0,746	-0,889	0,603
1988	-0,968	-0,343	-1,182	0,886
1989	-0,081	0,211	-0,052	0,115
1990	-0,071	-0,330	-0,248	-0,259
1991	-0,266	0,175	-0,516	-0,771
1992	-0,433	-0,657	-0,057	-0,136
1993	-0,152	-0,883	0,152	-0,133
1994	-0,460	-0,548	0,024	-0,183
1995	-0,186	0,012	-0,544	-0,723
1996	-0,199	0,362	-0,546	-0,719
1997	0,189	1,402	-1,052	-1,306
1998	0,131	0,183	-0,024	-1,267
1999	0,364	-0,117	0,484	-0,671
2000	0,728	0,680	0,643	-1,034
2001	0,038	0,371	-0,168	-0,393

Fonte: Resultados da pesquisa.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 5 – Evolução dos escores fatoriais referentes aos indicadores de disponibilidade de recursos pesqueiros em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001.

O indicador de IGDE e os escores fatoriais após a rotação *varimax* podem ser interpretados como produtividade total de fatores e produtividades parciais, respectivamente. Tendo em vista os recursos de Demersais, Diversos e Pequenos pelágicos terem apresentado crescimentos na produtividade, isso é um sinal também de perspectiva de melhorar os níveis de renda dos pescadores e garantir a eles melhor qualidade de vida.

2.4. Conclusões

Neste capítulo, pretendeu-se analisar a dinâmica do estoque dos recursos pesqueiros em Cabo Verde, no período de 1982 a 2001. Os resultados indicaram que, no geral, o estoque desses recursos tem diminuído em relação ao do início do período analisado. Entretanto, pôde-se notar que houve leve recuperação, principalmente na década de 1990. Tendo em vista que o IGDE (que indica o

estoque dos recursos no agregado) não indica as dinâmicas individuais de cada espécie que compõe o estoque de recursos em Cabo Verde, procedeu-se à rotação dos fatores extraídos, de modo que foi possível identificar a evolução individual de cada espécie.

Os resultados foram coerentes, principalmente pelo fato de corroborarem a idéia sobre a sobrexploração dos Tunídeos no mundo todo. Por ser uma espécie de alto valor comercial, o seu estoque tem sofrido grande pressão ao longo do tempo, e grande parte das embarcações estrangeiras licenciadas em Cabo Verde tem essa espécie como alvo. Em relação aos demais recursos (espécies), observou-se que os estoques já estiveram em níveis nitidamente maiores do que os atuais. Entretanto, apresentaram uma situação de renovação ao longo do período analisado.

Enquanto os biólogos usam a CPUE como medida de estoque, os economistas a interpretam como medida de desempenho/produktividade, e o procedimento utilizado neste estudo pode ser interpretado como medida de produtividade total, cujo aumento ao longo do tempo é desejável para permitir maior nível de renda para os pescadores e maior disponibilidades de alimentos para a população. Dessa forma, nota-se que a produtividade já esteve em níveis mais elevados do que no período recente. Entretanto, verificaram-se aumentos significativos ao longo do período, principalmente a partir de 1995.

Cabe ressaltar que o conceito de CPUE utilizado na construção dos indicadores parciais de produtividade possui alguns pressupostos que podem ser irrealistas, podendo-se citar, como exemplo, a idéia de que a tecnologia é constante. Uma consideração importante é o fato de que, se houve progresso tecnológico no período da década de 1990, devem-se interpretar os resultados deste capítulo com cautela, pelo fato de que o progresso tecnológico pode ter “mascarado” a queda no estoque dos recursos.

É necessário analisar a dinâmica dos estoques nas diversas ilhas que compõem o arquipélago de Cabo Verde, no sentido de evidenciar as diferenças regionais na disponibilidade de estoque assim como a evolução das diferentes espécies de recursos pesqueiros naquelas ilhas.

CAPÍTULO 3

DISPARIDADES INTER-REGIONAIS DA DINÂMICA DO ESTOQUE DE RECURSOS PESQUEIROS NO ARQUIPÉLAGO DE CABO VERDE

3.1. Introdução

As características geográficas (plataforma continental) e níveis de nutrientes, entre outros fatores, determinam diferentes dotações de recursos para as diferentes regiões.

Como acontece em muitos países tropicais, as águas marinhas são povoadas por grande variedades de espécies, e, por se encontrarem na rota das migrações dos *tunídeos* durante alguns meses do ano, essas espécies são relativamente abundantes na Zona Econômica Exclusiva Cabo-Verdiana.

Muitas vezes, a disponibilidade de indicadores da situação do recurso pesqueiro não evidencia a situação particular de cada ilha e de cada grupo de espécies geralmente capturadas.

Analisando as informações contidas nos boletins estatísticos do Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (INDP) de Cabo Verde, notou-se que geralmente as diferentes espécies são agrupados em quatro grupos distintos, quais sejam: *Tunídeos*, *Pequenos pelágicos*, *Demersais* e *Diversos*. Os *tunídeos*

englobam as espécies geralmente migratórias, de grande porte. Os *pequenos pelágicos* também são migratórios, porém de pequeno porte; os *demersais* são espécies geralmente endêmicas, que habitam regiões perto da costa, normalmente acessíveis a todas as embarcações de pesca artesanal. O grupo Diversos engloba as demais espécies capturadas nas águas do arquipélago.

Quanto às tecnologias utilizadas, elas se resumem em embarcações de pequeno porte, de até 6 m, de boca aberta, geralmente motorizadas, que utilizam linhas de mão e, ou, redes.

Neste estudo, pretendeu-se analisar a dinâmica da disponibilidade do estoque de *Tunídeos*, *Pequenos pelágicos* e o agregado *Demersais* e Diversos nas diferentes ilhas de Cabo Verde, durante a década de 1990.

Analisar a disponibilidade de recursos pesqueiros em cada uma das ilhas e, mais ainda, identificar o padrão da dinâmica dessa disponibilidade ao longo do tempo é de suma importância para auxiliar políticas de desenvolvimento do setor pesqueiro em Cabo Verde no geral e em cada ilha em particular.

Da mesma forma que se acredita que as dotações de recursos pesqueiros diferem entre as ilhas, o nível de capitalização dos pescadores também é diferente. Existe a possibilidade de externalidades negativas causadas pela intensificação da pesca industrial e também externalidades provocadas por pescadores vizinhos mais capitalizados.

Nesse contexto é imprescindível que sejam realizados estudos sobre a dinâmica dos estoques nas diferentes ilhas, de forma a identificar padrões de comportamento e externalidades causadas pelo aumento do esforço de pesca.

Para estimar a disponibilidade de recursos pesqueiros, geralmente se utilizam procedimentos indiretos, usando para tanto próxies da disponibilidade do estoque. A Captura por Unidade de Esforço (CPUE) é uma *proxy* freqüentemente empregada por biólogos e economistas para analisar a situação do estoque de recursos em determinada região. De acordo com SQUIRES (1987), a variável CPUE é definida genericamente como uma medida de produtividade parcial, isto é, um produto dividido por um insumo.

Dada a grande variedade de espécies que abundam na Zona Econômica Exclusiva Cabo-Verdiana e pelo fato de o esforço de pesca (insumos) ser um conceito abstrato que teoricamente engloba todos os insumos físicos utilizados na captura, notou-se a multidimensionalidade do conceito de CPUE. Dessa forma, para contornar as limitações de utilizar indicadores parciais, este estudo pretendeu estimar um indicador agregado da CPUE para cada ilha, no sentido de caracterizar a dinâmica do estoque de recursos durante o período de 1990 a 1999.

3.2. Metodologia⁸

No presente estudo, dado o caráter multidimensional do conceito de Captura por Unidade de Esforço (CPUE), pretendeu-se utilizar as técnicas da análise estatística multivariada, especificamente a análise fatorial via componentes principais, no sentido de estimar um indicador agregado como *proxy* da disponibilidade de recursos pesqueiros em Cabo Verde.

Para facilitar a interpretação dos fatores, é frequentemente realizada uma rotação ortogonal pelo método Varimax, que procura minimizar o número de variáveis fortemente relacionadas a cada fator, permitindo, assim, obter fatores mais facilmente interpretáveis. Neste estudo, os fatores individuais poderão ser interpretados como indicadores parciais da disponibilidade de diferentes estoques de recursos, oferecendo a oportunidade de analisar a dinâmica individual da disponibilidade de cada espécie em separado.

3.2.1. Dados utilizados no estudo e procedimentos

Neste trabalho, obtiveram-se dados anuais referentes à produção pesqueira em cada ilha do arquipélago de Cabo Verde. Esses dados constituíram os boletins estatísticos divulgados pelo Instituto Nacional de Desenvolvimento

⁸ O procedimento metodológico adotado neste capítulo é semelhante ao desenvolvido no Capítulo 2. Nesse sentido, optou-se por não repetir o detalhamento da metodologia.

das Pescas em Cabo Verde, referentes ao período de 1990 a 1999 (INDP, vários números).

Como citado anteriormente, a variável CPUE é geralmente utilizada como *proxy* da disponibilidade de recursos pesqueiros. É definida genericamente como uma medida de produtividade parcial, isto é, um produto dividido por um insumo.

Sendo a atividade pesqueira em Cabo Verde tipicamente multiproduto e multiinsumo, ela se caracteriza pela multidimensionalidade do conceito de CPUE.

Foram coletadas informações sobre produtos e insumos (esforço de pesca) durante o período de análise. Em relação a produtos foram coletadas informações sobre as quantidades anuais capturadas de *tunídeos*, *pequenos pelágicos* e o agregado *demersais* e outros. Em relação ao esforço de pesca (insumos), foram coletadas informações sobre número de embarcações, número de motores, número de pescadores, número de redes de pesca e quantidades de viagens realizadas durante o período de um ano.

Na análise foram utilizados 12 indicadores parciais da disponibilidade de estoque, observados anualmente para cada ilha durante o período de 1990 a 1999, conforme discriminados a seguir:

- X1 = quantidades de *tunídeos* capturados (t)/número de embarcações;
- X2 = quantidades de *tunídeos* capturados (t)/número de motores;
- X3 = quantidades de *tunídeos* capturados (t)/número de pescadores;
- X4 = quantidades de *tunídeos* capturados (t)/número de viagens;
- X5 = quantidades de *pequenos pelágicos* capturados (t)/número de embarcações;
- X6 = quantidades de *pequenos pelágicos* capturados (t)/número de motores;
- X7 = quantidades de *pequenos pelágicos* capturados (t)/número de pescadores;
- X8 = quantidades de *pequenos pelágicos* capturados (t)/número de viagens;
- X9 = quantidades de *Demersais e Diversos* capturados (t)/número de embarcações;

- X10 = quantidades de *Demersais e Diversos* capturados (t)/número de motores;
- X11 = quantidades de *Demersais e Diversos* capturados (t)/número de pescadores; e
- X12 = quantidades de *Demersais e Diversos* capturados (t)/número de viagens.

Para que fosse possível caracterizar e analisar a dinâmica intertemporal da disponibilidade do estoque, tornou-se necessário realizar a análise fatorial com dados em painel, isto é, utilizou-se uma matriz Z de dimensões 90×12 composta pelos 12 indicadores das nove ilhas durante o período de 10 anos.

A matriz Z utilizada na análise pode ser esquematicamente representada da seguinte forma:

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{9 \times 12}^{1990} \\ Z_{9 \times 12}^{1991} \\ \dots \\ Z_{9 \times 12}^{1999} \end{bmatrix}_{90 \times 12}$$

em que Z^{1990} , Z^{1991} , ..., Z^{1999} são matrizes de dimensão 9×12 , com indicadores referentes aos anos de 1990, 1991, ..., 1999.

3.3. Resultados e discussão

Considerando os 12 indicadores parciais de CPUE em cada ilha de Cabo Verde, referentes ao período de 1990 a 1999, procedeu-se à análise fatorial, extraíndo três fatores com raiz característica maior que 1, que em conjunto explicam aproximadamente 90% da variância total dos 12 indicadores do estoque de recursos pesqueiros utilizados na análise. Na Tabela 6, apresentam-se as raízes características e o percentual da variância explicada por cada um dos fatores. Como se pode verificar nessa tabela, o primeiro, segundo e terceiro fatores extraídos na análise explicam, respectivamente, 42, 25 e 22% da variância explicada.

O teste de *Bartlett* foi realizado, cujo valor obtido (1.795,217) mostrou-se significativo a 1%, rejeitando a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz-identidade. O teste de KMO, para a análise da adequabilidade da amostra, apresentou um valor de 0,665, indicando que essa amostra é passível de ser analisada pela técnica da análise fatorial.

Tabela 6 – Fatores obtidos pelo método dos componentes principais com base nos dados da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999

Fator	Raiz característica	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)
1	5,025	41,878	41,878
2	3,025	25,209	67,088
3	2,661	22,178	89,266

Fonte: Resultados da pesquisa.

Teste de esfericidade de Bartlett = 1.795,217 ($p < 1\%$) e KMO = 0,665.

A Tabela 7 ilustra as cargas fatoriais, as comunalidades e a proporção da variância explicada pelos três fatores considerados na análise. Como se pode verificar, nessa tabela, as comunalidades que indicam a proporção da variância da variável que é explicada por cada fator apresentaram valores elevados, indicando que praticamente todas as variáveis têm a sua variabilidade significativamente captada e representada pelos três fatores.

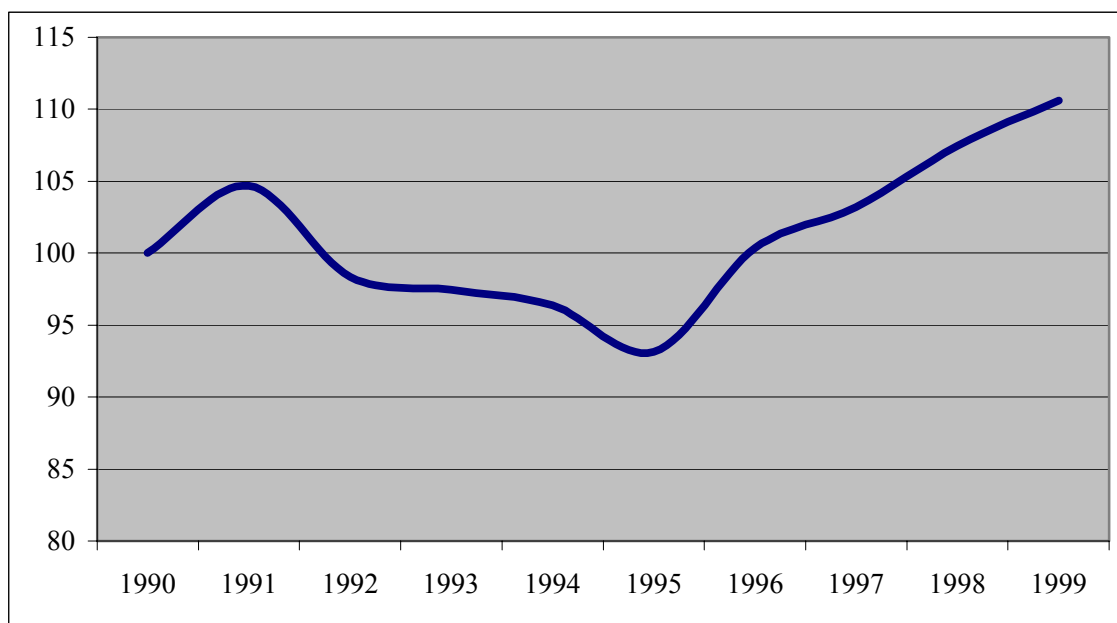
Tabela 7 – Cargas fatoriais e comunalidades obtidas na análise fatorial dos indicadores de produtividades parciais da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999

Variável	Carga fatorial			Comunalidades
	1	2	3	
X1	-0,667	0,403	0,470	0,829
X2	-0,642	0,447	0,597	0,969
X3	-0,755	0,279	0,521	0,918
X4	-0,678	0,324	0,564	0,882
X5	0,760	0,614	0,105	0,966
X6	0,748	0,614	0,201	0,977
X7	0,764	0,586	0,140	0,946
X8	0,747	0,603	0,128	0,939
X9	0,528	-0,496	0,473	0,749
X10	0,568	-0,311	0,707	0,919
X11	0,258	-0,601	0,658	0,861
X12	0,436	-0,562	0,500	0,757
% de variância	41,88	25,21	22,17	

Fonte: Resultados da pesquisa.

De posse das cargas fatoriais, o passo seguinte foi determinar os escores fatoriais, ou seja, determinar o valor dos fatores de cada ilha, para cada ano, de modo que os escores possam indicar a variação do estoque na ilha, durante o período. A Tabela 1A, do Apêndice, indica os escores fatoriais e o IGDE (Índice de Disponibilidade do Estoque). Notou-se que o IGDE foi calculado como média ponderada dos escores fatoriais, utilizando a participação relativa na explicação da variância total como fator de ponderação de cada fator.

A Figura 6 indica a média do IGDE em cada ano analisado. Pode-se verificar, nessa figura, que existem dois períodos distintos de 1990 a 1995 e após 1995. O estoque tem apresentado quedas sucessivas de 1991 até 1995, sendo, depois deste ano, verificados aumentos na disponibilidade de recursos pesqueiros em Cabo Verde.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 6 – Evolução da média do índice de disponibilidade de estoque nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999 (1990=100).

A dinâmica do estoque de recursos pesqueiros em cada ilha de Cabo Verde encontra-se nas Figuras 1A a 8A, do Apêndice. Como se pode verificar nessas figuras, os resultados indicam que as ilhas de Santiago, Fogo e Brava apresentaram tendência de queda, embora com recuperação nos últimos anos analisados. As ilhas do Maio, Boa Vista, Sal, Santo Antão e São Vicente apresentaram tendência de crescimento, enquanto a ilha de São Nicolau não indicou nenhuma tendência, porém com muitas oscilações no estoque. A maior parte das ilhas apresentou nítida tendência de recuperação do estoque após o ano de 1995.

Em termos absolutos, a ilha de São Vicente foi a que apresentou maiores índices de produtividade total. Esses resultados estão coerentes com o que se esperava pelo fato de que nessa ilha se encontram as melhores infra-estruturas de apoio à pesca.

Os resultados indicam semelhança espacial do estoque pelo fato de que as ilhas que se encontram relativamente próximas apresentaram tendências

semelhantes, podendo-se citar o caso das ilhas de Santiago, Fogo e Brava; também, têm-se os casos das ilhas de Santo Antão e São Vicente. Notou-se que as ilhas do Maio, Boa Vista e Sal, que compartilham a mesma plataforma continental apresentaram tendências semelhantes. A semelhança ou dependência espacial pode ser interpretada como indicador de que os estoques exibiram comportamentos semelhantes nas ilhas vizinhas.

As ilhas do Maio e Boa Vista são consideradas as mais bem-dotadas em termos de disponibilidade de recursos pesqueiros, pelo fato de terem grande plataforma continental. Notou-se que, na ilha do Maio, os resultados indicaram que o estoque tem evoluído no período, com exceção do último ano. Na ilha da Boa Vista, embora o estoque tenha diminuído no período anterior a 1995, tem-se verificado grande recuperação no período posterior a 1995.

Na ilha do Sal, também considerada como possuidora de extensa plataforma continental, pode-se notar que o estoque se manteve praticamente constante de 1990 até o ano de 1995, e após esse período teve aumento significativo e permanecendo constante de 1996 até 1999, porém em níveis superiores aos períodos anteriores. Esse resultado, principalmente para a ilha do Sal, pode ser interpretado como indícios de que houve progresso tecnológico após 1995, justificando a maior produtividade (maior CPUE) a partir desse período.

Tendo em vista que o objetivo deste capítulo foi estimar uma medida que indicasse a dinâmica do estoque dos recursos pesqueiros em Cabo Verde, tornou-se conveniente comparar os resultados com o indicador de CPUE⁹ tradicionalmente utilizado como *proxy* do estoque.

Utilizando o coeficiente de correlação, constatou-se que o IGDE apresentou coeficiente de correlação de 0,65 com a CPUE para os dados no agregado. Em relação às Ilhas separadamente têm-se os seguintes valores dos coeficientes de correlação: -0,39; -0,28; 0,26; 0,44; e 0,52 para as ilhas do Sal, Maio, São Nicolau, São Vicente e Fogo, respectivamente, indicando significativas disparidades entre os dois indicadores em relação à dinâmica do

⁹ A CPUE geralmente é estimada como a razão entre a captura total e o número de viagens.

estoque de recursos pesqueiros. Em relação às ilhas de Santo Antão, Santiago, Brava e Boa Vista, os coeficientes de correlação apresentaram valores elevados, sendo 0,87; 0,77; 0,70; e 0,66, respectivamente. Os resultados indicaram que se deve tomar cautela ao empregar o indicador de CPUE como *proxy* do estoque de recursos nessas ilhas.

A rotação *varimax* nos fatores extraídos permitiu evidenciar quais fatores estão associados a determinados indicadores parciais do estoque e, dessa forma, identificar a dinâmica dos diferentes estoques de recursos em cada ilha do arquipélago de Cabo Verde. A Tabela 8 indica as cargas fatoriais após a rotação. As cargas fatoriais iguais ou superiores a 0,8 foram consideradas como indicativas de forte associação entre o fator e a variável e apresentam-se em negrito.

Verifica-se, na Tabela 8, que o primeiro fator (F1) guarda forte associação positiva com as variáveis X5, X6, X7 e X8, que são produtividades parciais do recurso “Pequenos pelágicos”. Sinteticamente, pode-se dizer que F1 é um indicador da evolução do estoque dos recursos de “Pequenos pelágicos” nas ilhas de Cabo Verde no período de 1990 a 1999.

O segundo fator (F2) associa-se mais fortemente com as variáveis X1, X2, X3 e X4, que são produtividades parciais de “Tunídeos”. Esse fator será analisado como um indicador da evolução do estoque dos recursos de “Tunídeos” nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999.

O terceiro fator (F3) está positiva e fortemente relacionado com as variáveis que indicam as produtividades parciais de “Demersais e diversos”, isto é, X9, X10, X11 e X12. Em razão disso, esse fator será um indicador da evolução do estoque dos recursos de “Demersais e Diversos” nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999.

Tabela 8 – Cargas fatoriais obtidas após a rotação ortogonal *varimax*, referentes aos indicadores de disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999

Variável	Carga fatorial			Comunalidades
	1	2	3	
X1	-0,086	0,893	-0,156	0,829
X2	-0,014	0,981	-0,080	0,969
X3	-0,223	0,928	-0,084	0,918
X4	-0,131	0,929	-0,048	0,882
X5	0,973	-0,138	0,025	0,966
X6	0,982	-0,066	0,088	0,977
X7	0,962	-0,129	0,067	0,946
X8	0,961	-0,120	0,042	0,939
X9	0,100	-0,214	0,832	0,749
X10	0,301	-0,005	0,910	0,919
X11	-0,126	0,031	0,919	0,861
X12	-0,005	-0,167	0,854	0,757

Fonte: Resultados da pesquisa.

De posse das cargas fatoriais, o passo seguinte foi obter os escores fatoriais que são utilizados para analisar a dinâmica dos diferentes estoques de recursos representados pelos fatores extraídos na análise. Na Tabela 2A, do Apêndice, encontram-se os escores fatoriais referentes às ilhas no período analisado, que indicam a evolução do estoque dos diferentes recursos pesqueiros. Os escores fatoriais foram apresentados também nas Figuras 10A a 18A, do Apêndice, de modo que se pode visualizar o comportamento intertemporal dos recursos nas diferentes ilhas de Cabo Verde, durante o período. Como se pode observar na Figura 7, que indica a média anual da evolução dos estoques de tunídeos, pequenos pelágicos e demersais e diversos na década de 1990, no início do período, verificaram-se os maiores índices dos estoques de demersais e diversos. Esse recurso teve queda significativa no seu estoque, mas a partir de 1994 notou-se crescimento. Pode-se verificar também que os tunídeos

apresentaram uma tendência de queda significativa no período, ao contrário do que ocorreu com os pequenos pelágicos.

A partir de 1995, notou-se recuperação do estoque de pequenos pelágicos e demersais, enquanto os tunídeos apresentaram quedas significativas no seu estoque.

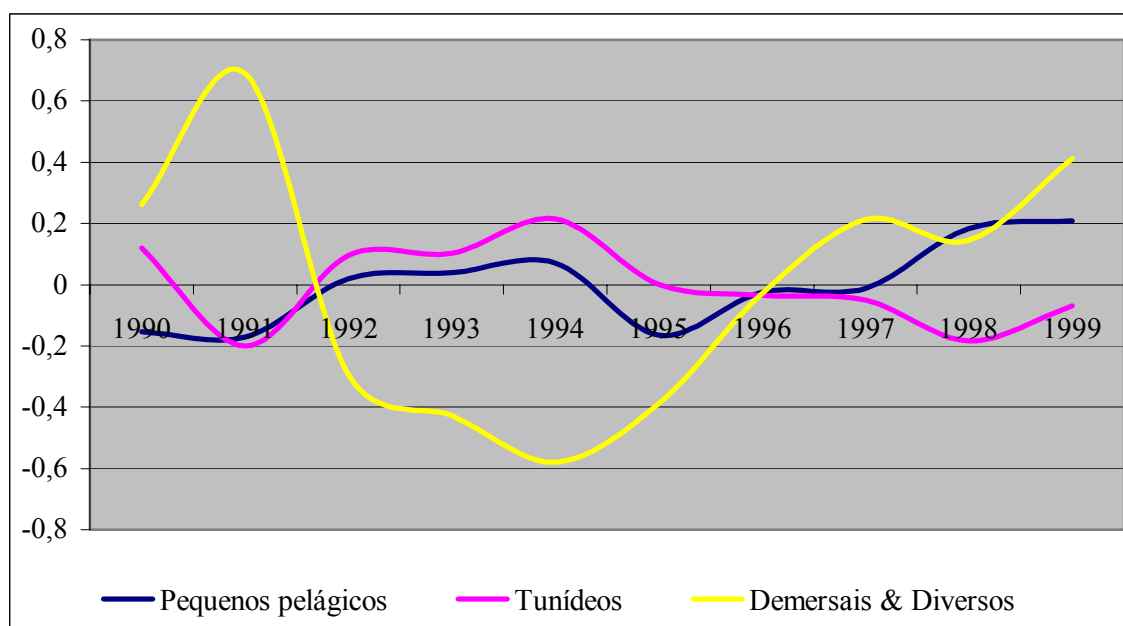
Na Tabela 3A, do Apêndice, apresentam-se as médias, os desvios-padrão e os coeficientes de variação anuais dos escores estimados. Analisando a média e o coeficiente de variação do fator F1, que apresenta o comportamento intertemporal do estoque de pequenos pelágicos, notou-se que a média aumentou, principalmente nos últimos seis anos analisados, enquanto o coeficiente de variação diminuiu. Esse resultado indica que a evolução do estoque de pequenos pelágicos nos últimos seis anos não foi semelhante nas ilhas do arquipélago, tendo as ilhas com menores produtividades crescido mais do que as demais que apresentaram maiores índices de produtividade no início do período analisado. As ilhas de São Vicente, Santo Antão e Santiago apresentaram maiores produtividades em relação aos pequenos pelágicos. Tal resultado se justifica pelo fato de que nestas ilhas, encontra-se a maioria das redes¹⁰ de pesca, que é o fator de produção essencial para a captura de pequenos pelágicos. Têm-se também as menores produtividades nas ilhas de São Nicolau e Maio, que apresentaram menores dotações de redes de pesca.

Análise semelhante foi feita em relação ao fator F2, que representa a evolução do estoque de tunídeos, em que se verificou comportamento mais homogêneo entre as ilhas em 1995, ressaltando-se que, a partir de então, a produtividade diminuiu de forma diferente nas ilhas do arquipélago. São Vicente e Santo Antão foram as ilhas que apresentaram maiores produtividades em relação às demais, e as ilhas da Boa Vista e Brava apresentaram menores produtividades.

Em relação ao fator F3, *proxy* do estoque de demersais e diversos, notou-se que nos últimos quatro anos analisados, isto é, a partir de 1995, a média aumentou consideravelmente. Os valores do coeficiente de variação no período

¹⁰ A rede de pesca não foi utilizada na análise fatorial, pelo fato de apresentar muitos valores 0 (zero).

pós-1995 indicaram que, no início, o aumento na produtividade foi verificado em apenas algumas ilhas, com a ressalva de que, posteriormente, as ilhas apresentaram comportamento semelhante. As ilhas de São Nicolau e São Vicente foram as que exibiram maiores produtividades. As menores produtividades foram verificadas nas ilhas do Fogo e Santiago.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 7 – Evolução da média dos escores fatoriais, referentes à disponibilidade de estoques de recursos pesqueiros das ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999.

A dinâmica do estoque de recursos pesqueiros discriminados em cada ilha de Cabo Verde encontra-se nas Figuras 10A a 18A, do Apêndice. Como se pode verificar, nessas figuras, os resultados indicam que as ilhas, na sua maioria, apresentaram quedas nos estoques antes de 1995, com a ressalva de que, a partir de então, tiveram recuperação nos estoques de recursos.

De forma semelhante ao que foi constatado no capítulo anterior, notou-se que algumas ilhas vizinhas apresentaram resultados semelhantes, indicando que os recursos tiveram evolução semelhante no período.

As ilhas do Fogo e Santiago apresentaram resultados mais preocupantes, pelo fato de, além de terem apresentados menores produtividades, a tendência é de queda no estoque dos recursos de tunídeos e pequenos pelágicos no período analisado.

Uma vez que o objetivo deste capítulo foi estimar indicadores da evolução de estoque de recursos pesqueiros nas ilhas de Cabo Verde, é necessário comparar os resultados com as medidas tradicionalmente utilizadas na análise do estoque. Nesse sentido foi feita a análise de correlação dos fatores com a CPUE, cujos resultados podem ser visualizados na Tabela 9.

Nota-se, na Tabela 9, que existe baixa correlação entre os dois indicadores de estoque. Além da correlação negativa que indica divergência entre os dois indicadores (CPUE e escores fatoriais), os baixos valores do coeficiente de correlação apontam que a CPUE não é um indicador confiável para analisar a dinâmica do estoque individual dos recursos nas ilhas de Cabo Verde.

Tabela 9 – Coeficientes de correlação entre a CPUE e os escores fatoriais calculados com base nos dados da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999

Ilhas	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Santo Antão	0,567	0,334	0,450
São Vicente	0,293	0,807	-0,641
São Nicolau	-0,140	0,030	0,673
Sal	-0,543	0,553	0,670
Boa Vista	0,571	0,019	0,573
Maio	-0,664	0,659	0,121
Santiago	0,565	0,120	0,423
Fogo	0,028	0,649	0,146
Brava	0,612	-0,705	0,801

Fonte: Resultados da pesquisa.

3.4. Conclusões

Neste estudo, teve-se o objetivo de analisar a dinâmica intertemporal da produtividade total dos fatores, ou seja, a dinâmica da disponibilidade do estoque de recursos pesqueiros nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999.

Os resultados permitiram constatar que as ilhas, embora tenham exibido dinâmicas diferentes, apresentaram resultados semelhantes aos das demais ilhas na vizinhança, corroborando a idéia de que o estoque de recursos é semelhante nas ilhas vizinhas, que compartilham as mesmas plataformas continentais.

As diferenças (evidenciadas pelo coeficiente de correlação) entre a CPUE e o IGDE estimado neste capítulo indicam indícios de que o progresso tecnológico pode ser a origem dessa divergência entre esses indicadores.

Uma consideração importante é o fato de que a CPUE, medida de produtividade, é influenciada pelo progresso tecnológico, que de certa forma ocorreu em Cabo Verde, principalmente na década de 1990, em especial após 1995. É necessário que sejam analisadas as mudanças na tecnologia, no sentido de destacar as diferenças regionais na adoção de tecnologias que possam aumentar a produtividade e viesar, de certa forma, a análise do estoque, por meio de próxies como a CPUE.

O progresso tecnológico pode aumentar a produtividade, daí torna-se necessário analisar se o aumento da produtividade se deve ao progresso tecnológico ou realmente houve aumentos na disponibilidade do estoque de recursos pesqueiros nas ilhas de Cabo Verde.

Considerando a proximidade das ilhas, as embarcações das ilhas de Santiago, Santo Antão e São Vicente frequentemente pescam nas demais ilhas, dificultando a utilização da CPUE como *proxy* do estoque de recursos nas ilhas de Santiago, Santo Antão e São Vicente.

Em relação à dinâmica individual dos estoques, os resultados indicam dinâmicas diferenciadas entre os diferentes estoques de recursos e entre as ilhas. Por ter apresentado comportamentos semelhantes entre as ilhas vizinhas, pode-se

inferir que os estoques são semelhantes na vizinhança entre as ilhas que compartilham a mesma plataforma continental.

