

SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA EM PEQUENOS E GRANDES MUNICÍPIOS DO RS

Luiz Sílvio Scartazzini¹, Jorge Tadeu Vargas da Silva¹ e Renato de Ávila Consul¹

RESUMO: Durante os anos de 1992 a 1994 desenvolveram-se no Estado do Rio Grande do Sul os cursos de Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal – CEPEA, que objetivavam a elaboração de monografias com análise do Planejamento Energético dos Municípios. Foram elaboradas monografias em 13 dos 28 municípios que existiam na época no Vale do Taquari, localizado na divisa política Centro-Serra do estado do Rio Grande do Sul. Essas monografias serviram como base de consulta para a presente avaliação da matriz energética da Região. As fontes primárias que formavam a matriz energética foram separadas em renováveis e não-renováveis e seus valores comparados entre os diversos municípios e confrontados com os valores da matriz energética de grandes centros urbanos. Percebeu-se, através das análises, que os municípios com baixa densidade demográfica consomem a maior parte da energia oriunda de fontes renováveis, enquanto que os grandes centros urbanos dependem principalmente dos energéticos não-renováveis. Dessa forma, os pequenos centros urbanos apresentam uma grande facilidade em programar e ampliar seu desenvolvimento futuro pautado no aumento do consumo de energia, visto que a base de sua matriz é renovável. Por seu lado, os grandes centros urbanos têm seu desenvolvimento e crescimento econômico tolhidos pela limitação da oferta da sua base energética.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento Energético, Matriz Energética e Desenvolvimento Sustentado.

SUSTAINABLE POWER IN SMALL AND BIG MUNICIPALITIES IN THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL

ABSTRACT: Along the years 1992 – 1994 were carried out in the State of Rio Grande do Sul some Environmental-Power Planning Programs at Municipal Level, which aimed at developing studies about the Environmental-Power of the counties. Fourteen of the twenty - eight municipalities that form the Taquari Valley, located in the Middle-North, made use of the Final Work developed by the students who attended these Programs as a support in the evaluation of the Environmental-Power in our region. The primary resources that make up the power source were divided into renewable and non-renewable, and their values compared among the different counties and confronted with the big urban centers' power source. The studies show that the municipalities with a low demographic density consume most power that comes from renewable sources, while the big urban centers depend mainly on non-renewable sources. So, the small urban centers more easily program and extend their future development based on the increase of the power's consume, once their source is renewable. On the other hand, the big urban centers have their development and growth limited to their power source.

KEY WORDS: Power Planning; Power Source; Sustainable Development.

¹ Professor do Depto. de Matemática da Universidade Luterana do Brasil, Campus de Canoas - RS, rua Miguel Tostes, 101 – bairro São Luís – Canoas - RS CEP. 92420-280 – lsscarta@yahoo.com.br, jtadeuvargas@pop.com.br, conduta@cp.povonet.

INTRODUÇÃO

Numa era em que o desenvolvimento tecnológico afeta diretamente o meio ambiente, há de se analisar e repensar o uso que se faz da energia e a origem da mesma, relacionando-a com a qualidade de vida que se deseja para os habitantes atuais e seus descendentes.

Conciliar progresso, crescimento e desenvolvimento com a preservação do meio ambiente torna-se um desafio sem precedentes que atinge, não somente os grandes centros urbanos, mas também os pequenos municípios.

A humanidade tem consciência de que os recursos naturais são finitos e a capacidade da Terra de suportar as atividades antrópicas nocivas é limitada. Dessa forma, é imprescindível que o planejamento econômico deixe de se pautar exclusivamente no lucro e planeje o uso dos recursos naturais e humanos a partir do conhecimento da realidade e sua possível evolução.

Para que isso aconteça de fato, torna-se necessário conhecer as fontes dos energéticos utilizados, realizando o levantamento das necessidades e potencialidades ambientais existentes nos municípios, que são as menores unidades administrativas da federação.

