

ANTÓNIO JOSÉ MEDINA DOS SANTOS BAPTISTA

**PROGRESSO TECNOLÓGICO, MUDANÇAS NA EFICIÊNCIA
E PRODUTIVIDADE NA PESCA ARTESANAL EM CABO VERDE,
NA DÉCADA DE 90**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2002

ANTÓNIO JOSÉ MEDINA DOS SANTOS BAPTISTA

**PROGRESSO TECNOLÓGICO, MUDANÇAS NA EFICIÊNCIA
E PRODUTIVIDADE NA PESCA ARTESANAL EM CABO VERDE,
NA DÉCADA DE 90**

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

APROVADA: 26 de julho de 2002.

Henrique Tomé da Costa Mata

Brício dos Santos Reis

João Eustáquio de Lima

Adriano Provezano Gomes
(Conselheiro)

José Euclides Alhadas Cavalcanti
(Orientador)

*A meus pais.
A Thais Emilia e Teresa Emilia.
À Carminha.*

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 José Euclides Alhadas Cavalcanti, pela orientação oportuna, pelo apoio permanente, pela participação, pela paciência, pela amizade e pela compreensão.

Aos professores Wilson da Cruz Vieira, Adriano Provezano Gomes, Henrique Tomé da Costa Mata, João Eustáquio de Lima e Brício dos Santos Reis, 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.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Considerações iniciais	1
1.2. O problema e sua importância	2
1.2.1. Contextualização do problema	2
1.2.2. O problema	7
1.3. Objetivos	8
2. METODOLOGIA	9
2.1. Modelo teórico	9
2.2. Modelo analítico	13

	Página
2.2.1. Análise envoltória de dados	14
2.2.2. Abordagem intertemporal da eficiência	23
2.2.3. O índice Malmquist de produtividade total de fatores	25
2.3. Dados utilizados no estudo e procedimentos	31
2.3.1. Procedimentos	32
2.4. Descrição da área de estudo	34
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
3.1. Análise intertemporal da eficiência	36
3.1.1. Análise intertemporal dos dados em painel	36
3.1.2. Análise intertemporal do <i>window analysis</i>	44
3.1.2.1. Ilha de Santo Antão	44
3.1.2.2. Ilha de São Vicente	46
3.1.2.3. Ilha de São Nicolau	48
3.1.2.4. Ilha do Sal	49
3.1.2.5. Ilha da Boa Vista	51
3.1.2.6. Ilha do Maio	53
3.1.2.7. Ilha de Santiago	54
3.1.2.8. Ilha do Fogo	56
3.1.2.9. Ilha da Brava	58
3.2. Índice Malmquist de produtividade total dos fatores	60
4. RESUMO E CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

APÊNDICE	85
----------------	----

LISTA DE TABELAS

		Página
1	Escores de eficiência técnica das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, estimados pela abordagem intertemporal com dados em painel, no período de 1990 a 1999	37
2	Retornos à escala na produção da pesca artesanal das ilhas de Cabo Verde, estimados pela abordagem intertemporal com dados em painel, no período de 1990 a 1999	41
3	Escores de eficiência técnica da ilha de Santo Antão, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do <i>window analysis</i>	45
4	Escores de eficiência técnica da ilha de São Vicente, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do <i>window analysis</i>	46
5	Escores de eficiência técnica da ilha de São Nicolau, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do <i>window analysis</i>	48
6	Escores de eficiência técnica da ilha do Sal, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do <i>window analysis</i>	50

7	Escores de eficiência técnica da ilha da Boa Vista, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do <i>window analysis</i>	52
8	Escores de eficiência técnica da ilha do Maio, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do <i>window analysis</i>	53
9	Escores de eficiência técnica da ilha de Santiago, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do <i>window analysis</i>	55
10	Escores de eficiência técnica da ilha do Fogo, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do <i>window analysis</i>	56
11	Escores de eficiência técnica da ilha da Brava, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do <i>window analysis</i>	58
12	Médias dos escores de eficiência das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999, estimada pela abordagem intertemporal	61
13	Mudanças na eficiência das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999	62
14	Mudanças na tecnologia das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999	64
15	Mudanças na produtividade das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999	66
16	Ilhas de Cabo Verde responsáveis pelo deslocamento da fronteira tecnológica na produção artesanal do pescado, no período de 1990 a 1999	70
1A	Dados utilizados no estudo	86
2A	Funções distância referentes a período t e tecnologia t - $d_0^t(x_t, y_t)$	89
3A	Funções distância referentes a período t e tecnologia s - $d_0^s(x_t, y_t)$	89

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Ilustração das medidas de eficiência técnica e alocativa, orientação-insumo (a), orientação-produto (b)	12
2 Ilustração de retornos à escala com orientação-produto	19
3 Ilustração de envoltória com orientação-produto e presença de folgas	21
4 Ilustração das medidas de mudanças na produtividade	29
5 Mapa do arquipélago de Cabo Verde	35
6 Evolução da eficiência técnica das ilhas de Cabo Verde, estimada pela abordagem intertemporal com os dados em painel, no período de 1990 a 1999	39
7 Evolução da eficiência técnica da ilha de Santo Antão, no período de 1990 a 1999	45
8 Evolução da eficiência técnica da ilha de São Vicente, no período de 1990 a 1999	47
9 Evolução da eficiência técnica da ilha de São Nicolau, no período de 1990 a 1999	49

	Página
10	Evolução da eficiência técnica da ilha do Sal, no período de 1990 a 1999 51
11	Evolução da eficiência técnica da ilha da Boa Vista, no período de 1990 a 1999 52
12	Evolução da eficiência técnica da ilha do Maio, no período de 1990 a 1999 54
13	Evolução da eficiência técnica da ilha de Santiago, no período de 1990 a 1999 55
14	Evolução da eficiência técnica da ilha do Fogo, no período de 1990 a 1999 57
15	Evolução da eficiência técnica da ilha da Brava, no período de 1990 a 1999 59
16	Mudanças na eficiência das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999 64
17	Mudanças na tecnologia das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999 65
18	Índices de produtividade das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999 66
19	Médias dos índices de mudanças na eficiência, tecnologia e produtividade das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999 69

RESUMO

BAPTISTA, António José Medina dos Santos, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2002. **Progresso tecnológico, mudanças na eficiência e produtividade na pesca artesanal em Cabo Verde, na década de 90.** Orientador: José Euclides Alhadas Cavalcanti. Conselheiros: Adriano Provezano Gomes e Wilson da Cruz Vieira.

Este estudo utilizou a abordagem não-paramétrica de análise envoltória de dados na análise das mudanças na produtividade, do progresso tecnológico e das mudanças na eficiência das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999. Por meio do painel de dados disponível nos boletins estatísticos do Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (INDP), desenvolveu-se uma análise intertemporal da eficiência técnica das ilhas, utilizando-se a abordagem "intertemporal" dos dados em painel e a abordagem do *window analysis*. Mediante abordagem intertemporal dos dados em painel, analisaram-se a existência de ineficiência de escala e a natureza dos retornos à escala, e pela abordagem do *window analysis*, analisaram-se a sensibilidade, a estabilidade e a tendência dos escores de eficiência estimados em cada ilha. Na análise da produtividade total dos fatores utilizou-se o índice Malmquist de produtividade, calculado pelas funções distância estimadas pela abordagem não-paramétrica de análise envoltória de dados, que permitiu a sua decomposição em

mudanças na eficiência e mudanças na tecnologia. Os resultados da análise demonstraram que houve diferenças significativas no nível de eficiência técnica entre as ilhas e na produção artesanal do pescado. As ilhas de São Vicente e Santiago foram as mais eficientes enquanto que a ilha da Boa Vista a mais ineficiente. Constatou-se que grande parte das ilhas opera com ineficiência de escala, devido à presença de retornos crescentes à escala. Esses resultados indicam que os níveis de eficiência podem ser melhorados por meio de aumentos nos níveis de fatores de produção dessas ilhas (aumento na escala de produção). Entretanto, em algumas ilhas, notadamente as de São Vicente, São Nicolau, Sal, Santiago e Brava, esta política deve ser aplicada com certa cautela, visto que elas apresentaram retornos decrescentes à escala em algum período da análise, o que pode ser interpretado, de certa forma, como indicador de queda no estoque/disponibilidade de recursos pesqueiros. Os resultados indicam indícios de que a produção das embarcações semi-industriais possa estar afetando a sustentabilidade do estoque de recursos pesqueiros em algumas ilhas onde essas embarcações atuam. A análise, pela técnica do *window analysis*, indicou que algumas ilhas demonstraram tendência de crescimento nos escores de eficiência no período e que, em grande parte delas, os escores de eficiência ficaram estáveis e pouco sensíveis a mudanças nas unidades que formaram a fronteira eficiente de referência para análise. A análise da produtividade total dos fatores, pelo uso do índice Malmquist de produtividade, demonstrou que houve crescimento na produtividade total dos fatores durante o período, determinado, principalmente, pelo progresso tecnológico verificado no período. Há grande potencial de aumento na produção da pesca artesanal, e as ilhas de Santiago e São Vicente devem servir de *benchmark* para as demais ineficientes. As políticas de promoção do setor devem ser diferenciadas entre as ilhas, visto que existem diferenças nos retornos à escala, na eficiência e no progresso tecnológico.

ABSTRACT

BAPTISTA, António José Medina dos Santos, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2002. **Technological progress, efficiency and productivity changes in the artisanal fisheries at Cape Verde over the 90-decade.** Adviser: José Euclides Alhadas Cavalcanti. Committee Members: Adriano Provezano Gomes and Wilson da Cruz Vieira.

In this study was applied the non-parametric approach of the data envelopment analysis in analyzing the productivity changes, technological progress, and the changes in efficiency of the artisanal fishing production in the Cabo Verde islands, over the period from 1990 to 1999. Using the panel data available in the statistical bulletins of the Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (INDP), an intertemporal analysis of the technical efficiency in the islands was developed, by using the intertemporal approach of the panel data and the window analysis approach. Upon the intertemporal approach of the panel data, the existence of scale inefficiency and the nature of the returns to scale were analyzed, while the sensibility, the stability, and the tendency of the efficiency scores estimated in each island over the period were analyzed by the window analysis approach. In analyzing the total factor productivity, the Malmquist productivity index was used and calculated by the distance functions estimated by the non-parametric approach of the data envelopment analysis, that allowed for the decomposition of these factors into both efficiency and technological

changes. The results of the analysis showed that there were significant differences in the level of technical efficiency in the artisanal fishing production among the islands, over the analyzed period. The islands São Vicente and Santiago were the most efficient ones during the period, whereas Boa Vista island was the most inefficient one. It was verified that great part of the islands operates with inefficiency of scale due to the presence of increasing returns to scale. These results point out the efficiency levels might be improved through increases in the levels of the production factors in these islands (increase in the production scale). However, in some islands, mainly São Vicente, São Nicolau, Sal, Santiago, and Brava, this policy should be cautiously applied, since they showed decreasing returns to scale at some period of the analysis, which may be interpreted, in a certain way, as an indicator of decline in the stock/availability of fisheries resources. The results present signs that the production of the semi-industrial boats might be affecting the sustainment of the fisheries resource stocks in some islands where these boats operate. According to results of the analysis accomplished by the window analysis technique, some islands demonstrated a growth tendency in the efficiency scores over the period, as well as in a great part of them the efficiency scores were stable and not very sensitive to changes in the units that formed the efficient reference frontier for analysis. The analysis of the total factor productivity, by the Malmquist productivity index, demonstrated that the total factor productivity increased during the period, which was mainly determined by the occurrence of technological progress in the period. There is high potential for increase in the artisanal fishing production, and the islands Santiago and São Vicente should serve as benchmark to the inefficient ones. The policies for promotion of the sector should be differentiated among the islands, since there are differences in returns to scale, efficiency, and technological progress.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

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, uma vez que esses recursos são susceptíveis 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).

1.2. O problema e sua importância

1.2.1. Contextualização do problema

Situado no meio do Oceano Atlântico, Cabo Verde é, potencialmente, dotado de uma Zona Econômica Exclusiva¹ 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 com que o mar seja o maior recurso natural do país (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO, 1997a).

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 carente e subnutrida, tendo papel decisivo na questão da segurança alimentar do povo cabo-verdiano.

A pesca em Cabo Verde remonta aos primeiros anos de ocupação das ilhas no século XV, principalmente como atividade ocasional ou mesmo complementar da agricultura e pecuária. Somente a partir do século XVII, ganhou maior expressão, em especial, a pesca da baleia pelos navios americanos (BRITO e SEMEDO, 1995).

¹ 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 atividade pesqueira em Cabo Verde desenvolveu-se, ao longo do tempo, de maneira lenta e nos moldes artesanais, com predominância da pesca extrativa. A exploração de recursos pesqueiros foi feita, inicialmente, para garantir a subsistência dos pequenos centros pesqueiros. Atualmente, o setor pesqueiro, além de abastecer o mercado interno, consegue gerar excedentes exportáveis.

Segundo o INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP (1999a), quanto à evolução da produção pesqueira em Cabo Verde, pode-se notar que a produção pesqueira nacional, no período de 1990 a 1999, apresentou nítida tendência de crescimento.

A produção pesqueira nacional desenvolve-se por meio de dois² 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 que variam de 4 a 6 metros, movidas a remo, velas ou motores fora de borda, com tecnologias rudimentares, caráter de auto-subsistência e capacidade de ação e autonomia muito reduzidas. Por outro, tem-se a pesca industrial, que, geralmente, é realizada por embarcações de maior porte, que utilizam tecnologias variadas direcionadas a espécies selecionadas. Esse tipo de pesca está associado às atividades industriais (conservas, congelamento, exportação, etc.).

Quanto à participação relativa da pesca artesanal e industrial na produção nacional, de acordo com INDP (1999a), pode-se verificar que a pesca artesanal sempre teve maior participação na produção do pescado, já que, no ano de 1999, participou com 58% na produção total e, no de 1990, com 75%. Nota-se aumento significativo na participação do segmento industrial, o que indica potencial de crescimento de uma pesca mais moderna no país.

² 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.

A pesca é direcionada, principalmente, aos grandes pelágicos³ oceânicos (tunídeos) e pequenos pelágicos costeiros, peixes demersais, dentre outros. Em menores quantidades aparecem algumas espécies de lagostas, moluscos, corais e tartarugas marinhas. No ano de 1999, de um total de 5.968 toneladas de pescado produzido pela pesca artesanal, 35% foram de tunídeos; 41%, pequenos pelágicos; 15%, demersais; e 8%, outras espécies (INDP, 1999a).

Os tunídeos foram as espécies predominantes na produção nacional de pescado, durante muito tempo. Entretanto, nos últimos anos, há tendência de inversão neste quadro, com predominância dos pequenos pelágicos e aumentos significativos na produção dos demersais. Essa tendência, segundo INDP (1999b), deve-se à entrada de novas embarcações semi-industriais que se dedicam à pesca dessas espécies costeiras.

Em relação à participação das diversas ilhas na produção artesanal do pescado, pode-se observar que as ilhas de Santiago e São Vicente tiveram maior participação relativa na produção nacional, com 1.898 e 1.420 toneladas produzidas em 1999, respectivamente. Juntas, constituíram 56% da produção artesanal. Historicamente, são as ilhas que mais participaram na produção nacional (INDP, vários números).

A participação da pesca na formação do PIB (Produto Interno Bruto) de Cabo Verde, segundo dados do MINISTÉRIO DAS FINANÇAS E DO PLANO - MFP (1996), foi de 1,5%, em 1992. Embora ainda não apresente, quantitativamente, valor expressivo para o PIB, é socialmente de grande importância. Em primeiro lugar, em razão do grau de contingente de mão-de-obra que o setor emprega e, em segundo, como fonte de produção de proteína animal de baixo custo para a população e de geração de divisas por meio da exportação.

Como acontece em muitos países tropicais, as águas marinhas são povoadas por grande variedades de espécies que, por se encontrarem na rota

³ Os grandes pelágicos (tunídeos), pequenos pelágicos, demersais e diversos (outros) referem-se aos grandes grupos em que são classificados os diferentes tipos de pescado produzidos em Cabo Verde.

das migrações dos tunídeos durante alguns meses do ano, são relativamente abundantes na Zona Econômica Exclusiva Cabo-Verdiana.

A pesca 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, na medida em que participa, significativamente, no total das exportações de mercadorias, ao mesmo tempo que combate o desemprego, que aflige principalmente os mais jovens e os de baixo nível de educação, e 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, para garantir retorno em divisas, que poderão ser realocadas na economia para alavancar outros setores e promover o desenvolvimento econômico.

Em Cabo Verde, uma das principais características do programa de desenvolvimento das pescas é o incentivo ao aumento da quantidade de embarcações de pesca, modernização das embarcações com o uso de equipamentos modernos de detecção de pescado (Sonda, GPS, Radar etc.) e concessão de incentivos ao investimento externo como estratégia para aumentar a frota de embarcações modernas, o que possibilitaria o aumento das capturas de pescado.

Segundo ROTHSCHILD (1975), para alcançar o pleno potencial dos recursos pesqueiros deverão ser tomadas, necessariamente, duas medidas; em primeiro lugar, devem-se avaliar os recursos pesqueiros e o desenvolvimento de métodos para colhê-los; em segundo, deve-se considerar o efeito da intervenção do homem nos estoques de peixes.

Os recursos pesqueiros são naturais, renováveis, de propriedade comum e de livre acesso. Essas características tornam a exploração susceptível ao esgotamento, caso todos os pescadores adotem a política de capturar a máxima

quantidade possível, situação essa 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 deste 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 sobrexploração 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 dessa espécie tende a apresentar contornos indesejáveis, na medida em 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.

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).

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 que é determinado pelas condições do meio ambiente, isto é, uma capacidade máxima de suporte do ecossistema onde existe o recurso, e as capturas devem ser proporcionais às dimensões do estoque e ao esforço de pesca (PEARCE, 1989).

1.2.2. O problema

Em Cabo Verde, há possibilidades reais de se chegar e até ultrapassar o limite máximo de sustentabilidade dos estoques, já que este país tem grandes limitações de recursos naturais. Portanto, qualquer medida direcionada à preservação dos recursos, na ótica da sustentabilidade, é de suma importância.

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

A mensuração da eficiência e da produtividade na pesca é importante por diversas razões, particularmente quando o controle do esforço de pesca é o instrumento que garante a produção sustentável. Daí, a análise do potencial do esforço de pesca em relação à capacidade atual, identificando o verdadeiro potencial da expansão da produção, e das mudanças na eficiência, no progresso tecnológico e na produtividade ao longo do tempo é condição necessária para identificar causas da ineficiência e controle efetivo do esforço de pesca. 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 de produção, para que sejam prevenidas possíveis situações de “sobrepesca”. O código de conduta para a pesca sustentável, de acordo com FAO (2002), tem como uma das principais preocupações a exploração sustentável dos recursos pesqueiros e, para que este

intento seja alcançado, é imprescindível o conhecimento do nível de eficiência técnica na produção e do potencial da capacidade de produção.

Nesse contexto, em Cabo Verde, torna-se necessária a efetivação de estudos empíricos que abordem a questão da *performance* do setor pesqueiro, enfocando a análise na questão da eficiência, do progresso tecnológico e da produtividade das unidades produtoras, com vistas em oferecer subsídios ao governo Cabo-verdiano para que este possa planejar, estrategicamente, suas ações e adotar políticas mais coerentes no controle do esforço de pesca efetivo e, desta forma, prevenir possível “sobrexploração” de recursos e garantir as condições de sustentabilidade da atividade pesqueira.

1.3. Objetivos

De modo geral, pretende-se analisar a *performance* das unidades de produção (ilhas produtoras de pescado), em termos de eficiência técnica, progresso tecnológico e produtividade total dos fatores, durante o período de 1990 a 1999, com vistas em subsidiar o governo de Cabo Verde na tomada de decisão no setor. Especificamente, pretende-se:

- a) Estimar indicadores de eficiência técnica para cada unidade de produção, no período;
- b) Analisar os retornos à escala das unidades de produção, durante o período;
- c) Determinar a tendência dos indicadores de eficiência, no período; e
- d) Analisar as mudanças na produtividade total dos fatores, na eficiência e no progresso tecnológico das ilhas produtoras de pescado.

2. METODOLOGIA

2.1. Modelo teórico

Este estudo baseia-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.

Segundo FERGUSON (1975), de forma genérica, uma função de produção pode ser representada, algebricamente, por

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

em que Y é a variável dependente e indica a quantidade produzida por unidade de tempo, e x_i são as variáveis independentes, que representam os fatores utilizados na produção.

