

UMA METODOLOGIA DE TRATAMENTO AUTOMÁTICO DE IMAGENS SMS-2 PARA DIFERENCIAR
TEMPERATURAS SUPERFICIAIS NA COSTA SUDESTE E SUL DO BRASIL

M. M. Abdon

Instituto de Pesquisas Espaciais

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Caixa Postal 515, 12200 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia para tratamento automático, no Sistema Interativo de Análise de Imagem Multiespectral (I-100), de imagens obtidas através do satélite geoestacionário SMS-2, de modo a facilitar a utilização dessas imagens no estudo da pesca de atuns na costa sudeste e sul do Brasil. A área estudada estende-se de 20°00'S a 40°00'S e de 35°00'W a 60°00'W e está sob a influência das Correntes do Brasil e das Malvinas. As imagens utilizadas no trabalho foram obtidas através do sensor VISSR ("Visible and Infrared Spin Scan Radiometer"), na faixa do infravermelho termal, em intervalo de 10,5 μ m a 12,6 μ m, com resolução de 8 km ao nível da superfície. Essas imagens foram tratadas automaticamente, utilizando-se o programa "Contrast Stretch", para aumentar o contraste entre os níveis de cinza da imagem, e o "Cluster Synthesis" para alinhar, no vídeo do Sistema I-100, as áreas que apresentavam o mesmo nível ou intervalo de nível de cinza. A área de estudo foi então separada em temas, onde cada tema representava um intervalo de nível de cinza que correspondia a um intervalo de temperatura superficial. Os resultados obtidos demonstraram que a metodologia utilizada é satisfatória, quando a imagem não apresenta nuvens baixas ou esparsas, e, também, quando se tem por objetivo a localização de fortes gradientes de temperatura superficial.

ABSTRACT

This research had the purpose of developing a methodology for automatic treatment, in the Interactive System of Multispectral Image Analysis (I-100) from images which have been obtained from the geostationary SMS-2 satellite, in order that the utilization of those images become easier for tuna fisheries study at the Southern and Southeastern Brazilian coast. The studied areas extends over the latitudes of 20°00'S to 40°00'S and longitudes 35°00'W to 60°W and is influenced by both the Brazilian and Malvinas Currents. The images used for this research were obtained by the VISSR Sensor (Visible and Infrared Spin Scan Radiometer) within the thermal infrared band with a 10.5 μ m to 12.6 μ m interval. Its resolution was 8 km at the surface level. These images were automatically treated using the "Contrast Stretch" program to pronounce the contrast among the grey levels of the image, and after that the "Cluster Synthesis" program was used to align at the I-100 video system the areas which had the same grey level or the same grey level interval. The studied area was then divided into themes; each of them represented a grey level interval which corresponded to a surface temperature interval. The results obtained showed that this methodology is fairly good when low or scattered clouds do not appear in the image and they are useful when the aim is the localization of strong surface temperature gradients.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho teve por objetivo desenvolver uma metodologia para tratamento automático, no Sistema Interativo de Análise de Imagem Multiespectral I-100, de imagens obtidas através do satélite geoestacionário SMS-2, de modo a facilitar a utilização dessas imagens

no estudo de pesca de atuns na costa sudeste e sul do Brasil; por isso a separação de áreas a serem futuramente correlacionadas aos respectivos dados de pesca foi feita com detalhamento de 1 grau Celsius.

A área escolhida para este trabalho está localizada entre as latitudes de 20°00'S e

40°00'S e as longitudes de 35°00'W e 60°00'W e é influenciada pelas correntes do Brasil e das Malvinas. A Convergência Subtropical, que representa o encontro de águas da corrente do Brasil com as da corrente das Malvinas, ocorre na costa leste da América do Sul, aproximadamente entre as coordenadas de 25°00'S e 45°00'S de latitude e de 45°00'W e 65°00'W de longitude (Tseng et alii, 1977).

Tseng (1976) realizou um estudo oceano gráfico da Convergência Subtropical do Oceano Atlântico utilizando dados termais do satélite NIMBUS V. Estudos anteriores tem demonstrado que frentes oceânicas ou costeiras, limites dos principais sistemas de correntes, bolsoes de água fria ou quente são áreas apropriadas à pesca de atum (Squire, 1969; Laevastu and Rosa, 1962; Nakamura, 1969; Boletim do Instituto de Pesca, 1977).

