

**ESCOLA POLITÉCNICA
DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E
AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS**



**Primeira Projeção Múltipla do Planejamento
Integrado de Recursos Energéticos Aplicado ao
Médio Paranapanema**

Aluno: William Takanori Ino
Orientador: Miguel Edgar M. Udaeta

PROJETO DE FORMATURA / 2002



Agradecimentos

Gostaria de agradecer aos amigos e parentes que sempre estiveram por perto, especialmente a minha mãe e minha tia Mariko que sempre me orientaram e incentivaram no decorrer destes anos. E também a Joyce que me manteve inspirado durante o período que estive fazendo este trabalho.

Gostaria também de agradecer aos profissionais do PEA que contribuíram para a realização deste trabalho, principalmente ao Miguel M. Udaeta que nunca poupou esforços em esclarecer as dúvidas que surgiram no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

Índice

1. Introdução	9
2. Conceitos	13
2.1 Desenvolvimento Sustentável	13
2.2 Planejamento Integrado de Recursos (PIR)	15
2.3 Custos Completos	16
3. Objetivo	17
4. O Estado da Arte	18
4.1 Dados Disponíveis da Região	18
4.2 O Médio Paranapanema	19
4.2.1 Localização da Região do Médio Paranapanema	21
4.2.2 Caracterização da Região	22
4.2.3 O CIVAP – Consórcio Intermunicipal do Vale do Paranapanema	26
4.2.4 Potenciais Energéticos da Região	28
4.3 Descritivo das Fontes de Energia Elétrica para o Médio Paranapanema	28
4.3.1 Hidráulico (Pequenas Centrais Hidroelétricas)	29
4.3.2 Biomassa	30
4.3.3 Gás natural	32
4.3.4 Solar	33
4.3.5 Células combustível	34
4.3.6 Resíduos	35
4.3.7 Eólica	37
5. O LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System)	39
6. Metodologia	41

7. Dados para a Modelagem dos Cenários	42
7.1 Continuidade da Evolução da Curva de Carga	42
7.2 Característica da Origem da Energia Elétrica Consumida	44
7.3 Possibilidade do Uso do Gás Natural na Região	44
7.4 Carteira de Recursos	45
8. Os Cenários	46
8.1 Energia Limpa	46
8.2 Baixo Custo da Energia Elétrica	47
9. Análise dos resultados	48
9.1 Cenário: Energia Limpa	48
9.2 Cenário: Baixo Custo da Energia Elétrica	49
10. Conclusões	50
11. Referências Bibliográficas	51
12. Referências Bibliográficas (Internet)	53
Anexo 1 - Gráficos do LEAP para o Cenário de Energia Limpa	54
Anexo 2 - Gráficos do LEAP para o Cenário de Baixo Custo	65
Anexo 3 - Tabelas de Dados da Região do MPP	76

Índice de Figuras

<i>Figura 1: Localização da Região do MPP</i>	21
<i>Figura 2: Composição da População do Médio Paranapanema (Urbana x Rural)</i>	23
<i>Figura 3: População do MPP</i>	24
<i>Figura 4: Distribuição da População por Município</i>	24
<i>Figura 5: Crescimento Percentual Anual do Estado e do MPP</i>	25
<i>Figura 6: Bacias Hidrográficas e Usinas Hidrelétricas do Estado de São Paulo</i>	29
<i>Figura 7: Evolução do Consumo de Energia Elétrica no MPP</i>	42
<i>Figura 8: Demanda de EE no MPP por Setor</i>	43
<i>Figura 9: Número de Consumidores por Setor</i>	43
<i>Figura 10: Demanda da região (todos os combustíveis)</i>	55
<i>Figura 11: Demanda da região (eletricidade)</i>	56
<i>Figura 12: Energia disponível (considerando a importação de energia de outras regiões)</i>	57
<i>Figura 13: Energia gerada na região</i>	58
<i>Figura 14: Importação de energia de outras regiões</i>	59
<i>Figura 15: Capacidade geradora da região</i>	60
<i>Figura 16: Margem de reserva da região</i>	61
<i>Figura 17: Importação de energia para a região</i>	62
<i>Figura 18: Importação de combustível para a região</i>	63
<i>Figura 19: Poluentes originados dos processos geradores</i>	64
<i>Figura 20: Demanda da região (todos os combustíveis)</i>	66
<i>Figura 21: Demanda da região (eletricidade)</i>	67
<i>Figura 22: Demanda da região (gás natural)</i>	68
<i>Figura 23: Energia disponível (considerando a importação de energia de outras regiões)</i>	69
<i>Figura 24: Energia gerada na região</i>	70
<i>Figura 25: Importação de energia de outras regiões</i>	71
<i>Figura 26: Capacidade geradora da região</i>	72
<i>Figura 27: Margem de reserva da região</i>	73
<i>Figura 28: Importação de combustível para a região</i>	74
<i>Figura 29: Poluentes originados dos processos geradores</i>	75

Resumo

O presente trabalho busca elaborar projeções baseadas no PIR (Planejamento Integrado de Recursos Energéticos) a fim de propor uma alternativa de desenvolvimento sustentável para o Médio Paranapanema, região esta que é uma das menos desenvolvidas do Estado de São Paulo. De posse dos dados da região, obtidos nos últimos anos por diversas frentes de estudo do PEA, foram criados cenários de desenvolvimento e consumo de energia.

Nestes cenários, foram consideradas duas possibilidades para suprir a demanda desta região: energia de fontes limpas e/ou renováveis e energia de fontes que buscam custos mais baixos. Para simular o comportamento dos diversos fatores da oferta e da demanda no longo prazo, utilizou-se o LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System).

Abstract

The present work has in view the elaboration of projections based on IPES (Integrated Planning of Energy Sources) in order to propose an alternative of sustainable development to the Médio Paranapanema, which is one of the less developed region of the State of Sao Paulo. Using the data of the region, gathered in the past years by several researches of the PEA, scenarios of the development and consume of energy have been created.

In these scenarios, two possibilities to supply the demand of the region were considered: energy of clean sources and/or renewable as well as energy of sources that have lower costs. In order to simulate the behavior of several factors of the offer and demand, the LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning) has been used.

1. Introdução

O aumento da população global nos últimos séculos que se deu principalmente nos centros urbanos, somado ao desenvolvimento tecnológico que traz comodidade e conforto, fazem com que a demanda por energia elétrica aumente cada vez mais rápido em vários países por todo o mundo. O resultado é que às vezes a oferta não está preparada e conseqüentemente não consegue suprir a demanda. Exemplos disto são as crises que presenciamos neste ano nos EUA e no Brasil. Em ambos o aumento da demanda foi bem mais rápido que a expansão dos parques geradores o que causou transtornos como blackouts e racionamentos.

Certamente os motivos que causaram as crises não são os mesmos. Nos EUA o principal fator que causou o descompasso entre a expansão do setor elétrico e o aumento da demanda foi a falta de regulação do governo sobre as empresas do setor de geração elétrica que por serem empresas privadas, deixaram de investir em geração devido aos baixos lucros e deste modo fizeram com que os preços subissem devido a lei da oferta e procura, mandamento básico da economia norte-americana baseada no liberalismo.

Uma vez escasso o produto o preço dele aumentou e elas conseguiram aumentar seu faturamento e provavelmente começarão a investir mais na área de geração. Infelizmente durante este jogo de mercado a deficiência no fornecimento causou muitos transtornos à população da Califórnia que conviveu com cortes de energia devido ao rodízio que fora implantado para regular a oferta e a demanda.

Já no Brasil a possibilidade de falta de energia elétrica que levou o país ao racionamento foi devido ao fato de que as empresas do setor energético eram estatais e, portanto, dependiam do capital proveniente do orçamento do Estado. Por sua vez, devido à falta de recursos, o Estado deixou o setor elétrico em segundo plano e os projetos que deveriam ter sido executados para expandir a geração foram postergados por anos até que se percebeu que se não houvesse uma expansão do setor elétrico teríamos problemas de abastecimento.

A solução encontrada para a falta de recursos foi a privatização do setor elétrico. Entretanto, as divergências quanto o modelo de privatização que seria implantado e a morosidade da aprovação do modelo, combinado com um período de seca além do esperado, fizeram com que a privatização e a regulação do setor elétrico não fossem possíveis antes de entrarmos na área de risco de falta de energia elétrica. Conseqüentemente o fato acarretou no racionamento de energia elétrica em quase todo o país que foi o recurso adotado pelo governo para conter a demanda e assim poder ter energia suficiente para atravessar todo o período seco e deixar os reservatórios em um nível mínimo para o próximo ano.

Tendo em vista que o aumento da demanda por energia elétrica é certo para os próximos anos e sua falta pode ocasionar muitos transtornos à população, além de impactos à economia pois energia é um dos recursos básicos utilizados por todos os setores da economia, um planejamento da expansão do setor elétrico deve ser feito e acompanhado de perto pelos governantes que deverão regular e criar incentivos da melhor maneira possível para que esta expansão consiga suprir as necessidades por energia elétrica e ao mesmo tempo seja rentável para os investimentos pois as empresas responsáveis pela geração serão agora empresas privadas e portanto só irão investir no setor se houver uma política clara e houver perspectivas de lucro. Caso contrário poderá ocorrer o mesmo que na Califórnia.

A primeira vista, a única forma de retorno imaginável é o lucro proveniente da própria comercialização da energia elétrica. Entretanto há vários outros fatores que podem ser levados em consideração para fazer as contas na hora de calcular o que os investimentos irão gerar de recursos e que poderão ajudar a tornar os investimentos mais atrativos tanto do ponto de vista do empresário, do Estado e da sociedade como um todo.

Tomemos como exemplo a construção de uma usina hidrelétrica. Esta tem tradicionalmente um investimento inicial muito alto devido o grande porte da obra. Barragens, máquinas, além de desapropriações e o longo prazo de construção fazem com que muito dinheiro seja investido e o prazo de retorno seja muito longo mesmo que os custos de manutenção após a conclusão da usina hidrelétrica sejam bem baixos e a eletricidade gerada barata. Tudo isto somado ao risco de um investimento deste porte fazem com que a construção de uma usina hidrelétrica se torne desinteressante para o investidor.

Entretanto, se estudos forem feitos e com alguns incentivos do governo, outras formas de exploração podem ser agregadas ao projeto inicial que seria de somente uma usina hidrelétrica. Poderíamos ter, por exemplo, transporte de cabotagem ou expansão de áreas de cultivo com irrigação pela água proveniente do reservatório. Estes tipos de aproveitamento são reais e podem ser vistos pelo país em São Paulo (Ilha Solteira) e na Bahia (Região do São Francisco) respectivamente, e são muitas vezes esquecidos, mas poderiam reduzir o prazo de amortização tornando os investimentos menos perigosos e podendo assim se tornar mais interessante para os investidores.

Outro fato que deve ser lembrado é que dependendo do modo que for gerada e consumida, a energia elétrica pode estar trazendo outros benefícios. Por exemplo, uma usina de cogeração em uma refinaria de álcool está reduzindo a produção de resíduos, pois o bagaço que teria como destino final os aterros sanitários ou na pior das hipóteses um lixão público em um local impróprio como áreas de mananciais, está sendo aproveitado. Isto reduz os custos da prefeitura local com a criação de aterros, coleta de lixo e fiscalização, além de ser benéfico ao meio ambiente, pois estaríamos utilizando uma forma de energia renovável e protegendo desta maneira o meio ambiente.

Por fim, devemos lembrar que quem irá consumir esta energia elétrica, direta ou indiretamente, serão os cidadãos de uma sociedade que está imersa no meio onde será feita esta expansão. Portanto, não podemos fazê-la a qualquer custo ignorando fatos como a disponibilidade dos recursos e conservação do meio ambiente, pois mesmo que as necessidades de energia elétrica da sociedade sejam supridas, não haverá sentido se as condições de vida forem deixadas insustentáveis ou se esgotarmos as reservas de energia sem ter idéia de como prosseguir sem aquela fonte que deixou de existir. Deste modo não conseguiríamos mais viver neste local que desenvolvemos e teríamos que deixar para trás tudo ou parte do que investimos e provavelmente iríamos acabar cometendo o mesmo erro em outro local até que todos os recursos se extinguissem.

Em resumo, a expansão do setor elétrico possui muitos pontos que devem ser levados em conta, pois podem reduzir custos e trazer outros benefícios a sociedade que não sejam os benefícios diretos, facilmente percebidos, porém nem sempre os mais importantes do ponto de vista social ou ambiental, mas sim todo o contexto que necessita de um planejamento a ser feito olhando de maneira global todas as possibilidades e com isso otimizando os resultados finais.

Uma vez que estamos vivendo em dias extremamente competitivos devido à globalização e a abertura das barreiras comerciais, onde cada vez mais a eficiência se torna importante para as empresas, e até mesmo países, pois os preços devem cair para poder ser atraentes e conseqüentemente as margens diminuem cada vez mais, desperdícios se tornam inadmissíveis e podem determinar o destino de toda uma nação.

Uma ferramenta que pode ser utilizada para fazer o estudo de como os investimentos podem ser direcionados conciliando tanto as necessidades crescentes de energia elétrica com melhores custos, bem como o desenvolvimento sustentável é o PIR (Planejamento Integrado de Recursos).

Este será o tema a ser abordado neste trabalho, mais precisamente o PIR aplicado à região do Médio Paranapanema mostrando como poderíamos desenvolver esta região levando em conta suas características regionais, as necessidades de energia e o desenvolvimento sustentável. Entretanto, somente consideraremos as fontes de energia do lado da oferta pois, devido o modelo de transição, há muita incerteza em como será conduzida a política em relação a incentivos para economia de energia como tarifação ou substituição de equipamentos antigos e de alto consumo.

2. Conceitos

A seguir serão descritos alguns conceitos necessários para uma melhor compreensão deste trabalho.

2.1 *Desenvolvimento Sustentável*

Se procurarmos em um dicionário, teremos a seguinte definição para a palavra “desenvolvimento”.

“Do verbo desenvolver, fazer crescer, medrar, prosperar. Gerar, produzir. Crescer, aumentar, progredir”.

Para “sustentável” temos como definições.

“Do verbo sustentar, manter, suportar, resistir, conservar”.

Temos também a seguinte definição para desenvolvimento humano dado pelo programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (1992).

“O processo de ampliar a gama de opções das pessoas, proporcionando a estas, maiores oportunidades de educação, saúde, renda e emprego, e ainda, abrangendo o espectro total de opções humanas, desde um contexto físico em boas condições até liberdades econômicas e políticas”.

Das definições anteriores podemos dizer que o desenvolvimento sustentável é nada mais nada menos que o progresso das pessoas (sociedade) buscando a conservação do meio e seus recursos. Estas idéias até pouco tempo atrás pareciam antagônicas pois para prosperar o homem sempre teve que degradar o meio ambiente. Seja na antiguidade com o cultivo baseado na monocultura que é prejudicial à terra como na era moderna onde temos que queimar algum combustível, geralmente de origem fóssil, para poder mover as máquinas e com isso estamos elevando a temperatura global.

Entretanto, nas últimas décadas, começamos a perceber que não é possível ignorar o fato de que as reservas de energia são finitas e se não nos preocupar com a conservação destas, poderá haver o comprometimento das fontes de energia de modo que as gerações futuras não tenham energia disponível para seu sustento e também desenvolvimento.

Portanto devemos considerar o meio ambiente como um dos fatores mais relevantes no momento de planejar e orientar a economia. Como aviso servem as alterações observadas nos últimos anos como aquecimento global e elevação dos níveis dos oceanos mostrando que as consequências de uma exploração dos recursos naturais de maneira inconseqüente podem ser imprevisíveis? Com certeza, se não for tomada nenhuma providência, teremos mais surpresas como estas e talvez não tenhamos condições de reparar os danos.

Isto não significa que devemos parar e voltar à idade da pedra, mas sim que devemos pensar em como progredir sem detrimento do nosso planeta, afinal ele será nossa casa ainda por longos séculos uma vez que não há nenhuma previsão concreta de que possamos mudar de planeta algum dia.

Outro fator que deve ser levado em conta são as consequências que o desenvolvimento irá causar à sociedade. Devido as peculiaridades do nosso país, o desenvolvimento é muito pontual. Combinado a isto há a característica de um potencial hidrelétrico muito grande.

O resultado é que temos grandes usinas de um lado e grandes centros do outro e no meio disto muitas pessoas que são esquecidas e não ganham nada com este falso desenvolvimento. Afinal, uma nação desenvolvida tem que considerar toda a sua população, ou pelo menos boa parte dela, e não é isso que acontece.

Do exemplo dado acima temos como consequência grandes linhas de transmissão cortando o país e muitas vezes debaixo delas pessoas sem energia elétrica e como a energia elétrica é comprovadamente um bem essencial para o desenvolvimento temos muitas pessoas que estão fora do nosso quadro, muitas vezes enfatizado, de um dos maiores países e maiores economias mundiais, sugerindo um país desenvolvido.

O Índice de Desenvolvimento Humano pode facilmente mostrar que ainda temos muito a fazer para ser um país desenvolvido. A primeira é lembrar de todos os envolvidos em decisões importantes e ponderar como e qual a melhor saída em determinadas situações como o plano de desenvolvimento de uma região.

Portanto, devemos arrumar nossa “casa” de maneira a aproveitar nossos recursos da melhor maneira possível para que durem por muitos séculos a fim de não comprometer o suprimento de gerações futuras e ao mesmo tempo devemos continuar a evoluir com as condições de vida da humanidade para que possamos buscar tecnologias cada vez mais eficientes e acessíveis a todos os níveis da sociedade.

2.2 Planejamento Integrado de Recursos (PIR)

O PIR é uma forma de planejarmos, com critérios mais abrangentes, o desenvolvimento de uma região ou país. Ele leva em conta todos os envolvidos de forma a não discriminar uma classe em benefício de outra além de visualizar os usos dos recursos de forma abrangente.

Para determinar a direção a ser dada ao desenvolvimento, temos que montar um cenário para a região. Afinal, como poderíamos planejar a oferta, os custos de investimento e como investir, se não houver o mercado, a demanda, para prever as incertezas.

De posse do cenário termos então o consumo e desta maneira poderemos prever se haverá falta ou excesso de energia e assim direcionar os investimentos, onde e quando eles deverão ser feitos.

Uma vez que os recursos de uma região, mesmo que abundantes, podem acabar, o PIR faz uma projeção de quanto tempo de reserva há disponível e busca uma fonte alternativa para que possamos utilizá-la, em conjunto ou no lugar da primeira, a fim de não esgotar a outra fonte sem o devido planejamento e previsão de suas consequências.

Além disso, com o PIR e com dados consistentes, podemos fazer uma comparação completa entre as diferentes fontes de energia para que possamos encontrar o melhor conjunto de recursos que beneficie de forma mais abrangente e ao mesmo tempo minimize os impactos à população da região em estudo.

Para que possamos quantificar os custos de cada forma de energia precisaremos de outro conceito importante, o dos custos completos que será descrito a seguir. De posse dos custos completos poderemos, com o PIR, criar uma carteira de recursos com o objetivo de achar a melhor combinação das diversas formas de energia que poderiam desenvolver a região do MPP de maneira racional, política e ecologicamente correta, como deveria ser sempre.

2.3 Custos Completos

Diferente da forma tradicional de analisar os custos de um empreendimento, os custos completos englobam não somente o custo econômico em si, mas também os custos sociais e ambientais de modo que possamos ter uma visão mais abrangente do impacto que cada forma de exploração de energia para geração de energia elétrica causa na população local.

Este tipo de análise é fundamental para que possamos comparar as diferentes formas de energia no momento de utilizar o PIR, uma vez que devemos buscar uma forma de beneficiar a sociedade como um todo e a utilização da forma adequada de energia pode ajudar setores que nunca seriam lembrados em outros tipos de estudos.

Conseqüentemente poderemos economizar o capital que seria destinado a cobrir esta deficiência e economizaremos também tempo e talvez até recursos naturais, além é claro de beneficiar a população.

3. Objetivo

O intuito deste trabalho é agrupar os dados obtidos nos estudos anteriores realizados pelo PEA e fornecer uma possível solução prática para a aplicação destes estudos, fazendo projeções e orientando o desenvolvimento sustentável da região do Médio Paranapanema, que caso obtenha sucesso, possa ser aplicado em outras regiões do país uma vez que não existe ainda nenhuma política para o desenvolvimento do setor energético baseado no uso racional dos recursos a longo prazo e em conjunto com as consequências na sociedade o que seria efetivamente o planejamento do desenvolvimento do país. Desta maneira poderíamos baixar os nossos custos na parte de infra-estrutura e com isto nos tornaríamos mais competitivos no mercado internacional.

Caso não se obtenha o resultado desejado ou se forem constatados erros nas projeções, uma vez tendo os dados de forma homogênea ou um algoritmo, será mais fácil também fazer os acertos necessários em trabalhos futuros.

4. O Estado da Arte

4.1 Dados Disponíveis da Região

Desde 1997 o GEPEA faz estudos da região do Médio Paranapanema visando sempre o uso racional e abrangente dos seus recursos naturais. Porém devido a escassez dos recursos financeiros da região não foi possível um trabalho profundo e que, principalmente, pudesse contar com uma participação mais efetiva da administração local para ver a real viabilidade da implementação dos estudos realizados, bem como para que direção deveria ser orientado o estudo de modo a atender efetivamente as expectativas da população local.

Apesar disto, o GEPEA já estudou diversas possibilidades de modo que é possível fazer projeções de desenvolvimento para a região aproveitando seus potenciais e suas características locais da melhor maneira possível.

Até o momento foram realizados, somente na graduação, doze trabalhos voltados a região do Médio Paranapanema. Dentre eles temos:

- Estudos (avaliativos) da biomassa para geração de energia elétrica no Médio Paranapanema;
- Avaliação do potencial de uso do gás natural na região do Médio Paranapanema;
- Análise do gerenciamento pelo lado da demanda para o Médio Paranapanema no contexto do Planejamento Integrado de Recursos para o setor elétrico;
- Análise dos custos completos dos recursos energéticos para produção de termofosfatos no Médio Paranapanema;
- Hidrelétricas e termoeletricas a gás natural; Estudo comparativo utilizando custos completos;
- Estudo em precificação e tarifação como recurso energético para as regiões com características similares ao Médio Paranapanema;
- Possibilidades de inserção da energia solar fotovoltaica na região do Médio Paranapanema;

- Geração de energia elétrica a partir das células de combustível no contexto da região do Médio Paranapanema;
- Energia dos resíduos da região do Médio Paranapanema;
- Geração de energia elétrica descentralizada a partir da energia eólica;
- Produção local de energia através da gaseificação da biomassa para geração de energia elétrica no Médio Paranapanema;
- A regulamentação como recurso energético dentro do Planejamento Integrado de Recursos no Médio Paranapanema.