Segundo FERGUSON (1975), um aspecto geralmente analisado no estudo de função de produção é a natureza dos retornos à escala. A função pode proporcionar retornos constantes à escala, crescentes ou decrescentes. A função apresenta retornos constantes à escala se, ao aumentar os fatores de produção, a produção aumentar na mesma proporção. Haverá retornos crescentes quando o

aumento na produção for mais do que proporcional ao aumento nos fatores; caso contrário, haverá retornos decrescentes.

Outro aspecto que pode ser analisado por meio da função de produção diz respeito à produtividade e à eficiência.

Geralmente, de acordo com TUPY e YAMAGUCHI (1998), ao analisar a produtividade, utiliza-se, freqüentemente, a produtividade parcial dos fatores, isto é, um produto em relação a um insumo. Esses indicadores, geralmente, não conseguem captar a idéia de que a produção seja resultado da interação de um conjunto de fatores. Nesse contexto, o enfoque da eficiência, que leva em conta a relação global de todos os insumos e produtos, parece ser mais realístico do que os tradicionais indicadores parciais de produtividade.

A medida de eficiência, que incorpora o aspecto global da produção, foi iniciada com os trabalhos de FARRELL (1957). Nessa perspectiva, cada unidade de produção é avaliada em relação às outras unidades de um conjunto homogêneo e representativo. Dessa maneira, a medida de eficiência é relativa, e o respectivo valor para uma unidade de produção corresponde ao desvio observado em relação àquelas unidades consideradas eficientes.

De acordo com COELLI et al. (1998), a definição de eficiência leva em conta a distinção entre eficiência técnica e eficiência alocativa. A técnica refere-se à habilidade da unidade de produção obter o máximo nível de produção, dado um conjunto de insumos ou, a partir de determinado nível de produto, conseguir produzir com a menor combinação de insumos. Uma produção é tecnicamente eficiente se não existir outro processo, ou combinação de processos, que consiga produzir o mesmo nível de produto, utilizando menores quantidades de insumos. A alocativa indica a habilidade de uma unidade de produção utilizar os insumos em proporções ótimas, dados os seus respectivos preços, e obter determinado nível de produção, a menor custo, ou, dado determinado nível de custos, obter a máxima quantidade de produtos. A combinação dessas duas medidas de eficiência resulta na eficiência econômica.

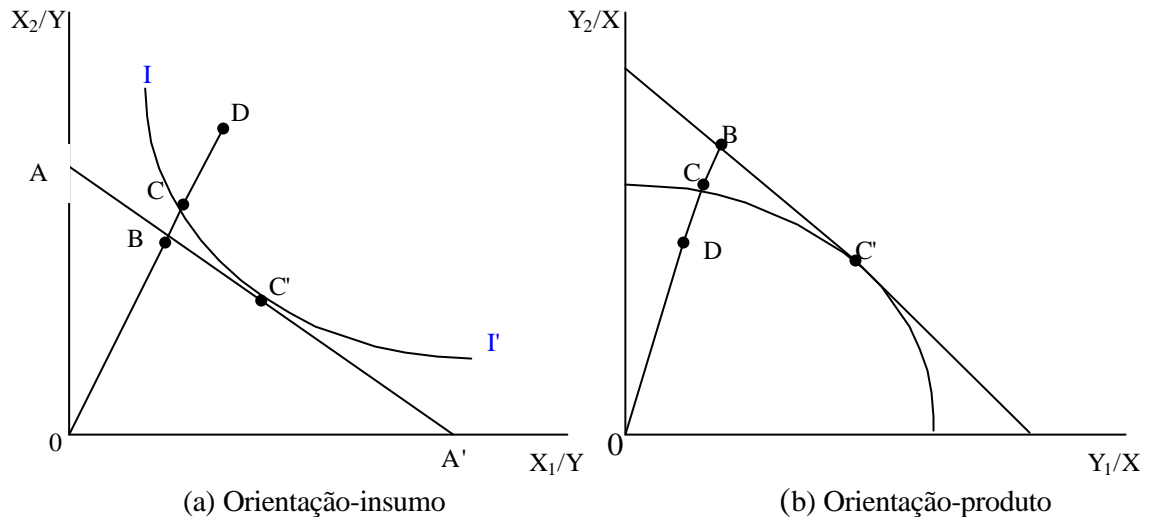
Neste trabalho utilizou-se apenas o conceito de eficiência técnica, tendo em vista que não se encontram disponíveis as informações de preços e também

pelo fato de ser esta uma condição necessária para que a unidade possa ser economicamente eficiente.

Os conceitos de eficiência técnica e alocativa encontram-se ilustrados na Figura 1, considerando-se unidades de produção que utilizam a combinação de insumos (X) para produzir produtos (Y). A eficiência pode ser definida pela orientação-insumo ou, alternativamente, pela orientação-produto. Na orientação-insumo, a eficiência é analisada pela combinação ótima de insumos para atingir certo nível de produto; sob a ótica da orientação-produto, ela se refere à quantidade ótima de produtos que podem ser produzidos com determinado nível de insumo. Na Figura 1a, podem-se verificar unidades de produção que produzem certo nível de produto (Y), representado pela isoquanta $I I'$, usando uma combinação de insumos definida pelo ponto D. Pode-se verificar que o mesmo nível de produto poderia ser atingido por contração radial do uso de ambos os insumos até atingir o ponto C, que se situa sobre a isoquanta, que, por sua vez, representa o nível mínimo de insumos requerido para produzir (Y). A medida de eficiência, nesse caso, com orientação-insumo é definida por OC/OD . Entretanto, o mínimo custo para produzir (Y) é dado pelo ponto C', onde a taxa marginal de substituição técnica é igual à razão dos preços dos insumos. Para alcançar o mesmo nível de custo, os insumos devem ser contraídos até o ponto B. Então, a eficiência alocativa é definida por OB/OC , enquanto a eficiência econômica, por OB/OD .

A fronteira de possibilidade de produção para certa quantidade de insumo é ilustrada na Figura 1b (orientação-produto), para unidades de produção que utilizam insumo (X) para produzir (Y_1 e Y_2). Se o insumo for eficientemente utilizado na unidade de produção, os produtos da unidade de produção que produz no ponto D poderão ser expandidos radialmente até o ponto C. Então, a medida de eficiência com orientação-produto pode ser definida pela razão OD/OC . O ponto C é dito tecnicamente eficiente pelo fato de se encontrar na fronteira de produção. Entretanto, maior receita pode ser alcançada pela produção no ponto C'. Nesse caso, para que isso seja possível, devem ser produzidas maiores quantidades do produto Y_1 e menos de Y_2 . Para alcançar um mesmo

nível de receita que é possível ao produzir no ponto C', utilizando-se a mesma combinação de insumo e produto, o produto deve ser expandido para o ponto B. Então, a eficiência alocativa será definida pela razão OC/OB , da Figura 1b.



Fonte: COELLI et al. (1998).

Figura 1 - Ilustração das medidas de eficiência técnica e alocativa, orientação-insumo (a), orientação-produto (b).

Como ficou evidente na análise da eficiência exposto anteriormente, o nível de eficiência técnica de uma unidade de produção é caracterizado pela relação entre produção observada e produção potencial. A medida da eficiência das unidades baseia-se nos desvios da produção observada em relação à fronteira de produção. Quanto mais próximo da fronteira, melhor será a eficiência relativa das unidades; se estiver em cima da fronteira, será eficiente, caso contrário, ineficiente.

2.2. Modelo analítico

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. A paramétrica utiliza a econometria, especificamente, na estimação das funções de produção e fronteira de produção estocástica. Esta abordagem requer que sejam especificadas formas funcionais que relacionam os insumos e os produtos e utiliza medidas de tendência central para analisar a eficiência das unidades de produção em relação à unidade "média". A outra abordagem, a não-paramétrica, utiliza a programação matemática, especificamente, na 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 "x" for dita eficiente, utilizando-se certa quantidade de insumo, e conseguir produzir certa quantidade de produto, espera-se que qualquer outra unidade, utilizando-se a mesma quantidade de insumo, possa produzir o mesmo nível de produto que "x", 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. Esta 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 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 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 utilizaram 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 SARAFIOGLOU (2000), embora a análise da função de produção e eficiência pela abordagem de programação matemática já tenha começado bem antes dos anos 70, 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.

2.2.1. 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 DMUs⁴.

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

⁴ 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.

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. A medida de eficiência para cada DMU é obtida pela razão entre a soma ponderada dos produtos e a soma ponderada dos insumos. Para a i -ésima DMU, tem-se

$$\text{Eficiência da DMU}_i = \frac{\mu y_i}{v x_i}, \quad (2)$$

em que m é um vetor ($m \times 1$) de pesos associados aos produtos e v é um vetor ($k \times 1$) de pesos associados aos insumos; y refere-se aos produtos; e x , aos insumos utilizados na i -ésima DMU.

O modelo DEA com orientação-produto⁵, de acordo com CHARNES et al. (1994) e ESTELLITA LINS e MEZA (2000), pode ser representado, algebricamente, por

$$\text{Eficiência da DMU}_i = \frac{v x_i}{\mu y_i}, \quad (3)$$

em que m é um vetor ($m \times 1$) de pesos associados aos produtos; v é um vetor ($k \times 1$) de pesos associados aos insumos; y refere-se aos produtos; e x , aos insumos

⁵ Neste estudo utilizou-se o modelo DEA com orientação-produto, devido ao fato de esta orientação ser mais condizente com os objetivos do trabalho e, sob a pressuposição de retornos constantes à escala, de o resultado do modelo ser o mesmo, independente da orientação utilizada.

utilizados na i -ésima DMU. Entretanto, tendo em vista as dificuldades que surgem devido à aleatoriedade na ponderação nos insumos e produtos por parte das DMUs, sendo que *a priori* se requer que esses conjuntos de pesos sejam iguais para todas as DMUs, torna-se necessário estabelecer um problema que permita que cada DMU adote o conjunto de pesos que lhe for mais favorável, em relação às demais. Para tanto, CHARNES et al. (1978) introduziram o modelo CCR⁶ da análise envoltória de dados, formulando um Problema de Programação Fracionária, cujas variáveis representam os pesos mais favoráveis para a i -ésima DMU sob análise. Algebricamente, o problema é o seguinte:

$$\begin{aligned} \min_{\mu, v} &= \frac{v x_i}{\mu y_i}, & (4) \\ \text{s.a.} & \frac{v x_j}{\mu y_j} \geq 1, \quad j = 1, 2, \dots, N. \\ & \mu, v \geq 0, \end{aligned}$$

em que N é o número de DMUs a serem analisados; y é vetor de produtos; x é vetor de insumos; m vetor de pesos associados aos produtos; e v , vetor de pesos associados aos insumos.

O problema envolve a determinação dos pesos m e v , de tal forma que a razão entre a soma ponderada dos insumos e a soma ponderada dos produtos, da i -ésima DMU sob análise, seja minimizada e sujeita à restrição de que a razão entre a soma ponderada dos insumos e a soma ponderada dos produtos, de todas as DMUs, não seja menor que um. Desse modo, caso a eficiência estimada para a i -ésima DMU seja igual a 1, ela será eficiente em relação às demais; caso contrário, será ineficiente, pois existem DMUs que combinam, de forma mais eficiente, os seus insumos e produtos, razão por que são mais eficientes.

Entretanto, tendo em vista que o Problema de Programação Fracionária (4) tem infinitas soluções e, com vistas em transformar o Problema de

⁶ CCR corresponde às iniciais de Charnes, Cooper e Rhodes.

Programação Fracionária em um Problema de Programação Linear (PPL), CHARNES e COOPER (1962) propuseram a seguinte transformação:

$$\begin{aligned}
 & \min_{\mu, \nu} = \nu x_i \\
 & \text{s.a. } \mu y_i = 1, \\
 & -\mu y_j + \nu x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, N. \\
 & \mu, \nu \geq 0.
 \end{aligned} \tag{5}$$

Pela dualidade implícita nos Problemas de Programação Linear, CHARNES et al. (1994) e ESTELLITA LINS e MEZA (2000) apresentaram a formulação dual do problema (5), que é o modelo de envoltória, e procuraram maximizar o aumento proporcional nos níveis de produto, mantendo fixa a quantidade de insumos. Este modelo pode ser representado, algebricamente, por

$$\begin{aligned}
 & \max_{\phi, \lambda} \phi, \\
 & \text{s.a. } \phi y_i - Y\lambda \leq 0, \\
 & -x_i + X\lambda \leq 0, \\
 & -\lambda \leq 0,
 \end{aligned} \tag{6}$$

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; I é um vetor ($n \times 1$) de pesos; e f é uma escalar que tem valores iguais ou maiores 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 um evidencia a presença de ineficiência técnica relativa. O $(f-1)$ indica o aumento proporcional nos produtos que a i -ésima DMU pode alcançar, mantendo constante a quantidade de insumo. Nota-se, também, que $1/f$ é o escore de eficiência técnica da i -ésima DMU e varia de 0 a 1. O problema apresentado em (6) é resolvido n vezes - uma vez para cada DMU, e, como resultado, apresenta os valores de f e λ , sendo f o escore de eficiência da DMU

sob análise e I fornece os *peers* (as DMUs eficientes que servem de referência ou *Benchmark* para a i -ésima DMU ineficiente).

Com vistas em incorporar a possibilidade de retornos variáveis à escala, BANKER et al. (1984) propuseram o modelo BCC⁷ da análise envoltória de dados, introduzindo uma restrição de convexidade no modelo CCR, apresentado no PPL (6). O modelo BCC, apresentado no PPL (7), é menos restritivo⁸ do que o modelo CCR e permite, de acordo com BANKER e THRALL (1992), decompor a eficiência técnica em eficiência de escala e “pura” eficiência técnica (ver equação 8). Para analisar a eficiência de escala, torna-se necessário estimar a eficiência das DMUs, utilizando-se tanto o modelo CCR (6) como o BCC (7). A ineficiência de escala é evidenciada quando existem diferenças no escore desses dois modelos.

O modelo BCC, que pressupõe retornos variáveis à escala, pode ser representado pela seguinte notação algébrica:

$$\begin{aligned}
 & \max_{\phi, \lambda} \phi, \\
 & \text{s.a.} \quad \phi y_i - Y\lambda \leq 0, \\
 & \quad - x_i + X\lambda \leq 0, \\
 & \quad N1'\lambda = 1, \\
 & \quad - \lambda \leq 0,
 \end{aligned} \tag{7}$$

em que $N1$ é um vetor ($n \times 1$) de números uns. As demais variáveis foram anteriormente descritas.

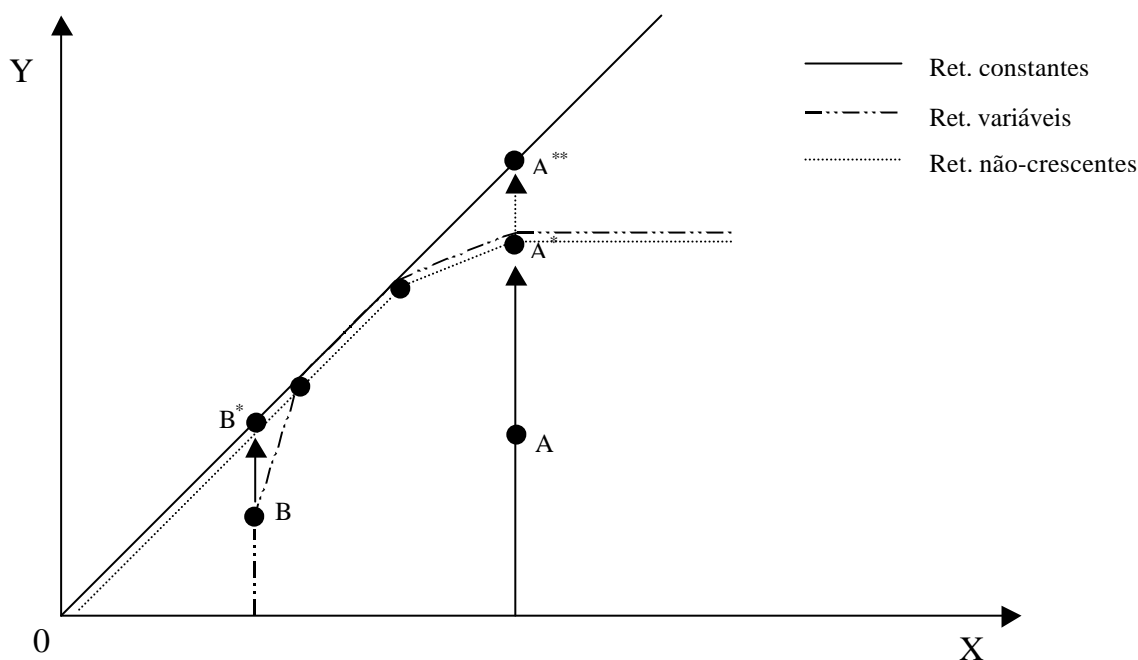
A Figura 2 ilustra exemplos de envoltória com as pressuposições de retornos constantes, variáveis e não-crescentes à escala, com orientação-produto.

Na Figura 2, nota-se que a unidade de produção indicada em A é considerada ineficiente. A sua projeção na fronteira de eficiência com retornos variáveis e não-crescentes é representada pelo ponto A^* , e a sua projeção na fronteira de eficiência com retornos constantes é representada pelo ponto A^{**} . Ao

⁷ BCC corresponde às iniciais de Banker, Charnes e Cooper.

⁸ Porque permite menor discriminação das diferenças entre as DMUs.

verificar a unidade de produção indicado pelo ponto B, nota-se que ela é eficiente ao considerar a fronteira de eficiência com retornos variáveis. Entretanto, ela não é eficiente em relação à fronteira com pressuposição de retornos constantes ou não-crescentes. A sua projeção na fronteira de retornos constantes é representada pelo ponto B*.



Fonte: Baseado em FRIED et al. (1993).

Figura 2 - Ilustração dos retornos à escala com orientação-produto.

Mesmo que seja evidenciada a existência de ineficiência de escala, ainda não se sabe qual a natureza dessa ineficiência, isto é, se ela se deve a retornos crescentes ou a retornos decrescentes à escala. Para que seja contornada esta situação, torna-se necessário estimar a eficiência das DMUs utilizando-se uma restrição que pressupõe a existência de retornos não-crescentes à escala, o que resulta na substituição da restrição $NI'I = 1$ pela restrição $NI'I \leq 1$, no modelo apresentado no PPL (7). A natureza dos retornos à escala é analisada quando se compara o resultado do modelo CCR, BCC e o BCC com retornos não-crescentes. Se o coeficiente de eficiência do modelo CCR for igual ao do modelo

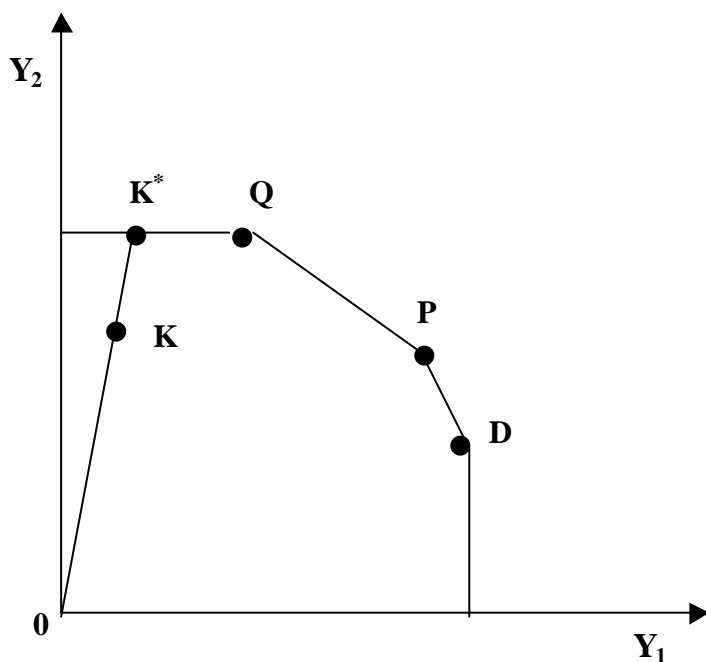
BCC, haverá eficiência de escala; caso contrário, analisando-se os coeficientes de eficiência do modelo BCC com retornos não-crescentes e o modelo CCR, se forem iguais, haverá ineficiência de escala, que será devida à presença de retornos crescentes à escala. Caso contrário, isto é, se o coeficiente do modelo BCC com retornos não-crescentes for maior do que o do modelo CCR, a ineficiência será devida à presença de retornos decrescentes à escala. Dessa forma, de acordo com BANKER (1984), é possível determinar a escala ótima de cada unidade de produção.