A maioria das ilhas apresentou comportamento diferente nos períodos antes de 1995 e após 1995 isto é, a partir de 1995 podem-se notar aumentos significativos na disponibilidade dos recursos. Entretanto, esse resultado só pode ser interpretado como disponibilidade de recursos, após isolar os efeitos do progresso tecnológico, que por sua vez é um determinante importante de mudanças na produtividade.

A CPUE não é um indicador confiável para analisar a dinâmica do estoque dos recursos pesqueiros nas ilhas de Cabo Verde, sendo necessário utilizar indicadores parecidos com o IGDE, que usa uma abordagem de produtividade total, ao invés da produtividade parcial inerente aos estimadores da CPUE.

CAPÍTULO 4

RELAÇÕES DE EQUILÍBRIO DE LONGO PRAZO ENTRE ESFORÇO E CAPTURA NA PESCA ARTESANAL EM CABO VERDE

4.1. Introdução

Os recursos pesqueiros são naturais, renováveis, de propriedade comum e de livre acesso. Essas características tornam a exploração suscetível ao esgotamento, caso todos os pescadores adotem a política de capturar a máxima quantidade possível, situação que ocorre, freqüentemente, na exploração pesqueira, em que os direitos de propriedade não são bem definidos (MARGULIS, 1996).

O número de participantes na pesca, no mundo inteiro, aumentou consideravelmente; em consequência desse aumento, as espécies têm sofrido nítida “sobrepesca”, razão por que, atualmente, uma das principais metas dos países é reduzir o esforço de pesca, segundo a Organização Mundial para a Agricultura e Alimentação (FAO, 1997b).

De acordo com COMTE (1993) e, mais recentemente, com GARCIA e NEWTON (1997), todos os oceanos estão sendo explorados ao máximo de sua capacidade, e pelo menos 70% dos recursos pesqueiros encontram-se

sobrexplorados, em vias de extinção ou se regenerando. Existe perigo potencial dessa sobreexploração não só para o futuro do meio ambiente dos oceanos, como também para a segurança alimentar da humanidade.

Os estoques de peixes, como recurso natural renovável, mantêm rendimento biológico sustentável, cuja taxa de renovação depende da magnitude do estoque, que é deixado inexplorado para se perpetuar em períodos subseqüentes. Geralmente, a intensificação da pesca, pelo aumento do esforço de pesca e pela utilização de equipamentos modernos, traduz-se em tendência de retornos decrescentes por unidade de esforço de pesca aplicado (GULLAND, 1968; SCHAEFER, 1954).

Tendo em vista que os estoques de peixes são recursos de propriedade comum e de livre acesso, a exploração tende a apresentar contornos indesejáveis, à medida que o aumento do esforço de pesca, com técnicas cada vez mais modernas, promove tendência à “sobrepesca”, já que cada produtor compete para obter maior volume possível de captura, em dada área de pesca.

Neste estudo, pretendeu-se analisar a relação equilíbrio de longo prazo entre o esforço de pesca e a captura por meio da análise de co-integração, utilizando para tanto dados mensais de esforço de pesca expressa em número de viagens e as respectivas quantidades capturadas durante o período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001.

4.2. Metodologia

As relações de equilíbrio de longo prazo entre esforço de pesca e quantidades capturadas foram realizadas por meio da análise de co-integração proposta por JOHANSEN (1988). Tal procedimento é recomendável quando se lida com variáveis não-estacionárias, integradas da mesma ordem, e a diferenciação das séries envolvidas implica perdas de informações importantes sobre as relações entre elas. O procedimento para co-integração preserva as informações sobre a covariabilidade das séries.

Quando as variáveis são não-estacionárias, as propriedades usuais dos estimadores de Mínimos Quadrados não são observadas, e as inferências baseadas nos testes t e F ficam prejudicadas. O primeiro passo para a análise de co-integração é a verificação da ordem de integração das variáveis de interesse, ou seja, é preciso verificar a existência ou não de raízes unitárias nas séries temporais e, em caso afirmativo, determinar se a ordem de integração é a mesma em todas as variáveis envolvidas.

A estimação é feita por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), e os resultados dos testes de significância dos coeficientes são comparados com os valores tabelados por Dickey e Fuller, em seu teste ADF.

O teste ADF, desenvolvido por DICKEY e FULLER (1979 e 1981), consiste na estimação da seguinte equação por Mínimos Quadrados Ordinários:

$$\Delta X_t = \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

A não-rejeição da hipótese nula indica presença de raiz unitária na série X_t . Na realidade, a equação (1) indica o modelo mais simples, sem constante e sem termo de tendência. As outras especificações possíveis são:

$$\Delta X_t = \alpha + \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$\Delta X_t = \alpha + \beta t + \theta X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

Para cada especificação, deve-se calcular o valor de t relativo à hipótese nula e compará-lo com o valor crítico da estatística tabulada por Dickey e Fuller (1979). As estatísticas τ , τ_μ e τ_τ correspondem ao teste t, para a estimativa do coeficiente da variável X_{t-1} sob H_0 , nas equações (1), (2) e (3), respectivamente.

A decisão sobre qual especificação deve ser usada pode ser feita baseada nos testes sobre a significância do termo da tendência e da constante nas

equações (2) e (3) ou em testes conjuntos de significância dos termos determinísticos e de raiz unitária.

Para identificar a existência de co-integração, foi utilizado o Procedimento de JOHANSEN (1988). O primeiro passo é a especificação de um modelo VAR geral, da seguinte forma:

$$X_t = \Pi_1 X_{t-1} + \Pi_2 X_{t-2} + \dots + \Pi_K X_{t-k} + \varepsilon_t \quad (4)$$

em que X é um vetor K de variáveis $I(1)$; Π_i é uma matriz de parâmetros de ordem $(n \times n)$ e ε_t é o termo de erro com $\varepsilon_t \sim IN(0, \Omega)$.

O procedimento desenvolvido por JOHANSEN (1988, 1991) baseia-se na seguinte versão reparametrizada do VAR apresentado em (4):

$$\Delta X_t = \Pi X_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (5)$$

em que $\Pi = -\left(I - \sum_{i=1}^k \Pi_i\right)$, $\Gamma_i = -\sum_{j=1}^i \Pi_j$ e I , matriz-identidade.

O formato da equação (5) é conhecido como modelo de correção de erro. ENGLE e GRANGER (1987) provaram que, havendo um vetor de variáveis X_t com $X_t \sim CI(1,1)$, então X_t pode ser representada na forma de um modelo de correção de erros. Na realidade, a matriz Π $(n \times n)$ pode ser representada pelo produto das seguintes matrizes:

$$\Pi = \alpha\beta' \quad (6)$$

Substituindo a expressão (6) em (5), tem-se:

$$\Delta X_t = \alpha\beta' X_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (7)$$

em que a matriz α é chamada de matriz de coeficientes de ajustamento, e os seus elementos representam a velocidade de ajustamento das variáveis de interesse a desequilíbrios no curto prazo. A matriz β é chamada de matriz de co-integração e contém os coeficientes que exprimem as relações de longo prazo entre as variáveis. Ambas as matrizes possuem dimensão $n \times r$, em que r é o número de vetores de co-integração.

A determinação do número de vetores de co-integração é feita pela análise do posto¹¹ da matriz Π . Uma forma de determinar o posto de uma matriz é observar o número de raízes características (ou autovalores) que são diferentes de zero. Partindo desse princípio, JOHANSEN e JUSELIUS (1990) desenvolveram dois testes capazes de determinar o posto da matriz Π e ofereceram também os valores críticos para identificar o número de vetores de co-integração. O primeiro teste é conhecido como teste do traço ($\lambda_{\text{traço}}$) e é usado para testar a hipótese nula de que existem no máximo r vetores de co-integração:

$$\lambda_{\text{traço}}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (8)$$

em que $\hat{\lambda}_i$ = valor estimado dos autovalores obtidos da matriz β ; e T = número de observações.

O outro teste desenvolvido por JOHANSEN e JUSELIUS (1990) é o teste do máximo autovalor, que testa a existência de exatamente r vetores de co-integração contra a alternativa de existência de $r+1$ vetores. Ele é definido por:

$$\lambda_{\text{max}}(r, r+1) = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (9)$$

Após identificar os vetores de co-integração, torna-se necessário realizar testes de hipóteses sobre os parâmetros α e β . Os testes sobre os parâmetros α permitem avaliar se as velocidades de ajustamento relativas a cada variável são

¹¹ O posto (ou rank) de uma matriz é definido como o número de linhas e, ou, colunas linearmente independentes.

significantes, e os testes sobre os parâmetros β testam a relevância das variáveis no espaço de co-integração. Ambos envolvem a construção de razões de verossimilhança da seguinte forma:

$$-2LnQ(H_0) = -T \sum_{i=1}^r Ln \left[\frac{(1 - \lambda_i^*)}{(1 - \hat{\lambda}_i)} \right] \sim \chi^2(m) \quad (10)$$

em que T é o número de observações; r, número de vetores de co-integração; λ^* e $\hat{\lambda}_i$ são autovalores do modelo restrito e irrestrito, respectivamente; m é o número de restrições nos vetores de co-integração.

Dependendo do valor do β no vetor de co-integração, pode-se identificar quatro situações distintas para inferir sobre a sustentabilidade da pesca em Cabo Verde, quais sejam:

- para $\beta < 1$ existe evidências de insustentabilidade no longo prazo;
- para $\beta = 1$, a atividade pesqueira em Cabo Verde tem se desenvolvido em moldes sustentáveis;
- Para $\beta > 1$, existe potencial de desenvolvimento sustentável; e
- Para β negativo, pode-se inferir que existe situação de “colapso” eminente dos recursos.

4.2.1. Dados utilizados no estudo e procedimentos

Neste estudo, obtiveram-se dados mensais referentes à produção pesqueira em cada ilha do arquipélago de Cabo Verde. Esses dados foram obtidos nos boletins estatísticos divulgados pelo Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas em Cabo Verde, referentes ao período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001 (INDP, vários números).

Foram coletadas informações sobre produtos e insumos (esforço de pesca) durante o período de análise. Em relação a produtos foram coletadas informações sobre as quantidades totais mensais capturadas (soma de *tunideos*, *pequenos pelágicos*, *demersais* e outros). Em relação ao esforço de pesca

(insumos) foram coletadas informações sobre o número de viagens realizadas durante o período.

De forma discriminada, as variáveis utilizadas neste estudo são:

- CAP_i = quantidades mensais capturadas, expressas em toneladas de pescado; e
- ESF_i = esforço de pesca realizada, expressa em número de viagens mensais efetuadas.

Todas as variáveis foram expressas em logaritmos (Ln).

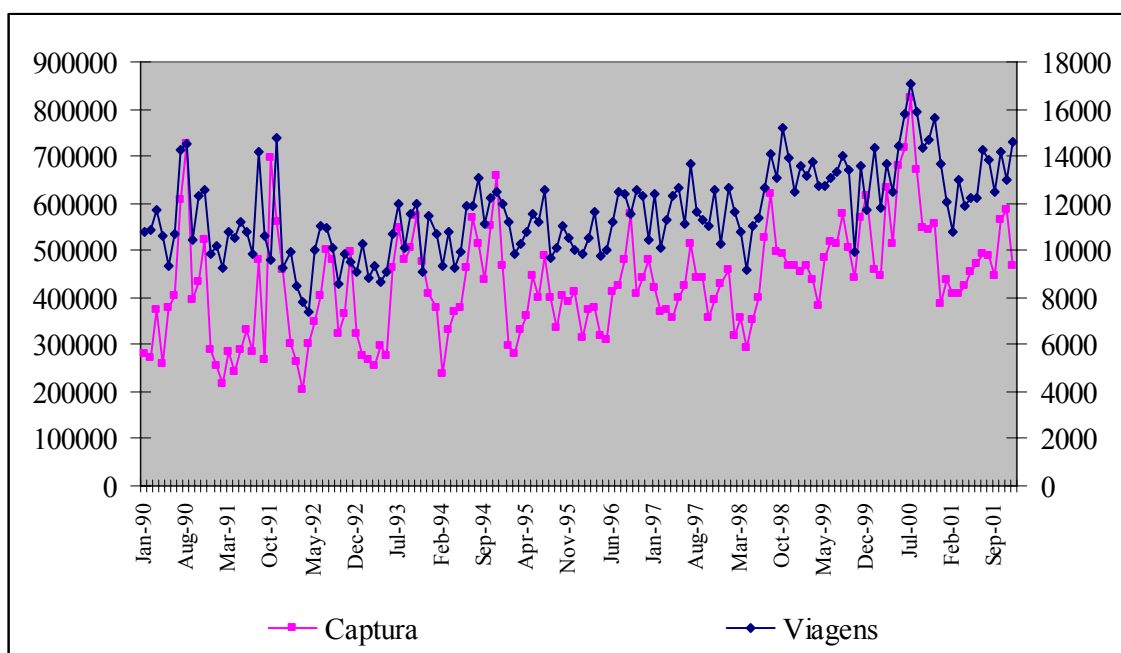
4.3. Resultados e discussão

A Figura 8 ilustra a evolução da captura e esforço de pesca em Cabo Verde. Pode-se verificar que essas duas séries apresentam comportamento semelhante ao longo do período. Tal constatação pode ser interpretada como evidência de que existe uma co-variabilidade entre essas duas séries no período. Entretanto, é necessário que se façam testes formais de co-integração, no sentido de analisar as relações de longo prazo, entre o esforço de pesca e a captura.

Nas Tabelas 10 e 11, apresentam-se os resultados dos testes de estacionariedade das séries captura e esforço. Nota-se, na Tabela 10, em que se encontram os testes de raiz unitária de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), que ambas as séries em nível apresentam raiz unitária, portanto são não-estacionárias. As primeiras diferenças dessas séries são estacionárias. Tendo em vista que o teste ADF testa a hipótese nula de que a série é não-estacionária¹² (H_0 = existe raiz unitária), alguns autores sugerem utilizar o teste de KPSS¹³, que por sua vez testa a hipótese de que a série seja estacionária. Como se pode verificar na Tabela 11, os testes de KPSS indicam resultados semelhantes ao ADF, isto é, as séries em nível são não-estacionárias, porém as primeiras diferenças são estacionárias. Dessa forma, a co-integração é a melhor alternativa de análise para essas séries, tendo em vista que são I(1).

¹² Devido ao baixo “poder de teste”, alguns autores propõem comparar os resultados do ADF com outros testes, entre os quais o KPSS.

¹³ Para maiores detalhes, ver KWIATKOWSKI et al. (1992).



Fonte: INDP (vários números).

Figura 8 – Evolução mensal das capturas e esforço de pesca em Cabo Verde, no período de 1990 a 2001.

Tabela 10 – Testes de estacionariedade (ADF) das séries captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001

Modelo	Variáveis em nível		Variáveis em primeira diferença		Valor crítico
	CAP	ESF	Δ CAP	Δ ESF	
Sem intercepto	1,043 (11)*	0,900 (11)*	-8,804 (10)*	-7,383 (4)*	-2,583 (1%) -1,943 (5%) -1,615 (10%)
Com intercepto	-0,110 (11)*	-2,781 (2)*	-8,869 (10)*	-7,389 (4)*	-3,483 (1%) -2,884 (5%) -2,579 (10%)

Fonte: Resultados da pesquisa.

Obs. (*) indica os lags seleccionados pelo critério de Akaike (AIC).

Tabela 11 – Testes de estacionariedade (KPSS) das séries captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001

Modelo	Variáveis em nível		Variáveis em primeira diferença		Valor crítico
	CAP	ESF	Δ CAP	Δ ESF	
Com intercepto	0,942	1,015	0,112	0,226	0,739 (1%) 0,463 (5%) 0,347 (10%)

Fonte: Resultados da pesquisa.

Utilizando o critério de Akaike (AIC) como referência, optou-se por trabalhar a análise de co-integração utilizando apenas três *lags* de defasagem. Na Tabela 12, encontram-se os critérios de AIC e Schwartz (SC), assim como os vetores de co-integração calculados para diferentes números de *lags* utilizados.

Tabela 12 – Critérios de seleção do número de *lags* para a análise de co-integração entre as séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001

<i>Lag</i>	Vetor de co-integração	AIC	SC
3	[1 -0,934]	-1,890	-1,858
4	[1 -0,923]	-1,882	-1,852
5	[1 -0,889]	-1,820	-1,792
6	[1 -0,905]	-1,849	-1,819
7	[1 -0,984]	-1,845	-1,813

Fonte: Resultados da pesquisa.

Para determinar o número de vetores de co-integração, são utilizados os testes de máximo autovalor e do traço, cujos resultados estão indicados nas Tabelas 13 e 14, respectivamente. Ambos os testes indicam a rejeição (1%) da hipótese nula da existência de zero vetor de co-integração, ou seja, indicam a existência de co-integração entre as variáveis. Há concordância também no número de vetores de co-integração encontrados, pois os dois testes indicam a existência de apenas um vetor de co-integração, com 99% de probabilidade. Os resultados indicam que existe uma relação de equilíbrio de longo prazo entre esforço de pesca e captura, evidenciando-se ligação entre suas tendências estocásticas.

Tabela 13 – Teste de máximo autovalor para co-integração entre as séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001

H_0	H_1	Valor característico	λ_{\max}	Valor crítico (1%)
$H_0: r = 0$	$H_1: r = 1$	0,2089	29,9968	20,20
$H_0: r \leq 1$	$H_1: r = 2$	0,0288	3,7466	12,97

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados da estimação por máxima verossimilhança do vetor de correção de erros especificado em (7) são apresentados na Tabela 1B, do Apêndice.

A equação que representa o equilíbrio de longo prazo é a seguinte:

$$CAP_t = 0,9342ESF_t + 4,2107 \quad (11)$$

Tabela 14 – Teste-traço para co-integração entre as séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001

H ₀	H ₁	Valor característico	$\lambda_{\text{Traço}}$	Valor crítico (1%)
H ₀ : r = 0	H ₁ : r > 1	0,2089	33,7434	24,60
H ₀ : r ≤ 1	H ₁ : r > 2	0,0288	3,7466	12,97

Fonte: Resultados da pesquisa.

Pode-se notar que o coeficiente de 0,9342 de esforço indica que a elasticidade de produção no longo prazo é elevada, indicando que aumento de 10% nos níveis do esforço de pesca leva a um incremento de 9,34% na quantidade capturada. Esse resultado indica que $\beta < 1$; dessa forma existe evidências de insustentabilidade no longo prazo, pelo fato de a produção aumentar menos que proporcional ao aumento no esforço de pesca no longo prazo (quedas sucessivas na produtividade). Corroborando a constatação de outros autores, como GULLAND (1968), a intensificação da pesca, pelo aumento do esforço de pesca e pela utilização de equipamentos modernos, traduz-se em tendências de retornos decrescentes por unidade de esforço de pesca aplicado. Entretanto, antes de qualquer conclusão, é necessário testar se os valores dos parâmetros estimados são estatisticamente significativos e também testar a hipótese de sustentabilidade, isto é, se $\beta = 1$.

Devido à sensibilidade do teste de co-integração de Johansen quando os erros não são normais, optou-se por testar os resíduos quanto à normalidade, utilizando para tanto a versão multivariada do teste de Jarque-Bera, cujos resultados se encontram na Tabela 15. De acordo com os resultados, não se pode rejeitar a hipótese de que os resíduos são normais. Dessa forma, podem-se utilizar os resultados da estimação para fazer inferências.

Tabela 15 – Teste de normalidade dos resíduos do vetor de correção de erros estimados com séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001

Componentes testados	H ₀ (hipótese nula)	Jarque-Bera χ^2 (Qui-quadrado)	Graus de liberdade	Probabilidade
Resíduo (CAP)	H ₀ : r = Resíduos normais	0,037	2	0,9815
Resíduo (ESF)	H ₀ : r = Resíduos normais	6,432	2	0,0401
Teste conjunto	H ₀ : r = Resíduos normais	6,469	4	0,1667

Fonte: Resultados da pesquisa.

As Tabelas 16 e 17 ilustram a significância estatística dos parâmetros de co-integração (α e β), usando-se o teste de razão de verossimilhança. Na Tabela 16, em que se testa o vetor dos coeficientes de ajustamento, que representam a velocidade de ajustamento das variáveis de interesse a desequilíbrios no curto prazo, rejeita-se a hipótese nula de que os valores são nulos.

Tabela 16 – Teste de razão de verossimilhança dos parâmetros de ajustamentos do vetor de co-integração entre as séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde, no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2001

Parâmetro	Valor estimado	H ₀	χ^2 (Qui-quadrado)	Probabilidade
α (CAP)	-0,7405 (0,1359)	$\alpha = 0$	24,597	0,00001
α (ESF)	-0,1294 (0,0730)	$\alpha = 0$	2,9053	0,0883

Fonte: Resultados da pesquisa.

Obs. Erro-padrão entre parênteses.

Os testes sobre o parâmetro β estão apresentados na Tabela 17. Como se pôde constatar, os resultados permitem rejeitar a hipótese nula e, dessa forma, conclui-se que efetivamente existe relação de longo prazo entre as duas séries. Também, não se pode rejeitar a hipótese de que $\beta = 1$, o que implica aceitar que a produção pesqueira em Cabo Verde seja sustentável.

Tabela 17 – Teste de razão de verossimilhança dos parâmetros do vetor de co-integração entre as séries mensais de captura e esforço em Cabo Verde

Parâmetro	Valor estimado	H ₀	χ^2 (Qui-quadrado)	Probabilidade
β (ESF)	-0,9342 (0,1961)*	$\beta = 0$	6,7544	0,0093
Vetor de co-integração	[1 -0,9342]	[1 -1]	0,0881	0,7666

Fonte: Resultados da pesquisa.

* indica erro-padrão.

4.4. Conclusões

Este capítulo teve como objetivo analisar as relações de longo prazo entre o esforço de pesca realizado e a captura, no sentido de analisar a sustentabilidade da produção pesqueira em Cabo Verde. Sendo as séries envolvidas na análise I(1), o procedimento de co-integração proposto por Johansen foi adotado como modelo analítico.

Os resultados não permitiram rejeitar a hipótese de sustentabilidade embora as evidências indicassem que, no longo prazo, a produção cresce de forma menos proporcional do que os aumentos no esforço de pesca em Cabo Verde. O fato de a elasticidade de produção no longo prazo ter apresentado valor menor do que 1 (retornos decrescentes) inspira maiores cuidados na formulação

de políticas públicas para o setor das pescas e monitoramento dos indicadores para garantir a sustentabilidade da pesca.

CAPÍTULO 5

MUDANÇAS NA EFICIÊNCIA E PROGRESSO TECNOLÓGICO: IMPLICAÇÕES NA SUSTENTABILIDADE DA PESCA ARTESANAL EM CABO VERDE

5.1. Introdução

A eficiência e a produtividade são aspectos freqüentemente abordados por tomadores de decisão, principalmente em se tratando de ambientes competitivos e dinâmicos. Embora exista pretensão de analisar a eficiência, as técnicas empregadas não são, geralmente, as mais adequadas e ideais, visto que se caracterizam pela análise da produtividade parcial ou por medidas subjetivas de eficiência.

No caso da exploração de recursos naturais renováveis, a análise de eficiência e produtividade reveste-se de importância fundamental no contexto de sustentabilidade, uma vez que esses recursos são suscetíveis de se extinguirem, se as decisões tomadas não forem coerentes com as características de sua dinâmica, pois o progresso tecnológico, o aumento da produtividade e a eficiência, em determinadas situações, podem causar externalidades negativas, pelo fato de existir certo limite de produção imposto pela dinâmica desses recursos.

A exploração sustentável dos recursos pesqueiros, como recursos naturais renováveis, é muito influenciada pela dinâmica do progresso tecnológico e da eficiência, já que, na presença de progresso tecnológico e melhorias em eficiência técnica, podem-se produzir maiores quantidades desses recursos, com as mesmas quantidades de insumos utilizados na produção, levando em conta os impactos do progresso tecnológico e da eficiência na produção pesqueira. Dessa forma, as metas estabelecidas para a sustentabilidade da produção no setor terão maiores possibilidades de serem alcançadas (MORRISON PAUL, 2000).

Neste estudo, pretenderam-se analisar as mudanças na eficiência, progresso tecnológico e produtividade verificadas no período de 1990 a 1995 e de 1995 a 1999, nas ilhas de Cabo Verde, bem como as implicações dessas mudanças na sustentabilidade da pesca artesanal.

5.2. O índice Malmquist de produtividade total de fatores

A medida de mudanças na produtividade geralmente está baseada no conceito de produtividade total de fatores, definida pelo aumento no produto líquido devido ao incremento nos insumos utilizados na produção (FARE et al., 1994b). Para analisar as mudanças na produtividade, utilizam-se os números-índice. Na literatura, pode-se encontrar uma variedade de números índices, entre os quais os de Laspeyres e Paashe, cuja média fornece o índice de Fisher. Outro índice muito usado é o de Tornqvist. O de Malmquist, ao contrário dos de Tornqvist e Fisher, não requer informações sobre preços, daí a sua preferência na análise de mudanças na produtividade total dos fatores, utilizando-se a análise envoltória de dados.

Com vistas a analisar as mudanças na produtividade total dos fatores entre dois períodos de tempo diferentes, utilizou-se o índice de Malmquist. De acordo com FARE et al. (1994a, 1994b), esse índice foi inicialmente proposto por MALMQUIST (1953) na análise do “comportamento” do consumidor. Entretanto, foram CAVES et al. (1982), ao utilizarem a função-distância, que introduziram o conceito de índice de Malmquist na análise da produção. FARE et

al. (1994a, 1994b) reconheceram que a função-distância, implícita no índice de Malmquist, era recíproca da medida de eficiência técnica proposta por FARELL (1957) e, então, utilizaram a programação matemática, especificamente a análise envoltória de dados, técnica não-paramétrica, para calcular o índice de Malmquist.

O índice de Malmquist é definido pela função-distância, que é empregada para incorporar a natureza “multiproduto” e “multiinsumo” na análise de produtividade, sem necessidade de especificar objetivos comportamentais dos tomadores de decisão (ex. minimizar custos ou maximizar lucros).

A função-distância pode ser definida com orientação-insumo ou orientação-produto. A função distância com orientação-insumo caracteriza a tecnologia de produção pela minimização proporcional (contração) do vetor-insumo, dado um vetor de produto, enquanto a função-distância com orientação-produto caracteriza a tecnologia de produção pela maximização proporcional do vetor-produto, dado um vetor de insumo.

Segundo FARE et al. (1994b), a forma conveniente de descrever a característica “multiproduto” da produção é pela tecnologia de produção, definida pelo conjunto S:

$$S = \{(x,y) : x \text{ pode produzir } y\}, \quad (1)$$

que é definido pelo conjunto de todos os vetores de insumos e produtos (x,y), tal que x possa produzir y, em que x é um vetor (kx1) não-negativo de insumos e y, um vetor (m x 1) não-negativo de produtos.

O conjunto de tecnologias de produção pode, de forma equivalente, ser definido pelo conjunto de possibilidades de produção P(x), que representa o conjunto de todos os vetores de produtos y, que pode ser produzido pelo vetor de insumos x, isto é:

$$P(x) = \{y: x \text{ pode produzir } y\} \quad (2)$$

A função-distância com orientação-produto, de acordo com Shephard (1970), citado por FARE et al. (1994b), pode ser definida pelo conjunto de produtos $P(x)$, como:

$$d_o(x,y) = \min\{\phi : (y/\phi) \in P(x)\} \quad (3)$$

$$= (\max\{\phi : (\phi y) \in P(x)\})^{-1} \quad (4)$$

em que ϕ , na expressão (3), é um fator mínimo, pelo qual o produto pode ser contraído e, ainda assim, pertencer ao conjunto de possibilidades de produção.

A função-distância $d_o(x,y)$ poderá ter valores inferiores ou iguais a 1, se o vetor de produto y for um elemento do conjunto de possibilidade de produção $P(x)$; se for igual a 1, (x,y) estará sobre a fronteira tecnológica; nesse sentido, a produção será tecnicamente eficiente. A função-distância pode admitir valores maiores que 1, no caso de o vetor de produto y não ser um elemento do conjunto de possibilidade de produção $P(x)$.

Com vistas a analisar a mudança na produtividade entre os períodos s e t , em que os produtos para cada período são denotados por y_s e y_t e os insumos, por x_s e x_t , a tecnologia de produção para cada período é denotada por $S(x_s)$ e $S(x_t)$, em que:

$$S(x_s) = \{(x_s, y_s) : x_s \text{ pode produzir } y_s\} \quad (5)$$

$$S(x_t) = \{(x_t, y_t) : x_t \text{ pode produzir } y_t\} \quad (6)$$

Para calcular o índice de Malmquist, é necessário estimar quatro funções-distância:

$$d_o^s(x_s, y_s) = \min\{\phi : (y_s/\phi) \in P(x_s)\} \quad (7)$$

$$d_o^t(x_t, y_t) = \min\{\phi : (y_t/\phi) \in P(x_t)\} \quad (8)$$

$$d_o^s(x_t, y_t) = \min\{\phi : (y_t/\phi) \in P(x_s)\} \quad (9)$$

$$d_o^t(x_s, y_s) = \min\{\phi : (y_s/\phi) \in P(x_t)\} \quad (10)$$

A estimação do índice de Malmquist pelo uso da análise envoltória de dados, segundo FARE et al. (1994a), permite decompor a mudança na produtividade total dos fatores em dois componentes, quais sejam: mudanças na eficiência e mudanças na tecnologia, que, por sua vez, podem ser progresso tecnológico ou regresso tecnológico.

De acordo com os referidos autores, o índice de Malmquist (orientação-produto), com vistas a analisar mudanças na produtividade total dos fatores entre o período-base s e o período t , é representado por:

$$m_o(y_s, x_s, y_t, x_t) = \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)} \times \frac{d_o^t(y_t, x_t)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

em que a notação $d_o^s(x_t, y_t)$ representa a distância da observação do período t em relação à tecnologia do período-base s . Um valor de m_o maior que 1 (um) indica crescimento na produtividade total dos fatores, do período s para o período t , enquanto um valor menor que 1 (um) representa queda na produtividade total dos fatores. Nota-se que a equação (11) é, de fato, a média geométrica dos dois índices de produtividade total dos fatores. O primeiro é analisado em relação à tecnologia do período-base s e o segundo, em relação à do período t .

De forma alternativa, o índice de produtividade [equação (11)] pode ser representado por:

$$m_o(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_o^t(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)} \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

Este índice pode ser decomposto em:

$$\text{Mudança na eficiência} = \frac{d_o^t(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)} \quad (13)$$

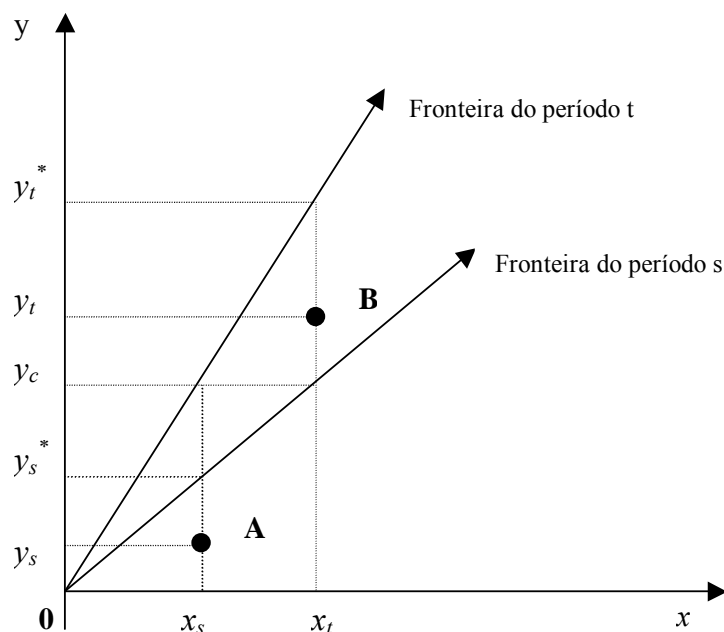
$$\text{Mudança na tecnologia} = \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2} \quad (14)$$

Essa decomposição pode ser mais bem visualizada na Figura 9, que representa uma tecnologia de produção referente à unidade “ ψ ”, que exhibe retornos constantes à escala, envolvendo um único produto e um único insumo.