A distribuição de atuns não está relacionada apenas com a temperatura (Yabe et alii, 1962; Blackburn, 1969; Laurs and Lynn, 1977), que foi o parâmetro analisado no trabalho. Um aspecto importante deve ser lembrado para melhor justificar o uso de imagens termais, cujo objetivo é criar uma metodologia que favoreça a elaboração de cartas de pesca. Nas áreas onde ocorrem os fenômenos acima citados, verifica-se um aumento da concentração de alimentos em função das diferentes densidades e temperaturas das águas que se encontram. O acúmulo de alimento nessas áreas também provoca um aumento na concentração de peixes pelágicos. Sendo assim, pode-se relacionar a presença e a variação da distribuição de temperatura com a presença de peixes, sendo que essas áreas podem ser então localizadas por imagens termais de satélites.

2. MATERIAL

Os materiais utilizados neste trabalho foram:

- 1) Imagem obtida na faixa do infravermelho termal (10.5 μ m a 12.5 μ m), através do sensor VISSR ("Visible and Infrared Spin Scan Radiometer") do satélite SMS-2 ("Stationary Meteorological Satellite").
- 2) Dados de temperatura de estações costeiras fixas brasileiras, existentes entre latitudes de 20°00'S e 34°00'S, obtidas através do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil.

3. METODOLOGIA

Para este trabalho foram previamente gravadas, em fitas CCT, imagens de 1980 e selecionada a do dia 24 de julho. Estando a imagem integralmente armazenada na memória do I-100, selecionou-se a área de interesse, a

qual foi ampliada, mantendo-se seus 512 x 512 "pixels" (Figura 1).

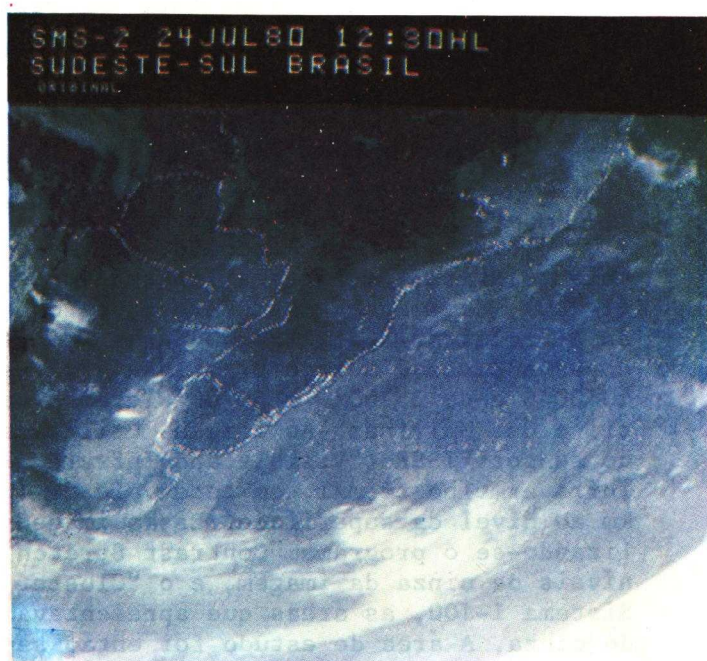


Fig. 1 - Imagem SMS-2 original e ampliada.

Em seguida utilizou-se o programa "Contrast Stretch", selecionando-se a opção de realce linear. Este programa tem a finalidade de aumentar o contraste entre os níveis de cinza da imagem (Dutra et alii, s.d.). Após a utilização deste programa, pôde-se visualizar muito bem a Convergência Subtropical (Figura 2).

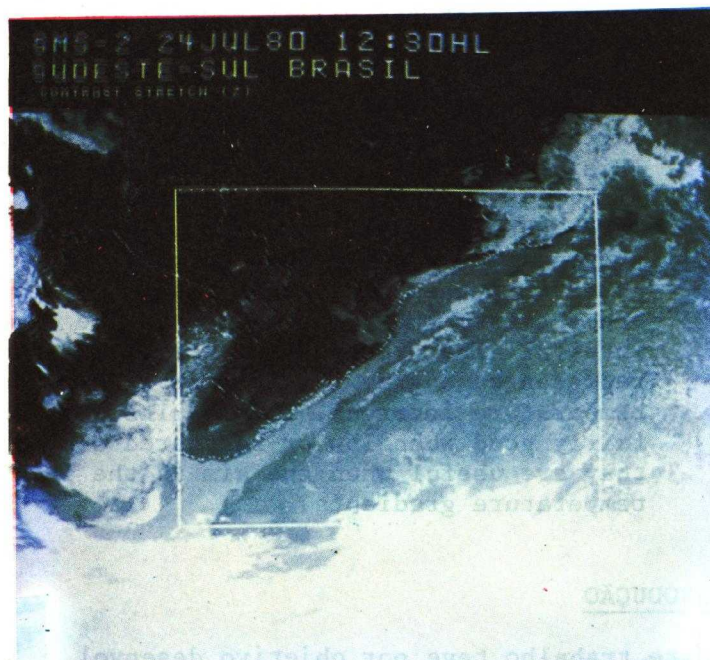


Fig. 2 - Imagem SMS-2 com aumento de contraste e delimitação da área de estudo.

