FLÁVIO MINORU MARUYAMA

Arquitetura do Plano Preferencial de Recursos para o Setor Elétrico no Planejamento Integrado de Recursos Energéticos

São Paulo
2013

FLÁVIO MINORU MARUYAMA

Arquitetura do Plano Preferencial de Recursos para o Setor Elétrico no Planejamento Integrado de Recursos Energéticos

Dissertação submetida à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica

Área de concentração:
Sistemas de Potência

Orientador:
Prof. Dr. Miguel Edgar Morales Udaeta

São Paulo
2013

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 17 de dezembro de 2013.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Maruyama, Flávio Minoru
Arquitetura do plano preferencial de recursos para o setor elétrico no planejamento integrado de recursos energéticos / F.M. Maruyama. -- versão corr. -- São Paulo, 2013.
288 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas.

1.Planejamento energético 2.Recursos energéticos (Planejamento) 3.Setor elétrico I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas II.t.

DEDICATÓRIA

À Daniela, minha esposa, pelo apoio incondicional
e incentivo ao longo deste trabalho

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Miguel Udaeta, pelo apoio, pela orientação neste trabalho e, principalmente, pela contribuição na minha formação científica e intelectual.

Aos meus pais, Oscar e Aparecida, pelo contínuo apoio e estímulo à minha educação.

A todos os familiares, pela compreensão da ausência nas reuniões dominicais durante a fase de finalização do trabalho.

Aos professores Cláudio Galvão e Ricardo Baitelo, pelas importantes contribuições com os comentários realizados.

À Promon e aos colegas de trabalho, pelo incentivo à conclusão deste trabalho, em especial ao André Paro, pelos seus conselhos.

E à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pela oportunidade oferecida nesta contribuição para o desenvolvimento da ciência no Brasil.

“Viver com alegria”

Kioshi Shinkai

RESUMO

O objetivo deste trabalho é determinar e modelar a Arquitetura do Plano Preferencial Integrado de Recursos para o Setor Elétrico, no contexto do planejamento energético atual. O Plano Preferencial Integrado é uma coletânea sistêmica de recursos energéticos obtidos por meio de um processo integrado de planejamento, ao longo do tempo e da geografia, denominado Planejamento Integrado de Recursos Energéticos (PIR). Utilizam-se metodologias do Inventário Energoambiental, da Listagem e do Peneiramento de Recursos Energéticos, do Cômputo e Valoração de Recursos Energéticos, da Análise de Custos Completos, englobando custos internos e externos, da Previsão da Demanda e da Integração de Recursos, ponto em que efetivamente se inicia a construção do Plano. A validação do modelo é realizada no estudo de caso aplicado na Região Administrativa de Araçatuba, no oeste do estado de São Paulo, Brasil. Por fim, apresentam-se considerações sobre esse plano preferencial e estabelece-se a proposta de uma metodologia alternativa de planejamento energético para o setor elétrico, visando o desenvolvimento sustentável por meio de uma imbricação entre energia, meio ambiente e sociedade, com seu balanço equilibrado de importâncias.

Palavras-chave: Plano Preferencial de Recursos Energéticos. Setor Elétrico. Planejamento Integrado de Recursos. PIR. Araçatuba.

ABSTRACT

The objective of the study is to define and model the Architecture of Integrated Energy Resources Preferential Plan for the Power Sector, in the context of current energy planning. The Integrated Energy Resources Preferential Plan is a systemic compilation of energy resources obtained through an integrated energy planning over the time and geography, called Integrated Resource Planning (IRP). The plan is developed using the methodology of Environmental and Energy Inventory; Listing and Drafting of Energy Resources; Calculation and Valuation of Energy Resources Full Potentials, Full Cost Analysis, Demand Forecasting and Resources Integration, after which the construction of plan effectively starts. The model validation is performed in the case study applied in Araçatuba Administrative Region, in the western state of São Paulo, Brazil. Finally, the IRP Preferred Plan is reviewed and a proposal for an alternative methodology for energy planning for the power sector is presented aiming at sustainable development through a complete overview among energy, environment and society, with its balanced importance.

Keywords: Preferred Plan. Power Sector. Integrated Resources Planning. IRP. Araçatuba.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Projeção de consumo mundial de energia por combustível 22
Figura 2.2 Projeção de geração de eletricidade líquida mundial 23
Figura 3.1 Perfil de geração de eletricidade e oferta de energia na Alemanha 28
Figura 3.2 Consumo de eletricidade por setores na Alemanha 29
Figura 3.3 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade na Alemanha 29
Figura 3.4 Perfil de geração de eletricidade e a oferta de energia no Brasil 30
Figura 3.5 Consumo de eletricidade por setores no Brasil 31
Figura 3.6 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade no Brasil 32
Figura 3.7 Perfil de geração de eletricidade e oferta de energia na Colômbia 34
Figura 3.8 Consumo de eletricidade por setores na Colômbia 35
Figura 3.9 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade na Colômbia 35
Figura 3.10 Perfil de geração de eletricidade e oferta de energia na Coréia do Sul 37
Figura 3.11 Consumo de eletricidade por setores na Coréia do Sul 38
Figura 3.12 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade sul coreano 38
Figura 3.13 Perfil de geração de eletricidade e oferta de energia no Havaí 40
Figura 3.14 Consumo de eletricidade por setores no Havaí 41
Figura 3.15 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade no Havaí 41
Figura 3.16 Perfil de geração de eletricidade e oferta de energia no México 43
Figura 3.17 Consumo de eletricidade por setores no México 44
Figura 3.18 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade no México 44
Figura 3.19 Perfil de geração de eletricidade e a oferta de energia no Peru 46
Figura 3.20 Consumo de eletricidade por setores no Peru 47
Figura 3.21 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade no Peru 47
Figura 4.1 Ciclo de planejamento energético brasileiro 54
Figura 4.2 Estrutura da metodologia do PNE 2030 55
Figura 4.3 Processo de projeção de demanda energética do PDE 2021 61
Figura 4.4 Metodologia da análise socioambiental integrada do PDE 2021 64
Figura 6.1 Figura esquemática do processo de PIR 71
Figura 6.2 Etapas do processo de ranqueamento de recursos 108
Figura 7.1 Diagrama do processo de integração de recursos 115
Figura 9.1 Destaque da Região Administrativa de Araçatuba 123
Figura 9.2 Rede de transportes da Região Administrativa de Araçatuba 129
Figura 9.3 Usinas de cana-de-açúcar e destilarias na RAA em 2011 132
Figura 9.4 Distribuição de consumo de energia elétrica estimado da RAA 164

Figura 9.5 Projeção de demanda por eletricidade por setor em Mil MWh 166
Figura 9.6 Recursos de demanda para o atendimento da demanda..... 170
Figura 9.7 Recursos de oferta para o atendimento da demanda..... 171
Figura 9.8 Perfil dos recursos no atendimento da previsão de demanda da RAA..... 172
Figura 9.9 Plano Preferencial da RAA 2011-2039 178
Figura 9.10 Consumo e projeção da demanda estimado de eletricidade na RAA..... 179
Figura 9.11 Capacidade de geração elétrica da RAA 2012..... 180

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Tabela de indicadores socioenergéticos mundiais 21
Tabela 3.1 Tabela de indicadores socioenergéticos alemão..... 27
Tabela 3.2 Tabela de indicadores socioenergéticos brasileiros 30
Tabela 3.3 Tabela de indicadores socioenergéticos colombianos 33
Tabela 3.4 Tabela de indicadores socioenergéticos sul coreano 36
Tabela 3.5 Tabela de indicadores socioenergéticos havaianos 39
Tabela 3.6 Tabela de indicadores socioenergéticos mexicanos 42
Tabela 3.7 Tabela de indicadores socioenergéticos peruanos 45
Tabela 4.1 Matriz síntese da análise de possíveis impactos socioambiental integrada .. 65
Tabela 6.1 Indicadores do Meio Aéreo 75
Tabela 6.2 Indicadores do Meio Antrópico..... 80
Tabela 6.3 Indicadores do Meio Aquático..... 81
Tabela 6.4 Indicadores do Meio Terrestre 84
Tabela 6.5 Estrutura de classificação dos recursos energéticos de oferta..... 88
Tabela 6.6 Estrutura de classificação das medidas de GLD 89
Tabela 6.7 Atributos e subatributos da dimensão ambiental..... 92
Tabela 6.8 Atributos e subatributos da dimensão política 94
Tabela 6.9 Atributos e subatributos da dimensão social 98
Tabela 6.10 Atributos e subatributos da dimensão técnico-econômica..... 101
Tabela 7.1 Exemplos de Vigilantes do PIR 116
Tabela 9.1 Território e população da RAA..... 125
Tabela 9.2 Indicadores da saúde da RAA 125
Tabela 9.3 Indicadores da educação da RAA..... 126
Tabela 9.4 Indicadores sociais paulista da RAA 126
Tabela 9.5 Índice de desenvolvimento humano municipal da RAA..... 127
Tabela 9.6 Indicadores de infraestrutura na RAA 127
Tabela 9.7 Indicadores econômicos na RAA 128
Tabela 9.8 Consumo e número de consumidores por segmento 130
Tabela 9.9 Usinas hidrelétricas na RAA 130
Tabela 9.10 Usinas Térmicas à óleo diesel na RAA 131
Tabela 9.11 Usinas térmicas à biomassa na RAA 131
Tabela 9.12 Produção de Álcool e Açúcar na RAA em 2011 133
Tabela 9.13 Caracterização do meio aéreo da RAA..... 134
Tabela 9.14 Caracterização do meio aquático da RAA 136
Tabela 9.15 Vegetação natural remanescente na RAA, dados 2009..... 138

Tabela 9.16 Caracterização do meio terrestre da RAA..... 140
Tabela 9.17 Listagem dos recursos de oferta para a RAA..... 141
Tabela 9.18 Listagem dos recursos de oferta para a RAA..... 142
Tabela 9.19 Caracterização de recursos dimensão ambiental..... 146
Tabela 9.20 Caracterização de recursos dimensão política..... 148
Tabela 9.21 Caracterização de recursos dimensão social..... 150
Tabela 9.22 Caracterização de recursos dimensão técnico-econômica – Oferta..... 151
Tabela 9.23 Caracterização de recursos dimensão técnico-econômica – Demanda 153
Tabela 9.24 Potencial bruto de economia de energia elétrica por setor da RAA 153
Tabela 9.25 Ranqueamento Padrão com os 20 primeiros recursos energéticos 155
Tabela 9.26 Ranqueamento dos *En-In* com os 20 primeiros recursos energéticos..... 156
Tabela 9.27 Ranqueamento Final com os 20 primeiros recursos energéticos 157
Tabela 9.28 Ranqueamento Final com os 20 últimos recursos energéticos 158
Tabela 9.29 Média de consumo no setor agrícola por estabelecimento 161
Tabela 9.30 Média de consumo no setor comercial por estabelecimento..... 162
Tabela 9.31 Média de consumo no setor industrial por estabelecimento..... 162
Tabela 9.32 Distribuição de consumo residencial por classes..... 163
Tabela 9.33 Distribuição de consumo médio por residência e classes 164
Tabela 9.34 Demanda por eletricidade - Cenário Tendencial em Mil MWh..... 166
Tabela 9.35 Os Vigilantes selecionados para o estudo de caso da RAA..... 168
Tabela 9.36 Características dos recursos de oferta aplicados na integração da RAA 169
Tabela 9.37 Plano preferencial de aplicação de recursos para o setor comercial..... 174
Tabela 9.38 Plano preferencial de aplicação de recursos para o setor industrial..... 175
Tabela 9.39 Plano preferencial de aplicação de recursos para o setor residencial..... 176
Tabela 9.40 Plano preferencial de aplicação de recursos energéticos de oferta 177
Tabela 9.41 Tabela de indicadores da RAA 179

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC	Avaliação de Custos Completos
AEO	*Annual Energy Outlook*
AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BEN	Balanço Energético Nacional
BEU	Balanço de Energia Útil
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEPEL	Centro de Pesquisa de Energia Elétrica
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CONPET	Programa Nacional de Racionalização do Uso dos derivados de Petróleo e do Gás Natural
CTGÁS	Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis
CVPC	Cômputo e Valoração do Potencial Completo dos Recursos Energéticos
DL	*Decision Lens*
EIA	*Energy Information Administration*
ELETROBRAS	Centrais Elétricas Brasileiras
EN-IN	Envolvidos e Interessados
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUA	Estados Unidos da América
GEE	Gases de Efeito Estufa
GEPEA-USP	Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
GLD	Gerenciamento pelo Lado da Demanda
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GNL	Gás natural liquefeito
HECO	*Hawaiian Electric Company*
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	*International Energy Agency*
IEE-USP	Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima
IRP	*Integrated Resources Planning*

LEAP	*Long range Energy Alternatives Planning Syste m*
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MEN	Matriz Energética Nacional
MME	Ministério de Minas e Energia
ONG	Organização não Governamental
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PDE	Plano Decenal de Energia
PDEE	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica
PET	Programa de Expansão da Transmissão
PIB	Produto Interno Bruto
PIR	Planejamento Integrado de Recursos
PNE	Plano Nacional de Energia
PNEf	Plano Nacional de Eficiência Energética
PPT	Plano Prioritário de Termelétricas
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RAA	Região Administrativa de Araçatuba
RELD	Recursos Energéticos do Lado da Demanda
RELO	Recursos Energéticos do Lado da Oferta
SEADE	Sistema Estadual de Análise de Dados
SIN	Sistema Interligado Nacional
USDOE	*United States Department of Energy*
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17

2 PANORAMA MUNDIAL DAS PREVISÕES DA ELETRICIDADE PARA O PLANEJAMENTO 21

3 AVALIAÇÃO COMPLETA DE PLANOS PREFERENCIAIS DO SETOR ELÉTRICO PELO MUNDO 25

3.1 ALEMANHA 27

3.2 BRASIL 30

3.3 COLÔMBIA 33

3.4 CORÉIA DO SUL 36

3.5 HAVAÍ (EUA) 39

3.6 MÉXICO 42

3.7 PERU 45

4 ANÁLISE DO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO 48

4.1 O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO AO LONGO DO TEMPO 48

4.2 PLANO PREFERENCIAL ENERGÉTICO BRASILEIRO 53

4.3 OBSERVAÇÕES SOBRE O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO 66

5 ESTADO DA ARTE DO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS 67

5.1 HISTÓRIA DO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS 67

5.2 PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS NO MUNDO 68

5.3 PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS NO BRASIL 68

5.4 PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS NO GEPEA-USP 69

6 ARQUITETURA DO PLANO PREFERENCIAL INTEGRADO DE RECURSOS 70

6.1 ESTRUTURA DO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS 71

6.2 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRÉVIAS 74

6.3 CÔMPUTO E VALORAÇÃO DOS POTENCIAIS COMPLETOS 91

6.4 RANQUEAMENTO DE RECURSOS ENERGÉTICOS 105

6.5 MAPEAMENTO ENERGOAMBIENTAL 109

6.6 PREVISÃO DE DEMANDA ENERGÉTICA 110

7 A CONSTRUÇÃO DO PLANO PREFERENCIAL DO PIR 114

7.1 A INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS ENERGÉTICOS 115

7.2 ETAPA 1 - ALOCAÇÃO TEMPORAL DE RECURSOS ENERGÉTICOS 117

7.3 ETAPA 2 – COMPOSIÇÃO DE CENÁRIOS 119

7.4 ETAPA 3 – ANÁLISE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL 119

7.5 ETAPA 4 – ANÁLISE DAS ITERAÇÕES 120

7.6 CONSIDERAÇÕES NO PROCESSO DE INTEGRAÇÃO DE RECURSOS 120

8 O PLANO PREFERENCIAL INTEGRADO DE RECURSOS ENERGÉTICOS 121

9 MONTAGEM DO PLANO PREFERENCIAL DO PIR EM ESTUDO DE CASO 122

9.1 A REGIÃO ADMINISTRATIVA DE ARAÇATUBA 123

9.2 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRÉVIAS 124

9.3 COMPUTO E VALORAÇÃO DOS RECURSOS ENERGÉTICOS 146

9.4 RANQUEAMENTO DE RECURSOS DA RAA 154

9.5 PARTICIPAÇÃO DOS *EN-IN* NO PIR DA RAA 159

9.6 PREVISÃO DA DEMANDA ENERGÉTICA DA RAA 161

9.7 A CONSTRUÇÃO DO PLANO PREFERENCIAL DA RAA 167

9.8 O PLANO PREFERENCIAL DA RAA 178

9.9 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO 179

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS 182

11 CONCLUSÕES 185

REFERÊNCIAS 188

APÊNDICES 212

1 INTRODUÇÃO

O grande desafio da atualidade é conciliar o desenvolvimento econômico com o consumo de recursos energéticos e a preservação ambiental. Para os países em desenvolvimento, o crescimento econômico é considerado o indicador de sucesso das diretrizes políticas e o principal vetor de melhoria da qualidade de vida da população. Para os países desenvolvidos, a manutenção da qualidade de vida e dos indicadores sociais prepondera sobre o avanço no desenvolvimento econômico. E nos países pobres, os serviços energéticos representam o potencial para atingir as necessidades básicas de saúde e erradicação da pobreza.

A principal origem dos impactos ambientais é o processo de extração e transformação de recursos energéticos para o consumo. A queima dos combustíveis fósseis[1], principal fonte de emissão de gases de efeito estufa, representava, em 2010, 81% da energia primária total consumida no mundo e 67% da energia consumida na geração de eletricidade mundial. Segundo projeções analisadas neste trabalho, considerando as atuais políticas energéticas, o consumo de energia elétrica em 2035 crescerá 84% com relação a 2008, e a fração da eletricidade no mundo proveniente de combustíveis fósseis será mantida em 63%.