A unidade “ ψ ” produz nos pontos A e B, nos períodos s e t, respectivamente. Em ambos os períodos, ela opera abaixo da fronteira, portanto é tecnicamente ineficiente nos dois períodos. Usando as expressões (13) e (14), obtêm-se:

$$\text{Mudança na eficiência} = \frac{\frac{0y_t}{0y_t^*}}{\frac{0y_s}{0y_s^*}} \quad (15)$$

$$\text{Mudança na tecnologia} = \left[\frac{\frac{0y_t}{0y_c}}{\frac{0y_t}{0y_t^*}} \times \frac{\frac{0y_s}{0y_c}}{\frac{0y_s}{0y_s^*}} \right]^{1/2} \quad (16)$$



Fonte: FARE et al. (1994b).

Figura 9 – Ilustração das medidas de mudanças na produtividade.

Segundo FARE et al. (1994b), quando há dados disponíveis em painel, podem-se calcular as medidas de distância necessária para o índice de Malmquist, utilizando a técnica DEA. Para a *i*-ésima unidade de produção, calculam-se quatro funções-distância para estimar a mudança na produtividade total dos fatores, entre o período-base *s* e o período *t*. De acordo com GRIFFELL-TATJÉ e LOVELL (1995), é necessário considerar retornos constantes à escala, para que as mudanças na produtividade total dos fatores sejam corretamente estimadas.

Para calcular as funções-distância, resolvem-se quatro problemas de programação linear, admitindo retornos constantes à escala e orientação-produto, assim discriminados:

$$[d_o^t(y_t, x_t)]^{-1} = \max_{\phi, \lambda, S^+, S^-} \phi$$

$$\text{S.a} \quad -\phi y_{it} + Y_t \lambda - S^+ = 0$$

$$x_{it} - X_t \lambda - S^- = 0$$

$$\lambda \geq 0 \quad (17)$$

$$\begin{aligned}
[d_o^s(y_s, x_s)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda, S^+, S^-} \phi \\
\text{S.a} \quad &-\phi y_{is} + Y_s \lambda - S^+ = 0 \\
&x_{is} - X_s \lambda - S^- = 0 \\
&\lambda \geq 0
\end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned}
[d_o^t(y_s, x_s)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda, S^+, S^-} \phi \\
\text{S.a} \quad &-\phi y_{is} + Y_t \lambda - S^+ = 0 \\
&x_{is} - X_t \lambda - S^- = 0 \\
&\lambda \geq 0
\end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned}
[d_o^s(y_t, x_t)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda, S^+, S^-} \phi \\
\text{S.a} \quad &-\phi y_{it} + Y_s \lambda - S^+ = 0 \\
&x_{it} - X_s \lambda - S^- = 0 \\
&\lambda \geq 0
\end{aligned} \quad (20)$$

em que y_i é um vetor ($m \times 1$) de quantidades de produto da i -ésima unidade de produção, x_i é um vetor ($k \times 1$) de quantidades de insumo da i -ésima unidade de produção, Y é uma matriz ($n \times m$) de produtos das n unidades de produção, X é uma matriz ($n \times k$) de insumos das n unidades de produção, λ é um vetor ($n \times 1$) de pesos, S^+ é um vetor de folgas relativo aos produtos, S^- é um vetor de folgas relativos aos insumos e ϕ é uma escalar que indica o valor das funções-distância.

Note-se que, se tiver T períodos de tempo, serão computados $3T-2$ problemas de programação linear para cada unidade de produção em análise.

Freqüentemente, de acordo com FARE et al. (1994a), pode-se tornar necessário identificar quais unidades de produção estão deslocando a fronteira tecnológica do período s para o t . Nesse sentido, ao verificar as seguintes condições, podem-se identificar as unidades que estão contribuindo para o efeito *frontier shift*, isto é, para mudanças no progresso tecnológico:

$$\text{Mudança no progresso técnico} \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2} > 1 \quad (21)$$

$$d_o^s(x_t, y_t) > 1 \quad (22)$$

$$d_o^t(x_t, y_t) = 1 \quad (23)$$

em que a primeira condição, apresentada em (21), refere-se à presença de progresso tecnológico. A segunda condição (22) indica que, se o produto de uma unidade de produção no período t for superior ao máximo produto potencial que poderia ser obtido no período s, utilizando-se as mesmas quantidades de fatores de produção do período t, haverá progresso tecnológico, e a unidade de produção poderá estar deslocando a fronteira. A terceira e última condição (23) indica que, se houver deslocamento da fronteira, as unidades de produção que o fazem deverão estar situadas sobre ela, de acordo com FARE et al. (1994a).

5.3. Dados utilizados no estudo e procedimentos

Neste estudo, obtiveram-se dados anuais de 1990, 1995 e 1999, referentes à produção pesqueira em cada ilha do arquipélago de Cabo Verde e os respectivos números de embarcações, pescadores e o índice de CPUE calculado para o período. Esses dados foram obtidos nos boletins estatísticos publicados pelo Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas em Cabo Verde (INDP, vários números). O índice de CPUE encontra-se na Tabela 1A, do Apêndice.

As variáveis utilizadas para analisar as mudanças na eficiência, progresso tecnológico e produtividade podem, dessa forma, ser discriminadas da seguinte forma:

Produtos¹⁴ (Y_{1i} e Y_{2i}),

- Y_{1i} = quantidades de tunídeos e pequenos pelágicos capturadas durante o período de um ano para a i -ésima ilha, expressa em toneladas de pescado; e
- Y_{2i} = quantidades de demersais e outros capturados durante o período de um ano para a i -ésima ilha, expressa em toneladas de pescado.

Insumos (X_{1i} , X_{2i} e X_{3i})

- X_{1i} = quantidades de embarcações ativas durante o ano na i -ésima ilha;
- X_{2i} = quantidades de pescadores da i -ésima ilha; e
- X_{3i} = índice da disponibilidade de estoque¹⁵ durante o ano na i -ésima ilha.

Note-se que foram utilizadas três variáveis referentes a **insumos**, número de embarcação ativa e número de pescadores ativos durante o período, e considerou-se também a variável-índice agregado da CPUE, que foi utilizada como *proxy* da disponibilidade de recursos. Essa variável, embora não seja um insumo (porque não está sob o controle das unidades de produção), foi considerada na análise, dada a sua importância para a produção pesqueira e, de acordo com HANNESON (1983) e ALVAREZ (2001), incorre-se em erros significativos na estimação da função de produção se não levar em consideração o capital natural (estoque de recursos) na análise da produção pesqueira.

5.4. Resultados e discussão

O índice de Malmquist de produtividade total dos fatores pode ser decomposto em mudanças na eficiência, que reflete deslocamentos das unidades em relação à fronteira tecnológica (efeito *catching-up*) e mudanças no progresso tecnológico, que reflete deslocamento da própria fronteira tecnológica (efeito *frontier-shift*). Os resultados de cada ilha estão apresentados nas Tabelas 18, 19, 20, 21 e 22. Na interpretação usual do índice de Malmquist, valores maiores que

¹⁴ Quanto aos produtos, convém salientar que *tunídeos*, *pequenos pelágicos*, *demersais* e diversos referem-se aos grandes grupos em que são classificados os diferentes tipos de pescado produzidos em Cabo Verde.

¹⁵ A modelagem da DEA, que incorpora a variável CPUE como um insumo, seguiu a orientação proposta por LOVELL (2001) e COELLI et al. (1998). Outras possibilidades de incorporar variáveis ambientais na modelagem DEA podem ser encontradas em COELLI et al. (1998), Capítulo 7.

1 indicam crescimento na produtividade total dos fatores; valores menores que 1, queda na produtividade total dos fatores; e não há mudanças na produtividade total dos fatores se o valor estimado para o índice for igual a 1. A mesma interpretação pode ser dada aos componentes mudanças na eficiência e tecnologia, estimados pelo índice de Malmquist.

Na Tabela 18, encontram-se os resultados da estimação das funções-distância necessárias para estimar o índice de Malmquist de produtividade total de fatores e mudanças na eficiência e tecnologia no período de 1990 a 1995. Pode-se verificar que as ilhas do Maio e da Boa Vista foram as que apresentaram piores níveis de eficiência no ano de 1990. Em 1995, apenas as ilhas do Maio e Fogo foram ineficientes.

Tabela 18 – Funções-distância calculadas pela abordagem não-paramétrica de envoltória de dados, com base nos dados da pesca nas ilhas de Cabo Verde, referentes ao período de 1990 a 1995

Ilhas	$d_o^s(x_s, y_s)$	$d_o^t(x_s, y_s)$	$d_o^s(x_t, y_t)$	$d_o^t(x_t, y_t)$
Santo Antão	0,789	0,941	0,693	1,000
São Vicente	1,000	2,071	1,061	1,000
São Nicolau	1,000	1,100	1,027	1,000
Sal	1,000	1,486	1,009	1,000
Boa Vista	0,347	0,727	0,523	1,000
Maio	0,602	1,212	0,619	0,980
Santiago	1,000	2,675	1,470	1,000
Fogo	0,939	1,280	0,537	0,732
Brava	1,000	2,157	0,678	1,000

Fonte: Resultados da pesquisa.

Na Tabela 19, encontram-se os resultados da estimação das funções-distância necessárias para estimar o índice de Malmquist de produtividade total

de fatores e mudanças na eficiência e tecnologia, no período de 1995 a 1999. Em 1999, apenas as ilhas de Santiago, São Vicente e Maio foram eficientes. Esses resultados estão de acordo com o esperado, pelo fato de que nas ilhas de Santiago e São Vicente estão as duas maiores cidades do arquipélago, que, além de oferecerem melhores condições de infra-estrutura de apoio¹⁶ à pesca, ofertam maiores possibilidades de crédito aos produtores e são os maiores mercados consumidores. Por sua vez, na ilha do Maio a pesca é uma das mais tradicionais atividades econômicas, além de possuir maior disponibilidade de recursos pesqueiros, juntamente com a ilha da Boa Vista.

Tabela 19 – Funções-distância calculadas pela abordagem não-paramétrica de envoltória de dados, com base nos dados da pesca nas ilhas de Cabo Verde, referentes ao período de 1995 a 1999

Ilhas	$d_o^s(x_s, y_s)$	$d_o^t(x_s, y_s)$	$d_o^s(x_t, y_t)$	$d_o^t(x_t, y_t)$
Santo Antão	1,000	0,591	1,335	0,753
São Vicente	1,000	0,840	1,532	1,000
São Nicolau	1,000	0,960	1,150	0,820
Sal	1,000	0,853	1,266	0,700
Boa Vista	1,000	0,615	1,507	0,892
Maio	0,980	0,627	1,929	1,000
Santiago	1,000	0,794	2,644	1,000
Fogo	0,732	0,404	0,814	0,648
Brava	1,000	0,605	1,552	0,862

Fonte: Resultados da pesquisa.

¹⁶ O conceito de infra-estrutura de apoio, utilizado neste trabalho, refere-se à disponibilidade de gelo, de peças para reposição, material de pesca etc.

Na Tabela 20, encontram-se as mudanças na produtividade, eficiência e tecnologia nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1995. Como se pode observar, apenas a ilha do Fogo não apresentou aumentos na eficiência. As maiores mudanças na eficiência foram registradas nas ilhas do Maio e da Boa Vista, que são as que possuem maiores extensões da plataforma continental (essas duas ilhas juntas detêm 66% da plataforma continental de Cabo Verde) e têm maior disponibilidade de recursos pesqueiros em relação às demais ilhas. Em relação às mudanças na tecnologia, notou-se que todas as ilhas tiveram regresso tecnológico. Nesse período analisado (1990 a 1995), a produtividade teve quedas em praticamente todas as ilhas. Apenas a ilha da Boa Vista apresentou aumento na produtividade, em razão, principalmente, do aumento significativo na eficiência, que compensou, de certa forma, o regresso tecnológico.

Tabela 20 – Mudanças na eficiência, tecnologia e produtividade da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1995

Ilhas	Mudanças na eficiência	Mudanças na tecnologia	Mudanças na produtividade
Santo Antão	1,268	0,762	0,966
São Vicente	1,000	0,716	0,716
São Nicolau	1,000	0,966	0,966
Sal	1,000	0,824	0,824
Boa Vista	2,884	0,499	1,440
Maio	1,627	0,560	0,911
Santiago	1,000	0,741	0,741
Fogo	0,779	0,734	0,572
Brava	1,000	0,561	0,561
Média	1,186	0,693	0,822

Fonte: Resultados da pesquisa.

As mudanças na produtividade, eficiência e tecnologia nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1995 a 1999, encontram-se na Tabela 21. Verifica-se, nessa tabela, que nesse período todas as ilhas apresentaram progresso tecnológico, que em média representou crescimento de 56,5% no período. A ilha de Santiago foi a que teve maior progresso tecnológico, sendo este determinante no aumento da produtividade verificada no período. A ilha do Maio foi a única que teve melhoria em termos da eficiência. As ilhas de São Vicente e Santiago mantiveram o mesmo nível de eficiência no período, enquanto as demais exibiram quedas no nível de eficiência.

Tabela 21 – Mudanças na eficiência, tecnologia e produtividade da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1995 a 1999

Ilhas	Mudanças na eficiência	Mudanças na tecnologia	Mudanças na produtividade
Santo Antão	0,753	1,732	1,304
São Vicente	1,000	1,351	1,351
São Nicolau	0,820	1,208	0,991
Sal	0,700	1,456	1,019
Boa Vista	0,892	1,658	1,479
Maio	1,021	1,736	1,772
Santiago	1,000	1,824	1,824
Fogo	0,885	1,509	1,336
Brava	0,862	1,725	1,487
Média	0,875	1,565	1,369

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com base nos dados das Tabelas 19 e 21, podem-se identificar as ilhas que contribuíram para deslocamentos na fronteira tecnológica no período. Como se pode observar nessas Tabelas, as ilhas de Santiago, São Vicente e Maio foram “inovadoras”. Esses resultados se justificam pelo fato de essas ilhas (São Vicente

e Santiago) sediarem as principais instituições de pesquisa e extensão do setor pesqueiro. Nas ilhas de Santiago e São Vicente, o Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (INDP) desenvolve pesquisas, oferece crédito e formação para pescadores e promove atividades de extensão e divulgação de novas tecnologias na produção.

Em relação à média das mudanças na produtividade, eficiência e tecnologia verificadas no período de 1990 a 1999, pode-se verificar, na Tabela 22, que as ilhas de Santiago, Maio, Boa Vista e Santo Antão foram as que apresentaram aumentos na produtividade total. Em termos da mudança na eficiência, as ilhas de Santiago e São Vicente permaneceram constantes, e apenas as ilhas do Maio e Boa Vista tiveram aumentos de eficiência no período.

A média do aumento na produtividade no período foi de 6,1%, sendo o progresso tecnológico 4,2% o componente que mais colaborou para aumento da produtividade.

Tabela 22 – Média das mudanças na eficiência, tecnologia e produtividade da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999

Ilhas	Mudanças na eficiência	Mudanças na tecnologia	Mudanças na produtividade
Santo Antão	0,977	1,149	1,122
São Vicente	1,000	0,983	0,983
São Nicolau	0,906	1,081	0,979
Sal	0,837	1,095	0,916
Boa Vista	1,604	0,910	1,459
Maio	1,289	0,986	1,271
Santiago	1,000	1,163	1,163
Fogo	0,830	1,052	0,874
Brava	0,928	0,983	0,913
Média	1,019	1,042	1,061

Fonte: Resultados da pesquisa.

5.5. Conclusões

Neste capítulo, teve-se como objetivo analisar as mudanças que ocorreram na produtividade, eficiência e tecnologia durante o período de 1990 a 1999, nas ilhas de Cabo Verde. Tendo em vista o impacto que o progresso tecnológico tem na sustentabilidade da exploração dos recursos pesqueiros, a análise desse tema é de fundamental importância. Utilizando o índice de Malmquist, foi possível constatar que todas as ilhas apresentaram progresso tecnológico e mudanças na produtividade. A ilha de Santiago exibiu o maior progresso tecnológico no período de 1995 a 1999. Sendo a ilha com maior produção de pescado em termos nacionais, a adoção de novas tecnologias pode aumentar a produtividade e sobrexploração de seus recursos pesqueiros.

O progresso tecnológico, embora economicamente desejável, pode ter impactos negativos nos estoques de recursos pesqueiros, podendo inclusive causar problemas de sustentabilidade da pesca em Cabo Verde.

Esses resultados indicam também evidências de que a CPUE não é a melhor *proxy* do estoque de recursos pelo fato de que o progresso tecnológico teve participação muito importante no aumento da produtividade na segunda metade da década de 1990. Sendo a CPUE uma medida de produtividade que considera o progresso tecnológico como constante, ele pode ter resultados viesados sobre a disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros em Cabo Verde, principalmente no período da década de 1990 (especificamente a partir de 1995).

CAPÍTULO 6

CARACTERÍSTICAS DA TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DA PESCA ARTESANAL EM CABO VERDE

6.1. Introdução

Os recursos pesqueiros, como sendo naturais, renováveis, de propriedade comum e de livre acesso, são explorados em níveis próximos do limite de esgotamento, porque os pescadores adotam a política de capturar a máxima quantidade possível.

Os produtores sempre buscam a máxima quantidade de pescado, entretanto, devido a restrições tecnológicas, disponibilidade de recursos, informação imperfeita, ineficiências etc, muitas vezes esse intento não é alcançado.

Ciente dessa situação, os governos têm adotado políticas de gestão de recursos pesqueiros. Tais políticas geralmente são medidas de restrições no número de embarcações, restrições nas quantidades de licença de pesca, restrições tecnológicas, taxas, estabelecimentos de direitos de propriedades privadas etc., no sentido de restringir o esforço de pesca. Esforço de pesca é um

conceito abstrato que, teoricamente, engloba todos os insumos físicos utilizados na captura de peixes.

Tendo em vista que grande parte das medidas regulatórias adotadas na gestão dos recursos pesqueiros se baseiam em restrições no esforço de pesca, torna-se necessário analisar as características da tecnologia de produção no sentido de conhecer as possibilidades de substituição de insumos e as elasticidades de produção de cada insumo, assim como os produtos marginais, oferecendo subsídios para que os formuladores de políticas possam adotar medidas mais eficientes de restrição de esforço de pesca.

Quanto mais quantidade e qualidade de informações disponíveis para os tomadores de decisão, mais coerentes serão as políticas adotadas no setor.

A função de produção é um importante instrumento de análise do setor e sua estimação e interpretação de forma correta podem facilitar a tomada de decisão e melhorar significativamente a alocação dos escassos recursos do governo e do setor privado, para melhorar a produção nacional e a gestão dos recursos pesqueiros, permitindo que a pesca participe efetivamente no processo de desenvolvimento da economia.

Embora existam vários estudos com o objetivo de estimar funções de produção, as técnicas empregadas não são, geralmente, as mais adequadas e ideais, visto que se caracterizam pela análise da função de produção média estimada econometricamente.

Neste estudo, pretenderam-se analisar as características da tecnologia da produção, por meio da estimação dos parâmetros de uma metafunção de produção.

6.2. Metodologia

A agregação das microfunções de produção e a subsequente estimação econométrica para gerar uma macrofunção de produção, sem levar em conta as diferenças na eficiência produtiva, gera resultados viesados. Tais resultados, ao serem utilizados pelos agentes responsáveis pelo processo produtivo, podem

comprometer a alocação eficiente dos recursos, os quais são, na maioria das vezes, escassos e caros. Assim, na estimação da função de produção agregada para Cabo Verde, devem-se levar em conta as características de eficiência produtiva de cada ilha.

Incorre-se em erros ao tentar comparar diferentes unidades de produção, baseando apenas na estimação da função de produção média. Isso acontece porque existem diferenças na utilização dos fatores de produção, os quais geram níveis diferentes de eficiência técnica da produção. Assim, para estimar corretamente a função de produção agregada, é preciso, antes de tudo, eliminar as ineficiências existentes em cada unidade produtiva.

Este estudo baseou-se nos princípios da teoria da produção, especificamente no conceito de função de produção, que indica a relação técnica entre a produção máxima obtida em determinada unidade de tempo e os fatores utilizados no processo de produção.

Geralmente, a estimação de funções de produção pode ser realizada por meio de abordagem paramétrica (econométrica) ou não-paramétrica (programação matemática). A maioria dos estudos que pretendem analisar a função de produção utiliza a função de produção média, estimada por técnicas econométricas. Entretanto, como citado anteriormente, esse procedimento pode levar a resultados viesados, pelo fato de não levar em conta as diferenças na eficiência produtiva. Nesse sentido, torna-se necessário estimar uma função de produção de fronteira que caracteriza a melhor tecnologia (*best practice*), a partir da qual se podem fazer comparações entre as unidades de produção em termos de eficiência produtiva e estrutura da tecnologia de produção (FARE et al., 1994b).

A Figura 10 ilustra a diferença entre uma função de produção média estimada por mínimos quadrados e uma função de produção de fronteira.

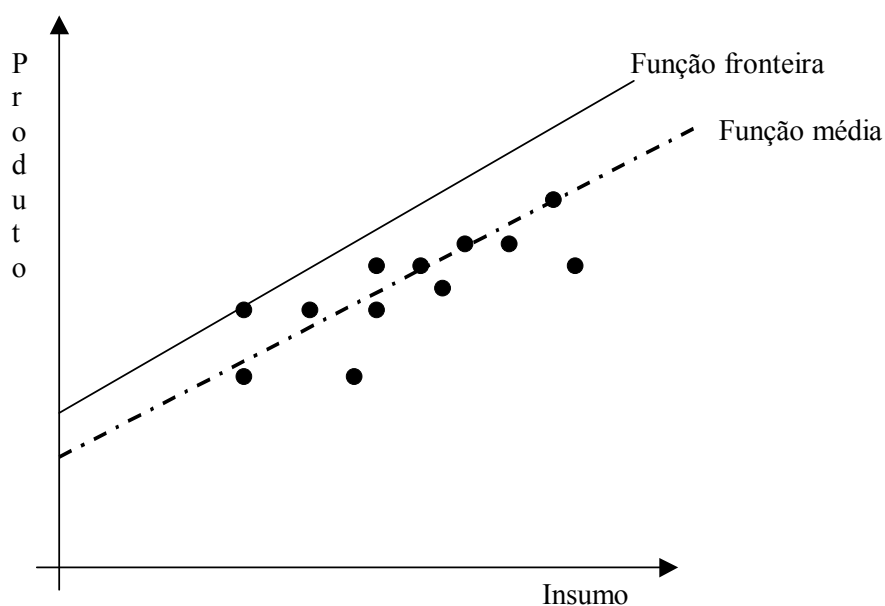


Figura 10 – Representação da função de produção média e de fronteira.

Percebe-se que na função média, ao minimizar o quadrado dos desvios, existem pontos acima e abaixo da função. Já, na função fronteira, todos os pontos situam-se nela, ou abaixo. Os pontos que se encontram em cima da fronteira referem-se às unidades eficientes. De modo equivalente, os pontos abaixo da fronteira apresentam algum tipo de ineficiência (FÄRE et al.,1994b).

A existência de ineficiência impossibilita a estimação correta da função, uma vez que contradiz todos os princípios microeconômicos de maximização de lucro. Nesse sentido, é necessário eliminar as ineficiências, no intuito de projetar as unidades ineficientes para a fronteira eficiente. Feito isso, pode-se estimar a função de produção, a qual expressará melhor as relações entre insumos e produto, já desprovida de ineficiência. No caso da exploração de recursos pesqueiros, melhorias nos níveis de eficiência das unidades de produção podem ter impacto significativo na sustentabilidade da exploração, pois, com as mesmas quantidades de insumos, podem-se capturar mais quantidades de peixes.

Neste estudo, para discriminar as ilhas em termos do nível de eficiência, utilizou-se a abordagem não-paramétrica, conhecida como análise envoltória de

dados (DEA). A escolha desse método deve-se ao fato de poder incorporar a característica multiproducto da produção, variáveis não-discrecionárias e variáveis de folga para capturar ineficiências na alocação dos fatores, bem como não ser necessário especificar formas funcionais nem informações sobre preços. Destaca-se que, nos últimos anos, cresceu muito a utilização dessa técnica em trabalhos empíricos da análise de eficiência e produtividade.

6.2.1. Análise de eficiência

Segundo ESTELLITA LINS e MEZA (2000), a abordagem analítica rigorosa, aplicada à análise da eficiência na produção, originou-se do trabalho pioneiro de FARRELL (1957), que, por sua vez, baseou-se nos trabalhos de KOOPMANS (1951) e DEBREU (1951).

As duas abordagens mais utilizadas na análise de eficiência relativa de unidades de produção podem ser classificadas em paramétricas e não-paramétricas. As primeiras utilizam a econometria, especificamente, na estimação das funções de produção e fronteira de produção estocástica. Essa abordagem requer que sejam especificadas formas funcionais que relacionam os insumos e os produtos e utilizadas medidas de tendência central para analisar a eficiência das unidades de produção em relação à unidade "média". A outra abordagem, a não-paramétrica, emprega a programação matemática, especificamente a programação linear. A partir dos dados disponíveis sobre as unidades de produção, é construída uma fronteira linear por partes e, utilizando-se medidas radiais e de função de distância, analisa-se a eficiência das unidades de produção em relação à distância da fronteira construída com as "melhores" unidades de produção (as mais eficientes).

De acordo com CHARNES et al. (1994), o pressuposto inicial é que, se uma unidade de produção "f" for dita eficiente, utilizando-se certa quantidade de insumo, e conseguir produzir certa quantidade de produto, espera-se que qualquer outra unidade, empregando-se a mesma quantidade de insumo, possa produzir o mesmo nível de produto que "f", se estas também operarem

eficientemente. A idéia central dessa técnica é encontrar a melhor unidade "virtual" para cada unidade real. Se a unidade "virtual", que pode ser uma combinação convexa de outras unidades reais, conseguir produzir maiores quantidades de produtos, utilizando-se a mesma ou menor quantidade de insumos, então a unidade de produção real será ineficiente. Essa abordagem, não obstante ser determinística, possui inúmeras virtudes em relação à abordagem paramétrica, e seu uso se encontra generalizado nos trabalhos empíricos de análise de eficiência relativa das unidades de produção (ESTELLITA LINS e MEZA, 2000; MARMOLINERO e WORACKER, 1996).

Neste estudo, utilizou-se a abordagem não-paramétrica como modelo analítico, pelo fato de não ser necessário especificar formas funcionais nem informações sobre preços, além da crescente utilização dessa técnica em trabalhos empíricos na análise de eficiência e produtividade na pesca. Como exemplos de trabalhos empíricos, que abordaram a eficiência técnica na pesca, estão os de HERRERO e PASCOE (2001), COGLAN e PASCOE (2001), EGGERT (2000), VASSDAL e ROLAND (1998), VASSDAL e AGUSTSSON (1994), BARDARSON e VASSDAL (1998) e COGLAN et al. (1998), que empregaram a abordagem não-paramétrica, e também os de SHARMA e LEUNG (1999), KIRKLEY et al. (1998) e KIRKLEY et al. (1995), que utilizaram a paramétrica.

De acordo com FORSUND e SARAFOGLOU (2000), embora a análise da função de produção e eficiência pela abordagem de programação matemática já tenha começado bem antes dos anos de 1970, foi o trabalho de CHARNES et al. (1978) que introduziu na literatura o termo *Data Envelopment Analysis* (DEA), técnica não-paramétrica que utiliza a programação matemática para analisar a eficiência relativa das unidades de produção.

A análise envoltória de dados (DEA) é uma técnica não-paramétrica que se baseia na programação matemática, especificamente na programação linear, para analisar a eficiência relativa de DMUs¹⁷.

¹⁷ DMUs (Decision Making Units) é um termo utilizado na técnica DEA para referenciar unidades homogêneas que utilizam insumos semelhantes para produzir produtos semelhantes e têm autonomia para tomar decisões.

Segundo CHARNES et al. (1994), para estimar e analisar a eficiência relativa das DMUs, a DEA utiliza a definição de ótimo de Pareto, segundo o qual nenhum produto pode ter sua produção incrementada sem que sejam aumentados os seus insumos ou diminuída a produção de outro produto ou, de forma alternativa, quando nenhum insumo puder ser diminuído sem ter que reduziu a produção de algum produto. A eficiência é analisada, relativamente, entre as unidades.

CHARNES et al. (1978) generalizaram o trabalho de FARRELL (1957), para incorporar a natureza *multiproduto e multiinsumo* da produção, propondo a técnica DEA para a análise das diferentes unidades, quanto à eficiência relativa.

O modelo DEA com orientação-produto¹⁸ procura maximizar o aumento proporcional nos níveis de produto, mantendo fixa a quantidade de insumos. De acordo com CHARNES et al. (1994) e ESTELITA LINS e MEZA (2000), o modelo DEA, com orientação-produto e pressuposição de retornos variáveis à escala, pode ser representado algebricamente por:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{\phi, \lambda, S^+, S^-} \phi \\
 \text{s.a} \quad & \phi y_i - Y\lambda + S^+ = 0 \\
 & -x_i + X\lambda + S^- = 0 \\
 & N1'\lambda = 1 \\
 & -\lambda \leq 0 \\
 & -S^+ \leq 0 \\
 & -S^- \leq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

em que y_i é um vetor ($m \times 1$) de quantidades de produto da i -ésima DMU; x_i é um vetor ($k \times 1$) de quantidades de insumo da i -ésima DMU; Y é uma matriz ($n \times m$) de produtos das n DMUs; X é uma matriz ($n \times k$) de insumos das n DMUs; λ é um vetor ($n \times 1$) de pesos; S^+ é um vetor de folgas relativo aos produtos; S^- é

¹⁸ Neste estudo, utilizou-se o modelo DEA com orientação-produto no sentido de manter coerência com a função de produção utilizada no modelo de regressão (ambos têm a produção como variável dependente).

um vetor de folgas relativo aos insumos; $N1$ é um vetor ($n \times 1$) de números uns; e ϕ é uma escalar que tem valores iguais ou superiores a 1 e indica o escore de eficiência das DMUs, ou seja, um valor igual a 1 indica eficiência técnica da i -ésima DMU, em relação às demais, enquanto um valor maior do que 1 evidencia a presença de ineficiência técnica relativa. O problema apresentado em (1) é resolvido n vezes - uma vez para cada DMU, e, como resultado, apresenta os valores de ϕ e λ , sendo ϕ o escore de eficiência da DMU sob análise, e λ fornece os *peers* (as DMUs eficientes que servem de referência ou *Benchmark* para a i -ésima DMU ineficiente).

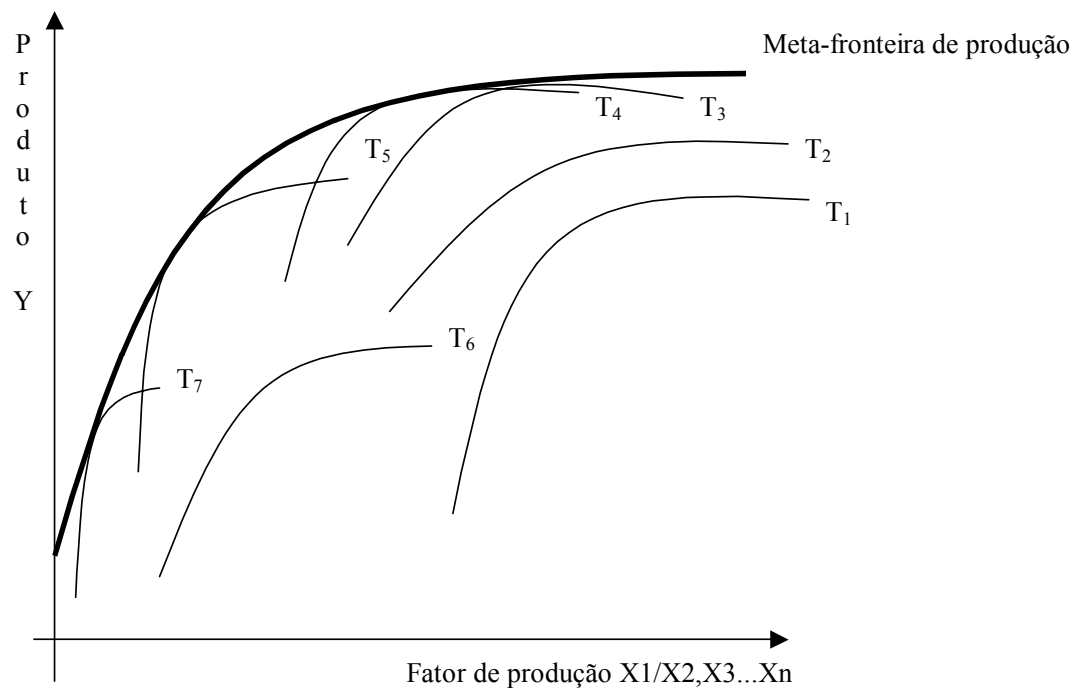
6.2.2. Função de produção

As diferenças regionais na produção pesqueira são evidenciadas por meio das funções de produção, que caracterizam a estrutura da tecnologia predominante em cada região. Essa tecnologia pode ser caracterizada através dos parâmetros de elasticidades de produção, produtos marginais, elasticidades de escala e elasticidades de substituição dos fatores de produção.