Com o objetivo de dividir a área de estudo em intervalos de nível de cinza, para mais tarde relacioná-los a intervalos de temperatura, usou-se o programa "Cluster Synthesis". Este programa identifica e mostra no vídeo do sistema I-100 os "pixels" que possuem o mesmo nível de cinza, ou que estão contidos num determinado intervalo de nível de cinza (Dutra et alii, s.d.).

Considerando-se a Convergência Subtropical como o limite entre as águas quentes da Corrente do Brasil e as águas frias da Corrente das Malvinas, dividiu-se em 8 temas o intervalo de nível de cinza correspondente à área total de estudo. Quatro temas foram associados às águas frias e quatro foram associados às águas quentes (tabela da Figura 3).

Para relacionar os intervalos de níveis de cinza dos temas com os intervalos de temperatura, foi usada a Tabela 1. Esta tabela não sofre alteração devido ao processo de calibração dos sensores do satélite SMS (Corbelli et alii, s.d.).

TABELA 1

TABELA DE CALIBRAÇÃO UTILIZADA PARA RELACIONAR O NÍVEL DE CINZA DA IMAGEM COM O VALOR DE TEMPERATURA

COUNT VALUE	KELVIN	CENTIGRADE	FAHRENHEIT
000	330.0	56.8	134.3
001	329.0	56.3	133.4
002	329.0	55.8	132.5
003	328.5	55.3	131.6
004	328.0	54.8	130.7
005	327.5	54.3	129.8
006	327.0	53.8	128.9
007	326.5	53.3	128.0
008	326.0	52.8	127.1
009	325.5	52.3	126.2
010	325.0	51.8	125.3
011	324.5	51.3	124.4
012	324.0	50.8	123.5
013	323.5	50.3	122.6
014	323.0	49.8	121.7
015	322.5	49.3	120.8
016	322.0	48.8	119.9
017	321.5	48.3	119.0
018	321.0	47.8	118.1
019	320.5	47.3	117.2
020	320.0	46.8	116.3
021	319.5	46.3	115.4
022	319.0	45.8	114.5
023	318.5	45.3	113.6
024	318.0	44.8	112.7
025	317.5	44.3	111.8
026	317.0	43.8	110.9
027	316.5	43.3	110.0
028	316.0	42.8	109.1
029	315.5	42.3	108.2
030	315.0	41.8	107.3

(continua)

Tabela 1 - Continuação

COUNT VALUE	KELVIN	CENTIGRADE	FAHRENHEIT
031	314.5	41.3	106.4
032	314.0	40.8	105.5
033	313.5	40.3	104.6
034	313.0	39.8	103.7
035	312.5	39.3	102.8
036	312.0	38.8	101.9
037	311.5	38.3	101.0
038	311.0	37.8	100.1
039	310.5	37.3	99.2
040	310.0	36.8	98.3
041	309.5	36.3	97.4
042	309.0	35.8	96.5
043	308.5	35.3	95.6
044	308.0	34.8	94.7
045	307.5	34.3	93.8
046	307.0	33.8	92.9
047	306.5	33.3	92.0
048	306.0	32.8	91.1
049	305.5	32.3	90.2
050	305.0	31.8	89.3
051	304.5	31.3	88.4
052	304.0	30.8	87.5
053	303.5	30.3	86.6
054	303.0	29.8	85.7
055	302.5	29.3	84.8
056	302.0	28.8	83.9
057	301.5	38.3	83.0
058	301.0	27.8	82.1
059	300.5	27.3	81.2
060	300.0	26.8	80.3
061	299.5	26.3	79.4
062	299.0	25.8	78.5
063	298.5	24.3	77.6
064	298.0	24.8	76.7
065	297.5	24.3	75.8
066	297.0	23.8	74.9
067	296.5	23.3	74.0
068	296.0	22.8	73.1
069	295.5	22.3	72.2
070	295.0	21.8	71.3
071	294.5	21.3	70.4
072	294.0	20.8	69.5
073	293.5	20.3	68.6
074	293.0	19.8	67.7
075	292.5	19.3	66.0
076	292.0	18.8	65.9
077	291.5	18.3	65.0
078	291.0	17.8	64.1
079	290.5	17.3	63.2
080	290.0	16.8	62.3
081	289.5	16.3	61.4
082	289.0	15.8	60.5
083	288.5	15.3	59.6
084	288.0	14.8	58.7
085	287.5	14.3	57.8
086	287.0	13.8	56.9
087	286.5	13.3	56.0
088	286.0	12.8	55.1
089	285.5	12.3	54.2