Além dos trabalhos de graduação existem ainda trabalhos realizados pelos próprios profissionais do GEPEA baseados no PIR e que podem ser aplicados para orientar o desenvolvimento da região e também a nível nacional.

Os trabalhos citados anteriormente serviram de base para a elaboração deste e a seguir faremos um breve resumo da região do Médio Paranapanema e de cada fonte que poderá ser aplicada no planejamento do desenvolvimento da região.

4.2 O Médio Paranapanema

A região do Médio Paranapanema está localizada na parte oeste do Estado de São Paulo que apesar de ser o mais desenvolvido do Brasil, possui o mesmo problema de má distribuição de renda e desenvolvimento apresentado pelo Brasil.

Esta região é a terceira menos desenvolvida do Estado ficando a frente apenas da região do Vale do Ribeira e do Pontal do Paranapanema. Um dos limitantes da região para seu desenvolvimento é a falta de energia elétrica que devido às características rurais da região não é devidamente distribuída pelas concessionárias pois elas tem custos elevados para sua implantação e ao mesmo tempo baixa rentabilidade, uma vez que a população rural tem poucos equipamentos elétricos.

A região do Médio Paranapanema contava com 255.401 habitantes (89,5% urbano, 10,5% rural) em 2000. Sua economia é basicamente agrícola e tem significativa importância para o

Estado de São Paulo principalmente devido a cultura de cana-de-açúcar. Entretanto, o uso intensivo do solo trouxe grandes problemas, tais como: diminuição da área de floresta, erosão, perda de fertilidade do solo, contaminação do solo causado pelos agrotóxicos e suas embalagens.

Entretanto, podemos perceber na paisagem local linhas de transmissão, pois há na região varias usinas hidroelétricas de grande porte, e ao mesmo tempo pessoas sem energia elétrica devido os interesses das empresas distribuição de energia que sem políticas de desenvolvimento do governo defendem seus interesses evitando gastos que tem como risco o retorno limitado ou mesmo duvidoso.

Do ponto de vista da população rural temos como principais problemas de origem ou relacionados com a energia elétrica:

- impactos ambientais causados pelas usinas e barragens;
- as tarifas energéticas controladas que não consideram as características locais;
- áreas rurais que não são atendidas pela energia elétrica.

Portanto, investimentos alternativos são necessários para o desenvolvimento da região, dentre eles os relativos à demanda, pois desta maneira seriam evitadas novas construções na região à curto prazo. Como medidas alternativas poderiam ser feitas reavaliações de tarifas e incentivos a troca de equipamentos de consumo elevado como as lâmpadas incandescentes que gerariam um excedente de energia elétrica na região que poderia ser alocado a outros fins.

Podemos dizer também que na região do Médio Paranapanema temos uma demanda reprimida devido a falta de energia elétrica em vários locais e como se sabe, a energia elétrica é um estímulo ao desenvolvimento e quando ela chega causa transformações marcantes na paisagem local mas principalmente na cultura das pessoas devido a abertura de novas possibilidades.

Na Tabela 1 podemos ver o consumo de energia elétrica da região comparado ao do estado de São Paulo.

Tabela 1: Consumo de EE no MPP comparado ao do Estado de São Paulo (dados de 1997)

DESCRIÇÃO	MPP	São Paulo	MPP/SP (%)
Numero de Consumidores	73.660	10.685	0,689
Consumo - GWh	287,9	81.329,6	0,354
KWh/Hab	1.127	2.323	48,53
Área - Km ²	7.020	248.600	2,82

Fonte: SEADE

4.2.1 Localização da Região do Médio Paranapanema

O Brasil consiste em 26 estados e um Distrito Federal, nele temos o Estado de São de Paulo localizado na região sudeste o qual é o mais populoso de todos. São Paulo possui 15 regiões administrativas, 48 regiões de governo e 625 municípios. Marília é uma das regiões administrativas (49 municípios) e engloba a região de Governo de Assis, com 13 municípios.

A região do Médio Paranapanema com extensão de 6.237 km² e localizada entre as bacias do rios Paranapanema e do Peixe, é formada pela região de Governo de Assis mais alguns municípios associados ao CIVAP (Consórcio Intermunicipal do Vale do Paranapanema).

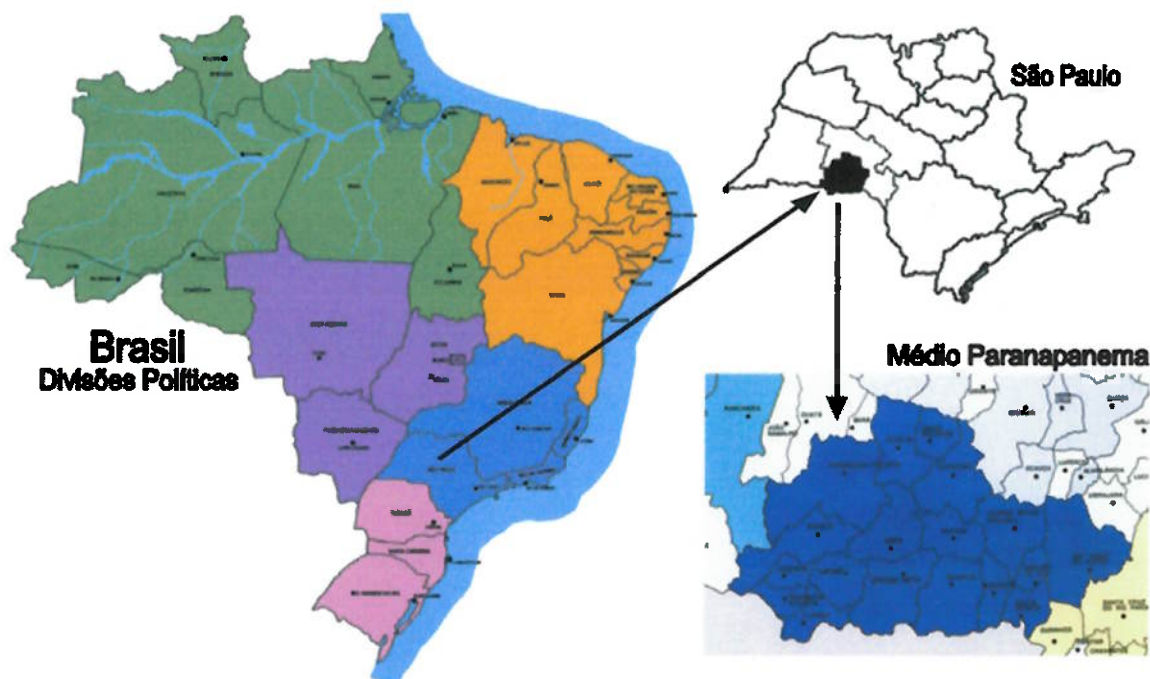


Figura 1: Localização da Região do MPP

Temos assim 18 municípios ao todo: Assis, Campos Novos Paulista, Cândido Mota, Cruzália, Echaporã, Florínia, Ibirarema, Iepê, Lutécia, Macaraí, Oscar Bressane, Palmital, Paraguaçu Paulista, Pedrinhas Paulista, Platina, Quatá, Nantes e Tarumã.

4.2.2 Caracterização da Região

Na região sul do Médio Paranapanema, que faz divisa com o Rio Paranapanema, são plantadas culturas anuais: soja, milho, trigo, mandioca e cana-de-açúcar e somente 3% da vegetação nativa (floresta tropical) está preservada. No Centro predominam a plantação de cana-de-açúcar e pastagens, e restam 6% de vegetação nativa (cerrado). Na região Norte, localizada na bacia do Rio do Peixe, predominam as pastagens e ainda há 8% da vegetação nativa (floresta tropical). [15]

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cfa: moderadamente úmido, sem estação seca. A região em termo de clima é influenciada por quatro massas de ar: tropical continental, equatorial continental, tropical marítima e polar, as duas primeiras são responsáveis pela maior quantidade de chuvas durante o ano. Resumidamente os elementos característicos do clima do MPP na Tabela 2.

Tabela 2: Condições climáticas no MPP

Condições Climáticas	Dados obtidos
Temperatura:	
Mês mais frio do ano	18 °C
Média anual	22 °C
Precipitação:	
Mês mais seco do ano	30 mm
Média anual	1.260 mm
Evaporação	1.807 mm
Velocidade do vento:	
Medida à 10 m do solo	3,5 m/s
Medida à 1 m do solo	2,4 m/s
Insolação média anual	2.000 horas
Umidade relativa	de 68 à 78%

Fonte: Relatórios Internos do PEA

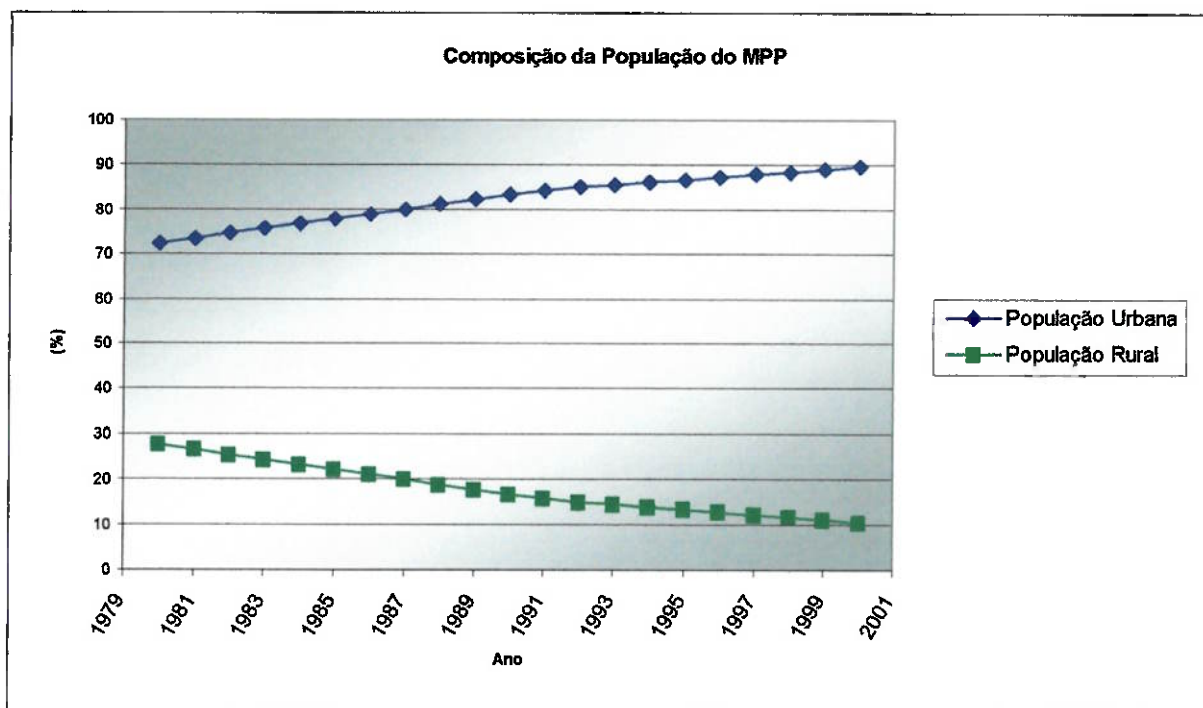
Os rios Paranapanema, do Peixe e outros menores são as fontes de energia hidrelétrica mais importantes da região. Podemos ver as suas vazões médias na Tabela 3.

Tabela 3: Principais rios do MPP

Nome do Rio	Vazão Média (m ³ /s)
Paranapanema	1.109,45
Novo	5,64
Capivara	18,58
Peixe	5,69
Pari	12,75

Fonte: Relatórios Internos do PEA

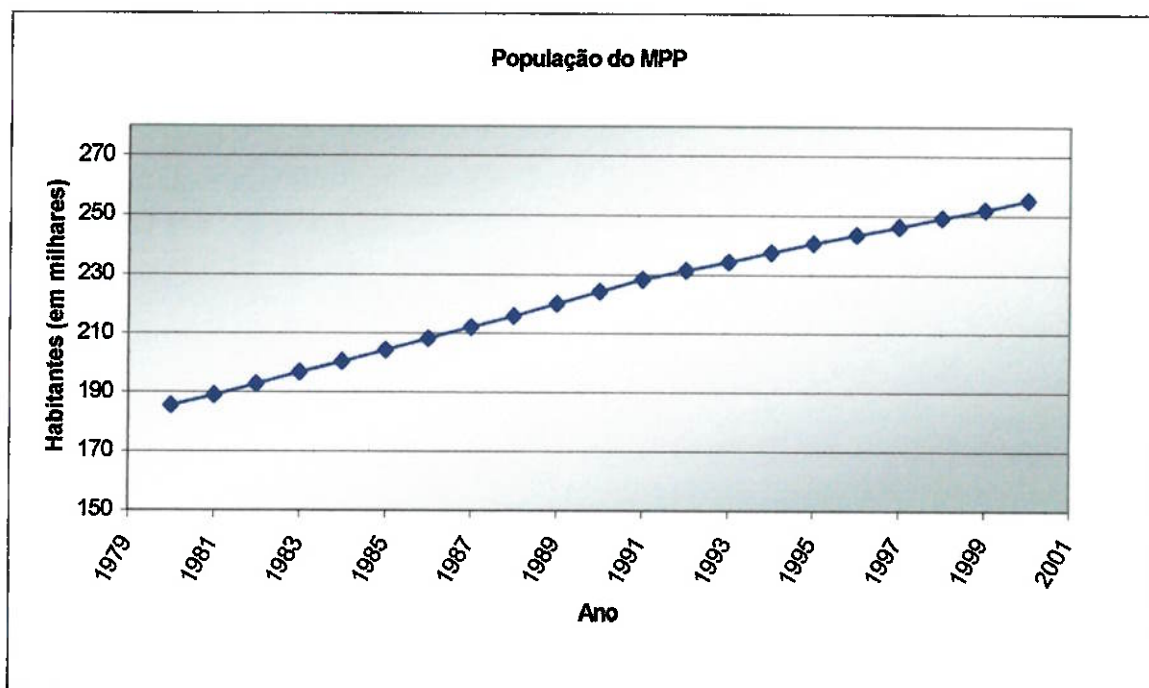
Como toda região do Estado de São Paulo, a população rural do Médio Paranapanema também está migrando para os centros urbanos em busca de oportunidades na área de serviços e indústrias como podemos verificar na Figura 2:



Fonte: SEADE

Figura 2: Composição da População do Médio Paranapanema (Urbana x Rural)

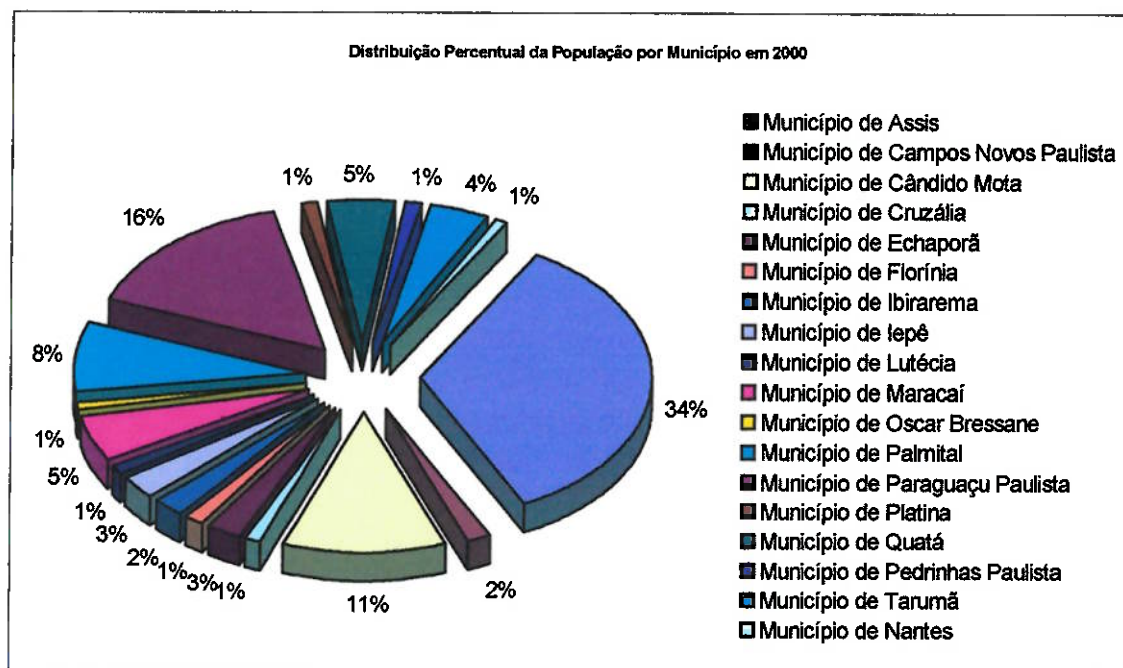
A população da região em 2000 era de 255.401 habitantes e cresce de forma relativamente linear como podemos observar na Figura 3.



Fonte: SEADE

Figura 3: População do MPP

Na Figura 4 vemos a distribuição da população da região por município em 2000

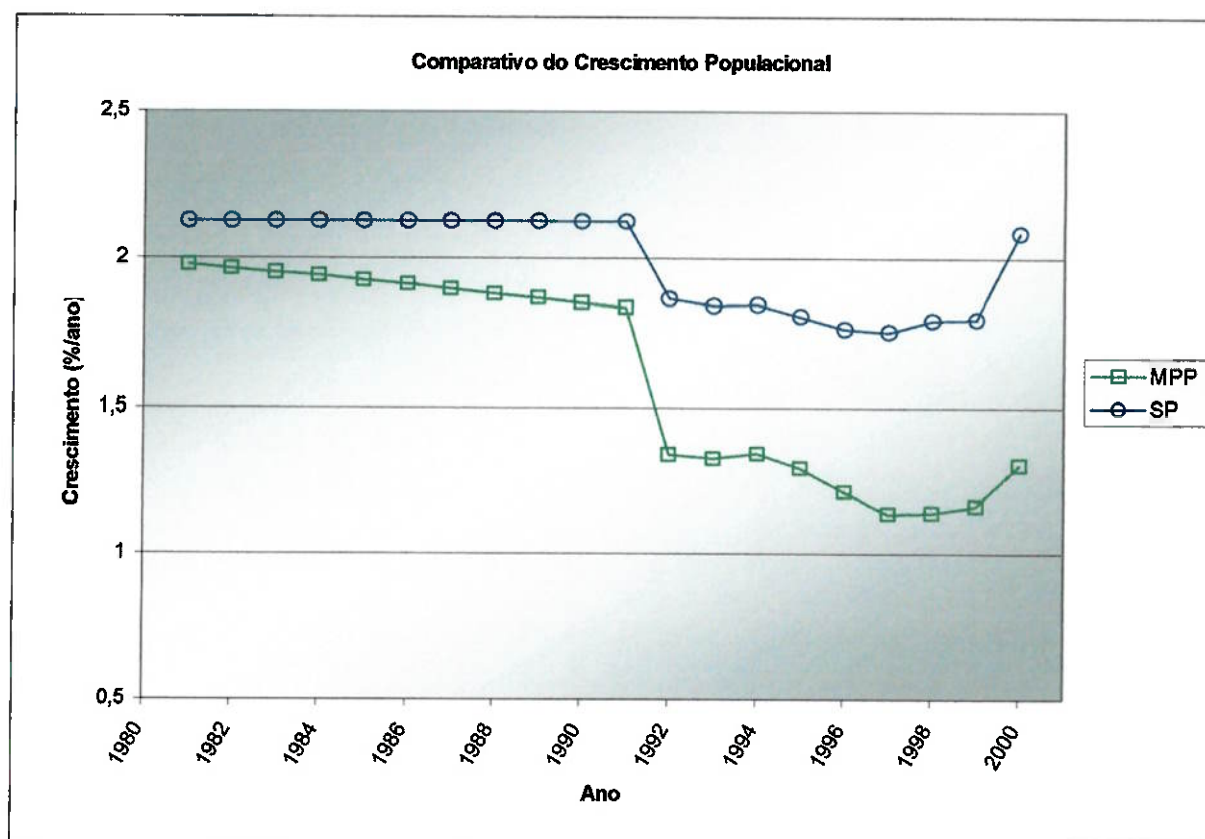


Fonte: SEADE

Figura 4: Distribuição da População por Município

Como podemos perceber, os municípios com a maior parte da população do Médio Paranapanema são Assis e Paraguaçu Paulista. Estes dois municípios também são os que possuem maior índice de urbanização (população urbana) e mais indústrias instaladas.

Do ponto de vista do crescimento populacional (Figura 5) a região apresenta um crescimento populacional anual menor que a média no Estado, ficando em torno de 1 à 1,5% na última década. Existem duas hipóteses para tal fato.



Fonte: SEADE

Figura 5: Crescimento Percentual Anual do Estado e do MPP

A Primeira é que a população local está migrando para outras regiões do Estado o que faz com que o aumento da população no Estado os inclua mas não o da região. Para verificar a consistência disto é necessária uma pesquisa nacional para verificar o fluxo de pessoas dentro do Estado e também de outros Estados para São Paulo, entretanto estes dados não estão disponíveis facilmente e também não é o foco deste trabalho.

A outra hipótese é que a migração das pessoas para as áreas urbanas está impondo a população um certo controle de natalidade devido a educação e informação. E como a região era basicamente agrícola o impacto desta mudança é mais acentuado. O que acontece provavelmente é uma combinação das duas hipóteses.

Aqui vale frisar que algumas alterações ocorreram na região desde o começo de seu estudo. A principal delas foi o aumento dos municípios consorciados ao CIERGA o qual hoje atua com o nome CIVAP. Para que os dados fiquem homogêneos e possam ser utilizados no futuro, eles foram atualizados já considerando estas alterações e com isso suas atualizações.

