

PROPOSIÇÃO DE METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA A ESTIMATIVA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA MUNICIPAL

LUCI FERREIRA

**UNIVAP - UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA
PRAÇA CÂNDIDO DIAS CASTEJON, 116 CENTRO
12200-000 SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP-BRASIL**

FLÁVIO JORGE PONZONI

**INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
AVENIDA DOS ASTRONAUTAS, 1758 JARDIM DA GRANJA
12227-010 SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP-BRASIL**

MARIA SUELENA SANTIAGO BARROS

**UNIVAP - UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA
PRAÇA CÂNDIDO DIAS CASTEJON, 116 CENTRO
12200-000 SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP-BRASIL.**

RESUMO

O trabalho visa viabilizar uma metodologia que possibilite estimar o consumo futuro de energia elétrica, valendo-se de dados convencionalmente empregados em estimativas do gênero, de técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto. O trabalho abrange 13 municípios do Vale do Paraíba, os quais apresentam diferentes características sócio-econômicas e que serão agrupados pelo tipo predominante de consumo de energia elétrica em cada município. As manchas urbanas de cada município, referentes ao período de tempo compreendido de 1975 a 1993, serão delimitadas e quantificadas através da interpretação visual de imagens orbitais MSS e TM, e de um Sistema de Informação Geográfica. Dados demográficos, históricos e de consumo de energia elétrica serão utilizados em comunhão com aqueles adquiridos das imagens orbitais no estabelecimento de um modelo matemático visando a estimativa de consumo futuro de cada município.

1. INTRODUÇÃO

A atividade de planejamento, seja esta em qualquer ramo do conhecimento humano, envolve a utilização de dados e de informações que, uma vez organizados e analisados, auxiliam no processo de tomada de decisão. Projeções futuras das mais variadas naturezas (consumo, população, demandas, ofertas, etc) constituem alternativas costumeiramente adotadas em atividades de planejamento. Um exemplo bastante didático do uso de projeções em planejamento são aquelas relacionadas à definição de estratégias para o atendimento do consumo de energia elétrica municipal.

Atualmente a metodologia empregada na elaboração destas projeções consideram dados de consumo anterior e a perspectiva de crescimento industrial e populacional do município. Estes dados são adquiridos através de censos realizados junto a administradores e à própria população, tratando-se portanto de estimativas, passíveis de contrastes em relação à realidade.

O objetivo deste trabalho é propor uma metodologia alternativa para a elaboração de projeção de consumo de energia elétrica em escala municipal, a qual fundamenta-se nos dados tradicionalmente empregados para esta finalidade, na variação da mancha urbana detectada através de imagens orbitais temporais, em técnicas de geoprocessamento e modelagem matemática. A área de estudo abrange 13 municípios do Vale do Paraíba.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Projeções realizados pela CESP (Centrais Elétrica do Estado de São Paulo)

Segundo CESP (1992) as projeções de consumo de energia elétrica são feitas a partir da análise de dados referentes ao PIB e taxa de crescimento de cada Município, Estado, ou Região de interesse e a partir daí analisa também o momento político e econômico atual do Município, da Região, do Estado e do País. Com esses dados são preparados cenários futuros. Para o caso específico da CESP, foi feito um estudo para o Estado de São Paulo e foram projetados cenários futuros para o Estado de São Paulo e também para o país, num total de 4 cenários futuros para o Estado e 4 cenários para o país. Esses cenários foram feitos por especialistas e para cada caso foi feita a projeção e finalmente num consenso optou-se por um dos 4 cenários.

2.2. Interpretação visual de imagens orbitais

Imagens orbitais são produtos obtidos através de sensores colocados à bordo de plataformas (satélites), situados em nível orbital. Estes sensores coletam e registram a radiação eletromagnética (REM) refletida pelos objetos presentes na superfície terrestre, transformando esse registro em uma imagem, passível de ser analisada por profissionais treinados. Os princípios que regem tanto a concepção destas imagens, quanto suas análises, fundamentam-se nas chamadas técnicas de sensoriamento remoto, que segundo NOVO (1989), caracterizam-se pela aquisição de dados sobre um objeto sem contato físico com este.