Ao longo da história, a expansão do setor elétrico baseou-se nos critérios técnicos e, principalmente, econômicos na seleção de projetos, sendo os fatores ambientais e sociais tratados em uma segunda etapa. Com a conscientização dos impactos decorrentes da exploração predatória dos recursos naturais, das alterações dos padrões de consumo da população, do aumento populacional e dos impactos antrópicos na biosfera, novos conceitos de planejamento do setor estão sendo desenvolvidos. Verifica-se que as preocupações com as alterações climáticas e a segurança energética estão presentes na maioria dos países, principalmente nos em desenvolvimento. Entretanto, estratégias de longo prazo, que envolvam o equilíbrio entre a otimização dos usos dos recursos e a sustentabilidade ambiental, ainda

[1] Combustíveis fósseis compreendem carvão, petróleo e derivados e gás natural.

estão em fase de consolidação ou são inexistentes nos planos de ação ou nas políticas energéticas dessas nações.

Nesse contexto, o trabalho tem como objetivo a determinação e a modelagem da arquitetura do Plano Preferencial de Recursos Energéticos, baseado no Planejamento Integrado de Recursos Energéticos para o Setor Elétrico, expondo os aspectos de um processo de levantamento de dados e informações, opiniões, avaliações, processamento de dados e análises para demonstrar a importância e a abrangência de um planejamento que busca a definição dos recursos energéticos de forma completa e balanceada.

Este trabalho apresenta uma visão mais abrangente e coordenada do planejamento energético para o setor elétrico, internalizando alguns custos externos durante o planejamento, e buscando a conscientização e o envolvimento de todos os Envolvidos e Interessados[2] nos empreendimentos de geração elétrica, aspectos essenciais no planejamento integrado. A inclusão destas entidades no processo de planejamento é um fator que possibilita caracterizar e computar os múltiplos interesses e obter outras perspectivas no planejamento energético. Atualmente, a preocupação com o meio ambiente está mais evidente, não somente nos meios científico, acadêmico, nas ONGs, mas também na mídia, nos documentários como *Uma Verdade Inconveniente* (PARAMOUNT, 2006) e *A Última Hora* (WARNER, 2007), que foram produzidos para conscientização da opinião pública mundial, sobre as mudanças climáticas.

A dissertação está estruturada em 11 capítulos:

O primeiro capítulo introduz a contextualização do trabalho, sua estrutura, objetivo e a metodologia utilizada na elaboração.

---

[2] Os Envolvidos e Interessados são todas as entidades relevantes no processo de planejamento, na tomada de decisões, ou que são impactadas por essas decisões, como ONG's (Organizações não Governamentais), entidades privadas, empresas públicas e privadas, especialistas, sociedade organizada em geral, entre outros.

O segundo capítulo mostra uma visão geral do consumo energético e as perspectivas de crescimento da demanda até 2035. Neste período, estão estimados os recursos que comporão a matriz energética mundial.

No terceiro capitulo, são apresentados os panoramas dos planos preferenciais do setor elétrico ao redor do mundo. Através de uma representação gráfica e de comentários resumidos nas principais considerações, contextualizam-se neste capítulo as bases dos planejamentos atuais.

Já o quarto capítulo análisa o histórico do setor elétrico brasileiro ao longo do tempo e discorre sobre o estado do planejamento atual, servindo como referência contextual ao Plano Preferencial do PIR.

O quinto capítulo, por sua vez, aborda o conceito de planejamento integrado de recursos no mundo, o estado da arte e o modelo proposto.

O sexto capítulo discute a Arquitetura do Plano Preferencial, as etapas de elaboração e as características dos seus componentes.

Os textos do sétimo e oitavo capítulos são dedicados ao processo de construção do Plano Preferencial na metodologia do PIR, o plano resultante e os comentários acerca de sua elaboração.

No nono capítulo, é apresentada a validação da metodologia elaborada em estudo de caso. É gerado o Plano Preferencial da Região Administrativa de Araçatuba com a aplicação integral das etapas do Planejamento Integrado de Recursos.

O décimo capítulo descreve as considerações finais do estudo de caso, expondo as vantagens e as dificuldades no processo de aplicação da metodologia do Planejamento Integrado de Recursos na geração do plano preferencial integrado de recursos energéticos para o setor elétrico da região.

No décimo capítulo, encontram-se as conclusões obtidas no processo completo do trabalho e nas perspectivas alcançadas com o estudo.

A determinação da modelagem do Plano Preferencial Integrado de Recursos Energéticos para o Setor Elétrico representa um instrumento alternativo ou complementar ao planejamento energético tradicional de longo prazo, no âmbito regional ou nacional, na busca de um aproveitamento racional, ambientalmente sustentável e com atendimento às necessidades humanas.

2 PANORAMA MUNDIAL DAS PREVISÕES DA ELETRICIDADE PARA O PLANEJAMENTO

De acordo com as projeções do *International Energy Outlook 2011*, da *Energy Information Administration* (EIA), do governo dos EUA, considerando as políticas energéticas atuais, o consumo de energia aumentará 53% entre 2008 e 2035, passando de 12.700 ktep[3] em 2008 para 19.400 ktep em 2035. O domínio do fornecimento de energia no mundo permanecerá com os combustíveis fósseis (figura 2.1), representando 84%, em 2008, do total de energéticos consumidos no mundo, para 79% do total de energéticos consumidos em 2035 (EIA, 2011).

Tabela 2.1 Tabela de indicadores socioenergéticos mundiais

Perfil Mundial	
População (2013)	7.078.722.900
PIB[4] *per capita* US$ (2011)	11.594
Setor Industrial (% do PIB) (2011)	-
População com acesso à eletricidade (2009)	74,1
Consumo de eletricidade *per capita* kWh (2010)	2.974,8
Emissão de CO_2 *per capita* (ton) (2009)	4,7

Fonte: *The World Bank* (THE WORLD BANK, 2013) e *U.S. Census Bureau* (U.S. CENSUS BUREAU, 2013).

Conforme as projeções do *World Energy Outlook 2012,* da *International Energy Agency* (IEA), adotando-se as políticas atuais, o aumento do consumo do petróleo será de 23%, o gás natural, 60%, e o carvão, em torno de 59%. Assumindo o cenário em que compromissos políticos no setor energéticos serão efetivados, esses crescimentos passam a 13%, 50% e 21%, respectivamente. Entretanto, apesar dos diferentes cenários elaborados, aspectos fundamentais caracterizam as projeções: o aumento da renda e o crescimento populacional (atingindo 8,6 bilhões de pessoas

[3] Mil toneladas equivalentes de petróleo (unidade de energia). A tep é utilizada na comparação do poder calorífico de diferentes formas de energia com o petróleo. Uma tep corresponde à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão (ANEEL, 2008). Uma tonelada equivalente de petróleo equivale a 10^{10} calorias, 11,63 MWh ou 41,8 GJ, e têm base no poder calorífico dos combustíveis, podendo variar conforme a região e a época do ano. Segundo critério da IEA, um tep no Brasil, no ano 2000 (tep brasileiro), equivalia a 1,02 tep de referência nos balanços internacionais (GOLDEMBER; LUCON, 2008).

[4] PIB – Produto Interno Bruto. Refere-se ao valor do conjunto de todos os bens e serviços produzidos dentro do território econômico de um país em um determinado período (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2013).

em 2035), a dinâmica dos mercados de energia determinada pelas economias emergentes, a continuidade dos combustíveis fósseis na base energética mundial, e grande parcela da população ainda se mantendo sem acesso à energia (IEA, 2012).

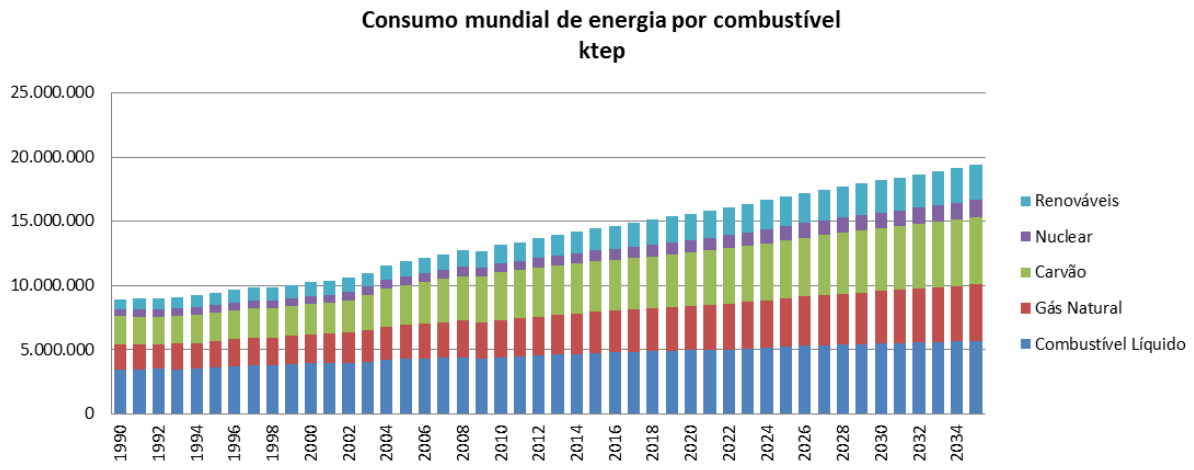


Figura 2.1 Projeção de consumo mundial de energia por combustível

Fonte: Elaboração própria, baseado em dados do *International Energy Outlook* (EIA, 2011).

Nesse contexto, a geração de eletricidade crescerá 84%, passando de 19,1 milhões de GWh em 2008 para 35,2 milhões de GWh em 2035 (EIA, 2011). Verifica-se o crescimento do consumo liderado pelos países em desenvolvimento, principalmente China e Índia, com 4,2% e 5,5% de taxas de crescimento anuais, respectivamente (IEA, 2012).

A quantidade de plantas de geração elétrica a carvão quase duplicará e o consumo na indústria aumentará em 67%. Na Índia, a capacidade de geração das plantas a carvão aumentará de 99 GW em 2008 para 172 GW em 2025, representando 72% de aumento, enquanto o setor industrial aumenta 94% (EIA, 2011). O considerável crescimento econômico e as grandes reservas de carvão na China e Índia orientam o aumento do consumo desse energético para eletricidade e indústria (EIA, 2011).

As preocupações com as questões de segurança energética e as consequências dos impactos das emissões de gases de efeito estufa têm estimulado os governos a

apoiar o incremento de fontes de energia renováveis em suas matrizes energéticas. Representam a maior taxa anual de crescimento em geração, entre os energéticos, com 3,1%. Entre os recursos renováveis, mais de 82% do incremento de geração renovável será a partir de hidrelétricas e eólicas. Dos 4,6 milhões de GWh de geração renovável no período de projeção, 55% é atribuído às hidrelétricas e 27% à geração eólica. O crescimento das hidrelétricas ocorre principalmente nos países em desenvolvimento (85%) e a geração eólica em países desenvolvidos (58%) (EIA, 2011). De acordo com o *International Energy Outlook 2011*, a intermitência das plantas eólicas e solares pode dificultar a competitividade econômica desses recursos, e medidas de mitigação devem ser desenvolvidas para redução desses efeitos ao longo do período de projeção.

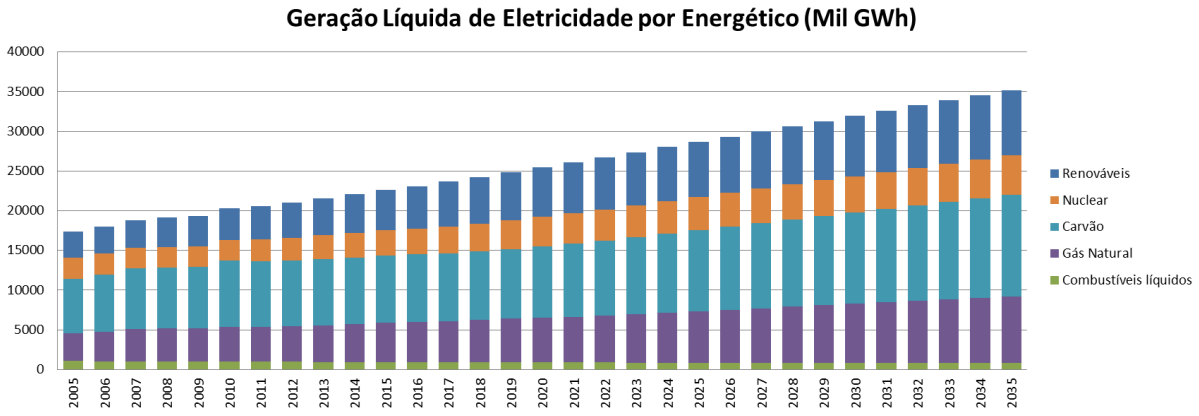


Figura 2.2 Projeção de geração de eletricidade líquida mundial

Fonte: Elaboração própria, baseado em dados do *International Energy Outlook* (EIA, 2011).

O gás natural é a segunda fonte de energia com maior aumento no período, com taxas de crescimento de 2,6% ao ano. O aumento de oferta de gás natural não convencional da América do Norte manterá o mercado abastecido e com preços competitivos (EIA, 2011).

A nuclear é a fonte com a terceira maior projeção de taxa anual de crescimento na geração de energia, com 2,4%. A geração de eletricidade através de fontes nucleares aumentará de 2,6 milhões de GWh, em 2008, para 4,9 milhões de GWh, em 2035, apoiada pela preocupação com a segurança energética e as emissões de

gases de efeito estufa. O maior crescimento da geração nuclear ocorrerá em países em desenvolvimento (75%), sendo que os maiores incrementos de instalação de plantas nucleares entre 2008 e 2035 serão na China, com 106 GW; na Rússia, com 28 GW; e na Índia, com 24 GW (EIA, 2011).

Com as projeções de preços em $125 por barril (valores dólar 2009), em 2035, a geração por derivados de petróleo não crescerá no referido período, apresentando uma taxa decrescente de 0,9% anuais. Tal geração passará de 1,0 milhão de GWh em 2008 para 0,8 milhão de GWh em 2035 (EIA, 2011).

No próximo capítulo, serão analisados os planos de expansão da geração de eletricidade por paises. Os resultados serão apresentados em resumos, com as análises dos impactos nas dimensões: ambiental, política, social e técnico-econômica, dos empreendimentos propostos no horizonte de planejamento.

3 AVALIAÇÃO COMPLETA DE PLANOS PREFERENCIAIS DO SETOR ELÉTRICO PELO MUNDO

Este capítulo observa os planos preferenciais correntes de alguns países, com análises das metodologias aplicadas em sua elaboração e nas considerações adotadas. Para esse estudo, é aplicada a metodologia apresentada no apêndice A.

Ressalta-se que o setor elétrico é considerado estratégico para o desenvolvimento de um país. Relaciona-se diretamente ao crescimento econômico[5] e à qualidade de vida de sua população. Portanto, os governos possuem tratativas políticas e estratégicas, priorizando a segurança energética e a confiabilidade do sistema elétrico. Estes sistemas requerem alto nível de disponibilidade e confiabilidade. Os preços dos combustíveis, os recursos naturais, a dependência externa por energéticos, o nível de investimentos financeiros, e o preço final da eletricidade são fatores considerados prioritários pela política nacional.

As prospecções de alternativas de suprimento do crescente aumento de consumo por eletricidade fazem parte de planos de expansão de desenvolvimento dos países. Os instrumentos de planejamentos de longo prazo, com orientações de tecnologias e políticas energéticas a serem aplicadas ao longo do período de planejamento são denominados Planos Preferenciais do Setor Elétrico. Através dos planos preferenciais, é possível visualizar a transformação do setor elétrico a médio e a longo prazo, e a consistência de planos, metas e objetivos no atendimento do consumo e na sustentabilidade ambiental.

Atualmente, as informações sobre os programas de expansão do setor são disponibilizadas pelas entidades responsáveis pelos estudos de planejamento de cada país. A estratégia tem por objetivo a conscientização dos envolvidos e

---

[5] Os países desenvolvidos apresentam a intensidade energética menor, ou seja, obtêm o crescimento econômico utilizando menor consumo de energia com relação aos países em desenvolvimento. Dessa forma, observa-se que existem caminhos alternativos para o desenvolvimento da sociedade (GOLDEMBERG; LUCON, 2008). De acordo com os dados *U.S. Energy Information Administration* (EIA), a partir da década de 90, nos EUA, a taxa de crescimento do consumo de eletricidade foi abaixo do crescimento do PIB no país. A média projetada anual, no período de 2011-2040, de consumo de eletricidade e crescimento do PIB é de 0,9% e 2,4%, respectivamente (EIA, 2013c).

interessados nos impactos e nos benefícios dos empreendimentos, diminuindo fatores conflitantes e convergindo nos interesses múltiplos para a viabilidade na adoção dos planos de ação.

A análise realizada nesse capítulo proporciona um panorama geral com as informações resumidas sobre a situação do planejamento elétrico de cada país avaliado, no contexto amplo do desenvolvimento, contemplando o enfoque ambiental, político e social.

As avaliações dos planos preferenciais de energia elétrica, dos países avaliados, não propõe uma classificação de sustentabilidade geral, mas a percepção das considerações nos principais indicadores de impactos da sustentabilidade energoambiental. Estas são realizadas em informações apresentadas nos relatórios disponíveis, e destinam-se a examinar o processo de integração energética entre os recursos e o meio ambiente, meio social, político e técnico-econômico.

Os resultados apresentados visam auxiliar a comparação entre os planos energéticos e, consequentemente, prover uma análise comparativa normalizada do sistema de planejamento atual entre os países avaliados.