4.2.3 O CIVAP – Consórcio Intermunicipal do Vale do Paranapanema

“Em 1983 a Associação dos Engenheiros Agrônomos realiza um Seminário sobre Manejo e Conservação de Solo e aí nasce a idéia de se fazer um levantamento de solos na região. O IAC tinha a capacidade técnica para realizar o projeto de levantamento de solo, porém, não existia condição econômica de realizá-lo na região.

Na gestão 83/88, o então Prefeito de Assis, Sr. José Santilli Sobrinho, iniciou um trabalho onde, atuando com outros Prefeitos, formaram o Consórcio Intermunicipal do Escritório da Região de Governo de Assis (CIERGA), em 12 de Dezembro de 1985, com uma finalidade específica de captar os recursos das Prefeituras, Cooperativas e Usinas, para financiar uma parte do levantamento de solo. Este levantamento de solo, metade foi pago com recursos do Governo do Estado e outra metade com recursos da região: Prefeituras, Cooperativas, Associações.

Em 1986 tem início o trabalho de levantamento de solos que vai até 1990, quando se encerra todo o trabalho de campo e os técnicos do IAC apresentam um mapa na escala de 1:50.000, da região por município.

Em 1988 acontecem novas eleições, mudando o quadro anterior nas Prefeituras. De 1989 a 1990 o Presidente do Consórcio passa a ser o Prefeito de Assis, Romeu José Bolfarini, e tudo correu consideravelmente bem, mesmo porque já havia uma estrutura montada. Com o encerramento do levantamento de campo em 1990, e não vendo motivos para darem

continuidade ao Consórcio, ou por não vislumbrarem novo projeto ou nova idéia, os Prefeitos decidiram pela paralisação do CIERGA no ano de 1990.

O consórcio permaneceu parado de 1990 a 1994, quando foi reativado pela nova leva de Prefeitos.

Em junho de 1994, na retomada das atividades, foi eleito presidente o prefeito Aparecido de Lima, de Cândido Mota.

Em Julho de 1995, membros dos 13 municípios da região do Médio Paranapanema que congregam o Consórcio Intermunicipal do Escritório da Região de Governo de Assis, elegeram novamente como Presidente o Sr. José Santilli Sobrinho, para o mandato de 1995/96.

A partir desta data, iniciaram-se alguns projetos como o PED - Programa de Execução Descentralizada / Projeto Agricultura Limpa, com uma participação fundamental das Prefeituras Municipais de Assis, Tarumã, Centro de Desenvolvimento do Vale do Paranapanema - CDVale e uma forte atuação do CIERGA, que já possuía, então, uma organização administrativa consolidada. Para garantir a continuidade dos trabalhos já começados, a Prefeitura Municipal de Assis, empenhou-se no fortalecimento político e técnico do consórcio, conseguindo vitórias importantes como a aprovação do projeto do PED (6 projetos aprovados no Estado, entre 85 apresentados) entre outras.

Disputas políticas pelo domínio do Consórcio constituíram um fator limitante para sua consolidação. Mesmo assim, em meio a alguns percalços, o consórcio continua sendo uma das maiores Associações que pensam na região como um todo, conseguindo, com duras caminhadas, unir um centro que abrange vários municípios, firmando o conceito de Médio Paranapanema em torno do ideal da ação conjunta e concatenada.

As perspectivas abertas à região pelas ações integradas do antigo CIERGA, hoje CIVAP, não mais permite admitir o Médio Paranapanema sem este Consórcio.

Em Novembro/2000 foi deliberada pelo Conselho de Prefeitos a alteração da denominação do Consórcio, que passou a atender pelo nome de: CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DO VALE DO PARANAPANEMA – CIVAP.” [I-2]

4.2.4 Potenciais Energéticos da Região

Por se tratar de uma região predominantemente agrícola, recursos naturais como luz solar e vento se encontram em abundância na região e podem ser utilizados de acordo com as necessidades e os investimentos. No Brasil ambas as técnicas são pouco utilizadas devido seu custo elevado, mas especificamente para a geração eólica, os custos vem caindo a níveis factíveis e com isto podem se tornar uma alternativa energética para a região nos próximos anos.

Além disso, como dito anteriormente, a região conta com rede elétrica de transmissão de energia, o que torna a integração da região com o sistema uma alternativa caso haja interesse das distribuidoras e alguns incentivos do governo já que os custos para derivação do sistema são geralmente elevados e o retorno uma incógnita a curto prazo.

Temos por fim a energia proveniente de programas de conservação que podem disponibilizar energia a curto prazo, o que poderia ser a alternativa durante o período de implantação de novas fontes, suprimindo assim eventuais necessidades de demanda. Esta energia pode ser obtida pela substituição de equipamentos de consumo elevado uma vez que na região a maioria dos equipamentos é de baixa eficiência ou por meio de mecanismos de controle de consumo com tarifação diferenciada.

4.3 Descritivo das Fontes de Energia Elétrica para o Médio Paranapanema

A seguir serão descritas sucintamente as formas de geração de energia elétrica que podem ser utilizadas na região do Médio Paranapanema. Foram desconsideradas as formas de geração que não condizem com a geologia e geografia da região como a energia geotérmica e a energia das marés. Além destas, a energia nuclear foi deixada de lado pois além de ser potencialmente perigosa e produzir resíduos tóxicos, sua utilização no mundo todo vem

Os dados relativos ao potencial, custos do MWh gerado e resíduos foram extraídos do “Relatório Executivo do PIR MPP – Reis, Udaeta, Galvão, Biague” e dos trabalhos de formatura da graduação.

A região do Médio Paranapanema possui dois grandes rios que já tem grande parte de seu potencial explorado, sobram portanto, na região, as quedas d'água de menor porte, onde podemos implantar PCHs.



As PCHs têm por característica quedas d'água entre 25 e 130 metros com potência de geração entre 1 à 10MW. Além disso, elas podem ser divididas em dois tipos: a fio d'água e de acumulação. As de fio d'água são adotadas quando a vazão mínima do rio for maior que a descarga necessária para atender a demanda. Já as de acumulação são construídas quando a vazão do curso d'água não é suficiente para supri a descarga necessária do sistema gerador. [15]

Potencial: 30GWh/ano

Custo do MWh: US\$ 50

Resíduos (poluentes originados no processo): Alguns gases devido a inundação e conseqüente morte da vegetação submersa.

Vantagens

baixo custo de operação e manutenção;
possibilidade de aproveitamento da água para irrigação;
controle do rio;
baixa emissão de poluentes;
curto tempo de implantação e baixo investimento.

Desvantagens

mudanças na fauna local;
risco de mudanças climáticas;
alterações nas características da água;

4.3.2 Biomassa

Como fontes de biomassa consideraremos a cana-de-açúcar (bagaço) e a madeira. A região do Médio Paranapanema é um grande produtor de cana-de-açúcar e com isso tem uma disponibilidade de bagaço muito grande. No caso da madeira a maior parte dela que é utilizada para fins energéticos hoje é proveniente de extrativismo ilegal, porém consideraremos que com programas de apoio este quadro se altere possibilitando sua utilização de forma legal.

O principal problema destas fontes é que a eficiência energética global (energia para uso final/energia primária) é muita baixa. Devido à baixa densidade energética da biomassa, ela precisa ser transformada perto do local de produção. Para tanto, é preciso aumentar a densidade energética para usar os sistemas de distribuição existentes, ou então transformá-la em eletricidade perto do local de produção e distribuí-la pelas linhas de transmissão.

O uso da biomassa como energético no Brasil, se apresenta mais promissor com os resíduos da cana-de-açúcar e a biomassa florestal, ou seja, o uso múltiplo combinado produtivo para a produção de energia elétrica.

Para geração de eletricidade com térmicas à biomassa temos duas opções: simples queima ou gaseificação. Como o escopo deste trabalho é a eficiência, consideraremos que será aplicado o método da gaseificação pois com ele teremos melhores resultados em suas aplicações. [9]

Potencial: 500GWh/ano

Custo do MWh: US\$ 50

Resíduos (poluentes originados no processo): material particulado, COx e NOx.

Vantagens

- recurso renovável;
- geração de empregos;
- baixa emissão de poluentes;
- curto tempo de implantação;
- baixos investimentos.

Desvantagens

- emissão de poluentes;
- produção sujeita a intempéries naturais e políticos;
- risco de degradação do solo;
- liberação de calor para a atmosfera.

4.3.3 Gás natural

O gás natural, que principalmente na Região Sudeste, tem sua produção associada à produção de petróleo, é um combustível de penetração recente no mercado nacional, tendo sua expansão se iniciado no final da década de setenta, acompanhado o crescimento acelerado da produção nacional de petróleo. Com uso limitado, representa cerca de 2,5% do consumo nacional de energia primária.

O suprimento futuro de gás poderá se apoiar não apenas em uma forte expansão da produção nacional, como podem ser reforçadas importações da Bolívia e da Argentina. Pelo lado do consumo esta expansão deverá ser liderada pelo uso do gás como combustível industrial, promovida não apenas por ganhos operacionais, mas principalmente, motivada por suas vantagens em termos ambientais, em relação a outros tipos de combustíveis fósseis como o petróleo e o carvão mineral.

Para efeito de estudo neste trabalho, optaremos pela tecnologia de geração por ciclo combinado por ser o meio mais eficaz e apresentar o custo do MWh mais baixo entre as opções disponíveis. Para a disponibilidade do gás na região consideraremos que seja feita uma derivação do gasoduto Brasil-Bolívia de modo a suprir as necessidades da região. [10]

Potencial: indeterminado

Custo do MWh: US\$ 68 (ciclo combinado no pico)

Resíduos (poluentes originados no processo): COx e NOx, basicamente.

Vantagens

pequeno volume de investimentos se comparado com as hidroelétricas;

curto prazo de construção;

pequenas áreas ocupadas pela planta;

possibilidade de proximidade dos centros de carga;

baixa emissão de poluentes se comparado com outros processos de combustão;

independência do combustível com fatores climáticos.

Desvantagens

apesar de ser o processo de combustão mais limpo, emite poluentes, CO_2 e NO_2 ;
liberação de calor para a atmosfera e para os rios podendo alterar o clima;
alteração da paisagem local;
poluição sonora.

4.3.4 Solar

A Terra recebe do Sol em forma de radiação eletromagnética, principalmente visível, 178 trilhões de kW. O que equivale à potência de dezoito milhões de Usinas de Itaipu. A energia solar média recebida pela Terra é de aproximadamente $0,36 \text{ kW/m}^2$, mas não é uniformemente distribuída pelas diferentes regiões, devido à inclinação da Terra. As regiões tropicais recebem mais que as regiões temperadas e as polares recebem menos ainda.

Devido à natureza estocástica da radiação solar incidente na superfície terrestre, é conveniente basear as estimativas e previsões do recurso solar em informações levantadas durante prolongados períodos de tempo. Os dados de insolação são apresentados habitualmente na forma de energia coletada ao longo de um dia, sendo esse parâmetro uma média mensal ao longo de muitos anos.

As unidades de medição mais frequentes são: Langley/dia (ly/dia), $\text{cal}/\text{cm}^2.\text{dia}$, Wh/m^2 e intensidade média diária em W/m^2 ($1 \text{ ly}/\text{dia} = 11,36 \text{ Wh}/\text{m}^2 = 0,4846 \text{ W}/\text{m}^2$).

Para se ter uma idéia da intensidade da radiação solar total incidente em alguns locais da superfície da Terra, podemos citar como exemplos que uma superfície horizontal no sul da Europa Ocidental (sul da França) recebe em média por ano uma radiação de $1500 \text{ kWh}/\text{m}^2$, ou mais, e no norte, a energia varia entre 800 a $1200 \text{ kWh}/\text{m}^2$ por ano. Uma superfície no deserto do Saara recebe cerca de $2600 \text{ kWh}/\text{m}^2$ ano, ou seja, duas vezes a média européia. [6]

Potencial: 52GWh/ano

Custo do MWh: US\$ 250

Resíduos (poluentes originados no processo): Nenhum

Vantagens

não consome nenhum tipo de combustível;
baixa manutenção;
característica modular possibilitando a expansão a qualquer hora;
não emite poluentes.

Desvantagens

dependência das condições climáticas;
baixo rendimento do processo;
custo do equipamento elevado;
variação da energia disponível de acordo com a localização.

4.3.5 Células combustível

A célula combustível foi descoberta em 1839 por Sir Willian Grove, mas somente na década de 60 teve seu uso comercial implantado. A célula de combustível tem funcionamento semelhante ao de uma pilha, isto é, se baseia em processos eletroquímicos para gerar eletricidade e com isso não emite poluentes como em processos de combustão.

Por se tratar de uma forma de geração de baixa potencia, sua aplicação geralmente se dá próximo ou no próprio centro de consumo. Entre as aplicações mais comuns temos hospitais, shoppings e hotéis onde as células de combustível suprem as necessidades de energia, mas numa eventual queda do sistema, o fornecimento de energia pode ser feito pela rede elétrica.

Das tecnologias existentes hoje no mercado a que mais tem se destacado é a que utiliza gás natural como combustível, pois o gás é barato e pode ser facilmente manuseado diferente do hidrogênio que é altamente explosivo. Porém seu custo inicial ainda é alto o que dificulta o acesso a tal tecnologia. [3]

Potencial: indeterminada

Custo do MWh: US\$100 (célula alimentada com gás natural)

Resíduos (poluentes originados no processo): Praticamente nenhum (pequena quantidade de CO₂)

Vantagens

emissão praticamente nula de poluentes;

baixa emissão de ruído;

resposta rápida de acordo com a demanda;

pequeno espaço ocupado com arquitetura de geração distribuída;

facilidade de expansão.

Desvantagens

custo elevado da energia;

equipamento delicado podendo haver risco de contaminação das células e inutilizando-o.

4.3.6 Resíduos

Grandes quantidades de resíduos urbanos (lixo e esgoto), industriais e agropecuários são atualmente gerados pela nossa sociedade e quase sempre deixados em locais inapropriados, causando sérios problemas ambientais. O aproveitamento desses resíduos para fins energéticos constitui-se numa alternativa tecnológica interessante tanto do ponto de vista técnico quanto ecológico, que podem mesmo sobrepor-se aos aspectos econômicos.

O lixo urbano é na verdade uma massa heterogênea extremamente variável cuja composição depende do nível de vida da população urbana e da época do ano em que esse resíduo é gerado. Em termos energéticos a fração orgânica é a mais importante e dentre os processos que podem ser utilizados destacam-se: a combustão, para queima direta e geração de calor; a gaseificação, para obtenção de gás de baixo poder calorífico; e a bio-conversão para produção de gás metano.

Os resíduos orgânicos industriais variam enormemente de indústria para indústria e em geral não são aproveitados de forma econômica face à sua natureza e/ou quantidade produzida, constituindo-se em um forte agente poluidor. Entre os resíduos gerados em larga escala e passíveis de serem aproveitados para fins energéticos destacam-se os resíduos das indústrias de álcool (vinhoto), papel-celulose (licor negro), cervejarias, matadouros, frigoríficos, laticínios, pescados, curtume, além dos resíduos da industrialização de produtos agrícolas.

Os resíduos agropecuários ainda não são aproveitados no País na escala compatível com a sua produção, apesar da vasta extensão territorial e da vocação para a prática da agricultura e da pecuária em larga escala.

Os resíduos animais representam outra alternativa para aproveitamento energético no Brasil. Basicamente, para este tipo de resíduo, utiliza-se biodigestores do tipo indiano, chinês, de plástico ou de qualquer outro tipo. Esta tecnologia encontra-se bastante difundida no Brasil. Atualmente um grande número destes biodigestores se encontra instalado gerando biogás e biofertilizantes a partir de esterco animal.

Para o aproveitamento destes recursos na geração de energia elétrica, podemos citar a gaseificação e a combustão que são as duas formas de aproveitamento mais fáceis de serem implantadas e factíveis no contexto atual. [4]

Potencial: 17GWh/ano

Custo do MWh: US\$40

Resíduos (poluentes originados no processo): NOx, COx e material particulado.

Vantagens

aproveitamento energético de recursos que seriam inutilizados;

diminuição da quantidade de lixo destinado a aterros;

baixo custo do combustível;

geração de empregos;

proximidade aos centros de consumo.

Desvantagens

emissão de poluentes pela queima de material orgânico;
risco de queima de metais pesados presentes nos resíduos;
liberação de calor para a atmosfera.

4.3.7 Eólica

O vento é uma forma indireta de energia solar. Quando duas regiões vizinhas adquirem temperaturas diferentes, cria-se uma diferença de pressão entre elas, a mais fria tendo maior pressão que a mais quente. Para restabelecer o equilíbrio, o ar da região de maior pressão desloca-se para a de menor, criando o vento.

Energia eólica é a energia cinética contida nos deslocamentos das massas de ar, basicamente provocadas pelo aquecimento desigual da atmosfera resultante da incidência dos raios solares conjugada com a orientação e movimentos da Terra. Esta forma de energia na natureza se caracteriza principalmente por ser renovável, de baixa densidade energética e de natureza intermitente.

A influência do relevo é importante mesmo em uma única região. Os ventos tendem a ser canalizados no sentido de vales, estuários e cursos d'água. Tais variações topográficas são particularmente importantes nas proximidades do litoral, onde o contorno litorâneo pode influenciar as condições de vento.

A intermitência com que estes sopram influi fortemente no modo de captação, conversão e aproveitamento da energia eólica, inclusive nos custos da energia gerada. O vento raramente flui a uma velocidade constante nas proximidades da superfície e, devido à baixa viscosidade do ar, torna-se turbulento e com baixas velocidades, o que contribui para a fadiga das máquinas eólicas e influi diretamente na vida útil das mesmas. De uma forma macro, ocorrem variações de velocidade diárias, mensais, anuais e sazonais e isto influencia na viabilidade da energia elétrica gerada. Outra característica é que a densidade do ar, por ser muito baixa, leva à necessidade de se interceptar uma grande área de corrente de ar para que se possa captar uma quantidade razoável de energia disponível.

Além disso, a disponibilidade dos ventos não guarda nenhuma relação com o comportamento da demanda de eletricidade, o que implica na necessidade de sistemas de armazenamento de energia caso não haja geração alternativa nos períodos de calmaria. [5]

Potencial: 15GWh/ano

Custo do MWh: US\$ 60

Resíduos (poluentes originados no processo): Nenhum

Vantagens

não emite poluentes;

não utiliza combustível;

tendência de queda nos preços dos equipamentos devido a maior comercialização destes.

Desvantagens

poluição sonora;

interferência eletromagnética;

alteração da paisagem;

interferência da fauna alada da região;

5. O LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System)

Há anos o PEA vem estudando o LEAP e sua aplicabilidade no contexto do Planejamento Integrado de Recursos e muitos são os motivos que justificam sua escolha para auxiliar na modelagem dos cenários, principalmente do Médio Paranapanema que é a região de estudo deste trabalho.

O LEAP é uma ferramenta de modelagem energética baseada em cenários. Os cenários levam em conta como a energia é utilizada, convertida e produzida dentro de uma região ou economia podendo ter enfoque nas alternativas da população, desenvolvimento econômico, preços, etc. Com esta flexibilidade de dados, pode ser feita uma análise rica em detalhes técnicos e dos usos finais de acordo com a necessidade do estudo. [I-3]

Com o LEAP, pode-se simular o comportamento da demanda de energia a fim de estimar o crescimento de uma região, permitindo a criação de projeções a longo prazo da demanda e desta maneira fornecendo dados mais precisos para o planejamento da expansão do parque gerador.

Alem disto, podemos utilizá-lo para estimar e fazer projeções do fornecimento e da demanda, possibilitando a previsão de eventuais problemas relacionados ao meio ambiente.

Basicamente o LEAP tem 4 módulos: Variáveis condicionantes, demanda, transformação e recursos. As variáveis englobam a população e aspectos como renda para que se possa calcular uma taxa ou uma parcela como por exemplo o consumo por habitante. A demanda contém todos os setores da região que utilizam qualquer forma de energia como uso final isto é, depois de usada ela não pode mais ser aproveitada para outro processo. Na transformação é possível calcular além da geração de energia elétrica as transformações nas áreas de refino de petróleo e outras formas de energia. Finalmente nos recursos se encontram as reservas de energia da região que serão utilizados pela região, porém se em algum momento a reserva acabar o programa automaticamente busca a importação do combustível para suprir a demanda.

O LEAP é desenvolvido pela Stockholm Enviroment Institute nos Estados Unidos e conta com o apoio de diversas universidades pelo mundo todo, de onde busca informações para a criação do banco de dados existente no programa. Este banco de dados possibilita a pesquisa de algumas formas de geração e dos usos da energia elétrica pelo mundo. O banco de dados também possibilita a criação, e armazenamento, de dados próprios ou até mistos com os existentes, para a utilização durante uma simulação.

6. Metodologia

Para a aplicação do Planejamento Integrado de Recursos é necessário que haja uma região de estudo com um cenário traçado, isto é, características demográficas e evolução da demanda, e por outro lado as fontes que irão suprir as necessidades desta região. Além disto, o fator que irá determinar a composição dos recursos são os parâmetros de desenvolvimento como fatores sociais, ambientais e econômicos.

A região de estudo, o Médio Paranapanema, foi objeto de estudo do PEA durante anos e os dados relativos a sua geografia, demografia e economia são facilmente encontrados nos trabalhos de graduação. Com base nestes, será traçada a evolução da região até 2030, períodos maiores são inviáveis para o estudo devido a natureza incerta da economia e política do país.

Para suprir a demanda da região iremos adotar duas possibilidades: um parque gerador buscando sempre o melhor custo e outro buscando melhores condições ambientais e sociais.

Vale lembrar que como estamos pensando no desenvolvimento da região, utilizaremos os recursos desta assim que possível. Deste modo serão obtidos os ganhos indiretos como a geração de empregos e a retenção de capital na região.