Nesse sentido buscaram-se as informações disponíveis nas monografias realizadas nos CPEAs – Cursos de Planejamento Energético e Ambiental, discretas e sem expressividade quando esparsas e isoladas, mas que podem apresentar um valor potencial na tomada de decisões para planejamentos futuros, quando analisadas de forma agrupada e sistematizada.

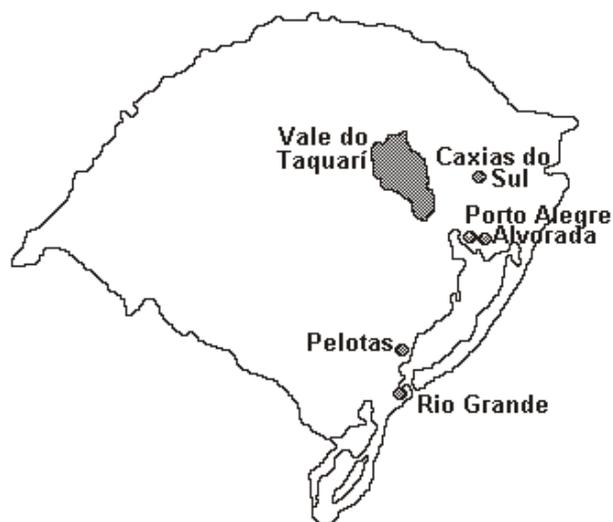
O presente trabalho analisou as monografias de alguns municípios do Vale do Taquari, todos com populações inferiores a 60.000 habitantes, comparando suas fontes de energia consumidas com as fontes de municípios com população superior a 100.000 habitantes, localizados em diferentes quadrantes do Estado do Rio Grande do Sul.

METODOLOGIA

Buscaram-se no Núcleo de Energia e Meio Ambiente da UFRGS, na CEEE, na FAMURGS, na FEE e em dissertações de mestrado do PROMEC/UFRGS os relatórios de todos os municípios nos quais foram realizados os diagnósticos energéticos ambientais até 1994. Foram selecionadas amostras que apresentassem resultados criteriosos e confiáveis. Após esta análise, decidiu-se pela utilização de 13 diagnósticos realizados na Região do Vale do Taquari (BARBIERI, 1994; BRAUWERS & FAVARETTO, 1994; CEMIN, 1994; CHRIST, 1994; GARIBOTTI, Paula Cristina, 1994; GARIBOTTI, Vanda, 1994; GERHARDT, 1994; JOHNER & SULZBACH, 1994; KÜNZEL & HARRES, 1994; MALLMANN, 1994; REMPEL & KLEIN, 1994; RITTER, 1994; SALECKER, 1994), todos realizados após o curso do CEPEA de 1994, apresentando as características de baixa densidade populacional, e de cinco municípios com populações superiores a 100.000 habitantes (ANTONIAZZI, 1994; BARUM, 1996; MAYER & XAVIER, 1994; MOSSMANN, 1995; PRETZ, 1995), espalhados geograficamente pelo Estado do Rio Grande do Sul.

A FIGURA 1 apresenta a localização geográfica dos municípios amostrados neste trabalho.

FIGURA 1 – Localização do Vale do Taquari e dos municípios analisados



Fonte: CODEVAT, complementada pelos autores.

Em cada uma das dezoito monografias pesquisaram-se as características do município diagnosticado, extraindo informações tais como área, demografia rural e urbana e principais fontes de arrecadação da unidade. Mas os dados mais substanciais buscados nas monografias foram as quantidades de energia consumidas anualmente e a fonte de suas origens, dando ênfase às fontes não tributáveis, como o caso da lenha, cujo consumo como energético na área rural passa diretamente da fonte (mato) para o consumo (fogão) sem fazer parte dos censos oficiais, visto que, na maioria das vezes, o consumidor é o próprio produtor.