Neste estudo, para evidenciar as diferenças regionais da tecnologia de produção pesqueira, utilizou-se o conceito de metafunção de produção (*meta-production function*), que indica a melhor tecnologia de produção disponível na região e corresponde à envoltória das unidades de produção mais eficientes da região (ver Figura 11). O conceito de metafunção de produção baseia-se na hipótese de que todas as unidades de produção têm acesso potencial à mesma tecnologia de produção e foi primeiramente introduzido por HAYAMI (1969) e posteriormente aperfeiçoado por HAYAMI e RUTTAN (1970) e HAYAMI e RUTTAN (1971).

A utilização de metafunção de produção parece muito oportuna quando se pretendem analisar as diferenças nas tecnologias de produção regional e conhecer o potencial (fronteira) da tecnologia. Dessa forma, as diferenças são computadas em relação a uma mesma referência, que é a metafronteira de produção (HAYAMI e RUTAN, 1971). Diversos trabalhos utilizaram o conceito

de metafunção de produção no sentido de analisar as diferenças regionais na produção agrícola. Citando apenas alguns que se tornaram referência na literatura econômica, têm-se os trabalhos de LAU e YATOPOULOS (1989), MUNDLAK e HELLINGHAUSEN (1982) e HAYAMI e RUTTAN (1970).



Obs. T_i indica as diferentes tecnologias de produção disponíveis na região.

Figura 11 – Ilustração da metafronteira de produção.

As diferenças regionais na estrutura da tecnologia de produção serão evidenciadas por meio das diferenças nos parâmetros da função de produção e da metafronteira de produção. Nesse sentido são analisadas as diferenças nas elasticidades de produção, produtos marginais, elasticidades de escala e elasticidades de substituição entre fatores de produção.

Para avaliar as relações (substituição ou complementaridade) entre os fatores serão calculadas as elasticidades parciais de substituição de Allen, através

da estimação de uma função Transcendental Logarítmica (Translog), utilizando-se as mesmas variáveis da análise envoltória de dados.

A função de produção Translog é considerada uma forma funcional flexível, pelo fato de não impor restrições “a priori” aos valores das elasticidades de substituição entre os fatores de produção. Além disso, a forma funcional Translog pode representar, de forma mais fiel, a tecnologia de produção, possibilitando testes quanto à separabilidade, homogeneidade, monotonicidade, concavidade, entre outras características desejáveis para a tecnologia de produção.

Pressupondo-se separabilidade fraca entre os fatores de produção, de tal forma que eles possam ser agregados em três grupos X_1 , X_2 e X_3 , a função de produção passa a ser

$$\ln Y_i = \ln \alpha_0 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j \ln X_{ji} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 \beta_{jk} \ln X_{ji} \ln X_{ki} + \mu_i \quad (2)$$

em que $i = 1, 2, 3, \dots, N$ são unidades de produção; X_{jk} , $j, k = 1, 2, 3$ são os fatores de produção; Y é a variável dependente (produção); e μ_i é um erro aleatório pressuposto normal, independente e de variância constante.

Em (2), a igualdade $\beta_{jk} = \beta_{kj}$, $j, k = 1, 2, 3$ é a condição imposta pelo teorema de Young, referente à igualdade das derivadas cruzadas de segunda ordem, garantindo as condições de simetria.

Estimando-se os parâmetros da função de produção Translog, podem-se calcular as elasticidades de produção (η), produtos marginais (Pma), elasticidades de escala (ϵ) e as elasticidades de substituição (σ), através das seguintes expressões:

$$\eta_i = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln X_i} = \alpha_{ij} + \sum_j \beta_{ij} \ln X_j \quad (3)$$

$$Pma_i = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln X_i} \frac{Y}{X_i} = \left(\alpha_{ij} + \sum_j \beta_{ij} \ln X_j \right) \frac{Y}{X_i} \quad (4)$$

$$\varepsilon = \sum_i \alpha_i + \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln X_j. \quad (5)$$

$$\sigma_{ij} = \frac{X_i f_1 + X_2 f_2 + X_3 f_3}{X_i X_j} \frac{F_{ij}}{F} \quad (6)$$

para $i, j = 1, 2, 3$; X_i é a quantidade média de cada fator, f_i , a derivada primeira da função de produção (2), F o determinante da matriz hessiana orlada da função de produção e F_{ij} o co-fator do elemento f_{ij} no determinante F . Nota-se que as elasticidades cruzadas são simétricas, isto é: $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$. Para maiores detalhes sobre a elasticidades de substituição de fatores, ver LIMA (2000).

Para valores positivos (negativos) de σ_{ij} , os fatores i e j podem ser classificados como substitutos (complementares) no processo produtivo. Elasticidade de substituição igual a zero indica que o par de fatores é empregado em proporções fixas, e elasticidade infinita implica fatores substitutos perfeitos. Valores intermediários indicam o grau de facilidade ou dificuldade em substituir os fatores.

De acordo com BERNDT e CHRISTENSEN (1973), as condições de monotonicidade e concavidade podem não ser satisfeitas globalmente pela função Translog. Entretanto, tais propriedades devem ser testadas localmente (sendo o ponto médio das variáveis o mais utilizado). A monotonicidade é satisfeita quando as elasticidades de produção dos fatores forem positivas. A concavidade da função se verifica quando a matriz hessiana orlada é negativa semidefinida.

6.2.3. Dados utilizados no estudo

Neste estudo, obtiveram-se dados anuais referentes à produção pesqueira em cada ilha do arquipélago de Cabo Verde e os respectivos números de embarcações, pescadores e o índice de CPUE calculado para o período. Esses dados foram obtidos nos boletins estatísticos publicados pelo Instituto Nacional

de Desenvolvimento das Pescas em Cabo Verde (INDP, vários números). O Índice de CPUE estimado encontra-se apresentado na Tabela 1A, do Apêndice.

Dessa forma, as variáveis utilizadas podem ser discriminadas da seguinte forma:

Produtos¹⁹ (Y_{1i})

- Y_{1i} = índice da produção do período de um ano para a i -ésima ilha (foram utilizados os preços relativos médios, valores constantes de 1999, como fator de ponderação na construção do índice).

Insumos (X_{1i} , X_{2i} e X_{3i})

- X_{1i} = quantidades de embarcações motorizadas e ativas durante o ano na i -ésima ilha;
- X_{2i} = quantidades de pescadores da i -ésima ilha; e
- X_{3i} = índice da disponibilidade de estoque²⁰ durante o ano na i -ésima ilha.

Nota-se que foram utilizadas três variáveis referentes a **insumos**, número de embarcação ativa e número de pescadores ativos durante o período e considerou-se também a variável CPUE, que foi utilizada como *proxy* da disponibilidade de recursos. Essa variável, embora não seja um insumo (porque não está sob o controle das unidades de produção), foi tratada na análise como variável, dada a sua importância para a produção pesqueira e, de acordo com HANNESON (1983) e ALVAREZ (2001), incorre-se em erros significativos se não levar em consideração o capital natural (estoque de recursos pesqueiros) na análise da produção pesqueira.

¹⁹ Quanto aos produtos, convém salientar que grandes pelágicos (tunídeos), pequenos pelágicos, demersais e diversos referem-se aos grandes grupos em que são classificados os diferentes tipos de pescado produzidos em Cabo Verde.

²⁰ A modelagem da DEA, que incorpora a variável CPUE como um insumo, seguiu a orientação proposta por LOVELL (2001) e COELLI et al. (1998). Outras possibilidades de incorporar variáveis ambientais na modelagem DEA podem ser encontradas em COELLI et al. (1998), capítulo 7.

6.2.4. Procedimentos

Inicialmente foram calculados Problemas de Programação Linear (PPL) como os apresentados em (1), para cada ilha. Esse procedimento teve como objetivo calcular o escore de eficiência das ilhas e discriminá-las em termos do nível de eficiência. Após calcular o escore de eficiência para cada ilha, os valores projetados das variáveis foram utilizados para estimar uma função de produção agregada na forma funcional Translog, objetivando analisar a produção, caso não ocorram ineficiências na alocação de recursos e no processo produtivo.

Para estimar a função de produção média, definiu-se o modelo de regressão apresentado em (2), em que α e β referem-se aos parâmetros a serem estimados e u_i representa o termo de erro aleatório, que se pressupõe ter média 0 e variância constante. As demais variáveis foram anteriormente definidas.

A função de produção de fronteira foi estimada de forma semelhante à função média, diferindo apenas nas variáveis utilizadas, isto é:

$$\ln Y_i^P = \ln \alpha_0 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j \ln X_{ji}^P + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^3 \beta_{jk} \ln X_{ji}^P \ln X_{ki}^P + \varepsilon_i \quad (7)$$

$$\begin{aligned} Y_i^P &= \phi_i * Y_i + S_i^+ \\ \text{Sendo: } X_{1i}^P &= X_{1i} - S_{1i}^- \\ X_{2i}^P &= X_{2i} - S_{2i}^- \\ X_{3i}^P &= X_{3i} \end{aligned}$$

em que ϕ_i é o escore de eficiência estimado por meio do modelo de envoltória para a i -ésima ilha, e S_{ji} refere-se às folgas na j -ésima variável estimadas em cada ilha.

6.3. Resultados e discussão

Inicialmente, utilizou-se a análise envoltória de dados, pressupondo-se retornos variáveis à escala, a fim de se obter a medida de eficiência técnica para

cada observação da amostra. Conhecendo a medida de eficiência e as folgas dos insumos para cada observação, puderam projetar os ineficientes na fronteira eficiente inter-regional e intertemporal, determinada por aquelas observações consideradas eficientes. Dessa forma, eliminam-se dos dados originais os excessos de uso dos fatores (ineficiência), obtendo novos valores para as variáveis, desprovidas de ineficiência, com os quais se estimou a função de produção de fronteira (metafronteira).

A Tabela 23 ilustra os parâmetros das funções de produção estimadas juntamente com as respectivas estatísticas t.

Tabela 23 – Resultados da estimação das funções de produção média e metafronteira para a pesca em Cabo Verde, com base nos dados referentes ao período de 1990 a 1999

Variáveis	Parâmetros	Função média	Metafronteira
CONSTANTE	α_0	-5,8185 (-0,5008)	-45,3267 (-6,3115)
$LnX1$	α_1	10,1516 (2,5151)	6,2386 (1,9814)
$LnX2$	α_2	-3,7907 (-1,3429)	0,8682 (0,4042)
$LnX3$	α_3	-1,5613 (-0,2802)	16,2831 (4,3223)
$\frac{1}{2} (LnX1)^2$	β_{11}	0,3336 (0,5988)	-0,4252 (-1,1996)
$\frac{1}{2} (LnX2)^2$	β_{22}	0,2901 (0,9654)	-0,1076 (-0,5735)
$\frac{1}{2} (LnX3)^2$	β_{33}	1,1212 (0,7010)	-3,2816 (-2,8300)
$LnX1 \times LnX2$	β_{12}	-0,4876 (-1,2892)	-0,0938 (-0,3869)
$LnX1 \times LnX3$	β_{13}	-2,1779 (-1,9909)	-0,8394 (-0,9868)
$LnX2 \times LnX3$	β_{23}	1,2174 (1,5314)	0,1242 (0,2076)
R^2 ajustado		0,8037	0,9336
Log verossimilhança		-22,9491	29,8234

Fonte: Resultados da pesquisa.

Obs. Estatísticas t entre parênteses.

Na Tabela 24, apresentam-se as médias anuais das variáveis utilizadas para estimar os valores das elasticidades no estudo.

Tabela 24 – Média das variáveis utilizadas no estudo, referentes aos dados de pesca em Cabo Verde, no período de 1990 a 1999

Período	Y	X1	X2	X3
1990	196,17	70,44	488,00	46,600
1991	187,25	69,78	508,44	48,790
1992	164,32	75,00	460,33	45,840
1993	181,50	89,00	486,22	45,411
1994	201,49	111,11	609,00	44,904
1995	181,00	112,22	615,33	43,411
1996	199,42	109,56	600,67	46,765
1997	197,72	109,56	630,56	48,095
1998	203,67	109,56	630,56	50,072
1999	233,69	102,22	475,89	51,541

Fonte: Adaptado de INDP (vários números).

Obs. Y = índice de produção, X1 = embarcações, X2 = pescadores e X3 = estoque de recursos.

Nas Tabelas 25 e 26, são apresentadas as elasticidades de produção, elasticidades de escala e produto marginal dos fatores de produção utilizados na pesca em Cabo Verde, durante o período de 1990 a 1999, calculadas com base na função média e na metafronteira, respectivamente.

Nota-se que todas as elasticidades de produção e produtos marginais dos fatores estimadas no ponto médio da amostra foram positivos, satisfazendo a condição de monotonicidade em ambas as funções estimadas. Os resultados apresentados na Tabela 25 indicam que no período inicial, de 1990 a 1993, o estoque apresentou maiores elasticidades de produção em relação aos demais fatores de produção. Entretanto, pode-se verificar também que essa participação tem diminuído significativamente ao longo do tempo. O fator de produção

“pescadores” manteve a elasticidade de produção com menores oscilações durante o período. A elasticidade de escala diminuiu ao longo do tempo, ressaltando-se que no último ano analisado prevê retornos decrescentes à escala. Esses indicadores podem ser interpretados como evidências de que o estoque tem apresentado problemas de regeneração ao longo do período. E, se se interpretarem as elasticidades de produção como indicador de abundância do fator, pode-se notar que, nitidamente, o estoque de recursos tem diminuído no período.

Tabela 25 – Elasticidades de produção, produto marginal e elasticidades de escala na pesca em Cabo Verde, calculadas com base na função média do período de 1990 a 1999

Período	Elasticidades de produção			Produtos marginais			Elasticidades Escala (ϵ)
	η_1	η_2	η_3	<i>Pma X1</i>	<i>Pma X2</i>	<i>Pma X3</i>	
1990	0,1858	0,6073	1,0155	0,5175	0,2441	4,2748	1,8086
1991	0,0626	0,6797	1,1376	0,1681	0,2503	4,3660	1,8800
1992	0,2710	0,5398	0,7895	0,5938	0,1927	2,8300	1,6003
1993	0,3219	0,4608	0,4728	0,6565	0,1720	1,8897	1,2555
1994	0,3106	0,4042	0,2510	0,5633	0,1337	1,1265	0,9658
1995	0,3825	0,3612	0,2041	0,6169	0,1062	0,8508	0,9478
1996	0,2242	0,4565	0,3105	0,4080	0,1516	1,3241	0,9912
1997	0,1394	0,5048	0,4011	0,2516	0,1583	1,6488	1,0452
1998	0,0517	0,5538	0,4463	0,0960	0,1789	1,8152	1,0517
1999	0,1028	0,5411	0,2870	0,2350	0,2657	1,3010	0,9309

Fonte: Resultados da pesquisa.

Na Tabela 26 são apresentadas as elasticidades de produção, elasticidades de escala e produto marginal dos fatores de produção utilizados na pesca em Cabo Verde, durante o período de 1990 a 1999, calculadas com base na metafronteira. Os resultados foram semelhantes aos encontrados na análise da função de produção média. As elasticidades do estoque, embora tenham apresentado maior valor em relação aos demais fatores, diminuíram de forma

consistente ao longo do período analisado. A elasticidade de escala diminuiu ao longo do período e, embora apresentasse retornos crescentes no início do período analisado, pode-se verificar que, nos dois últimos anos, os retornos foram decrescentes à escala, indicando mais evidências de que o estoque pode ter diminuído ao longo do período, apontando possível situação de problemas na sustentabilidade da produção.

Tabela 26 – Elasticidades de produção, produto marginal e elasticidades de escala na pesca em Cabo Verde, calculadas com base na função meta-fronteira do período de 1990 a 1999

Período	Elasticidades de produção			Produtos marginais			Elasticidades Escala (ϵ)
	η_1	η_2	η_3	<i>Pma</i> X1	<i>Pma</i> X2	<i>Pma</i> X3	
1990	0,6243	0,2798	0,8742	1,7385	0,1125	3,6801	1,7783
1991	0,5859	0,2820	0,7366	1,5724	0,1039	2,8268	1,6045
1992	0,6169	0,2782	0,8683	1,3516	0,0993	3,1126	1,7634
1993	0,5469	0,2551	0,7623	1,1153	0,0952	3,0468	1,5643
1994	0,4409	0,2086	0,6409	0,7995	0,0690	2,8759	1,2904
1995	0,4640	0,2024	0,7448	0,7485	0,0595	3,1053	1,4112
1996	0,4141	0,2165	0,5177	0,7537	0,0719	2,2077	1,1483
1997	0,3860	0,2147	0,4317	0,6966	0,0673	1,7749	1,0324
1998	0,3522	0,2197	0,2995	0,6547	0,0710	1,2183	0,8714
1999	0,3838	0,2601	0,2278	0,8773	0,1277	1,0331	0,8717

Fonte: Resultados da pesquisa.

As elasticidades de substituição de Allen, calculadas por meio da função de produção média, encontram-se apresentadas na Tabela 27. Convém salientar que não foram satisfeitas as condições de concavidade²¹ para a função média. Entretanto, segundo SQUIRES (1987), os testes de concavidade não podem ser considerados como testes estritos de regularidade, pelo fato de que, quando se

²¹ A concavidade é uma das condições de regularidade da função de produção. Essa condição é testada através do Hessiano Orlado, que deve ser negativo semidefinido, mas pode ser verificado na diagonal principal da matriz das elasticidades, cujos valores devem ser negativos.

trabalha com formas funcionais flexíveis, mesmo com dados provenientes de tecnologias “bem-comportados” esses testes podem falhar.

Os resultados da Tabela 27 indicam que as elasticidades apresentaram valores pequenos. A relação entre embarcações e pescadores é de substituição, enquanto as embarcações e estoque são complementares. A relação entre pescadores e estoque é de substituição. Nota-se, nessa tabela, que todos os pares de fatores apresentaram elasticidades de substituição muito pequenas, indicando que existe pouca facilidade de substituição ou complementaridade.

Pela análise da Tabela 27, pode-se verificar que as elasticidades têm diminuído ao longo do tempo, indicando que a substituição está cada vez mais difícil ao longo do tempo.

Tabela 27 – Elasticidades de substituição de Allen na pesca em Cabo Verde, estimadas com base na função média do período de 1990 a 1999

Período	Elasticidades de substituição de Allen					
	σ_{11}	σ_{12}	σ_{13}	σ_{22}	σ_{23}	σ_{33}
1990	1,5613	0,5431	-0,6105	-0,8532	0,4109	-0,1340
1991	2,3164	0,9341	-0,6857	-0,6393	0,3306	-0,1598
1992	0,8671	0,3260	-0,5205	-0,7870	0,4262	-0,1127
1993	0,3084	0,1978	-0,4027	-0,5245	0,3764	-0,0926
1994	0,0762	0,1391	-0,3184	-0,2891	0,2933	-0,0783
1995	0,0418	0,1146	-0,2813	-0,3148	0,3424	-0,0786
1996	0,1354	0,1831	-0,3669	-0,2496	0,2348	-0,0804
1997	0,2648	0,2656	-0,4264	-0,2223	0,1874	-0,0877
1998	0,3634	0,3513	-0,4780	-0,1286	0,1190	-0,0923
1999	0,0992	0,1982	-0,4093	-0,1004	0,1183	-0,0765

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Tabela 28 indica as elasticidades de substituição de Allen calculadas por meio da metafronteira de produção. A metafronteira indica uma situação desprovida de ineficiência, isto é, a tecnologia característica das ilhas operava de

forma eficiente. Na análise dos resultados, pôde-se constatar que foram satisfeitas as condições de concavidade em todos os anos analisados.

Tabela 28 – Elasticidades de substituição de Allen na pesca em Cabo Verde, estimadas com base na função metafronteira do período de 1990 a 1999

Período	Elasticidades de substituição de Allen					
	σ_{11}	σ_{12}	σ_{13}	σ_{22}	σ_{23}	σ_{33}
1990	-1,5679	1,5170	0,6341	-3,4595	0,0241	-0,4605
1991	-1,4565	1,4854	0,5899	-3,0091	-0,0295	-0,4580
1992	-1,5762	1,5168	0,6339	-3,4379	0,0238	-0,4580
1993	-1,5623	1,5175	0,6131	-3,2149	-0,0130	-0,4355
1994	-1,5923	1,5367	0,5951	-3,0708	-0,0575	-0,3907
1995	-1,7047	1,5785	0,6333	-3,5528	-0,0181	-0,3896
1996	-1,4476	1,4748	0,5411	-2,5539	-0,1117	-0,3861
1997	-1,3555	1,4291	0,5011	-2,2633	-0,1519	-0,3724
1998	-1,1876	1,3221	0,4264	-1,8294	-0,2124	-0,3455
1999	-1,0469	1,2208	0,3697	-1,5903	-0,2406	-0,3480

Fonte: Resultados da pesquisa.

Os resultados indicaram que a facilidade de substituir embarcações por pescadores tem diminuído ao longo do tempo, assim como a substituição embarcação/estoque. A relação pescador/estoque foi durante grande parte do período mais recente, de complementaridade com elasticidade muito baixa, indicando pouca facilidade na substituição. Embora no início do período fosse constatado que esses fatores são substitutos, notou-se que, a partir do ano de 1991, as ilhas mais eficientes tenderam a utilizar esses fatores de forma complementar. A facilidade de complementaridade aumentou ao longo do período analisado.

Os resultados indicaram que, no geral, as elasticidades de substituição apresentaram tendência de queda no período analisado, e alguns pares de fatores exibiram limitadas possibilidades de substituição. Elasticidades muito baixas,

com valores próximos a zero, indicam que o par de fatores é empregado em proporções quase fixas, com certo grau de dificuldade em substituir os fatores.

Geralmente, para afirmar sobre as relações substituição e complementaridade entre os fatores, convém calcular as elasticidades de Morishima para confrontar as classificações entre essas duas abordagens (Allen x Morishima).

No Apêndice, Tabelas 1C e 2C, encontram-se as notas metodológicas e os resultados do cálculo da elasticidade de Morishima²². De acordo com a elasticidade de substituição de Morishima na metafronteira, todos os pares de fatores são substitutos e apresentam baixas elasticidades (inelásticas), que vêm diminuindo ao longo dos anos. Esses resultados corroboram a idéia principal de que as substituições dos fatores têm-se tornado cada ano mais difícil, tanto na média como nas ilhas mais eficientes.

6.4. Conclusões

Neste capítulo, o objetivo foi analisar as características da tecnologia de produção da pesca em Cabo Verde, no sentido de verificar o comportamento dos parâmetros de elasticidades de produção, produto marginal, elasticidade de escala e elasticidades de substituição ao longo do tempo. Tendo em vista que as políticas de gestão das pescarias necessitam de informações sobre a facilidade de substituição dos fatores de produção, e respostas da produção em razão de aumentos nos fatores, torna-se necessário estimar e analisar o comportamento desses indicadores.

Utilizando a abordagem não-paramétrica de envoltória de dados, foi possível corrigir os dados de ineficiências e, dessa forma, estimar uma fronteira de produção intertemporal, ou melhor, uma metafronteira de produção, que indica a tecnologia de produção das unidades eficientes.

²² A elasticidade de substituição de Morishima indica resultados mais robustos em comparação com as elasticidades de Allen, pelo fato de que essas elasticidades (de Morishima) entre pares de fatores não apresentam muita dependência em relação às demais variáveis utilizadas no estudo (em relação ao tamanho da amostra utilizada, medidas das variáveis e quantidades de variáveis utilizadas (LIMA, 2000).

Os resultados indicam evidências de que a elasticidade de produção do estoque tem diminuído, de forma significativa, ao longo do tempo. Essa constatação pode ser interpretada como evidências de diminuição do estoque no período analisado. A elasticidade de escala tem diminuído no período de forma significativa, sendo nos dois últimos anos analisados os retornos decrescentes à escala, indicando que o aumento na captura foi menos do que proporcional ao aumento nos fatores de produção, indicando que podem existir problemas na sustentabilidade da pesca em Cabo Verde.

Esses resultados no geral indicam que as políticas de gestão da atividade pesqueira em Cabo Verde não devem apresentar muitas dificuldades em termos de restrição nos fatores de produção, pelo fato de que existe uma limitada possibilidade de substituição dos fatores na média das ilhas. E, ao longo do tempo, a situação tem-se tornado mais favorável para os formuladores de políticas de gestão das pescas, no sentido de que a substituição tem-se tornado mais inelástica com o passar dos anos.

Em relação às ilhas mais eficientes, a situação dos gestores de recursos não é tão confortável, pelo fato de as elasticidades de substituição, embora em queda, terem apresentado valores acima de 1, que por sua vez indica facilidade de substituição entre embarcações/pescadores.

CAPÍTULO 7

MEDIDAS DE CAPACIDADE E UTILIZAÇÃO DA CAPACIDADE NA PESCA ARTESANAL DE CABO VERDE

A substantial reduction in global fleet capacity would be required for levels to become commensurate with sustainable resource productivity, perhaps as much as a 50 percent reduction in existing global fishing capacity. (MACE, 1996)

States should prevent overfishing and excess fishing capacity and should implement management measures to ensure that fishing effort is commensurate with the productive capacity of the fishery resources and their sustainable utilization. (FAO, 2004: article 6.3)

7.1. Introdução

Conhecer a “capacidade” e a “utilização da capacidade” de pesca é um dos principais desafios que os governos encontram no gerenciamento dos recursos pesqueiros.

Atualmente, os conceitos de capacidade, utilização da capacidade e excesso de capacidade têm despertado muita atenção por parte de pesquisadores e gerado muitos debates por organizações internacionais preocupadas com o desenvolvimento sustentável das pescarias. De acordo com FAO (1998) e FAO (1999), foram organizados encontros técnicos em 1998 e 1999, no sentido de

caracterizar e definir o conceito de capacidade de pesca e oferecer subsídios aos estados membros para que possam monitorar a utilização da capacidade de pesca e evitar excessos de capacidade e possíveis sobreexploração de recursos.

A capacidade é definida por FAO (1998), como a habilidade do esforço de pesca (insumos de produção) em capturar peixes, enquanto capacidade de pesca é a máxima quantidade de peixes capturados durante um período de tempo, quando todos os recursos são utilizados plenamente, dadas as quantidades de estoque de recursos pesqueiros e tecnologia disponíveis.

De acordo com PASCOE e GRÉBOVAL (2003) e NELSON (1989), as definições de capacidade podem ser divididas em: (1) aquelas baseadas em conceitos econômicos, geralmente associados a alguma função de custo ou de lucro, necessitam de informações detalhadas sobre os preços. De acordo com KLEIN (1960), *capacity is the output corresponding to the tangency of the short – and long-run average cost curves*. Outra definição também baseada em conceitos econômicos foi proposta por BERNDT e MORRISON (1981) como sendo produto correspondente ao ponto mínimo da função de custo médio de curto prazo. Essas duas definições são semelhantes quando se assumem retornos constantes de escala no longo prazo; (2) aquelas baseadas em conceitos de engenharia, ou seja, técnicos, e geralmente estão associadas a funções de produção, tendo sido primeiramente conceituadas por JOHANSEN (1968, p. 52), da seguinte forma:

capacity is the maximum amount that can be produced per unit of time with existing plant and equipment, provided the availability of variable factors of production is not restricted.

Devido a dificuldades em obter dados detalhados sobre preços, as medidas de capacidade têm sido realizadas basicamente pela abordagem técnica, de acordo com a definição de JOHANSEN (1968).

Analisar o tema “capacidade de pesca”, além de ser uma recomendação da FAO, é de suma importância para Cabo Verde, dada a relativa participação do setor pesqueiro no desenvolvimento econômico do país. O efeito das políticas de restrição de insumos de produção (ex. limitação no número de embarcações)

depende do nível de utilização de capacidade. Caso não esteja sendo utilizado o máximo de capacidade, a redução do esforço (embarcações) pode ter efeito muito reduzido na captura, pelo fato de que as embarcações remanescentes podem aumentar a produção, por meio de aumentos na capacidade utilizada, frustrando os objetivos dos tomadores de decisão.

As diferenças na produção entre unidades de produção similares podem ser devidas à ineficiência técnica ou diferenças na utilização da capacidade (PASCOE e GRÉBOVAL, 2003).

Este estudo pretendeu analisar a utilização de capacidade de pesca nas ilhas, utilizando-se para tanto a abordagem não-paramétrica de envoltória de dados, no sentido de oferecer subsídios para o governo de Cabo Verde, aumentando o conhecimento sobre o potencial de excesso de capacidade e possibilidade de prevenir situações de insustentabilidade na exploração de recursos.

7.2. Modelo analítico

De acordo com PASCOE et al. (2003), dentre as varias abordagens quantitativas e qualitativas para mensurar a capacidade, a análise envoltória de dados destaca-se dos demais, sendo inclusive a metodologia sugerida pela FAO (1999) e FAO (2000), quando existir disponibilidade de dados.

No presente estudo, utilizou-se a abordagem não-paramétrica de análise envoltória de dados como modelo analítico, adotando as modificações propostas por FARE et al. (1989) e FARE et al. (2000b), pelo fato de a atividade pesqueira em Cabo Verde ser tipicamente “multiproduto” e não ser necessário especificar formas funcionais nem informações sobre preços, além da crescente utilização desta técnica em trabalhos empíricos na análise de capacidade de pesca. Como exemplos, podem-se citar os trabalhos de TINGLEY et al. (2001), FELTHOVEN (2000), FÄRE et al. (2000a), FÄRE et al. (2000b), VESTERGAARD et al. (1999), PASCOE e COGLAN (2000), KIRKLEY et al. (1999) e KIRKLEY e SQUIRES (1999).

7.2.1. Análise envoltória de dados

A análise envoltória de dados é uma técnica não-paramétrica que se baseia na programação matemática, especificamente na programação linear, para analisar a eficiência relativa de DMUs²³.

Segundo CHARNES et al. (1994), para estimar e analisar a eficiência relativa das DMUs, a DEA utiliza a definição de ótimo de Pareto, segundo o qual nenhum produto pode ter sua produção aumentada sem que sejam aumentados os seus insumos ou diminuída a produção de outro produto, e, de forma alternativa, quando nenhum insumo pode ser diminuído sem ter que diminuir a produção de algum produto. A eficiência é analisada, relativamente, entre as unidades.

CHARNES et al. (1978) generalizaram o trabalho de FARRELL (1957), para incorporar a natureza “multiproduto” e “multiinsumo” da produção, propondo a técnica DEA para a análise das diferentes unidades, quanto à eficiência relativa.

Geralmente, a DEA pode ser formulada pela abordagem com orientação-insumo ou orientação-produto. Na formulação do modelo DEA com orientação-insumo, o objetivo é procurar a máxima redução possível nos insumos, mantendo o mesmo nível de produto.

O modelo DEA com orientação-produto²⁴, de acordo com CHARNES et al. (1994) e ESTELLITA LINS e MEZA (2000), pode ser representado, algebricamente, no problema (1), que é o modelo de envoltória, e procura maximizar o aumento proporcional nos níveis de produto, mantendo fixa a quantidade de insumos. Esse modelo pressupõe retornos constantes à escala e pode ser representado, algebricamente, por:

$$\begin{aligned} \max_{\phi, \lambda, S^+, S^-} \quad & \phi \\ \text{s.a} \quad & \phi y_i - Y\lambda + S^+ = 0 \end{aligned} \tag{1}$$

²³ DMUs (Decision Making Units) é um termo utilizado na técnica DEA para referenciar unidades homogêneas que utilizam insumos semelhantes para produzir produtos semelhantes e têm autonomia para tomar decisões.