(continua)

Tabela 1 - Continuação

COUNT	VALUE	KELVIN	CENTIGRADE	FAHRENHEIT
090	285.0	11.8	53.3	
091	284.5	11.3	52.4	
092	284.0	10.8	51.5	
093	283.5	10.3	50.6	
094	283.0	9.8	49.7	
095	282.5	9.3	48.8	
096	282.0	9.8	47.9	
097	281.5	8.3	47.0	
098	281.0	7.8	46.1	
099	280.5	7.3	45.2	
100	280.0	6.8	44.3	
101	279.5	6.3	43.3	
102	279.0	5.8	42.5	
103	278.5	5.3	41.6	
104	278.0	4.8	40.7	
105	277.5	4.3	39.8	
106	277.0	3.8	38.9	
107	276.5	3.3	38.0	
108	276.0	2.8	37.1	
109	275.5	2.3	36.2	
110	275.0	1.8	35.3	
111	274.5	1.3	34.4	
112	274.0	.8	33.5	
113	273.5	.3	32.6	
114	273.0	-.2	31.7	
115	272.5	-.7	30.8	
116	272.0	-1.2	29.9	
117	271.5	-1.7	29.0	
118	271.0	-2.2	28.1	
119	270.5	-2.7	27.2	
120	270.0	-3.2	26.3	
121	269.0	-4.2	24.5	
123	268.5	-4.7	23.6	
124	268.0	-5.2	22.7	
125	267.5	-5.7	21.8	
126	267.0	-6.2	20.9	
127	266.5	-6.7	20.0	
128	266.0	-7.2	19.1	
129	265.5	-7.7	18.2	
130	265.0	-8.2	17.3	
131	264.5	-8.7	16.4	
132	264.0	-9.2	15.5	
133	263.5	-9.7	14.6	
134	263.0	-10.2	13.7	
135	262.5	-10.7	12.8	
136	262.0	-11.2	11.9	
137	261.5	-11.7	11.0	
138	261.0	-12.2	10.1	
139	260.5	-12.7	9.2	
140	260.0	-13.2	8.3	
141	259.5	-13.7	7.4	
142	259.0	-14.2	6.5	
143	258.5	-14.7	5.6	
144	258.0	-15.2	4.7	
145	257.5	-15.7	3.8	
146	257.0	-16.2	2.9	
147	256.5	-16.7	2.0	
148	256.0	-17.2	1.1	
149	255.5	-17.7	.2	

(continua)

Tabela 1 - Continuação

COUNT	VALUE	KELVIN	CENTIGRADE	FAHRENHEIT
150	255.0	-18.2	-7	
151	254.5	-18.7	-1.6	
152	254.0	-19.2	-2.5	
153	253.5	-19.7	-3.4	
154	253.0	-20.0	-4.3	
155	252.5	-20.7	-5.2	
156	252.0	-21.2	-6.1	
157	251.5	-21.7	-7.0	
158	251.0	-22.2	-7.9	
159	250.5	-22.7	-8.8	
160	250.0	-23.2	-9.7	
161	249.5	-23.7	-10.6	
162	249.0	-24.2	-11.5	
163	248.5	-24.7	-12.4	
164	248.0	-25.2	-13.3	
165	247.5	-25.7	-14.2	
166	247.0	-26.2	-15.1	
167	246.5	-26.7	-16.0	
168	246.0	-27.2	-16.9	
169	245.5	-27.7	-17.8	
170	245.0	-28.2	-18.7	
171	244.5	-28.7	-19.6	
172	244.0	-29.2	-20.5	
173	243.5	-29.7	-21.4	
174	243.0	-30.2	-22.3	
175	242.5	-30.7	-23.2	
176	242.0	-31.2	-24.1	
177	241.0	-32.2	-25.9	
178	240.0	-33.2	-27.7	
179	239.0	-34.2	-29.5	
180	238.0	-35.2	-31.3	
181	237.0	-16.2	-33.1	
182	236.0	-37.2	-34.9	
183	235.0	-38.2	-36.7	
184	234.0	-39.2	-38.5	
185	233.0	-40.2	-40.3	
186	232.0	-41.2	-42.1	
187	231.0	-42.2	-43.9	
188	230.0	-43.2	-45.7	
189	229.0	-44.2	-47.5	
190	228.0	-45.2	-49.3	
191	227.0	-46.2	-51.1	
192	226.0	-47.2	-52.9	
193	255.0	-48.2	-54.7	
194	224.0	-49.2	-56.6	
195	223.0	-50.2	-58.3	
196	222.0	-51.2	-60.1	
197	221.0	-52.2	-61.9	
198	220.0	-53.2	-63.7	
199	219.0	-54.2	-65.5	
200	218.0	-55.2	-67.3	
201	217.0	-56.2	-69.1	
202	216.0	-57.2	-70.9	
203	215.0	-58.2	-72.7	
204	214.0	-59.2	-74.5	
205	213.0	-60.2	-76.3	
206	212.0	-61.2	-78.1	
207	211.0	-62.2	-79.9	
208	210.0	-63.2	-81.7	