Dos trabalhos que foram pesquisados e investigados, classificaram-se as fontes primárias de energia que formam a matriz energética de cada unidade, separando-as em energéticos não-renováveis e renováveis. Entre os não renováveis, a divisão foi feita em: gasolina, diesel, GLP, querosene, carvão mineral e os de menor representatividade, como gás natural, nuclear e energia elétrica, produzida através da queima do carvão mineral, foram rotulados como "outros". Os energéticos derivados de fontes primárias renováveis foram divididos em: eletricidade de origem hídrica e os derivados da biomassa divididos em álcool combustível, lenha, carvão vegetal, resíduos agrícolas e florestais. A geração renovável produzida por fontes mistas que geram o biogás não apresentou expressividade capaz de aparecer numericamente na composição da matriz energética dos municípios pesquisados.

Levantados todos os dados de consumo e suas origens, realizou-se a conversão das diferentes unidades de medidas dos energéticos para uma unidade

comum, o t.e.p. (tonelada equivalente petróleo), por ser uma unidade que representa um valor de grande dimensão, útil no tratamento de dados que apresentam valores grandes.

Equalizadas as unidades dos energéticos, seus valores de consumo foram utilizados para gerar os gráficos que formam as matrizes energéticas de cada município, apresentadas na forma de energéticos renováveis e não-renováveis e também na forma percentual por tipo de energético consumido.

O volume dos energéticos consumidos em cada município foi comparado com os demais, estabelecendo-se um confronto especial entre os municípios com grande e pequena densidade populacional. A origem da arrecadação fiscal de cada município também foi abordada, associando-se a principal fonte tributária com o tipo de energia consumida.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A TABELA 1 apresenta os municípios analisados, ordenados de forma crescente com respeito à população existente por ocasião da realização das monografias, relacionados com as fontes de arrecadação tributária existente.

TABELA 1- Comparativo entre os municípios analisados

Município	Área (Km ²)	População (hab.)		Setor de arrecadação tributária (%)		
		Urbana	Rural	Primário	Secundário	Terciário
Capitão	70	387	1.787	51,19	2,87	45,94
Colinas	57,2	1000	1630	51	30,00	19,00
Mato Leitão	46,5	543	2.165	28,00	71,00	1
Travesseiro	75,0	900	2.000	37,53	27,50	34,97
Nova Bréscia	87,7	1486	1614	74,3	1	24,7
Santa Clara do Sul	92,3	2500	2700	24	49	27
Roca Sales	186	4571	4707	30,9	29,32	39,78
Cruzeiro do Sul	154,1	6172	5492	44	6,00	50
Arroio do Meio	181,2	9033	5.750	11,23	67,33	21,44
Encantado	229,1	13461	4445	12,02	56	31,98
Teutônia	276	9668	9.596	10	74	16
Estrela	195	19106	5.607	8,7	54,68	36,62
Lajeado	416,6	55863	3944	7,31	50,38	42,31
Alvorada	74,8	141856	164	0,7	10,3	89
Rio Grande	3338	164793	9831	2,5	53,8	43,7
Caxias do Sul	1.530,0	264.804	26.164	5,00	55,00	40,00
Pelotas	1.815,2	275.385	24.340	4,70	33,50	61,8
Porto Alegre	489,0	1.238.255	8.570	0,01	23,00	76,99

Fonte: Monografias do CEPEA - UFRGS, CEEE, FEE e FAMURGS.

Pela TABELA 1, os municípios listados de Capitão até Lajeado pertencem à Região do Vale do Taquari, todos com baixa densidade populacional. Já os municípios listados de Alvorada a Porto Alegre apresentam grande densidade populacional e se localizam em diferentes regiões do Estado.

A maior parte dos municípios com baixa concentração populacional mostram uma vocação agrícola, tendo como principal setor de arrecadação o primário e a maior concentração populacional distribuída na área rural. Já os municípios com

grande número de habitantes arrecadam mais nos setores secundários e terciários, atividades que geram a concentração em grandes centros urbanos.

A TABELA 2 apresenta o consumo anual de energia de cada município, separados em energéticos renováveis e não-renováveis.