²⁴ Neste estudo utilizou-se o modelo DEA com orientação-produto, devido ao fato de esta orientação ser mais condizente com os objetivos do trabalho.

$$\begin{aligned}
& - x_i + X\lambda + S^- = 0 \\
& - \lambda \leq 0 \\
& - S^+ \leq 0 \\
& - S^- \leq 0
\end{aligned}$$

em que y_i é um vetor ($m \times 1$) de quantidades de produto da i -ésima DMU; x_i é um vetor ($k \times 1$) de quantidades de insumo da i -ésima DMU; Y é uma matriz ($n \times m$) de produtos das n DMUs; X é uma matriz ($n \times k$) de insumos das n DMUs; S^+ é um vetor de folgas relativo aos produtos; S^- é um vetor de folgas relativas aos insumos; $1'$ é um vetor de números uns; λ é um vetor ($n \times 1$) de pesos; e ϕ é uma escalar que tem valores iguais ou superiores do que 1 e indica o escore de eficiência das DMUs, em que um valor igual a um indica eficiência técnica relativa da i -ésima DMU, em relação às demais, e um valor maior do que 1 evidencia a presença de ineficiência técnica relativa. O $(\phi-1)$ indica o aumento proporcional nos produtos que a i -ésima DMU pode alcançar, mantendo constante a quantidade de insumo. Nota-se, também, que $1/\phi$ pode ser interpretado como uma medida de capacidade da i -ésima DMU e varia de 0 a 1. O problema apresentado em (1) é resolvido n vezes – uma vez para cada DMU, e, como resultado, apresenta os valores de ϕ , S^+ , S^- e λ , ressaltando-se que λ fornece os *peers* (as DMUs eficientes que servem de referência ou *Benchmark* para a i -ésima DMU ineficiente).

FARE et al. (1989) modificaram o modelo apresentado em (1), de modo que ficasse mais coerente com a definição de capacidade de JOHANSEN (1968). Para tanto, discriminaram-se os insumos como sendo fixos (F_x) e variáveis (V_x). Esse modelo, pressupondo retornos constantes à escala e orientação-produto, pode ser algebricamente representado da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
& \max_{\theta, \lambda, \delta, S^+, S^-} \theta \\
& \text{s.a.} \quad \theta y_i - Y\lambda + S^+ = 0 \tag{2} \\
& - x_i + X\lambda + S^- = 0 \quad (\text{insumos fixos, } F_x) \\
& - x_i \delta_i + X\lambda = 0 \quad (\text{insumos variáveis, } V_x)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& - \lambda \leq 0 \\
& - S^+ \leq 0 \\
& - S^- \leq 0
\end{aligned}$$

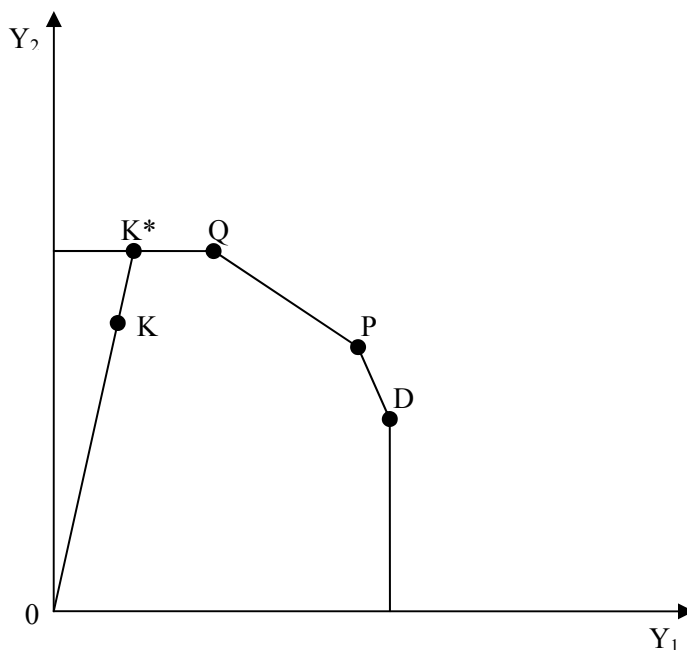
em que θ é uma escalar que indica o potencial de expansão da produção da DMU sob análise; δ é uma taxa de utilização do insumo variável pela DMU e indica a razão entre as quantidades ótimas e observadas desse insumo; e as demais variáveis foram anteriormente definidas.

Os modelos apresentados em (1) e (2) pressupõem retornos constantes à escala. Com vistas a incorporar a possibilidade de retornos variáveis à escala, BANKER et al. (1984) propuseram o modelo BCC²⁵ da análise envoltória de dados, introduzindo uma restrição de convexidade ($NI' \lambda = I$) no modelo CCR, apresentado nos Problemas de Programação Linear – PPLs (1) e (2), em que NI é um vetor (nx1) de números uns. Para estimar os escores sob a pressuposição de retornos não-crescentes à escala, torna-se necessário a substituição da restrição $NI' \lambda = I$ pela restrição $NI' \lambda \leq I$.

Tendo em vista que a medida de θ e ϕ é computada de forma radial, existem casos freqüentes na solução de Problemas de Programação Linear, em que as variáveis de folga não serão nulas quando a solução do problema for alcançada. Essa situação ocorre nos modelos DEA, quando as fronteiras estimadas forem paralelas aos eixos das coordenadas. Quando uma DMU apresentar combinação ótima (DMU "virtual") projetada na fronteira paralela aos eixos das coordenadas, caberá questionar se o ponto projetado é realmente ótimo. Existem outras DMUs que, ao utilizar a mesma combinação de insumos, conseguem produzir maiores quantidades de produtos (eficiência no sentido de Koopmans). Na Figura 12, em que se encontra ilustrada uma envoltória com orientação-produto, ao analisar a eficiência relativa das unidades de produção P, Q, D e K, que utilizam insumos para produzirem os produtos Y_1 e Y_2 , nota-se que as unidades P, Q e D, por estarem sobre a fronteira, aparecem como

²⁵ BCC corresponde às iniciais de Banker, Charnes e Cooper.

eficientes, enquanto a unidade de produção K , como ineficiente. A medida de eficiência, no sentido de Farrel, é representada por OK/OK^* . Entretanto, é questionável se a unidade “virtual” K^* é eficiente, já que poderia produzir mais quantidades do produto Y_1 usando a mesma quantidade de insumo, isto é, o produto Y_1 pode ser aumentado em K^*Q , sem elevar o nível de insumo utilizado na produção.



Fonte: COELLI et al. (1998).

Figura 12 – Ilustração de envoltória com orientação-produto e presença de folgas.

Com vistas a contornar esse problema, incorporaram-se as folgas na função objetivo dos PPLs (1) e (2) como uma penalidade, ponderada pela constante não-arquimediana ϵ . Dessa forma, consideraram-se as variáveis de folgas que ainda possam ter valores positivos na solução do problema, para que sejam obtidos coeficientes de eficiência que satisfaçam as condições de Pareto-Koopmans (escore de eficiência = 1 e variáveis de folga = 0), de acordo com ESTELLITA LINS e MEZA (2000) e RUGGIERO (2000).

O procedimento adotado, apesar de ter algumas limitações, de acordo com COELLI (1998), é uma alternativa para aproximar-se da eficiência, no sentido de Pareto-Koopmans, embora o procedimento mais adequado seja o de multiestágios, propostos por COELLI (1998) e COELLI et al. (1998), em que a solução é alcançada por meio de movimentos radiais multiestágios²⁶.

O problema relativo às folgas, embora seja muito enfatizado na análise de eficiência pela abordagem não-paramétrica, segundo COELLI (1998) não deve ser encarado como “grave”, por ser um problema do tamanho da amostra utilizada na análise e por ser causado pelo método utilizado na construção da envoltória²⁷ (programação linear). FERRIER e LOVELL (1990) interpretaram as folgas positivas como indícios de ineficiência alocativa.

Uma vez obtidas o escore de eficiência e as folgas, pode-se estimar a capacidade da *i*-ésima DMU, da seguinte forma:

$$Y_i = \phi y_i + S^+ \quad (3)$$

em que Y_i indica a produção potencial da *i*-ésima DMU; ϕ é o escore de eficiência estimada para a *i*-ésima DMU; y_i indica a produção atual da *i*-ésima DMU; S^+ refere-se às folgas de produto da *i*-ésima DMU; e $1/\phi$ é uma medida “viesada” da utilização de capacidade, variando de 0 a 100%.

De acordo com FARE et al. (1989), o procedimento não-viesado (porque incorpora informações de ineficiências e capacidade) para estimar a utilização de capacidade será por meio da seguinte expressão:

$$UC = \frac{\phi}{\theta} \quad (4)$$

²⁶ Para maiores detalhes, ver COELLI (1998) e GOMES (1999).

²⁷ A abordagem da programação matemática constrói uma envoltória linear por partes, facilitando o aparecimento de folgas nas soluções, o que não ocorre com a abordagem econométrica.

em que UC indica a utilização de capacidade; ϕ é o escore de eficiência estimada por meio do PPL (1), para a i -ésima DMU; e θ é o escore de eficiência estimada por meio do PPL (2), para a i -ésima DMU.

7.2.2. Dados utilizados no estudo e procedimentos

Neste estudo, obtiveram-se dados anuais de 1990 a 1999, referentes à produção pesqueira em cada ilha do arquipélago de Cabo Verde e os respectivos números de embarcações, pescadores e o índice de CPUE calculado no período. Esses dados foram obtidos nos boletins estatísticos publicados pelo Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas em Cabo Verde (INDP, vários números). O Índice de CPUE encontra-se na Tabela 1A do Apêndice.

As variáveis utilizadas para analisar a capacidade de pesca podem, assim, ser discriminadas da seguinte forma:

Produtos (Y_{1i} e Y_{2i})

- Y_{1i} = quantidades de tunídeos e pequenos pelágicos capturadas durante o período de um ano para a i -ésima ilha, expressa em toneladas de pescado; e
- Y_{2i} = quantidades de demersais e outros capturadas durante o período de um ano para a i -ésima ilha, expressa em toneladas de pescado.

Insumos fixos (X_{1i} e X_{2i})

- X_{1i} = quantidades de embarcações ativas durante o ano, na i -ésima ilha; e
- X_{2i} = índice da disponibilidade de estoque durante o ano, na i -ésima ilha.

Insumo variável (X_{3i})

- X_{3i} = quantidades de pescadores da i -ésima ilha.

Foram utilizadas três variáveis referentes a **insumos**, número de embarcação ativa e número de pescadores ativos durante o período, e considerou-se também uma variável insumo exógena (índice agregado da CPUE), que foi usada como *proxy* da disponibilidade de recursos. Essa variável, embora não seja um insumo (porque não está sob o controle das unidades de produção), foi tratada na análise como variável, dada a sua importância para a produção pesqueira e, de acordo com HANNESON (1983) e ALVAREZ (2001), incorre-se

em erros significativos na estimação da função de produção se não levar em consideração o capital natural (medido pela CPUE) na análise da produção pesqueira.

7.3. Resultados e discussão

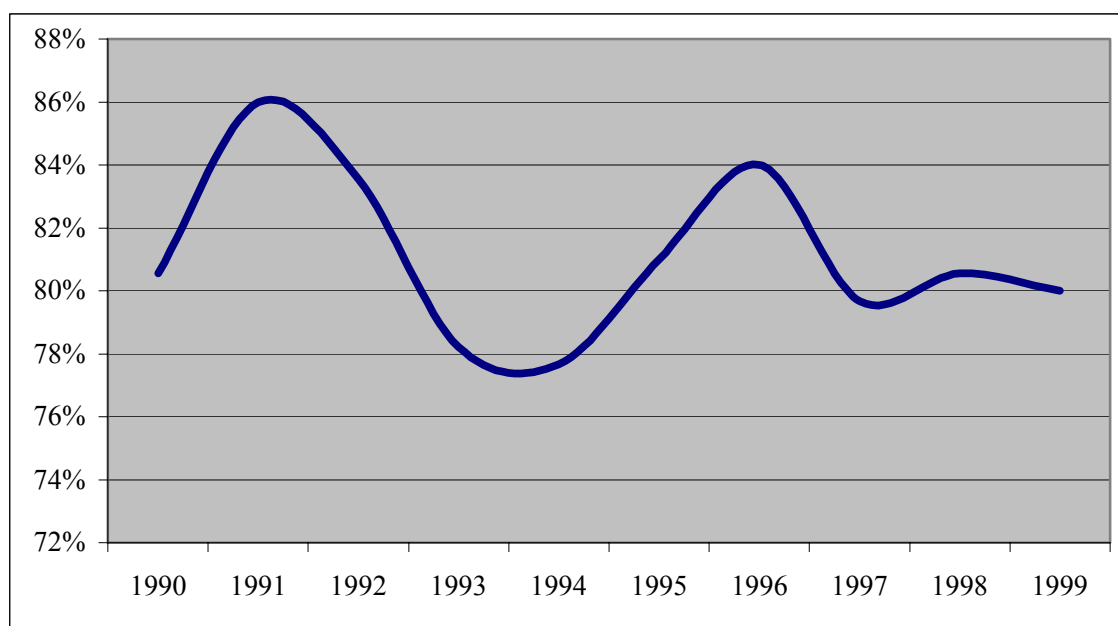
Os resultados apresentados na Tabela 29 indicam que em 1999 as ilhas de Santiago e São Vicente, maiores produtoras de pescado em Cabo Verde, apresentaram alto índice de utilização de capacidade. Os resultados da Tabela 29, encontram-se ilustrados nas Figuras 1D a 9D, do Apêndice, onde se pode verificar que as ilhas de São Nicolau, Maio, Fogo e Brava tiveram diminuição na utilização da capacidade no último ano, ressaltando-se que as ilhas do Maio e Fogo exibiram tendência significativa de queda na utilização da capacidade. As ilhas de Santo Antão, São Vicente e Boa Vista tenderam a aumentar com a utilização da capacidade, e as ilhas do Sal e Santiago permaneceram com utilização de capacidade constante.

Tabela 29 – Utilização da capacidade de pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999

Ilhas	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Santo Antão	81%	70%	69%	82%	88%	88%	85%	85%	91%	90%
São Vicente	82%	84%	97%	95%	96%	98%	100%	100%	100%	100%
São Nicolau	74%	100%	92%	69%	67%	66%	99%	92%	89%	78%
Sal	60%	71%	54%	55%	58%	65%	64%	64%	64%	65%
Boa Vista	81%	100%	100%	48%	51%	64%	66%	63%	64%	80%
Maio	77%	73%	53%	86%	96%	90%	87%	72%	74%	67%
Santiago	100%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Fogo	100%	100%	100%	90%	76%	89%	85%	65%	65%	73%
Brava	70%	76%	87%	83%	67%	69%	70%	76%	78%	67%
Média	81%	86%	84%	78%	78%	81%	84%	80%	81%	80%

Fonte: Resultados da pesquisa.

A Figura 13 indica a média anual da utilização da capacidade durante o período analisado. Como se pode verificar, a utilização da capacidade no último ano analisado apresentou um nível médio menor que nos anos anteriores, apresentando um comportamento de se estabilizar em torno de 80%, apesar das oscilações entre 78 e 86%.

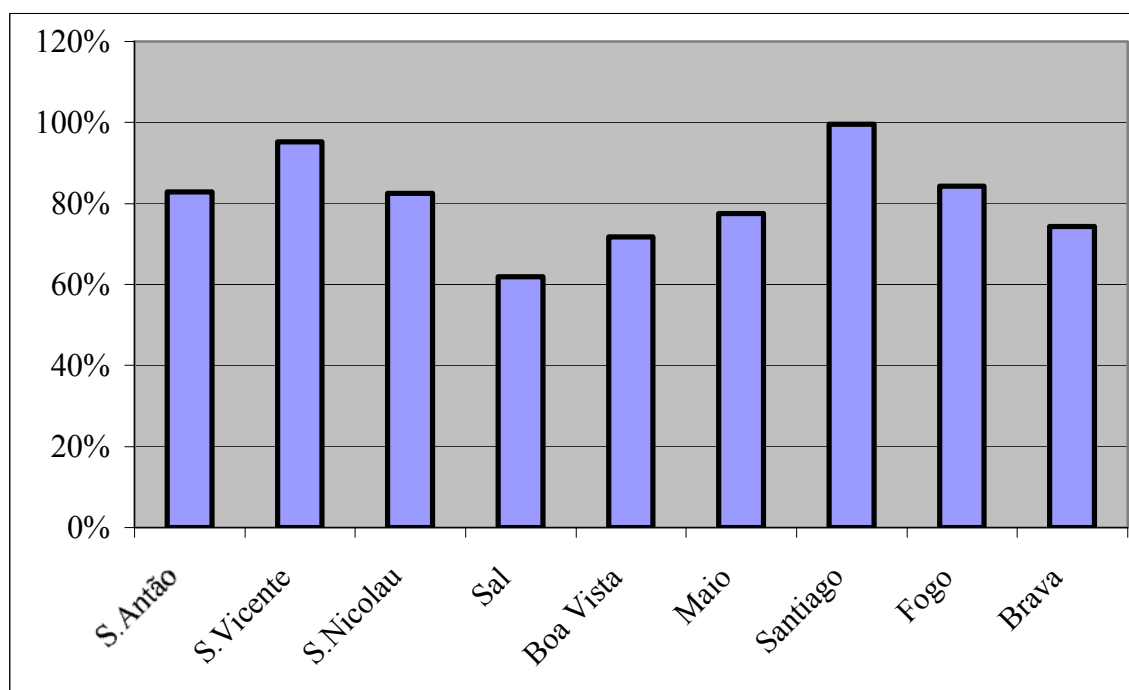


Fonte: Resultado da pesquisa

Figura 13 – Média da utilização da capacidade de pesca, no período de 1990 a 1999.

Na Figura 14 estão indicadas as médias da utilização da capacidade nas ilhas de Cabo Verde durante o período analisado. Como se pode verificar, as ilhas de Santiago e São Vicente apresentaram as maiores médias em relação às demais ilhas. Essas ilhas, por serem as maiores produtoras de pescado, trazem certa tranquilidade para os formuladores de políticas de gestão dos recursos, pelo fato de estarem utilizando capacidade plena, portanto sem muitas possibilidades de aumentar o esforço de pesca de forma significativa no curto prazo. Entretanto, a análise indica que as demais ilhas (principalmente as ilhas que se julgam terem

maiores quantidades de recursos pesqueiros – ilha do Sal, Maio e Boa Vista) apresentam grande potencial de aumentar a utilização da capacidade de pesca no curto prazo.



Fonte: Resultado da pesquisa.

Figura 14 – Média da utilização da capacidade nas ilhas de Cabo Verde durante o período de 1990 a 1999.

Nas Tabelas 30 e 31 estão apresentados a capacidade (produção potencial) de curto prazo e o percentual de aumento na produção, respectivamente, nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999. Nota-se que existiu grande possibilidade de aumentar a produção por parte das ilhas, no período analisado. Esses resultados indicam que a capacidade e utilização da capacidade devem ser monitorados no sentido de prevenir sobre exploração de recursos. As ilhas da Boa Vista e Maio apresentaram maiores potenciais de aumento na produção, entretanto, sendo possuidoras de grandes estoques de recursos, esses resultados não devem causar muita preocupação por parte dos gestores de recursos.

Tabela 30 – Capacidade (produção potencial) de curto prazo das ilhas de Cabo Verde, durante o período de 1990 a 1999 (expressa em toneladas)

Ilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Santo Antão	1179	1264	1307	1215	1189	1029	1147	1147	1144	982
São Vicente	1064	1104	1242	1248	1332	1323	1048	1075	1081	1392
São Nicolau	707	410	562	688	781	747	779	727	731	560
Sal	485	460	728	834	773	897	947	947	947	875
Boa Vista	213	128	125	267	325	397	425	476	482	367
Maio	496	573	579	544	543	538	446	540	538	631
Santiago	1946	2068	1487	1906	1848	1558	1536	1550	1576	1898
Fogo	360	366	687	830	1097	955	973	887	1118	1239
Brava	419	447	424	646	665	648	650	563	602	663
Média	763	758	794	909	950	899	884	879	913	956

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 31 – Percentual de aumento na produção das ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999

Ilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Santo Antão	94%	168%	160%	105%	72%	103%	60%	61%	53%	67%
São Vicente	21%	20%	11%	7%	40%	27%	18%	3%	8%	0%
São Nicolau	53%	0%	39%	45%	73%	70%	1%	54%	150%	67%
Sal	70%	143%	136%	160%	73%	84%	138%	138%	138%	150%
Boa Vista	396%	57%	142%	327%	404%	307%	336%	245%	191%	131%
Maio	161%	147%	103%	111%	82%	113%	164%	46%	35%	59%
Santiago	0%	0%	55%	51%	10%	39%	24%	27%	0%	0%
Fogo	17%	15%	73%	103%	132%	180%	164%	192%	224%	140%
Brava	92%	133%	52%	128%	124%	150%	145%	113%	93%	117%
Média	100%	76%	86%	115%	112%	119%	117%	98%	99%	81%

Fonte: Resultados da pesquisa.

As políticas de restrições nos insumos baseiam-se na idéia de que redução do esforço diminui a quantidade capturada. Entretanto, a política de restrição somente será efetiva se a utilização da capacidade estiver em níveis elevados, não dando margem para os pescadores aumentarem a utilização de capacidade, por meio da utilização dos recursos até então subutilizados.

7.4. Conclusões

Analisar a utilização da capacidade e a capacidade de pesca é uma das etapas fundamentais na adoção de políticas de gestão de recursos pesqueiros. Nesse contexto, neste Capítulo estudou-se a evolução da utilização da capacidade de pesca em Cabo Verde, no sentido de oferecer subsídios para a elaboração de estratégias de gestão de recursos pesqueiros.

Capacidade é um conceito de curto prazo, que indica a produção potencial quando existe alguma restrição no uso de alguns insumos.

Os resultados evidenciaram que as ilhas que são maiores produtoras de pescado apresentaram maiores níveis de utilização de capacidade ao longo do período analisado. Esses resultados trazem certa tranquilidade para os gestores de recursos pesqueiros à medida que existem poucas possibilidades de aumentar a produção. Também, pelo fato de as ilhas do Maio e Boa Vista, que apresentam ampla extensão de plataforma continental e, por conseguinte, maiores disponibilidades, operarem com baixa utilização de capacidade, existe a possibilidade de aumentar a produção nessas ilhas, sendo a média da utilização da capacidade não constante ao longo do tempo. Embora essas ilhas tenham apresentado valores relativamente maiores, em períodos recentes houve tendência em se estabilizarem em torno de 80%.

2. CONCLUSÕES GERAIS

O arquipélago de Cabo Verde situa-se no meio do oceano Atlântico, dotado de uma Zona Econômica Exclusiva considerável, com um potencial de recursos marinhos estimados em 45.000 toneladas/ano. A pesca sempre teve grande importância socioeconômica para as comunidades costeiras de Cabo Verde, oferecendo meios de subsistência e, devido à vocação marítima do povo cabo-verdiano, possibilidades de emprego. O peixe aparece como componente importante na alimentação da população, tendo papel decisivo na questão da segurança alimentar e, por ser fonte de proteína animal de baixo custo para a população, requer que a sua exploração seja feita em moldes sustentáveis, perpetuando no tempo a disponibilidade desse recurso para toda a sociedade.

Sendo a pesca setor estratégico, elegido pelo governo como um dos setores fundamentais no processo de desenvolvimento econômico e social de Cabo Verde, reforça-se a idéia de garantir a sustentabilidade dessa atividade, para manutenção de emprego, exportação e segurança alimentar da sociedade cabo-verdiana.

A busca pela sustentabilidade não é uma tarefa trivial. Embora o conceito de sustentabilidade seja muito debatido e aceito com facilidade no meio acadêmico, na prática os indicadores utilizados como referências para análise da sustentabilidade são controversos, e freqüentemente a pesquisa empírica é muito criticada por causa de pressupostos que são muito frágeis e difíceis de serem

comprovados. No caso de análises no setor pesqueiro, alguns aspectos devem ser levados em consideração, como diversidade de espécies, conceito de esforço de pesca agregado, progresso tecnológico, capacidade de pesca, dinâmica do estoque de recursos etc.

A sustentabilidade da produção só será alcançada pelo equacionamento do trinômio eficiência econômica, equidade social e equilíbrio ecológico. A exploração dos recursos pesqueiros tende a não garantir nenhuma destas situações. Pelo fato de serem de propriedade comum e acesso livre, a produção pesqueira situa-se além do nível que garante o ótimo econômico e ecológico. A degradação do estoque, que já é um recurso escasso, também será socialmente inaceitável por eliminar a fonte de receitas, emprego e alimentação para a sociedade.

As políticas de gestão para garantir que a pesca seja sustentável devem-se basear em estudos empíricos que possam oferecer subsídios aos formuladores de políticas públicas para as pescas.

Este estudo teve como objetivo analisar a sustentabilidade da exploração pesqueira em Cabo Verde. Especificamente, pretendeu-se examinar a dinâmica do estoque de recursos ao longo do tempo nas ilhas de Cabo Verde; analisar o comportamento de longo prazo entre o esforço e as capturas; pesquisar o progresso tecnológico, mudanças na eficiência e na produtividade nas ilhas; analisar as mudanças nas características da tecnologia de produção; e, também, analisar a evolução da utilização da capacidade de pesca no período de 1990 a 1999.

Levando em consideração as diferenças nos dados e nas metodologias, optou-se por estruturar este estudo em forma de capítulos. Primeiramente, foram analisados os aspectos teóricos relevantes na análise dos recursos pesqueiros, principalmente como sendo recursos naturais renováveis, de propriedade comum e livre acesso.

No segundo capítulo, analisou-se a evolução intertemporal dos recursos pesqueiros em Cabo Verde, utilizando a produtividade total dos fatores como *proxy*. Os resultados indicaram que o estoque tem diminuído até o ano de 1995, e

após esse período notou-se certa tendência de crescimento. Em relação a estoques dos diferentes recursos, ficou evidente a queda no período do estoque de tunídeos. Esta situação se justifica provavelmente pelas externalidades geradas por embarcações industriais e embarcações estrangeiras tecnologicamente avançadas, que operam em Cabo Verde, por meio de licenças e acordos de pesca. Essas embarcações têm os tunídeos como espécie-alvo, dado o elevado valor comercial desse recurso.

Comparando o índice geral de disponibilidade de estoque (IGDE) com a CPUE tradicionalmente utilizada em Cabo Verde como *proxy* do estoque, notou-se que existe moderada correlação entre esses indicadores. Sendo o IGDE uma medida baseada nos indicadores de produtividade total, são mais robustos que as medidas de CPUE baseadas em indicadores de produtividade parcial.

No Capítulo 3 foi analisada a evolução do estoque de recursos numa perspectiva interespacial e intertemporal. Os resultados indicaram que a evolução dos recursos não foi homogênea em todo o Cabo Verde. Algumas ilhas apresentaram comportamento semelhante às demais na sua vizinhança. Essa constatação pode ser interpretada como evidências de que o estoque é comum nas ilhas que compartilham uma mesma plataforma continental.

Ao comparar o índice geral de disponibilidade de estoque (IGDE) e os indicadores parciais calculados no Capítulo 3 com a CPUE tradicionalmente utilizada em Cabo Verde como *proxy* do estoque, notou-se a existência de baixa correlação entre esses indicadores, indicando que a CPUE tradicionalmente utilizada não é um indicador apropriado para analisar as diferenças espaciais na evolução do estoque de recursos.

Nos Capítulos 2 e 3, ficou evidente uma situação de “antes e depois de 1995”. Antes de 1995, os resultados indicavam uma situação de queda nos estoques dos recursos em grande parte das ilhas. Entretanto, após 1995 notou-se uma evidente tendência de aumento na produtividade, utilizada como *proxy* da disponibilidade de recursos. Essa situação merece estudo mais detalhado, pelo fato de que o progresso tecnológico tem impacto relevante na produtividade. Nesse sentido, é necessário analisar o comportamento do progresso tecnológico

no período após 1995, para se inferir sobre a evolução dos estoques com um mínimo de viés.

Analisaram-se também as relações de longo prazo entre esforço e captura, isto é, dado que diversos autores afirmam que a intensificação da pesca, pelo aumento do esforço de pesca e pela utilização de equipamentos modernos, traduz-se em tendência de retornos decrescentes por unidade de esforço de pesca, tornando-se necessário, portanto, analisar a relação²⁸ de longo prazo entre o esforço de pesca e as capturas correspondentes. Os resultados indicaram evidências de retornos decrescentes, embora não se possa rejeitar a hipótese de que os retornos são estatisticamente constantes. Esse resultado aponta que se deve optar pelo princípio da precaução, acreditando que realmente no longo prazo os aumentos das capturas não são proporcionais ao incremento do esforço de pesca.

Como foi constatado nos Capítulos 2 e 3, que existem evidências de que o progresso tecnológico contribuiu para aumentar a produtividade após o ano de 1995. No Capítulo 5 foram analisadas as mudanças ocorridas na eficiência, produtividade e progresso tecnológico durante o período de 1990 a 1995 e de 1995 a 1999, e os resultados foram coerentes com os encontrados nos Capítulos 2 e 3. O período após 1995 foi marcado pelo progresso tecnológico em todas as ilhas, determinando aumentos na produtividade em praticamente todas as ilhas.

As ilhas da Boa Vista e do Maio consideradas como as mais bem dotadas em termos de plataforma continental, foram as únicas que apresentaram ganhos, em termos de eficiência, no período de 1990 a 1995 e a ilha do Maio, a única entre 1995 e 1999.

A adoção de tecnologias não se processou, de modo homogêneo, entre as ilhas. Os resultados indicaram que as ilhas de São Vicente, Santiago e Maio foram as inovadoras. Como era esperado, nas ilhas de Santiago e São Vicente estão os maiores centros comerciais, melhores infra-estruturas de apoio à pesca,

²⁸ Na realidade, essa relação pode ser entendida como uma função de produção de longo prazo, sendo a captura uma função do esforço de pesca realizado. Podem-se, então, testar os retornos à escala do esforço de pesca em Cabo Verde, no sentido de inferir sobre a sustentabilidade da produção no longo prazo.

disponibilidades de peças para reposição nos motores, atividades de extensão e formação por parte do Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (INDP) e facilidades de crédito, que justificam o melhor desempenho dessas ilhas.

Os resultados da análise das mudanças na tecnologia confirmaram a idéia de que os aumentos da produtividade ocorridos após 1995 têm relação forte com o progresso tecnológico que ocorreu em todas as ilhas. Esses resultados também permitem concluir que a CPUE, ou outras medidas do estoque que utilizam dos conceitos de produtividade, pode apresentar resultados viesados se não levar em consideração as contribuições do progresso tecnológico na produtividade. Também, outros aspectos de grande importância que deveriam ser levados em consideração na análise da evolução do estoque de recursos por meio de *proxies* como a CPUE seria a utilização de informações sobre o preço dos recursos, custo do esforço, utilizar alguma medida de fluxo do esforço (ex. combustíveis), e não somente utilizar medidas de estoque do esforço (ex. número de embarcações). Seria conveniente diferenciar o esforço de pesca em relação às diferentes espécies alvos. Outra sugestão para estudos semelhantes no futuro seria corrigir as medidas de CPUE do progresso tecnológico, de modo que o resíduo fosse uma medida da contribuição do estoque nas mudanças da produtividade, aumentando as chances de este indicar ser uma *proxy* confiável do estoque.

Geralmente, grande parte das medidas adotadas pelos governos na gestão dos recursos pesqueiros está relacionada com estratégias de restrição nos insumos. A eficácia dessas medidas depende, em grande parte, do nível de eficiência técnica, capacidade de pesca, utilização da capacidade de pesca, progresso tecnológico, possibilidade de substituição de fatores de produção etc. Nesse contexto, nos Capítulos 6 e 7 analisam-se a estrutura da tecnologia de produção, no sentido de observar a evolução intertemporal das elasticidades de produção, produto marginal, elasticidades de escala e elasticidades de substituição dos fatores na pesca em Cabo Verde. Os resultados indicaram que a elasticidade de produção do estoque tem diminuído, de forma consistente, ao longo do período analisado. Esse resultado aponta que a disponibilidade dos recursos tem diminuído no tempo. A mesma tendência foi verificada em relação

à elasticidade de escala, indicando que os retornos decrescentes à escala nos últimos períodos analisados são evidências de problema de sustentabilidade da pesca em Cabo Verde.

As elasticidades de substituição tornaram-se menores ao longo do período analisado, indicando que, com o tempo, ficou mais difícil substituir ou complementar os fatores na produção. Esse resultado é favorável aos gestores dos recursos, por permitir maior eficácia das políticas de restrições de insumos caso forem implementadas pelo governo.

No Capítulo 7, analisou-se a evolução da utilização da capacidade de pesca das ilhas no período de 1990 a 1999. Os resultados indicaram oscilações significativas na média anual da utilização da capacidade. As ilhas de São Vicente e Santiago, as duas maiores produtoras de pescado, apresentaram maiores níveis de utilização da capacidade, portanto com poucas chances de aumentar a produção no curto prazo. As ilhas do Maio e da Boa Vista foram as que apresentaram menores índices de utilização da capacidade. Por serem dotadas de ampla extensão de plataforma continental, o aumento da produção nessas ilhas é desejável para elevar a produção nacional e disponibilidade de alimentos para a população.

