

ESTUDO DE UM CASO DE DETECÇÃO DE CARDUME E ESTIMATIVA DE SUA BIOMASSA
UTILIZANDO UM SISTEMA DE IMAGEAMENTO COM NÍVEL BAIXO DE LUZ
(LOW LIGHT LEVEL IMAGING SYSTEM)

M.R. Stevenson e S. Maluf

Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq
12200 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

No passado os métodos utilizados para localizar recursos pesqueiros eram mais um processo de tentativa e erro. Devido ao alto custo do combustível necessário às embarcações pesqueiras, qualquer método que possa reduzir o tempo de procura, determinar a espécie do cardume e estimar sua biomassa é altamente desejável. Um avanço recente na instrumentação de sensoriamento remoto está sendo iniciado para auxiliar a pesca comercial e o monitoramento dos recursos associados. Um instrumento capaz de fornecer tais aperfeiçoamentos é denominado Sistema Vidicon de Nível Baixo de Luz (LLLVS). Na prática, o LLLVS é usado para detectar sinais fracos de bioluminescência associada aos cardumes durante a lua nova, através de vôos noturnos realizados com um pequeno avião. Um operador a bordo do avião observa o monitor de TV e, quando um cardume é detectado, faz um registro em vídeo-teipe da imagem. Obtêm-se resultados quantitativos fotografando a imagem de um cardume disposto no monitor da TV. A imagem filmada pode em seguida ser digitalizada usando o Sistema IMAGE-100. Um cardume específico na imagem é conservado enquanto outras características da imagem são rejeitadas. Níveis digitais são selecionados para cobrir o intervalo dinâmico do campo da imagem. A área física à superfície do mar é determinada a seguir para cada nível digital, a fim de obter a área total do cardume. Para estimar a biomassa do cardume, usou-se um modelo simples que relacionou a concentração do peixe com os níveis digitais particulares e com as áreas correspondentes. Para o cardume exemplificado neste trabalho, a biomassa foi estimada ao redor de 6,4 toneladas métricas.

ABSTRACT

In the past the methods utilized for locating fishery resources were more or less a process of trial and error. Due to the high cost of fuel needed for the fishing operations, any method that is able to reduce the search time, determine the species of a school and estimate the

biomass of the school is highly desirable. A recent advance in remote sensing instrumentation is now available to aid both commercial fisheries and resource management of the same fisheries. An instrument capable of furnishing such improvements is called the Low Light Level Vidicon System (LLLVS). In practice, the LLLVS is used to detect weak bioluminescent light associated with fish schools during moonless flights, made with a small aircraft. A operator aboard the airplane observes the scene below with a TV monitor connected to the LLLVS and, when a school is detected, records the image on videotape. Quantitative results can be attained by first photographing the image of a school during a playback of the videotape. The filmed image can subsequently be digitized by using the IMAGE-100 System. A specific school in the image is saved while other features in the field are erased. Digital levels are then selected in order to cover the dynamic range of the image. The physical area at the sea surface is determined for each digital level, for the purpose of obtaining the total area of the school. In order to estimate the biomass of the school, a simple model was used relating the concentration of fish with particular digital levels and corresponding areas. For the school of this study, the biomass was estimated to be on the order of 6.4 metric tons.

1. INTRODUÇÃO

No passado, os métodos utilizados para localizar recursos pesqueiros eram mais um processo de tentativa e erro. Devido ao alto custo do combustível necessário às embarcações pesqueiras, qualquer método que possa reduzir o tempo de procura, determinar a espécie do cardume e estimar sua biomassa é altamente desejável. Um avanço recente na instrumentação de sensoriamento remoto está sendo iniciado para auxiliar a pesca comercial e o monitoramento dos recursos associados. Um instrumento capaz de fornecer tais aperfeiçoamentos é denominado Sistema Vidicon de Nível Baixo de Luz ("Low Light Level Vidicon System - LLLVS").

Enquanto os sistemas individuais pouco variam entre si, o LLLVS inclui os seguintes elementos básicos: uma lente e/ou espelho para captar a luz do alvo, um intensificador de luz e uma lente ocular, uma câmera ou câmera vidicon para visualizar ou registrar imagens de interesse. Um diagrama deste sistema pode ser visto na Figura 1. A eficiência do LLLVS está relacionada tanto com a amplificação da luz, quanto com a resolução geométrica do instrumento. Os instrumentos eletroópticos antigos eram capazes de fornecer um ganho de luz ao redor de 40.000 vezes de ampliação (Roithmayr, 1970; Roithmayr and Wittmann, 1972), mas os sistemas mais recentes fornecem ganhos de 60.000 vezes de ampliação (Stevenson, 1975) e até mais, como consequência dos aperfeiçoamentos que estão sendo implementados no campo eletroóptico.