TABELA 2 – Consumo anual de energia em cada unidade administrativa avaliada

IDENTIFICADOR	MUNICÍPIO	NÃO-RENOVÁVEIS (t.e.p.)	RENOVÁVEIS (t.e.p.)
1	Capitão	2.042,69	3.631,45
2	Colinas	715,36	1.520,14
3	Mato Leitão	1.130,86	2.768,66
4	Travesseiro	232,00	493,00
5	Nova Bréscia	420,36	3.082,64
6	Santa Clara do Sul	574,08	1.817,92
7	Roca Sales	3.251,01	3.521,93
8	Cruzeiro do Sul	2.099,52	8.398,08
9	Arroio do Meio	5.836,33	15.007,70
10	Encantado	3.742,35	13.268,34
11	Teutônia	6.973,57	27.894,27
12	Estrela	10.280,61	15.420,91
13	Lajeado	24.688,33	52.462,70
14	Alvorada	17.769,26	10.435,91
15	Rio Grande	69.211,17	24.317,44
16	Caxias do Sul	57.992,83	94.619,88
17	Pelotas	73.240,80	16.077,25
18	Porto Alegre	410.816,37	241.273,10

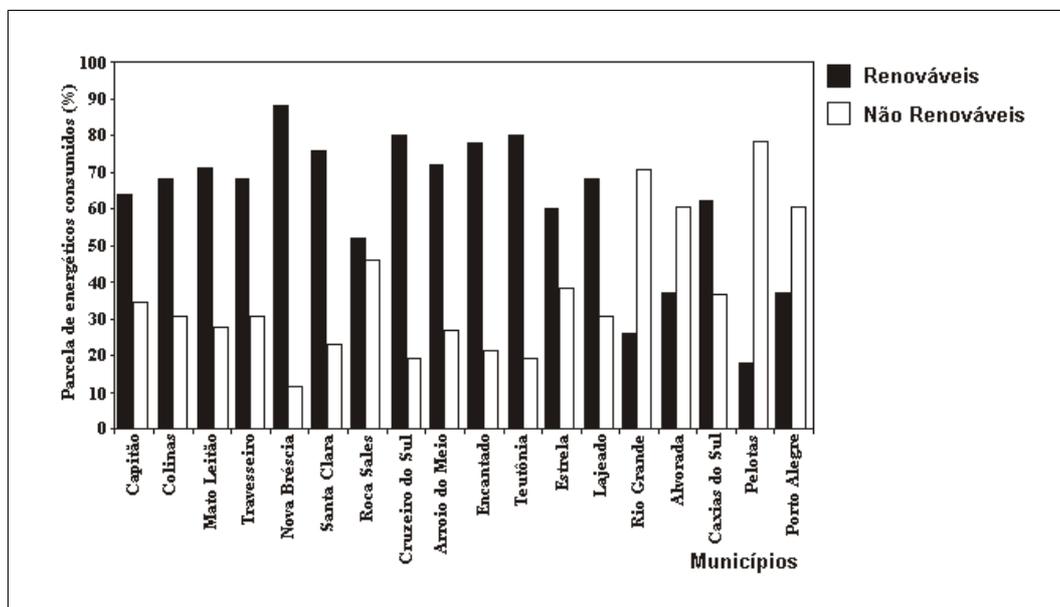
Fonte: Monografias do CEPEA - UFRGS, CEEE, FEE e FAMURGS.

A Tabela 2 mostra claramente que todos os municípios com pequeno número de habitantes, a maior parte residindo na área rural e com arrecadação tributária fortemente calcada no setor primário, têm suas matrizes energéticas predominantemente originadas nas fontes renováveis de energia. Esta constatação possibilita que o planejamento para um crescimento da economia e qualidade de vida futura destes municípios possa ser realizado sob a tranquilidade fornecida pela estabilidade de obtenção da matéria-prima das fontes que geram a matriz energética.

Já os municípios com grande número de habitantes e cuja matriz energética depende fortemente dos energéticos não-renováveis, para planejar o crescimento econômico futuro, precisam repensar a origem dos energéticos que deverão compor a sua matriz futura.