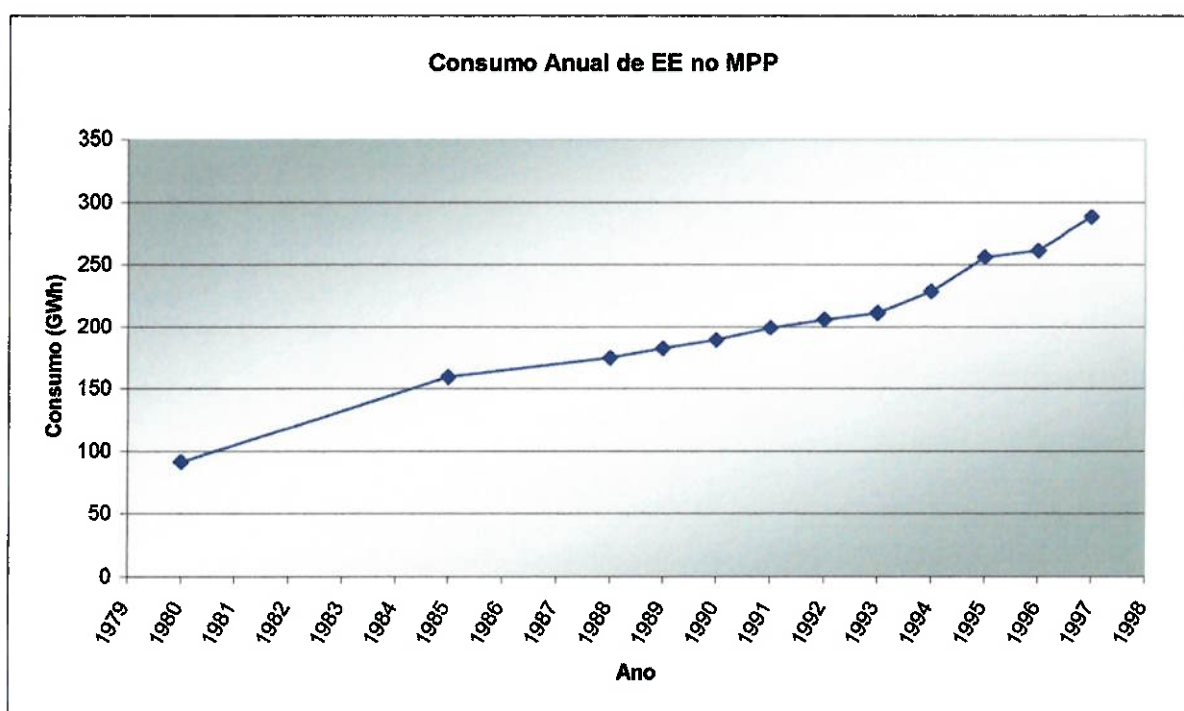
Com os dados à mão será utilizado o LEAP para a simulação e análise do comportamento da demanda e da oferta da região nos cenários propostos além dos poluentes envolvidos no processo.

7. Dados para a Modelagem dos Cenários

Para a elaboração dos cenários serão adotados os seguintes fatores:

7.1 Continuidade da Evolução da Curva de Carga

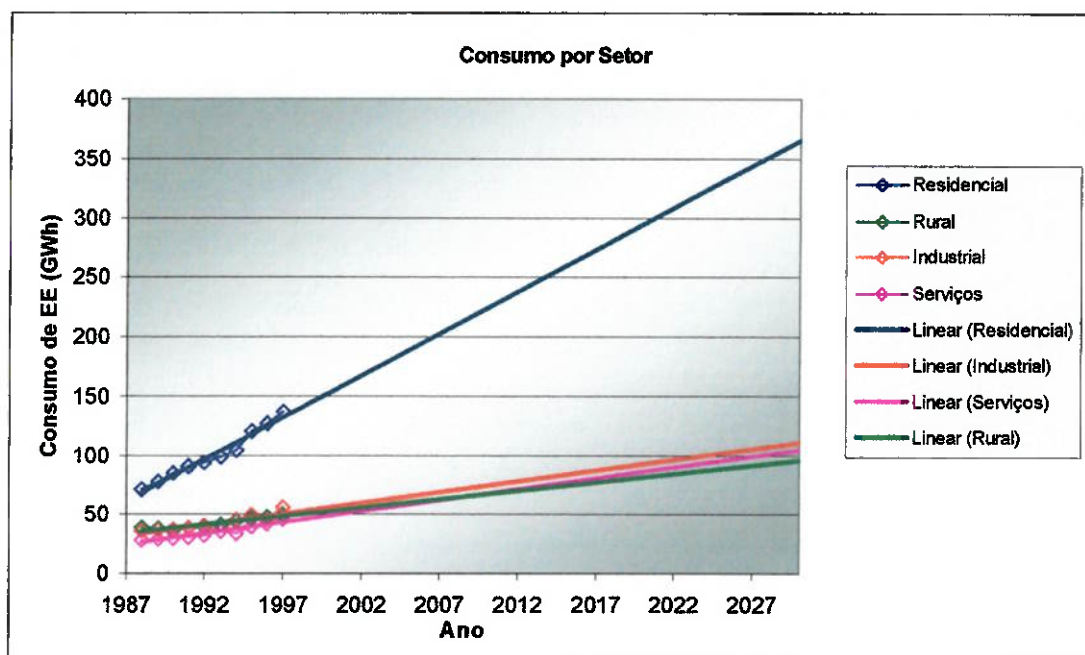
Será suposto que ela continuará crescendo da mesma maneira que vem crescendo na última década. Se observarmos a Figura 7 veremos que o comportamento da curva de carga é praticamente linear e, portanto, seu crescimento percentual anual vem diminuindo devido ao uso mais eficiente da energia elétrica e também devido sua distribuição entre indústrias, residências, comércio e região rural.



Fonte: SEADE

Figura 7: Evolução do Consumo de Energia Elétrica no MPP

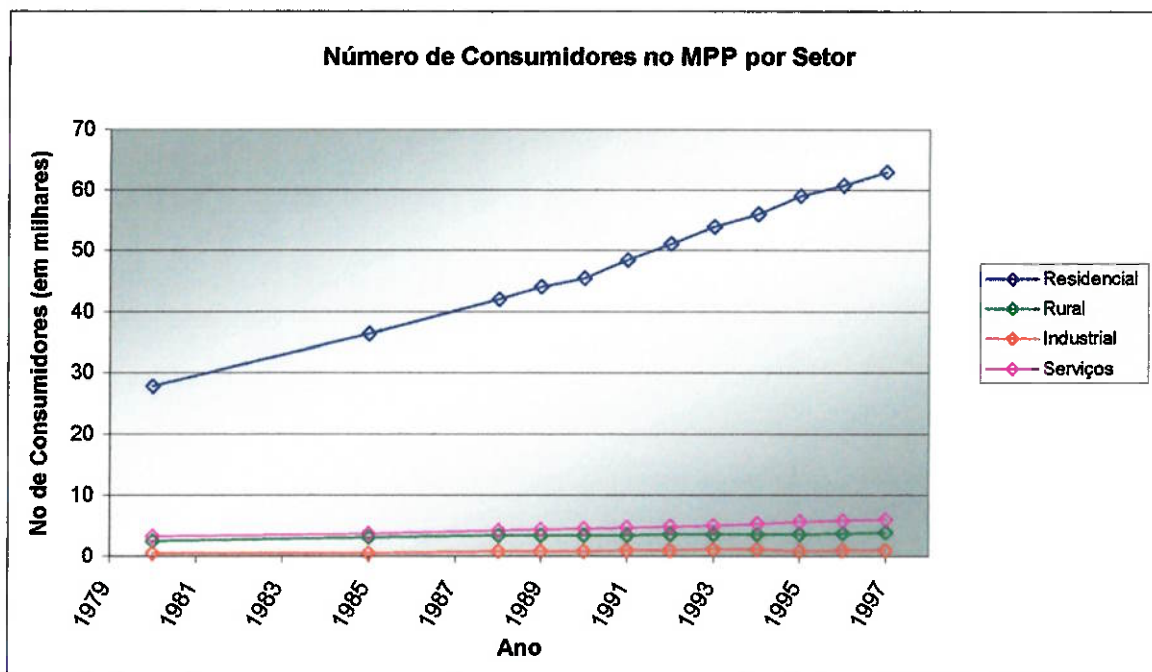
A energia consumida na região é predominantemente residencial e esta cresce bem mais rápido que dos outros setores indicando uma migração da população para os centros urbanos como observado na Figura 2. Devido a característica linear do crescimento do consumo, já aproveitaremos o gráfico seguinte para projetar a demanda até o ano de 2030.



Fonte: SEADE

Figura 8: Demanda de EE no MPP por Setor

Na Figura 9, percebe-se que o número de consumidores residenciais é bem maior que o dos outros setores.



Fonte: SEADE

Figura 9: Número de Consumidores por Setor

7.2 Característica da Origem da Energia Elétrica Consumida

Hoje a energia elétrica consumida na região é praticamente toda importa de outras regiões pela rede de transmissão, sendo assim o capital pago pela energia elétrica passa da concessionária local, a Empresa de Eletricidade Vale Paranapanema, para algum fornecedor de outra região.

Conseqüentemente o capital gasto não traz grandes vantagens à região pois gera poucos empregos não estimulando a economia local. A geração de energia elétrica no MPP pode mudar este quadro criando empregos uma vez que a população está se tornando mais urbana e com isto o desemprego tende a aumentar.

Entretanto, a desvantagem é que podem aparecer problemas na região como impactos ambientais que são indesejáveis, porém se for utilizado a forma de geração adequada eles podem ser minimizados ou até não ocorrerem dependendo da potência instalada.

7.3 Possibilidade do Uso do Gás Natural na Região

Dependendo do plano de ação adotado, poderá surgir um mercado para o gás natural no local possibilitando que este venha a substituir o uso de eletricidade em algumas aplicações como o aquecimento de água.

Sabemos que em uma residência, o uso do chuveiro representa aproximadamente 30% do consumo de energia elétrica, e como vimos anteriormente, o consumo residencial no Médio Paranapanema é de aproximadamente 50% tornando a parcela economizada com esta substituição não desprezível.

Entretanto para que haja um mercado local seria necessário que uma usina termoeletrica a gás fosse instalada no local para justificar a construção de um gasoduto até a região, o que torna a possibilidade desta substituição a curto prazo impossível.

7.4 Carteira de Recursos

Na tabela 4 apresentamos resumidamente as fontes de energia disponíveis na região no Médio Paranapanema (detalhes no capítulo 4).

Tabela 4: Carteira de Recursos

Recurso	Potencial (GWh/ano)	Custo médio (US\$/MWh)	Condição Ambiental	Condição Social	Condição Política
Hidrelétrico (PCH)	30	50	Boa	Boa	Estatal
Biomassa	500	50	Boa	MB	Misto
Gás Natural (CC)	ND	68	Boa	Boa	Privado
Solar (Fotovoltaico)	52	250	MB	Médio	Livre
Células Combustível (GN)	ND	100	MB	Boa	Privado
Resíduos	17	40	MB	MB	Misto
Eólica	15	60	MB	MB	Livre

Fonte: Relatórios Internos do PEA

Legenda		
Condição Ambiental	Condição Social	Condição Política
Muito Boa	Muito Boa	Livre
Boa	Boa	Público
Médio	Médio	Estatal
Regular	Regular	Misto
Ruim	Ruim	Privado

De posse destes dados, agora podemos criar os cenários para o Médio Paranapanema.

8. Os Cenários

Neste trabalho serão abordados dois cenários: Energia Limpa e Baixo Custo. Para ambos utilizaremos as considerações feitas anteriormente de continuidade do crescimento da demanda e foco na geração de energia na região para geração de empregos.

8.1 Energia Limpa

Para que tenhamos energia limpa temos que dar enfoque nas fontes de energia renováveis da região como energia solar, eólica e hidrelétrica. Além destas fontes temos o uso de resíduos que tem o retorno ambiental por diminuir a poluição urbana. Temos também há a biomassa que pode ser usada uma vez que a região é produtora de cana-de-açúcar e álcool e com isto há o bagaço que pode ser utilizado.

Neste cenário serão adotados os seguintes parâmetros:

- inclusão de geração por célula fotovoltaica na região em 2007 atingindo o valor máximo de aproveitamento em 2030 (aproximação linear)
- inclusão de energia eólica em 2010 atingindo o potencial máximo em 2012 (inclusão de 5 GWh/ano a cada ano)
- inclusão de PCHs em 2010 atingindo o valor máximo do potencial em 2018 (inclusão de 10 GWh/ano a cada 4 anos)
- inclusão da utilização dos resíduos a partir de 2010 (inclusão de 1/3 do potencial a cada 2 anos)
- utilização do potencial da biomassa a partir de 2010 (2 módulos de 50MW, um em 2010 e outro em 2013)

Observações:

Neste cenário foi desconsiderado o uso do gás em todas as aplicações, inclusive na geração por célula combustível, pois a geração termelétrica é necessária para tornar viável os investimentos na construção de infra-estrutura para o gás encanado. E como a demanda na região pode ser suprida com os recursos naturais da região ela não seria implantada até o ano estudado.

Os resultados obtidos nas simulações do LEAP estão no Anexo 1.

8.2 Baixo Custo da Energia Elétrica

Para baixo custo temos a possibilidade do gás natural, da eólica, das PCHs, dos resíduos e da biomassa. O uso do gás além de possibilitar a geração de eletricidade possibilitará que outros setores como o industrial e o residencial a substituir o uso de eletricidade pelo gás, melhorando o ganho de energia global uma vez que ele será utilizado no consumidor final.

- inclusão de energia eólica em 2010 atingindo o potencial máximo em 2012 (inclusão de 5 GWh/ano a cada ano)
- inclusão de PCHs em 2010 atingindo o valor máximo do potencial em 2018 (inclusão de 10 GWh/ano a cada 4 anos)
- inclusão da utilização dos resíduos a partir de 2010 (inclusão de 1/3 do potencial a cada 2 anos)
- utilização do potencial da biomassa a partir de 2010 (1 módulos de 50MW)
- utilização de gás natural em um térmica de 100MW a ser instalada em 2015

Os resultados obtidos na simulação do LEAP deste cenário se encontram no Anexo 2.

9. Análise dos resultados

9.1 Cenário: Energia Limpa

Vemos que apesar de direcionar o uso para fontes energéticas renováveis, há o surgimento de emissões de poluentes a partir do momento em que começa a queima de algum tipo de combustível (figura 19). O poluente principal é o CO₂ devido a implantação de usinas para a queima de resíduos e do bagaço da cana.

Este poluente não é grave se considerarmos que a cana-de-açúcar é um recurso renovável e o carbono resultante da queima poderá retorna à cana em alguns anos.

Outro fato é que com a geração pelo bagaço temos o retorno social na forma de geração de empregos na área rural e talvez até na urbana devido a coleta e tratamento do bagaço.

Como consideramos que a geração local somente iria entrar em operação em 2007, até este ano todo o consumo de energia provem da rede elétrica, o que não é grave uma vez que a região consome pouco frente ao Estado de São Paulo e existe interligação com o sistema.

De 2013 à 2024 há um período onde não há importação de energia para o Médio Paranapanema (figura 14). Porém a partir de 2025 começa a haver nova importação de energia indicando a necessidade de novas usinas geradoras. Como os recursos naturais estão no seu limite e não há a possibilidade de maior exploração, fato observado na figura 17 (importação de combustível) onde desde 2013 há um déficit de bagaço que deverá ser preenchido com o aumento da produção de álcool proposta pelo governo com o novo Pró-Álcool.

Neste momento resta então a opção do gás natural poderá surgir como uma alternativa até para as células combustíveis que poderão ter o preço mais competitivo.

9.2 Cenário: Baixo Custo da Energia Elétrica

Se verificarmos os preços por MWh na tabela 4, veremos que a opção de energia solar pode ser facilmente descartada. Mesmo durante o período em estudo a possibilidade de redução de preço de painéis fotovoltaicos é muito baixa.

Resta então as alternativa tradicionais de geração como PCHs e termoelétricas a gás. Com a chegada do gás na região, estimando que ele possa ser fornecido em 2015, abrem-se outras opções também para o consumo residencial e industrial. Sabe-se que o gasto com aquecimento a base de gás é mais barato que com eletricidade e por isto se estimou o aumento de seu consumo no setor residencial. Na indústria o gás também pode ser inserido em processos de aquecimento. O consumo gás como uso final pode ser observado na figura 22.

Com a possibilidade de exploração do gás a potencia instalada na região também pode ser maior uma vez que há combustível disponível. No cenário apresentado temos uma reserva energética bem mais confortável como pode ser observado na figura 27. Além disto a partir de 2015 não há mais importação de energia elétrica para a região (figura 25).

A desvantagem é o gasto com combustível que está sujeito a variações do dólar devido a sua cotação com base no mercado internacional e a emissão de CO₂ que, diferente da geração com biomassa como combustível, não é recapturada.

10. Conclusões

Se compararmos os dois cenários, veremos que ambos apresentam vantagens e desvantagens, porém o cenário de energia limpa pode muito bem suprir as necessidades da região pelos próximos vinte anos.

As incertezas em períodos maiores tornam as previsões pouco confiáveis pois tanto do lado da demanda como da oferta, podem haver alterações que invalidariam o estudo. A situação ideal é que haja um acompanhamento do comportamento do setor de modo a fazer projeções mais curtas, de dez anos por exemplo, para poder fazer os ajustes necessários no parque gerador e nas políticas de consumo.

Previsões mais longas servem sim para mostrar o limite do sistema e da reserva de modo a prever situações de emergência como as ocorridas no ano passado com escassez de água e conseqüente racionamento de energia.

Para tanto o LEAP se comportou de maneira muito satisfatória apresentando dados concisos para a análise tanto da oferta como da demanda. Vale lembrar que o LEAP também possibilita o cálculo da demanda de outros combustíveis já que ele é uma ferramenta para planejamento energético não ficando limitado apenas à energia elétrica.

11. Referências Bibliográficas

- [1] KINTO, Oscar Tadashi,
“Produção Local de Energia através da Gaseificação da Biomassa para Geração de EE no MPP”
Projeto de formatura, 2001, EPUSP
- [2] LIMA, Fernando Travaglini B.; LIMA, Luciano de Oliveira,
Prospectiva Energética para o Desenvolvimento de São Paulo: Cenários 2020 e 2050
Projeto de formatura, 2001, EPUSP
- [3] LACERDA, Arnaldo Gomes de A.; MARUYAMA, Flavio Minoru,
“Geração de Energia Elétrica a partir das Células de Combustível no Contexto da Região do Médio Paranapanema”
Projeto de formatura, 2000, EPUSP
- [4] CERVEIRA, Daniel Ribeiro de P.; CLIMERU, Mauro Frischlander,
“Energia dos Resíduos da Região do Médio Paranapanema”
Projeto de formatura, 2000, EPUSP
- [5] GODOY, Marcelo de,
“Geração de Energia Elétrica Descentralizada a Partir da Energia Eólica”
Projeto de formatura, 2000, EPUSP
- [6] SQUAIELLA, Davi José Ferreira; HAGE, Fabio Sismotto El,
“Possibilidade de Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Região do Médio Paranapanema”
Projeto de formatura, 1999, EPUSP
- [7] AMARO, Renato Citrini; SILVA, Rodrigo Carlana da,
“Estudo em precificação e tarifação como recurso energético para as regiões com características similares ao Médio Paranapanema”.
Projeto de formatura, 1998, EPUSP.

- [8] BOARATI, Julio Henrique; SHAYANI, Rafael Amaral,
“Hidrelétricas e Termelétricas a Gás Natural Estudo Comparativo Utilizando Custos Completos”
Projeto de formatura, 1998, EPUSP.
- [9] SOUZA, Marcio V.; IZZO, Reinaldo,
“Estudos (avaliativos) da biomassa para geração de energia elétrica (EE) no Médio Paranapanema (MPP)”
Projeto de formatura, 1997, EPUSP.
- [10] COSTA, Fabiano Fragoso; LIMA, Marcelo Tadeu,
“Avaliação do Potencial de Uso do Gás Natural Na Região do Médio Paranapanema”
Projeto de formatura, 1997, EPUSP.
- [11] GIMENEZ, André L.; BONZOI, Eduardo E.
“Planejamento do GLD para o médio Paranapanema”.
Projeto de formatura, 1997, EPUSP.
- [12] CHIAN, Charles Cheng Tsu; CARVALHO, Claudio Elias,
“Avaliação dos Custos Completos dos Recursos Energéticos na Produção Integrada de Termofosfatos no Médio Paranapanema”
Projeto de formatura, 1997, EPUSP.
- [13] REIS, Lineu B.; UDAETA, Miguel E. M.
“Planejamento integrado de recursos energéticos dirigido à energia elétrica para a região do Médio Paranapanema do estado de São Paulo”
In: O Médio Paranapanema e política do novo governo, Assis, 1995
Plano de pesquisa, 1995, São Paulo.
- [14] GALVÃO, L. C. R.; REIS, Lineu B.; UDAETA, Miguel E. M.
“Fundamentos para o planejamento integrado de recursos numa região do governo do estado de São Paulo apontando a energia elétrica”
In: VII Congresso Brasileiro de Energia, 1996, Rio de Janeiro.

[15] GALVÃO, L. C. R.; REIS, Lineu B.; UDAETA, Miguel E. M.; BIAGUE, Mário Fernandes.

“Relatórios internos do PEA sobre o PIRMPP”

[16] ELETROBRÁS.

“Plano 2015, Estudos Básicos, Vols. 1, 2, 3 e 4”

1994, Rio de Janeiro.