A eficiência técnica é definida por

$$\text{Eficiência técnica} = \text{Eficiência de escala} \times \text{“Pura” eficiência técnica.} \quad (8)$$

Tendo em vista que a medida de eficiência 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. Esta 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 3, 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 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 aumentar o nível de insumo utilizado na produção.

Com vistas em contornar este problema, devem-se considerar as variáveis de folgas que ainda possam ter valores positivos na solução do problema, para que sejam obtidos coeficientes de eficiência que satisfaçam às condições de Pareto-Koopmans (escore de eficiência = 1 e variáveis de folga = 0), de acordo com ESTELLITA LINS e MEZA (2000) e RUGGIERO (2000).



Fonte: COELLI et al. (1998).

Figura 3 - Ilustração de envoltória com orientação-produto e presença de folgas.

Alguns autores⁹ sugeriram o método de dois estágios como alternativa para resolver o problema de folgas na análise de eficiência. Considerando-se o exemplo da Figura 3, num primeiro estágio, apresentado no Problema de Programação Linear (9), é computado o escore de eficiência para a unidade K, cuja projeção eficiente foi estimada como K^* . O segundo estágio, apresentado no Problema de Programação Linear (10), maximiza a soma das folgas, o que faz

⁹ Por exemplo, ALI e SEIFORD (1993).

com que o ponto eficiente K^* , estimado no primeiro estágio, passe para Q, para garantir a eficiência Pareto-Koopmans.

Os modelos referentes aos dois estágios podem ser expressos, algebricamente, pelos seguintes Problemas de Programação Linear:

1.º estágio

$$\begin{aligned}
 & \max_{f, S^+, S^-} f \\
 & s.a \quad f y_i - Y I + S^+ = 0, \\
 & \quad - x_i + X I + S^- = 0, \\
 & \quad - I \leq 0, \\
 & \quad - S^+ \leq 0, \\
 & \quad - S^- \leq 0.
 \end{aligned} \tag{9}$$

2.º estágio

$$\begin{aligned}
 & \max_{S^+, S^-} (I' S^+ + I' S^-) \\
 & s.a \quad f^* y_i - Y I + S^+ = 0, \\
 & \quad - x_i + X I + S^- = 0, \\
 & \quad - I \leq 0, \\
 & \quad - S^+ \leq 0, \\
 & \quad - S^- \leq 0,
 \end{aligned} \tag{10}$$

em que S^+ é um vetor de folgas relativo aos produtos; S^- é um vetor de folgas relativos aos insumos; f^* é o escore de eficiência calculado no primeiro estágio; e I' é um vetor de números uns. O modelo DEA de dois estágios, apresentado nos problemas de programação linear (9) e (10), 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 modelo mais adequado seja o de multiestágios, proposto por COELLI (1998) e COELLI et al. (1998), em que a solução é alcançada por meio de movimentos radiais multiestágios¹⁰. Por outro

¹⁰ Para maiores detalhes, ver COELLI (1998) e GOMES (1999).

lado, FERRIER e LOVELL (1990) interpretaram as folgas positivas como indícios de ineficiência alocativa.

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 envoltória¹¹ (programação linear).

De acordo com GOMES (1999), uma vez obtidas as folgas, pode-se projetar o ponto ineficiente da i -ésima DMU para a fronteira eficiente, da seguinte forma:

$$Y_i = f y_i + S^+, \quad (11)$$

em que Y_i é o ponto projetado e indica a produção potencial da i -ésima DMU; f é o escore de eficiência estimada para a i -ésima DMU; y_i indica a produção atual da i -ésima DMU; e S^+ refere-se às folgas de produto da i -ésima DMU.

2.2.2. Abordagem intertemporal da eficiência

De acordo com TULKENS e VANDEN EECKAUT (1995), quando se têm uma combinação (dados em painéis) de dados de série temporal e cortes seccionais, além da alternativa tradicional em que se analisam as DMUs em períodos de tempo (contemporâneo), ou considerando-se o processo semelhante ao utilizado em médias móveis (sequencial), é possível fazer uma análise da eficiência com dados em painel (intertemporal), considerando-se toda a série, isto é, as DMUs são consideradas, de forma agregada, como unidades independentes (ex.: em uma análise em que se têm 9 DMUs num período de 10 anos, na análise serão consideradas 90 DMUs diferentes), o que permite uma análise mais detalhada das DMUs em análise. Na construção de uma única fronteira de

¹¹ Abordagem da programação matemática constrói uma envoltória linear por partes, facilitando o aparecimento folgas nas soluções, o que não ocorre com a abordagem econométrica.

referência não se admitem mudanças na tecnologia. Esta situação parece retratar bem a realidade do setor da pesca artesanal em Cabo Verde, em que o método, as embarcações, os equipamentos e a técnica parecem não ter sofrido mudanças sensíveis nos últimos anos (INDP, 1999b).

Uma alternativa para analisar a eficiência, incorporando o tempo e relaxando a pressuposição que não houve mudanças na tecnologia (como pressupõe a abordagem intertemporal dos dados em painel), seria a abordagem do *window analysis*.

Com vistas em analisar as variações na eficiência técnica relativa, CHARNES et al. (1985) propuseram a técnica denominada de *window analysis*, que considera a DMU, no tempo, como se ela fosse uma unidade distinta. Esta abordagem permite analisar a performance da DMU, ao longo do tempo, e oferece evidências de estabilidade e sensibilidade dos escores de eficiência e a tendência da eficiência da DMU. O *window analysis* utiliza uma abordagem semelhante à da média móvel; cada vez que entra uma nova unidade de tempo na análise, sai outra que, geralmente, é a primeira que entrou na análise anterior. Esse procedimento permite incorporar a idéia de que existem mudanças na tecnologia no período analisado, já que, ao contrário da abordagem intertemporal dos dados em painel, que constrói uma única fronteira de referência para analisar todos as DMUs, a abordagem do *window analysis* constrói diferentes fronteiras de referência, para cada conjunto de DMUs sob análise. Esta abordagem permite que as unidades sob análise apenas sejam comparadas com outras que se encontram relativamente perto no tempo, portanto, tecnologicamente semelhantes.

Tendo em vista que, segundo LOVELL (1996), a abordagem pelo *window analysis* não fornece nenhuma evidência sobre a natureza do progresso tecnológico e pouca informação sobre as mudanças na produtividade, torna-se necessário utilizar o índice de Malmquist, que permite decompor as mudanças na produtividade total dos fatores em mudanças na eficiência e progresso tecnológico.

2.2.3. O índice Malmquist de produtividade total de fatores

A medida de mudanças na produtividade, geralmente, está baseada no conceito de produtividade total de fatores, que é definida pelo aumento no produto líquido devido ao aumento nos insumos utilizados na produção (FARE et al., 1994b). Para analisar as mudanças na produtividade, utilizam-se os números índices. 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 utilizado 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 em 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), este 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:

$$S = \{(x,y) : x \text{ pode produzir } y\}, \quad (12)$$

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 (mx1) 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,

$$P(x) = \{y : x \text{ pode produzir } y\}. \quad (13)$$

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

$$d_o(x,y) = \min\{\mathbf{f} : (y/\mathbf{f}) \hat{\mathbf{I}} P(x), \quad (14)$$

$$= (\max\{\mathbf{f} : (\mathbf{f}y) \hat{\mathbf{I}} P(x)\})^{-1}, \quad (15)$$

em que \mathbf{f} , na expressão (14), 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 menores 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 em analisar a mudança na produtividade entre o período 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

$$S(x_s) = \{(x_s, y_s) : x_s \text{ pode produzir } y_s\}, \quad (16)$$

$$S(x_t) = \{(x_t, y_t) : x_t \text{ pode produzir } y_t\}. \quad (17)$$

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

$$d_o^s(x_s, y_s) = \min\{\phi : (y_s/\phi) \in P(x_s)\}, \quad (18)$$

$$d_o^t(x_t, y_t) = \min\{\phi : (y_t/\phi) \in P(x_t)\}, \quad (19)$$

$$d_o^s(x_t, y_t) = \min\{\phi : (y_t/\phi) \in P(x_s)\}, \quad (20)$$

$$d_o^t(x_s, y_s) = \min\{\phi : (y_s/\phi) \in P(x_t)\}. \quad (21)$$

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 FARE et al. (1994a), o índice de Malmquist (orientação-produto), com vistas em analisar mudanças na produtividade total dos fatores entre o período-base s e o período t , é representado por

$$m_o(y_s, x_s, y_t, x_t) = \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)} \times \frac{d_o^t(y_t, x_t)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2}, \quad (22)$$

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) indica queda na produtividade total dos fatores. Nota-se que a equação (22) 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 (22)] pode ser representado por

$$m_o(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_o^t(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)} \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (23)$$

Este índice pode ser decomposto em:

$$\text{Mudança na eficiência} = \frac{d_o^t(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)}, \quad (24)$$

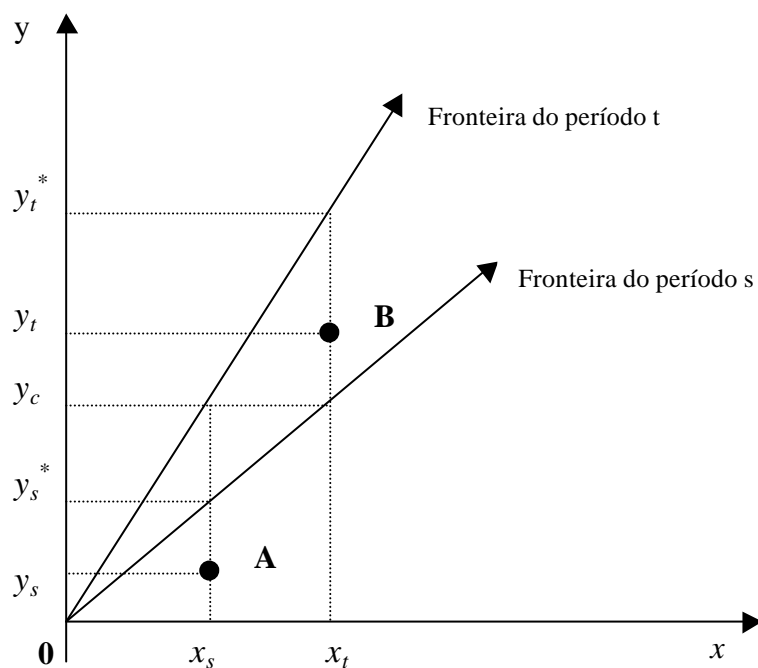
$$\text{Mudança na tecnologia} = \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (25)$$

Esta decomposição pode ser melhor visualizada na Figura 4, 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 no ponto A e B, no período s e t , respectivamente. Em ambos os períodos, ela opera abaixo da fronteira, portanto, é tecnicamente ineficiente nos dois períodos. Usando-se as expressões (24) e (25), obtêm-se:

$$\text{Mudança na eficiência} = \frac{0y_t / 0y_t^*}{0y_s / 0y_s^*}, \quad (26)$$

$$\text{Mudança na tecnologia} = \left[\frac{0y_t / 0y_c}{0y_t / 0y_t^*} \times \frac{0y_s / 0y_s^*}{0y_s / 0y_c} \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (27)$$



Fonte: FARE et al. (1994b).

Figura 4 - 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-se 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 isso, resolvem-se quatro Problemas de Programação Linear, admitindo-se retornos constantes à escala e orientação-produto, assim discriminados:

$$\begin{aligned}
 [d_o^t(y_t, x_t)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi, \\
 \text{S.a} \quad &-\phi y_{it} + Y_t \lambda \geq 0, \\
 &x_{it} - X_t \lambda \geq 0, \\
 &\lambda \geq 0;
 \end{aligned}
 \tag{28}$$

$$\begin{aligned}
[d_o^s(y_s, x_s)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
\text{S.a} \quad &-\phi y_{is} + Y_s \lambda \geq 0, \\
&x_{is} - X_s \lambda \geq 0, \\
&\lambda \geq 0;
\end{aligned} \tag{29}$$

$$\begin{aligned}
[d_o^t(y_s, x_s)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
\text{S.a} \quad &-\phi y_{is} + Y_t \lambda \geq 0, \\
&x_{is} - X_t \lambda \geq 0, \\
&\lambda \geq 0;
\end{aligned} \tag{30}$$

$$\begin{aligned}
[d_o^s(y_t, x_t)]^{-1} &= \max_{\phi, \lambda} \phi \\
\text{S.a} \quad &-\phi y_{it} + Y_s \lambda \geq 0, \\
&x_{it} - X_s \lambda \geq 0, \\
&\lambda \geq 0.
\end{aligned} \tag{31}$$

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 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:

$$\text{Mudança no progresso técnico} \left[\frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^t(y_s, x_s)} \right]^{1/2} > 1, \tag{32}$$

$$d_o^s(x_t, y_t) > 1, \tag{33}$$

$$d_o^t(x_t, y_t) = 1, \tag{34}$$

em que a primeira condição, apresentada em (32), refere-se à presença de progresso tecnológico. A segunda condição (33) 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 (34) indica que, se houver deslocamento da fronteira, as unidades de produção que o fazem deverão estar situadas sobre ela, de acordo com Marinho e Barreto (2000), citados por GOMES e DIAS (2001).

2.3. Dados utilizados no estudo e procedimentos

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 viagens efetuadas no período. Esses dados foram obtidos dos boletins estatísticos (INDP, 1990 a 1999) publicados pelo Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas em Cabo Verde.

De acordo com ALI e SEIFORD (1993), para que a análise tenha resultados satisfatórios, é necessário que o número de unidades a serem analisadas seja pelo menos três vezes maior que o número de insumos e produtos, isto é, considerando-se N o número de unidades de produção, I o número de insumos e P o número de produtos relativo às unidades, a quantidade necessária de unidades que deverão compor a amostra pode ser estimada pela seguinte expressão :

$$N.^{\circ} \text{ de unidades necessárias} \geq 3 \times (I + P). \quad (35)$$

Neste estudo, as unidades de produção analisadas referem-se às ilhas do arquipélago (nove ilhas) que produzem pescado. Por utilizarem insumos semelhantes na produção dos mesmos produtos e terem certa autonomia na tomada de decisão, encaixam-se perfeitamente nas definições de DMUs analisadas pela técnica DEA.

Quanto às variáveis, utilizaram-se dois **produtos**¹² (pelágicos e diversos); os pelágicos referem-se à soma das quantidades de grandes pelágicos (tunídeos) e pequenos pelágicos, e diversos, à soma das quantidades de demersais e outros. Esses valores estão expressos em toneladas de peixes/ano. Foram utilizadas duas variáveis referentes a **insumos**, número de embarcação ativa e número de pescadores ativos durante o período e considerou-se também uma variável (CPUE)¹³, expressa em quilograma de pescado/ano, que foi utilizada como *proxy* da disponibilidade de recursos. Esta variável, embora não seja um insumo, foi tratada como tal, dada a sua importância para a produção pesqueira, de acordo com HANNESON (1983) e ALVAREZ (2001).

2.3.1. Procedimentos

Tendo em vista que o estoque de recursos pesqueiros, como recursos naturais renováveis, não é fixo, pode tanto crescer como decrescer, em razão das condições do meio ambiente e da magnitude ou intensidade de exploração.

Nesse sentido, segundo HANNESON (1983), as capturas (produção) são proporcionais às dimensões do estoque e ao esforço de pesca, razão da necessidade de incorporar o capital natural (disponibilidade de peixes) na análise da produção pesqueira, sendo, portanto, mais coerente utilizar a função de produção bioeconômica para analisar a produção.

De acordo com ALVAREZ (2001) e com os procedimentos utilizados em outros estudos¹⁴, considerou-se que as capturas devam ser proporcionais às dimensões do estoque e ao esforço de pesca¹⁵, isto é,

¹² 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.

¹³ Neste estudo, a variável CPUE foi considerada igual à quantidade produzida pela pesca artesanal, expressa em quilogramas de pescado/ano, dividida pelo número de viagens efetuadas pelas embarcações da pesca artesanal/ano.

¹⁴ Para maiores detalhes sobre análise de eficiência na pesca, consultar ALVAREZ e PEREZ (2000) e ALVAREZ e OREA (2001).

¹⁵ A respeito de esforço de pesca e alternativas para a sua mensuração, ver SQUIRES (1987).

$$Y = qEW, \quad (36)$$

em que Y é a quantidade capturada; E , esforço de pesca; q , constante e geralmente denominado de coeficiente de capturabilidade¹⁶, que mede a eficiência de cada unidade de esforço de pesca em capturar peixes; e W , quantidade de recurso existente (a biomassa do estoque). A equação (36) pressupõe que a **Captura Por Unidade de Esforço (CPUE)** seja um **índice da abundância do estoque** e que “ q ” relaciona, linearmente, a abundância com a CPUE,

$$Y/E = qW. \quad (37)$$

Segundo HANNESON (1983), um modelo que retrata, de forma mais realista, uma função de produção relativa à pesca deveria incorporar a disponibilidade de recursos pesqueiros, pois a produção é diretamente proporcional à disponibilidade. A especificação de uma função de produção do tipo *Cobb-Douglas*, que representa esta situação, pode ser expressa da seguinte forma:

$$Y = AE^a W^b, \quad (38)$$

em que E é o esforço de pesca produzido por embarcações, pescadores e outros fatores; A é um parâmetro de nível tecnológico; W indica a quantidade de recurso pesqueiro existente; e a e b são parâmetros. Tendo em vista que, geralmente, a variável W não está disponível, em estudos empíricos recorre-se a variáveis *proxies*, sendo a CPUE uma das mais utilizadas.

Na estimação¹⁷ dos escores de eficiência na análise intertemporal foram calculados 90 PPLs para cada um dos modelos apresentados em (9) e (10). Após acrescentar as restrições de convexidade nos modelos (9) e (10), foram

¹⁶ Tradução do termo original em inglês, “Catchability coefficient”.

¹⁷ 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.

calculados 90 PPLs, sob as pressuposições de retornos variáveis, e mais 90, sob as pressuposições de retornos não-crescentes.

Quanto à análise pela abordagem do *window analysis*, foram calculados 18 PPLs, referentes aos modelos (9) e (10), em cada *window* utilizado.

Para estimar as funções distância utilizadas no cálculo do índice Malmquist, foram computados 28 PPLs para cada unidade de produção sob análise.

Na resolução dos PPLs foi utilizado o *software* DEAP, versão 2.1, desenvolvido por COELLI (1996).

A análise correspondeu ao período de 1990 a 1999 e foi determinada pela disponibilidade de dados.

2.4. 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 quilômetros da costa ocidental da África, entre as latitudes 14°23' e 17°12' norte e as longitudes 22°40' e 25°22' oeste (Figura 5).

O arquipélago de Cabo Verde tem uma superfície de 4.033 km², distribuída por 10 ilhas e cinco ilhéus principais, de origem vulcânica e relevos acidentados, relativamente dispersas 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.

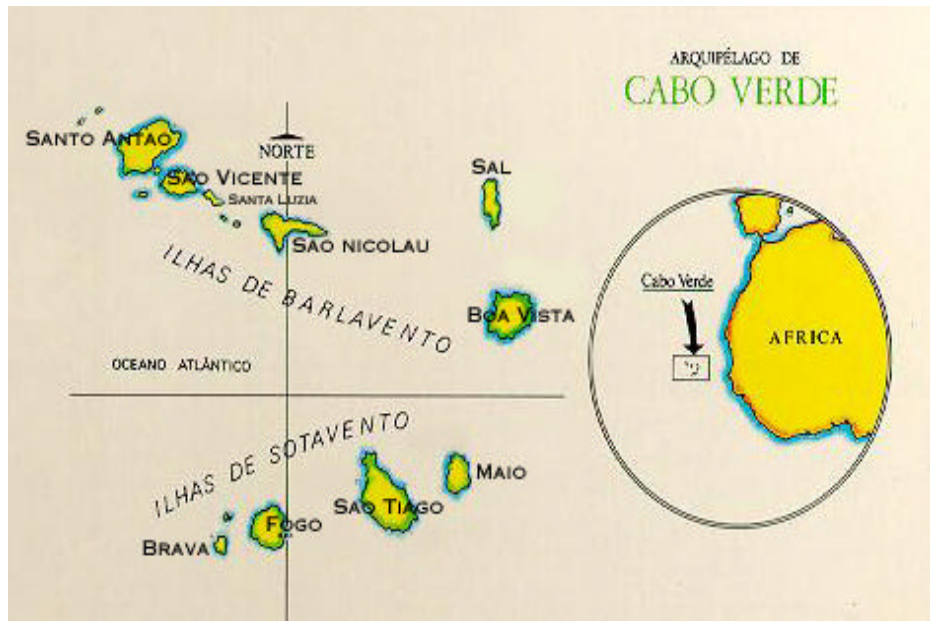


Figura 5 - Mapa do arquipélago de Cabo Verde.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os principais resultados da análise empírica desenvolvida no estudo da eficiência, progresso tecnológico e produtividade na pesca artesanal em Cabo Verde, obtidos pela análise envoltória de dados. Essa seção encontra-se estruturada a seguir. Primeiramente, são apresentados os resultados da análise intertemporal da eficiência, utilizando-se as abordagens intertemporal dos dados em painel, e, em seguida, os resultados da abordagem intertemporal do *window analysis*, das ilhas analisadas. Os resultados do cálculo, pelo índice Malmquist, de produtividade total dos fatores são apresentados, assim como os seus componentes de mudanças na eficiência e mudanças na tecnologia.