Com isso, é possível verificar que em vários países em desenvolvimento, existe a predominância do planejamento tradicional e a falta de um instrumento central que assegure a coordenação entre os setores resulta na limitação de aplicação de políticas e normas relacionadas à preservação da biodiversidade e dos recursos naturais. Em outros, como os EUA (Havaí), os fatores impactados são tratados de forma abrangente, com preocupações com o meio ambiente para a decisão da melhor alternativa durante o planejamento. É evidenciado o caráter participativo da sociedade, dos envolvidos e dos interessados, e a avaliação das principais opções tanto pelo lado da oferta quanto pelo da demanda, características inerentes do *Integrated Resource Planning*, o PIR americano.

3.1 ALEMANHA

3.1.1 O setor elétrico alemão

A responsabilidade da formulação e implementação de políticas energéticas é do Ministério Federal de Economia e Tecnologia. Entre os principais objetivos do ministério estão o crescimento sustentável econômico e competitividade, a garantia de elevada taxa de empregos, inovações tecnológicas, objetivos ecológicos e segurança energética com preços acessíveis.

Tabela 3.1 Tabela de indicadores socioenergéticos alemão

PERFIL DO PAÍS	
População (2012)	81.889.839
PIB *per capita* US$ (2012)	41.514,17
Setor Industrial (% do PIB) (2010)	27,9
População com acesso à eletricidade	-
Consumo de eletricidade *per capita* kWh (2011)	7.081
Emissão de CO_2 *per capita* (ton) (2010)	9,12

Fonte: *The World Bank* (THE WORLD BANK, 2013).

O governo alemão definiu a estratégia de planejamento denominado Conceito de Energia em setembro de 2010, que posteriormente ao acidente da usina de Fukushima, foi revisto. Nessa nova revisão foi alterado o processo de transição para a era da energia renovável para um prazo ainda mais curto. No entanto, os conceitos de energia ambientalmente saudável, confiável e acessíveis continuam inalterados. As principais metas do governo para 2050 são: redução da emissão de gases causadores de efeito estufa entre 80% e 95% comparados a 1990; redução do consumo de energia primária em 50% comparados a 2008; reduzir o consumo de eletricidade em aproximadamente 25% em comparação a 2008; garantir que energia proveniente de fontes renováveis representem 60% do consumo bruto final de energia ou 80% do consumo bruto de eletricidade. O Conceito de Energia não abrange somente os recursos de oferta e demanda tradicionais, mas também a infraestrutura, rotas de tráfego, construções, tecnologia de informação e comunicação, e também estruturas organizacionais e institucionais (ALEMANHA, 2011).

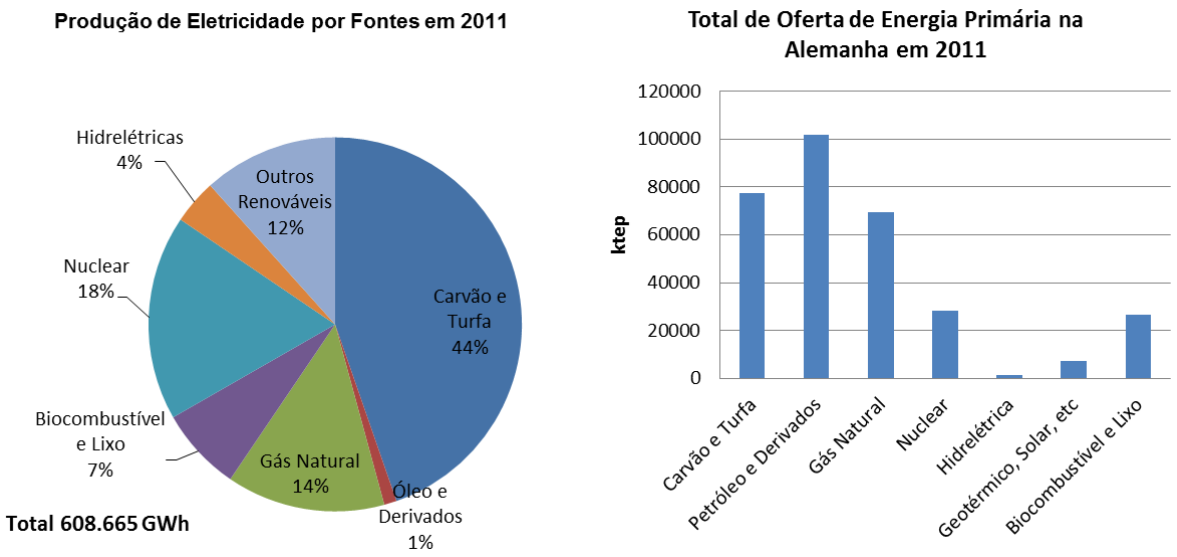


Figura 3.1 Perfil de geração de eletricidade e oferta de energia na Alemanha

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

3.1.2 Meio Ambiente[6]

Diversas políticas e medidas são adotadas pela Alemanha como instrumentos de proteção ao meio ambiente. A partir da década de 1990 é implantado a Lei das Fontes de Energias Renováveis o que proporcionou grande crescimento no campo das energias renováveis. Em 2010 é apresentado o “Conceito de Energia”, como estratégia de planejamento multissetorial e, em 2011 a “Energia do Futuro”, sendo estes dois últimos os elementos considerados chaves para a estrutura das políticas contra as mudanças climáticas. Como resultado, em 2011 o consumo de eletricidade proveniente de fontes renováveis havia superado 20%, e em meados de 2012 estava próximo aos 25% (ALEMANHA, 2012).

3.1.3 Consumo de eletricidade na Alemanha

O Conceito de Energia tem como meta a redução do consumo de eletricidade em aproximadamente 25% em comparação a 2008. O governo alemão intensifica a redução do consumo, identificados pelos parâmetros técnicos e econômicos, por meio de informação e aconselhamento de cidadãos comuns e a comunidade

[6] São apresentados no Apêndice B os 32 instrumentos utilizados na política alemã ao longo dos anos para as mudanças climáticas no setor elétrico.

empresarial. Há como meta os incentivos econômicos e melhoria na informação para explorar a eficiência energética, além de incluir em lei a obrigatoriedade da eficiência energética como critério importante no processo de decisão nos contratos públicos. Foi criado o Escritório Federal para Eficiência Energética para observar os mercados de serviços de energia e propor medidas para seu desenvolvimento. (ALEMANHA, 2010).

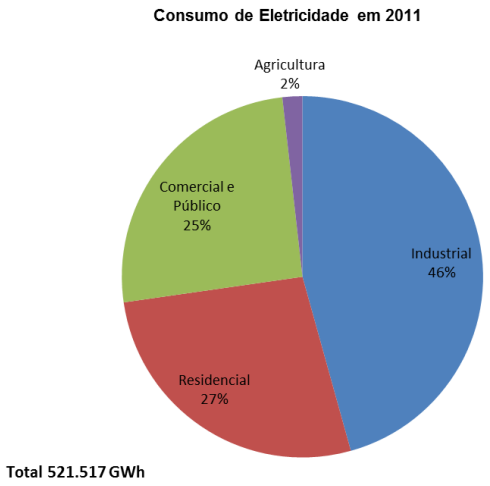


Figura 3.2 Consumo de eletricidade por setores na Alemanha

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

3.1.4 Abrangência do planejamento na Alemanha

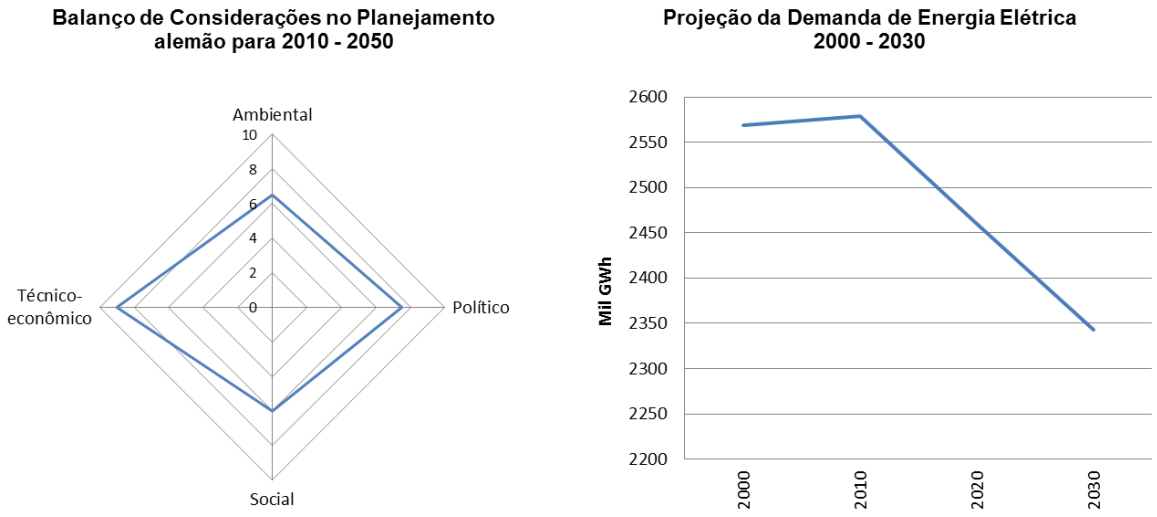


Figura 3.3 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade na Alemanha

Fonte: Elaborações próprias. Projeção da Demanda baseada no documento *The Trend of Energy Markets up to the Year 2030* (ALEMANHA, 2005).

3.2 BRASIL

3.2.1 O setor elétrico brasileiro

O Planejamento do Setor Elétrico Brasileiro está sob a responsabilidade do Estado brasileiro, que tem a função de coordenar o planejamento energético através do Ministério de Minas e Energia. O MME tem a obrigação de buscar o equilíbrio entre oferta e demanda de energia elétrica no Brasil. O planejamento energético nacional é determinante para o setor público e indicativo para o setor privado.

Tabela 3.2 Tabela de indicadores socioenergéticos brasileiros

PERFIL DO PAÍS	
População (2011)	196.655.014
PIB *per capita* US$ (2011)	12.594
Setor Industrial (% do PIB) (2011)	28
População com acesso à eletricidade (2009)	98,3
Consumo de eletricidade *per capita* kWh (2010)	2.384
Emissão de CO_2 *per capita* (ton) (2009)	1,9

Fonte: *The World Bank* (THE WORLD BANK, 2013).

A oferta interna de energia elétrica é considerada suficiente para atender a expansão do consumo no horizonte de planejamento 2007-2030. Dentre as diversas fontes de geração, a hidreletricidade ainda se manterá predominante e, considerando as demais fontes renováveis, a parcela renovável do país se situará em torno de 81%.

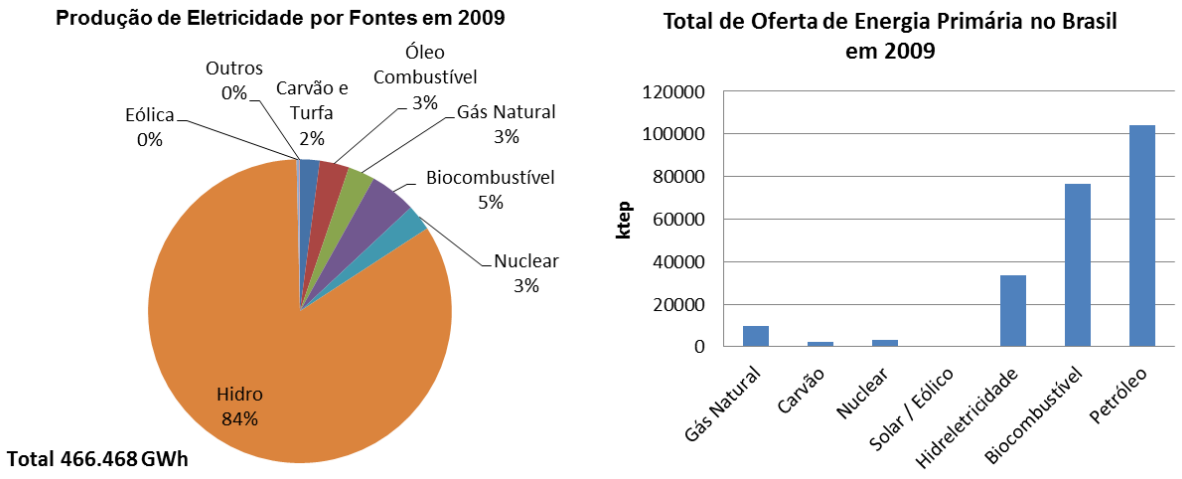


Figura 3.4 Perfil de geração de eletricidade e a oferta de energia no Brasil

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

São considerados estratégicos e necessários os aproveitamentos hidráulicos da Região Norte. Os estudos estratégicos, com o cenário que considera a conservação de energia, indicam a utilização de 164 GW do potencial hidrelétrico (de um total de 174 GW aproveitáveis do ponto de vista ambiental) e uma complementariedade de 61 GW não hidráulicas, com predominância de térmicas, num total de 48 GW, conforme resultados dos estudos (BRASIL, 2007d, p. 31 e 34).

3.2.2 Meio Ambiente

O Brasil é signatário da Convenção Quadro das Nações Unidas e do Protocolo de Quioto. Apesar de não estar sujeito à redução de emissões de gases de efeito estufa, apresenta compromissos de redução de emissões. São consideradas as alternativas para a expansão da oferta de geração de eletricidade a partir de fontes com baixas emissões de gases de efeito estufa, principalmente biocombustíveis e eólicas; no entanto, o gás natural expande sua participação em 17% no período. Além disso, é ressaltado que, caso ocorram imposições que restrinjam o aproveitamento hidrelétrico no norte do país, serão consideradas como opções a partir de combustíveis fósseis, em particular o gás natural e o carvão mineral (BRASIL, 2007d, p. 84).

3.2.3 Consumo de eletricidade no Brasil

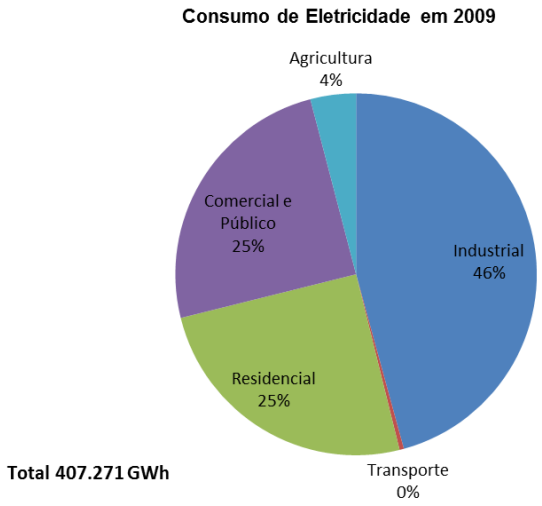


Figura 3.5 Consumo de eletricidade por setores no Brasil

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

O consumo de eletricidade em 2030 é estimado em 1.083.400 GWh, representa um incremento de 4,0% ao ano desde 2005. O Plano Nacional de Energia considera a eficiência energética nas projeções de demanda por eletricidade no período de planejamento. O PNE 2030 divide a eficiência energética em duas partes: progresso autônomo e induzido. O autônomo é composto com ações inerentes de cada setor, como reposição tecnológica natural, etc. O induzido por programas específicos, orientados por setores e refletindo políticas públicas. No cenário que considera a conservação de energia o processo autônomo atinge em torno 53 TWh de energia conservada (cerca de 5%) e no progresso induzido estima-se que, em 2030, podem ser ofertados 53 TWh (em torno de 5%, o que equivaleria a uma central elétrica de 6.400 MW) (BRASIL, 2007d, p. 33, 48). O BRASIL conta com programas de Eficiência Energéticas reconhecidos internacionalmente: O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET) e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Cita-se ainda o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf), no qual são apresentadas as premissas e as diretrizes da política nacional de eficiência energética com abrangência governamental, empresas e diversos setores da sociedade (BRASIL, 2001, p. 3 e 8).

3.2.4 Abrangência do planejamento no Brasil

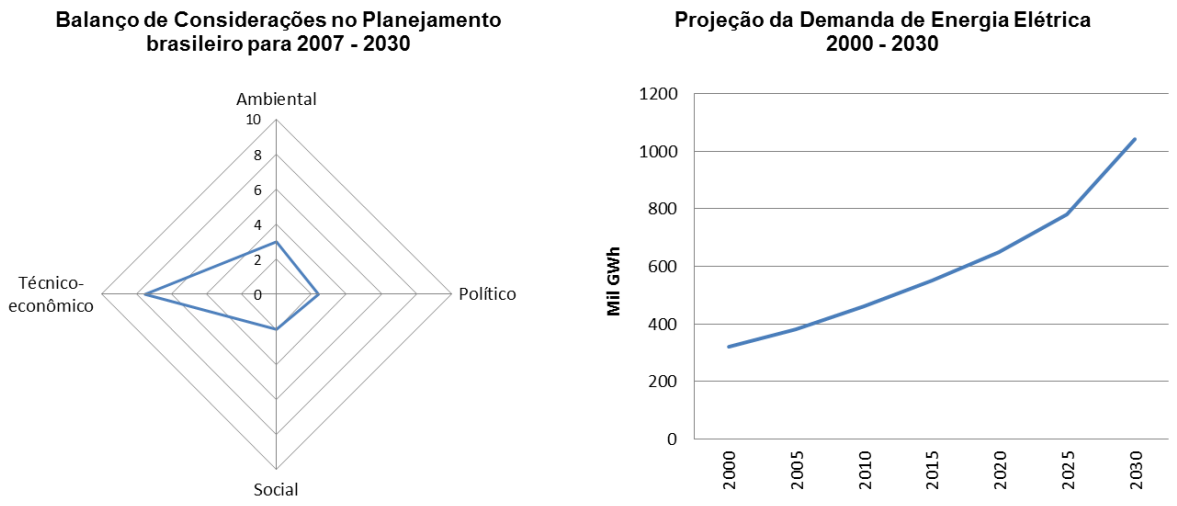


Figura 3.6 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade no Brasil

Fonte: Elaborações próprias. Projeção da Demanda baseada em dados do PNE2030 (BRASIL, 2007d).