12. Referências Bibliográficas (Internet)

[I-1] SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - www.seade.gov.br

[I-2] CIVAP - Consórcio Intermunicipal do Vale do Paranapanema - www.civap.com.br

[I-3] SEI - Stockholm Enviroment Institute - LEAP - www.seib.org/leap/

[I-4] GEPEA – Grupo de Estudos do PEA - www.pea.usp.br/gepea

Anexo 1

**Gráficos do LEAP para a simulação do Cenário
Energia Limpa**

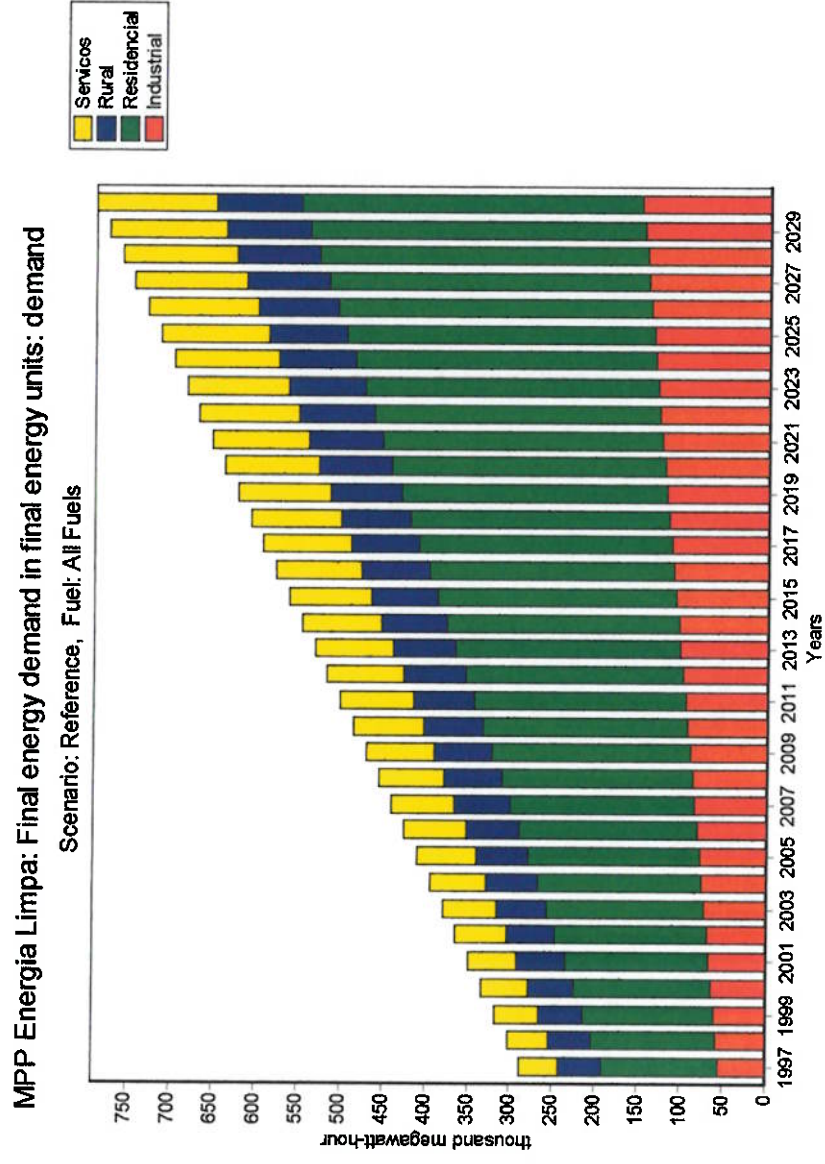


Figura 10: Demanda da região (todos os combustíveis)

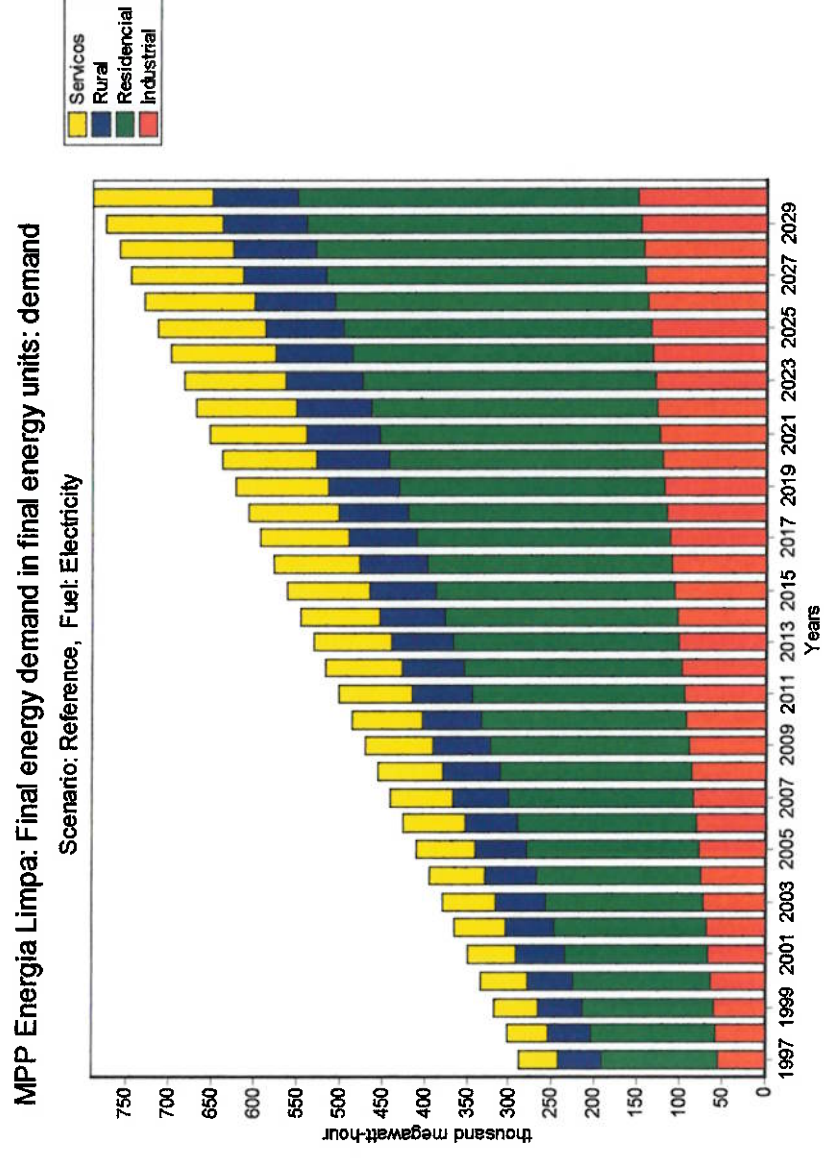


Figura 11: Demanda da região (eletricidade)

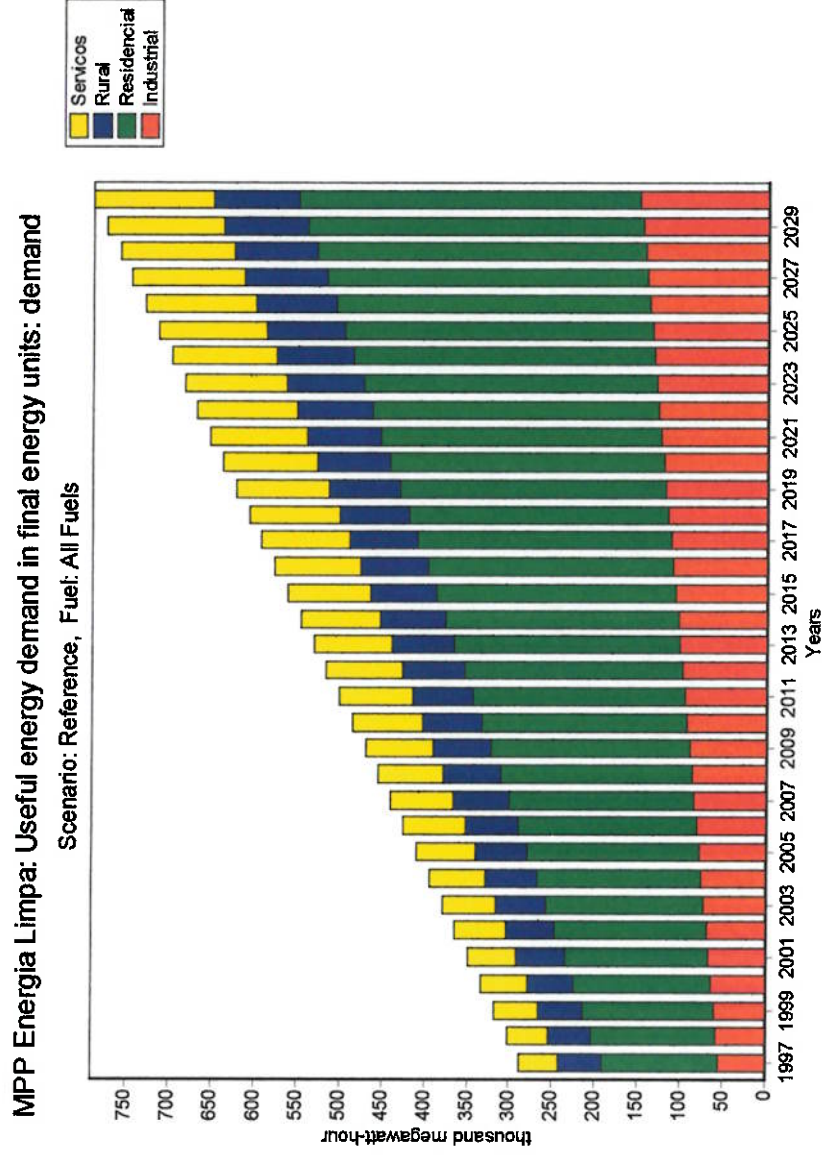


Figura 12: Energia disponível (considerando a importação de energia de outras regiões)