3.1. Análise intertemporal da eficiência

3.1.1. Análise intertemporal dos dados em painel

Este tópico apresenta os resultados da análise intertemporal da eficiência técnica na pesca artesanal em Cabo Verde, no período de 1990 a 1999, conforme Tabela 1 e Figura 6, e referem-se à aplicação dos modelos apresentados nos Problemas de Programação Linear (9) e (10), pressupondo retornos constantes à escala. Entretanto, embora o modelo utilizado na análise tenha sido formulado

com orientação-produto, os escores foram apresentados em termos relativos (I/f). Nesse sentido, os escores têm valores iguais ou menores que 1 e indicam o nível de eficiência, em que valores iguais a 1 indicam eficiência técnica relativa da i -ésima unidade e valores menores que 1, presença de ineficiência técnica relativa. O escore de eficiência menos a unidade, isto é, $(f - 1)$, indica taxa de aumento proporcional nos produtos que a i -ésima unidade sob análise pode alcançar, mantendo-se constante a quantidade de insumo utilizado na produção.

Conforme Tabela 1, observa-se que houve diferenças entre as ilhas, em relação à eficiência técnica na produção, e os escores de eficiência tiveram comportamento irregular, ao longo do período analisado.

Tabela 1 - Escores de eficiência técnica das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, estimados pela abordagem intertemporal com dados em painel, no período de 1990 a 1999

Ilhas	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Média	TGC
Santo Antão	0,711	0,575	0,633	0,722	0,746	0,607	0,803	0,803	0,752	0,681	0,699	1,7 ^{ns}
São Vicente	0,991	1,000	0,933	0,978	0,701	0,782	0,875	0,968	0,930	1,000	0,910	-0,2 ^{ns}
São Nicolau	0,867	1,000	0,773	1,000	0,856	0,858	1,000	0,650	0,458	0,780	0,805	-4,5 [*]
Sal	0,984	0,570	0,781	0,704	1,000	0,725	0,696	0,696	0,696	0,634	0,738	-2,1 ^{ns}
Boa Vista	0,249	0,640	0,411	0,483	0,387	0,413	0,388	0,488	0,611	0,557	0,448	4,4 ^{ns}
Maio	0,478	0,556	0,932	0,546	0,573	0,504	0,508	0,989	1,000	0,963	0,672	6,5 [*]
Santiago	1,000	1,000	0,652	0,687	0,754	0,816	0,773	0,770	1,000	1,000	0,835	0,7 ^{ns}
Fogo	0,873	0,886	0,744	0,702	0,815	0,585	0,630	0,746	0,847	0,833	0,760	-0,8 ^{ns}
Brava	0,743	0,562	0,796	0,500	0,664	0,540	0,547	0,584	0,620	0,596	0,609	-1,6 ^{ns}
Média	0,711	0,729	0,721	0,681	0,700	0,631	0,666	0,727	0,746	0,765	0,707	0,4^{ns}

Fonte: Dados da pesquisa.

* Significativo a 10%.

ns Não-significativo.

A eficiência média¹⁸, calculada para o período, foi de **0,707**, valor relativamente baixo. Os maiores escores de eficiência média foram observados nos últimos três anos, destacando-se as ilhas de Santiago, São Vicente, Fogo e Maio. Entretanto, convém salientar o ano de 1991, no qual maior quantidade de ilhas apresentou escores de eficiência iguais a 1. Considerando-se todo o período de análise, observa-se que as ilhas de Santiago, São Vicente e São Nicolau apresentaram as maiores médias nos escores de eficiência.

Na maioria das ilhas, o cálculo da taxa geométrica de crescimento¹⁹ apresentou valores não-significativos. Apenas as ilhas do Maio e São Nicolau apresentaram valores significativos, sendo a taxa geométrica de crescimento calculada em 6,5% e -4,5%, respectivamente. Essas taxas indicam que na ilha do Maio houve melhoras em eficiência, enquanto na ilha de São Nicolau, embora nos primeiros anos de análise tenha apresentado um escore de eficiência relativamente elevado, a tendência foi de queda na eficiência, a uma taxa de 4,5% ao ano.

No ano de 1995, houve a menor média de escore de eficiência, tendo a ilha da Boa Vista sido a mais ineficiente. Esta ilha teve menor média de escore de eficiência no período analisado, apresentando, no ano de 1990, o menor escore, visto que, para que a ilha se tornasse eficiente, a produção deveria crescer 301%²⁰, mantendo-se constante os fatores de produção e a dotação de recursos pesqueiros.

Apenas as ilhas de Santiago, São Vicente, Maio, Sal e São Nicolau apresentaram, em algum ano, escores de eficiência igual a 1, sendo a ilha de

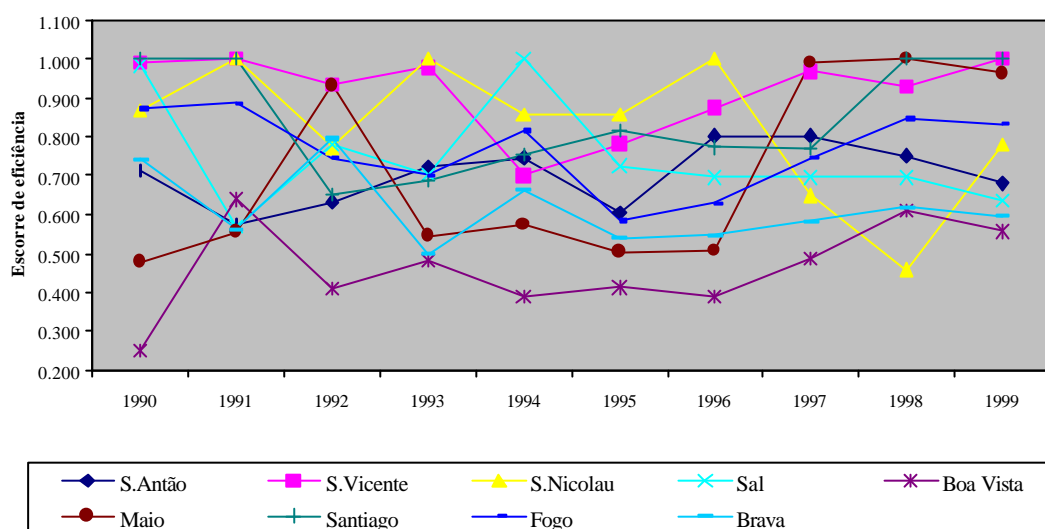
¹⁸ O conceito de média utilizado no estudo refere-se à média geométrica.

¹⁹ No cálculo da taxa geométrica de crescimento utilizou-se a seguinte função: $Y_i = a + bt$, em que Y_i é o logaritmo do escore de eficiência da i -ésima ilha no tempo t ; a é o logaritmo do coeficiente linear; b é o logaritmo da inclinação da reta ajustada, o qual mostra a taxa de crescimento de y para cada unidade de D ; e t é o tempo, sendo 1990=1. A função pode ser estimada por MQO, e a taxa geométrica de crescimento, em porcentagem por período analisado, foi obtida por $TGC = (\text{antilog } b - 1) \times 100$.

²⁰ Nota-se que, tendo em vista que o modelo de envoltória utilizado na análise foi formulado com orientação-produto, o valor de f indica aumento proporcional nos produtos para que a unidade sob análise possa ser considerada eficiente.

Santiago a que mais vezes apresentou escores de eficiência igual a 1, em relação às demais.

Ao analisar a Figura 6, constata-se que não houve mudanças significativas na eficiência da maioria das ilhas, sendo interessante frisar que, embora a eficiência apresentasse oscilações ao longo do período, não se identificou nenhuma tendência significativa.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base na Tabela 1.

Figura 6 - Evolução da eficiência técnica das ilhas de Cabo Verde, estimada pela abordagem intertemporal com os dados em painel, no período de 1990 a 1999.

Esses resultados, de certa forma, estão coerentes com a realidade, já que as ilhas de Santiago, São Vicente, Maio e São Nicolau apresentam certa tradição na atividade pesqueira e possuem melhores infra-estruturas de apoio à pesca. Nas ilhas de Santiago e São Vicente estão as duas maiores cidades do arquipélago, que, além de oferecerem melhores condições de infra-estrutura de apoio²¹ à

²¹ O conceito de infra-estrutura de apoio, utilizado neste trabalho, refere-se à disponibilidade de gelo, de peças para reposição, materiais de pesca, etc.

pesca, oferecem 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 esta possuir maior disponibilidade de recursos pesqueiros, juntamente com a ilha da Boa Vista, de acordo com INDP (1999b). A ilha da Boa Vista, embora seja bem dotada de plataforma continental e recursos pesqueiros, aparece nos resultados da análise como a mais ineficiente, visto que nesta ilha faltam infra-estruturas de apoio ao setor e a pesca não tem forte tradição, em relação às demais.

Com vistas em analisar a natureza dos retornos à escala, o modelo de envoltória, apresentado nos Problemas de Programação Linear (9) e (10), foi modificado para possibilitar a identificação da natureza dos retornos à escala das unidades de produção. Especificamente, foi acrescentada nos modelos uma restrição de convexidade, conforme modelo BCC, apresentado no problema de programação linear (7). Os modelos de envoltória com orientação-produto, retornos variáveis e retornos não-crescentes visaram identificar a natureza dos retornos à escala, cujos resultados estão apresentados na Tabela 2.

Na Tabela 2, pode-se verificar que, em praticamente todo o período, a maioria das unidades de produção não estava operando em escala ótima²², apresentando, predominantemente, retornos crescentes à escala.

Os resultados indicam que as ilhas de Santo Antão, Fogo e Boa Vista apresentaram retornos crescentes à escala durante todo o período analisado, o que, de certa forma, indica que, por serem ineficientes, o nível de eficiência pode ser aumentado por meio de maiores investimentos em fatores de produção. Nota-se que, nos anos de 1994 e 1995, os escores médios de eficiência foram os mais baixos, e algumas ilhas operaram com retornos decrescentes à escala. Esses resultados causam certa preocupação, já que o retorno decrescente à escala é um indicador de queda no estoque de recursos pesqueiros. Tendo em vista

²² O conceito de escala ótima refere-se à definição de BANKER (1984) – “Most productive scale size”. É um conceito estritamente quantitativo e está relacionado com a presença de retornos constantes à escala.

Tabela 2 - Retornos à escala na produção da pesca artesanal das ilhas de Cabo Verde, estimados pela abordagem intertemporal com dados em painel, no período de 1990 a 1999

Ilhas	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Santo Antão	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC
São Vicente	RD	C	RD	RD	RD	RD	RC	RC	RC	C
São Nicolau	RC	C	RC	C	RD	RD	C	RC	RC	RC
Sal	RC	RC	RC	RC	C	RD	RC	RC	RC	RC
Boa Vista	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC
Maio	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	C	RC
Santiago	C	C	RC	RC	RD	RC	RC	RC	C	C
Fogo	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC
Brava	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RD

Fonte: Dados da pesquisa.

RC = retornos crescentes à escala; RD = retornos decrescentes à escala; C = retornos constantes à escala.

que a produtividade é determinada pela eficiência, pela tecnologia e pelas condições ambientais (disponibilidade de recursos), pode-se inferir que os baixos escores de eficiência, nos anos de 1994 e 1995, estejam associados à queda na disponibilidade de recursos pesqueiros. Um fato que corrobora com esta análise é que as ilhas de Santiago, São Vicente, São Nicolau e Sal, que apresentaram retornos decrescentes à escala nesse período, são as maiores produtoras de pescado e praticam uma pesca intensiva e mais modernizada, em relação às demais, motivo pelo qual têm maiores possibilidades de “sobreexploração” dos recursos. Outro fato é que nessas ilhas operam embarcações de pesca classificadas como semi-industriais, já que, freqüentemente, pescam nas mesmas regiões em que atuam as embarcações de pesca artesanal e são, geralmente, embarcações melhor equipadas e de maior porte do que as artesanais, razão por que as capturas resultam em maiores quantidades de produto e, portanto, têm mais possibilidades de causar situações de sobrepesca e queda nos estoques de recursos pesqueiros. A ilha de São Vicente operou com retornos decrescentes à

escala, durante cinco dos 10 anos analisados, o que pode indicar excesso de esforço de pesca em relação à disponibilidade de recursos da ilha, causando “sobreexploração” destes. Essa situação pode ser justificada pela forte presença de embarcações semi-industriais que atuam nas mesmas regiões de pescaria das artesanais, resultando em quedas nos estoques de recursos. O ano de 1997 foi o único em que todas as ilhas operaram com retornos crescentes à escala, o que pode ser justificado pela maior disponibilidade de recursos pesqueiros neste ano.

A ilha de Santiago foi a que mais vezes operou em escala ótima. No geral, dado que a maioria das ilhas, além de ser ineficiente, operou com retornos crescentes à escala, é evidente que o nível de eficiência e produtividade na pesca nacional poderia ser aumentado mediante incremento nos fatores de produção (esforço).

O modelo de envoltória formulado com orientação-produto permite analisar a produção potencial das unidades de produção, caso operassem de forma tecnicamente eficiente, mantivessem o mesmo nível de fatores de produção e tivessem as mesmas condições, em termos da disponibilidade, dos recursos pesqueiros. Na projeção das unidades na fronteira eficiente e levando-se em conta as folgas nos produtos, tem-se indicação da produção potencial, de acordo com a equação apresentada em (11). As ilhas do Fogo, Maio, Santo Antão e Boa Vista podem servir de exemplo, já que, apesar de terem sido identificadas como ineficientes, pois utilizavam o mesmo nível de insumos e apresentavam as mesmas condições de disponibilidade de recursos pesqueiros, produziam maiores quantidades de pescado. Pelo fato de operarem com retornos crescentes à escala, o aumento nos fatores de produção (esforço de pesca) acarretaria aumento mais que proporcional na produção, fato esse que deve ser levado em conta na análise da quantidade de produção sustentável dos recursos pesqueiros.

Tendo em vista que, em todos os anos, algumas ilhas foram tecnicamente ineficientes na produção de pescado, espera-se que, caso se tornassem eficientes, as suas produções pudessem ser expandidas, possibilitando níveis de produtividade semelhantes aos das demais ilhas tecnicamente eficientes.

Conforme resultados apresentados na Tabela 1, especificamente as médias da eficiência calculadas para cada ilha no período, e considerando-se um cenário de retornos constantes à escala, verifica-se que houve significativo potencial de aumento na produção, que variou de 10%, na ilha de São Vicente, a 123%, na ilha da Boa Vista, tendo as ilhas de Santo Antão, São Nicolau, Sal, Maio, Santiago, Fogo e Brava apresentado potencial de aumento, em média, de 43%, 24%, 36%, 49, 20%, 32% e 64%, respectivamente.

Os resultados da produção potencial são importantes, visto que são indicadores de apoio à gestão de recursos pesqueiros e possibilitam melhor monitoramento das quantidades capturadas e do impacto do nível de fatores utilizados na produção.

Esses resultados deverão ser confrontados com as informações sobre a máxima produção sustentável do arquipélago, para que sejam identificadas possíveis situações de “sobreeexploração”, o que evitará situações de quedas no estoque dos recursos que comprometam a sustentabilidade da exploração pesqueira nacional.

Essas análises foram feitas numa perspectiva intertemporal, isto é, foi utilizado todo o painel de dados para formar a fronteira de eficiência e analisar a eficiência relativa das ilhas produtoras de pescado. Conforme evidenciado no Capítulo 2, o procedimento utilizado na análise intertemporal pressupõe que não tenha havido progresso tecnológico durante todo o período analisado. Embora essa pressuposição pareça coerente com a situação do setor pesqueiro artesanal em Cabo Verde, ela torna a análise muito restritiva, em termos das pressuposições sobre progressos técnicos. Uma alternativa para relaxar o pressuposto de inexistência de progresso técnico é a abordagem da técnica *window analysis*, do DEA. Nesta abordagem, as ilhas que serão utilizadas na formação da fronteira de eficiência seguem um procedimento semelhante à abordagem da média móvel utilizada na análise de tendência.

3.1.2. Análise intertemporal do *window analysis*

Neste estudo utilizaram-se dados de três anos para formar as fronteiras de eficiência, cuja seqüência é semelhante à abordagem estatística utilizada no procedimento da média móvel.

A abordagem do *window analysis* permite identificar a tendência da eficiência e também pode ser utilizada na análise da sensibilidade e da estabilidade dos escores de eficiência das unidades de produção.

3.1.2.1. Ilha de Santo Antão

A Tabela 3 apresenta os resultados dos escores de eficiência estimados para a ilha de Santo Antão. A eficiência média desta ilha foi de 0,868, no período. Analisando-se esses resultados **em linha**, isto é, para cada *window* da análise, tem-se uma idéia da mudança dos escores de eficiência no tempo. Nota-se que a ilha de Santo Antão apresentou tendência crescente da eficiência, ao longo do tempo, contrariada apenas nos últimos anos e no primeiro ano. Conforme dados da Tabela 3, **em coluna**, para cada ano em análise, tem-se uma indicação do comportamento, em termos de sensibilidade e estabilidade, dos escores de eficiência da ilha, em decorrência da mudança na composição na construção da fronteira de eficiência. Verifica-se que os escores de eficiência estimados apresentaram-se estáveis, poucos sensíveis, com pequenos valores de desvio-padrão.

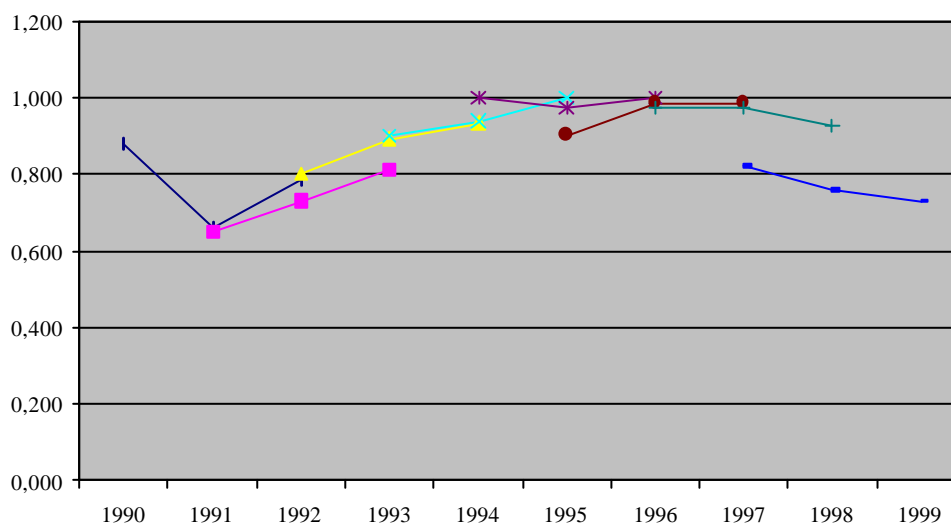
A Figura 7 ilustra os resultados apresentados na Tabela 3. Pode-se verificar que a eficiência da ilha de Santo Antão apresentou tendência crescente no período de 1991 a 1996, atingindo maior nível de eficiência no ano de 1996. Nos últimos três anos, essa ilha apresentou queda nos níveis de eficiência.