O gráfico da FIGURA 2 ilustra as comparações entre as matrizes energéticas dos diferentes municípios, relacionando os consumos, em percentual, dos energéticos renováveis e não-renováveis dos municípios analisados.

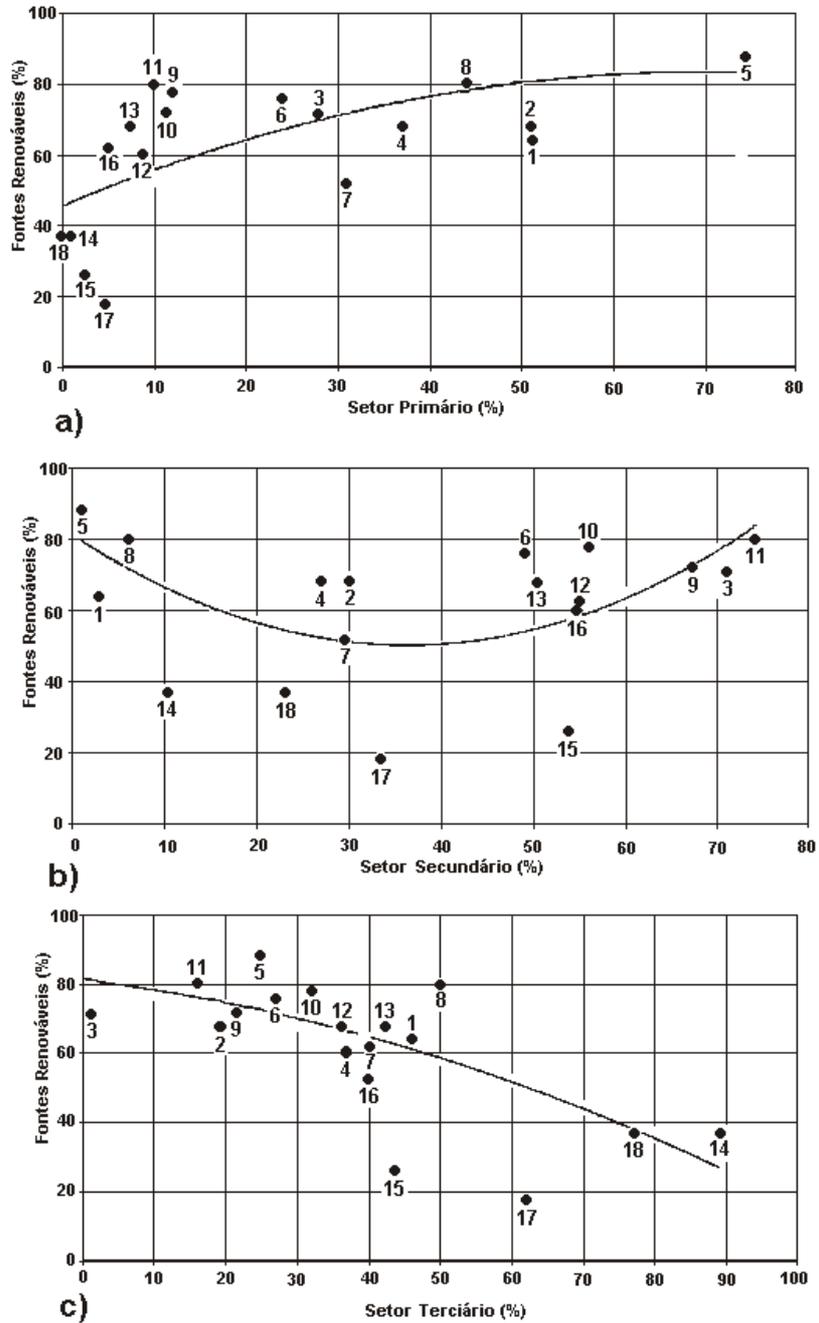
FIGURA 2 – Comparativo do uso de energéticos renováveis e não-renováveis entre os municípios analisados



Como mostra a FIGURA 2, assim como a TABELA 2, todos os municípios com baixa população apresentam uma matriz com forte utilização dos energéticos renováveis, enquanto que, os municípios populosos apresentam uma forte dependência dos energéticos não-renováveis. A unidade administrativa que foge a esta análise é Caxias do Sul, por apresentar uma grande área rural e a peculiaridade da população urbana em preservar hábitos rurais, como a utilização da lenha em fogões residenciais e na indústria para geração de calor.