A extração de informações das imagens orbitais analógicas é realizada através da chamada interpretação visual, que se fundamenta nos princípios da fotointerpretação convencional. Sob ponto de vista espectral, estes princípios valem-se das diferentes características de refletir a REM incidente apresentadas pelos objetos. Segundo Costa (1990), para o caso de objetos existentes em regiões urbanas (telhado, solo, cimento, asfalto, etc), uma vez caracterizados espectralmente, revelam curvas de reflectância apresentadas na Figura 2.1. Estas diferentes formas de refletir a REM incidente conferem a esses objetos, diferentes padrões nas imagens orbitais que são então identificados pelos fotointérpretes.

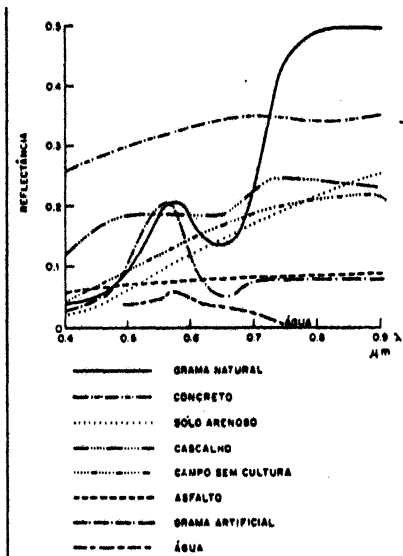


Figura 2.1.- Curvas de reflectância de alguns objetos existentes em áreas urbanas.
 FONTE: Adaptado de BOWKER et al. (1985).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

Á área de estudo compreende 13 municípios do Vale do Paraíba, os quais estão distribuídos em 9 cartas topográficas, na escala 1:50.000. Os municípios escolhidos foram: Aparecida do Norte, Caçapava, Cachoeira Paulista, Cruzeiro, Guaratinguetá, Jacareí, Lorena, Paraibuna, Pindamonhangaba, Piquete, São José dos Campos, Taubaté e Tremembé.

3.1.1 Histórico sobre a região do Vale do Paraíba.

Estes municípios apresentam contrastes em seus processos de desenvolvimento, os quais foram identificados por MULLER (1969). O autor constatou que há uma desarmonia no desenvolvimento da região do Vale do Paraíba justamente pela forma de disposição das cidades, ocorrendo um aglomerado de cidades no Vale médio e no Vale superior as cidades estão bem espessadas proporcionando grandes áreas rurais. Devido à sua posição geográfica privilegiada, tornou-se o eixo básico de toda vida regional.

As pequenas cidades ficaram totalmente sem perspectiva de crescimento e, por outro lado, as cidades industrializadas cresceram desordenadamente, sem nenhum planejamento.

3.2 Identificação das áreas urbanas dos municípios e introdução dos dados no SGI

Serão utilizadas imagens orbitais Multispectral Scanner Subsystem (MSS) e Thematic Mapper (TM), na escala 1:100000, nas bandas MSS5 e TM3 e nos anos de 1975, 1980, 1984, 1987, 1990 e 1993.

Um papel polyester transparente (Terkron) será posicionado sobre cada uma das imagens e as manchas urbanas de cada um dos municípios serão delimitadas, gerando os chamados "overlays" contendo os dados temáticos. Pontos de controle serão selecionados, visando o georreferenciamento destes dados. Para tanto serão utilizadas cartas topográficas na escala 1:50.000, que serão introduzidas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) desenvolvido pelo INPE, através do processo de digitalização, via mesa digitalizadora. Neste etapa serão considerados os dados referentes aos limites dos municípios, estradas principais e drenagem. Os conteúdos temáticos dos "overlays" serão introduzidos no SIG através do mesmo procedimento. A compatibilização entre as escalas (1:50000 e 1:100000) será realizada automaticamente através de funções específicas do SIG. Outras funções deste

sistema permitirão determinar as áreas das manchas urbanas de cada município, bem como os incrementos destas áreas ao longo do período de tempo abrangido neste estudo.