(continua)

Tabela 1 - Conclusão

COUNT VALUE	KELVIN	CENTIGRADE	FAHRENHEIT
209	209.0	-64.2	-83.5
210	208.0	-65.2	-85.3
211	207.0	-66.2	-87.1
212	206.0	-67.2	-88.9
213	205.0	-68.2	-90.7
214	204.0	-69.2	-92.5
215	203.0	-70.2	-94.3
216	202.0	-71.2	-96.1
217	201.0	-72.2	-97.9
218	200.0	-73.2	-99.7
219	199.0	-75.2	-101.5
220	198.0	-75.2	-103.3
221	197.0	-76.2	-105.1
222	196.0	-77.2	-106.9
223	195.0	-78.2	-108.7
224	194.0	-79.2	-110.5
225	193.0	-80.2	-112.3
226	192.0	-81.2	-114.1
227	191.0	-82.2	-115.9
228	190.0	-83.2	-117.7
229	189.0	-84.2	-119.5
230	188.0	-85.2	-121.3
231	187.0	-86.2	-123.1
232	186.0	-87.2	-124.9
233	185.0	-88.2	-126.7
234	184.0	-89.2	-128.5
234	183.0	-90.2	-130.3
236	182.0	-91.2	-132.1
237	181.0	-92.2	-133.9
238	180.0	-93.2	-135.7
239	179.0	-94.2	-137.5
240	178.0	-95.2	-139.3
241	177.0	-96.2	-141.1
242	176.0	-97.2	-142.9
243	175.0	-98.2	-144.7
244	174.0	-99.2	-146.5
245	173.0	-100.2	-148.3
246	172.0	-101.2	-150.1
247	171.0	-102.2	-151.9
248	170.0	-103.2	-153.7
249	169.0	-104.2	-155.5
250	168.0	-105.2	-157.3
251	167.0	-106.2	-159.1
252	166.0	-107.2	-160.9
253	165.0	-108.2	-162.7
254	164.0	-109.2	-164.5
255	163.0	-110.2	-165.3

STANDARD IR CALIBRATION

Programas tais como "Single Cell Signature Acquisition", "Unitot" e "Ruído" foram utilizados no tratamento da imagem. O primeiro classificou áreas com a mesma resposta espectral das áreas de treinamento definidas pelo cursor e auxiliou a determinação dos "pixels" referentes às nuvens e à terra. O segundo uniformizou os temas, e o terceiro eliminou ruídos presentes na imagem. Finalmente o programa "Gercor" foi usado para gerar as cores padrão utilizadas na imagem. Foi estabelecido que tons de azul corresponderiam a águas mais frias e tons de vermelho corresponderiam a águas mais quentes (Figura 3).