3.3 COLÔMBIA

3.3.1 O setor elétrico colombiano

A UPME do Ministério de Minas e Energia da Colômbia tem a função de planejamento da expansão da geração e da transmissão, da avaliação de reconhecimento dos custos do Operador de Rede e de delegar o desenvolvimento de mecanismos de Convocações Públicas para as obras de transmissão. A principal função da UPME é orientar a política energética e a Comissão de Regulação de Energia e Gás como um ente regulador no desenvolvimento do setor energético (COLÔMBIA, 2010a, p. 231).

Tabela 3.3 Tabela de indicadores socioenergéticos colombianos

PERFIL DO PAÍS	
População (2011)	46.927.125
PIB *per capita* US$ (2011)	7.104
Setor Industrial (% do PIB) (2011)	38
População com acesso à eletricidade (2009)	93,6
Consumo de eletricidade *per capita* kWh (2010)	1.012
Emissão de CO_2 *per capita* (ton) (2009)	1,6

Fonte: *The World Bank* (THE WORLD BANK, 2013).

Verifica-se que o Plano de Referência de Expansão de Geração e de Transmissão 2010-2024 tem como prioridades a confiabilidade no fornecimento de energia elétrica, a minimização dos riscos de desabastecimentos devido às condições hidrológicas e a busca de um equilíbrio hidrotérmico e hidrelétrico (COLÔMBIA, 2011, p. 232). O registro dos projetos na *Unidad de Planeación Minero Energética* (UPME) é a base de determinação dos projetos candidatos para a expansão do sistema (COLÔMBIA, 2010a, p. 64). Estão registrados 25 projetos de usinas térmicas (gás, carvão e óleo combustível), totalizando 4.522 MW e 38 projetos de usinas hidrelétricas, totalizando 10.500 MW de potência instalada (COLÔMBIA, 2010a, p. 261). Os projetos hidráulicos são considerados pela UPME como limpos, de alta confiabilidade e baixos custos (COLÔMBIA, 2011, p. 464).

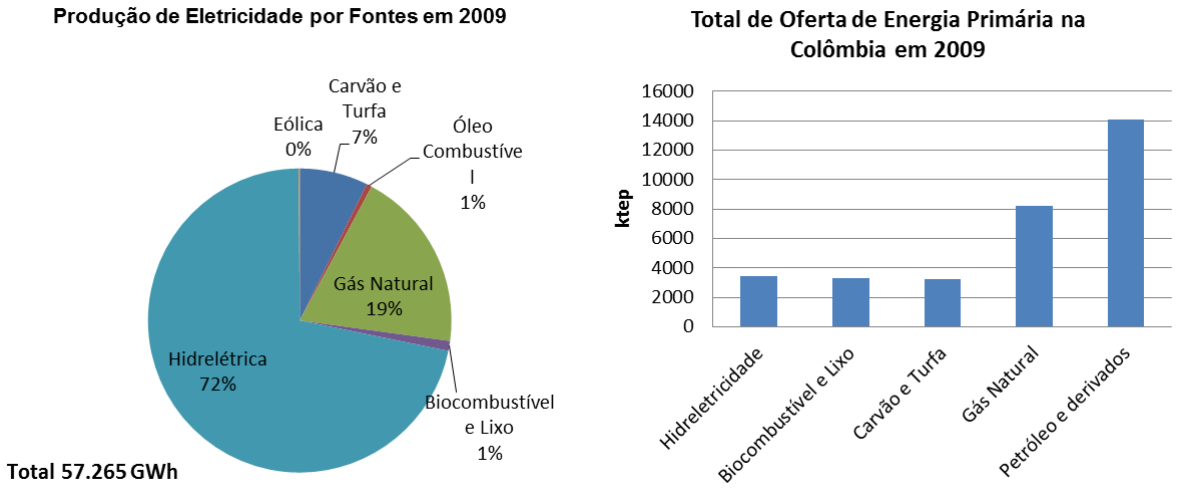


Figura 3.7 Perfil de geração de eletricidade e oferta de energia na Colômbia

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

3.3.2 Meio Ambiente

A Colômbia é signatária do convênio do Marco das Nações Unidas de Mudanças Climáticas e do Protocolo de Quioto. No entanto, não tem compromissos de redução de emissões de gases de efeito estufa (COLÔMBIA, 2007, p. 220). Historicamente, como consequência do modelo implementado e sem desequilíbrio entre oferta e demanda, houve pouco sucesso nas políticas de inclusão de fontes não convencionais na cadeia energética e nos programas de uso racional de energia. O país possui a lei 697, promulgada em 2001, sobre Fontes Não Convencionais de Energia e o Uso Racional de Energia; no entanto, os relatórios citam que em razões de um marco institucional inadequado, pouca continuidade em políticas públicas e de políticas de preços e fiscais, os resultados são pouco satisfatórios (COLÔMBIA, 2007, p. 201; 2010a, p. 61).

3.3.3 Consumo de eletricidade na Colômbia

Para desenvolver o Programa de Uso Racional e Eficiente de Energia e Fontes Não Convencionais na Colômbia – PROURE (COLÔMBIA, 2012), a resolução 180919 de 2010 do Ministério de Minas e Energia adotou o Plano de Ação Indicativo 2010 – 2015, com estratégias, ações de potenciais e metas de redução de consumo. No entanto, não se têm consolidadas políticas que maximizem a aplicação desses

recursos (COLÔMBIA, 2011. p. 464). Diversos são os desafios institucionais do setor elétrico nos setores de planejamento, regulação e operação e entre os ministérios para uma efetiva aplicação de um plano eficaz (COLÔMBIA, 2010b, p. 55).

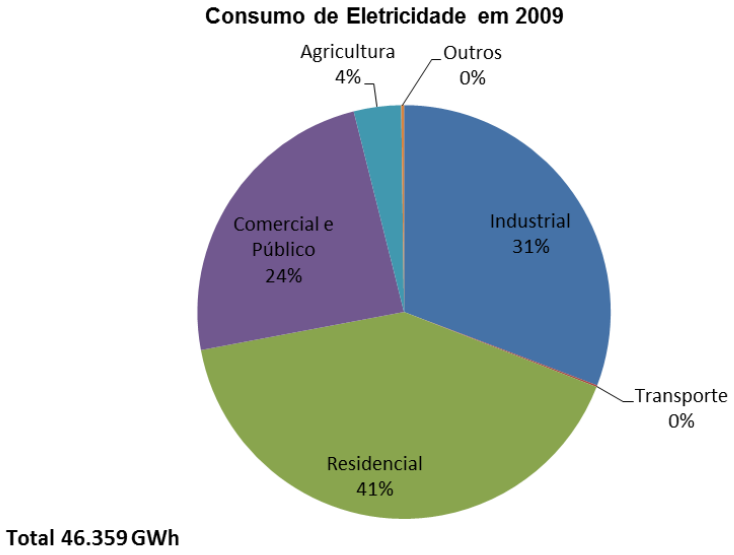


Figura 3.8 Consumo de eletricidade por setores na Colômbia

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

3.3.4 Abrangência do planejamento na Colômbia

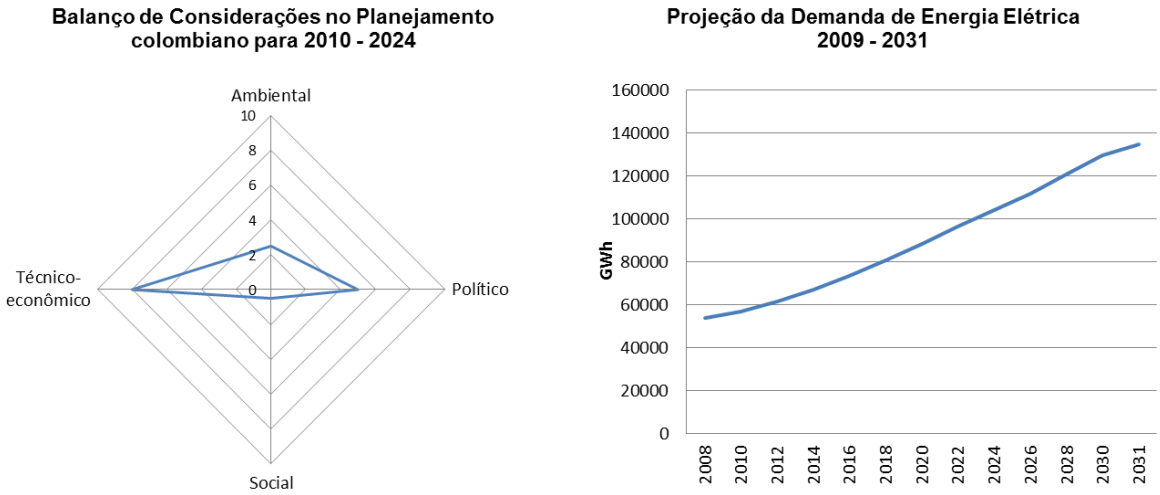


Figura 3.9 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade na Colômbia

Fonte: Elaborações próprias. Projeção da Demanda baseada no Plano de Expansão da Geração e Transmissão (COLÔMBIA, 2010a).

3.4 CORÉIA DO SUL

3.4.1 O setor elétrico sul coreano

O desenvolvimento da política energética na Coréia do Sul (IAEA, 2013) é realizado pelo Ministério da Economia (MKE). O MKE opera em cooperação com o Ministério de Estratégia e Finanças, seis empresas de geração e a empresa de energia da Coréia (KEPCO). O setor nuclear está sob-responsabilidade do Ministério da Educação, Ciência e Tecnologia, que tem a função de garantir a segurança através de atividades de regulação e pesquisa e desenvolvimento, além de formulação de políticas no setor (IEAE, 2013). No sistema de transmissão o Plano Básico de Eletricidade fornece as diretrizes nos sistemas de transmissão e a KEPCO estabelece o plano detalhado de longo prazo a ser submetido à aprovação do governo (CORÉIA DO SUL, 2008, p. 52).

Tabela 3.4 Tabela de indicadores socioenergéticos sul coreano

PERFIL DO PAÍS	
População (2012)	50.004.000
PIB *per capita* US$ (2012)	22.590,00
Setor Industrial (% do PIB) (2011)	39,24
População com acesso à eletricidade	100%
Consumo de eletricidade *per capita* kWh (2011)	10.162,04
Emissão de CO_2 *per capita* (ton) (2010)	11,49

Fonte: *The World Bank* (THE WORLD BANK, 2013), *Korea Goldbook* (AESIEAP, 2013).

No Sexto Plano Básico de Longo Prazo de Suprimento e Demanda de Eletricidade, publicado em 2012 pelo Ministério do Comércio, Indústria e Energia estão indicados os empreendimentos para expansão do sistema até 2027. O plano enfatiza projetos em gerenciamento pelo lado da demanda, *smart grid* e a confiabilidade do sistema (AESIEAP, 2013). É previsto o aumento da capacidade instalada de 81.806 MW (2012) para 158.502 MW (2027), com a proporção da energia nuclear diminuindo de 25% para 23%, respectivamente. A proporção de energia renovável é estimada para aumentar para 20,2% em 2027, ante 5,0% em 2012, com a decisão do governo de introduzir o portfólio de energia renovável em 2012 obrigando as empresas de geração a incluir as oferta de renováveis na geração (AESIEAP, 2013).

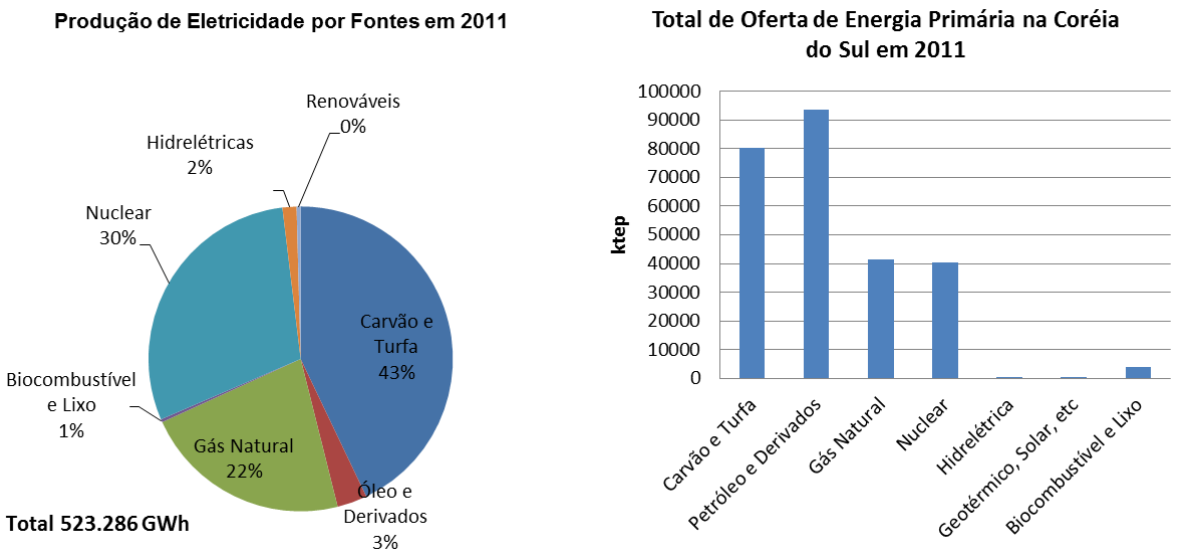


Figura 3.10 Perfil de geração de eletricidade e oferta de energia na Coréia do Sul

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

3.4.2 Meio Ambiente

Em agosto de 2008 o governo declara o “Crescimento Verde de Baixo Carbono”, como uma nova visão de desenvolvimento nacional. O objetivo é a sinergia nas interações entre o meio ambiente e a economia. Entre as principais diretrizes políticas estão a independência energética, principalmente ao óleo, o aumento da tecnologia/indústria verde, criação dos postos de trabalhos nessa área, aumento das áreas verdes, como meios de fortalecimento dos mecanismos de crescimento, financiamento e qualidade de vida, além da elevação da reputação do país com o modelo de crescimento sustentável. O aumento de eficiência energética e as energias renováveis são os conteúdos principais do programa (KEMCO, 2013).

3.4.3 Consumo de eletricidade na Coréia do Sul

A Coréia do Sul possui três principais programas de eficiência energética: etiquetagem de selo de eficiência, programa de certificação de equipamentos de alta eficiência e o programa de *e-standby* (modo espera). O programa de etiquetagem existe desde 1992 e abrange equipamentos com alto consumo energético. Incluem 32 categorias de equipamentos domésticos, luminárias e automóveis, com etiquetagem obrigatória e nível mínimo de eficiência. O programa de certificação de equipamentos de alta eficiência iniciou-se em 1996 e certifica a alta eficiência dos

produtos que estão acima de padrões normalizados. 34 categorias de produtos estão incluídas no programa como bombas, boilers e equipamentos de iluminação LED. A certificação é voluntária. O terceiro programa, iniciado em 1999, busca promover eficiência energética nos produtos reduzindo a energia *standby* (modo de espera). São aplicados em 22 categorias de produtos eletrônicos, domésticos e equipamentos de escritório, sendo obrigatória a etiquetagem (KEMCO, 2013).

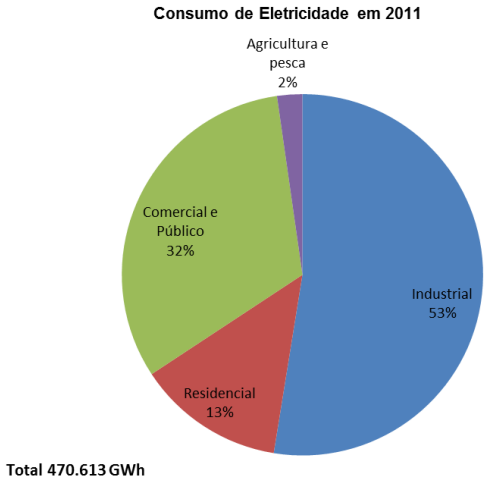


Figura 3.11 Consumo de eletricidade por setores na Coréia do Sul

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

3.4.4 Abrangência do planejamento na Coréia do Sul

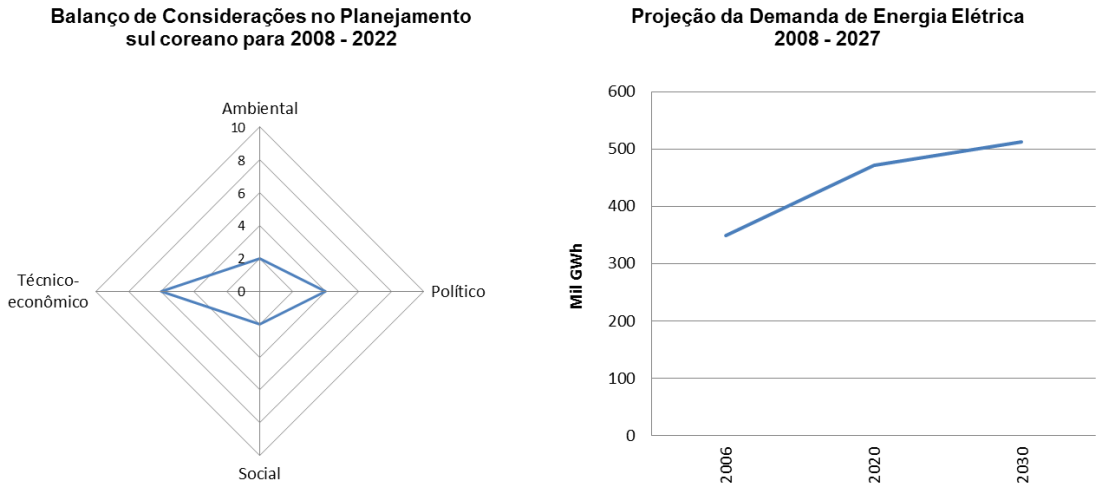


Figura 3.12 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade sul coreano

Fonte: Elaborações próprias. Projeção da Demanda baseada no Quarto Plano de Longo Prazo para Suprimento e Demanda de Eletricidade (CORÉIA DO SUL, 2008).