Tabela 3 - Escores de eficiência técnica da ilha de Santo Antão, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do *window analysis*

Ilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Média
Santo Antão	0,881	0,660	0,785								0,770
		0,648	0,731	0,811							0,727
			0,802	0,893	0,934						0,875
				0,901	0,940	1,000					0,946
					1,000	0,972	1,000				0,991
						0,902	0,986	0,986			0,957
						0,972	0,972	0,926		0,956	
Média	0,881	0,654	0,772	0,867	0,958	0,957	0,986	0,924	0,838	0,731	
σ		0,008	0,037	0,050	0,036	0,050	0,014	0,091	0,119		
Eficiência média	0,868										

Fonte: Dados da pesquisa.

s - Desvio-padrão.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Tabela 3.

Figura 7 - Evolução da eficiência técnica da ilha de Santo Antão, no período de 1990 a 1999.

3.1.2.2. Ilha de São Vicente

Os resultados de análise, pela abordagem *window analysis*, da ilha de São Vicente encontram-se na Tabela 4. A eficiência média, estimada para esta ilha, foi de 0,960, valor relativamente elevado em relação ao das demais.

Tabela 4 - Escores de eficiência técnica da ilha de São Vicente, no período de 1990 a1999, estimados pela abordagem intertemporal do *window analysis*

Ilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Média
São Vicente	1,000	1,000	1,000								1,000
		1,000	0,997	1,000							0,999
			1,000	1,000	0,778						0,920
				1,000	0,780	1,000					0,921
					0,870	0,938	1,000				0,934
						0,838	1,000	1,000			0,943
							0,985	1,000	0,974		0,986
								1,000	0,956	1,000	0,985
Média	1,000	1,000	0,999	1,000	0,808	0,923	0,995	1,000	0,965	1,000	
s		0,000	0,002	0,000	0,053	0,082	0,009	0,000	0,013		
Eficiência média	0,960										

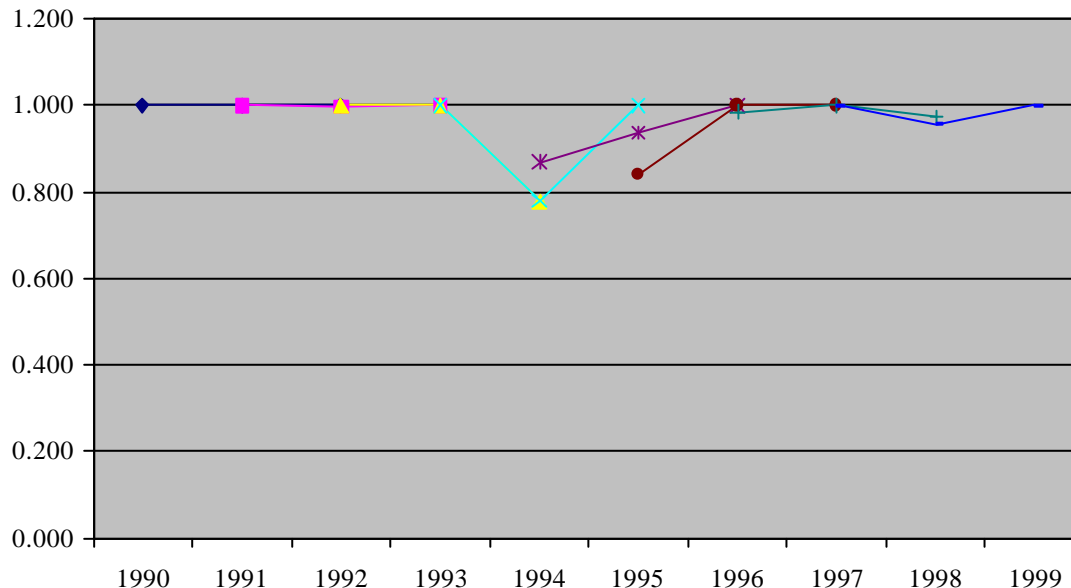
Fonte: Dados da pesquisa.

s - Desvio-padrão.

Como se pode verificar, a ilha de São Vicente é, sem dúvida, uma das mais eficientes tecnicamente na produção artesanal de pescado em Cabo Verde, visto que apresentou elevados escores de eficiência e pequenos desvios-padrão, nos períodos analisados. Esses resultados indicam que os escores de eficiência técnica dessa ilha são relativamente pouco sensíveis e estáveis. Os piores escores de eficiência da ilha foram verificados nos anos de 1994 e 1995. De acordo com os resultados da análise intertemporal apresentados na secção 3.1, foram nestes anos que as médias nacionais de eficiência foram as mais baixas. Nesses períodos

(94 e 95), o escore de eficiência apresentou maior desvio-padrão, o que indica maior sensibilidade, em razão da alteração da composição das unidades para formação da fronteira de referência.

A Figura 8 ilustra os resultados apresentados na Tabela 4. Esta ilha, a não ser nos anos de 1994 e 1995, apresentou escores de eficiência praticamente iguais a 1, o que a caracteriza como uma das mais eficientes do arquipélago. Na Figura 8, nota-se que a eficiência manteve-se constante ao longo do período analisado, com valores próximos a 1, que é o escore que indica as unidades eficientes tecnicamente. Os resultados encontrados são coerentes com o que se verifica na realidade do setor pesqueiro em Cabo Verde. A ilha de São Vicente é o segundo maior produtor de pescado em nível nacional e, junto com a ilha de Santiago, tem os maiores mercados consumidores e apresenta as melhores e maiores quantidades de infra-estruturas de apoio à pesca.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Tabela 4.

Figura 8 - Evolução da eficiência técnica da ilha de São Vicente, no período de 1990 a 1999.

3.1.2.3. Ilha de São Nicolau

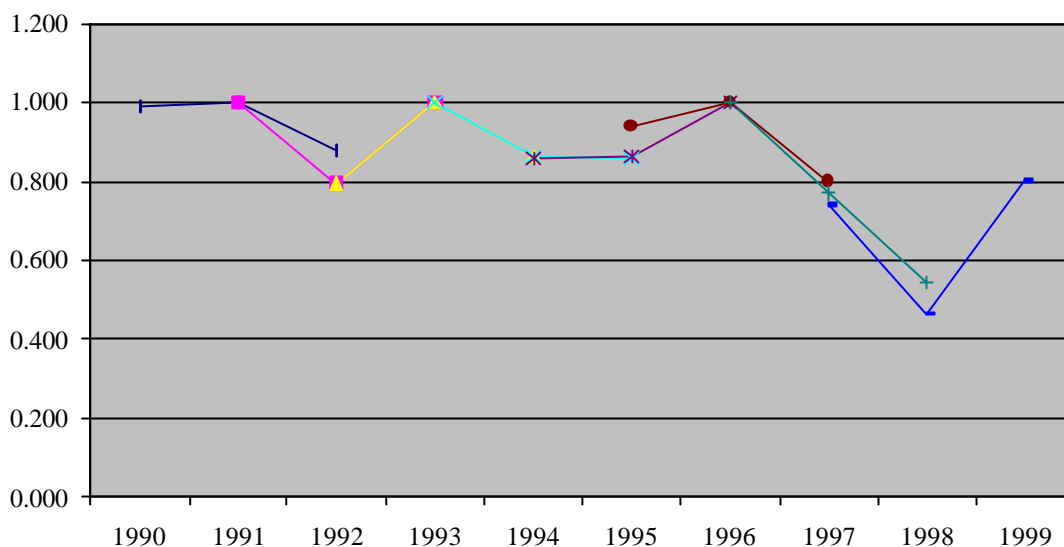
A Tabela 5 apresenta os resultados dos escores de eficiência da ilha de São Nicolau. A eficiência média desta ilha foi de 0,854. Embora este valor seja elevado, nota-se que os escores de eficiência, nesse período, apresentaram maiores valores nos primeiros anos. Ao se analisarem os valores dos desvios-padrão, verifica-se que os escores foram pouco sensíveis; os menores foram verificados nos últimos anos, sendo o pior no ano de 1998. Embora a ilha tenha apresentado escore de eficiência relativamente elevado, pode-se verificar, na Figura 9, que o escore de eficiência apresenta tendência de queda ao longo do período, principalmente nos anos de 1996 a 1998.

Tabela 5 - Escores de eficiência técnica da ilha de São Nicolau, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do *window analysis*

Ilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Média
São Nicolau	0,989	1,000	0,878								0,954
		1,000	0,795	1,000							0,926
			0,795	1,000	0,862						0,882
				1,000	0,862	0,860					0,905
					0,858	0,865	1,000				0,905
						0,939	1,000	0,799			0,909
							1,000	0,770	0,543		0,748
								0,741	0,463	0,802	0,650
Média	0,989	1,000	0,822	1,000	0,861	0,887	1,000	0,770	0,501	0,802	
s		0,000	0,048	0,000	0,002	0,044	0,000	0,029	0,057		
Eficiência média		0,854									

Fonte: Dados da pesquisa.

s - Desvio-padrão.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Tabela 5.

Figura 9 - Evolução da eficiência técnica da ilha de São Nicolau, no período de 1990 a 1999.

A ilha de São Nicolau apresentou retornos decrescentes à escala, durante os anos de 1994 e 1995, os quais podem ser indicadores de queda na disponibilidade de recursos. Nesse sentido, a queda nos escores de eficiência desta ilha, a partir do ano de 1996, pode ser creditada a quedas no estoque de recursos pesqueiros da ilha.

3.1.2.4. Ilha do Sal

Os resultados da análise para a ilha do Sal estão na Tabela 6. A eficiência média desta ilha foi de 0,813, valor menor que os escores apresentados por grande parte das ilhas. Nota-se que, pela análise dos valores de desvio-padrão, o escore foi pouco sensível, apresentando maior desvio-padrão no ano de 1996. Os piores escores de eficiência foram verificados nos últimos anos, sendo o pior no ano de 1999. Pode-se verificar que o escore de eficiência da ilha, desde o ano de 1994, manteve tendência de queda, justificada pela menor disponibilidade de

recursos pesqueiros, tendo em vista que a ilha apresentou retornos decrescentes à escala no ano de 1995.

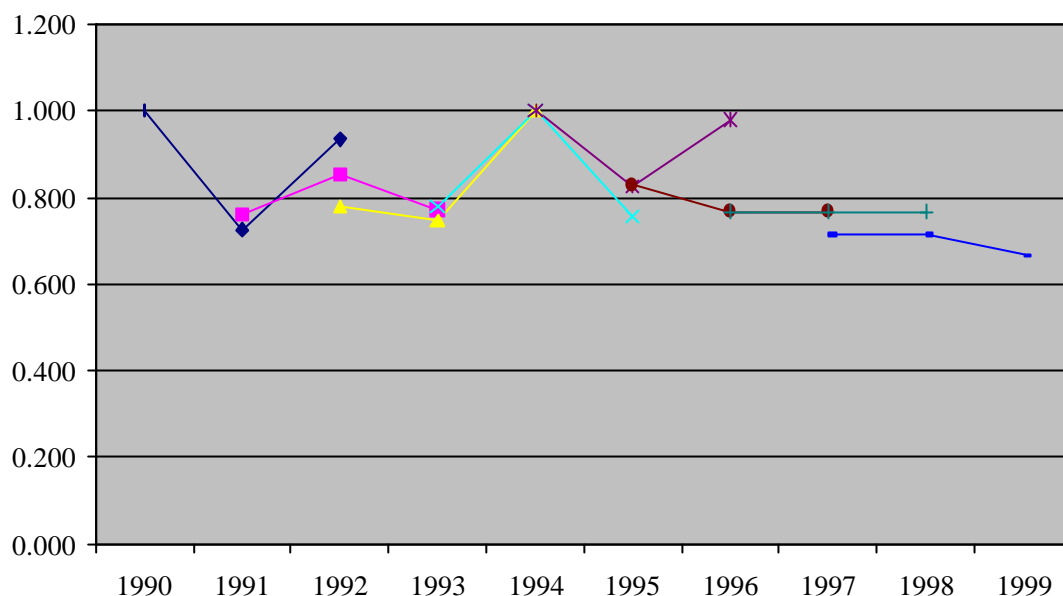
Tabela 6 - Escores de eficiência técnica da ilha do Sal, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do *window analysis*

Ilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Média	
Sal	1,000	0,726	0,934								0,879	
		0,759	0,854	0,771							0,794	
			0,781	0,747	1,000						0,836	
				0,779	1,000	0,755					0,838	
					1,000	0,825	0,980				0,932	
						0,828	0,767	0,767			0,787	
							0,767	0,767	0,767		0,767	
Média	1,000	0,742	0,854	0,766	1,000	0,802	0,832	0,749	0,714	0,714	0,667	0,698
s		0,023	0,077	0,017	0,000	0,041	0,123	0,031	0,037			
Eficiência média	0,813											

Fonte: Dados da pesquisa.

s - Desvio-padrão.

Na Figura 10, verifica-se que a média do escore de eficiência apresentou oscilação nos primeiros anos; a partir de 1994, a tendência foi nitidamente de queda, com certa estabilidade ao longo do período analisado.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Tabela 6.

Figura 10 - Evolução da eficiência técnica da ilha do Sal, no período de 1990 a 1999.

3.1.2.5. Ilha da Boa Vista

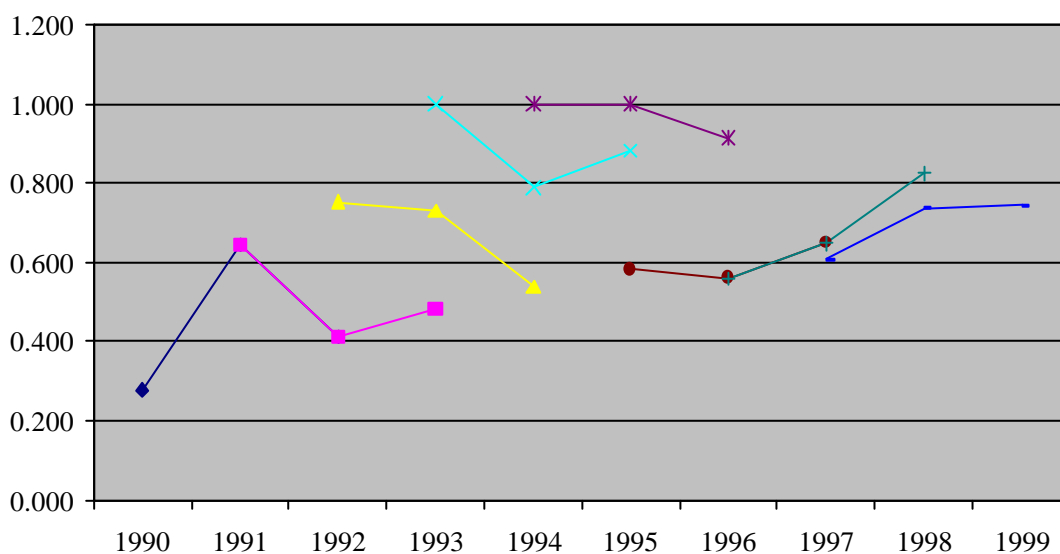
A Tabela 7 apresenta os resultados dos escores de eficiência da ilha da Boa Vista. A eficiência média foi de 0,654, menor escore de eficiência, o que fez com que a ilha fosse considerada a mais ineficiente no período analisado. Nota-se que o escore de eficiência da ilha apresentou o menor valor no primeiro ano de análise, que foi o de 1990. Entretanto, a partir de então, nota-se tendência crescente nos escores de eficiência estimados. Ao se analisarem os valores dos desvios-padrão, verifica-se que os escores foram sensíveis, com elevados desvios-padrão, nos anos de 1993 a 1996. Neste período, a ilha aparece como eficiente, quando se utiliza o painel de dados referentes aos anos de 1994, 1995 e 1996 na construção da fronteira. Na Figura 11, nota-se que o escore de eficiência apresentou tendência de crescimento, ao longo do período, tornando-se, nos últimos anos, especificamente a partir de 1996, menos sensível e mais estável.

Tabela 7 - Escores de eficiência técnica da ilha da Boa Vista, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do *window analysis*

Ilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Média	
Boa Vista	0,278	0,645	0,412								0,420	
		0,645	0,412	0,483							0,504	
			0,752	0,730	0,538						0,666	
				1,000	0,788	0,880					0,885	
					1,000	1,000	0,914				0,970	
						0,582	0,561	0,649			0,596	
							0,559	0,648	0,824		0,668	
								0,607	0,737	0,743	0,693	
	Média	0,278	0,645	0,504	0,706	0,751	0,800	0,659	0,634	0,779	0,743	
	s		0,000	0,196	0,259	0,231	0,215	0,204	0,024	0,062		
Eficiência média		0,654										

Fonte: Dados da pesquisa.

s - Desvio-padrão.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Tabela 7.

Figura 11 - Evolução da eficiência técnica da ilha da Boa Vista, no período de 1990 a 1999.

3.1.2.6. Ilha do Maio

A Tabela 8 apresenta os resultados dos escores de eficiência da ilha do Maio. A eficiência média desta ilha foi de 0,816, valor insignificante em relação aos escores de algumas ilhas, apesar da tendência de crescimento, conforme Figura 12. A ilha apresentou o menor escore no ano de 1990; a partir de então, melhorou significativamente o valor do escore de eficiência durante o período, atingindo os maiores valores nos últimos anos.

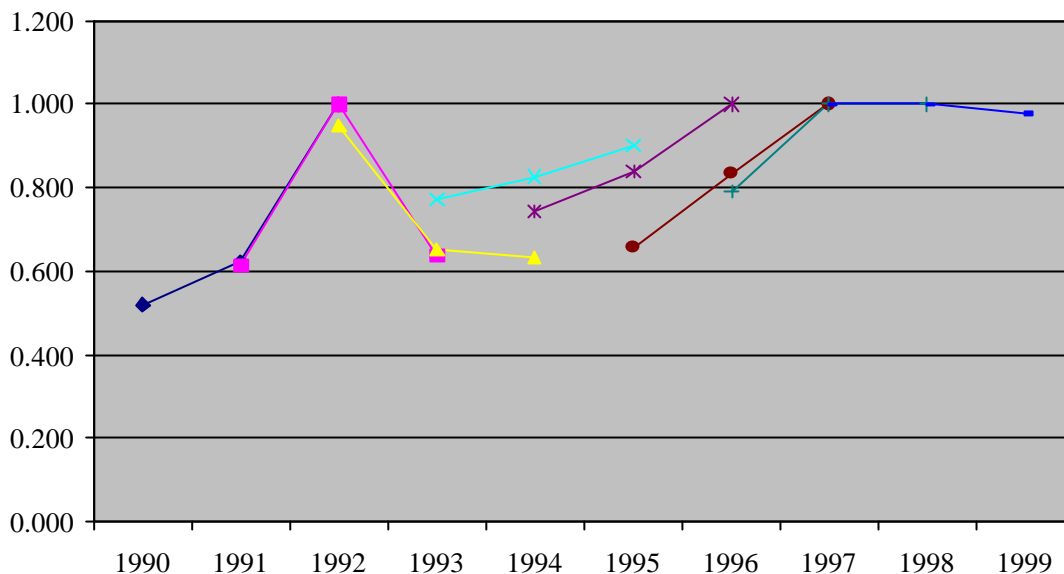
Pode-se verificar que o escore aparece como pouco sensível no período. Ao se analisarem os valores dos desvios-padrão, nota-se que estes são relativamente baixos, visto que só aumentaram nos anos de 1995 e 1996. A tendência de crescimento nos escores de eficiência da ilha é explicada pelo fato de esta ser uma das mais bem dotadas em disponibilidade de recursos. Por apresentar retornos crescentes à escala, o incremento nos fatores de produção promove melhor nível de eficiência.

Tabela 8 - Escores de eficiência técnica da ilha do Maio, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do *window analysis*

Ilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Média	
Maio	0,520	0,624	1,000								0,687	
		0,613	1,000	0,636							0,731	
			0,949	0,653	0,632						0,732	
				0,771	0,827	0,902					0,832	
					0,742	0,839	1,000				0,854	
						0,657	0,835	1,000			0,819	
							0,790	1,000	1,000		0,924	
								1,000	1,000	0,979	0,993	
	Média	0,520	0,618	0,983	0,684	0,729	0,792	0,871	1,000	1,000	0,979	
	s		0,008	0,029	0,074	0,098	0,127	0,111	0,000	0,000		
Eficiência média		0,816										

Fonte: Dados da pesquisa.

s - Desvio-padrão.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Tabela 8.

Figura 12 - Evolução da eficiência técnica da ilha do Maio, no período de 1990 a 1999.