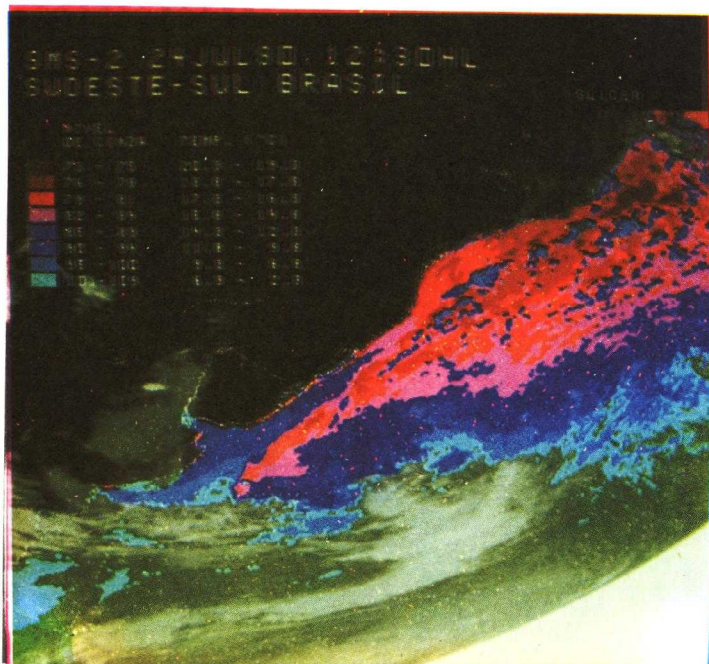


Fig. 3 - Imagem SMS-2 com intervalos de temperatura superficial diferenciados em cores.

Durante o processo de tratamento, foram obtidos "slides" da imagem no vídeo do I-100 (Figuras 1, 2 e 3), e através do Programa "Channel Print-out" foram obtidos, impresso em papel, por símbolos, os temas definidos na Figura 3; cada símbolo representou um intervalo de nível de cinza correspondente a um intervalo de temperatura (Figura 4).

SMS-2 24 JULHO 1980

NÍVEL TEMPERATURA
DE CINZA (°C)

73 - 75	20.3 - 19.3
76 - 78	18.8 - 17.8
79 - 81	17.3 - 16.3
82 - 84	15.8 - 14.8
85 - 89	14.3 - 12.3
90 - 94	11.8 - 9.8
95 - 100	9.3 - 6.8
101 - 109	6.3 - 2.3

20°S

BRASIL

CONVERGENCIA SUB-TROPICAL

35°S

ARGENTINA

URUGUAI

Fig. 4 - Intervalos de temperatura superficial, na área de estudo, diferenciados em símbolos.

4. PRECISÃO E EXATIDÃO DOS DADOS SMS NO INFRA VERMELHO TERMAL

Dentro de cada menor área de resolução espacial (8 x 8 km), o sensor procede uma integração dos dados radiométricos, tendo capacidade de perceber temperaturas diferentes de 0,5° Celsius. O resultado é um valor médio de temperatura para cada campo instantâneo ("pixel"). Devido à absorção da radiação infravermelha pela atmosfera, as temperaturas tendem a parecer mais frias do que a real (Camilli, 1981). Ikeda and Stevenson (1978) e Stevenson et alii (1981) mostram correções feitas em dados de temperatura superficial, obtidos por sensoriamento remoto em regiões de costa sudeste do Brasil, onde encontraram diferenças de até 5° Celsius entre a temperatura real e a medida por satélite. Legeckis et alii (1980) compararam informações na faixa do infravermelho, obtidas dos satélites SMS/GOES (geoestacionário) e do NOAA (órbita polar) no Golfo de Maine; concluíram que o NOAA apresenta temperaturas de 2° a 3° Celsius mais baixas que a real, e que o GOES apresenta temperaturas de 2° a 3° Celsius mais baixas que o NOAA. Num estudo de Ikeda e Stevenson (1980), eles analisam séries de tempo de dados (SST) de temperatura superficial, obtidas do NOAA-4, na região compreendida entre Cabo Frio e Cananéia; no mesmo trabalho compararam dados do satélite NOAA-4 com dados obtidos através de navios e analisam as diferenças encontradas.

Nesse trabalho foi encontrado um erro médio para leitura na superfície do Oceano Atlântico (sudeste e sul) de 2,6° Celsius. Isso pode ser notado através da comparação entre os dados reais de temperatura, obtidos das estações fixas costeiras, e os dados de temperatura obtidos através do SMS-2 (Tabela 2).