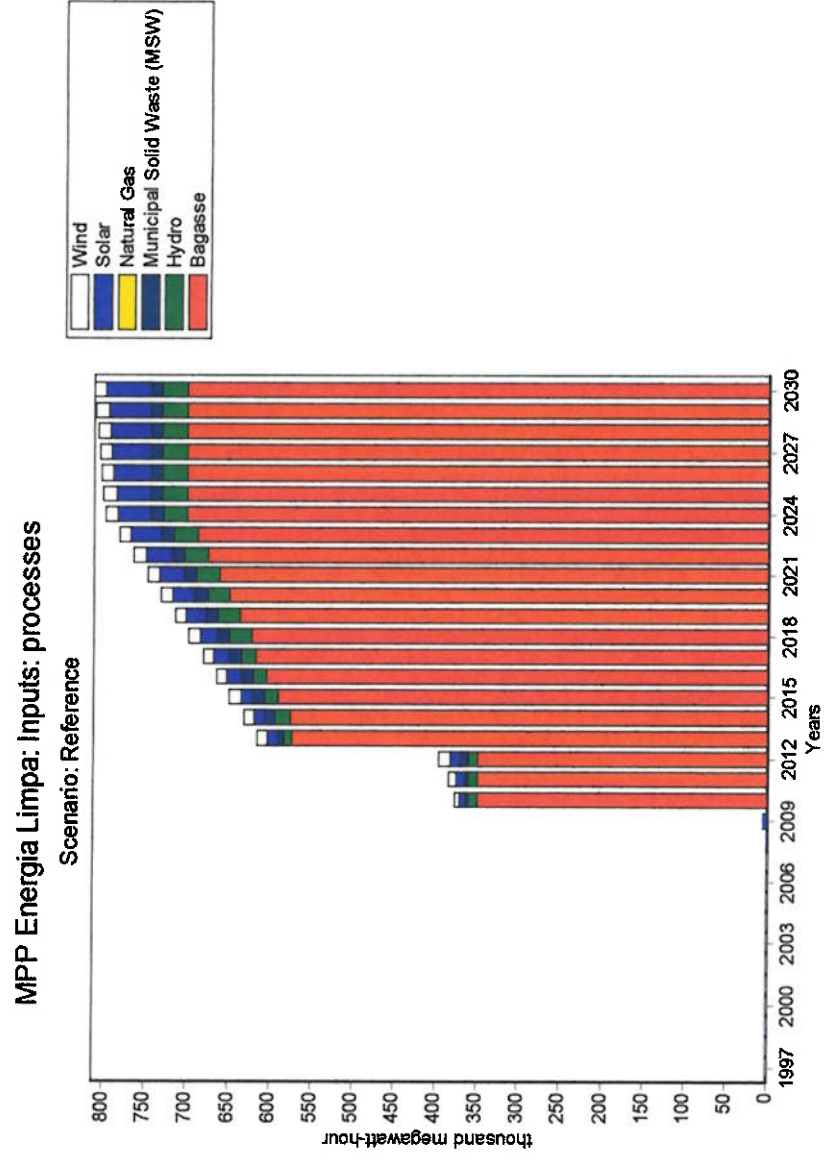


Figura 13: Energia gerada na região

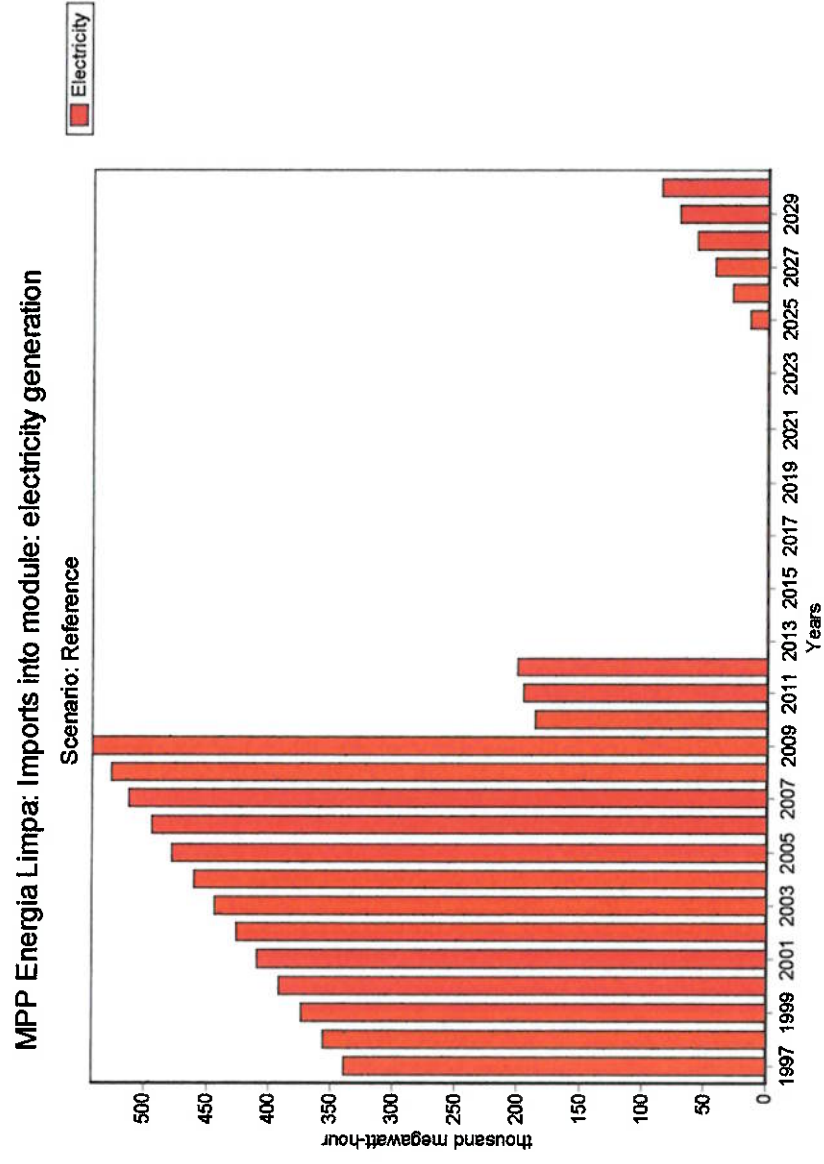


Figura 14: Importação de energia de outras regiões

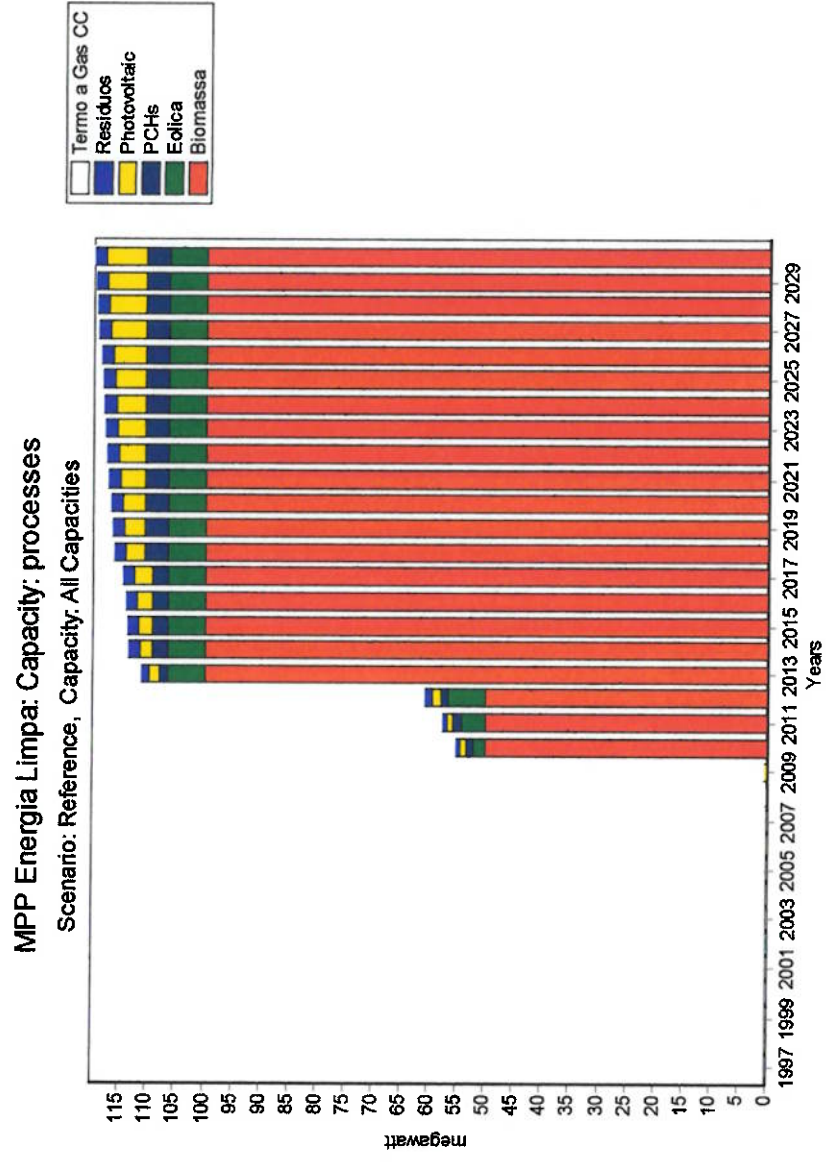


Figura 15: Capacidade geradora da região

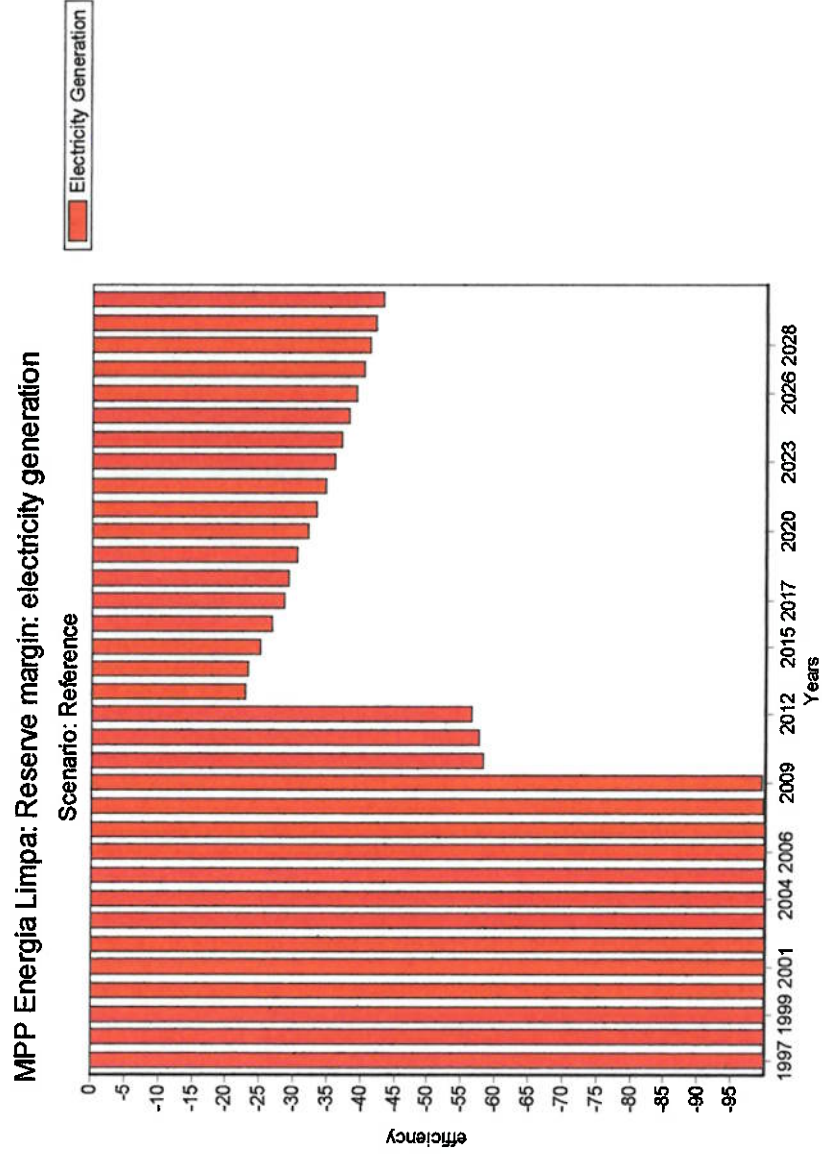


Figura 16: Margem de reserva da região

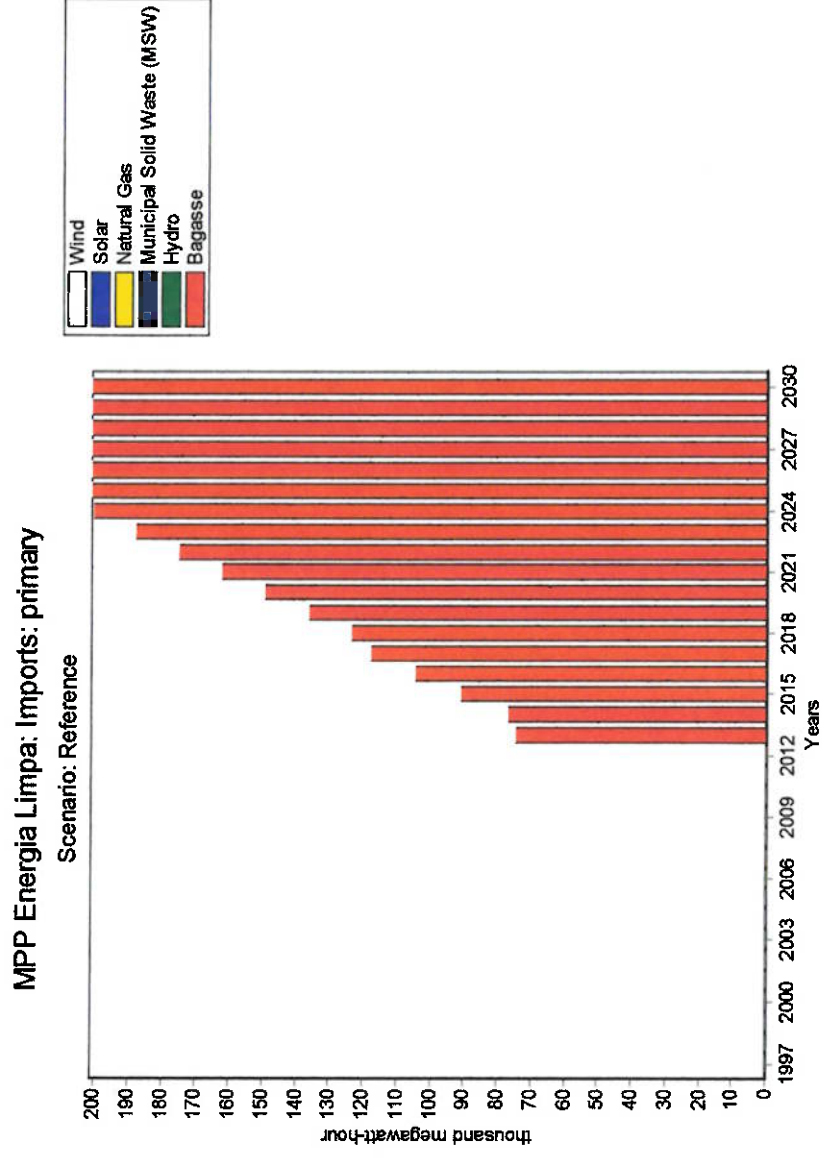


Figura 17: Importação de energia para a região

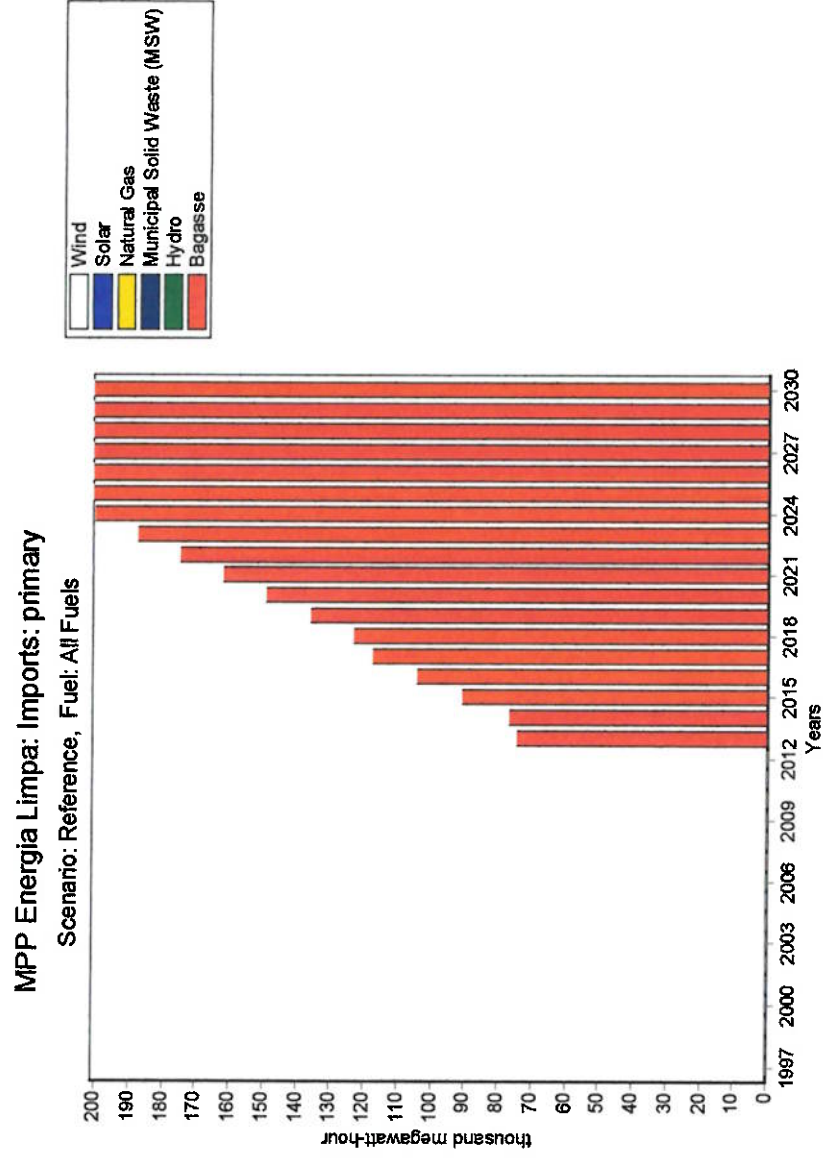


Figura 18: Importação de combustível para a região

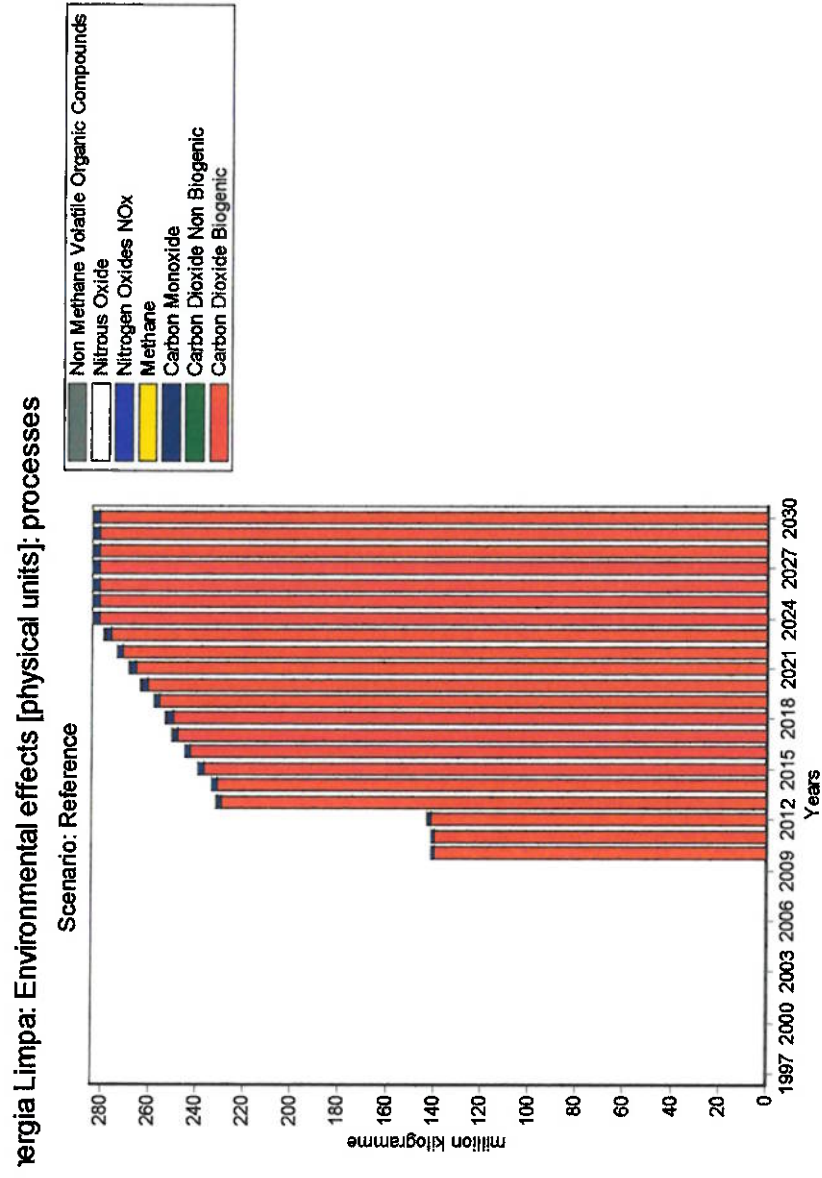


Figura 19: Poluentes originados dos processos geradores

Anexo 2

**Gráficos do LEAP para a simulação do Cenário
Baixo Custo da Energia Elétrica**

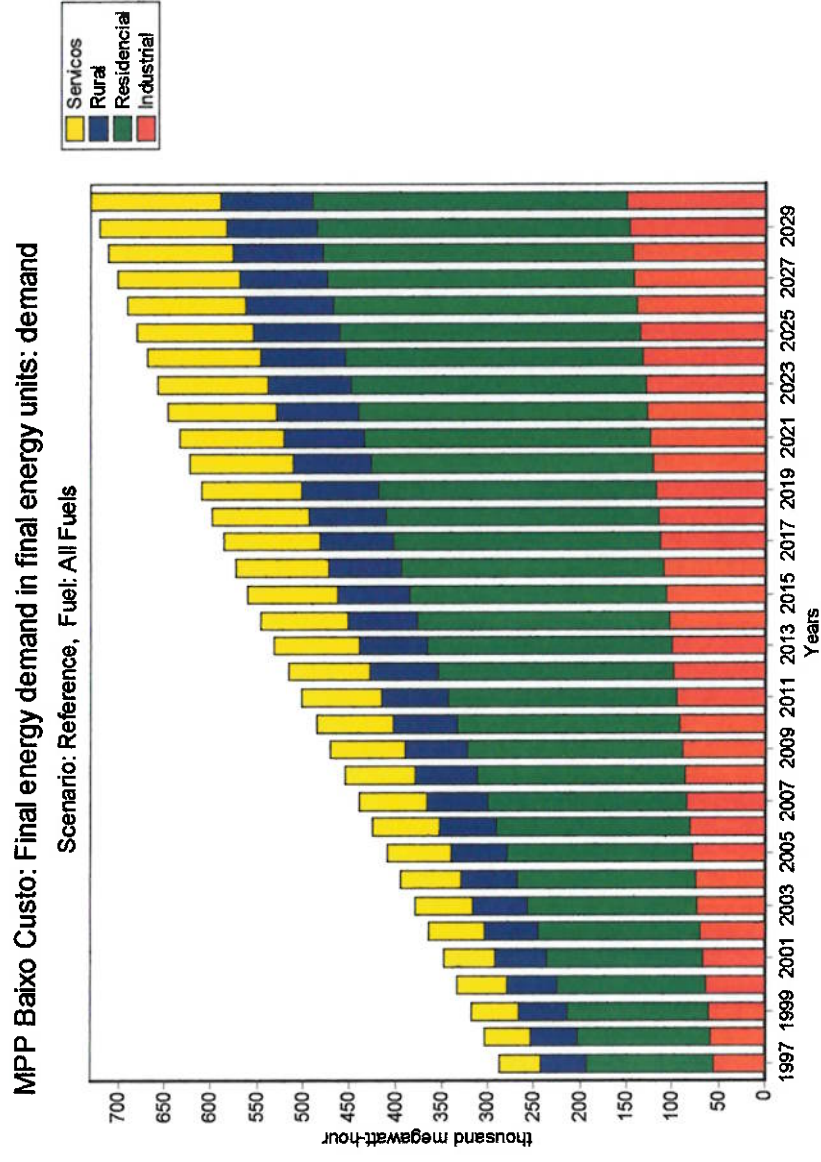


Figura 20: Demanda da região (todos os combustíveis)

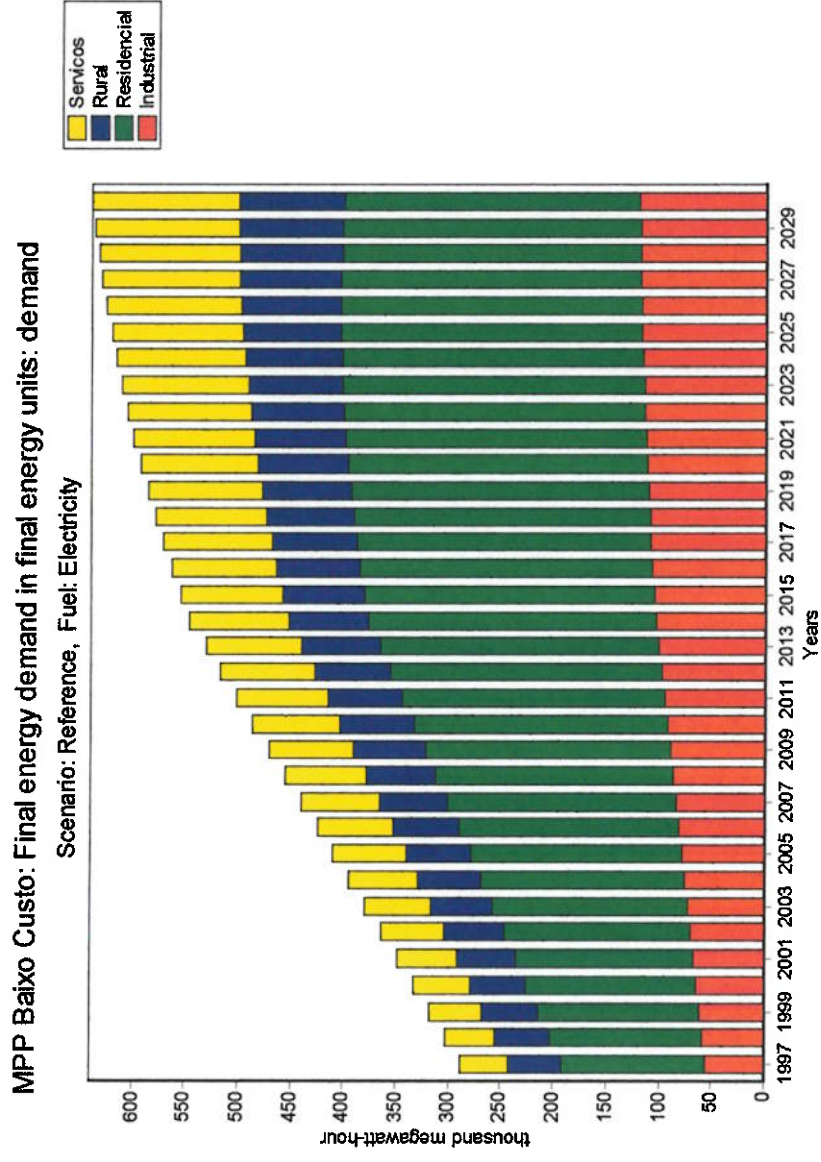


Figura 21: Demanda da região (eletricidade)

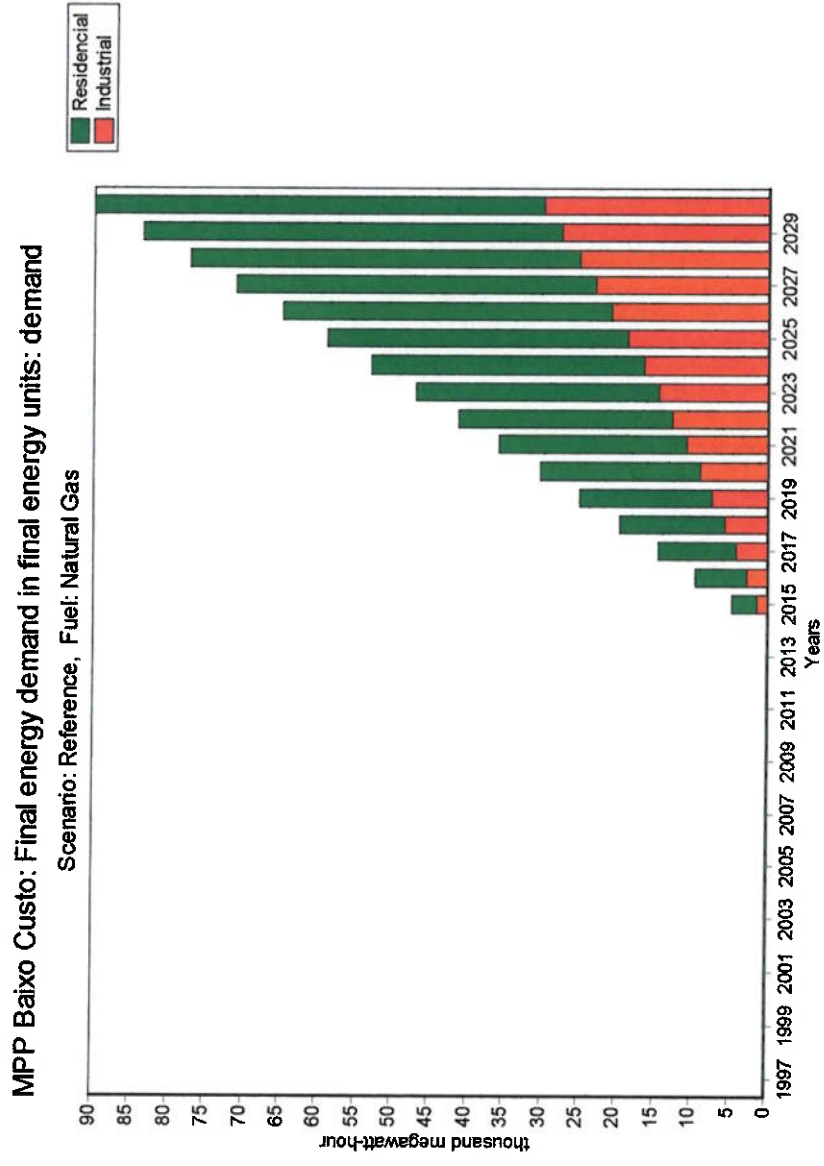


Figura 22: Demanda da região (gás natural)

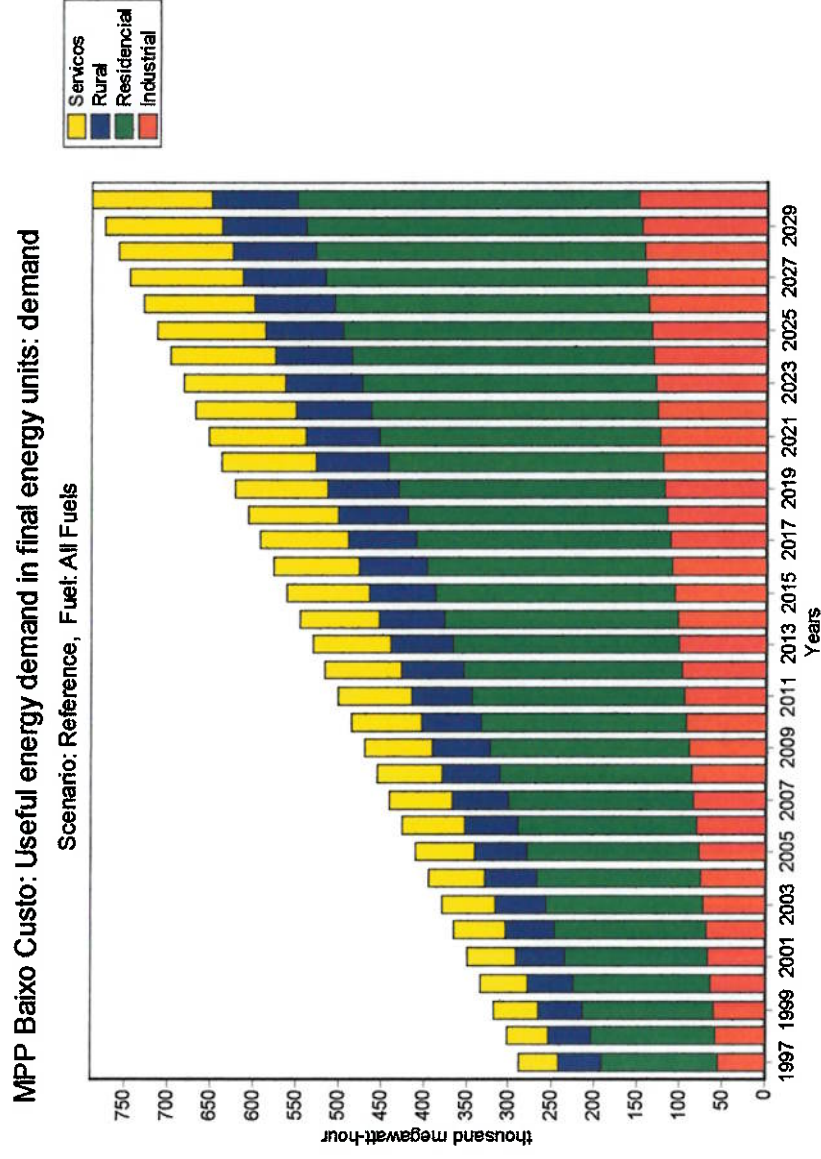


Figura 23: Energia disponível (considerando a importação de energia de outras regiões)