Contudo, o sucesso do LLLVS para avaliação dos recursos marinhos depende também, em parte, da presença de organismos bioluminescentes como, por exemplo, fitoplânctons nas camadas superiores da água do mar. Es-

tudos anteriores realizados por Roithmayr (1970) concluíram que cerca de 30 espécies podem ser detectadas através de registros bioluminescentes na água do mar, sendo a maioria delas de águas costeiras. Na prática o LLLVS é utilizado para detectar sinais fracos de luz bioluminescente associada aos cardumes que passam através da água. Para minimizar a luz de fundo, o instrumento é normalmente utilizado a bordo de pequenas aeronaves, em vôos noturnos, durante a lua nova.

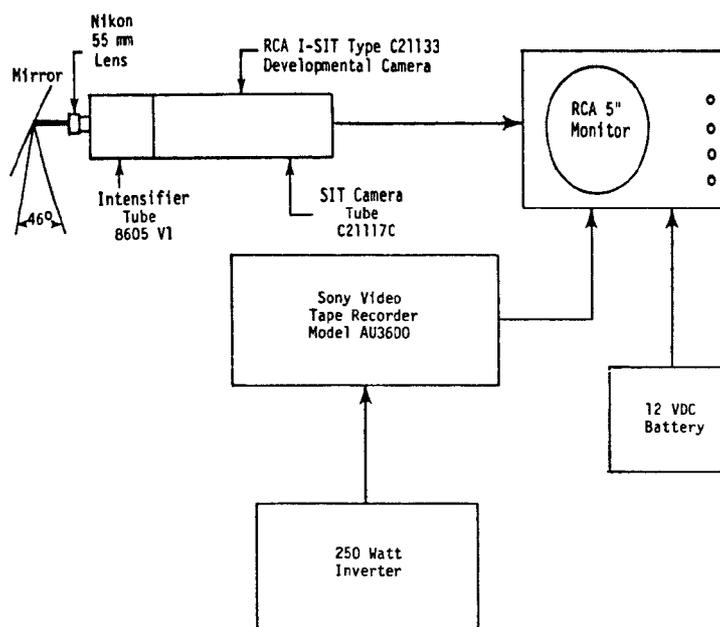


Fig. 1 - Esquema do sistema de intensificação da imagem com nível baixo de luz.

FONTE: Roithmayr and Wittman (1972).

2. METODOLOGIA

Durante os levantamentos, a parte ótica do LLLVS é instalada por baixo do avião, com a finalidade de obter uma visão clara da água do mar. Um operador observa a superfície do mar através de um pequeno monitor de TV e, quando um cardume é detectado, sua imagem é registrada em vídeo-teipe. As imagens gravadas são posteriormente estudadas em laboratório. Para obter resultados quantitativos, as imagens de cardumes individuais são dispostas no monitor da TV e fotografadas. Um filme da imagem é então opticamente varrido e convertido em imagem digital usando um sistema como o IMAGE-100 da General Electric, existente no INPE.

Esse estudo baseia-se em uma pesquisa realizada em águas costeiras do litoral oeste da Baja Califórnia, no México. Uma imagem de um cardume fotografada de um monitor de TV é mostrada na Figura 2. A altitude do vôo foi 1.800 metros e a largura do campo de visada, de aproximadamente 230 metros.



Fig. 2 - Imagem do cardume com a rede de pesca e barco, usando o Sistema LLLVS.

Após a imagem filmada ser digitalizada, os alvos sem nenhum peixe são renovados seletivamente (Figura 3). Para estabelecer as escalas de cinza correspondentes ao intervalo de densidade óptica do filme, foram selecionadas várias áreas pequenas de treinamento, tanto áreas sem peixe como áreas com tênues manchas de luz. Estas áreas foram amostradas para determinar suas extensões e níveis digitais médios. Para cobrir o intervalo de densidade óptica, oito temas, ou níveis de cinza, foram selecionados e foi determinado o número de "pixels" para cada nível de cinza (Figura 4). Finalmente, foi usado um modelo simples para estimar a biomassa do cardume, relacionando o número de peixe com a intensidade da mancha de luz.



Fig. 3 - Idem a Figura 2, mas sem a rede de pesca e barco.



Fig. 4 - Imagem do cardume em falsa cor, depois da seleção dos níveis de cinza.

3. RESULTADOS

A relação entre o número do tema, o nível digital, o número de "pixels" por tema e as áreas físicas correspondentes são mostradas na Tabela 1. Os valores digitais menores que 14 não estão incluídos, considerando-se que estes valores encontram-se no limiar da densidade do filme. A conversão do número de "pixels" para área é feita utilizando um fator de escala de $0,2\text{m}^2/\text{"pixel"}$. A área total ocupada pelo cardume é cerca de 19.540m^2 . A área total onde se presume que esteja o peixe é encontrada após terem sido determinados os limiares dos filme e do campo de visada (FOV).