A análise que leva em consideração a fonte de arrecadação do ICMs do município, comparada com a fonte de sua matriz energética, é mostrada nos gráficos da Figura 3, a), b) e c). Como a fonte arrecadadora municipal é dividida em setor primário, secundário e terciário, cada um destes setores foi analisado comparativamente com a origem dos energéticos utilizados. Cada município é apresentado pelo número identificador mostrado na primeira coluna da TABELA 2.

Figura 3 – Relação entre a arrecadação do setor primário (a), secundário (b) e terciário (c), com o uso das fontes renováveis de energia



Fonte: os autores, a partir dos dados da Tabela 1.

A FIGURA 3A) apresenta a relação existente entre a arrecadação municipal advinda do setor primário e a disposição dos habitantes em consumir energéticos de origem renovável. Fica claro que os municípios cuja principal fonte de arrecadação é o setor primário, também têm no campo a origem das principais fontes de energia consumida. Assim, Teutônia, Cruzeiro do Sul, Capitão, Colinas e Nova Bréscia têm mais de 1/3 de sua arrecadação advinda do setor primário e as suas matrizes energéticas se originam, mais de 50 %, das fontes renováveis. Todos esses municípios apresentam pequeno número de habitantes, a maior parte deles residindo na área rural.

No outro extremo, onde a arrecadação originada do setor primário é muito baixa, a dependência dos energéticos renováveis também é menor que 50 %. Nesta faixa encontram-se os municípios de Porto Alegre, Alvorada, Rio Grande e Pelotas, os quais são unidades administrativas com grande número de habitantes, sendo a maioria deles concentrados na sede municipal. Foge deste raciocínio o município de Caxias do Sul que, mesmo tendo sua receita arrecadatória advinda especialmente dos setores secundários e terciários, apresenta uma matriz calçada nos energéticos de origem renováveis.

A FIGURA 3B) apresenta a relação existente entre a arrecadação municipal advinda do setor secundário e a disposição dos habitantes em consumir energéticos de origem renovável. Verifica-se que a atividade do comércio desenvolvida nos municípios e a renda que esta gera na unidade administrativa não influenciam ou não são influenciadas pela escolha da matriz energética utilizada na unidade. Por isso, forma percebe-se no gráfico que municípios como Capitão, Nova Bréscia e Cruzeiro do Sul, que apresentam baixa arrecadação tributária provinda do setor secundário, estão junto com os municípios de Alvorada e Porto Alegre que também arrecadam um ICMs inferior a 1/3 originado do setor secundário.

No outro extremo, dos municípios cuja arrecadação é fortemente sustentada pelo setor secundário, também se observam unidades administrativas com pequenas populações e matriz energética altamente renovável, como Arroio do Meio, Mato Leitão e Teutônia, distribuídos junto com Rio Grande e Caxias do Sul, municípios estes bem mais populosos.

A FIGURA 3C) apresenta a relação existente entre a arrecadação municipal advinda do setor terciário e a disposição dos habitantes em consumir energéticos de origem renovável. O gráfico mostra que os municípios cuja principal fonte de arrecadação tributária advém do setor terciário são os que possuem grande número de habitantes e dependem dos energéticos não-renováveis. As atividades industriais concentram a população e consomem muita energia. O modelo industrial desenvolvido nestes municípios utiliza muita energia de origem fóssil. Neste grupo se situam Rio Grande, Pelotas, Porto Alegre e Alvorada.

Sob este aspecto, os pequenos centros urbanos se encontram bem mais próximos das fontes que fornecem os energéticos renováveis e possuem mais tradição no seu uso.