3.1.2.7. Ilha de Santiago

Os resultados da análise, para a ilha de Santiago, encontram-se na Tabela 9 e estão ilustrados na Figura 13. A eficiência média dessa ilha, no período, foi de 0,985, maior valor em relação às das demais.

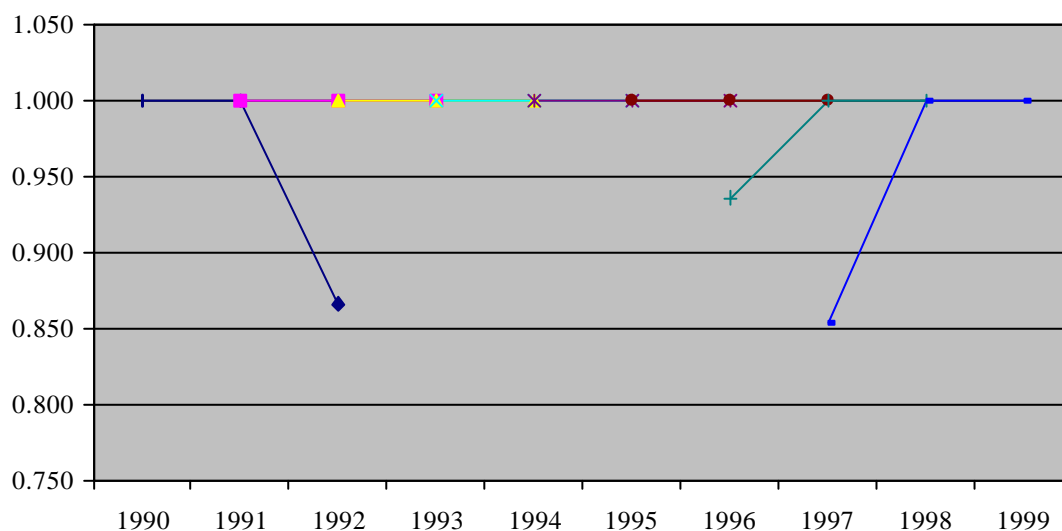
Como se pode verificar, a ilha de Santiago aparece como a mais eficiente tecnicamente na produção artesanal de pescado em Cabo Verde, visto que apresentou, praticamente em todos os anos, elevados escores de eficiência e pequenos desvios-padrão. Esses resultados indicam que os escores de eficiência técnica da ilha são pouco sensíveis e estáveis. O menor escore de eficiência da ilha foi verificado no ano de 1997.

Tabela 9 - Escores de eficiência técnica da ilha de Santiago, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do *window analysis*

Ilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Média	
Santiago	1,000	1,000	0,866								0,953	
		1,000	1,000	1,000							1,000	
			1,000	1,000	1,000						1,000	
				1,000	1,000	1,000					1,000	
					1,000	1,000	1,000				1,000	
						1,000	1,000	1,000			1,000	
							1,000	1,000	1,000		1,000	
								0,936	1,000	1,000	0,978	
									0,854	1,000	1,000	0,949
	Média	1,000	1,000	0,953	1,000	1,000	1,000	0,978	0,949	1,000	1,000	
s		0,000	0,077	0,000	0,000	0,000	0,037	0,084	0,000			
Eficiência média		0,985										

Fonte: Dados da pesquisa.

s - Desvio-padrão.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Tabela 9.

Figura 13 - Evolução da eficiência técnica da ilha de Santiago, no período de 1990 a 1999.

Como era de esperar, a ilha foi considerada como a mais eficiente, juntamente com a de São Vicente. Esses resultados indicam que essas ilhas, pelo fato de oferecerem melhores infra-estruturas de apoio à pesca e serem as duas principais cidades do arquipélago, oferecem aos pescadores maior acesso a equipamentos, formação, crédito etc., que, de certa forma, determinam a eficiência na produção.

Na Figura 13, nota-se que a eficiência manteve-se constante ao longo do período analisado, com valores próximos de 1, que é o escore que indica as unidades tecnicamente eficientes.

3.1.2.8. Ilha do Fogo

A Tabela 10 apresenta os resultados dos escores de eficiência da ilha do Fogo. A eficiência média desta ilha foi de 0,932, o que faz com que ela apareça num nível de eficiência semelhante às de Santiago e São Vicente, constituindo as três mais eficientes, no período analisado.

Tabela 10 - Escores de eficiência técnica da ilha do Fogo, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do *window analysis*

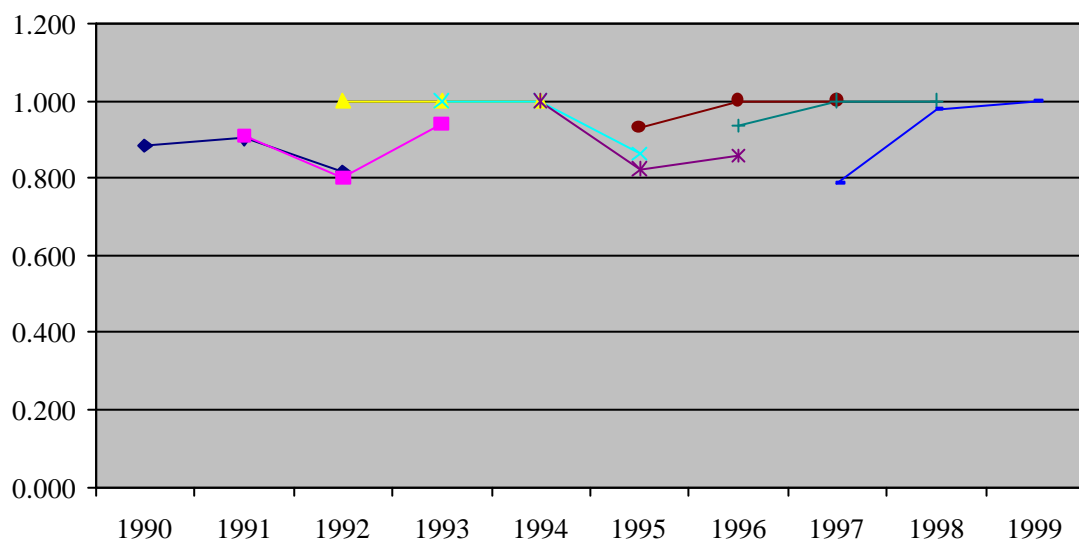
Ilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Média	
Fogo	0,884	0,901	0,817								0,867	
		0,909	0,801	0,942							0,882	
			1,000	1,000	1,000						1,000	
				1,000	1,000	0,862					0,952	
					1,000	0,824	0,857					0,891
						0,932	1,000	1,000				0,977
							0,935	1,000	1,000			0,978
Média	0,884	0,905	0,868	0,980	1,000	0,872	0,929	0,923	0,989	1,000	0,916	
s		0,006	0,111	0,033	0,000	0,055	0,072	0,123	0,016			
Eficiência média		0,932										

Fonte: Dados da pesquisa.

s - Desvio-padrão.

Conforme resultados, verifica-se que os escores de eficiência da ilha foram pouco sensíveis e apresentaram maiores desvios-padrão, nos anos de 1992 e 1997.

Na Figura 14, nota-se que a tendência foi de crescimento. A ilha apresentou o pior escore nos anos de 1992 e 1995; a partir de 1995, melhorou significativamente; e manteve certa estabilidade, durante o período. Essa tendência crescente de eficiência foi devida ao fato de na ilha ter sido instituído o projeto FOPESCA, cujos objetivos são promoção da pesca artesanal mediante introdução de novas embarcações; possibilidade de crédito aos pescadores; formação e instalação de infra-estruturas de apoio à pesca, etc.



Fonte: Dados da pesquisa, elaborado pelo autor com base na Tabela 10.

Figura 14 - Evolução da eficiência técnica da ilha do Fogo, no período de 1990 a 1999.

3.1.2.9. Ilha da Brava

Os resultados da análise, para a ilha da Brava, estão apresentados na Tabela 11 e ilustrados na Figura 15. A eficiência média desta ilha foi de 0,725, considerada uma das mais ineficientes. No ano de 1992, apresentou escore de eficiência igual a 1; entretanto, na maior parte do tempo e em qualquer período de análise, apresentou baixos escores de eficiência, tendo a menor média ocorrido no ano de 1993.

De acordo com dados da Tabela 11, nota-se que o escore parece ser sensível a mudanças nas unidades que formam a fronteira de eficiência. Os valores de desvio-padrão foram os mais elevados nos anos de 1993, 1995 e 1996.

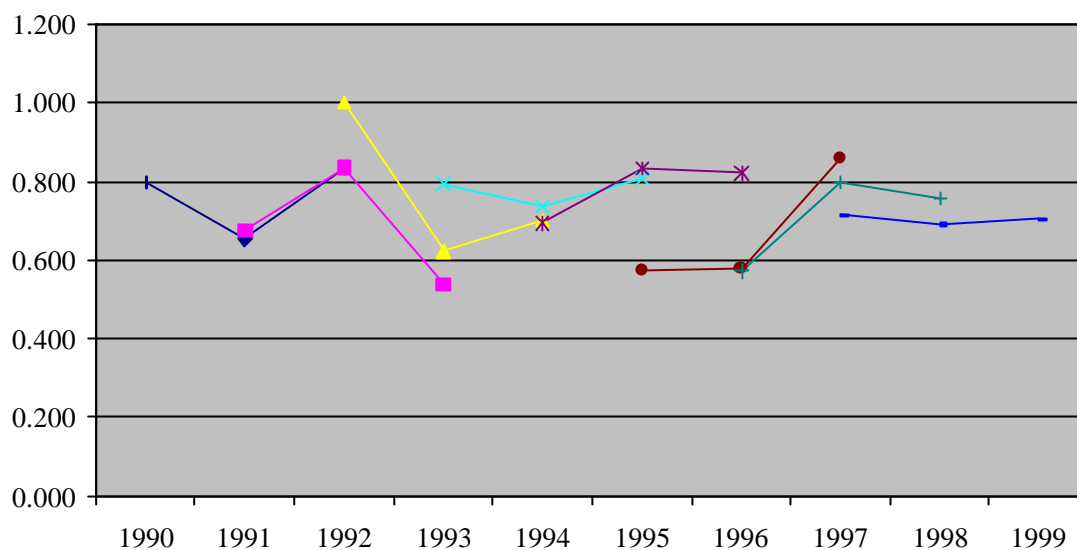
A Figura 15 indica que o maior escore de eficiência foi observado no ano de 1992; a partir de então, nota-se tendência de queda, que pode ser verificada, também, pela análise dos escores médios de eficiência de cada ano, na Tabela 11.

Tabela 11 - Escores de eficiência técnica da ilha da Brava, no período de 1990 a 1999, estimados pela abordagem intertemporal do *window analysis*

Ilha	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Média	
Brava	0,797	0,653	0,832								0,757	
		0,675	0,836	0,538							0,672	
			1,000	0,622	0,702						0,759	
				0,794	0,738	0,806					0,779	
					0,693	0,834	0,821				0,780	
						0,573	0,579	0,858			0,658	
							0,572	0,798	0,755		0,701	
								0,714	0,691	0,703	0,703	
	Média	0,797	0,664	0,886	0,643	0,711	0,728	0,648	0,788	0,722	0,703	
	s		0,016	0,096	0,130	0,024	0,143	0,142	0,072	0,045		
Eficiência média		0,725										

Fonte: Dados da pesquisa.

s - Desvio-padrão.



Fonte: Dados da pesquisa, elaborado pelo autor com base na Tabela 11.

Figura 15 - Evolução da eficiência técnica da ilha da Brava, no período de 1990 a 1999.

Pela análise dos resultados, pode-se notar que as ilhas que apresentaram maior média de eficiência, estimada pela abordagem *window analysis*, foram as de Santiago, São Vicente e Fogo. Esses resultados, no geral, foram coerentes com os da abordagem intertemporal, pelo fato de as ilhas da Boa Vista e Brava terem sido consideradas como ineficientes e as de São Vicente, Santiago e Fogo, como as mais eficientes. Confirmaram-se também eficiências nas ilhas do Maio (crescimento) e na de São Nicolau (queda).

Ao se analisarem os desvios-padrão, verifica-se que as ilhas de Santiago e São Vicente, além de apresentarem maior média no escore de eficiência, apresentaram os menores desvios, o que indica maior estabilidade dos escores estimados.

Como se pode verificar na Tabela 12, na qual são apresentadas as médias de eficiência estimadas pelas duas abordagens intertemporais, houve algumas mudanças na posição relativa (*ranking*) da eficiência de algumas ilhas. Essa situação se justifica pelo fato de as unidades utilizadas na formação de fronteiras de eficiência serem diferentes, isto é, na análise em que se emprega abordagem

intertemporal dos dados em painel foram utilizadas todas as unidades e todo o período de análise (todo o painel de dados). Na análise em que se usa abordagem do *window analysis* foram utilizadas apenas unidades de três anos, para cada *window*. As médias de eficiência técnica, estimadas pela abordagem intertemporal do *window analysis*, foram maiores do que as estimadas pela abordagem intertemporal dos dados em painel, o que implica que houve mudanças em termos de tecnologia. Esse fato acontece porque a abordagem do *window analysis* não permite que as unidades sejam comparadas com outras que estejam relativamente mais longe no tempo (tecnologicamente mais avançadas ou menos avançadas), isto é, as unidades são comparadas apenas com outras que se encontram a “dois” anos de distância, por exemplo, o que não permite que na análise das unidades do ano de 1990 sejam usadas, como referência, outras dos anos de 1993 a 1999. Nesse sentido, na abordagem do *window analysis*, as unidades apresentaram nível tecnológico semelhante. Nesse contexto, tendo em vista que a ilha do Fogo apresentou progresso tecnológico no período, o seu escore de eficiência melhorou, em comparação à abordagem intertemporal dos dados em painel, tendo o mesmo ocorrido nas ilhas de Santiago, Maio e Santo Antão.

3.2. Índice Malmquist de produtividade total dos fatores

Com vistas em analisar a mudança na produtividade total dos fatores, foi utilizado o índice de Malmquist, cujos resultados são apresentados e analisados nesta seção.

Tabela 12 - Média dos escores de eficiência das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999, estimada pela abordagem intertemporal

Ilhas	Eficiência intertemporal			
	Dados em painel	Rank	Window analysis	Rank
Santo Antão	0,699	6.º	0,868	4.º
São Vicente	0,910	1.º	0,960	2.º
São Nicolau	0,805	3.º	0,854	5.º
Sal	0,738	5.º	0,813	7.º
Boa Vista	0,448	9.º	0,654	9.º
Maio	0,672	7.º	0,816	6.º
Santiago	0,835	2.º	0,985	1.º
Fogo	0,760	4.º	0,932	3.º
Brava	0,609	8.º	0,725	8.º
Média	0,707		0,845	

Fonte: Dados da pesquisa.

O índice Malmquist de produtividade total dos fatores foi 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 e Figuras a seguir. Como citado anteriormente, na interpretação usual do índice Malmquist, valores maiores que 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 Malmquist.

Primeiramente, são apresentados os resultados da mudança na eficiência de cada ilha, durante o período de 1990 a 1999; em seguida, são apresentados os resultados da mudança na tecnologia e na produtividade.

Na Tabela 13 encontram-se os índices de mudança na eficiência. Como se pode observar, no geral, a média²³ nacional do índice de mudança na eficiência foi de 1,005, valor que indica que a eficiência cresceu, em média, 0,5%.

Tabela 13 - Mudanças na eficiência das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999

Ilhas	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	Média
Santo Antão	0,663	1,304	1,097	1,053	1,000	1,000	0,993	0,988	0,768	0,969
São Vicente	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
São Nicolau	1,000	0,883	1,133	0,974	1,027	1,000	0,799	0,723	1,425	0,979
Sal	0,842	1,108	0,835	1,283	1,000	0,993	0,772	1,049	0,873	0,961
Boa Vista	1,801	1,158	1,330	1,000	1,000	0,975	0,666	1,282	1,061	1,105
Maio	1,297	1,225	0,771	1,296	0,980	1,021	1,000	1,000	1,000	1,053
Santiago	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Fogo	0,968	1,100	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,007
Brava	0,677	1,477	0,816	1,042	1,177	0,847	1,013	0,880	1,133	0,983
Média	0,983	1,127	0,984	1,066	1,019	0,980	0,906	0,982	1,016	1,005

Fonte: Dados da pesquisa.

Pode-se verificar, pelos resultados da Tabela 13, que as ilhas de Santiago e São Vicente não apresentaram nenhuma variação na eficiência, durante todo o período analisado, enquanto as de Boa Vista e Maio apresentaram as maiores taxas de crescimento da eficiência, em média, 10,5% e 5,3%, respectivamente. A maior queda foi verificada na ilha do Sal (-3,9%). No período de 1991 a 1992, houve maior média de mudança na eficiência, dada uma taxa de mudança média de 12,7%, tendo a ilha da Brava apresentado a maior taxa de mudança (47,7%). Entretanto, no mesmo período, a de São Nicolau teve a maior queda na eficiência (-11,7%), a única a apresentar tal resultado em 1992. No período de 1990 a 1991,

²³ A média refere-se à média geométrica.

as maiores quedas na eficiência foram verificadas nas ilhas de Santo Antão (-33,7%) e Brava (-32,3%), enquanto o maior crescimento, em nível de eficiência, foi verificado na da Boa Vista (80,1%).

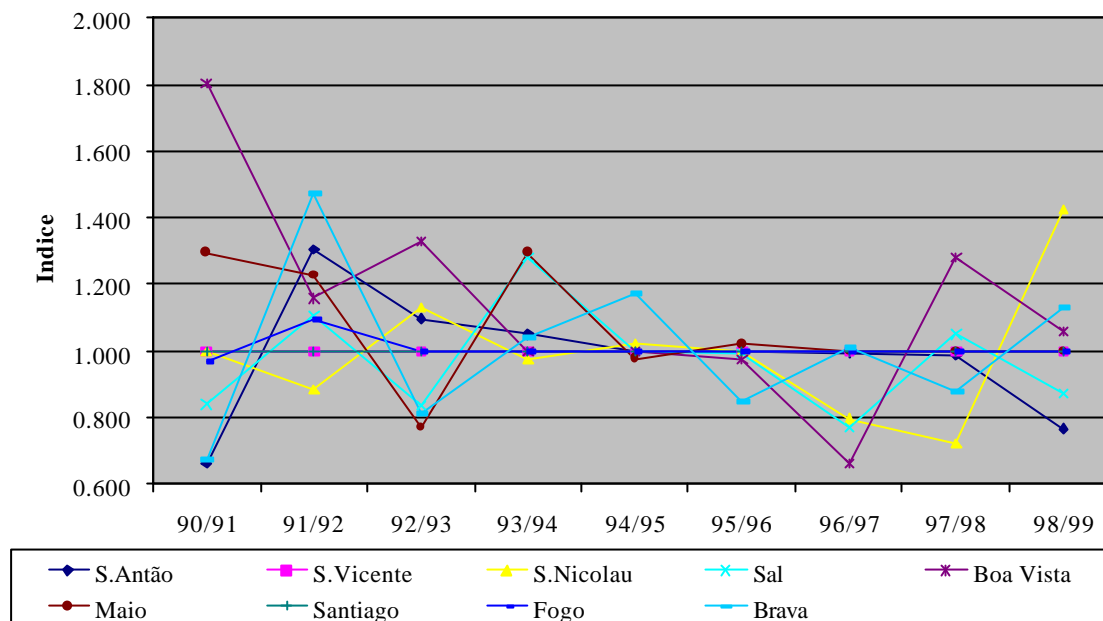
Os resultados da mudança na eficiência, de forma acumulada²⁴, indicam que as ilhas do Sal, Santo Antão, São Nicolau e Brava apresentaram queda de -29,8%, -24,8%, -17,6% e -14,4% no índice de mudança na eficiência, respectivamente, enquanto as de Boa Vista e Maio apresentaram crescimento elevado de 145% e 59%, respectivamente, durante o período.

Os resultados da análise foram ilustrados na Figura 16 e referem-se aos dados constantes na Tabela 13. Nota-se comportamento irregular da eficiência no tempo, entretanto, verifica-se que, em praticamente todas as ilhas, os períodos de crescimento foram seguidos de períodos de queda e assim sucessivamente, o que dificulta a identificação de tendência no índice de mudança na eficiência.

Os resultados da análise das mudanças tecnológicas encontram-se na Tabela 14 e indicam que a média nacional do índice de mudança na tecnologia, estimada no período, foi de 1,010, o que demonstra que o progresso tecnológico cresceu, em média, 1%.