TABELA 1

NÚMERO DE "PIXELS" NO CARDUME POR TEMA

TEMA #	NÍVEL DIGITAL	NÚMERO DE "PIXELS"	ÁREA (%)	ÁREA DO CARDUME (%)	ÁREA DO CARDUME (m^2)
1	14-26	12,305	4,69	12,55	2,450
2	27-32	12,519	4,78	12,77	2,498
3	33-40	9,751	3,72	9,95	1,944
4	41-60	12,865	4,91	13,12	2,566
5	61-100	11,072	4,22	11,30	2,206
6	101-180	9,962	3,80	10,16	1,985
7	181-230	6,749	2,57	6,89	1,344
8	231-255	22,797	8,70	23,26	4,546
-	0-255	262,144	100		
1-8	14-255	98,020	37,39	100	19,539

É possível uma estimativa grosseira do número de peixe no cardume e de sua biomassa, se algum tipo de modelo for considerado. As características básicas do modelo utilizado nesse estudo estão incluídas na Tabela 2. Da análise das áreas de treinamento, o limiar do filme é considerado como de 0 a 13 "counts". Perto do cardume, o nível do fundo do filme é ligeiramente mais alto e um limiar para o campo de visada de 14-26 "counts" é utilizado. Para este modelo adaptado, os "spots" mais fracos de luz, que correspondem à periferia do cardume, foram encontrados como um intervalo de 27-32 "counts". Estes "spots" de luz são considerados como possuindo 1 (um) peixe. Cada "spot" de luz foi determinado como possuindo cerca de 20 "pixels" para uma área de aproximadamente 4m^2 . A fim de tornar o modelo bastante simples, considera-se que as manchas mais luminosas são múltiplas do nível digital 32, isto é, a luminescência é dupla para 2 peixes/"spot" de luz, tripla para 3 peixes/"spot" de luz, etc. Para obter o número de "spots" de luz de peixe/nível, dividiu-se o número de "pixels"/nível por 20. Para obter o número de peixe/"spot" de luz, cada nível foi dividido pelo nível básico de 1 peixe/"spot" de luz.

TABELA 2

ESTIMATIVA DA BIOMASSA DE CARDUME

NÍVEL DIGITAL	INTENSIDADE DO ALVO (PEIXE/"SPOT")	NÚMERO DE "PIXELS"	"PIXELS"/"SPOT"	NÚMERO DE "SPOT" DE LUZ	NÚMERO DE PEIXE
0-13	limiar do filme	-	-	-	-
14-26	limiar do FOV	-	-	-	-
*27-32	1.0 peixe/spot	12,519	20	625	625
33-40	1.2 peixe/spot	9,751	20	438	525
41-60	1.9 peixe/spot	12,865	20	643	1,222
61-100	3.1 peixe/spot	11,072	20	554	1,717
101-180	5.6 peixe/spot	9,962	20	498	2,789
181-230	7.2 peixe/spot	6,749	20	337	2,426
231-255	8.0 peixe/spot	22,797	20	1,140	9,120

* O nível digital 32 é usado como o limiar mínimo do peixe \approx 1 peixe/"spot" de luz.

Biomassa aprox. \approx 18,425 peixes x 0,35kg/peixe = 6.449kg = 6.4 toneladas.

Para estimar o tamanho do cardume, o número de peixe/tema foi totalizado. Para esse estudo havia cerca de 18.425 peixes. Para a biomassa do cardume considerou-se um pêso representativo por peixe de 350grs. A biomassa resultante foi estimada em cerca de 6,450kg ou 6,4 toneladas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Infelizmente, para esse estudo, a biomassa estimada da captura do peixe não estava disponível. Para a espécie desse estudo, no entanto, o tamanho estimado do cardume está bem dentro do intervalo aceitável para tamanhos de cardume.

No Brasil, nenhuma pesquisa com sensoriamento remoto até agora havia incluído estudos de estimativa de biomassa usando bioluminescência. Um projeto novo está sendo iniciado com a aquisição das partes básicas de um LLS. Este estudo simples aqui apresentado, pretende mostrar que esta área, relativamente nova de pesquisa, pode ser de considerável valor no acesso e avaliação dos recursos do mar, nas águas costeiras do Brasil.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ROITHMAYR, C.M. Airborne low-light sensor detects luminescing fish schools at night. *Commercial Fisheries Review*, 32(12):42-51, 1970.

ROITHMAYR, C.M.; WITTMANN, F.P. Low light level sensor developments for marine resource assessment. In: 8th ANNUAL MARINE TECHNOLOGY SOCIETY CONFERENCE, pp. 277-288, 1972.

STEVENSON, M.R. A review of some uses of remote sensing in fishery oceanography and management. In: IEEE Ocean' 75. *Proceedings*, 467-472, 1975.