3.5 HAVAÍ (EUA)[7]

3.5.1 O setor elétrico havaiano

A comissão de Serviços Públicos (PUC) é responsável pela regulação de todas as empresas públicas de serviços que fornecem eletricidade, gás, telecomunicações, água e esgoto do estado. A comissão tem autoridade legal para estabelecer e fazer cumprir os estatutos estaduais, as regras e os regulamentos administrativos e definir políticas e normas (PUBLIC UTILITIES COMISSION, 2011a). Por sua vez, cada empresa de energia é responsável pelo desenvolvimento dos cenários e do plano de recursos de longo prazo, que será utilizada para desenvolver o plano de ação de curto prazo, consistente com a meta e os objetivos estabelecidos no Planejamento Integrado de Recursos.

Tabela 3.5 Tabela de indicadores socioenergéticos havaianos

PERFIL DO PAÍS	
População (2011)*	1.374.810
PIB *per capita* US$ (2011)*	48.727
Setor Industrial (% do PIB)	-
População com acesso à eletricidade	-
Consumo de eletricidade *per capita* kWh (2010)*	6700
Emissão de CO_2 *per capita* (ton) (2009)**	14,6

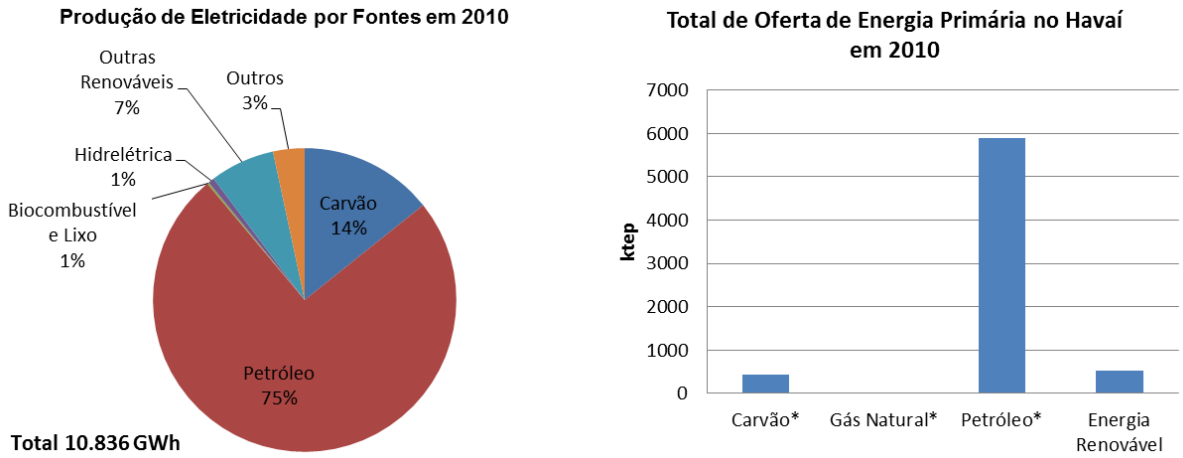
Fonte: *Data.hawaii.gov e **U.S. Energy Information Administration (EIA).

Para o Plano Preferencial Elétrico do Havaí[8], foi considerado o planejamento da maior concessionária de energia elétrica do país, a HECO. O plano preferencial é baseado no *Integrated Resouce Planning* (IRP) e resultou nos seguintes recursos: redução do pico de carga por programas de gerenciamento pelo lado da demanda em 156 MW, recursos de geração distribuição distribuída 149 MW (prevalecendo sistemas fotovoltaicos pelo cliente), toda a geração futura (711 MW) em geração renovável, sendo 510 MW em geração firme, 93 a 200 MW de geração por combustíveis fósseis sendo desativadas ou mantidas como sistemas de emergência

[7] A análise detalhada do PIR do Havaí é apresentada no Apêndice I.

[8] O processo de planejamento integrado energético do Havaí foi apresentado como estudo de caso em conferência nos Estados Unidos (EUCI, 2013), no tema “Papel das concessionárias no engajamento das partes interessadas e intervenientes para melhorar o processo do IRP” (Título original: *The Utilities' Role in Engaging Stakeholders and Intervenors to Improve the IRP Process*), realizado em Scottsdale, Arizona, em janeiro de 2013.

e 797 MW de geração por combustíveis fósseis convertidas para biodiesel renovável (HECO, 2008a).



* Energéticos importados

Figura 3.13 Perfil de geração de eletricidade e oferta de energia no Havaí

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do *Energy Information Administration* (ano base 2010).

Em 2010, o Havaí importou 94% da energia total e 25% dos recursos renováveis do estado é proveniente de usinas geotérmicas (EIA, 2013b).

3.5.2 Meio Ambiente

Em janeiro de 2008, o estado do Havaí e o Departamento de Energia (USDOE) assinaram o acordo de Iniciativa de Energia Limpa Havaiana (HCEI), com o objetivo de reduzir a dependência de combustíveis fósseis. A lei (seção 269-91 a 269-95), alterada pela lei 162, prevê que cada concessionária de energia elétrica estabeleça um padrão de carteira de recursos renováveis de 10% das vendas líquidas de eletricidade até dezembro de 2010, 15% até dezembro de 2015 e 20% até dezembro de 2020 (HECO, 2008a).

3.5.3 Consumo de eletricidade no Havaí

Com relação às questões políticas estaduais, todos os programas de eficiência energética ou GLD são realizados por uma entidade que não seja concessionária, financiada através de um fundo de sobretaxa de benefício público. No entanto, os programas de gestão de carga do GLD continuaram a ser administrados pelas

concessionárias, e o levantamento do potencial máximo atingível dos portfólios dos recursos de GLD independe da estrutura administrativa (HECO, 2008a).

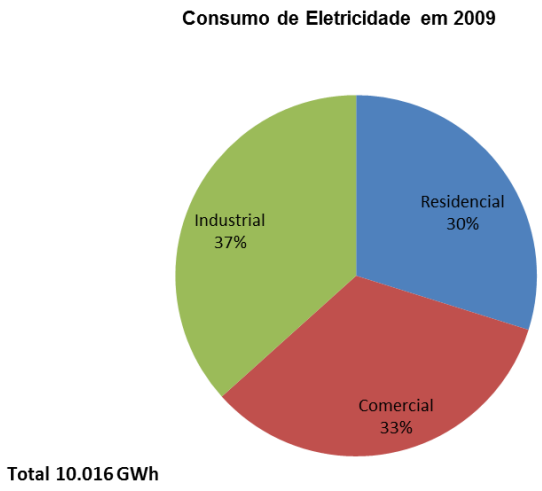


Figura 3.14 Consumo de eletricidade por setores no Havaí

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do *Energy Information Administration,* ano base 2010.

A energia conservada no programa de eficiência energética projetada para 2028 atingirá 660 GWh, com uma redução de pico de demanda de 200 MW em relação à não aplicação dos programas de gerenciamento pelo lado da demanda (HECO, 2008a).

3.5.4 Abrangência do planejamento no Havaí (EUA)

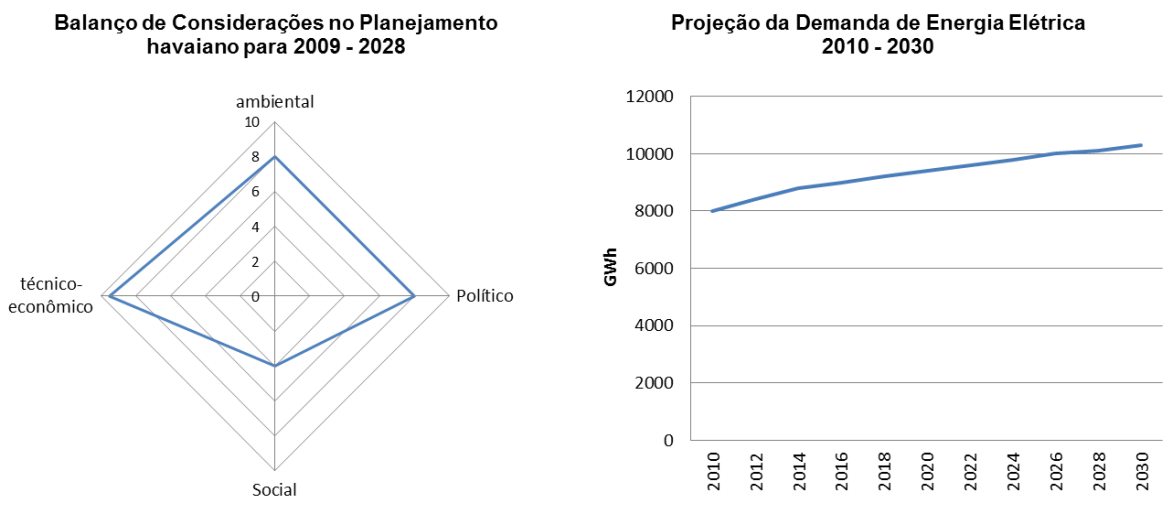


Figura 3.15 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade no Havaí

Fonte: Elaboração própria, oferta de energia baseada em dados do HECO, 2008a.

3.6 MÉXICO

3.6.1 O setor elétrico mexicano

O setor elétrico mexicano é coordenado pela Secretaria de Energia (SENER), responsável pela outorga de autorizações de projetos de autoprodução, cogeração, produção independente, pequena produção. A Comissão Federal de Eletricidade é membro consultor da Secretaria de Energia e entidade do governo federal encarregada pelo planejamento do setor elétrico. (MÉXICO, 2012b, p. 51).

Tabela 3.6 Tabela de indicadores socioenergéticos mexicanos

PERFIL DO PAÍS	
População (2011)	114.793.341
PIB *per capita* US$ (2011)	10.047
Setor Industrial (% do PIB) (2011)	37
População com acesso à eletricidade (2009)	100
Consumo de eletricidade *per capita* kWh (2010)	1.990
Emissão de CO_2 *per capita* (ton) (2009)	4

Fonte: *The World Bank* (THE WORLD BANK, 2013).

O plano de expansão mexicano para 2012-2026 inclue os projetos de ciclo combinado, com 61,4% totalizando 27.015 MW; projetos identificados como geração limpa[9], 15,9% com 7.000 MW; hidrelétricas com 10,5% com 4.631 MW; eólica com 8% com 3.523 MW; e o restante com diversos projetos térmicos, geotérmicos e solares totalizando 377 MW (MÉXICO, 2012b, p. 135). Todos os projetos têm como base a avaliação técnico-econômica, e são aprovados no critério de mínimo custo total no longo prazo (MÉXICO, 2012b, p. 136). Nas projeções, considerando cenários tendenciais, para 2026, a produção de energia elétrica a partir de combustíveis fósseis atingirá 80,6%, sendo 64,7% à base de gás natural. Essa participação de combustíveis fósseis é de 15,6% acima da máxima estabelecida pela Lei de Aproveitamento de Energias Renováveis e de Financiamento da Transição Energética. A Prospectiva do Setor Elétrico, alinhado à Estratégia Nacional de Energia, considera como opções as substituição de tecnologias de ciclo combinado por centrais nucleares e/ou tecnologias renováveis, como a eólica para

[9] Nuclear, Eólica e Solar, Ciclo combinado e termelétricas a carvão com captura e sequestro de CO_2.

substituir os 74.663 GWh de geração fóssil para não fóssil (MÉXICO, 2012b, p. 158; 2012a, p. 63).

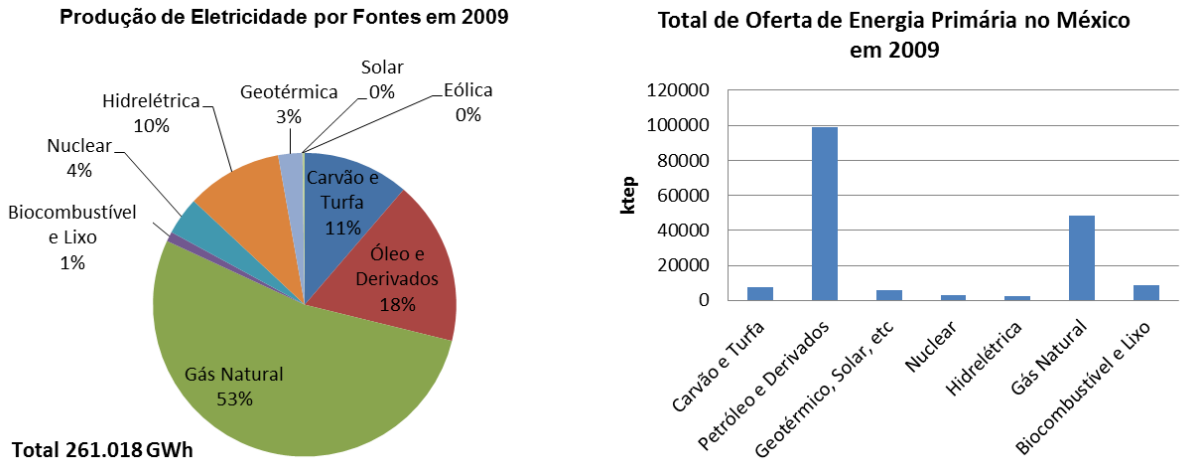


Figura 3.16 Perfil de geração de eletricidade e oferta de energia no México

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

3.6.2 Meio ambiente

Na política energética mexicana, a Lei de Aproveitamento de Energias Renováveis e de Financiamento da Transição Energética publicada em 2008 e alterada em 2011 fixa como meta uma participação máxima de 65% de combustíveis fósseis na geração de energia elétrica para o ano de 2024, de 60% para o ano de 2035, e de 50% para 2050. Em 2012, essa lei sofreu nova alteração, excluindo das fontes renováveis geração hidráulica com capacidades maiores que 30 MW, e unidades de geração nuclear (MÉXICO, 2012b). Em junho de 2012, foi publicada a lei de Mudanças Climáticas, na qual se estipula que a promoção da geração de eletricidade por fontes renováveis atinja no mínimo 35% no ano de 2024 (MÉXICO, 2012b, p. 20).

3.6.3 Consumo de eletricidade no México

A Prospectiva do Setor Elétrico mexicano considera, em seu desenvolvimento, as projeções identificadas no *Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía* (PRONASE). Esse programa contempla a redução de consumo final de energia elétrica para o período de 2011-2026. No cenário tendencial de planejamento, em 2026, são estimados uma redução de 39,2 TWh, correspondendo

a 8,7% de redução do consumo originalmente estimado sem o programa em 451,1 TWh.

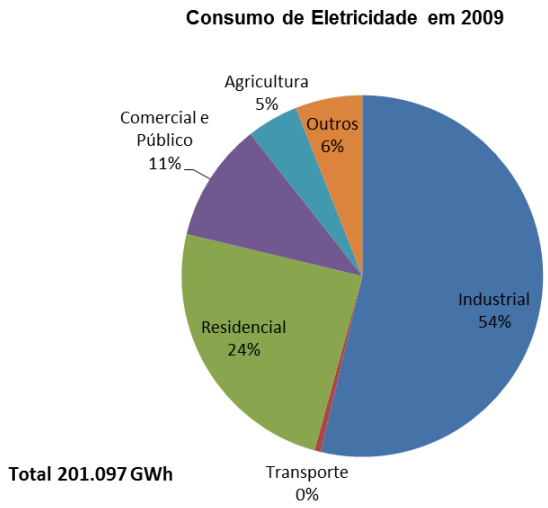


Figura 3.17 Consumo de eletricidade por setores no México

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

Ações para redução de perdas não técnicas, que correspondem à energia consumida, mas não faturada, são estimados, em 2026, em 33,1 TWh, correspondendo a 9,1% (MÉXICO, 2012b, p. 172-173).

3.6.4 Abrangência do planejamento no México

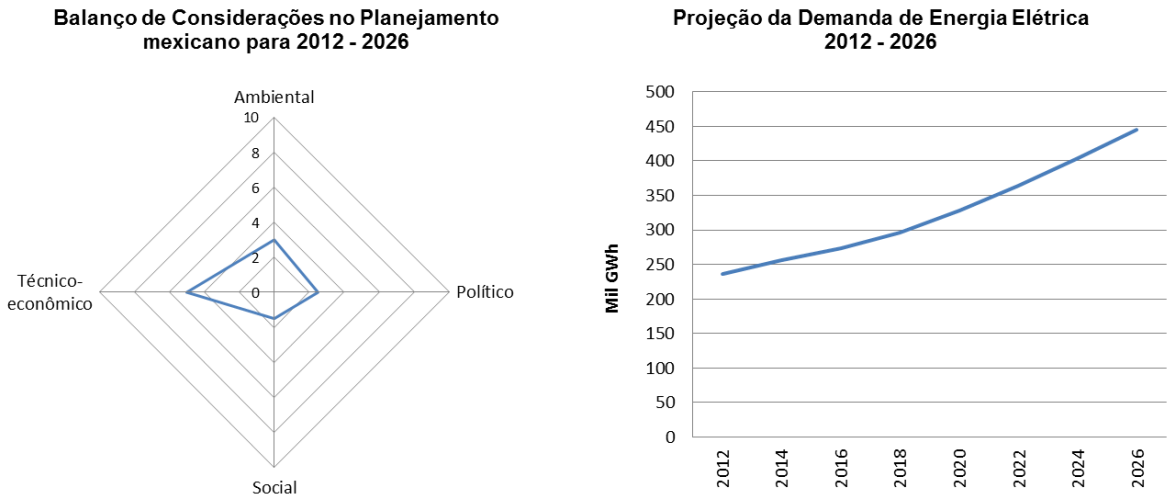


Figura 3.18 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade no México

Fonte: Elaboração própria, oferta de energia baseada em dados do MÉXICO, 2012b.