TABELA 2

DADOS DE TEMPERATURA REAL E DO SMS-2, TOMADOS NO DIA 24 DE JULHO DE 1980 NA REGIÃO DE ESTUDO

EST. FIXAS COSTEIRAS		T1	T2	ΔT
LAT S	LONG W	TEMP REAL (°C)	TEMP SMS2 (°C)	
22.03	41.03	22.2	20.3	1.9
22.09	43.02	22.4	19.3	3.1
22.52	42.01	22.5	18.3	4.2
23.04	43.09	21.0	18.3	2.7
24.03	46.16	21.6	17.8	3.8
27.18	48.21	18.3	16.3	2.0
27.34	48.35	23.0	19.8	3.2
31.15	50.54	13.3	13.3	0.0

Para se ter certeza de que os dados das estações costeiras correspondiam à realidade, foram utilizados para consulta o Atlas de Estruturas Oceanográficas da Costa Sudeste e Sul do Brasil para Estudos de Sensoriamento Remoto (Inostroza e Maluf, 1978) e o Atlas de Estruturas Oceanográficas do Rio Grande do Sul (Inostroza e Tseng) que está em preparação.

A correlação (r) entre os dados comparados (temperatura das estações fixas e temperatura do SMS-2), segundo Panofsky and Brier (1965), foi calculada e encontrado o valor 0,95 (P < 0.01 e N = 8). Em seguida, foi efetuado o cálculo da reta de regressão: $T_{ef} = 1,39 T_{sms} - 4,38$, onde T_{sms} é a temperatura obtida através do SMS-2, e T_{ef} é a temperatura obtida através da estação fixa costeira (Figura 5).

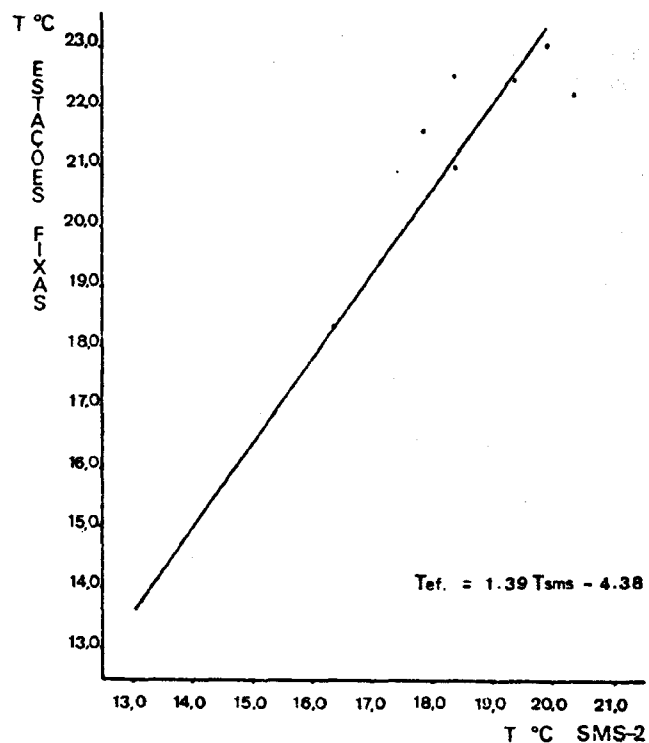


Fig. 5 - Reta de regressão, calculada com os dados da Tabela 2.

Na Figura 6 estão plotados os valores de ΔT ($T_{ef} - T_{sms}$) em função dos valores de T_{sms} . Os pontos que apresentaram grandes valores de ΔT podem ser relacionados a dois fatores: a presença de nuvens na região, ou a presença de vapor d'água na atmosfera. Os pontos que apresentaram pequenos valores de ΔT podem ser relacionados a inversões térmicas da atmosfera, ou à influência da temperatura da terra ou da Corrente do Brasil, considerando-se que pode haver algum deslocamento do satélite na tomada da imagem, e que o "pixel" (8 x 8 km) é relativamente grande quando comparado a um ponto na superfície do mar.

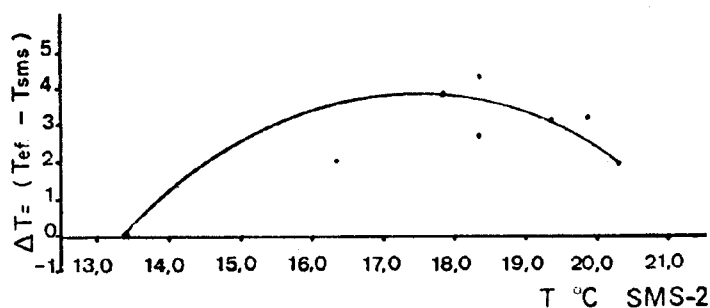


Fig. 5 - Distribuição dos valores de ΔT em função dos valores de Tsms.