O excesso de capacidade é um dos principais problemas que afligem os gestores de recursos pesqueiros. Sendo a produção rival sem possibilidades de exclusão dos demais participantes, inexistindo direitos de propriedades bem definidas e havendo o livre acesso aos recursos, existe situação propícia para a “tragédia dos comuns”. O excesso de capacidade aparece porque os pescadores não têm incentivo para preservar o estoque.

No geral, este estudo indicou que existem evidências de que a pesca em Cabo Verde não tem ocorrido em moldes sustentáveis. A redução da capacidade de pesca no arquipélago é uma política socialmente inaceitável (alta taxa de desemprego, tradição na atividade pesqueira, falta de alternativas de atividades rentáveis nas comunidades) e difícil de ser implementada, por isso deve ser monitorada e evitada quanto antes. Também, é evidente a dificuldade de

estabelecer direitos de propriedades individuais, restando poucas alternativas de instrumentos de gestão de recursos.

Das categorias de gestão de recursos pesqueiros, as mais difundidas são livre acesso, acesso limitado e direitos de propriedades definidos. O acesso livre, como ficou evidente na análise, leva à situação de “tragédia dos comuns”. Atualmente, em países mais desenvolvidos a estratégia de gestão baseia-se em sistemas com estabelecimento de direitos de propriedades (ex. cooperativas e direitos individuais transferíveis).

GORDON (1954) indicou que a pesca pode ser regulada, de forma eficiente, pelos mecanismos de mercado, tendo o governo papel decisivo em estabelecer critérios e políticas de regulação do setor por meio de taxas, direitos de propriedade individuais, restrições no uso de insumos, restrições de licenças de pesca, período de defesa e cotas de produção.

O governo de Cabo Verde tem poucas alternativas de estabelecer direitos de propriedade e redução de capacidade. Dessa forma, devem-se adotar medidas direcionadas a prevenir situações de insustentabilidade, levando em consideração as políticas de crédito, capacitação tecnológica, adoção de novas tecnologias, externalidades geradas pela pesca industrial e acordos de pesca entre outras.

Este estudo não esgotou o tema, pelo fato de que a análise de sustentabilidade da exploração pesqueira deve levar em consideração os aspectos biológicos dos recursos pesqueiros, que apresentam aspectos estocásticos e grande complexidade na dinâmica do estoque, com variações muitas vezes imprevisíveis devido a mudanças climáticas e migrações.

Os resultados obtidos neste estudo são contribuições para o aumento do conhecimento acerca da sustentabilidade da produção pesqueira em Cabo Verde e oportunamente podem ser utilizados para subsidiar a implementação de políticas de desenvolvimento sustentável das pescas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, A. Some issues on the estimation of technical efficiency in fisheries. **Efficiency Series Paper**, Universidad de Oviedo, Espanha, v. 2, 2001.
- BANKER, R.D., CHARNES, A., COOPER, W.W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BARDARSON, H.; VASSDAL, T. Efficiency in norwegian fisheries: a non-parametric frontier production analysis. In: BIENNIAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE OF FISHERIES ECONOMICS AND TRADE, 9., 1998, Tromso. **Proceedings...** Tromso: NCFS/UTROM, 1998.
- BERNDT, E.R.; CHIRSTENSEN, L. The internal structure of functional relationships: separability, substitution, and aggregation. **Review of Economics Studies**, v. 40, p. 403-410, 1973.
- BERNDT, E.R.; MORRISON, C.J. Capacity utilization measures: underlying economic theory and an alternative approach. **American Economic Review**, v. 71, p. 48-52, 1981.
- BRITO, A.; SEMEDO, J.M. **Nossa terra, nossa gente**: introdução à geografia de Cabo Verde. Cabo Verde: PFIE, 1995. 174 p.
- BRADBURY, R. Fisheries sustainability – an historical perspective. **Seafood Directions 2001 Conference**, Brisbane, 26-29, Nov. 2001.
- CAVES, D.W.; CHRISTENSEN, L.R.; DIEWERT, W.E. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. **Econometrica**, v. 50, n. 6, p. 1393-1414, 1982.

- CHAMBERS, R.G. **Applied production analysis** – a dual approach. New York: Cambridge University Press, 1988. 331 p.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, p. 429-444, 1978.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; LEWIN, A.Y.; SEIFORD, L.M. **Data envelopment analysis: theory, methodology, and application**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994.
- CLARK, C.W. **Mathematical bioeconomics: the optimal management of renewable resources**. New York: Wiley, 1990. 352 p.
- COELLI, T.J. **A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models**. Armidale, Austrália: University of New England, 1998. (CEPA WP, 1).
- COELLI, T.J.; RAO, P.; BATTESE, G.E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1998.
- COGLAN, L.; PASCOE, S. **The contribution of unmeasurable inputs to fisheries production: an analysis of technical efficiency of fishing vessels in the English channel**. [S.l.], 2001. (Mimeogr.).
- COGLAN, L.; PASCOE, S.; MARDLE, S. DEA versus econometric analysis of efficiency in fisheries. **Tromsø IIFET Proceedings**, 1998.
- COMTE, M.C. Águas revueltas, perda de pescadores. **CERES - Revista da FAO**, Roma, v. 26, n. 142, p. 4, 1993.
- DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, v. 19, p. 273-292, 1951.
- DICKEY, D.A.; FULLER, W.A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. **Journal of American Statistical Association**, v. 74, p. 427-431, 1979.
- DICKEY, D.A.; FULLER, W.A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica**, v. 49, p. 1057-1072, 1981.
- EGGERT, H. Technical efficiency in the Swedish trawl fishery for Norway lobster. In: IIFET, 10., 2000, Oregon. **Proceedings...** Oregon: Oregon State University, 2000.
- ENGLE, R.F.; GRANGER, C.W. Co-integration and error-correction: representation, estimation and testing. **Econometrica**, v. 55, p. 251-276, 1987.

ESTELLITA LINS, M.P.; MEZA, L.A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à tomada de decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; KOKKELENBERG, E.C. Measuring plant capacity, utilization and technical change: a non-parametric approach. **International Economic Review**, v. 30, n. 3, p. 655-666, 1989.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **American Economic Review**, v. 84, p. 66-83, 1994a.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C.A.K. **Production frontiers**. Cambridge: Cambridge University, 1994b. 295 p.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; KIRKLEY, J.E. Multi-output capacity measures and their relevance for productivity. **Bulletin of Economic Research**, v. 52, n. 2, p. 101-112, 2000a.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; KIRKLEY, J.E.; SQUIRES, D. Data Envelopment Analysis (DEA): a framework for assessing capacity in fisheries when data are limited. In: INTERNATIONAL INSTITUTE OF FISHERIES CONFERENCE – IIFET, 10., 2000, Oregon. **Proceedings...** Oregon: Oregon State University, 2000b.

FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, p. 252-290, 1957.

FELTHOVEN, R.G. Measuring fishing capacity: an application to north pacific groundfish fisheries. In: INTERNATIONAL INSTITUTE OF FISHERIES CONFERENCE – IIFET, 10., 2000, Oregon. **Proceedings...** Oregon: Oregon State University, 2000.

FERRIER, G.D.; LOVELL, C.A.K. Measuring cost efficiency in banking: econometric and linear programming evidence. **Journal of Econometrics**, v. 46, p. 7-38, 1990.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **A investigação haliêutica em Cabo Verde**. Rome, 1997a. 7 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **The state of world fisheries and aquaculture**. Rome, 1997b.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Report of the technical working group on the management of fishing capacity**. Rome, 1998. (FAO Fisheries Report, n. 586).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **International plan of action on the measurement of fishing capacity**. Rome, 1999.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Report of the technical consultation on the measurement of fishing capacity**. Rome, 2000. (FAO Fisheries Report, 615).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **Code of conduct for responsible fisheries**. [17 ago. 2004]. (<http://www.fao.org/fi/agreem/codecond/fincode.asp>).

FORSUND, R.F., SARAFOGLOU, N. **On the origins of data envelopment analysis**. Oslo, Norway: Department of Economics, University of Oslo, 2000. (Memorandum, 24).

GARCIA, S.M.; NEWTON, C. Current situation, trends and prospects in world capture fisheries. In: PIKITCH, E.K.; HUPPERT, E.D.; SISSEWINE, F. (ed.). **Global trends: fisheries management**. Bethesda, Mariland, 1997.

GOMES, A.P. **Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital**. 161 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1999.

GORDON, H.S. The economic theory of a common property resource: the fishery. **Journal of Political Economy**, v. 62, p. 124-142, 1954.

GRIFFELL-TATJÉ, E.; LOVELL, C.A.K. A note on the Malmquist productivity index. **Economics Letters**, v. 47, p. 169-175, 1995.

GULLAND, J.A. **Concept of the maximum sustainable yield and fisheries management**. Rome: FAO, 1968. 13 p. (FAO Fisheries Technical Papers, 70).

HANNESON, R. Bioeconomic production function in fisheries: theoretical and empirical analysis. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 40, p. 968-982, 1983.

HARDIN, G. The tragedy of the commons. **Science**, v. 192, p. 1243-1248, 1968.

HAYAMI, Y. Sources of agricultural productivity gap among selected countries. **American Journal of Agricultural Economic**, v. 51, p. 564-575, 1969.

HAYAMI, Y., RUTAN, V.W. Agricultural productivity differences among countries. **American Economic Review**, v. 60, p. 895-911, 1970.

HAYAMI, Y., RUTAN, V.W. **Agricultural development: an international perspective**. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1971.

HERRERO, I., PASCOE, S. **Technical efficiency and inefficiency of vessels in the Spanish south-Atlantic trawl fishery**. Spain: University of Huelva, 2001. (Working Paper).

HUSSEN, A.H. **Principles of environmental economics**: economics, ecology and public policy. London: Routledge, 1999. 431 p.

INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS – INDP. **Boletim estatístico**. Mindelo, Cabo Verde. (vários números).

INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS – INDP. **Investigação e gestão haliêutica em Cabo Verde – INDP**. Mindelo, 1999. 252 p.

JOHANSEN, L. Production functions and the concept of capacity, researches recentes sur le fonction de production, collection. **Economie Mathematique et Econometrie**, v. 2, p. 46-72, 1968.

JOHANSEN, S. Statistical analysis of cointegration vectors. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 12, p. 231-254, 1988.

JOHANSEN, S. Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models. **Econometrica**, v. 59, n. 6, p. 1551-1580, 1991.

JOHANSEN, S.; JUSELIUS, K. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration: with applications to the demand for money. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 52, p. 169-219, 1990.

KIM, J.O.; MUELLER, C.W. **Introduction to factor analysis**: what it is and how to do it. Beverly Hills: SAGE, 1978. 79 p. (Series Quantitative Applications in the Social Science, 7-13).

KIRKLEY, J.E.; SQUIRES, D.; STRAND, I.E. Assessing technical efficiency in commercial fisheries: the mid-Atlantic sea scallop fishery. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 77, n. 3, p. 686-697, 1995.

KIRKLEY, J.E.; SQUIRES, D.; STRAND, I.E. Characterizing managerial skill and technical efficiency in a fishery. **Journal of Productivity Analysis**, v. 9, p. 145-160, 1998.

KIRKLEY, J.E., SQUIRES, D.E. Measuring capacity and capacity utilization in fisheries. In: GRÉBOVAL, D. (ed.). **Managing fishing capacity: selected papers on underlying concepts and issues**. Rome: FAO, 1999. (FAO Fisheries Technical Paper, 386).

KIRKLEY, J.E.; FÄRE, R.; GROSSKOPF, G.; MCCONNELL, K.; SQUIRES, D.E.; STRAND, I. Assessing capacity and capacity utilization in fisheries when data are limited. **FAO Technical Consultation on the Management of Fishing Capacity**. Mexico City, 1999.

KLEIN, L.R. Some theoretical issues in the measurement of capacity. **Econometrica**, v. 28, p. 272-286, 1960.

KOOPMANS, T.C. Analysis of production as an efficient combination of activities. In: KOOPMANS, T.C. **Activity analysis of production and allocation**. New York: Wiley, 1951.

KWIATKOWSKI, D.; PHILLIPS, P.C.B.; SCHMIDT, P.; SHIN, Y. Testing the null hypothesis of stationary against the alternative of a unit root. **Journal of Econometrics**, v. 54, p. 159-178, 1992.

LAU, L.J.; YOTOPOULOS, P.A. The meta-production function approach to technological change in world agriculture. **Journal of Development Economics**, v. 31, p. 241-269, 1989.

LIMA, J.E. Definições e aplicações de elasticidades de substituição: revisão e aplicação. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 9-44, 2000.

LOVELL, C.A.K. **Future research opportunities in efficiency and productivity analysis**. Oviedo: Universidad de Oviedo, 2001. (Efficiency Series Paper, 1).

MAIMON, D. **Ensaio sobre economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro: APED, 1992.

MACE, P.M. **Developing and sustaining world fisheries resources: the state of the science and management**. Sidney, Australia, 1996. (World Fisheries Congress).

MALMQUIST, S. Index numbers and indifference curves. **Trabajos de Estadística**, v. 4, n. 1, p. 209-242, 1953.

MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods – a primer**. New York: Chapman and Hall, 1986. 159 p.

MARGULIS, S. **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. 2.ed. Brasília: IPEA, 1996. 246 p.

MARMOLINERO, C.; WORACKER, D. Data envelopment analysis: a non-mathematical introduction. **Operational Research Insight**, v. 9, n. 4, p. 22-33, 1996.

MINISTÉRIO DAS FINANÇAS E DO PLANO – MFP. **Plano nacional de desenvolvimento: 1997-2000**. Cabo Verde, 1996. 321 p.

MORRISON PAUL, C.J. Thoughts on productivity, efficiency and capacity utilization measurement for fisheries. In: INTERNATIONAL INSTITUTE OF FISHERIES CONFERENCE – IIFET, 10., 2000, Oregon. **Proceedings...** Oregon: Oregon State University, 2000.

MUNDLAK, Y.; HELLINGHAUSEN, R., The intercountry agricultural production function: another view. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 64, p. 664-672, 1982.

NELSON, R. On the measurement of capacity utilization. **Journal of Industrial Economics**, v. 37, n. 3, p. 273-286, 1989.

PAEZ, M.L.A. Produção sustentável dos recursos pesqueiros: propriedade comum ou privada? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 95-102, 1991.

PASCOE, S.; COGLAN, L. Implications of differences in technical efficiency of fishing boats for capacity measurement and reduction. **Marine Policy**, v. 24, n. 4, p. 301-307, 2000.

PASCOE, S.; KIRKLEY, J.E.; GRÉBOVAL, D.; MORRISON PAUL, C.J. **Assessing capacity in fisheries. 2. Issues and methods**. Rome: FAO, 2003. 130 p. (FAO Fisheries Technical Paper, 433/2).

PASCOE, S.; GRÉBOVAL, D. (ed.). **Measuring capacity in fisheries**. Rome: FAO, 2003. 314 p. (FAO Fisheries Technical Paper, 445).

PEARCE, D.W.; TURNER, R.K. **Economics of natural resources and the environment**. Baltimore: The Johns Hopkins University, 1989. 378 p.

ROTHSCHILD, B.J. **A pesca: seus recursos e interesses nacionais**. São Paulo: IBRASA, 1975. 305 p.

RUGGIERO, J. Measuring technical efficiency. **European Journal of Operational Research**, v. 121, p. 138-150, 2000.

SCHAEFER, M.B. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. **Bull. Inter. An. Trop. Tuna Commn.**, v. 1, n. 2, p. 26-56, 1954.

SHARMA, K.R.; LEUNG, P. Technical efficiency of the longline fishery in Hawaii: an application of a stochastic production frontier. **Marine Resource Economics**, v. 13, p. 259-274, 1999.

SHEPHARD, R.W. **The theory of cost and production functions**. Princeton: Princeton University, 1970.

SQUIRES, D. Fishing effort: its testing, specification and internal structure in fisheries economics and management. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 14, p. 268-282, 1987.

TINGLEY, D.; PASCOE, S.; MARDLE, S. Trends in capacity utilisation in the English Channel. In: CONFERENCE OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF FISHERIES ECONOMISTS, 12, 2001, Salerno, Italy. **Anales...** Salerno, Italy, 2001.

VASSDAL, T.; ROLAND, B.E. Technical change in the Norwegian salmon aquaculture sector: a Malmquist index approach. In: BIENNIAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE OF FISHERIES ECONOMICS AND TRADE, 9, 1998, Tromso. **Proceedings...** Tromso: NCFS, UTROM, 1998.

VASSDAL, T.; AGUSTSSON, B.E. Technological progress and regress in Norwegian fish processing industry. In: BIENNIAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL INSTITUTE OF FISHERIES ECONOMICS AND TRADE, 7, 1994, Taipei. **Proceedings...** Taipei, 1994.

VESTERGAARD, N.; SQUIRES, D.; KIRKLEY, J.E. Measuring capacity and capacity utilization in fisheries: the case of the Danish gillnet fleet. **FAO Technical Consultation on the Management of Fishing Capacity**, Mexico City, 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela 1A – Escores fatoriais e índice de disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999

Período	Ilha	Fator 1	Fator 2	Fator 3	IGDE
1990	Santo Antão	0,886	0,873	-0,520	57,597
	São Vicente	1,557	-0,294	1,273	67,795
	São Nicolau	-1,775	0,916	0,781	37,356
	Sal	-1,547	0,498	1,022	38,894
	Boa Vista	-0,098	-0,707	-1,384	36,004
	Maio	-0,110	-0,960	0,035	41,722
	Santiago	-0,041	0,355	-0,444	46,185
	Fogo	-0,162	0,043	-0,827	41,617
	Brava	0,613	-2,592	2,224	52,231
1991	Santo Antão	0,359	0,262	-0,868	47,696
	São Vicente	1,786	0,149	1,064	71,140
	São Nicolau	1,628	-3,734	3,291	62,440
	Sal	-0,733	-0,270	0,060	38,769
	Boa Vista	0,783	-1,603	0,058	47,856
	Maio	-1,098	0,304	-0,092	37,015
	Santiago	0,175	0,771	-0,700	49,045
	Fogo	-0,343	0,111	-0,767	40,401
	Brava	-0,056	-1,382	0,934	44,747

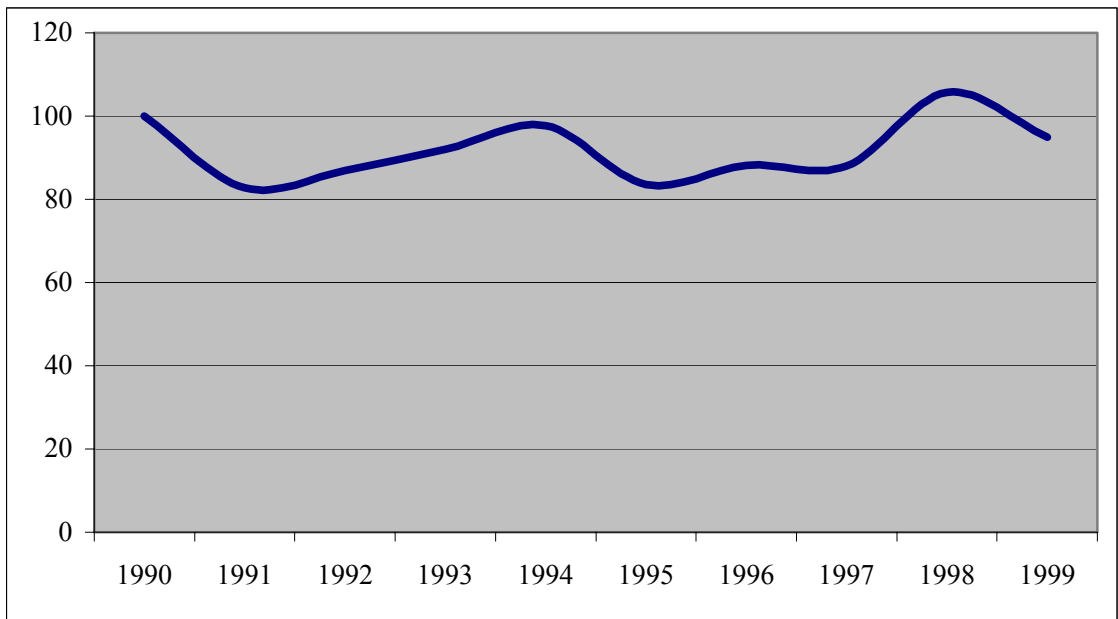
Tabela 1A, Cont.

Período	Ilha	Fator 1	Fator 2	Fator 3	IGDE
1992	Santo Antão	0,463	0,854	-1,169	50,024
	São Vicente	2,551	1,806	0,784	85,215
	São Nicolau	-1,818	1,039	0,502	36,118
	Sal	-1,441	0,624	-0,003	35,490
	Boa Vista	0,287	-1,307	-0,804	39,958
	Maio	-1,558	0,638	0,463	36,667
	Santiago	0,151	-0,186	-1,311	41,311
	Fogo	-0,368	0,271	-0,997	39,759
	Brava	0,277	-1,722	1,236	48,018
1993	Santo Antão	0,700	0,616	-0,833	52,968
	São Vicente	1,561	2,159	0,934	77,611
	São Nicolau	-2,094	1,335	0,865	36,500
	Sal	-1,099	0,409	-0,106	37,430
	Boa Vista	0,374	-1,466	-0,691	40,662
	Maio	-0,975	0,054	0,285	38,962
	Santiago	0,520	0,053	-1,303	46,194
	Fogo	-0,114	-0,165	-1,103	39,770
	Brava	-0,718	-0,152	-0,117	38,600
1994	Santo Antão	0,704	0,917	-0,459	56,268
	São Vicente	1,734	2,317	-0,404	73,469
	São Nicolau	-1,523	0,902	0,548	38,683
	Sal	-1,695	0,763	0,701	37,047
	Boa Vista	-0,021	-0,922	-0,899	38,178
	Maio	-0,961	0,091	0,392	39,800
	Santiago	0,485	-0,167	-1,192	45,367
	Fogo	-0,264	-0,066	-1,105	38,701
	Brava	-1,269	0,413	0,074	36,618
1995	Santo Antão	0,426	-0,167	-0,510	48,141
	São Vicente	1,894	1,321	0,545	75,141
	São Nicolau	-1,892	1,071	0,576	35,887
	Sal	-1,591	0,768	0,350	36,388
	Boa Vista	-0,015	-0,942	-0,864	38,313
	Maio	-0,583	-0,308	0,111	40,367
	Santiago	0,249	-0,569	-1,470	39,727
	Fogo	-0,016	-0,154	-1,526	38,715
	Brava	-0,879	-0,058	0,006	38,020

Tabela 1A, Cont.

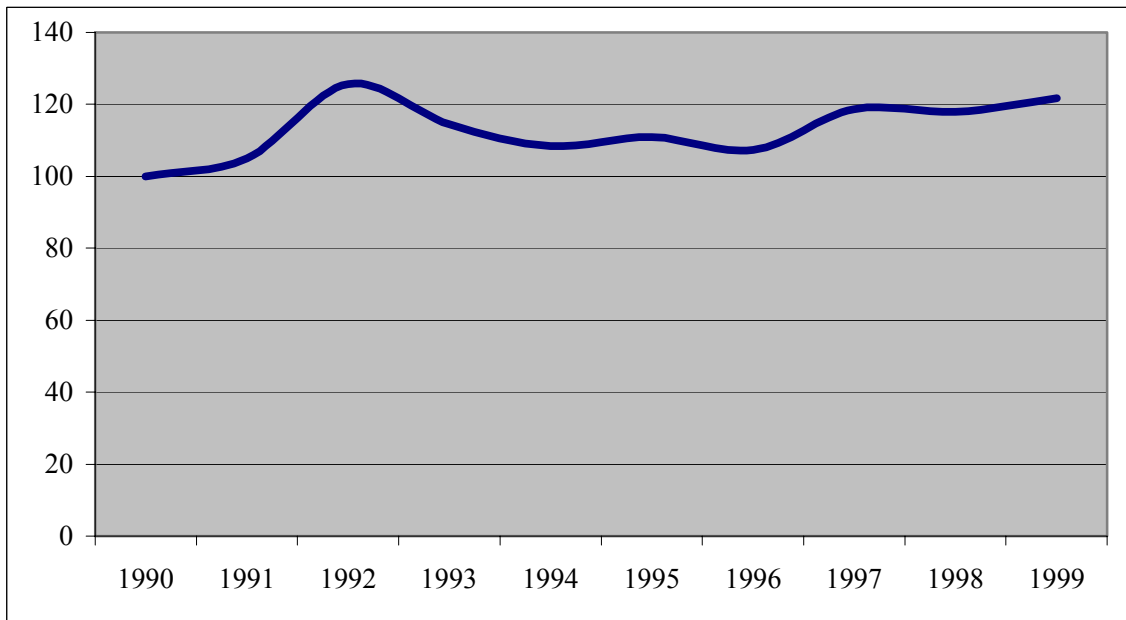
Período	Ilha	Fator 1	Fator 2	Fator 3	IGDE
1996	Santo Antão	0,114	0,307	0,210	50,769
	São Vicente	1,561	0,949	1,090	72,732
	São Nicolau	-1,242	1,120	2,597	52,676
	Sal	0,391	0,374	-0,385	50,939
	Boa Vista	-0,027	-0,885	-0,969	37,948
	Maio	0,034	-0,953	-0,537	40,376
	Santiago	0,245	-0,832	-1,128	40,146
	Fogo	-0,223	-0,185	-1,363	37,286
	Brava	-0,913	-0,026	0,042	38,013
1997	Santo Antão	0,111	0,303	0,209	50,712
	São Vicente	1,936	1,585	1,287	80,465
	São Nicolau	-0,857	-0,074	1,131	43,733
	Sal	0,391	0,374	-0,385	50,939
	Boa Vista	0,354	-0,844	-0,555	44,038
	Maio	-0,784	-0,636	1,637	44,351
	Santiago	0,169	-0,668	-1,247	39,567
	Fogo	-0,201	-0,386	-1,349	36,642
	Brava	-0,159	-1,010	0,320	42,406
1998	Santo Antão	1,067	0,530	0,093	60,852
	São Vicente	1,947	1,669	1,088	79,982
	São Nicolau	-0,714	0,000	-0,411	37,898
	Sal	0,391	0,374	-0,385	50,939
	Boa Vista	0,423	-0,846	-0,306	45,948
	Maio	-0,606	-0,647	1,980	47,798
	Santiago	0,478	-1,121	-0,691	43,324
	Fogo	0,140	0,411	-1,731	41,912
	Brava	-0,465	-0,640	0,514	41,999
1999	Santo Antão	0,974	-0,463	-0,031	54,669
	São Vicente	1,716	2,184	1,589	82,530
	São Nicolau	-0,606	0,778	0,378	46,522
	Sal	0,712	-0,126	-0,336	52,086
	Boa Vista	0,674	-0,862	-0,235	48,771
	Maio	-0,847	-0,441	1,416	43,532
	Santiago	0,577	-1,476	0,546	48,782
	Fogo	0,118	0,300	-1,390	42,858
	Brava	-0,188	-0,940	0,660	44,118
Peso relativo		0,469	0,282	0,248	

Fonte: Resultados da pesquisa.



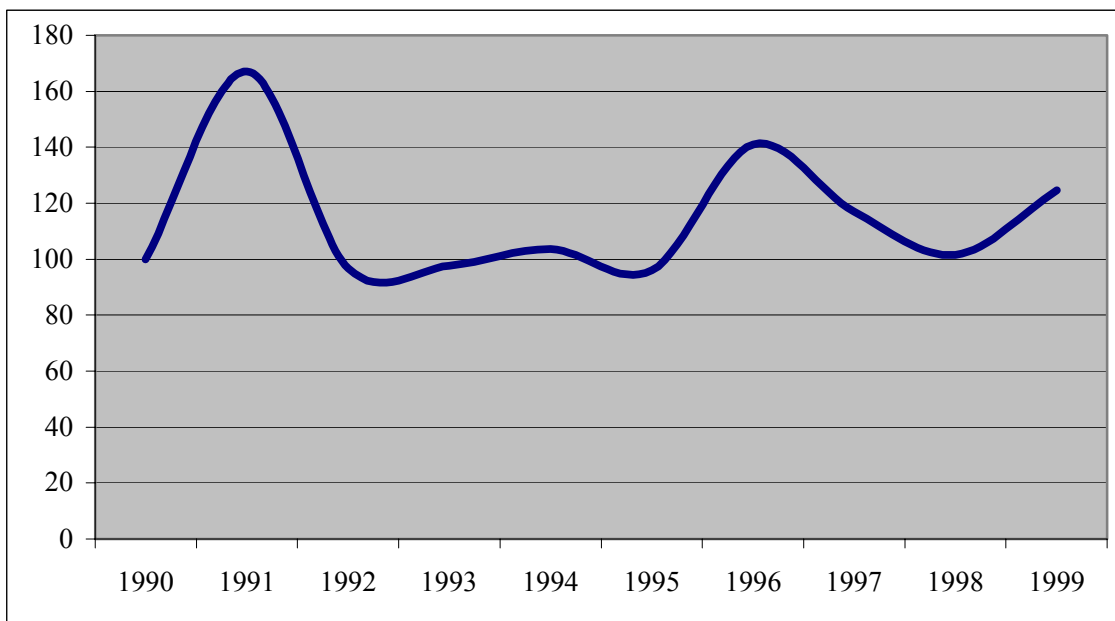
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 1A – Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha de Santo Antão, no período de 1990 a 1999.



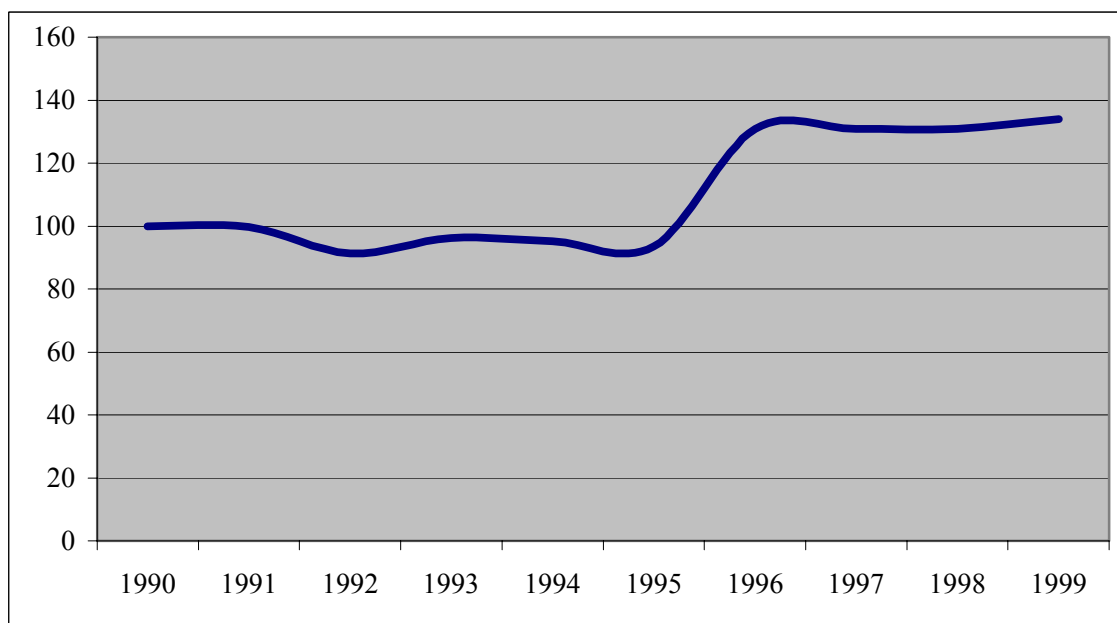
Fonte: Resultados da pesquisa

Figura 2A – Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha de São Vicente, no período de 1990 a 1999.