3.3. Modelamento

A Figura 3.2 mostra um fluxograma que será adotado nas atividades da etapa de modelamento.

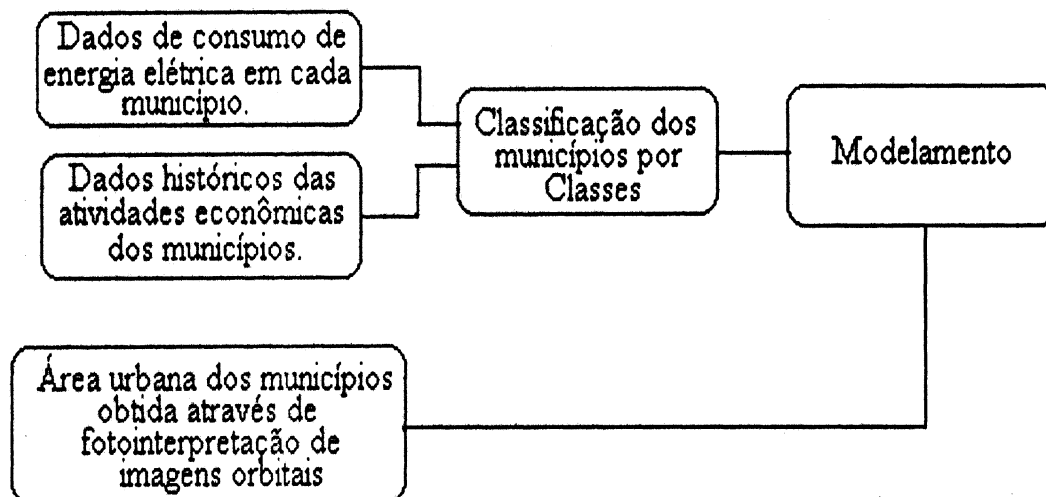


Figura 3.2.- Fluxograma referente à etapa de modelamento

Na Figura 3.2. pode-se observar que os dados referentes ao consumo de energia elétrica, aliados aos dados históricos de cada município, serão utilizados em sua classificação, segundo seus comportamentos nas diversas relações de consumo de energia (residencial, industrial, comercial, rural e geral) e que por sua vez tenham uma relação econômica similar.