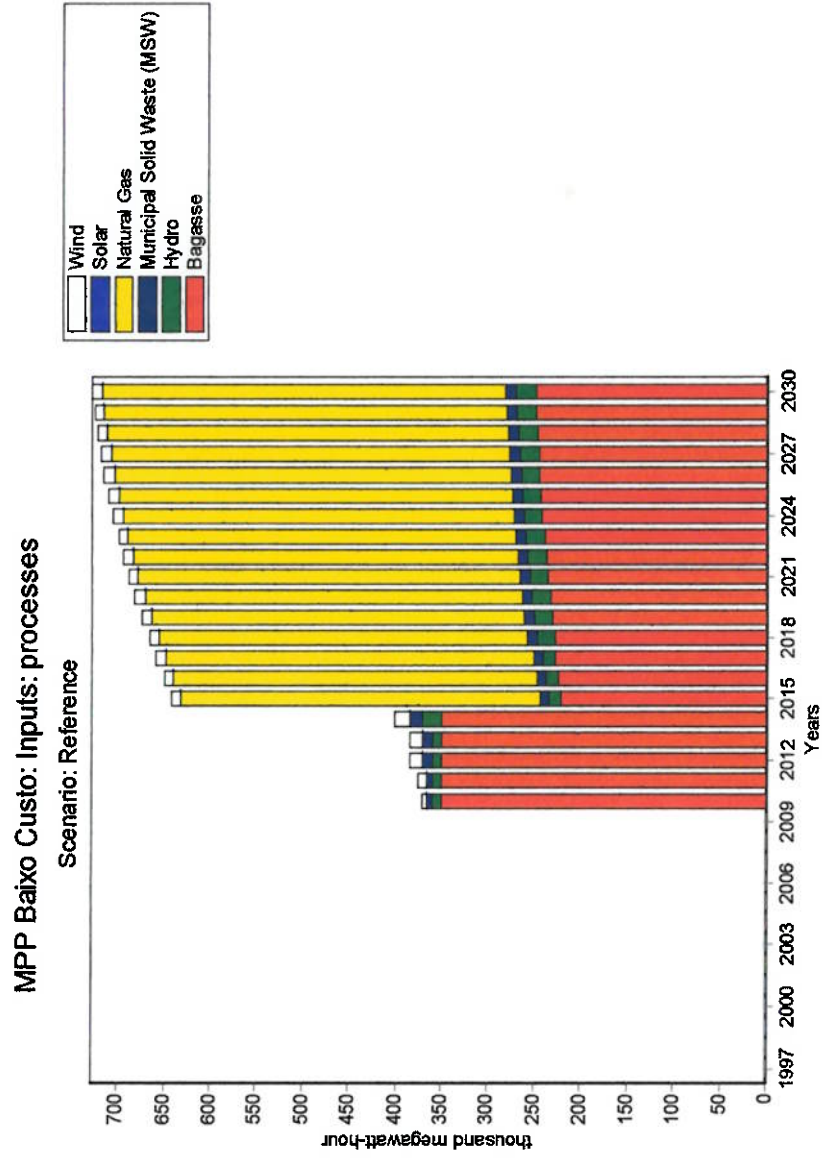


Figura 24: Energia gerada na região

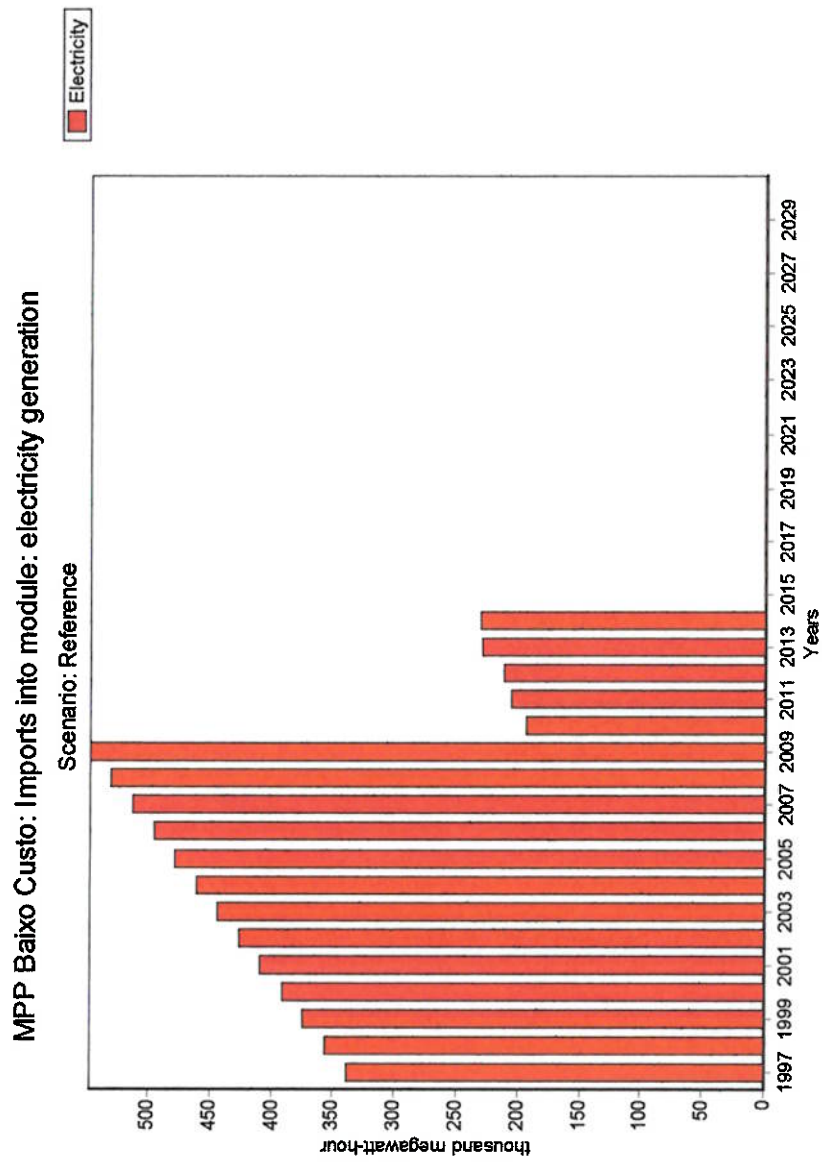


Figura 25: Importação de energia de outras regiões

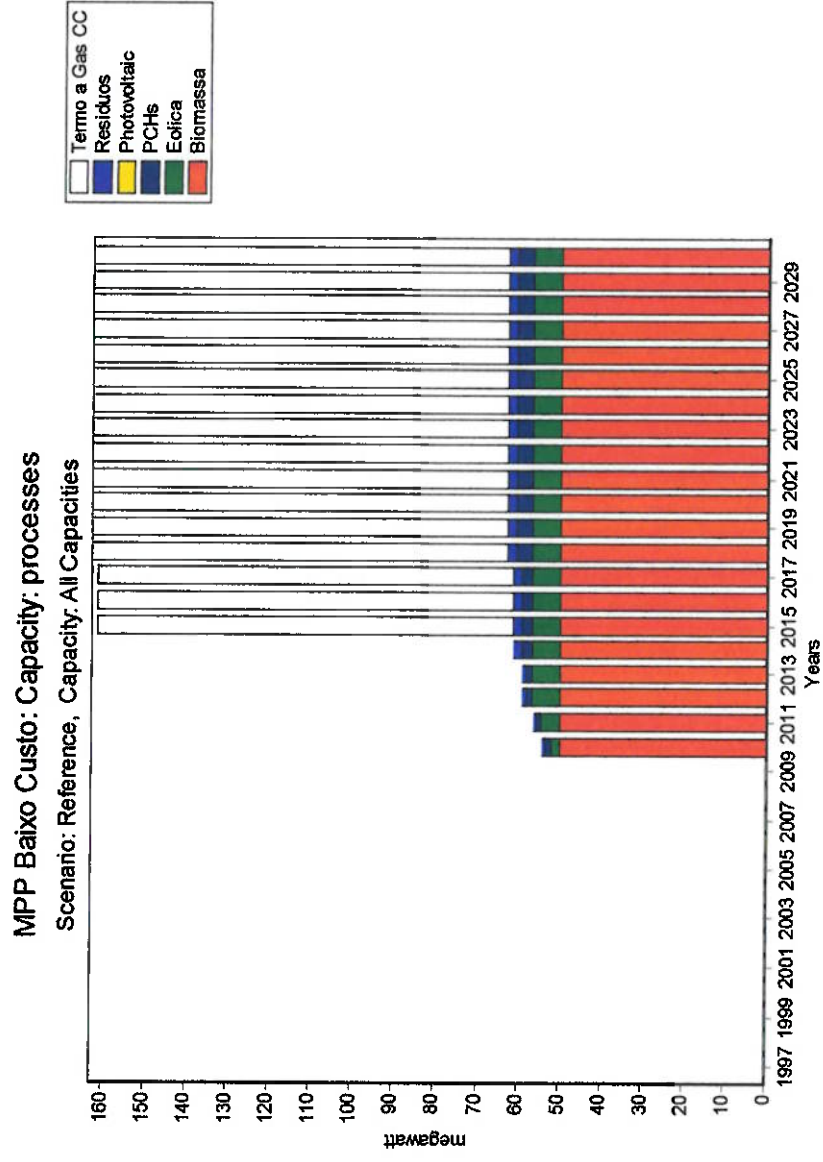


Figura 26: Capacidade geradora da região

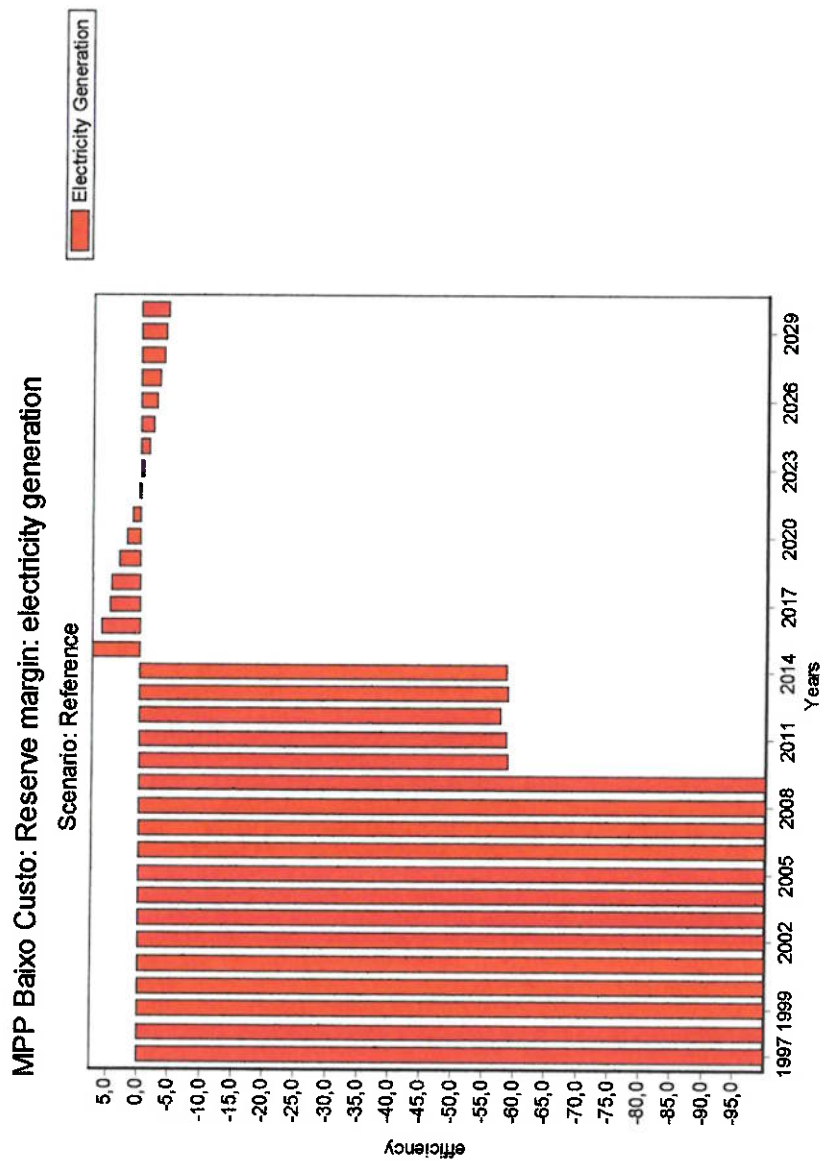


Figura 27: Margem de reserva da região

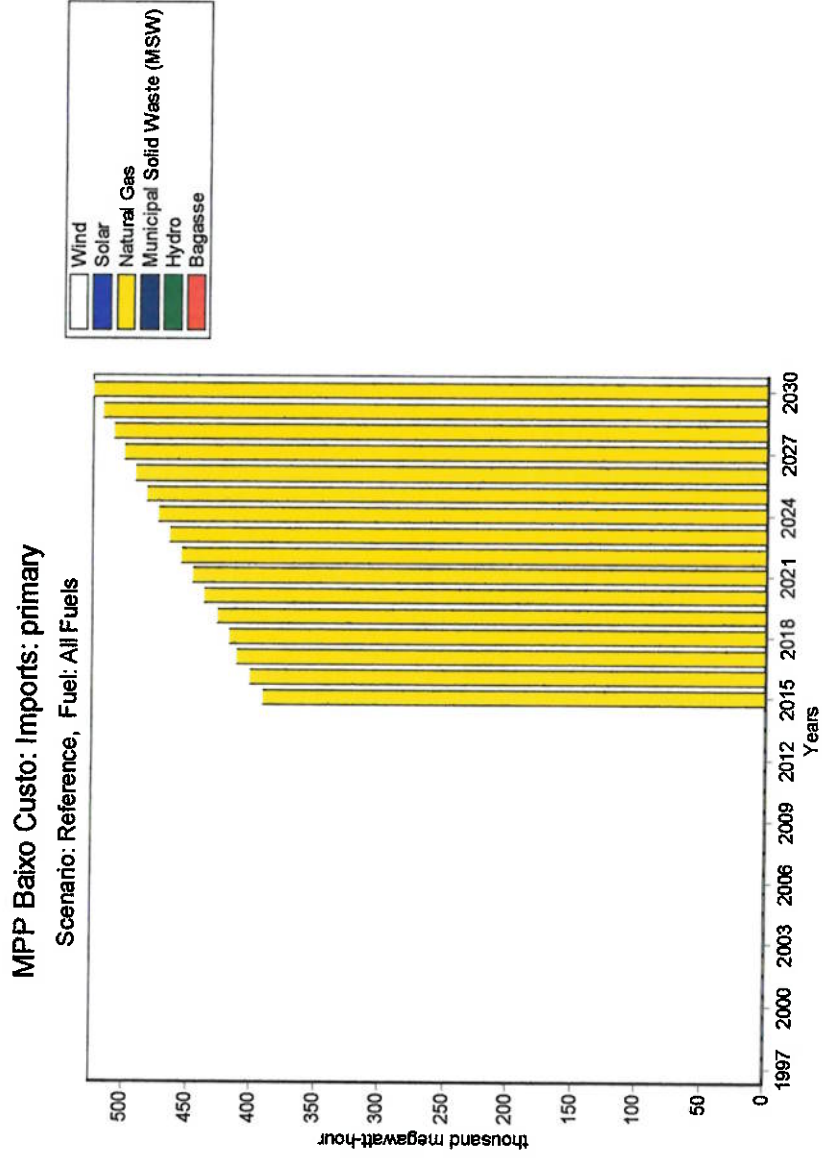


Figura 28: Importação de combustível para a região

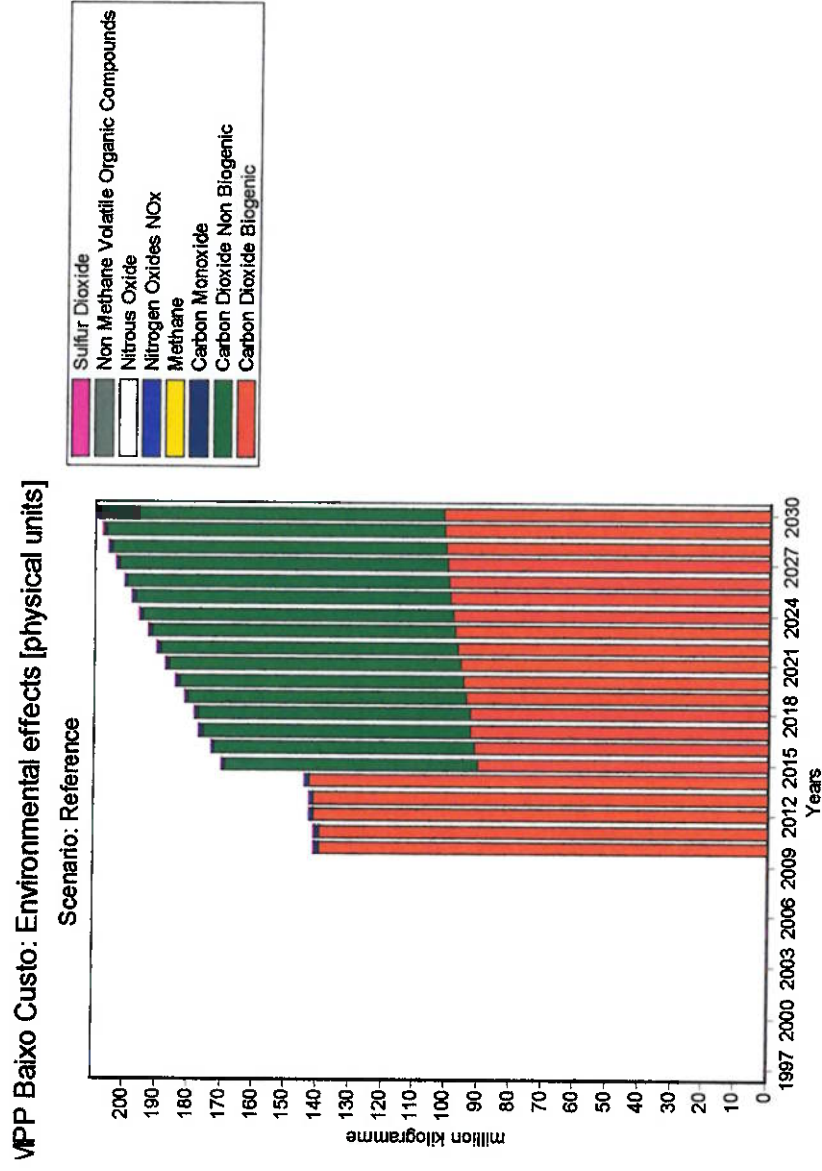


Figura 29: Poluentes originados dos processos geradores

Anexo 3

**Tabelas de dados da Região do
Médio Paranapanema**

COMPOSIÇÃO DA POPULAÇÃO DA REGIÃO

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Município de Assis	60.995	62.566	64.188	65.795	67.448	69.127	70.831	72.559	74.310	76.086	77.891	79.664	81.212	82.740	84.310	85.911	87.542	89.201	90.889	92.598	94.338
População Urbana	6.108	6.067	6.020	5.966	5.905	5.836	5.761	5.679	5.590	5.493	5.391	5.285	5.166	5.043	4.916	4.784	4.646	4.503	4.355	4.202	4.044
População Rural	1.776	1.836	1.901	1.963	2.026	2.089	2.152	2.215	2.278	2.341	2.404	2.467	2.530	2.593	2.656	2.719	2.782	2.845	2.908	2.971	3.034
Município de Campos Novos Paulista	1.958	1.926	1.892	1.858	1.822	1.785	1.747	1.709	1.669	1.629	1.589	1.548	1.507	1.466	1.425	1.384	1.343	1.302	1.261	1.220	1.179
População Urbana	13.518	14.161	14.826	15.510	16.215	16.943	17.689	18.458	19.247	20.059	20.891	21.689	22.263	22.783	23.311	23.872	24.466	25.087	25.729	26.392	27.066
População Rural	6.189	6.024	5.845	5.654	5.449	5.228	4.995	4.746	4.483	4.204	3.910	3.655	3.527	3.448	3.369	3.292	3.217	3.142	3.067	2.992	2.917
Município de Cruzália	2.025	2.122	2.220	2.320	2.420	2.523	2.628	2.733	2.838	2.941	3.045	3.148	3.251	3.354	3.457	3.560	3.663	3.766	3.869	3.972	4.075
População Urbana	2.691	2.645	2.598	2.549	2.498	2.445	2.390	2.333	2.275	2.215	2.153	2.101	2.040	1.978	1.915	1.852	1.789	1.726	1.663	1.600	1.537
População Rural	3.316	3.380	3.463	3.543	3.619	3.691	3.761	3.843	3.920	3.996	4.072	4.142	4.262	4.374	4.489	4.602	4.708	4.811	4.922	5.035	5.148
Município de Echaporã	2.358	2.344	2.329	2.313	2.296	2.278	2.259	2.239	2.217	2.195	2.171	2.152	2.102	2.058	2.010	1.959	1.901	1.839	1.776	1.712	1.641
População Urbana	1.600	1.669	1.737	1.807	1.878	1.949	2.020	2.092	2.165	2.238	2.312	2.376	2.418	2.444	2.471	2.498	2.525	2.553	2.580	2.608	2.637
População Rural	1.137	1.094	1.050	1.004	958	911	863	813	762	711	659	613	568	578	566	554	542	529	517	504	490
Município de Ibirarema	3.198	3.306	3.414	3.523	3.635	3.748	3.860	3.975	4.091	4.207	4.325	4.432	4.529	4.610	4.684	4.754	4.821	4.884	4.954	5.018	5.093
População Urbana	1.635	1.590	1.542	1.494	1.443	1.391	1.337	1.281	1.223	1.165	1.104	1.052	994	933	871	808	745	682	619	556	493
População Rural	5.989	6.133	6.271	6.421	6.567	6.712	6.857	7.002	7.146	7.289	7.435	7.583	7.596	7.610	7.628	7.631	7.631	7.631	7.631	7.631	7.631
Município de Lufreia	1.337	1.358	1.378	1.398	1.414	1.431	1.447	1.463	1.477	1.490	1.503	1.510	1.577	1.641	1.704	1.771	1.843	1.913	1.983	2.057	2.144
População Urbana	1.667	1.615	1.564	1.514	1.464	1.415	1.366	1.317	1.270	1.223	1.177	1.136	1.102	1.069	1.031	993	953	908	860	810	753
População Rural	5.953	5.900	5.848	5.796	5.744	5.691	5.638	5.584	5.530	5.476	5.422	5.368	5.314	5.260	5.207	5.154	5.101	5.048	4.995	4.942	4.889
Município de Maracai	4.458	4.329	4.191	4.045	3.889	3.726	3.554	3.373	3.183	2.984	2.775	2.595	2.457	2.361	2.268	2.166	2.057	1.944	1.829	1.711	1.584
População Urbana	1.090	1.151	1.210	1.267	1.321	1.372	1.421	1.467	1.511	1.553	1.592	1.620	1.660	1.691	1.722	1.754	1.787	1.820	1.854	1.888	1.927
População Rural	1.985	1.876	1.768	1.662	1.559	1.460	1.362	1.267	1.175	1.085	998	922	883	853	823	792	760	728	695	662	625
Município de Oscar Bressane	10.903	11.168	11.434	11.700	11.969	12.238	12.508	12.779	13.049	13.320	13.595	13.833	14.144	14.472	14.795	15.110	15.425	15.737	16.066	16.409	16.792
População Urbana	6.196	6.085	5.971	5.853	5.731	5.605	5.476	5.342	5.206	5.066	4.924	4.803	4.697	4.621	4.539	4.447	4.349	4.244	4.138	4.030	3.909
População Rural	17.792	18.696	19.637	20.614	21.633	22.690	23.780	24.932	26.116	27.345	28.620	29.883	30.645	31.368	32.140	32.903	33.611	34.263	34.974	35.749	36.623
Município de Palmitina	901	968	1.038	1.110	1.184	1.260	1.340	1.421	1.504	1.590	1.678	1.760	1.802	1.837	1.872	1.907	1.948	1.986	2.026	2.072	2.119
População Urbana	1.371	1.351	1.329	1.306	1.282	1.255	1.226	1.196	1.164	1.129	1.093	1.062	1.021	990	957	923	890	855	821	787	748
População Rural	4.119	4.458	4.810	5.177	5.558	5.953	6.362	6.786	7.224	7.676	8.147	8.590	8.832	9.028	9.228	9.434	9.643	9.857	10.077	10.300	10.548
Município de Pedrinhas Paulista	4.596	4.476	4.347	4.206	4.056	3.894	3.722	3.538	3.343	3.136	2.917	2.727	2.522	2.363	2.199	2.031	1.859	1.682	1.500	1.314	1.107
População Urbana																					
População Rural																					
Município de Tarumã																					
População Urbana																					
População Rural																					
Município de Nartes																					
População Urbana																					
População Rural																					
Total	134.125	138.887	143.763	148.748	153.857	159.075	164.410	169.862	175.424	181.107	186.902	192.490	198.704	200.597	204.592	208.571	212.453	216.252	220.118	224.068	228.587
Composição percentual	51.379	50.281	49.118	47.893	46.597	45.234	43.802	42.297	40.724	39.077	37.356	35.887	34.719	33.893	33.043	32.141	31.179	30.152	29.100	28.019	26.814
Total da Região	185.504	189.168	192.881	196.641	200.454	204.309	208.212	212.159	216.148	220.184	224.268	228.367	231.423	234.490	237.635	240.712	243.632	246.404	249.218	252.117	255.401
População Urbana	72.303	73.421	74.533	75.644	76.755	77.866	78.969	80.066	81.161	82.255	83.344	84.29	85.00	85.55	86.10	86.65	87.20	87.76	88.32	88.89	89.50
População Rural	21.700	26.58	25.47	24.36	23.25	22.14	21.04	19.94	18.84	17.75	16.66	15.71	15.00	14.45	13.90	13.35	12.80	12.24	11.68	11.11	10.50