3.7 PERU

3.7.1 O setor elétrico peruano

O Ministério de Minas e Energia tem o objetivo de desenvolver e avaliar as políticas nacionais de desenvolvimento sustentável das atividades de mineração e energia, sendo responsável pelas questões ambientais das atividades relacionadas à mineração e à energia. É de responsabilidade do Ministério a promoção integral das atividades de mineração, energia, através de normas e fiscalização e/ou supervisão do cumprimento do uso racional dos recursos naturais (PERU, 2013). As leis peruanas promovem a participação de investimentos privados no setor elétrico de geração, transmissão, distribuição e comercialização de eletricidade sobre as regras de livre mercado, sem restrições (PERU, 2008, p. 107).

Tabela 3.7 Tabela de indicadores socioenergéticos peruanos

PERFIL DO PAÍS	
População (2011)	29.399.817
PIB *per capita* US$ (2011)	6.018
Setor Industrial (% do PIB) (2011)	36
População com acesso à eletricidade (2009)	85,7
Consumo de eletricidade *per capita* kWh (2010)	1.106
Emissão de CO_2 *per capita* (ton) (2009)	1,6

Fonte: *The World Bank* (THE WORLD BANK, 2013).

O planejamento de expansão do Sistema Elétrico Interconectado Nacional (SEIN) 2008-2017 baseia-se em estudos de projeção da demanda de eletricidade, expansão de geração, transmissão, sistemas isolados existentes no país, gasodutos destinados à geração elétrica e interconexões internacionais elétricas (PERU, 2008, p. 5 e 13). Foram considerados os seguintes projetos no horizonte de planejamento: 11 usinas hidrelétricas com potência instalada total de 7.500 MW, 16 usinas térmicas (14 à gás natural), com um total de 3.330 MW, e 17 plantas de fontes renováveis não convencionais (eólica, geotérmica e PCH), com total de 740 MW (PERU, 2008, p. 28). O Plano Preferencial Peruano é indicativo para os setores privado e público, e tem como critério básico para a expansão do sistema de geração o de "mínimo custo" (PERU, 2008, p. 5 e 27). Os cinco grandes projetos hidráulicos apresentados no Plano Preferencial (5.300 MW), como projetos a partir de 2019, são baseados

nos Estudos de Avaliação do Potencial Hidrelétrico Nacional (EPHN), que se iniciaram sob o Convênio de Cooperação Técnica entre os governos da Alemanha e do Peru em 1968 e foram concluídos em 1973 (PERU, 1973a). Os dados são limitados, estimativos, e o critério aplicado foi o técnico-econômico. Esses dados foram utilizados para a estimativa de investimentos atuais, através de correções dos valores deste estudo (PERU, 2008, p. 137).

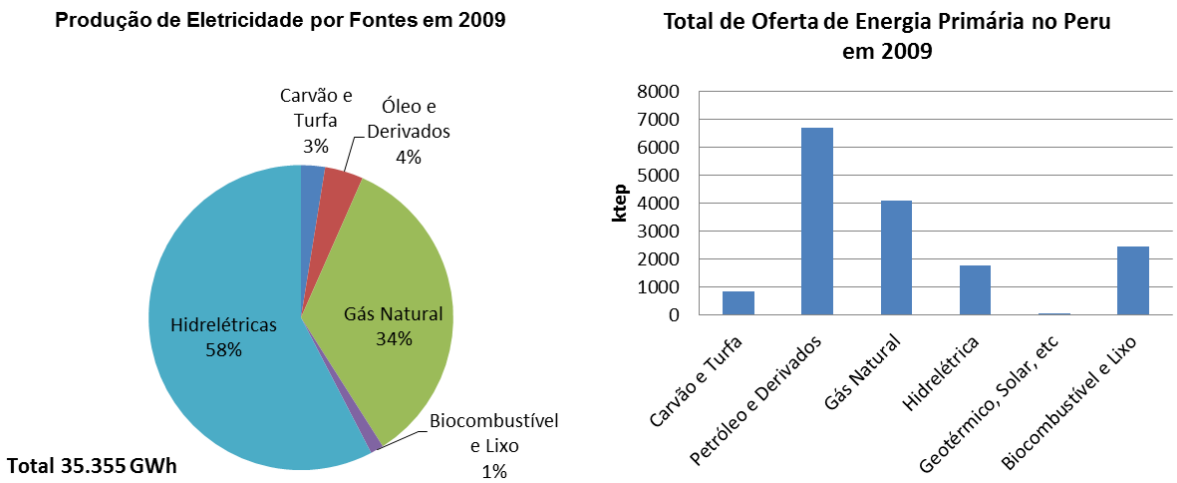


Figura 3.19 Perfil de geração de eletricidade e a oferta de energia no Peru

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

3.7.2 Meio ambiente

Em 2008, foram promulgados o decreto legislativo 1002 e o regulamento da geração de eletricidade com energias renováveis para a promoção dos investimentos na geração de eletricidade com o uso de fontes renováveis. Os recursos como biomassa, eólico, solar, geotérmico, maremotriz e pequenas centrais hidrelétricas terão prioridades no despacho diário de carga efetuado (PERU, 2008, p. 205).

3.7.3 Consumo de eletricidade no Peru

A estimativa do atendimento ao crescimento da demanda projetado no Plano Preferencial é realizada pelos recursos de oferta e por programas de uso eficiente de energia elétrica (PERU, 2008, p. 188). Através do regulamento da lei n˚ 27345 e do decreto 034-2008, publicados em 2008, são considerados de interesse nacional a

implementação da cultura do uso eficiente da energia elétrica no país em todos os setores de consumo.

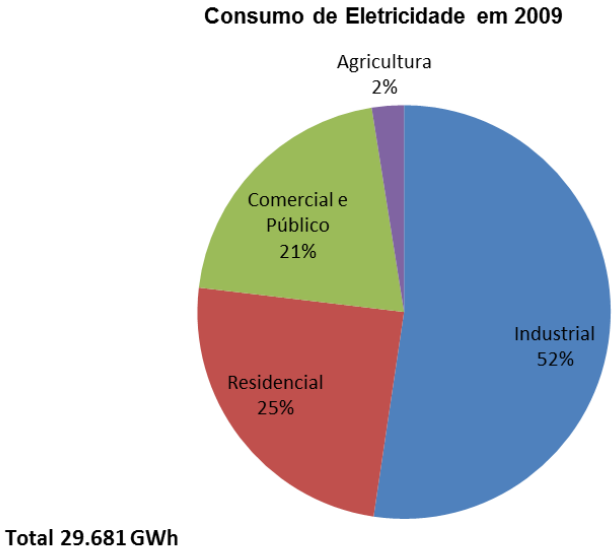


Figura 3.20 Consumo de eletricidade por setores no Peru

Fonte: Elaboração própria, baseado nos dados do IEA (2013).

O Plano realiza análise dos impactos com a implementação de medidas no período de 2008 a 2017 (PERU, 2008, p. 190).

3.7.4 Abrangência do planejamento no Peru

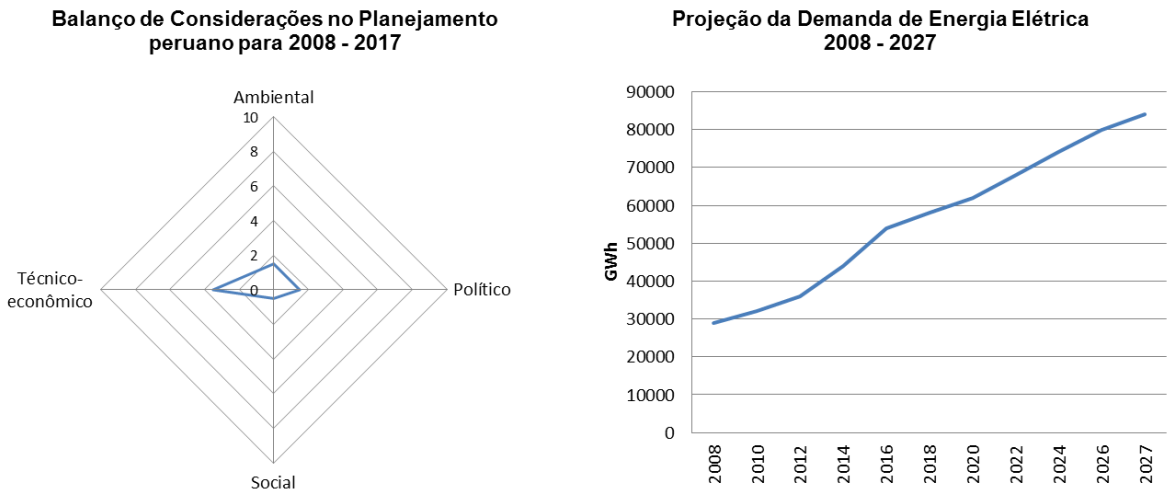


Figura 3.21 Abrangência do planejamento e demanda de eletricidade no Peru

Fonte: Elaboração própria, oferta de energia baseada em PERU (2012).

4 ANÁLISE DO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO

4.1 O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO AO LONGO DO TEMPO

No início do século passado, a intensificação do setor industrial demandou um contínuo aumento de energia elétrica, tendo como fonte predominante a hidroeletricidade. A partir de 1956, no governo de Juscelino Kubitschek, a implantação do Plano de Metas (50 anos em 5) considerava os setores de energia e transportes como prioritários, destinando 43,4% dos investimentos ao setor de energia, dos quais 23,7% foram para projetos de eletricidade. Nesse período, a potência instalada no país aumentou de 3.149 MW, em 1955, para 5.729 MW em 1962 (BNDES, 2003).

Em 1961, durante a presidência de Jânio Quadros, foi criada a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRAS) pela lei nº 3.890-A de 25 de abril, e constituída em 11 de junho de 1962 pelo governo de João Goulart. Com isso, a ELETROBRAS inicia atuação na coordenação técnica, financeira e administrativa do setor brasileiro de energia elétrica (MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1999), nos empreendimentos de geração de energia elétrica e recebendo concessões para aproveitamentos hidrelétricos. A Eletrobras possuía características de *holding* estatal, sendo o capital concentrado nas empresas subsidiárias, com participações em empresas associadas.

Em 1962, foi formado o consórcio Canambra, designação em razão dos países envolvidos: Canadá, Estados Unidos e Brasil. As consultorias contratadas foram selecionadas pelo Banco Mundial em conjunto com autoridades brasileiras, sendo duas canadenses – *Montreal Engineering* e *Crippen Engineering* – e uma americana, a *Gibbs and Hill Inc*. O objetivo foi iniciar um amplo estudo de potenciais hidrelétricos e de mercado de energia elétrica na Região Sudeste. O trabalho foi considerado um dos mais expressivos de planejamento elétrico.

Em 1963, foi criado o Comitê Coordenador de Estudos da Região Centro-Sul, pelo Ministério de Minas e Energia, com o objetivo de coordenar os estudos do projeto

Canambra. Este resultou em importantes relatórios, como a sequência de construção das usinas para o período de 1964 a 1974. As conclusões do projeto Canambra foram incorporadas no sistema do planejamento do Programa de Ação Econômica do Governo (PAEG, 1964-1966) e no Programa Estratégico de Desenvolvimento (PED, 1968-1970) (MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1999).

Em 1969, a ELETROBRAS realizou estudos independentes que representaram uma melhoria nos procedimentos de previsão de demanda até então realizados, tanto pela ELETROBRAS, quanto por outras concessionárias. Nesse período, a ELETROBRAS concluiu três estudos: um que indicava que o custo da energia elétrica não influenciava no aumento de consumo, que até então estava alto. Um segundo sugeria a substituição de energia elétrica por outras fontes de energia. E o terceiro, que observava o crescimento da demanda em locais decorrentes de investimentos de grande porte. Dessa forma, a ELETROBRAS previa setores da economia com alto consumo de energia elétrica, utilizando como ferramentas básicas de previsão os coeficientes técnicos de consumo de eletricidade (BAJAY, 1983).

Em 1973, ocorreu o primeiro choque do petróleo. A crise não provocou grandes impactos na economia brasileira, pois o Brasil passava pelo “Milagre Econômico”, período entre 1968 a 1973, quando a taxa de crescimento médio anual superava 10% (FRANCESCUTTI e CASTRO, 1998). Além disso, o governo implementava o II Plano Nacional de Desenvolvimento, que configurava um mecanismo de crescimento da economia brasileira, e que representou a orientação política econômica entre 1975 a 1979.

No entanto, os planejadores energéticos começaram a se preocupar mais com os modelos de previsão de demanda. A crise mostrou a necessidade de uma melhor compreensão dos fatores determinantes para a previsão de demanda, de forma a coordenar toda a sequência do planejamento energético (BAJAY, 1983).

Em 1974, a ELETROBRAS elaborava o Plano de Expansão para as Regiões Sul e Sudeste até 1990, conhecido como Plano 90. Foi o primeiro plano a estudar dois sistemas interligados. Neste, foram previstas dez usinas hidrelétricas e três centrais

nucleares (MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1999). Ressalta-se que, no período de 1962 a 1979, o setor elétrico passou por uma forte expansão na oferta. Nesse período, o Estado consolidou-se como principal formulador das políticas do setor. A capacidade instalada em 1979 chegava a 27.970 MW (24.265 MW hidráulica), ante 15.324 MW (12.495 MW hidráulica) em 1973, um crescimento de 82,5% no período (LANDI, 2006).

No final da década de 70, o segundo choque do petróleo, por sua vez, causou impactos significativos sobre a economia brasileira, iniciando a implementação de diversas medidas visando administrar a crise financeira interna e externa do setor público. A aceleração do processo inflacionário, a redução do crescimento do PIB, o crescimento do desemprego foram algumas das consequências da crise.

Em 1982, foi elaborado pela ELETROBRAS o Plano 2000. Esse plano estratégico mantinha as características do Plano 90, introduzindo as programações de entradas de usinas hidrelétricas no sistema, sistema de transmissão, e a previsão de obras até o ano de 2000, abrangendo estimativas de custos de transmissão e de termelétricas a serem instaladas no período. O Plano previa também a utilização de outras fontes energéticas, como carvão mineral, lenha, urânio e cana-de-açúcar, mantendo a prioridade de hidreletricidade (MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1999).

Na década de 80, a redução do crescimento econômico gerou capacidade ociosa no sistema elétrico. Consequentemente, as taxas de retorno dos empreendimentos em andamento se alongaram, diminuindo a capacidade de autoinvestimento. Além disso, com o agravamento do desequilíbrio das contas externas, as autoridades utilizaram o setor elétrico como instrumento de captação de recursos externos com o objetivo de equilibrar a balança de capitais. Isso levou a ELETROBRAS a um nível de endividamento superior às suas necessidades (FRANCESCUTTI e CASTRO, 1998).

Em 1985, foi criado pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), e sua execução foi subordinada à ELETROBRAS. A criação do programa marca o início da conscientização sobre eficiência energética e redução de desperdícios em

diferentes setores de consumo de energia. Em julho de 1991, o PROCEL se tornou um plano do governo, tendo suas responsabilidades e abrangência ampliadas (PROCEL INFO, 2013).

Ao final da década de 80, o fator ambiental começou a fazer parte do planejamento do setor energético, como exigência do governo. Em 1986, foi publicado pela ELETROBRAS o Plano Diretor para Conservação e Recuperação do Meio Ambiente nas Obras e Serviços do Setor Elétrico, o I PDMA. Neste mesmo ano, por resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), as usinas geradoras acima de 10 MW de potência e com linhas de transmissão acima de 230 kV passaram a requerer Estudos de Impacto Ambiental (EIA) para obtenção de licença. Em 1990, foi lançado o II Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico, atualização do I PDMA, considerando questões políticas, legais e institucionais (MEMÓRIA DA ELETRICIDADE, 1999). Em 1987, foi emitido o Plano Nacional de Energia Elétrica (1987-2010), conhecido como Plano 2010. Foi um instrumento de planejamento de longo prazo do setor elétrico, elaborado sob coordenação da ELETROBRAS (BRASIL, 1987).

Os problemas enfrentados pelo setor, no final da década de 70 e ao longo de toda a década de 80, desencadearam a necessidade de alteração do papel do Estado. A nova estrutura concluída na segunda metade dos anos 80 apresentava uma diminuição da participação e da intervenção do Estado, substituindo-a por uma função de agente regulador e financiador, resultando no processo de privatização. Outros fatores também contribuíram para o processo de privatização, entre eles a “onda neoliberal”, que passou a dominar o cenário econômico mundial, a crítica ao intervencionismo do Estado, que passou a influenciar a política dos países em desenvolvimento, o déficit público e a ineficiência das empresas do setor elétrico (FRANCESCUTTI e CASTRO, 1998).