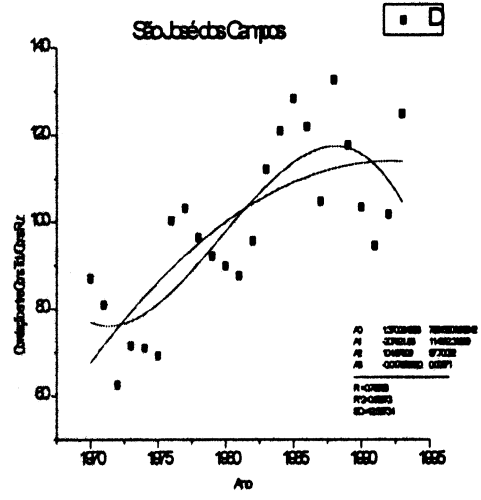
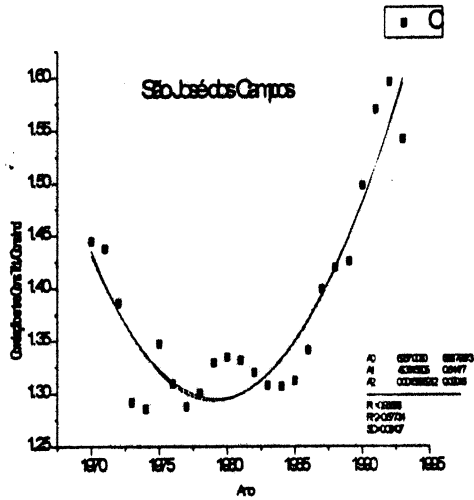
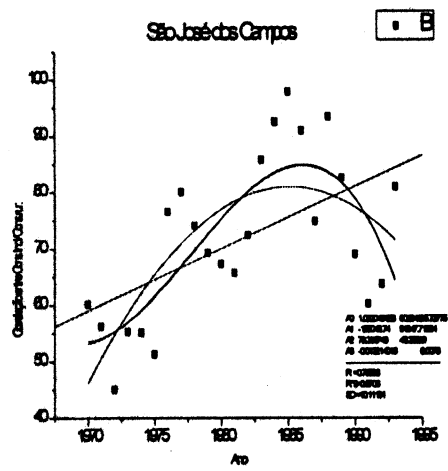
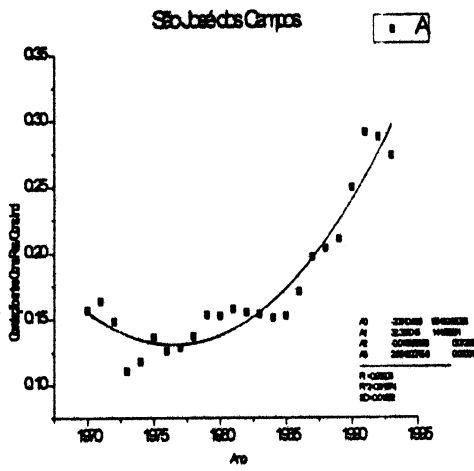
O produto em papel das imagens orbitais dos municípios nos fornecerá a área dos municípios, as quais deverão apresentar variações nas datas estabelecidas e essas variações serão relacionadas com as variações do consumo de energia elétrica para a partir daí conceber o modelo, que contará com outros dados obtidos através de sensores econômicos. Finalmente, esses dados serão manipulados de forma a obter um modelo para cada município aonde a variável dependente será o consumo de energia elétrica e as variáveis independentes serão: a área do município, dados dos Censos populacionais e dados anuais de consumo de energia elétrica.

4. RESULTADOS PARCIAIS

4.1. Classificação dos municípios

Através da CESP, foram obtidos os dados de consumo de energia discriminado por categoria (Total, Residencial, Rural, Industrial e Comercial) desde 1970 até 1993 de todos os municípios abrangidos no trabalho, e também através do IBGE, foram obtidos dados populacionais de Censos e também dados de Censos econômicos, os quais serviram para embasar toda a ideia do trabalho. Foram obtidos gráficos relacionando os diferentes tipos de consumo de energia em cada município, para viabilizar a classificação dos municípios. (Classe I, II e III).

Os gráficos abaixo mostram a razão entre diferentes tipos de consumo como por exemplo: razão entre consumo Residencial pelo consumo Industrial (A); razão entre consumo Industrial pelo consumo Rural (B); razão entre consumo Total pelo consumo Industrial (C); razão entre consumo Total pelo consumo Rural (D).



4.2. Relações entre os municípios.

Baseando-se nos dados fornecidos por Kurkdjian (1992), foi feita uma classificação dos municípios selecionados. A Tabela 4.2.1 fornece a razão entre diferentes tipos de consumo para os anos de 1980, 1990 e 1993.

Tabela 4.2.1. Razão entre diferentes tipos de consumo para os anos de 1980, 1990 e 1993