Verifica-se, pelos resultados apresentados na Tabela 14, que as ilhas de São Nicolau e Maio apresentaram as maiores taxas de progresso tecnológico, 3,8% e 6,7%, respectivamente. A maior queda no índice de mudança tecnológica foi verificada na de Boa Vista (-43,1%), no período de 1991 a 1992, assim como a pior média de mudança na tecnologia, com uma taxa de mudança média de -13,5%, tendo a ilha da Boa Vista mais contribuído para esta situação. Durante o período analisado, verifica-se que a maior taxa de progresso tecnológico foi verificada na de Boa Vista (83%), no período 1996 a 1997, o que contribuiu, significativamente, para que este ano fosse considerado como o de maior média da taxa de progresso tecnológico (20,8%).

²⁴ Os resultados acumulados foram calculados pelo produtório seqüencial e cumulativo dos índices calculados durante o período.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Tabela 13.

Figura 16 - Mudanças na eficiência das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescada, no período de 1990 a 1999.

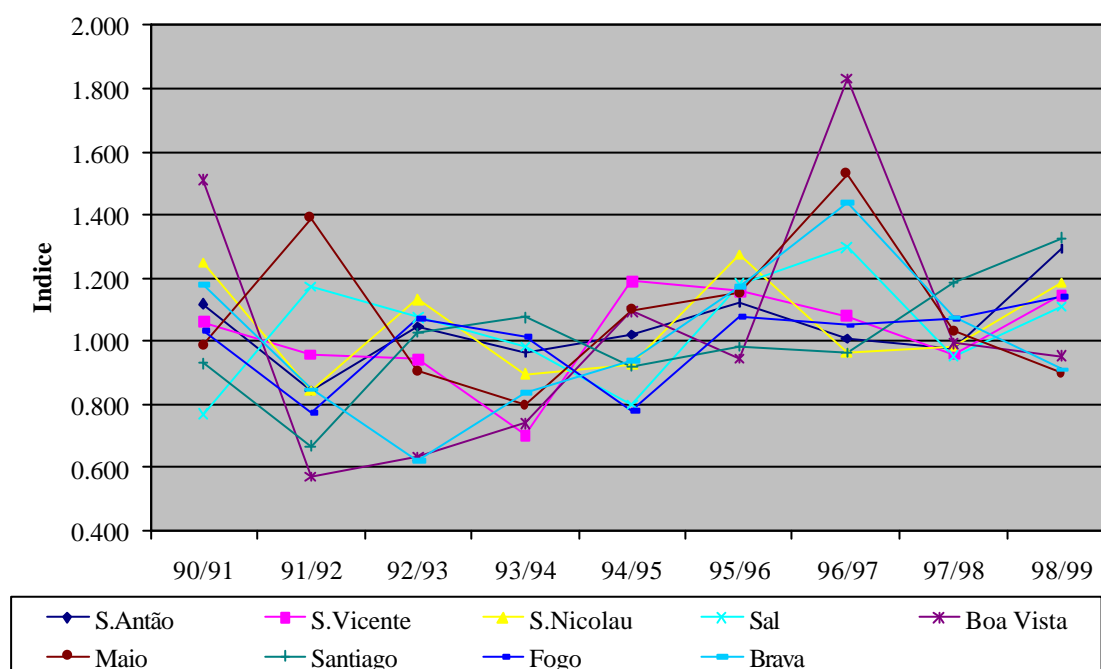
Tabela 14 - Mudanças na tecnologia das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescada, no período de 1990 a 1999

Ilhas	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	Média
Santo Antão	1,117	0,841	1,045	0,963	1,023	1,121	1,007	0,975	1,294	1,036
São Vicente	1,058	0,958	0,943	0,700	1,189	1,158	1,078	0,959	1,147	1,010
São Nicolau	1,248	0,840	1,130	0,895	0,926	1,275	0,961	0,982	1,184	1,038
Sal	0,768	1,170	1,073	0,980	0,796	1,182	1,296	0,954	1,108	1,022
Boa Vista	1,508	0,569	0,631	0,740	1,095	0,941	1,830	0,993	0,951	0,963
Maio	0,988	1,390	0,906	0,800	1,099	1,153	1,528	1,032	0,901	1,067
Santiago	0,929	0,665	1,027	1,075	0,917	0,983	0,963	1,185	1,326	0,992
Fogo	1,034	0,772	1,069	1,016	0,776	1,080	1,049	1,069	1,140	0,992
Brava	1,181	0,846	0,623	0,838	0,936	1,169	1,439	1,075	0,908	0,976
Média	1,075	0,865	0,919	0,881	0,964	1,114	1,208	1,023	1,096	1,010

Fonte: Dados da pesquisa.

Em termos acumulados, o índice de mudança na tecnologia indicou regresso tecnológico, nas ilhas da Boa Vista, Brava, Fogo e Santiago, de -28,7%, -19,8%, -7,1% e -7%, respectivamente, enquanto nas restantes, Maio, São Nicolau e Santo Antão, houve progresso tecnológico de 79%, 39,9% e 37,7%, respectivamente.

A Figura 17 foi elaborada com base nos dados da Tabela 14. Nota-se comportamento irregular da mudança na tecnologia no tempo, o que dificulta a identificação de uma nítida tendência nesse índice.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Tabela 14.

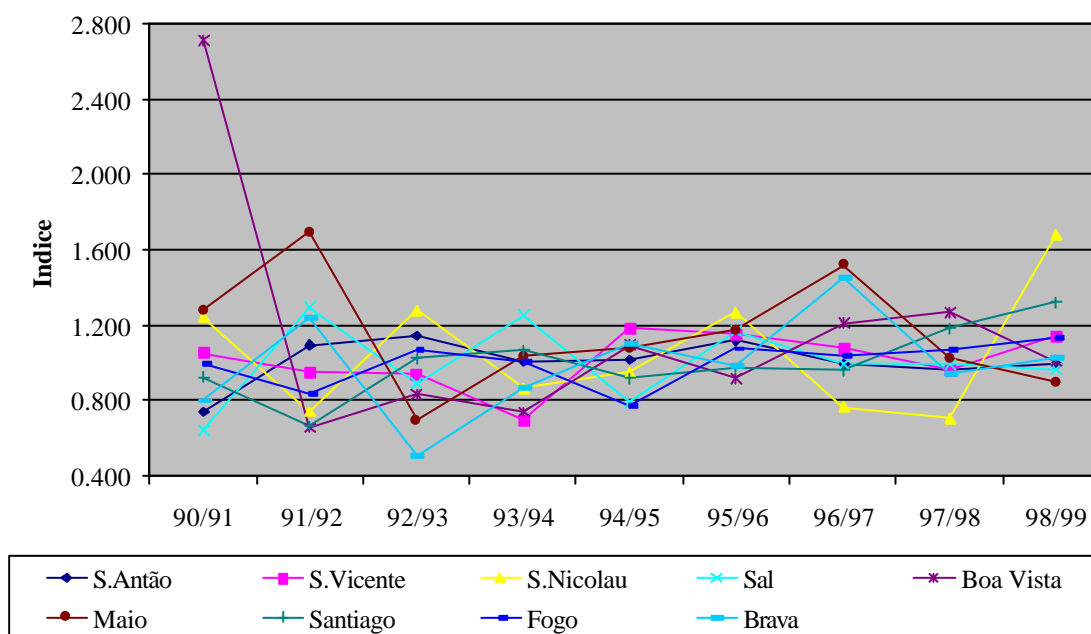
Figura 17 - Mudanças na tecnologia das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999.

O produto da mudança na eficiência e na tecnologia oferece uma estimativa da mudança na produtividade total dos fatores. Os resultados desta estimação encontram-se na Tabela 15 e estão ilustrados na Figura 18.

Tabela 15 - Mudanças na produtividade das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999

Ilhas	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	Média
Santo Antão	0,741	1,097	1,147	1,014	1,023	1,121	1,000	0,963	0,994	1,004
São Vicente	1,058	0,958	0,943	0,700	1,189	1,158	1,078	0,959	1,147	1,010
São Nicolau	1,248	0,742	1,280	0,872	0,951	1,275	0,768	0,709	1,687	1,016
Sal	0,647	1,297	0,896	1,257	0,796	1,174	1,000	1,000	0,968	0,983
Boa Vista	2,716	0,659	0,839	0,740	1,095	0,917	1,218	1,273	1,009	1,064
Maio	1,282	1,704	0,699	1,037	1,077	1,177	1,528	1,032	0,901	1,123
Santiago	0,929	0,665	1,027	1,075	0,917	0,983	0,963	1,185	1,326	0,992
Fogo	1,001	0,848	1,069	1,016	0,776	1,080	1,049	1,069	1,140	0,999
Brava	0,799	1,250	0,508	0,873	1,102	0,990	1,458	0,946	1,029	0,959
Média	1,056	0,976	0,905	0,939	0,982	1,092	1,095	1,003	1,114	1,016

Fonte: Dados da pesquisa.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base na Tabela 15.

Figura 18 - Índices de produtividade das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999.

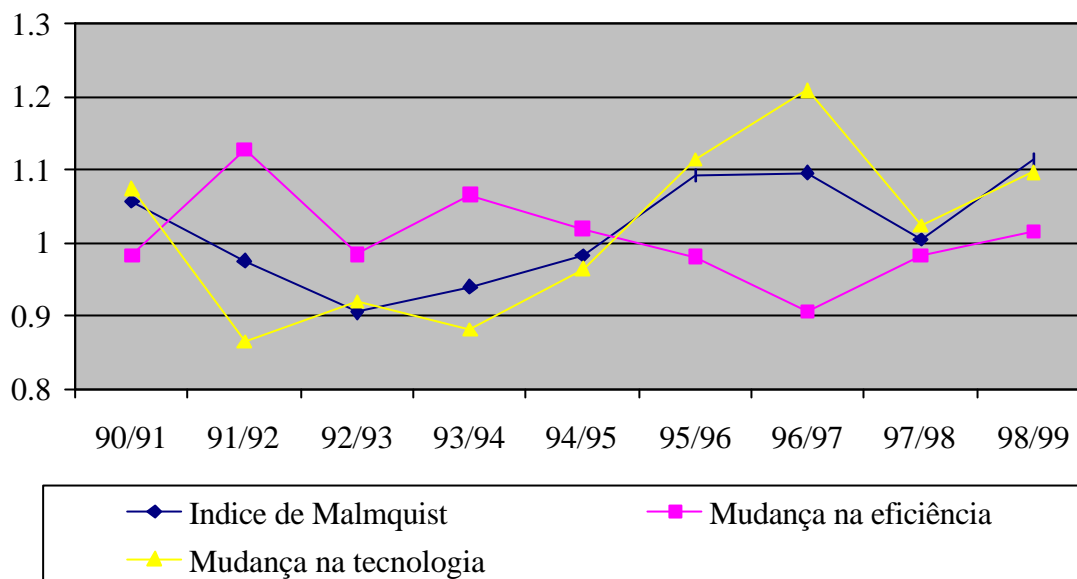
Nota-se que o índice médio, em todo o período, foi de 1,016, o que indica crescimento médio de 1,6% na produtividade total dos fatores. Este valor foi determinado, principalmente, pelo progresso tecnológico verificado no período. As ilhas do Maio e Boa Vista apresentaram as maiores médias no índice de mudança na produtividade no período, 12,3% e 6,4%, respectivamente. Ao se analisar a média dos períodos, verifica-se que a maior média de crescimento (11,4%), ocorreu no ano de 98/99, enquanto a pior (-9,05%), no de 92/93. A ilha da Boa Vista apresentou o maior índice de mudança na produtividade, durante o período 90/91. As mudanças na produtividade total dos fatores são explicadas, na maioria das ilhas, pelas mudanças na tecnologia, conforme análise de correlação entre as mudanças na produtividade e mudanças na eficiência e correlação entre as mudanças na produtividade e mudanças na tecnologia. As ilhas de São Vicente, Maio, Santiago, Fogo e Brava apresentaram maiores coeficientes de correlação entre mudanças na produtividade e mudanças na tecnologia, enquanto as de Santo Antão, São Nicolau, Boa Vista e Sal apresentaram maiores coeficientes de correlação entre mudanças na produtividade e mudanças na eficiência, razão de a mudança na produtividade ser mais influenciada pela eficiência.

As quedas nos índices de produtividade total dos fatores das ilhas de Santiago e Fogo foram determinadas pela queda no progresso tecnológico, -0,8% e -0,14%, respectivamente. É interessante notar que essas ilhas, embora possam ter apresentado queda na produtividade durante o período, nos últimos anos, apresentaram nítido aumento na produtividade, determinado, principalmente, pelo progresso tecnológico, tendo em vista que a eficiência nessas ilhas se manteve inalterada nesse período.

Em termos acumulados, o índice no período indica que as ilhas do Maio e Boa Vista apresentaram maiores crescimentos em produtividade dos fatores, com taxas de 185,2% e 74,6%, respectivamente. As ilhas da Brava, Sal, Santiago e Fogo foram as únicas que tiveram quedas na produtividade total dos fatores, -31,4%, -14,5%, -7% e -7%, respectivamente.

Os resultados apresentados na Tabela 15 encontram-se ilustrados na Figura 18, na qual se pode observar o comportamento da produtividade. As ilhas apresentaram comportamento irregular na produtividade total de fatores, com quedas e crescimentos freqüentes ao longo do período. A cada período de queda seguiu-se um período de crescimento e assim sucessivamente, ao longo do período analisado.

A Figura 19 apresenta um resumo dos resultados da decomposição do índice Malmquist em mudanças na eficiência e mudanças na tecnologia. Esses resultados se referem às médias anuais verificadas no índice de produtividade total dos fatores e na mudança na eficiência e tecnologia verificada no período. Como se pode verificar, as mudanças na produtividade foram determinadas, em grande parte, pelas mudanças na tecnologia, tanto pelo progresso tecnológico como pelo regresso tecnológico. Na análise de correlação, em que se utilizaram os dados referentes às médias anuais das mudanças na produtividade e as médias das mudanças na tecnologia e eficiência, nota-se que, em média, as mudanças na produtividade estão correlacionadas, positivamente, com as mudanças na tecnologia (89%) e, em relação às mudanças na eficiência, estão negativamente relacionadas (-46%). Entretanto, ao analisar a correlação entre as mudanças na produtividade e mudanças na eficiência e, também, correlação entre mudanças na produtividade e mudanças na tecnologia, em todo o painel de dados, verifica-se que as mudanças na tecnologia apresentaram maiores coeficientes de correlação com as mudanças na produtividade (68%), e as mudanças na eficiência apresentaram coeficientes de correlação de 64% com as mudanças na produtividade.



Fonte: Elaborada pelo autor, com base nas Tabelas 13, 14 e 15.

Figura 19 - Médias dos índices de mudanças na eficiência, tecnologia e produtividade das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescada, no período de 1990 a 1999.

O comportamento da produtividade total dos fatores, durante o período, foi semelhante ao da mudança na tecnologia, o que pode confirmar o fato de que a mudança na tecnologia foi o principal determinante do comportamento da produtividade durante o período. O comportamento da mudança na eficiência, na maioria das vezes, foi contrário à direção apresentada na produtividade e mudança na tecnologia, o que corrobora a afirmação de que as mudanças na eficiência tiveram pouco impacto no comportamento da produtividade total dos fatores, no período analisado.

A Figura 19 indica que, em relação às mudanças na tecnologia, houve tendência de crescimento a partir do período de 91/92, no qual houve menor índice. Esse crescimento determinou um comportamento semelhante na produtividade.

Em relação à eficiência, nota-se que, a partir do mesmo período (91/92), houve queda até o período 96/97, no qual houve a pior média. Verifica-se, ainda,

que as mudanças na produtividade, ocorridas no período 98/99, foram determinadas pelo aumento na eficiência e no progresso tecnológico, sendo o único período em que todos os índices apresentaram crescimento na média.

Na Tabela 16, elaborada com base nos dados constantes das Tabelas 14, 2A e 3A, podem-se identificar as ilhas que contribuíram para deslocamentos na fronteira tecnológica, em cada período.

Tabela 16 - Ilhas de Cabo Verde responsáveis pelo deslocamento da fronteira tecnológica na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999

90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99
S. Vicente S. Nicolau				S. Antão		S. Vicente		
				B. Vista				
		Santiago Fogo	Santiago Fogo		Fogo	Fogo	Maio Santiago Fogo	Santiago Fogo

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota-se que as ilhas de Santiago, Fogo e São Vicente foram as “inovadoras”, já que contribuíram para mudanças no progresso tecnológico. Nos primeiros anos, as ilhas de São Vicente e São Nicolau foram responsáveis pelo deslocamento da fronteira tecnológica, no período. A partir de 1993, houve certa predominância das ilhas de Santiago e Fogo na determinação das mudanças no progresso tecnológico.

Esses resultados se devem ao fato de estas ilhas sediarem as principais instituições de pesquisa e extensão no 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. Na ilha

do Fogo encontra-se o projeto FOPESCA, implementado pela cooperação alemã, cujos objetivos são promoção da pesca artesanal na ilha por meio de atividades de formação, introdução de novas tecnologias de captura e tratamento de pescado mais coerentes com as características de cada região, além da concessão de créditos.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

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, possibilidade de emprego. O peixe, por ser fonte de proteína animal de baixo custo para a população e ser relativamente abundante nos mares de Cabo Verde, aparece como componente importante para a alimentação da população carente e subnutrida, tendo papel decisivo na questão da segurança alimentar desse país.

O setor das pescas em Cabo Verde, por meio de dois sistemas de pesca, o artesanal e o industrial, oferece perspectivas de emprego e divisas, respectivamente, isto é, o setor artesanal é potencial absorvedor de mão-de-obra, enquanto o setor industrial é gerador de divisas mediante exportação (INDP, 1999).

Situado no meio do Oceano Atlântico, Cabo Verde é, potencialmente, dotado de uma Zona Econômica Exclusiva considerável, que atinge 734.265 km², de uma plataforma continental de 5.394 km², 2.000 km de costa, e de um potencial de recursos marinhos estimado em 45.000 toneladas/ano, o que faz com que o mar seja o maior recurso natural do país (FAO, 1997b).

Evidências sobre eficiência técnica, progresso tecnológico e produtividade ao longo do tempo são alguns dos principais indicadores que os

tomadores de decisão necessitam para estabelecer políticas para o setor, razão pelo qual a análise das mudanças na eficiência, na tecnologia e na produtividade, ao longo do tempo, é uma das condições necessárias para identificar causas da ineficiência e controle efetivo do esforço de pesca e garantir a sustentabilidade do setor.

Este estudo utilizou a abordagem não-paramétrica de envoltória de dados na análise das mudanças na produtividade, no progresso tecnológico e na eficiência das ilhas de Cabo Verde na produção artesanal de pescado, no período de 1990 a 1999.

Mediante o painel de dados disponível nos boletins estatísticos do Instituto Nacional de Desenvolvimento das Pescas (INDP), desenvolveu-se uma análise intertemporal da eficiência técnica das ilhas, usando-se o modelo de envoltória linear, por partes, na construção da fronteira de eficiência, admitindo-se retornos constantes com orientação-produto. Incorporada uma restrição de convexidade no modelo, foram estimados escores de eficiência em que se utilizaram modelos de envoltória com orientação-produto, pressupondo retornos variáveis, com vistas em evidenciar a existência de ineficiência de escala. Entretanto, embora tenha sido constatada a existência de ineficiência de escala, tornou-se necessário identificar a natureza dos retornos à escala, isto é, analisar se as ilhas estavam operando com retornos constantes, crescentes ou decrescentes à escala. Para tal, utilizou-se o modelo de envoltória, admitindo-se retornos não-crescentes, para que a natureza dos retornos à escala fosse evidenciada pelo confronto dos resultados dos três modelos de envoltória (retornos constantes, retornos variáveis e retornos não-crescentes).

Tendo em vista que a abordagem intertemporal dos dados em painel admite algumas pressuposições restritivas, principalmente em se tratando de progresso tecnológico, utilizou-se a abordagem intertemporal do *window analysis*, cujos procedimentos são semelhantes aos adotados na análise estatística de tendência com média móveis. Esse procedimento possibilitou analisar a sensibilidade, a estabilidade e a tendência dos escores de eficiência estimados em cada ilha, durante o período.