Durante o governo de Fernando Henrique Cardoso (1995-2002), o país passou por grandes transformações no setor elétrico. Foi implantada a livre concorrência para promover a eficácia do setor, a regulação e a fiscalização como forma de atrair capital privado e a privatização de quase todo o setor de distribuição de energia. Nesse período, foram criados: o Plano Prioritário de Termelétricas (PPT), o Mercado

Atacadista de Energia (MAE) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), esta como agente regulador. No entanto, o processo de privatização não se concluiu naquele governo, da mesma forma que o PPT. As incertezas regulatórias desestimularam o investimento privado. O planejamento do setor foi creditado à acomodação de mercado, sendo os esforços, então, dedicados aos programas de eficiência energética e impactos ambientais globais, como a diminuição dos gases de efeito estufa (VIANA, 2004).

Em meados de 2001, o país passou por um rigoroso racionamento de energia elétrica, através da redução compulsória de 20% do consumo, o que contribuiu para evitar o colapso na oferta de energia. A crise, precipitada pela estiagem e causada principalmente por atrasos na entrada de obras transmissão, além da não implementação de recursos de geração previstos em planos decenais (RELATÓRIO KELMAN[10]), perduraria até o início de 2002. Foi nesse período que ocorreu a maior difusão do papel do PROCEL, em que os consumidores, obrigados a reduzir seu consumo energético, buscaram, nos selos do programa, referências de consumo dos equipamentos. Com o racionamento energético, ficou evidente que novas medidas deveriam ser adotadas para uma readequação do setor, para garantir o suprimento energético às demandas presentes e para o atendimento das projeções futuras. Nesse contexto, durante o governo de Luís Inácio Lula da Silva, foi criada em termos da Lei 10.847/04, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE). A EPE é uma empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), e tem como competência legal elaborar estudos e análises para subsidiar a formulação, o planejamento energético nacional e as execuções das ações do MME, no âmbito da política energética nacional. Com o novo modelo, o Ministério de Minas e Energia centralizou as decisões do setor, sendo responsável pela coordenação de planejamento energético nacional, pelos processos de outorgas de concessão e autorizações de empreendimentos de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional.

---

[10] O Relatório da Comissão de Análise do Sistema Hidrotérmico de Energia Elétrica, conhecido como Relatório Kelman, em homenagem ao seu coordenador, foi criado através do decreto presidencial de 22 de maio de 2001. O objetivo foi de avaliar em 60 dias, a política de produção energética e identificar as causas estruturais e conjunturais do desequilíbrio entre a demanda e a oferta de energia.

4.2 PLANO PREFERENCIAL ENERGÉTICO BRASILEIRO

Atualmente, o Planejamento do Setor Elétrico Brasileiro está sob a responsabilidade do Estado brasileiro, que tem a função de coordenar o planejamento energético através do Ministério de Minas e Energia. O MME tem a obrigação de buscar o equilíbrio entre oferta e demanda de energia elétrica no Brasil. O planejamento energético nacional é determinante para o setor público e indicativo para o setor privado.

O Plano Preferencial Energético brasileiro é composto por três documentos principais, desenvolvidos pelo MME, subsidiado por estudos elaborados pela EPE, e apresentados como: o Plano Nacional de Energia (PNE) e a Matriz Energética Nacional (MEN), que subsidiam a preparação de estratégias para o longo prazo (25 a 30 anos), além do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), para médio e curto prazo (10 anos).

O PNE 2030 é considerado pelo governo um marco na história do planejamento do setor brasileiro. Publicado em 2007, é um estudo pioneiro no Brasil, realizado no âmbito do governo federal, e que marca a retomada do MME no papel de planejador setorial no novo modelo institucional (BRASIL, 2007d). A Matriz Energética Nacional MEN 2030 fornece também uma série de indicadores derivados dos resultados projetados sobre a expansão da oferta e da demanda de energia no Brasil nos próximos 25 anos. O MEN 2030 e o PNE 2030 se complementam e se integram.

O PNE 2030, juntamente com o MEN 2030, fornecem subsídios para a definição de políticas energéticas no atendimento do crescimento da demanda, considerando perspectivas de evolução tecnológica, análise socioambiental e participação dos envolvidos e interessados, ações inéditas no planejamento brasileiro, através de divulgação pública desses estudos às entidades, agentes, organizados do setor elétrico, universidades, centros de pesquisa e outros interessados (EPE, 2012). Ressalta-se que o PNE 2030 é o primeiro documento que apresenta, de modo geral, a estratégia de eficiência energética no horizonte de longo prazo no Brasil.

O Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), por sua vez, é o principal instrumento de planejamento para o setor energético nacional, dando subsídios para o delineamento das estratégias de desenvolvimento a serem traçadas pelo Governo Federal no médio e no curto prazo. O PDE é apresentado anualmente pelo Ministério de Minas e Energia e é elaborado de acordo com as diretrizes do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), órgão responsável pelo assessoramento da Presidência da República, presidido pelo MME e com atribuições específicas sobre determinadas matérias. O CNPE representa a principal instância para a definição de políticas de longo prazo na área energética.

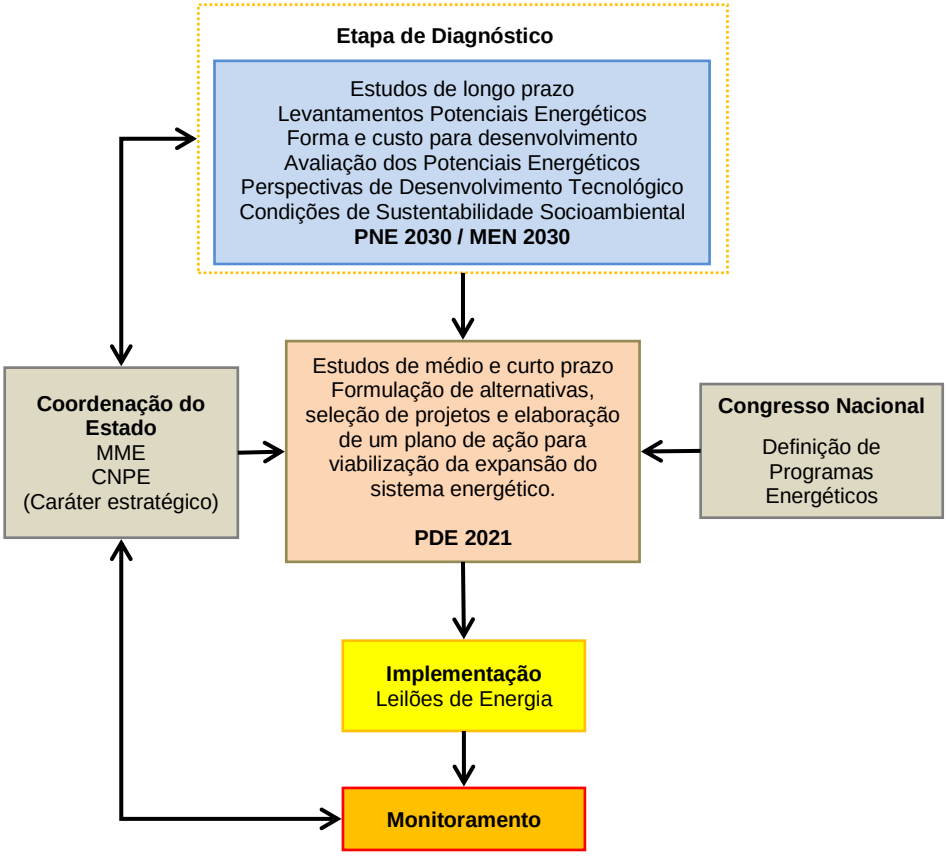


Figura 4.1 Ciclo de planejamento energético brasileiro

Fonte: Elaboração própria, baseada no PNE 2030 (BRASIL, 2007d).

Ou seja, o PNE 2030 e o MEN 2030 não definem como será realizada a implementação de ações no setor. Já o PDE indica quais projetos que deverão ser realizados nos anos subsequentes para o atendimento da demanda prevista no médio e no curto prazo (PORTAL BRASIL, 2012).

4.2.1 Síntese metodológica do PNE 2030[11]

Os estudos do Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) são formados por dezenas de notas técnicas, elaboradas pela EPE, que documentam as análises e pesquisas realizadas. Os estudos podem ser divididos em quatro grandes grupos: Módulo macroeconômico, Módulo de demanda, Módulo de oferta e Estudos finais. A figura 4.2 ilustra a estrutura da metodologia dos estudos do PNE 2030 (BRASIL, 2007d).

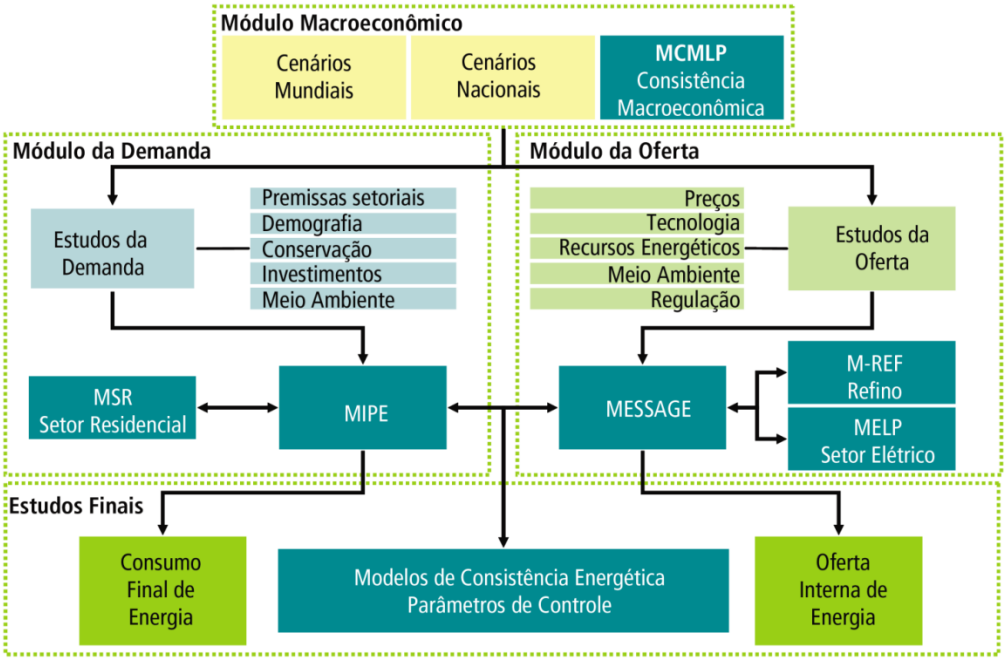


Figura 4.2 Estrutura da metodologia do PNE 2030

Fonte: Plano Nacional de Energia 2030 (BRASIL, 2007d).

Nesse relatório são formulados os cenários[12] de longo prazo para a economia mundial e nacional, e é analisada a consistência macroeconômica. São elaborados cenários exploratórios visando a prospecção de demandas e a oferta de energia. Para os cenários nacionais, são considerados em sua formulação as potencialidades e os obstáculos a serem superados pelo país, e assim elaborados com os cenários nacionais. Após a consolidação macroeconômica dos cenários, estes são avaliados

[11] Para a análise detalhada do PNE 2030, ver Apêndice J.

[12] Para definições de cenários, ver capítulo 6.6.1.

por especialistas, bem como são realizadas análises com referências disponíveis, para, então, ser selecionado um cenário macroeconômico como referência para o desenvolvimento dos demais estudos.

Para a demanda são estabelecidas premissas setoriais, demográficas e de conservação de energia. A partir da projeção do IBGE é realizada uma estratificação da população por regiões, taxa de urbanização e população por domicílio, conforme requerido nos estudos do PNE e adequando para o horizonte de planejamento pelo método tendencial.

O módulo da oferta é composto por estudos dos recursos energéticos, envolvendo aspectos relacionados a tecnologia, preços, meio ambiente, competitividade econômica das fontes e impactos de regulação. São analisados somente os cenários de preços do petróleo e do gás natural. Adota-se considerações da evolução dos preços pelo contexto político-econômico, principalmente na área de produção da OPEP, e projeta-se a variação de preços do petróleo para o ano de 2030. Os valores históricos são baseados no preço *Henry Hub*[13], nos Estados Unidos, sendo referenciados do mercado do Atlântico. O PNE 2030 avalia a disponibilidade e o potencial dos energéticos como fonte primárias: urânio e carvão mineral. Para o petróleo e gás natural, as referências utilizadas para quantificação de recursos são os estudos do *U.S Geological Survey*[14] (USGS).

Os recursos de oferta para eletricidade analisados compreendem as energias hidrelétrica, biomassa, eólica, resíduos sólidos urbanos, energia solar, outras fontes renováveis como energia das mares. O PNE 2030 identifica o potencial de novas tecnologias no horizonte 2030. Entre os recursos, estão: etanol por hidrólise, gaseificação da biomassa, célula a combustível, e utilização de hidrogênio entre outras (BRASIL, 2007d, p. 33).

---

[13] O *Henry Hub* é o centro de distribuição de gás natural nos EUA, pertencente à empresa *Sabine Pipe Line LLC*. O *Henry Hub* se interliga com nove gasodutos interestaduais e quatro intraestaduais. Devido à sua capacidade de interconexão e histórico de prestação de serviço de transporte, em 1989 foi selecionada pela *New York Mercantile Exchange* (NYMEX) como o mecanismo mundial de fixação de preços de contratos futuros de gás natural negociados no NYMEX (SABINE, 2012, tradução nossa).

[14] USGS é uma organização científica, do governo dos Estados Unidos, fundada em 1879, que provê informações sobre o ecossistema e meio ambiente, os recursos naturais, os desastres naturais e os impactos das mudanças do clima e do uso da terra.

No que se refere à interligação do sistema isolado da região norte no SIN, o plano não apresenta um estudo específico, baseando-se em informações do PDEE 2006/2015, e citando possibilidades alternativas do futuro desse sistema.

Nos aspectos socioambientais no setor energético, o documento aborda essencialmente o potencial hidrelétrico da região norte, com soluções principais e alternativas, como etanol, biodiesel, óleos vegetais, biomassa, nuclear, centrais eólicas e resíduos urbanos para a expansão da oferta energética. Discorre sobre as áreas de conservação e de terras indígenas definidas nos planos federal, estadual e municipal, e dos aumentos potenciais de custos de transações sobre esses projetos hidrelétricos, além de recomendar estudos de planejamento nessas áreas que minimizem ou mitiguem os impactos causados pelas hidrelétricas. O plano indica a expansão do parque termelétrico para complementar a expansão da oferta de eletricidade a partir de combustíveis fósseis, em particular, o gás natural e o carvão, que inevitavelmente aumentarão as emissões adicionais de gases de efeitos estufa. Quanto à geração de energia elétrica, a partir de fontes renováveis (biomassa de cana-de-açúcar, resíduos urbanos, centrais eólicas e pequenas centrais hidrelétricas), é considerado que os impactos socioambientais são pequenos. As análises socioambientais para o petróleo e derivados, gás natural, biomassa e urânio são qualitativas.

Para a expansão da oferta, é utilizado um modelo que determina uma trajetória da expansão de tal energia minimizando os custo da expansão e da operação ao considerá-los nas interligações dos subsistemas no período de tempo vigente. Devido à limitação do modelo, tanto para as usinas hidráulicas quanto térmicas, as energias críticas e médias não variam ao longo do período considerado. Segundo o plano, não há distorções relevantes devido à predominância da hidreletricidade ao parque nacional. Para o crescimento das fontes renováveis, citadas no documento como determinadas por fatores externos ao setor elétrico, foram considerados potenciais energéticos na expansão entre 2015 e 2030 para: PCH, centrais biomassa, resíduos urbanos e centrais eólicas.

Com o estabelecimento das proporções entre as usinas termelétricas, baseado nos ritmos de expansão das fontes do plano decenal, resulta uma tabela com os potenciais disponíveis, pelas ditas fontes, subsistemas, para a expansão da oferta de energia elétrica no período de 2015 a 2030. A consistência e a integração dos resultados dos estudos de oferta e demanda foi realizada pelo modelo *MESSAGE*[15], da Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA.

A eficiência energética é dividida em dois tipos: progresso autônomo e progresso induzido. O progresso autônomo é decorrente de melhoria tecnológica natural, substituição pelo fim da vida útil e alterações decorrentes de programas de eficiência já implantados e em uso no país. O progresso induzido se refere aos programas de conservação específicos e orientadas a um determinado setor de consumo, por políticas públicas. No PNE 2030, o progresso induzido foi considerado somente no consumo de energia elétrica. O PNE 2030 apresenta a evolução da eficiência energética por setor pelo progresso autônomo (% do consumo final) para os quatro cenários nos setores: agropecuário, comercial/público, transportes, industrial e residencial. O principal resultado do PNE 2030 é a definição da meta de conservação induzida do mercado de energia elétrica para 2030, dada em %. Com a meta definida para o setor elétrico, são propostas[16] estratégias até 2030. As considerações finais sobre a eficiência energética do PNE 2030, publicado em 2007, fazem menção a um futuro Plano Nacional de Eficiência Energética (atual PNEf[17]), em que estariam detalhadas as diretrizes da política de eficiência energética.

---

[15] *Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts (MESSAGE*) - O *MESSAGE* é projetado para formular e avaliar as estratégias de alternativas de fornecimento de energia em consonância com as restrições definidas pelo usuário sobre novos investimentos, as taxas de penetração de mercado para novas tecnologias, a disponibilidade de combustível e mercado, e as emissões ambientais. O princípio subjacente ao modelo é o aperfeiçoamento de uma função objetivo (por exemplo: menor custo, menor impacto ambiental, o máximo de autossuficiência), sob um conjunto de restrições. A espinha dorsal do *MESSAGE* é a descrição técnico-econômica do sistema de energia modelado. Isso inclui a definição das categorias de formas de energia consideradas (por exemplo: energia primária, energia final e energia útil), os combustíveis (matérias-primas) e tecnologias associadas realmente utilizadas (por exemplo: eletricidade, gasolina, etanol, carvão, aquecimento urbano), bem como serviços de energia (por exemplo: calor útil fornecido por tipo de energia / tecnologia) (IAEA, 2009, tradução nossa).