Municípios	Razão entre consumo Ind./Res.			Razão entre consumo Ind./Rur.			Razão entre consumo Tot./Ind.			Razão entre consumo Tot./Rur.		
	1980	1990	1993	1980	1990	1993	1980	1990	1993	1980	1990	1993
Caçapava	0,26	0,16	0,17	120	60	50	1,37	1,28	1,32	150	100	100
Tremembé	1,5	3	2	20	4	5	4,5	7,0	5	100	20	20
Piquete	1	1	1	30	20	15	2,5	2,5	2,5	60	30	25
SJCampos	0,15	0,20	0,27	50	60	80	1,35	1,42	1,55	90	100	120
Pinda	0,07	0,06	0,07	80	140	120	1,15	1,10	1,15	120	150	130
Paraibuna	0,05	0,05	0,06	20	12	10	1,1	1,1	1,2	25	15	10
Lorena	0,33	0,45	0,65	50	40	30	1,55	1,75	2,1	100	50	30
Jacareí	0,17	0,12	0,13	100	50	50	1,3	1,225	1,2	200	150	150
Guará	0,75	0,32	0,33	30	50	55	2,5	1,65	1,7	75	75	80
Cruzeiro	0,25	0,3	0,35	250	150	100	1,4	1,45	1,55	400	250	200
Cachoeira	1,75	3,5	4,5	20	20	20	5	9,0	11	50	40	40
Aparecida	0,22	0,55	0,7	700	50	100	1,6	2,2	2,3	1300	150	200
Taubaté	0,25	0,35	0,4	80	65	50	1,45	1,6	1,75	120	110	80

Através da análise a Tabela 4.2.1. obteve-se a Tabela 4.2.2., que fornece a variação ocorrida em cada tipo de consumo no período de 1980 a 1993 a partir dos quais, os municípios foram classificados da seguinte forma: Classe I - Cruzeiro, Cachoeira, Aparecida, Lorena, Paraibuna e Tremembé ; Classe II - Piquete, Caçapava, Taubaté, Guará e Jacareí; Classe III - SJCampos e Pinda.

Tabela 4.2.2. Classificação da variação ocorrida entre as razões dos diferentes tipos de consumo de 1980 a 1993.

Municípios	Razão entre cons.Res./Ind	Razão entre cons.Ind./Rural	Razão entre cons.Tot./Ind.	Razão entre cons.Tot./Rur.
Caçapava	Diminui	Diminui	Diminui	Diminui
Tremembé	Aumenta	Diminui	Aumenta	Diminui
Piquete	Constante	Diminui	Constante	Diminui
SJCampos	Aumenta	Aumenta	Aumenta	Aumenta
Pinda	Constante	Aumenta	Constante	Aumenta
Paraibuna	Aumenta	Diminui	Aumenta	Diminui
Lorena	Aumenta	Diminui	Aumenta	Diminui
Jacareí	Diminui	Diminui	Diminui	Diminui
Guará	Diminui	Aumenta	Diminui	Aumenta
Cruzeiro	Aumenta	Diminui	Aumenta	Diminui
Cachoeira	Aumenta	Constante	Aumenta	Diminui
Aparecida	Aumenta	Diminui	Aumenta	Diminui
Taubaté	Aumenta	Diminui	Aumenta	Diminui

5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CESP. CONSOLIDAÇÃO DO MERCADO ESTADO DE SÃO PAULO - CICLO DE PLANEJAMENTO - 1993/2004, CESP/CPFL/ELETROPAULO/EMPRESAS PARTICULARES .São Paulo , 32 p.,1992

NOVO,E.M.L.M.; Sensoriamento Remoto.Princípios e Aplicações. São José dos Campos. Editora Edgard Blucher Ltda.307pp., 1989.

COSTA, S.M.F. Avaliação de técnicas de processamento digital de imagens TM/Landsat aplicadas na delimitação de áreas urbanas. São José dos Campos, SP. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais., 125 p., 1990. (INPE-5071-TDL/410).

MULLER, N.L. *O Fato Urbano na Bacia do Rio Paraíba, Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE). 345 p., 1969

KURKDJIAN, M. L. N. O.; FILHO, M .V.; VENEZIANI, P.; PEREIRA, M. N.; FLORENZANO, T.G.; ANJOS, C. E.; OHARA, T.; DONZELI, P. L.; ABDON, M. M.; SAUSEN, T. M.; PINTO, S. A. F.; BRETOLDO, M. A.; BLANCO, J. G.; CZORDAS, S. M.; *Macrozoneamento da Região do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo*, INPE, São José dos Campos, 1992,176p.