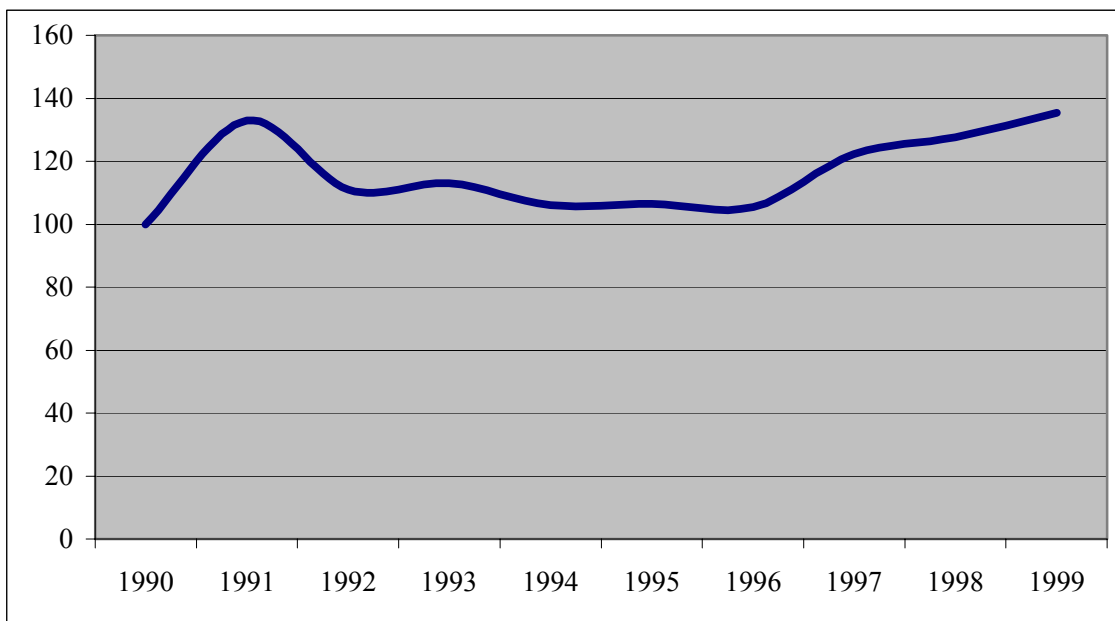
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 3A – Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha de São Nicolau, no período de 1990 a 1999.



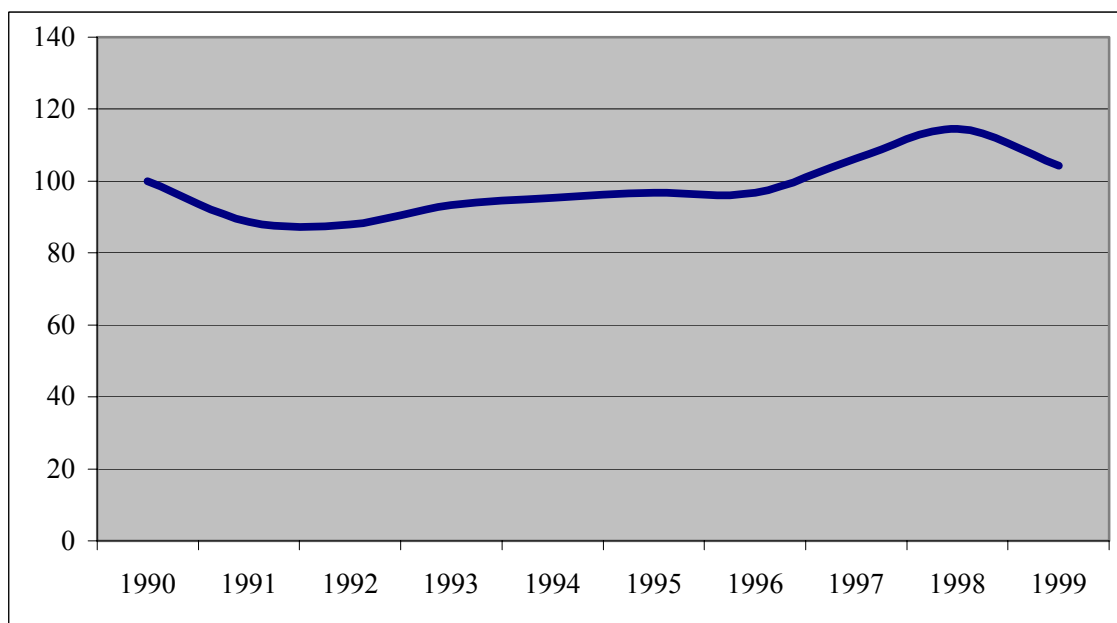
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 4A – Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha do Sal, no período de 1990 a 1999.



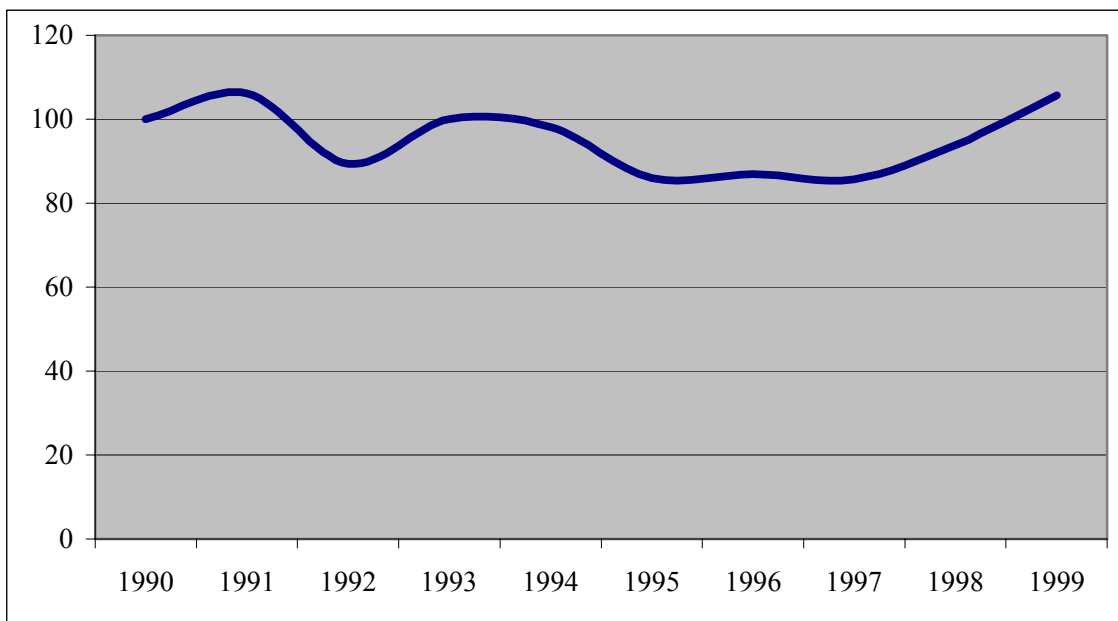
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 5A – Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha da Boa Vista, no período de 1990 a 1999.



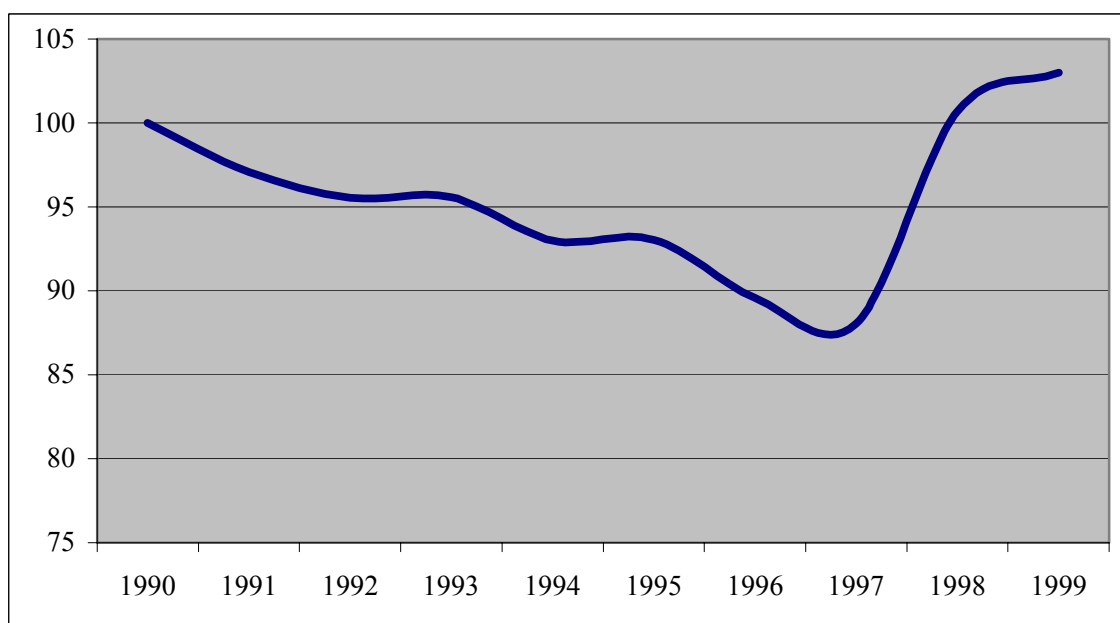
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 6A – Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha do Maio, no período de 1990 a 1999.



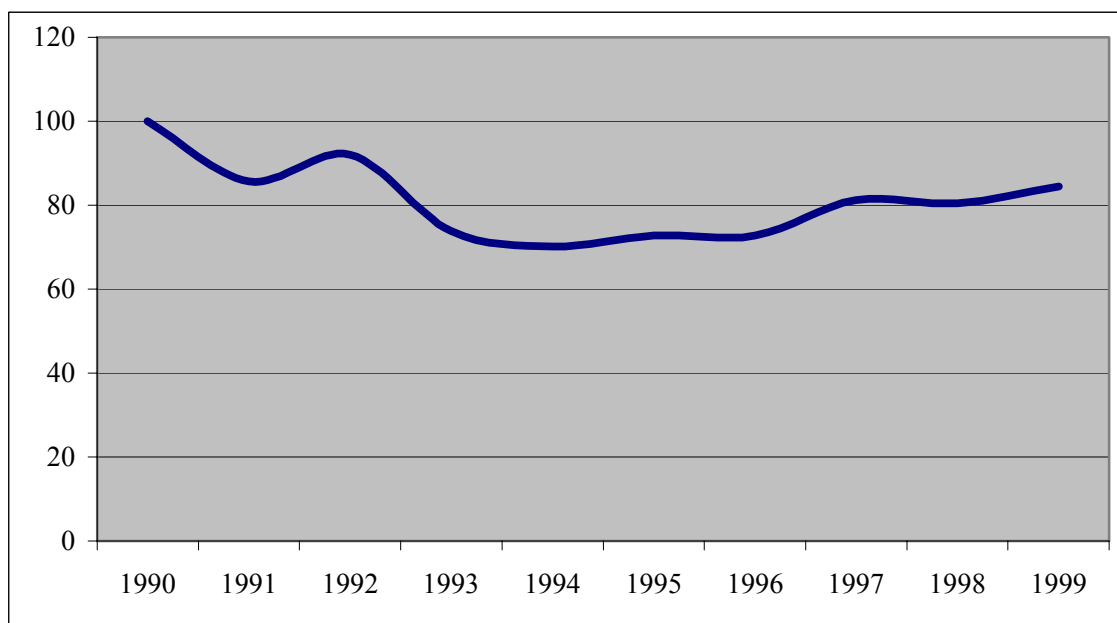
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 7A – Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha de Santiago, no período de 1990 a 1999.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 8A – Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha do Fogo, no período de 1990 a 1999.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 9A – Evolução da disponibilidade de estoque de recursos pesqueiros na ilha da Brava, no período de 1990 a 1999.

Tabela 2A – Escores fatoriais após a rotação ortogonal *varimax* dos dados da pesca nas ilhas de Cabo Verde, no período de 1990 a 1999

Período	Ilha	Fator 1	Fator 2	Fator 3
1990	Santo Antão	1,1259	-0,5254	-0,5233
	São Vicente	1,0942	-0,2244	1,6983
	São Nicolau	-0,4242	1,9951	-0,6639
	Sal	-0,5188	1,8417	-0,1613
	Boa Vista	-0,8221	-1,1637	-0,6290
	Maio	-0,7460	-0,3114	0,5312
	Santiago	0,1398	-0,1236	-0,5387
	Fogo	-0,2338	-0,4372	-0,6829
	Brava	-0,9966	0,0293	3,3235

Tabela 2A, Cont.

Período	Ilha	Fator 1	Fator 2	Fator 3
1991	Santo Antão	0,2694	-0,6918	-0,6316
	São Vicente	1,5245	-0,3190	1,3850
	São Nicolau	-0,9086	-0,3555	5,1447
	Sal	-0,6815	0,3760	-0,0922
	Boa Vista	-0,5837	-1,1129	1,2683
	Maio	-0,5544	0,7379	-0,6738
	Santiago	0,5339	-0,2537	-0,8756
	Fogo	-0,2987	-0,2571	-0,7503
	Brava	-0,8399	0,0819	1,4403
1992	Santo Antão	0,7027	-0,7097	-1,1461
	São Vicente	3,1645	-0,2811	0,5378
	São Nicolau	-0,4186	1,8852	-0,9514
	Sal	-0,5464	1,1422	-0,9287
	Boa Vista	-0,8746	-1,2618	0,2836
	Maio	-0,5314	1,5320	-0,6481
	Santiago	-0,2710	-1,0494	-0,7761
	Fogo	-0,2456	-0,3297	-1,0168
	Brava	-0,7957	-0,0626	1,9835
1993	Santo Antão	0,7594	-0,7294	-0,6751
	São Vicente	2,7640	0,5732	0,0527
	São Nicolau	-0,3320	2,4219	-0,9693
	Sal	-0,4833	0,7731	-0,7445
	Boa Vista	-0,9055	-1,3064	0,4901
	Maio	-0,5763	0,8109	-0,2106
	Santiago	0,1516	-1,1702	-0,7613
	Fogo	-0,3983	-0,7385	-0,7432
	Brava	-0,6206	0,2982	-0,2805
1994	Santo Antão	1,0436	-0,3552	-0,5760
	São Vicente	2,7455	-0,3631	-0,9315
	São Nicolau	-0,3049	1,6777	-0,7236
	Sal	-0,4929	1,8280	-0,6021
	Boa Vista	-0,8312	-0,9757	-0,1269
	Maio	-0,5212	0,8898	-0,1494
	Santiago	-0,0064	-1,1658	-0,5696
	Fogo	-0,4320	-0,6061	-0,8607
	Brava	-0,5638	1,0002	-0,6842

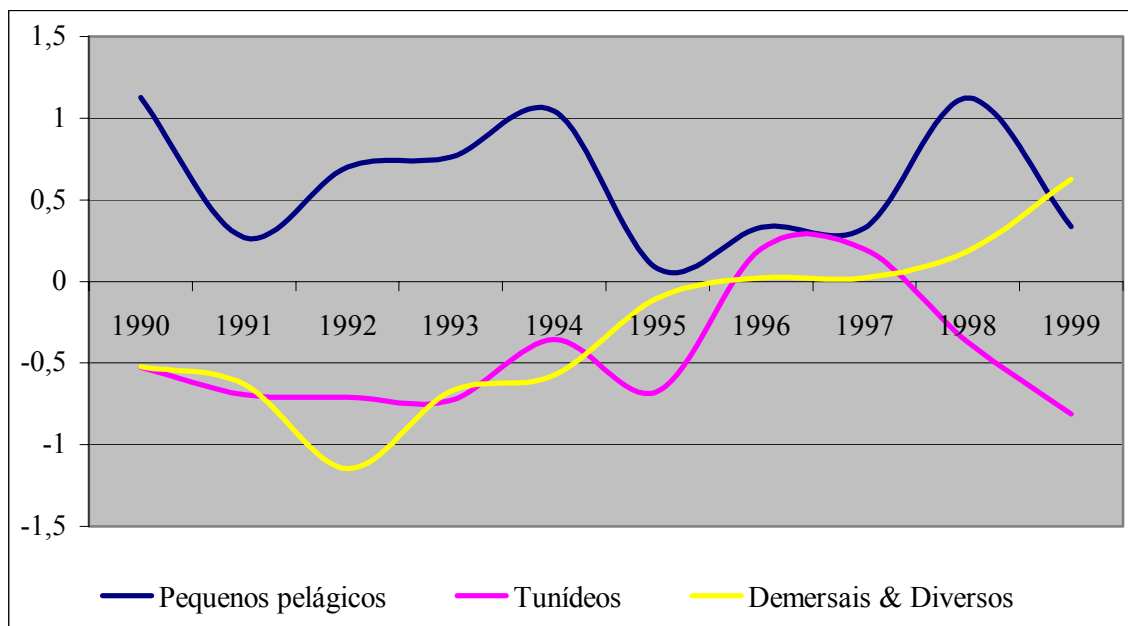
Tabela 2A, Cont.

Período	Ilha	Fator 1	Fator 2	Fator 3
1995	Santo Antão	0,0792	-0,6721	-0,1026
	São Vicente	2,3292	-0,2421	0,3842
	São Nicolau	-0,4327	1,9938	-0,9462
	Sal	-0,4827	1,5314	-0,8164
	Boa Vista	-0,8350	-0,9645	-0,0882
	Maio	-0,5957	0,3023	0,0260
	Santiago	-0,5033	-1,3760	-0,6325
	Fogo	-0,4020	-1,0774	-1,0151
	Brava	-0,6417	0,5182	-0,3101
1996	Santo Antão	0,3336	0,1991	0,0203
	São Vicente	1,9397	0,1719	0,8567
	São Nicolau	0,4209	2,9704	0,7349
	Sal	0,4604	-0,3411	-0,3358
	Boa Vista	-0,8219	-1,0032	-0,2004
	Maio	-0,7486	-0,7800	0,1726
	Santiago	-0,6284	-1,2546	-0,2382
	Fogo	-0,5353	-0,8546	-0,9621
	Brava	-0,6353	0,5766	-0,3150
1997	Santo Antão	0,3283	0,1985	0,0206
	São Vicente	2,6812	0,3396	0,7832
	São Nicolau	-0,4296	1,2519	0,5167
	Sal	0,4604	-0,3411	-0,3358
	Boa Vista	-0,4552	-0,9425	0,2238
	Maio	-0,6820	1,3109	1,2305
	Santiago	-0,5863	-1,2192	-0,4465
	Fogo	-0,6593	-0,9425	-0,8280
	Brava	-0,7617	-0,1105	0,7453
1998	Santo Antão	1,1211	-0,3697	0,1849
	São Vicente	2,7112	0,2351	0,5958
	São Nicolau	-0,5648	0,1619	-0,5776
	Sal	0,4604	-0,3411	-0,3358
	Boa Vista	-0,3640	-0,8186	0,4312
	Maio	-0,5042	1,4277	1,5542
	Santiago	-0,5912	-1,2257	0,3342
	Fogo	0,0651	-1,0737	-1,4243
	Brava	-0,6746	0,3614	0,5519

Tabela 2A, Cont.

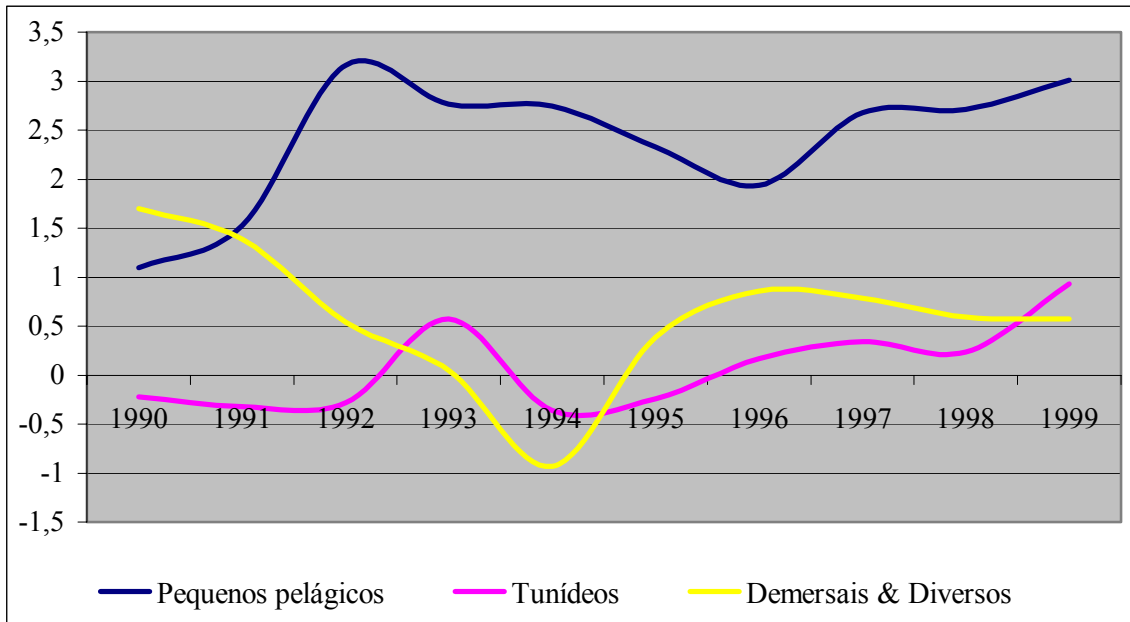
Período	Ilha	Fator 1	Fator 2	Fator 3
1999	Santo Antão	0,3346	-0,8114	0,6278
	São Vicente	3,0087	0,9275	0,5702
	São Nicolau	0,2036	0,9503	-0,4127
	Sal	0,3362	-0,7143	0,1125
	Boa Vista	-0,1895	-0,9313	0,5909
	Maio	-0,6287	1,2830	0,9355
	Santiago	-0,5445	-0,6051	1,4648
	Fogo	0,0348	-0,8778	-1,1240
	Brava	-0,6694	0,1642	0,9378

Fonte: Resultados da pesquisa.



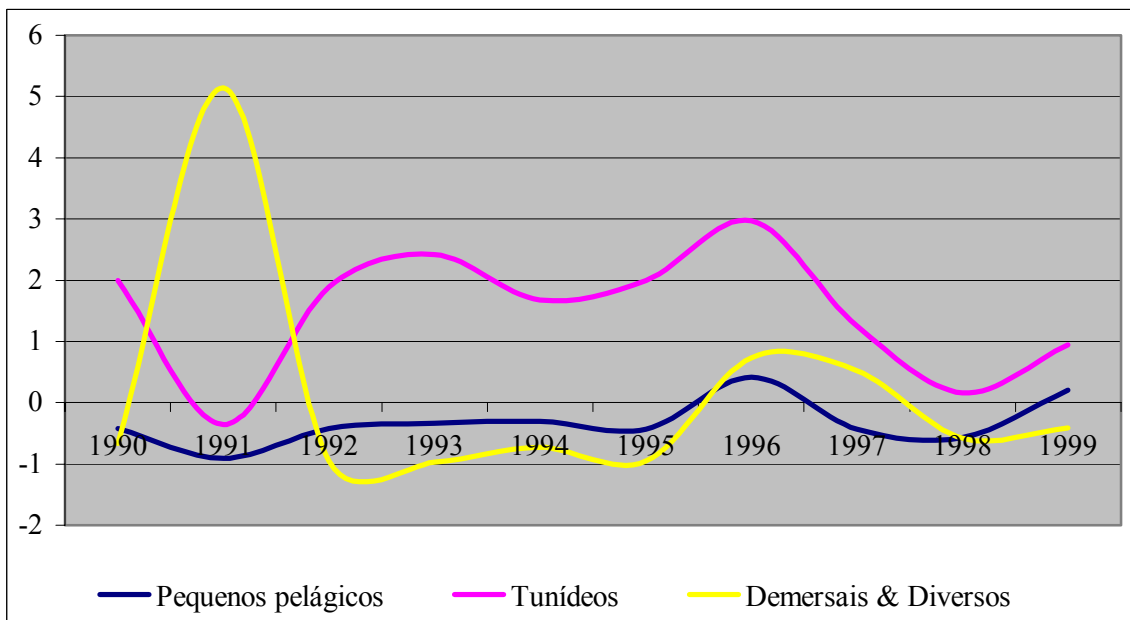
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 10A – Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha de Santo Antão, no período de 1990 a 1999.



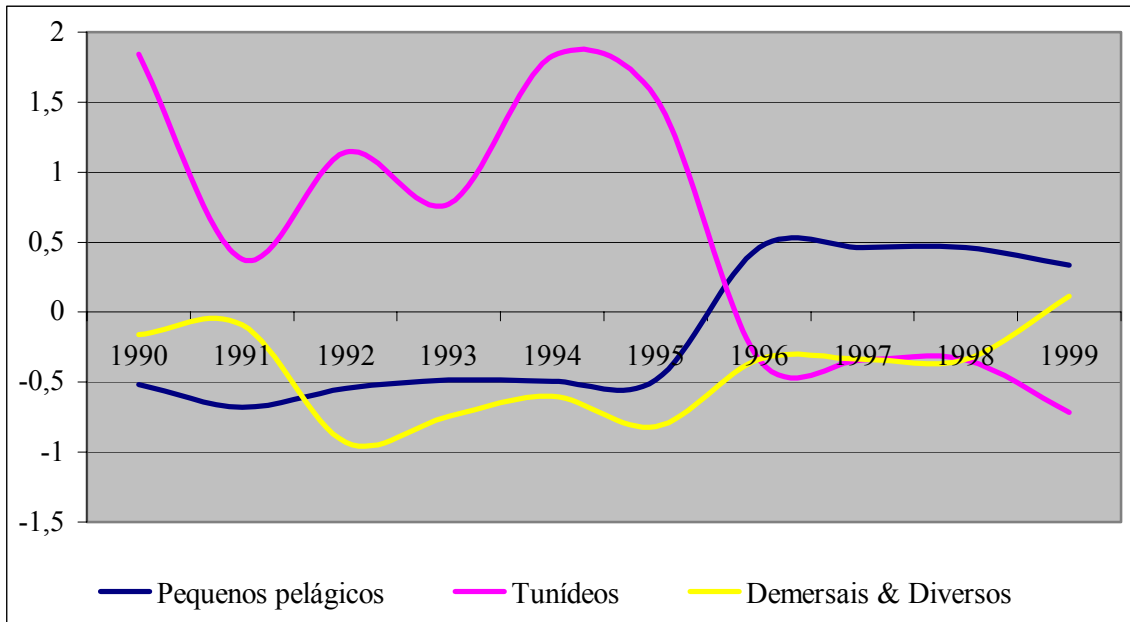
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 11A – Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha de São Vicente, no período de 1990 a 1999.



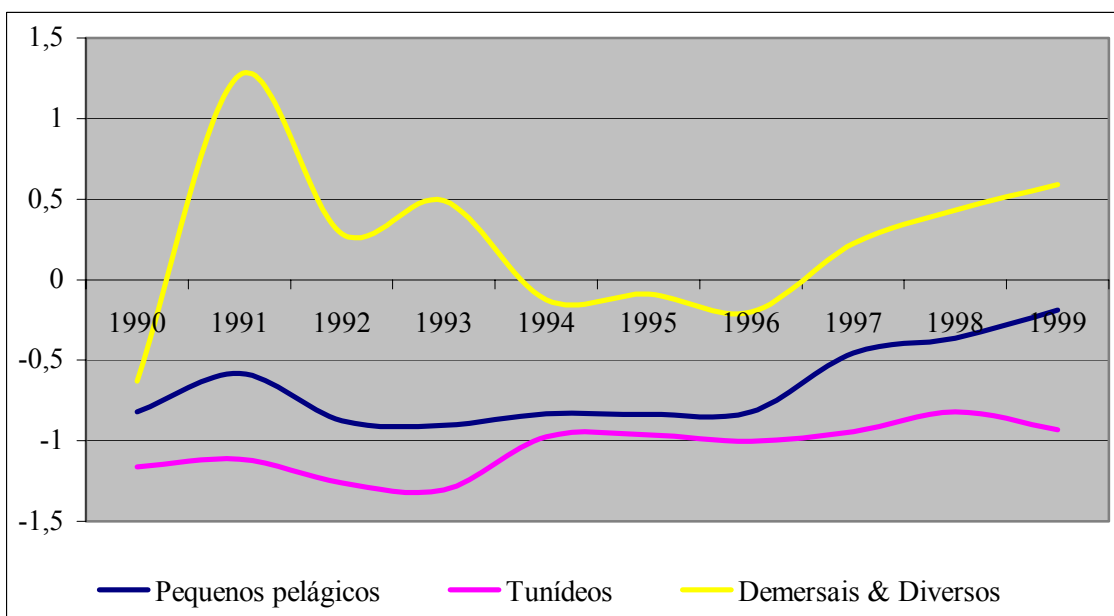
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 12A – Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha de São Nicolau, no período de 1990 a 1999.



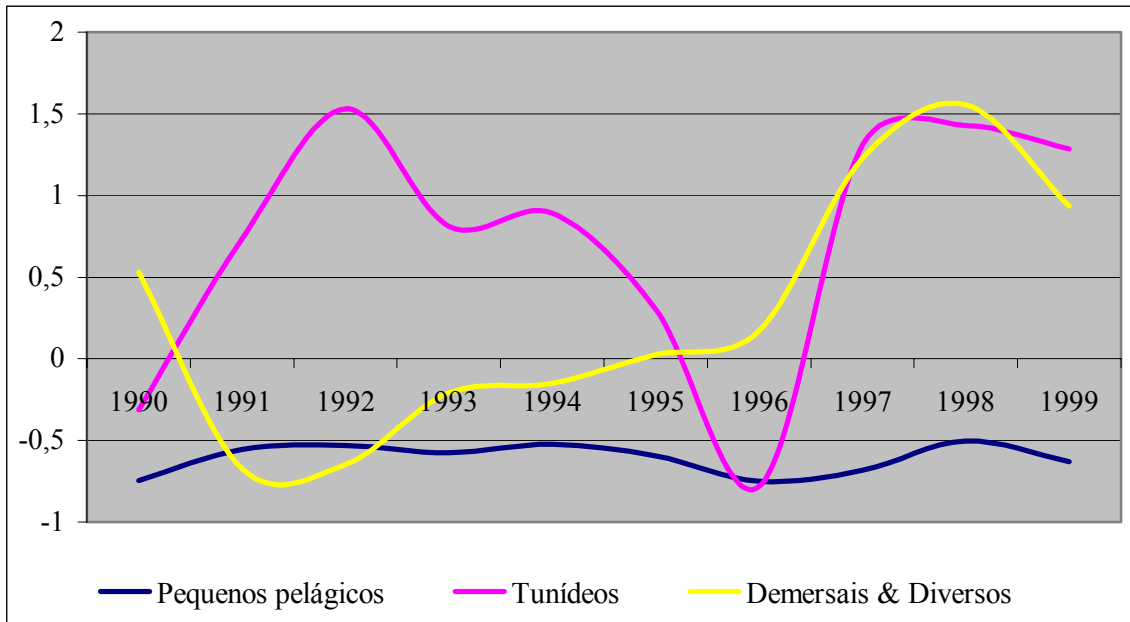
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 13A – Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha do Sal, no período de 1990 a 1999.



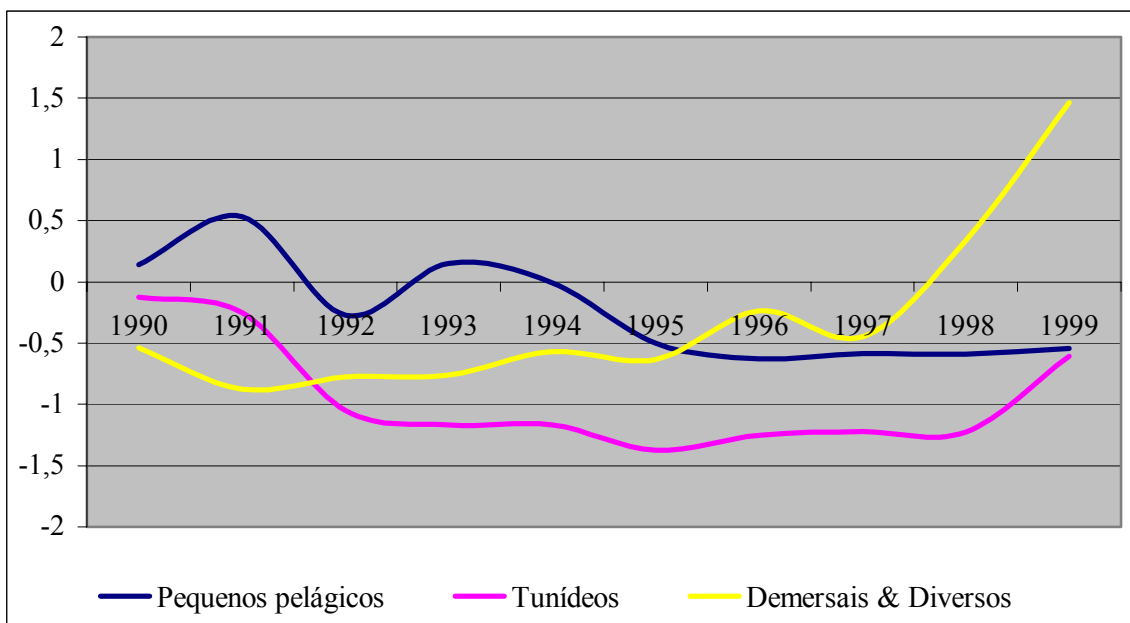
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 14A – Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha da Boa Vista, no período de 1990 a 1999.