Já os grandes centros, por estarem mais distantes das fontes renováveis, suprem sua demanda com energéticos mais concentrados, fáceis de serem transportados. Além disso, nos grandes centros urbanos, ocorre uma maior

competição entre as pessoas, maior pressão e distâncias maiores entre os locais de atividade das pessoas. Existe uma maior histeria nos grandes centros, o que obriga a população a desenvolver hábitos que resultem em respostas mais rápidas no transporte, preparo de alimentos, higiene pessoal e aquisição de produtos de consumo.

CONCLUSÕES

Através da análise realizada neste trabalho conclui-se que:

- nos grandes municípios há uma tendência regressiva da insustentabilidade, não só energética, mas também social, econômica e ambiental. À medida que a população cresce, as fontes de produção de abastecimento alimentar e energético se distanciam, agregando custos e energia, obrigando a população a mudança de hábitos ou perda de qualidade de vida;

- a disponibilidade de energia por habitante nos pequenos municípios é maior que a disponibilidade nos municípios densamente habitados;

- a utilização de um indicador que reflete não apenas o consumo, mas o tipo de energia consumida, como estabelecido no comparativo entre as Tabelas 3 e 4, utilizando apenas o montante de energia renovável disponibilizada diariamente por habitante, é um fator real de garantia de abastecimento futuro. Utilizando este indicador, verifica-se que o cidadão de pequenos centros consome 21.949 kcal/dia das 26.000 kcal/dia consumidas pelos cidadãos de mesma classe dos países desenvolvidos. Já o habitante de grandes centros, necessitando de 77.000 kcal/dia, só tem disponíveis 4.481 kcal/dia, supridas por fontes renováveis;

- políticas de controle de natalidade, a adequação das conveniências do progresso material com as exigências da natureza, a busca de uma nova matriz energética com novas tecnologias e novas indústrias, o reconhecimento e valorização da produção agrícola e pecuária como prioridade para alimentar os grandes centros e também proposição de novos modelos de gestão ambiental de territórios, visando à manutenção da sua sustentabilidade, são metas que devem, constantemente, ser alçadas na mira dos programas governamentais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIAZZI, Luiz Antônio. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Alvorada**. 1994. 36 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

BARBIERI, Itacir. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Nova Bréscia**. 1994. 33 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal.)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

BARUM, Amilcar O. **Planejamento energético ambiental do Município de Pelotas e contribuições para execução desse planejamento.** 1996. 167 p. Dissertação (Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

BRAUWERS, Iris; FAVARETTO, Isolde Becker. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Capitão.** 1994. 65 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

CEMIN, Janice Teresinha Fluckseder. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Travesseiro.** 1994. 67 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

CHRIST, Marcelo Luis. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Mato Leitão.** 1994. 93 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

GARIBOTTI, Paula Cristina. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Roca Sales.** 1994. 53 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

GARIBOTTI, Vanda. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Encantado.** 1994. 80 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

GERHARDT, Cristine. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Arroio do Meio.** 1994. 132 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

JOHNER, Sandra M.S.; SULZBACH, Vera R. Theves. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Cruzeiro do Sul.** 1994. 80 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

KÜNZEL, Diana Blum; HARRES, João Batista Siqueira. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Lajeado.** 1994. 97 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

MALLMANN, Regiane Heinrichs. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Teutônia**. 1994. 76 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

MAYER, Jorge Euclides; XAVIER, Luis Merino de Freitas. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Guaíba**. 1994. 40 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

MOSSMANN, Vera L. F. **Estudo do perfil energético dos setores residencial e industrial no Município de Caxias do Sul**. 1995. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

PRETZ, Ricardo. **Metodologia para o planejamento de cenários sustentáveis para o Município de Rio Grande RS**. 1995. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

REMPEL, Claudete; KLEIN, Hildegardes. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Santa Clara do Sul**. 1994. 60 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

RITTER, Elisabeth. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Colinas**. 1994. 77 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

SALECKER, Júlio César. **Diagnóstico para o plano energético e ambiental do Município de Estrela**. 1994. 60 p. Monografia (Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em Nível Municipal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