Na análise da produtividade total dos fatores utilizou-se o índice Malmquist de produtividade, calculado pelas funções distância estimadas pela abordagem não-paramétrica de envoltória de dados. O cálculo do índice Malmquist, pela técnica DEA, permitiu a sua decomposição em mudanças na eficiência, que evidenciam o efeito *catching-up*, ou melhor, o deslocamento das unidades de produção em direção à fronteira eficiente, e mudanças na tecnologia (*frontier-shift*), que refletem os deslocamentos da própria fronteira de eficiência em decorrência do progresso (regresso) tecnológico.

Os resultados da análise demonstram que houve diferenças significativas no nível de eficiência técnica entre as ilhas na produção artesanal do pescado, no período analisado. As ilhas de São Vicente e Santiago foram as mais eficientes durante o período, tendo apresentado escores médios de eficiência de 0,910 e 0,835, respectivamente. Entretanto, a média nacional, no período, foi estimada em 0,707, sendo a ilha da Boa Vista a mais ineficiente, com escore médio estimado em 0,448, o que indica que, para que ela fosse considerada eficiente, em média, a sua produção deveria crescer 123%²⁵. Esses resultados foram coerentes com a realidade, já que as ilhas de São Vicente e Santiago são as duas maiores capitais do arquipélago e oferecem melhores condições em infraestrutura de apoio à atividade pesqueira em Cabo Verde, além de maiores facilidades de aquisição de equipamentos de apoio, possibilidades de formação e acesso a crédito para os pescadores, além de serem as maiores produtoras de pescado e terem os maiores mercados consumidores. A ilha do Maio apresentou aumento no escore de eficiência de 6,5% ao ano; a de São Nicolau apresentou queda no escore de eficiência de 4,5% ao ano; e as demais apresentaram taxas de crescimento não-significativas.

Constatou-se que grande parte das ilhas opera com ineficiência de escala, devido à presença de retornos crescentes à escala, o que indica que os níveis de eficiência podem ser melhorados por meio de aumentos nos níveis de fatores de produção dessas ilhas (aumentar a escala). Entretanto, em algumas ilhas,

²⁵ Note-se que o valor do escore de 0,448 refere-se à padronização $1/f_e$ que a expansão proporcional nos produtos da unidade sob análise é dada pela diferença $(f-1)$.

sobretudo nas de São Vicente, São Nicolau, Sal, Santiago e Brava, esta política deve ser aplicada com certa cautela, visto que elas apresentaram retornos decrescentes à escala em algum período da análise, o que pode ser interpretado, de certa forma, como indicador de queda no estoque/disponibilidade de recursos pesqueiros, lembrando o fato de que a presença de retornos decrescentes à escala na produção de recursos pesqueiros, geralmente, está associada a situações de sobreexploração e à queda nos estoques de recursos disponíveis. Pelos resultados, nota-se que há indícios de que a produção das embarcações semi-industriais possa estar afetando a sustentabilidade do estoque de recursos pesqueiros em algumas ilhas onde essas embarcações atuam.

A análise, pela técnica do *window analysis*, indicou que algumas ilhas apresentaram tendência de crescimento nos escores de eficiência, no período considerado, e que, em grande parte das ilhas, os escores de eficiência ficaram estáveis e pouco sensíveis às mudanças nas unidades que formaram a fronteira eficiente de referência para análise. A diferença nos escores, estimada pela abordagem do *window analysis*, em relação à abordagem pelos dados em painel, indicou evidência de que houve mudanças tecnológicas na pesca artesanal.

A análise da produtividade total dos fatores, pelo uso do índice Malmquist de produtividade, demonstrou que houve crescimento na produtividade total dos fatores, durante o período, a uma taxa de 1,6%, valor determinado, principalmente, pelo progresso tecnológico verificado no período.

As ilhas do Maio e Boa Vista apresentaram as maiores médias no índice de mudança na produtividade no período, 12,3% e 6,4%, respectivamente. Analisando-se a média dos períodos, verifica-se que o período 98/99 apresentou a maior média de crescimento (11,4%), enquanto o período 92/93, a pior média (-9,5%).

Quanto aos componentes da decomposição do índice de Malmquist, nomeadamente os de mudança na eficiência e mudança na tecnologia, pode-se verificar que, individualmente, a eficiência no período cresceu, em média, a uma taxa de 0,5% e o progresso tecnológico, a 1%.

As ilhas da Boa Vista e Maio apresentaram as maiores taxas de crescimento da eficiência, 10,5% e 5,3%, respectivamente. A maior queda na taxa de crescimento foi verificada na ilha do Sal (-3,9%). No período 91/92, houve maior média de mudança na eficiência, com uma taxa de mudança média de 12,7%.

Em se tratando das mudanças na tecnologia, nota-se que a média nacional de mudança, estimada para todo o período, indica que o progresso tecnológico aumentou, em média, 1%. As ilhas de São Nicolau e Maio apresentaram a maior taxa de progresso tecnológico, 3,8% e 6,7%, respectivamente, e a maior queda no índice de mudança tecnológica foi verificada na de Boa Vista (-43,1%), no período 91/92, no qual houve a pior média, -13,5%. Durante o período analisado, verifica-se que a maior taxa de progresso tecnológico foi verificada na ilha da Boa Vista (83%), no período 96/97, o que contribuiu, significativamente, para que este ano fosse considerado como o de maior média da taxa de progresso tecnológico (20,8%). As ilhas de Santiago e Fogo, juntamente com a de São Vicente, foram as inovadoras, já que determinaram as mudanças da fronteira tecnológica, durante a maior parte do período analisado.

No geral, verifica-se que os resultados encontrados indicam que, entre as ilhas, a exploração pesqueira artesanal apresenta diferenças na eficiência produtiva e as políticas de promoção do setor devem ser diferenciadas entre as ilhas, visto que existem diferenças nos retornos à escala, na eficiência e no progresso tecnológico.

Tendo em vista a existência de ilhas que operam ineficientemente, há necessidade de políticas que visem melhorar a eficiência e, por conseguinte, a produção nacional.

As ilhas de Santiago, São Vicente e Fogo devem servir de *benchmark* para as demais ineficientes, e as políticas, a serem adotadas, devem levar em conta as características das ilhas, principalmente em relação à natureza dos retornos à escala e eficiência. Deve ser garantido também o acesso ao crédito, à infra-estrutura de apoio à pesca e a equipamentos, condições estas que se

verificam nas ilhas de Santiago e São Vicente. Tendo em vista que há ineficiência, tanto em termos puramente técnicos quanto em termos de escala, nas ilhas que apresentaram indícios de retornos decrescentes à escala, as atividades de promoção por parte do governo devem ser destinadas à redução dos fatores de produção (número de embarcação e número de pescadores) e as ineficientes deverão ser beneficiadas com atividades de formação, equipamentos etc., que visam ao uso mais eficiente dos recursos disponíveis para produção.

Convém salientar que as condições para uma pesca sustentável, no longo prazo, requer uma participação fundamental do governo, de acordo com PAEZ (1991), já que as políticas e medidas adotadas na gestão desses recursos deverão garantir a produção máxima que pode ser sustentável no tempo e o controle do esforço de pesca, limitando o número de embarcações ativas durante o ano. Essas medidas são cruciais, na medida em que o acesso livre e a falta de uma definição clara dos direitos de propriedade, como acontece no caso da exploração de recursos naturais renováveis, a exemplo da pesca, tendem a facilitar a possibilidade de extinção dos recursos.

Finalmente, acredita-se que, dada a inexistência de estudos semelhantes em Cabo Verde e dadas as recomendações da FAO (2002), esses resultados sejam imprescindíveis para os tomadores de decisão, para que sejam adotadas políticas mais coerentes com as necessidades de gestão do setor de pescas, por meio das quais seja garantida a sustentabilidade da exploração dos recursos pesqueiros e seja permitida a participação do setor pesqueiro, efetivamente, no processo de desenvolvimento da economia de Cabo Verde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, A.A., SEIFORD, L.M. The mathematical approach to efficiency analysis. In: FRIED, H., LOVELL, C.A.K., SCHMIDT, S. (Eds.). **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. Oxford: Oxford University, 1993.
- ALVAREZ, A. Some issues on the estimation of technical efficiency in fisheries. **Efficiency Series Paper**, Universidad de Oviedo, Espanha, v. 2, 2001.
- ALVAREZ, A., OREA, L. Different approaches to model multi-species fisheries using a primal approach. **Efficiency Series Paper**, Universidad de Oviedo, Espanha, v. 3, 2001.
- ALVAREZ, A., PEREZ, L. Estimating technical efficiency in a fishery. In: NORTH AMERICAN PRODUCTIVITY WORKSHOP, 2000, Union College. **Proceedings...** 2000.
- BANKER, R.D. Estimating most productive scale size using DEA. **European Journal of Operational Research**, v. 17, p. 35-44, 1984.
- BANKER, R.D., THRALL, R.M.. Estimation of returns to scale using DEA. **European Journal of Operational Research**, v. 62, n. 1, p. 74-84, 1992.
- 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.
- BRITO, A., SEMEDO, J.M. **Nossa terra, nossa gente: introdução à geografia de Cabo Verde.** Cabo Verde: PFIE, 1995. 174 p.
- 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.
- CHARNES, A., COOPER, W.W. Programming with linear fractional functionals. **Naval Research Logistics Quarterly**, v. 15, p. 517-522, 1962.
- 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., CLARK, C.T., COOPER, W.W., GOLANY, B. A developmental study of DEA in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S. air forces. **Annals of Operations Research**, v. 2, p. 95-112, 1985.
- 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. **A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer Program).** Armidale, Austrália: University of New England, 1996. (CEPA Working Paper, 96/08).
- 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.** 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.
- EGGERT, H. Technical efficiency in the Swedish trawl fishery for Norway lobster. In: IIFET, 10, 2000, Oregon. **Proceedings...** Oregon: Oregon State University, 2000.
- 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.
- FARE, 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.
- FARE, R., GROSSKOPF, S., LOVELL, C.A.K. **Production frontiers**. Cambridge: Cambridge University, 1994b. 295 p.
- FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, p. 252-290, 1957.
- FERGUSON, C.E. **The neoclassical theory of production and distribution**. Cambridge: Cambridge University, 1975. 384 p.
- 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. **Code of conduct for responsible fisheries**. [11 abr. 2002]. (<http://www.fao.org/fi/agreem/codecond/fincode.asp>).

- FORSUND, R.F., SARAFILOU, N. **On the origins of data envelopment analysis**. Oslo, Norway: Department of Economics, University of Oslo, 2000. (Memorandum, 24).
- FRIED, H.O., LOVELL, C.A.K., SCHMIDT, S.S. (Eds.). **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. Oxford: Oxford University, 1993. 425 p.
- GARCIA, S.M., NEWTON, C. Current situation, trends and prospects in world capture fisheries. In: PIKITCH, E.K., HUPPERT, E.D., SISENWIN, F. (Eds.). **Global trends: fisheries management**. Bethesda, Maryland, 1997.
- GOMES, A.P. **Impactos das transformações da produção de leite no número de produtores e requerimentos de mão-de-obra e capital**. Viçosa: UFV, 1999. 161 p. Tese (Doutorado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- GOMES, A.P., DIAS, R.S. Medidas de produtividade na agropecuária brasileira: 1985-1995. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39, 2001, Recife. **Anais...** Brasília: SOBER, 2001.
- 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**. 1968. 13 p. (FAO Fisheries Technical Papers, 70).
- HANNESON, R. Bioeconomic production function in fisheries: teoretical and empirical analysis. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 40, p. 968-982, 1983.
- HERRERO, I., PASCOE, S. Technical efficiency and inefficiency of vessels in the Spanish south-Atlantic trawl fishery. Spain: University of Huelva, 2001. (Working Paper).
- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP. **Boletim estatístico n.º 0**. Mindelo, 1990.
- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP. **Boletim estatístico n.º 1**. Mindelo, 1991.
- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP. **Boletim estatístico n.º 2**. Mindelo, 1992.
- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP. **Boletim estatístico n.º 3**. Mindelo, 1993.

- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP.
Boletim estatístico n.º 4. Mindelo, 1994.
- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP.
Boletim estatístico n.º 5. Mindelo, 1995.
- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP.
Boletim estatístico n.º 6. Mindelo, 1996.
- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP.
Boletim estatístico n.º 7. Mindelo, 1997.
- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP.
Boletim estatístico n.º 8. Mindelo, 1998.
- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP.
Boletim estatístico n.º 9. Mindelo, 1999a.
- INSTITUTO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO DAS PESCAS - INDP.
Investigação e gestão haliêutica em Cabo Verde – INDP. Mindelo, 1999b.
252 p.
- 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.
- 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.
- LOVELL, C.A.K. Future research opportunities in efficiency and productivity analysis. **Efficiency Series Paper**, Universidad de Oviedo, Espanha, v. 1, 2001.
- LOVELL, C.A.K. Applying efficiency measurement techniques to the measurement of productivity change. **Journal of Productivity Analysis**, v. 7, n. 2/3, p. 329-340, 1996.
- MALMQUIST, S. Index numbers and indifference curves. **Trabajos de Estadística**, v. 4, n. 1, p. 209-242, 1953.

- MARGULIS, S. **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. 2.ed. Brasília: IPEA, 1996. 246 p.
- MARINHO, E.L.L., BARRETO, F.A.F.D. **Análise da produtividade e progresso tecnológico dos estados do Nordeste**. Ceará: CAEN, 2000. 30 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: IIFET, 10, 2000, Oregon. **Proceedings...** Oregon: Oregon State University, 2000.
- 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.
- PEARCE, D.W. **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 Comm.**, 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.

- TULKENS, H., VANDEN EECKAUT, P. Non-parametric efficiency, progress and regress measures for panel data: methodological aspects. **European Journal of Operational Research**, v. 80, p. 474-499, 1995.
- TUPY, O., YAMAGUCHI, L.C.T. Eficiência e produtividade: conceitos e medição. **Agricultura em São Paulo**, v. 45, n. 2, p. 39-51, 1998.
- 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: IIFET CONFERENCE, 7, 1994, Taipei. **Proceedings...** Taipei, 1994.

APÊNDICE

APÊNDICE

Tabela 1A - Dados utilizados no estudo

Ano	Ilha	Produtos		Insumos		
		Tun e Ppel	Dem e Div	Embarcação	Pescador	CPUE
1990	Santo Antão	464	145	102	417	48.47
	São Vicente	522	355	102	414	62.68
	São Nicolau	397	63	65	217	57.23
	Sal	232	54	41	108	53.32
	Boa Vista	18	25	22	74	30.45
	Maio	94	96	50	172	42.61
	Santiago	1430	515	175	2401	27.57
	Fogo	214	94	32	453	15.73
	Brava	75	143	45	136	107.02
1991	Santo Antão	332	140	115	460	41.05
	São Vicente	587	336	103	414	60.65
	São Nicolau	80	329	47	219	60.99
	Sal	129	59	41	108	38.45
	Boa Vista	25	57	14	80	36.09
	Maio	184	48	48	159	42.42
	Santiago	1632	437	183	2547	29.61
	Fogo	229	89	32	453	15.81
	Brava	92	100	45	136	76.07

Tabela 1A, Cont.

Ano	Ilha	Produtos		Insumos		
		Tun e Ppel	Dem e Div	Embarcação	Pescador	CPUE
1992	Santo Antão	405	97	115	460	42.44
	São Vicente	854	267	106	490	96.35
	São Nicolau	357	46	52	230	58.29
	Sal	264	44	67	150	42.86
	Boa Vista	12	39	14	80	26.26
	Maio	241	44	51	115	48.06
	Santiago	582	377	167	2004	24.16
	Fogo	303	95	59	450	19.22
	Brava	116	163	44	164	40.46
1993	Santo Antão	441	153	107	516	39.21
	São Vicente	947	214	106	490	96.18
	São Nicolau	432	43	67	199	57.15
	Sal	261	60	73	175	40.20
	Boa Vista	10	53	34	73	24.98
	Maio	190	67	47	174	49.01
	Santiago	817	449	231	2008	30.95
	Fogo	263	146	78	510	17.02
	Brava	197	86	58	231	42.27
1994	Santo Antão	536	156	102	538	47.88
	São Vicente	814	135	121	752	104.47
	São Nicolau	390	63	72	211	56.27
	Sal	381	65	71	169	45.56
	Boa Vista	25	39	34	73	28.12
	Maio	221	78	47	214	42.23
	Santiago	985	690	394	2829	33.71
	Fogo	323	150	102	525	16.89
	Brava	241	55	57	170	47.54
1995	Santo Antão	312	196	102	534	34.99
	São Vicente	776	264	115	705	87.26
	São Nicolau	393	47	72	211	64.13
	Sal	419	69	84	276	59.06
	Boa Vista	38	59	44	111	28.12
	Maio	166	86	49	207	43.19
	Santiago	467	651	390	2799	22.22
	Fogo	213	129	97	527	15.74
	Brava	188	71	57	168	45.35

Tabela 1A, Cont.

Ano	Ilha	Produtos		Insumos		
		Tun e Ppel	Dem e Div	Embarcação	Pescador	CPUE
1996	Santo Antão	510	204	103	513	43.98
	São Vicente	641	251	92	524	65.83
	São Nicolau	615	152	65	310	77.66
	Sal	287	111	84	231	41.09
	Boa Vista	38	59	49	124	28.12
	Maio	71	98	49	207	25.06
	Santiago	448	792	390	2799	26.69
	Fogo	235	133	97	527	16.02
	Brava	194	71	57	171	47.07
1997	Santo Antão	510	204	103	513	43.98
	São Vicente	787	252	92	524	70.10
	São Nicolau	332	140	65	310	56.05
	Sal	287	111	84	231	41.09
	Boa Vista	62	76	49	124	33.05
	Maio	243	127	49	126	36.87
	Santiago	502	716	390	3322	25.74
	Fogo	176	128	97	323	12.83
	Brava	135	129	57	202	44.36
1998	Santo Antão	523	224	103	513	53.09
	São Vicente	770	235	92	524	71.88
	São Nicolau	211	82	65	310	36.33
	Sal	287	111	84	231	41.09
	Boa Vista	78	88	49	124	28.63
	Maio	262	139	49	126	42.48
	Santiago	478	1098	390	3322	26.74
	Fogo	270	75	97	323	16.14
	Brava	190	122	57	202	45.76
1999	Santo Antão	321	267	105	534	46.34
	São Vicente	1114	278	116	573	87.00
	São Nicolau	272	64	47	170	37.63
	Sal	215	134	83	235	42.94
	Boa Vista	75	84	37	119	33.66
	Maio	268	128	57	148	36.86
	Santiago	722	1176	299	1728	31.60
	Fogo	383	134	110	580	18.43
	Brava	168	138	66	196	56.45

Fonte: Boletim estatístico do INDP (vários números).

Tabela 2A - Funções distância referentes a período t e tecnologia t - $d_o^t(x_t, y_t)$

Ilhas	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99
Santo Antão	0.663	0.865	0.950	1.000	1.000	1.000	0.993	0.981	0.753
São Vicente	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
São Nicolau	1.000	0.883	1.000	0.974	1.000	1.000	0.799	0.577	0.823
Sal	0.842	0.934	0.779	1.000	1.000	0.993	0.767	0.804	0.702
Boa Vista	0.649	0.752	1.000	1.000	1.000	0.975	0.649	0.831	0.882
Maio	0.816	1.000	0.771	1.000	0.980	1.000	1.000	1.000	1.000
Santiago	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Fogo	0.909	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Brava	0.677	1.000	0.816	0.850	1.000	0.847	0.858	0.755	0.856

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 3A - Funções distância referentes a período t e tecnologia s - $d_o^s(x_t, y_t)$

Ilhas	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99
Santo Antão	0.895	0.863	0.834	0.993	1.182	0.972	0.993	1.027	0.758
São Vicente	1.018	1.488	1.248	1.589	0.997	0.938	1.021	1.065	0.976
São Nicolau	1.290	1.890	0.795	1.156	1.115	0.939	1.264	0.789	0.464
Sal	1.515	0.818	0.864	0.902	1.386	0.860	0.767	0.804	0.722
Boa Vista	0.286	1.099	1.380	1.441	1.005	1.084	0.561	0.654	0.835
Maio	0.526	0.624	1.043	0.998	0.934	0.854	0.881	1.029	1.276
Santiago	1.266	2.449	1.161	1.220	1.702	1.252	1.254	1.091	1.103
Fogo	0.892	1.255	1.057	1.103	1.460	0.937	1.085	1.126	0.978
Brava	0.811	0.791	2.000	1.009	0.977	0.862	0.624	0.798	0.789

Fonte: Dados da pesquisa.