5. CONCLUSÃO

Estando o satélite SMS-2 a 36.000 km de altitude e possuindo uma resolução de 8 km ao nível da superfície, não é possível um acompanhamento de fenômenos de pequena escala. No entanto, foi comprovado que é bastante viável o uso dessas imagens para estudo de fenômenos de superfície de grande escala como, por exemplo, a Convergência Subtropical, os bolsões de água quente ou fria resultantes desta convergência, e também o limite das águas costeiras com as águas da Corrente do Brasil. Além do mais, com a utilização da metodologia descrita no trabalho, podem ser delimitadas áreas com diferenças térmicas de 1 a 2 graus Celsius, e calculados os erros das medidas obtidas das diferentes fontes de informação. Isso possibilita um estudo mais detalhado da distribuição das espécies de atum, em função da distribuição de temperatura superficial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLACKBURN, M. Conditions related to upwelling which determine distribution of tropical tunas off western Baja California. *Fishery Bulletin*, 68(1):147-176, nov. 1969.
- BOLETIM DO INSTITUTO DE PESCA. São Paulo, N. 2, maio 1977.
- CAMILLI, P.P.G. Relatório para divulgação - Sistema UAI-I. São José dos Campos, INPE, mar. 1981. (INPE-2022-RPI/045).
- CORBELL, R.P.; CALLAHAN, C.J.; KOTSCH, W.J. *The GOES/SMS user's guide*. [Washington], NOAA, NASA, s.d. app. 2, p. 68.
- DUTRA, L.V.; MOREIRA, J.C.; Ii, F.A.J. *Manual de usuário dos sistemas de tratamento de imagens digitais*. São José dos Campos, INPE. No prelo.
- IKEDA, Y.; STEVENSON, M. Time series analysis of NOAA-4 sea surface temperature (SST) data. *Remote Sensing of Environment*, 7:349-360, 1978.
- INOSTROZA, V., H.M.; MALUF, S. *Atlas de estruturas oceanográficas da costa sudeste do Brasil para estudos de sensoriamento remoto*. São José dos Campos, INPE, jan. 1978. 2 v. (INPE-1179-NTE/108).
- INOSTROZA, V.H.M.; TSENG, Y.C. *Atlas de estruturas oceanográficas do Rio Grande do Sul*. São José dos Campos, INPE. No prelo.
- LAEVASTU, R.; ROSA, Jr. H. Distribution and relative abundance of tunas in relation to their environment. *FAO Fisheries Report*, 3(6):1835-1851, July 1962.
- LAURS, R.M.; LYNN, R.J. Seasonal migration of North Pacific albacore, *Thunnus alalunga*, into north american coastal waters: distribution, relative abundance and association with transition zone waters. *Fishery Bulletin*, 75(4):795-822, feb. 1977.
- LEGECKIS, R.; LEGG, E.; LIMEBURNER, R. Comparison of polar and geostationary satellite infrared observations of sea surface temperature in Gulf of Maine. *Remote Sensing of Environment*, 9:339-350, 1980.
- NAKAMURA, H. *Tuna distribution and migration*. London, Fishing News, 1969.
- PANOFSKY, H.A.; BRIER, G.W. *Some applications of statistics to meteorology*. Pennsylvania, Pennsylvania State University, 1965.
- SQUIRE, Jr. J.L. Thermal relationships of tuna in the Oceanic Northwest Atlantic. *FAO Fisheries Report*, 3(6):1639-1657, July 1962.
- STEVENSON, M.R.; STEFFEN, C.A.; INOSTROZA, V. H.M. *Resultados preliminares de um estudo de mapeamento de descarga térmica no oceano, utilizando dados de sensoriamento remoto*. São José dos Campos, INPE, set. 1981. (INPE-2229-PRE/021).
- TSENG, Y.C. *Estudo do extremo oeste da Convergência Sub-Tropical do Oceano Atlântico Sul usando imagens do satélite NIMBUS-V e dados oceanográficos, no período de 1972 a 1973*. Tese de mestrado em sensoriamento remoto. São José dos Campos, INPE, 1976.
- TSENG, Y.C.; INOSTROZA, H.M.V.; KUMAR, R. Study of Brazil and Falkland currents using THIR images of NIMBUS V and oceanographic data in 1972 to 1973. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 11., Ann Arbor, Michigan, 1977. *Proceeding*. Ann Arbor, MI, ERIM, 1977, p. 859-871.
- YABE, H.; YABUTA, Y.; UEYANAGI, S. Comparative distribution of eggs, larvae and adults in relation to biotic and abiotic environmental factors. *FAO Fisheries Report*, 3(6):979-1008, July 1962.