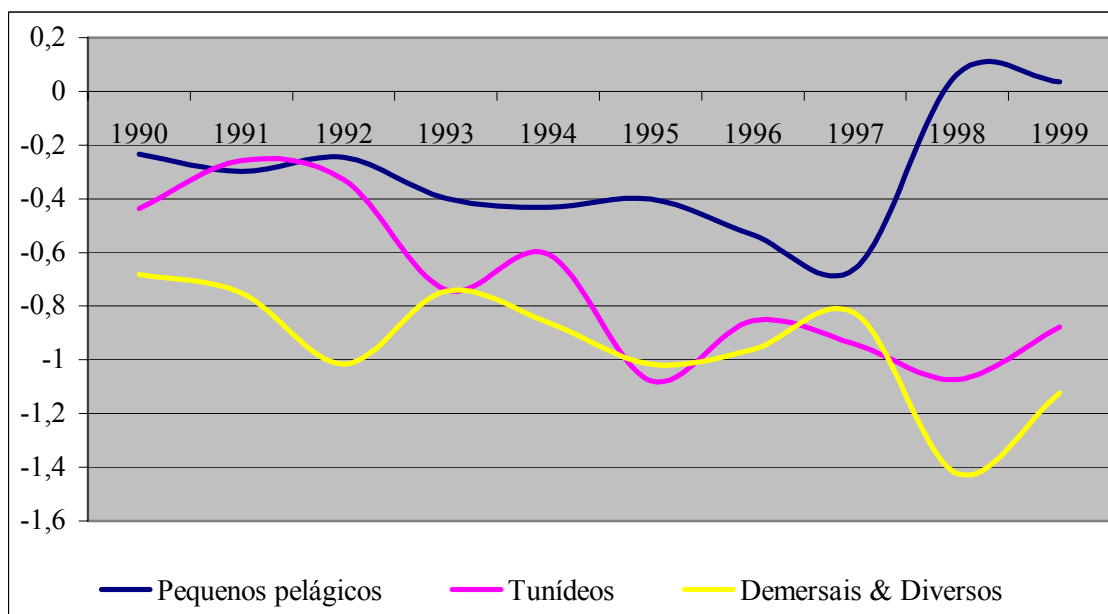
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 15A – Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha do Maio, no período de 1990 a 1999.



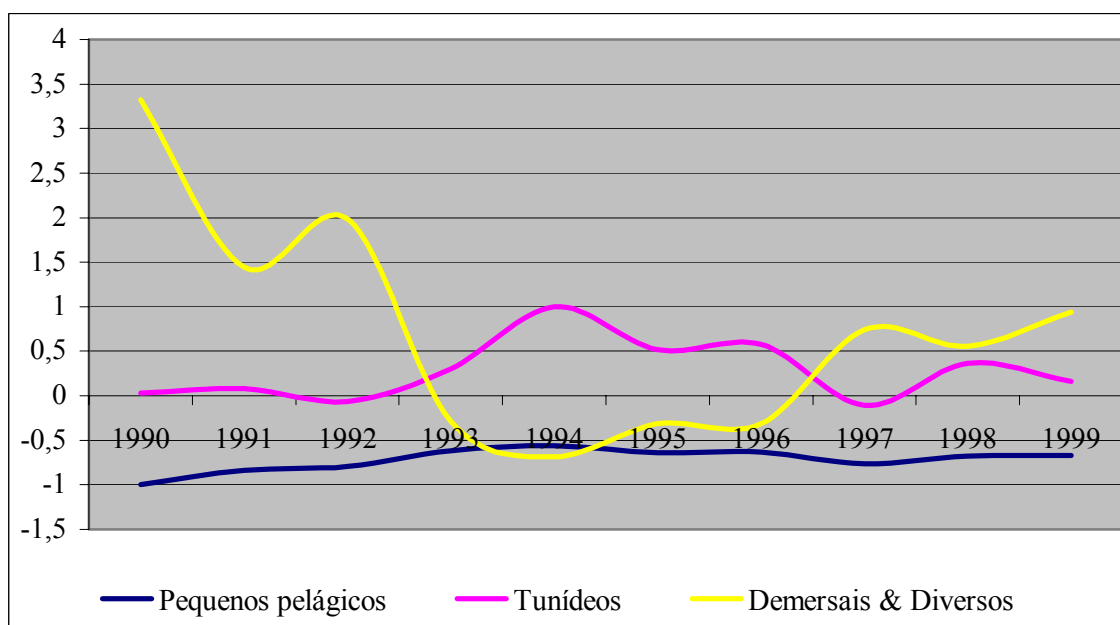
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 16A – Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha de Santiago, no período de 1990 a 1999.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 17A – Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha do Fogo, no período de 1990 a 1999.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 18A – Evolução dos escores fatoriais que representam a disponibilidade dos recursos pesqueiros na ilha da Brava, no período de 1990 a 1999.

Tabela 3A – Estatística descritiva dos escores fatoriais após a rotação ortogonal *varimax*, extraídos por meio de componentes principais, referentes aos dados da pesca em Cabo Verde, no período de 1990 a 1999

Fator	Indicador	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Fator 1	Média	43,46	51,07	41,60	40,67	38,36	39,33	44,94	47,38	51,45	52,57
	Desvio	22,99	21,23	29,09	24,11	24,85	24,56	17,20	17,66	18,36	17,41
	CV	0,53	0,41	0,67	0,59	0,65	0,62	0,38	0,37	0,36	0,33
Fator 2	Média	58,27	51,80	65,41	66,92	69,50	63,47	61,47	59,21	61,21	59,78
	Desvio	18,31	23,41	18,66	16,83	15,08	12,72	12,81	13,42	14,51	18,08
	CV	0,31	0,45	0,28	0,25	0,22	0,20	0,21	0,23	0,24	0,30
Fator 3	Média	39,25	41,06	31,59	29,89	29,287	28,32	33,49	36,79	34,80	40,22
	Desvio	23,10	26,05	18,82	16,26	14,366	16,36	24,85	21,66	21,42	18,30
	CV	0,59	0,63	0,59	0,54	0,491	0,58	0,74	0,59	0,62	0,45

Fonte: Resultados da pesquisa.

Obs. Os valores dos escores fatoriais foram transformados em índices variando de 0 a 100.
Desvio = desvio-padrão e CV = coeficiente de variação.

APÊNDICE B

Tabela 1B – Resultados do vetor de correção de erros estimados com dados mensais de captura e esforço na pesca em Cabo Verde, referentes ao período de janeiro de 1982 a dezembro de 2001

Parâmetros	VEC estimado <u>sem</u> restrição no vetor de co-integração		VEC estimado <u>com</u> restrição no vetor de co-integração	
CAP(-1)	1,0000		1,0000	
ESF(-1)	-0,9342 (-4,76198)		-1,0000	
C	-4,2107 (-2,29911)		-3,5962 (-151,270)	
Correção de erros	D(CAP)	D(ESF)	D(CAP)	D(ESF)
α	-0,74051 (-5,44817)	-0,12936 (-1,77173)	-0,75389 (-5,40434)	-0,12514 (-1,67031)
D(CAP(-1))	0,28290 (2,14404)	0,35694 (5,03609)	0,29570 (2,20413)	0,35486 (4,92507)
D(CAP(-2))	0,35836 (2,76988)	0,28301 (4,07227)	0,36668 (2,80893)	0,28142 (4,01393)
D(CAP(-3))	0,23117 (2,11173)	0,19626 (3,33767)	0,23425 (2,13029)	0,19482 (3,29895)
D(ESF(-1))	-0,58236 (-2,76770)	-1,00362 (-8,87960)	-0,63290 (-2,94376)	-1,00793 (-8,72902)
D(ESF(-2))	-0,52266 (-2,19906)	-0,73049 (-5,72168)	-0,55697 (-2,32570)	-0,73391 (-5,70604)
D(ESF(-3))	-0,26703 (-1,39798)	-0,32155 (-3,13387)	-0,28352 (-1,47990)	-0,32360 (-3,14503)
R^2	0,2459	0,4176	0,2435	0,4160
R^2 ajustado	0,2085	0,3888	0,2060	0,3870
F- estatística	6,575	1,446	6,490	14,365
<i>Log Likelihood</i>	145,185		145,141	
AIC	-1,890		-1,890	
SC	-1,512		-1,511	

Fonte: Resultados da pesquisa.

APÊNDICE C

ELASTICIDADES DE MORISHIMA

A elasticidade de substituição de Morishima possui relação com as elasticidades de substituição de Allen na classificação de fatores como substitutos ou complementares. De acordo com CHAMBERS (1988), dois fatores podem ser complementares pela elasticidade de substituição de Allen, mas substitutos pela elasticidade de substituição de Morishima. No entanto, se dois fatores são substitutos pela elasticidade de substituição de Allen, eles também o serão pela elasticidade de substituição de Morishima. Essas relações podem ser usadas para decidir a classificação de fatores em complementares e substitutos.

As elasticidades de substituição de Morishima não são simétricas, podendo ser calculadas da seguinte forma:

$$\sigma_{ij} = \frac{f_j}{X_i} \frac{F_{ij}}{F} - \frac{f_i}{X_j} \frac{F_{ji}}{F} \quad (1C)$$

$$\sigma_{ji} = \frac{f_i}{X_j} \frac{F_{ij}}{F} - \frac{f_j}{X_i} \frac{F_{ji}}{F} \quad (2C)$$

para $i, j = 1, 2, 3$; X_i é a quantidade média de cada fator; f_i , a derivada primeira da função de produção Translog; F , o determinante da matriz hessiana orlada da função de produção; e F_{ij} , o co-fator do elemento f_{ij} no determinante F . A elasticidade de substituição de Morishima é definida como a razão entre a mudança percentual na relação de fatores e a mudança percentual na taxa marginal de substituição entre X_i e X_j , mantendo-se constante o nível de produção e todas as outras taxas marginais de substituição. Para maiores detalhes sobre as elasticidades de substituição de fatores, ver LIMA (2000).

Tabela 1C – Elasticidades de substituição de Morishima na pesca em Cabo Verde, estimadas com base na função média

Período	Elasticidades de substituição de Morishima					
	σ_{12}	σ_{21}	σ_{13}	σ_{31}	σ_{23}	σ_{32}
1990	0,4688	-0,1046	-0,2676	-0,2232	0,3059	0,4244
1991	0,5689	-0,0461	-0,3182	-0,1000	0,2967	0,3507
1992	0,3754	-0,0916	-0,2012	-0,2350	0,2659	0,4092
1993	0,2651	-0,0284	-0,1168	-0,1823	0,1766	0,3306
1994	0,1792	0,0202	-0,0624	-0,1269	0,0966	0,2437
1995	0,1637	0,0294	-0,0436	-0,1304	0,0906	0,2505
1996	0,1993	0,0108	-0,0897	-0,1136	0,0988	0,2231
1997	0,2356	0,0001	-0,1300	-0,0922	0,1056	0,1979
1998	0,2527	-0,0006	-0,1637	-0,0413	0,0897	0,1304
1999	0,1736	0,0109	-0,1026	-0,0561	0,0601	0,1271

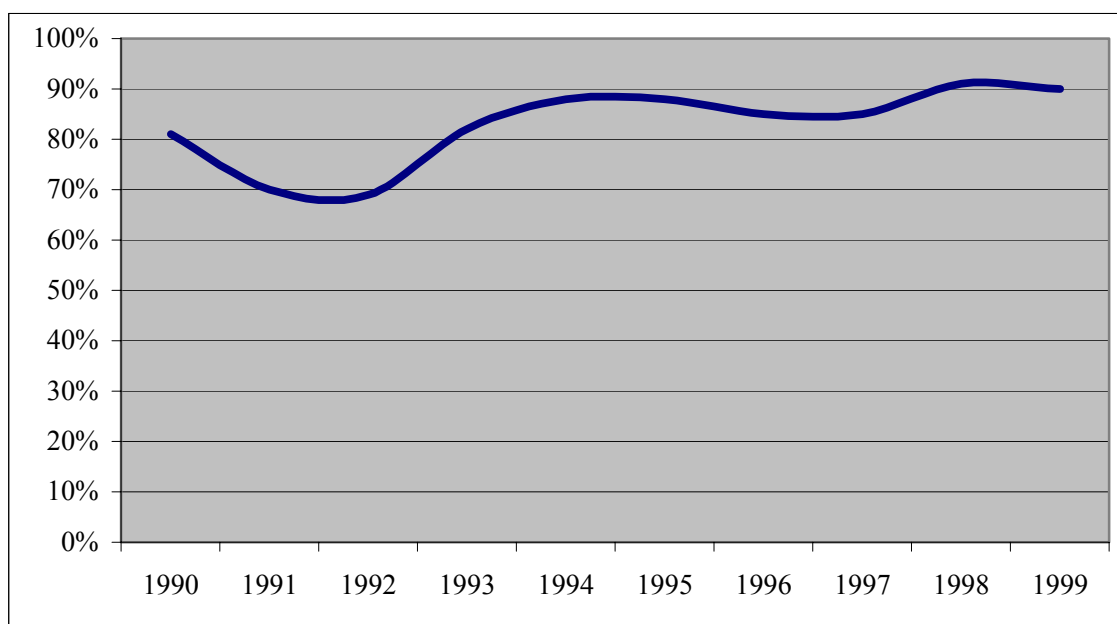
Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 2C – Elasticidades de substituição de Morishima na pesca em Cabo Verde, estimadas com base na função metafronteira

Período	Elasticidades de substituição de Morishima					
	σ_{12}	σ_{21}	σ_{13}	σ_{31}	σ_{23}	σ_{32}
1990	0,7831	1,0830	0,5381	0,7730	0,2382	0,5482
1991	0,7900	1,0743	0,4810	0,7473	0,1967	0,5237
1992	0,7817	1,0821	0,5377	0,7732	0,2372	0,5461
1993	0,7717	1,0768	0,5110	0,7605	0,2059	0,5221
1994	0,7449	1,0691	0,4896	0,7473	0,1654	0,4872
1995	0,7359	1,0796	0,5398	0,7688	0,1961	0,5069
1996	0,7595	1,0538	0,4180	0,7171	0,1237	0,4604
1997	0,7679	1,0410	0,3653	0,6941	0,0922	0,4391
1998	0,7947	1,0142	0,2653	0,6523	0,0458	0,4078
1999	0,8388	0,9983	0,1876	0,6236	0,0281	0,4027

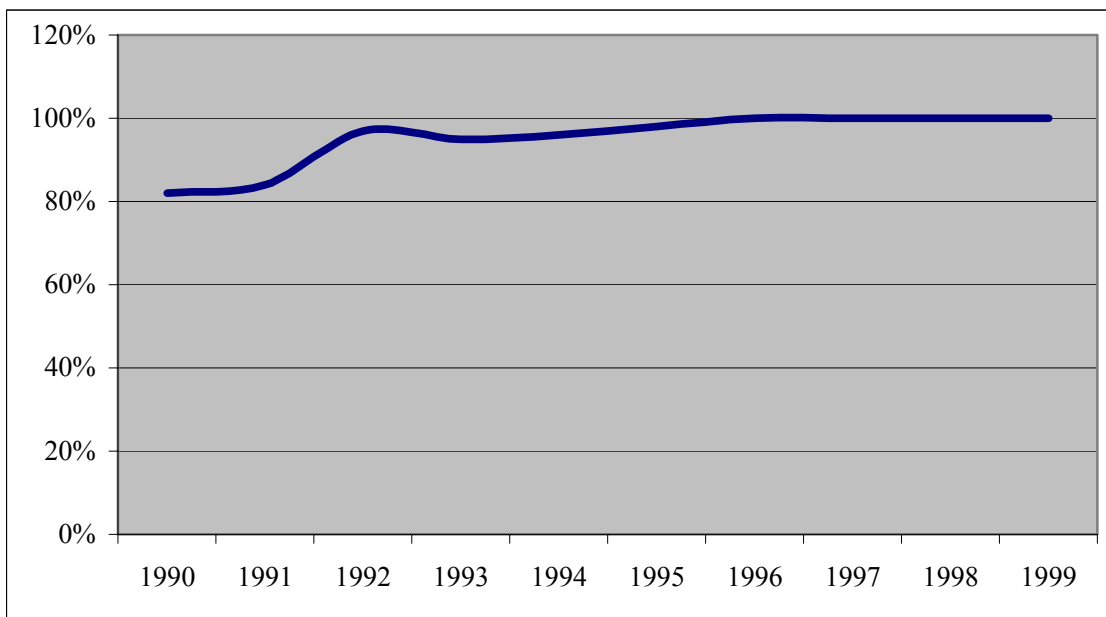
Fonte: Resultados da pesquisa.

APÊNDICE D



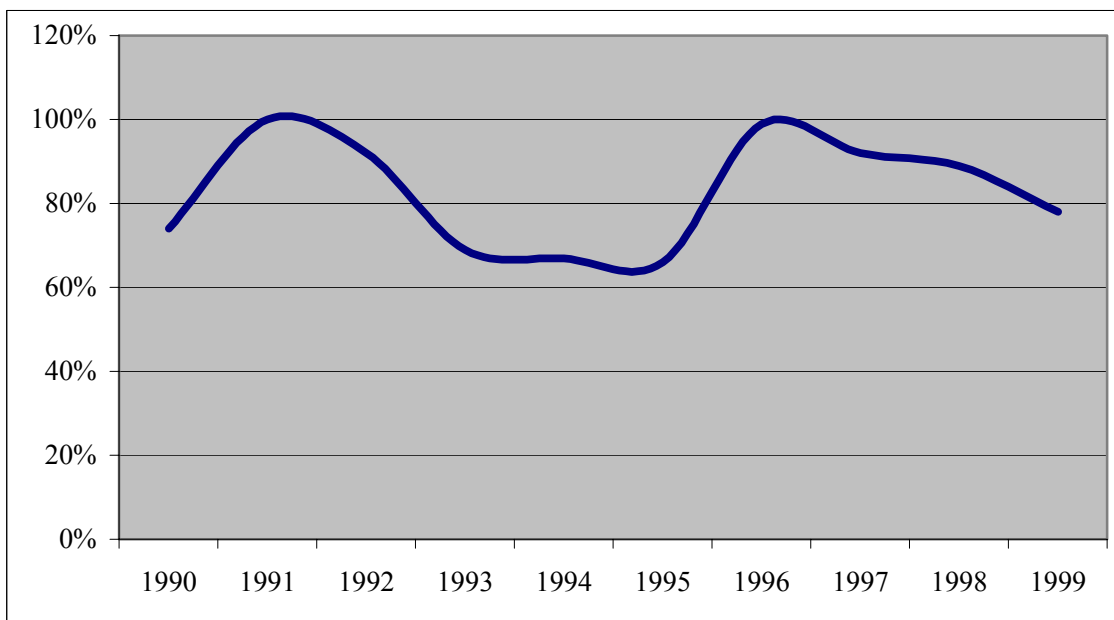
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 1D – Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha de Santo Antão, no período de 1990 a 1999.



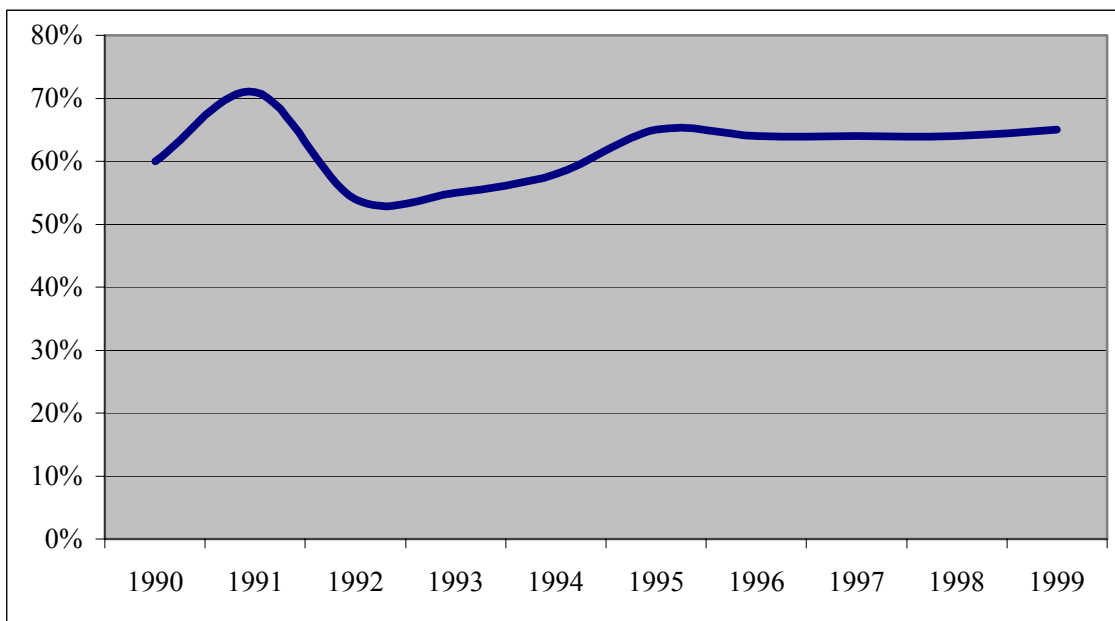
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 2D – Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha de São Vicente, no período de 1990 a 1999.



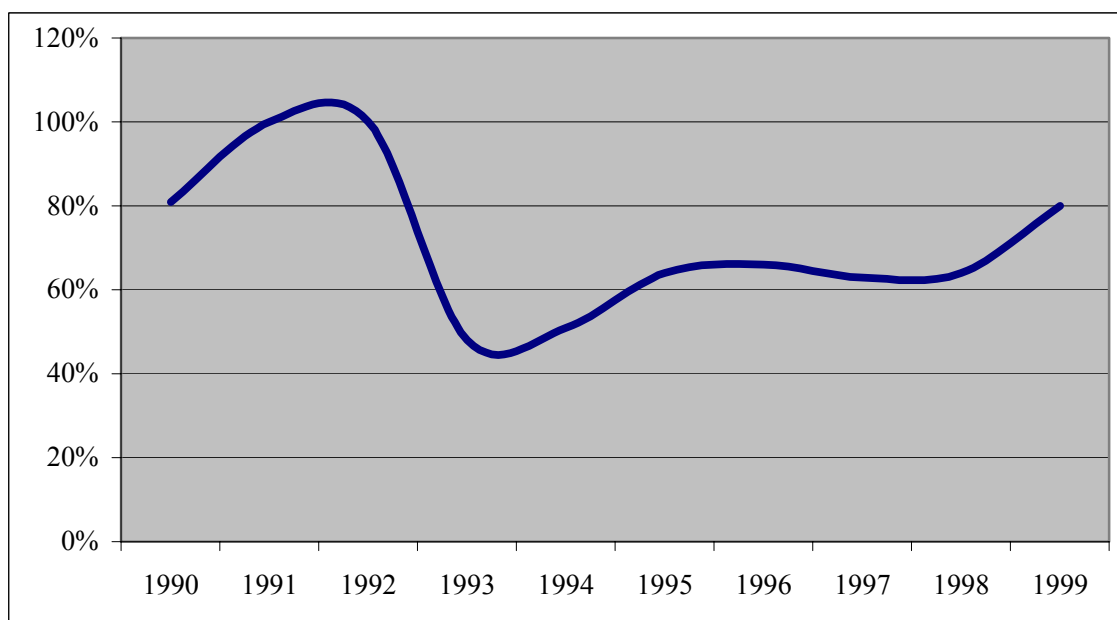
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 3D – Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha de São Nicolau, no período de 1990 a 1999.



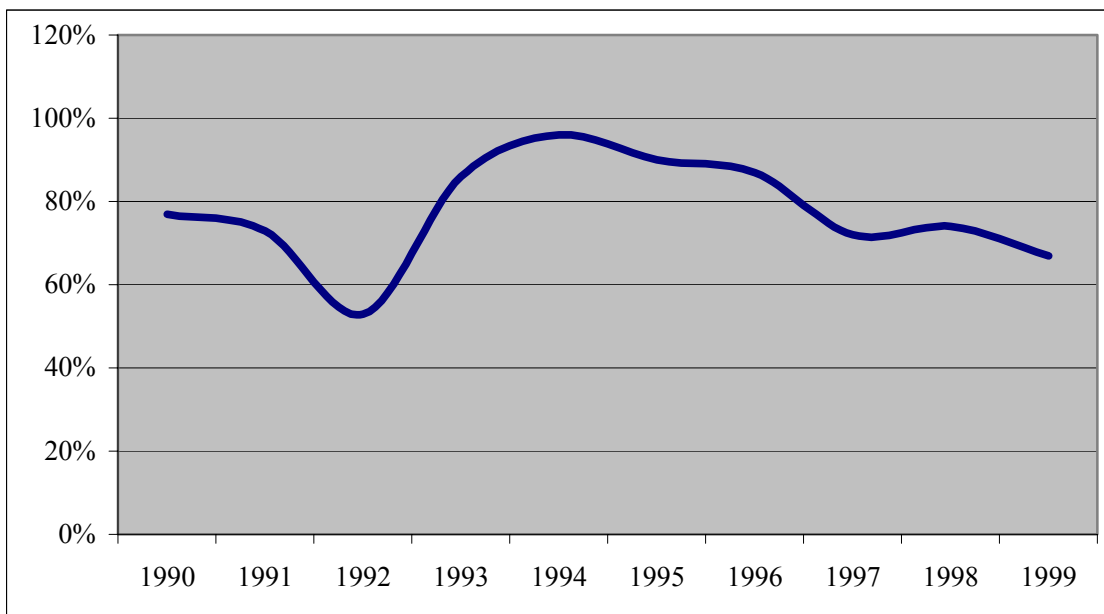
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 4D – Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha do Sal, no período de 1990 a 1999.



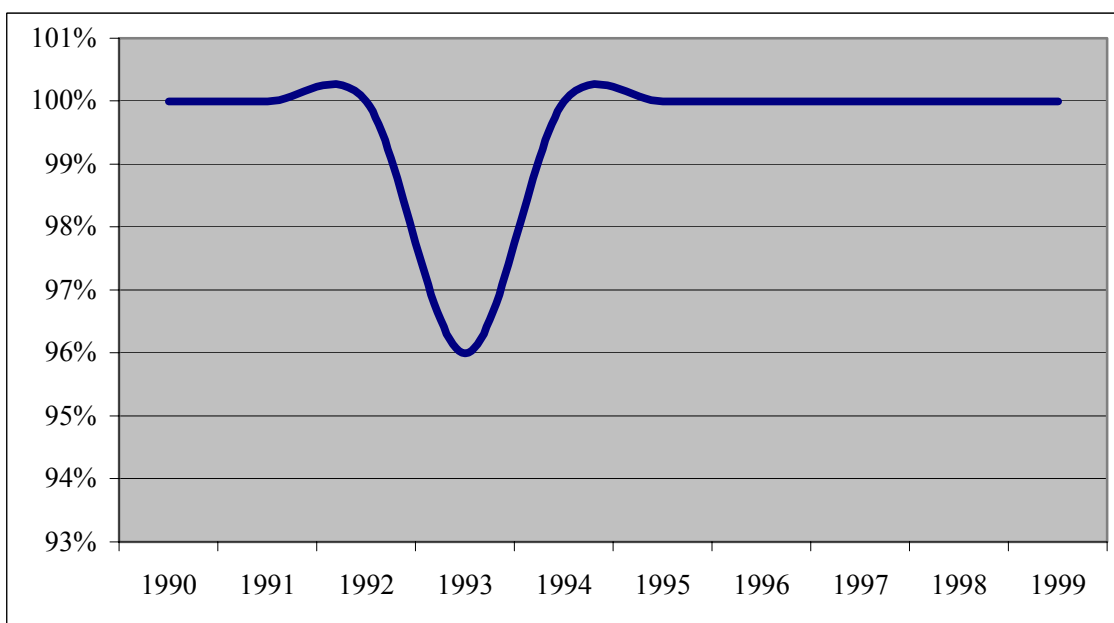
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 5D – Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha da Boa Vista, no período de 1990 a 1999.



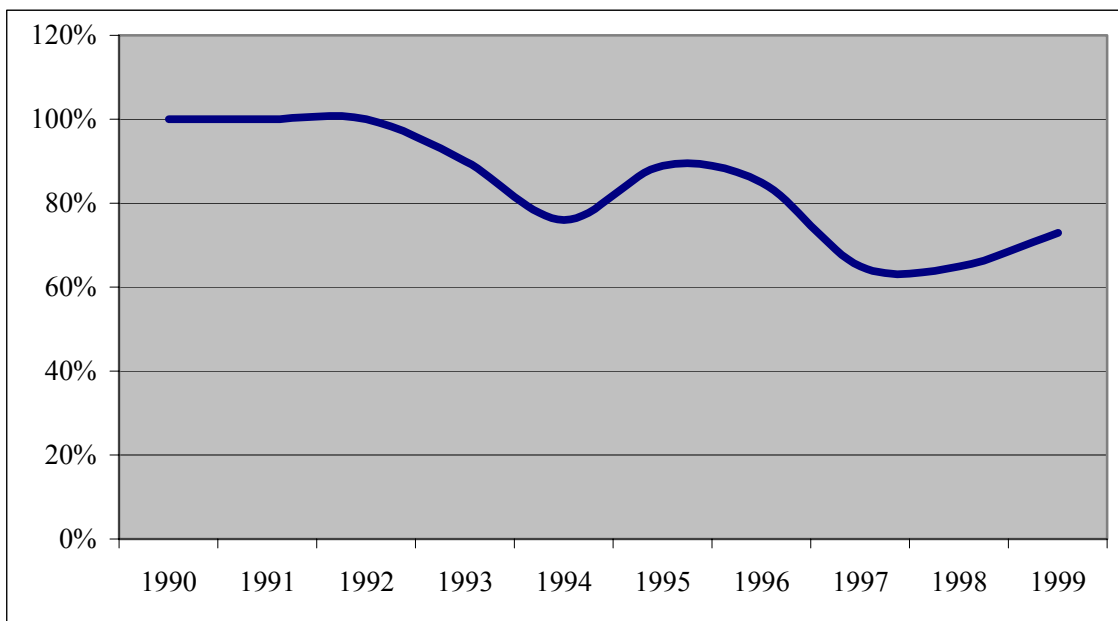
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 6D – Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha do Maio, no período de 1990 a 1999.



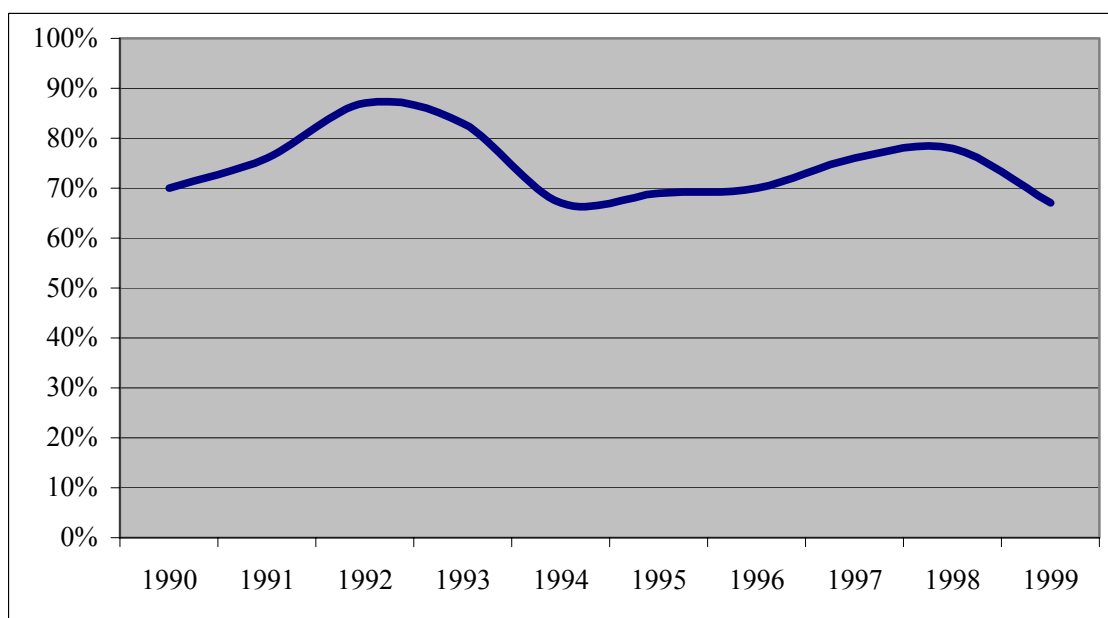
Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 7D – Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha de Santiago, no período de 1990 a 1999.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 8D – Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha do Fogo, no período de 1990 a 1999.



Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 9D – Evolução da utilização da capacidade de pesca na ilha da Brava, no período de 1990 a 1999.