Fonte: SEADE 2002
em habitantes

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA NA REGIÃO

		1980	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Município de Assis	Residencial	18.248	25.351	31.566	34.932	38.006	40.953	41.874	40.772	42.391	49.936	52.789	56.678	59.671	61.928
	Rural	2.450	5.873	7.244	7.064	8.951	7.270	7.281	7.281	7.370	3.965	4.127	4.406	4.406	4.406
	Industrial	10.730	13.018	13.862	12.776	12.153	10.855	12.584	9.189	9.128	9.330	9.228	10.157	10.157	10.157
	Serviços	8.842	12.079	14.513	14.658	15.003	15.407	15.869	15.869	15.869	15.869	17.930	18.927	19.927	21.927
	TOTAL	40.473	56.323	67.003	64.814	72.105	73.870	77.498	75.239	78.768	89.130	93.052	95.500	100.671	107.618
Município de Campos Novos Paulista	Residencial	228	508	856	711	743	865	881	917	965	817	965	1.187	1.267	1.317
	Rural	219	857	734	848	877	799	799	799	808	841	928	1.024	1.024	1.024
	Industrial	68	23	30	27	20	13	10	8	35	80	58	58	58	58
	Serviços	155	138	120	120	128	158	143	139	137	177	177	177	177	177
	TOTAL	870	1.327	1.540	1.504	1.568	1.745	1.830	1.872	1.999	2.347	2.504	2.584	2.584	2.584
Município de Cândido Mota	Residencial	3.201	5.784	7.482	8.210	9.032	9.887	10.262	11.114	11.830	13.421	13.690	14.690	14.690	14.690
	Rural	1.780	3.044	3.484	2.830	3.218	3.923	3.843	4.071	4.196	4.514	4.320	4.630	4.630	4.630
	Industrial	1.987	2.428	2.048	2.708	2.478	3.988	3.048	3.537	4.342	4.297	2.865	3.630	3.630	3.630
	Serviços	1.238	2.172	2.144	2.120	2.178	2.480	2.816	2.925	2.993	3.616	3.697	4.440	4.440	4.440
	TOTAL	8.104	13.415	15.158	15.866	18.906	19.858	19.902	21.747	23.274	25.790	24.772	30.340	30.340	30.340
Município de Cruzália	Residencial	784	1.348	2.003	2.038	2.181	2.211	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227
	Rural	784	1.348	2.003	2.038	2.181	2.211	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227	2.227
	Industrial	81	324	1.783	1.994	1.878	1.892	2.058	2.058	2.058	2.058	2.058	2.058	2.058	2.058
	Serviços	750	873	978	1.084	1.083	1.208	1.498	1.498	1.498	1.498	1.498	1.498	1.498	1.498
	TOTAL	2.313	4.091	5.362	5.786	5.897	6.047	6.418	6.418	6.418	6.418	6.418	6.418	6.418	6.418
Município de Echaporã	Residencial	629	1.080	1.370	1.421	1.518	1.828	1.715	1.795	1.874	2.112	2.175	2.444	2.444	2.444
	Rural	1.319	2.455	3.353	3.852	3.933	4.052	4.267	4.944	4.944	4.944	4.944	4.944	4.944	4.944
	Industrial	102	33	51	44	47	64	51	58	50	44	53	3	3	3
	Serviços	292	292	388	388	408	444	419	407	449	558	505	505	505	505
	TOTAL	2.341	3.850	5.340	5.803	5.902	6.189	6.482	7.202	7.276	7.703	7.440	7.900	7.900	7.900
Município de Florínia	Residencial	291	598	788	888	938	1.008	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018	1.018
	Rural	428	1.072	952	483	781	988	858	828	895	1.207	1.548	1.211	1.211	1.211
	Industrial	332	131	146	128	82	301	407	407	407	407	407	407	407	407
	Serviços	115	326	293	338	338	301	407	407	407	407	407	407	407	407
	TOTAL	1.262	2.095	2.174	2.141	2.141	2.347	2.355	2.422	2.621	2.972	3.304	3.033	3.033	3.033
Município de Itirapetema	Residencial	604	1.144	1.470	1.608	1.728	1.819	1.907	1.907	1.907	1.907	1.907	1.907	1.907	1.907
	Rural	151	231	280	317	304	317	343	373	373	373	373	373	373	373
	Industrial	1.182	2.823	2.199	1.804	1.800	2.039	1.898	1.847	1.289	1.428	1.034	885	885	885
	Serviços	275	684	737	872	717	803	605	603	717	818	809	1.077	1.077	1.077
	TOTAL	2.192	4.882	4.883	4.801	4.350	4.775	4.819	4.822	4.477	5.211	4.935	5.277	5.277	5.277
Município de Iepi	Residencial	1.058	1.856	2.350	2.423	2.800	2.815	2.728	2.798	2.858	3.272	3.423	3.700	3.700	3.700
	Rural	808	884	1.171	1.072	1.116	1.201	1.273	1.422	1.483	1.427	1.735	1.777	1.777	1.777
	Industrial	184	362	320	368	854	533	482	138	134	173	168	144	144	144
	Serviços	361	535	688	713	724	761	680	736	791	888	893	801	801	801
	TOTAL	2.219	3.620	4.534	4.774	5.092	5.310	5.173	5.088	5.283	5.770	6.256	5.900	5.900	5.900
Município de Lufreia	Residencial	218	331	441	457	526	585	603	680	680	680	680	680	680	680
	Rural	182	188	270	257	280	304	294	315	358	408	430	428	428	428
	Industrial	141	115	95	78	28	32	78	65	78	67	207	211	211	211
	Serviços	101	198	103	98	101	87	104	115	113	174	174	174	174	174
	TOTAL	528	740	878	841	918	1.018	1.058	1.198	1.206	1.492	1.588	1.778	1.778	1.778
Município de Maracá	Residencial	908	2.188	2.770	3.141	3.541	3.857	3.983	3.981	4.400	4.944	5.403	5.733	5.733	5.733
	Rural	1.188	1.987	2.184	2.153	2.113	2.138	2.128	2.101	2.182	2.049	2.148	2.142	2.142	2.142
	Industrial	1.932	2.818	1.363	2.348	2.428	2.370	2.555	1.481	2.140	1.885	2.208	1.885	1.885	1.885
	Serviços	775	1.494	1.452	1.585	1.895	1.714	1.742	1.952	1.911	1.984	2.058	2.101	2.101	2.101
	TOTAL	4.814	8.488	7.768	9.208	9.977	9.879	10.408	9.485	10.633	10.888	11.818	12.155	12.155	12.155
Município de Oscar Bressane	Residencial	247	405	538	588	613	688	720	748	728	831	957	1.077	1.077	1.077
	Rural	256	308	458	498	508	495	505	484	503	588	597	607	607	607
	Industrial	52	88	187	208	248	294	338	428	448	395	317	307	307	307
	Serviços	71	87	98	94	93	99	101	97	109	138	158	187	187	187
	TOTAL	528	888	1.277	1.373	1.462	1.584	1.688	1.738	1.787	1.952	2.028	2.187	2.187	2.187
Município de Palmira	Residencial	2.318	4.588	6.112	6.888	7.458	7.873	7.781	8.185	8.624	9.888	10.488	11.488	11.488	11.488
	Rural	1.518	3.278	6.211	6.311	6.724	6.811	6.921	6.804	6.833	7.988	7.988	8.195	8.195	8.195
	Industrial	788	1.578	1.822	2.052	2.278	2.988	3.382	4.388	5.278	6.278	6.888	7.888	7.888	7.888
	Serviços	1.888	2.937	2.888	2.902	3.215	2.877	3.244	3.811	2.877	3.827	3.827	3.827	3.827	3.827
	TOTAL	7.744	14.180	18.833	17.967	18.878	20.424	21.338	22.778	23.712	27.884	29.213	32.188	32.188	32.188
Município de Paracatu Paulista	Residencial	4.498	8.028	10.142	11.200	12.070	13.000	14.020	15.033	15.838	18.841	18.841	18.841	18.841	18.841
	Rural	1.618	4.231	6.888	6.888	6.191	7.088	7.419	7.888	9.451	9.550	8.788	9.715	9.715	9.715
	Industrial	7.788	14.558	13.587	13.084	13.914	14.678	13.645	8.458	11.714	15.688	13.928	15.048	15.048	15.048
	Serviços	1.858	2.501	3.204	3.588	3.850	3.828	3.988	4.145	4.367	5.028	5.491	5.884	5.884	5.884
	TOTAL	15.852	29.318	33.828	34.771	35.815	38.673	39.853	43.333	41.368	48.400	47.730	50.788	50.788	50.788
Município de Piratuna	Residencial	92	198	332	402	445	487	543	588	644	732	821	887	887	887
	Rural	105	314	357	428	440	456	441	392	340	408	508	533	533	533
	Industrial	57	27	68	72	88	65	62	64	72	80	84	80	80	80
	Serviços	38	47	87	88	72	68	62	64	72	80	84	80	80	80
	TOTAL	292	586	821	978	1.000	1.053	1.081	1.073	1.114	1.288	1.483	1.548	1.548	1.548
Município de Quatã	Residencial	1.378	1.988	2.808	3.088	3.288	3.417	3.542	3.837	4.297	5.164	5.388	5.848	5.848	5.848
	Rural	217	3.111	3.588	2.524	1.873	1.849	1.478	1.524	1.862	1.831	1.830	2.430	2.430	2.430
	Industrial	232	10.144	573	722	1.112	1.182	1.324	1.987	1.458	1.785	1.658	2.832	2.832	2.832
	Serviços	438	584	608	588	853	732	683	760	754	855	888	980	980	980
	TOTAL	2.363	15.835	7.555	8.943	6.707	6.879	7.028	7.518	8.186	9.435	9.547	12.062	12.062	12.062
Município de Pedrinhas Paulista	Residencial														
	Rural														
	Industrial														
	Serviços														
	TOTAL														
Município de Taumá	Residencial														
	Rural														
	Industrial														
	Serviços														
	TOTAL														
Município de Nante	Residencial														
	Rural														
	Industrial														
	Serviços														
	TOTAL														
Totais parciais		Residencial	35.371	55.818	70.352	77.790	84.849	90.378	93.728	99.048	104.507	120.408	128.682	137.008	137.008
		Rural	13.322	30.777	38.127	37.985	39.861	39.174	39.735	41.532	44.774	46.992	47.843	49.537	49.537
		Industrial	25.844	48.067	36.519	37.368	37.836								

Fonte: SEADE 2002

em MWh/ano

NÚMERO DE CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA

		1980	1985	1986	1988	1989	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Município de Assis	Residencial	12.852	15.998	17.973	18.821	19.503	20.174	21.062	20.142	20.568	22.583	23.238	23.564
	Rural	337	309	583	581	588	588	582	482	491	474	505	532
	Industrial	2.072	2.13	384	388	452	497	538	578	670	390	448	408
	Serviços	1.672	1.878	1.899	1.963	2.047	2.185	2.208	2.148	2.238	2.442	2.530	2.584
	TOTAL	18.833	20.078	22.777	23.853	24.680	25.418	26.412	25.342	25.361	27.884	28.718	28.478
Município de Campos Novos Paulista	Residencial	307	508	602	623	638	648	655	675	607	622	643	653
	Rural	88	183	217	223	229	228	240	245	245	252	262	287
	Industrial	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Serviços	41	42	47	48	47	50	54	52	51	53	54	50
	TOTAL	461	738	873	901	913	932	949	975	910	933	918	918
Município de Cândido Mota	Residencial	2.872	3.842	4.411	4.630	4.844	5.282	5.535	5.881	6.190	6.388	6.804	6.877
	Rural	548	842	880	988	974	884	885	887	898	707	702	684
	Industrial	56	54	70	78	78	79	82	88	82	83	91	105
	Serviços	313	382	402	412	423	440	449	487	516	548	556	584
	TOTAL	3.587	4.900	5.543	5.786	6.117	6.489	6.751	7.124	7.494	7.708	7.958	8.258
Município de Cruzália	Residencial	480	714	784	762	802	838	888	878	882	397	477	504
	Rural	288	283	302	304	308	300	305	116	114	112	118	117
	Industrial	18	17	24	28	37	38	38	8	8	2	3	5
	Serviços	82	83	108	108	119	112	114	45	49	48	48	50
	TOTAL	828	1.107	1.198	1.221	1.268	1.288	1.326	543	551	560	647	678
Município de Echaporã	Residencial	921	770	908	929	957	987	1.010	1.048	1.078	1.103	1.127	1.228
	Rural	15	9	11	15	15	11	11	118	122	141	154	158
	Industrial	73	88	80	88	84	89	92	97	88	100	108	111
	Serviços	73	88	80	88	84	89	92	97	88	100	108	111
	TOTAL	732	844	1.002	1.027	1.065	1.109	1.208	1.267	1.302	1.352	1.488	1.503
Município de Florínia	Residencial	300	501	553	631	683	707	719	743	759	715	878	873
	Rural	104	113	103	101	98	99	103	103	104	103	86	86
	Industrial	5	4	10	10	5	5	4	3	4	2	3	2
	Serviços	41	50	51	51	48	52	53	52	55	57	56	52
	TOTAL	450	668	717	783	806	863	875	898	922	938	1.038	1.028
Município de Ibirama	Residencial	512	705	883	828	957	983	1.018	1.152	1.244	1.252	1.287	1.347
	Rural	44	41	45	45	45	47	47	48	47	47	48	45
	Industrial	18	20	20	21	21	21	22	18	18	21	21	23
	Serviços	88	80	94	98	104	105	111	113	109	118	118	122
	TOTAL	643	848	1.043	1.062	1.127	1.156	1.198	1.333	1.419	1.426	1.470	1.536
Município de Ipeá	Residencial	1.138	1.945	1.633	1.714	1.738	1.790	1.818	1.863	1.867	1.958	1.984	1.611
	Rural	168	220	242	247	251	254	267	274	270	282	320	284
	Industrial	11	10	17	15	15	15	13	10	8	13	13	8
	Serviços	141	133	149	155	158	168	168	164	172	172	178	169
	TOTAL	1.458	1.908	2.040	2.133	2.162	2.178	2.258	2.313	2.317	2.425	2.493	2.063
Município de Lutezia	Residencial	295	294	323	338	368	408	422	480	488	506	518	537
	Rural	28	42	83	88	93	71	75	78	81	82	83	87
	Industrial	7	7	4	5	5	6	6	7	8	8	8	7
	Serviços	38	35	35	33	31	33	36	32	34	38	38	38
	TOTAL	328	378	425	441	488	518	541	587	601	634	651	670
Município de Maracá	Residencial	1.088	1.887	2.026	2.104	2.156	2.357	2.558	2.681	2.838	2.948	2.884	3.088
	Rural	182	231	258	280	285	287	270	270	278	278	288	288
	Industrial	18	15	17	11	15	24	20	22	18	18	18	17
	Serviços	128	182	207	205	208	214	218	224	232	252	261	278
	TOTAL	1.425	2.115	2.508	2.580	2.644	2.882	3.084	3.177	3.388	3.496	3.548	3.850
Município de Oscar Bressane	Residencial	258	334	368	378	428	443	497	507	557	558	582	588
	Rural	75	92	104	104	104	108	105	105	108	112	118	120
	Industrial	8	13	12	11	14	13	15	15	15	13	15	12
	Serviços	27	31	30	28	30	31	31	32	33	34	37	41
	TOTAL	327	470	515	521	574	583	648	658	711	718	736	741
Município de Palmira	Residencial	2.258	2.826	3.624	3.458	3.218	3.787	3.988	4.198	4.354	4.504	4.881	4.988
	Rural	231	245	244	241	241	233	231	227	228	238	226	221
	Industrial	52	47	71	84	88	88	88	78	78	78	78	88
	Serviços	281	324	385	383	382	413	418	425	437	457	478	488
	TOTAL	2.882	3.437	3.972	4.171	4.371	4.501	4.688	4.888	5.106	5.271	5.648	5.778
Município de Paraguará Paulista	Residencial	3.847	5.513	6.188	6.657	6.780	7.625	8.348	8.678	8.882	9.124	9.212	9.813
	Rural	188	248	274	282	275	288	288	284	280	287	308	337
	Industrial	57	68	88	90	88	104	108	119	133	110	127	144
	Serviços	438	520	582	602	630	674	704	736	795	822	881	884
	TOTAL	4.530	6.347	7.153	7.733	7.783	8.688	9.448	9.878	10.080	10.352	10.500	10.978
Município de Platina	Residencial	124	184	288	308	340	402	460	488	547	583	578	588
	Rural	72	88	92	93	97	96	96	83	90	94	95	91
	Industrial	2	2	4	5	6	5	5	3	4	4	3	4
	Serviços	28	77	38	35	34	33	33	35	37	38	38	38
	TOTAL	218	312	418	442	477	538	581	617	678	689	708	718
Município de Quatá	Residencial	1.138	1.257	1.828	1.888	1.831	2.087	2.168	2.588	2.788	2.830	2.858	2.938
	Rural	103	149	138	154	153	158	158	158	178	149	148	154
	Industrial	11	8	18	17	18	20	20	13	13	18	22	27
	Serviços	138	132	184	168	171	171	173	187	188	197	188	203
	TOTAL	1.448	1.543	2.158	2.225	2.273	2.418	2.537	2.948	3.148	3.193	3.227	3.324
Município de Pedrinhas Paulista	Residencial								538	558	578	582	688
	Rural								182	188	194	194	194
	Industrial								31	31	18	17	18
	Serviços								77	76	81	83	87
	TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	838	862	878	888	988
Município de Tacumã	Residencial								1.843	2.085	2.080	2.174	2.292
	Rural								128	130	132	137	144
	Industrial								22	28	31	31	30
	Serviços								144	158	184	185	178
	TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	2.237	2.382	2.387	2.507	2.642
Município de Tiaras	Residencial												382
	Rural												45
	Industrial												33
	Serviços												28
	TOTAL												458
Totais parciais	Residencial	27.877	36.384	41.857	44.013	45.390	48.454	51.115	53.811	55.948	58.919	60.648	62.883
	Rural	2.485	3.172	3.442	3.484	3.487	3.530	3.572	3.615	3.647	3.881	3.817	3.867
	Industrial	484	492	735	761	850	913	954	1.041	1.137	822	914	915
	Serviços	3.351	3.756	4.228	4.370	4.523	4.740	4.846	5.038	5.270	5.620	5.805	5.965
Total da Região	Absoluto	34.187	43.804	50.382	52.828	54.250	57.637	60.487	63.803	66.003	68.052	71.184	73.880
Participação percentual de cada área	Residencial	81,53	83,06	83,31	83,83	83,67	84,07	84,51	84,78	84,77	85,33	85,20	85,38
	Rural	7,27	7,24	6,83	6,62	6,43	6,12	5,81	5,68	5,53	5,35	5,38	5,25
	Industrial	1,42	1,12	1,46	1,45	1,57	1,58	1,58	1,64	1,72	1,18	1,28	1,24
	Serviços	9,80	8,57	8,40	8,30	8,34	8,22	8,01	7,82	7,86	8,14	8,15	8,13
Taxa de Crescimento Anual	Residencial			4,90	3,13	6,75	5,48	5,47	3,78	5,31	2,93	3,70	
	Rural			1,22	0,08	1,23	1,19	1,20	0,88	1,21	3,41	1,31	
	Industrial			3,54	11,70	7,41	4,49	8,12	9,22	-27,70	11,19	0,11	
	Serviços			3,38	3,50	4,80	2,24	3,92	4,85	6,34	3,29	3,10	
	Total			4,50	3,08	6,24	4,94	5,15	3,77	4,82	3,09	3,48	
O Estado de São Paulo	Residencial	4.498.911	6.804.843	6.840.112	6.820.550	7.175.257	7.453.700	7.780.877	8.152.885	8.489.277	8.724.244	9.082.914	9.414.818
	Rural	101.188	149.907	179.884	177.252	182.277	185.828	188.834	192.685	197.021	200.248	202.725	205.967
	Industrial	82.827	94.837	118.411	124.054	127.445	130.713	130.718	132.593	135.950	140.749	148.092	151.718
	Serviços	447.778	547.983	643.328	643.213	670.748	709.240	739.024	770.128	808.492	836.819	877.903	912.870
Total do Estado de São Paulo	Absoluto	5.100.699	6.687.592	7.540.535	7.645.078	8.155.728	8.478.511	8.835.504	9.248.386	9			

Fonte: SEADE 2002

em consumidores