[16] Detalhadas no PNE 2030, (BRASIL. 2007d, p. 245-252).

[17] O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) foi publicado em 2011 e utiliza como base os planos PNE 2030 e o PDE 2019. As medidas de eficiência energéticas previstas no PNEf são baseadas nas metas propostas no PNE 2030 e PDE 2019 para o final do horizonte de

Os investimentos na expansão de oferta do petróleo e de seus derivados ficaram restritos ao setor de petróleo E&P (Exploração e Produção) e Refino. Na área de refino, em que 98% das instalações são controladas pela Petrobras, os investimentos já programados são apresentados no Plano de Negócios da 2007-2011 da empresa. Na cadeia de produção de eletricidade, por sua vez, os investimentos são divididos em três segmentos: geração, transmissão e distribuição. Na rede de transmissão foram baseados nas informações do Plano Decenal de Energia Elétrica 2006-2015 (PDEE 2006-2015) e estimados considerando a expansão da carga, para 2005-2030.

4.2.2 Síntese metodológica da MEN 2030[18]

A Matriz Energética Nacional 2030 (MEN 2030) compõe, como PNE 2030, os relatórios principais de planejamento de longo prazo do Brasil. A MEN 2030 apresenta a matriz energética para os anos de 2005, 2010, 2020 e 2030, e os principais indicadores derivados dos resultados projetados. São apresentadas comparações com outros países de recursos e reservas energéticas. Entre os recursos estão o potencial hidrelétrico (BRASIL, 2007c, p. 23), petróleo, pelo principal indicador R/P,[19] gás natural, carvão mineral e estrutura do parque de refino. Os cenários de preços diretores consideram as mesmas premissas adotadas no PNE 2030.

A MNE 2030 apresenta as prospectivas do consumo final energético por setores da economia em função do PIB (US$), por tep[20] e em %, no horizonte de planejamento.

---

planejamento. Através dessas metas, são elaboradas as projeções anuais de conservação de energia e propostas as linhas de ação.

[18] Para a análise detalhada do MEN 2030, ver Apêndice I.

[19] Relação entre reservas provadas e produção medida, em anos.

[20] Tonelada Equivalente de Petróleo. Unidade de energia. A tep é utilizada na comparação do poder calorífero de diferentes formas de energia com o petróleo. Uma tep corresponde à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão (ANEEL, 2008). Uma tonelada de petróleo equivale a 10^{10} calorias, 11,63 MWh ou 41,8 GJ, e têm base no poder calorífico dos combustíveis, podendo variar conforme a região e a época. Segundo critério da IEA, um tep no Brasil, no ano 2000 (tep brasileiro), equivalia a 1,02 tep de referência nos balanços internacionais (GOLDEMBERG; LUCON, 2008).

A partir desses dados, é realizada uma análise comparativa de indicadores para o cenários com as previsões de outros países. Como resultados, são apresentadas tabelas de projeção de consumo final de energia (em milhares de tep), Detalhamento do Consumo de Derivados de Petróleo (em mil m^3) e a Evolução da Participação das Fontes no Consumo Final de Energia (em %). O estudo também analisa a expansão da oferta de energia. Verifica-se que são adotadas as mesmas premissas e análises utilizadas no PNE 2030 para as fontes energéticas no capítulo de expansão da oferta de energia e da análise consolidada.

No tópico da análise socioambiental os indicadores de energia escolhidos são referências de relatórios da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) e o *New Zealand Energy Indicators* 2006, do Ministério de Desenvolvimento Econômico da Nova Zelândia. São analisadas a segurança energética no horizonte 2030 e a diversidade de fontes de energia na matriz.

Finalmente, no capítulo das políticas públicas governamentais para o setor energético são apresentadas recomendações de diretrizes políticas com relação à articulação entre as políticas energéticas, social, econômica e ambiental no Brasil. As recomendações na segurança energética de abastecimento, modicidade tarifária, participação das energias renováveis, incentivo à eficiência energética em produção, pesquisa e desenvolvimento, e a busca de utilização da tecnologia nacional. São realizadas análises de diretrizes políticas específicas para cada fonte energética (BRASIL, 2007c, p. 207).

4.2.3 Síntese metodológica do PDE 2021[21]

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (PDE 2021) considera uma integração de oferta e demanda de recursos energéticos no período de 2012 a 2021. Nas premissas básicas, são apresentadas definições e estratégias de médio prazo, além de elementos conjunturais macroeconômicos na determinação de projeções consistentes das variáveis de interesse ao longo do horizonte de planejamento.

---

[21] Para a análise detalhada do PDE 2021, ver Apêndice L.

Neste estudo, as análises estão divididas em cinco segmentos: Macroeconomia, Eficiência Energética, Demografia, Grandes Consumidores Industriais e Autoprodutores.

No cenário macroeconômico, são realizadas análises conjunturais das economias e acontecimentos dos países em geral, de suas influências no mercado mundial e no mercado interno. Inclui nos estudos a análise das atividades internas do país, como consumo de bens, análise de mercado, fluxo de capitais externos, etc (EPE, 2010).

Os estudos de eficiência energética está baseada nos rendimentos energéticos dos dados do relatório Balanço Energético Útil (BEU), do MME, e representa uma redução no requisito de geração. Neste plano, foram considerados os montantes de energia conservada predominantes do aumento de eficiência de equipamentos, reposição tecnológica fim da vida útil e efeitos de ações de conservação já existentes. Foram avaliados o setor industrial, transportes, residencial e comercial.

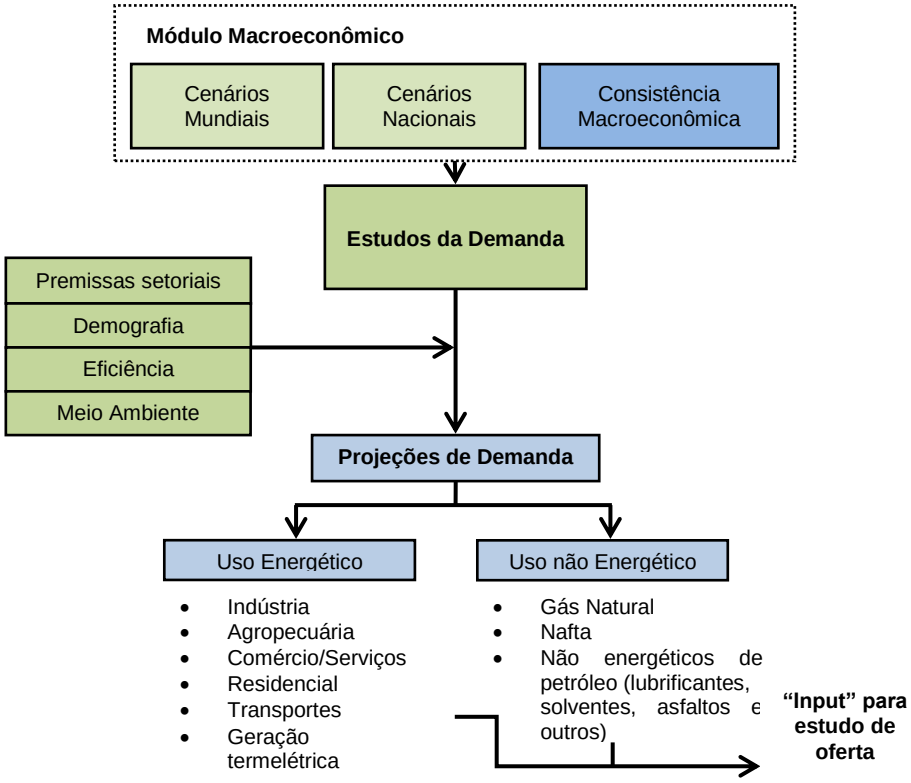


Figura 4.3 Processo de projeção de demanda energética do PDE 2021

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (EPE, 2012).

As projeções da evolução sociodemográficas são baseadas em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para a avaliação do consumo específico médio do setor industrial, são utilizados dados de séries históricas do Balanço Energético Nacional (BEN), agentes setoriais e associações de classe. Segundo a Nota Técnica DEA 16/11 – EPE (EPE, 2011).

No planejamento de expansão da demanda, é dada importância às informações de distribuição espacial de consumo, devido às limitações do intercâmbio de energia possível (Sistema Integrado Nacional). Isso porque, na realização das projeções de autoprodução, ocorrem considerações sobre os empreendimentos já aprovados dentro do horizonte de planejamento e de premissas gerais que possibilitem projetar a evolução de autoprodução.

A expansão do setor elétrico no período decenal incorpora os empreendimentos resultantes de leilões de energia realizados até 2011. Dessa forma, com esses empreendimentos (A-3 e A-5), a expansão até 2016 fica praticamente definida, sendo, portanto, o segundo quinquênio o objetivo de estudo do plano. É considerado no plano o estudo de expansão somente do sistema do SIN e dos sistemas isolados, que serão incorporados no horizonte de planejamento. A expansão dos sistemas isolados e não previstos a serem interligados ao SIN é feita de acordo com o decreto 7.246/2010, que determina a realização das licitações para o atendimento ao mercado dessas regiões (EPE, 2012).

O balanço energético é apresentado por região e por tipo de fonte, de forma a demonstrar as necessidades de importação ou os potenciais de exportação de energia. As simulações energéticas foram realizadas com o modelo *NEWAVE*[22], considerando 2000 cenários hidrológicos. Fazem parte do estudo as análises de custo marginais de operação e riscos de déficit, e uma análise de atendimento de demanda máxima do sistema realizado por meio de um balanço de potência e a apresentação da estimativa de investimentos para a expansão da geração no período decenal das fontes indicadas.

---

[22] Modelo Estratégico de Geração Hidrotérmica a Subsistemas Equivalentes. Programa Computacional, desenvolvido pelo CEPEL, aplicado à operação interligada de subsistemas hidrotérmicos.

A expansão da rede básica de transmissão (tensão igual ou superior a 230 kV) visa permitir que agentes de mercado tenham acesso à rede, possibilitando um ambiente adequado para a competição na geração e na comercialização de energia elétrica no sistema interligado, SIN (EPE, 2012). São realizados estudos em diferentes cenários de despacho de geração, de patamares de carga, através de simulações de fluxo de potência para avaliar o desempenho da rede em regime permanente. Foram contemplados neste estudo os empreendimentos recomendados nos Estudos Especiais de Transmissão, os empreendimentos consolidados no Programa de Expansão da Transmissão (PET), as atualizações das redes de distribuição geradas pelas distribuidoras de energia em suas áreas de atuação, e, principalmente, as ampliações das interligações decorrentes da integração de usinas de grande porte no sistema no final do período decenal.

São, também, realizadas estimativas de produção de petróleo e gás natural, derivados de petróleo e biocombustíveis e, analisadas as respectivas projeções de preços no cenário mundial e investimentos ao longo do período.

No quesito análise socioambiental, a metodologia utilizada para a análise é aplicada em duas partes: a primeira, com a avaliação quali-quantitativa de cada fonte energética e seus respectivos impactos sobre o meio natural e a sociedade, e, posteriormente, numa segunda parte, uma análise integrada, de caráter qualitativo, com o objetivo de verificar interferências de cada fonte sobre as sensibilidades do meio natural e a sociedade de cada região brasileira (figura 4.4).

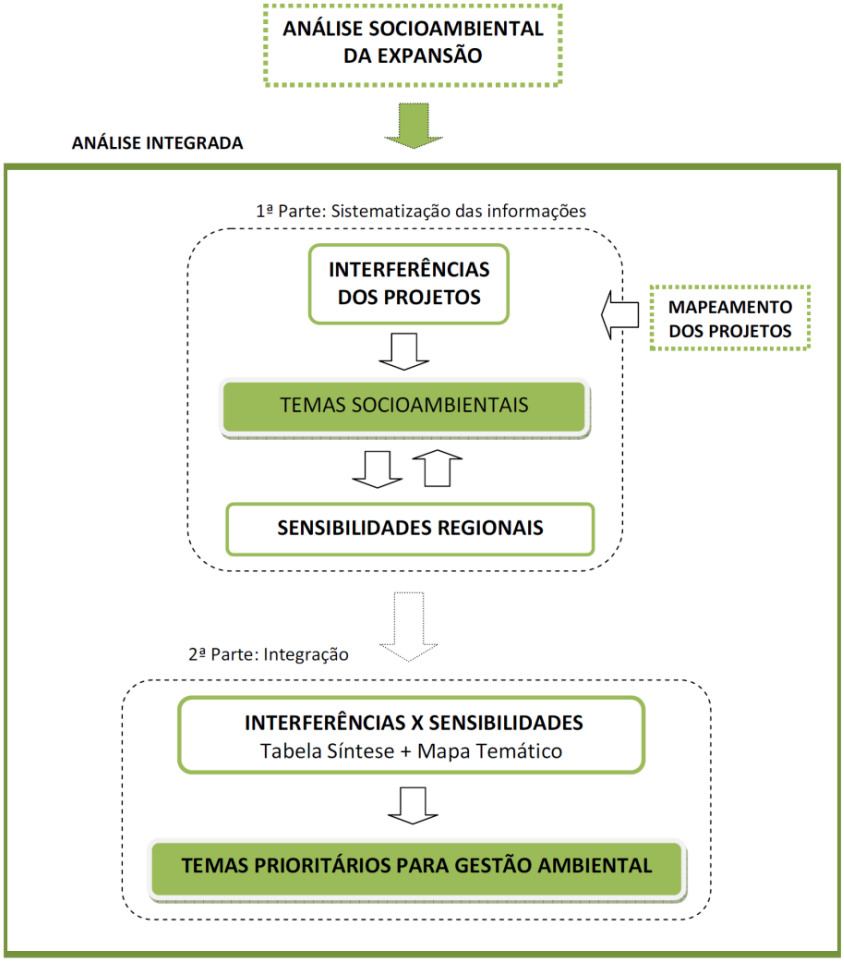


Figura 4.4 Metodologia da análise socioambiental integrada do PDE 2021

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (EPE, 2012)

As seguintes fontes energéticas foram analisadas: Geração hidrelétrica, energia eólica, bioeletricidade e PCH, transmissão de energia elétrica, produção de petróleo e gás natural, etanol e biodiesel.

Os indicadores, chamados de Temas Socioambientais, foram definidos para o tratamento das interferências dos projetos e sensibilidades regionais: recursos hídricos, biodiversidade aquática, vegetação nativa, áreas protegidas, paisagem, qualidade do ar, populações indígenas, organização territorial e questão fundiária. Como resultado, é fornecida uma matriz de informações sintetizadas da área integrada de interferências de projetos, indicando os temas que devem ser observados quando da elaboração de estudos e projetos em cada região.

Tabela 4.1 Matriz síntese da análise de possíveis impactos socioambiental integrada

Regiões? Projetos?	NORTE	NORDESTE	SUL	SUDESTE	CENTRO-OESTE
UHE	Biodiversidade aquática Vegetação nativa Áreas protegidas Populações Indígenas Organização territorial	Organização territorial Biodiversidade aquática	Biodiversidade aquática Organização territorial	Biodiversidade aquática Vegetação nativa Organização territorial Populações Indígenas	Biodiversidade aquática Vegetação nativa Áreas protegidas Populações Indígenas Organização territorial
Petróleo	Biodiversidade aquática	Biodiversidade aquática Paisagem	Não há projetos planejados	Biodiversidade aquática	Não há interferência sobre as sensibilidades
Gás (gasoduto)	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Vegetação nativa Organização territorial	Não há projetos planejados
Etanol	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Recursos hídricos Vegetação nativa Qualidade do ar	Vegetação nativa Qualidade do ar
Transmissão	Populações Indígenas	Não há interferência sobre as sensibilidades	Não há interferência sobre as sensibilidades	Vegetação nativa Organização territorial	Não há interferência sobre as sensibilidades
UTE (nuclear)	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Organização territorial	Não há projetos planejados
Bioeletricidade	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Qualidade do ar	Qualidade do ar
UTE (fóssil)	Não há projetos planejados	Não há interferência sobre as sensibilidades	Não há interferência sobre as sensibilidades	Qualidade do ar	Não há projetos planejados
Eólica	Não há projetos planejados	Áreas protegidas Paisagem Questão fundiária	Áreas Protegidas	Não há interferência sobre as sensibilidades	Não há projetos planejados
PCH	Biodiversidade aquática Populações Indígenas	Não há interferência sobre as sensibilidades	Biodiversidade aquática	Biodiversidade aquática	Biodiversidade aquática Populações Indígenas

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (EPE, 2012).

Com isso, o PDE 2021 apresenta uma consolidação dos dados referentes ao período decenal de evolução de alguns parâmetros macroeconômicos, como consumo final energético, oferta interna de energia, capacidade instalada de geração elétrica no sistema interligado nacional, transmissão de energia elétrica e transporte de gás natural. Apresenta também uma síntese das estimativas de investimento e a projeção da matriz energética nacional visualizada para o final do período decenal.

4.3 OBSERVAÇÕES SOBRE O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO BRASILEIRO

Verifica-se que o plano energético brasileiro é baseado em diversos estudos técnicos da EPE. No entanto, o modelo de expansão de oferta é ainda voltado a hidrelétricas e termelétricas pelo critério de custo mínimo de investimento, sendo excluídos do horizonte decenal as fontes solares. Essas recomendações estratégicas no Plano Nacional, e, consequentemente, no Decenal, de considerações à expansão de oferta por hidrelétricas na Região Norte e quase a totalidade do potencial aproveitável das termelétricas (nuclear, gás natural e carvão) até 2030 e de fontes renováveis não hidráulicas (biomassa de cana, óleos vegetais, centrais eólicas e resíduos urbanos) (BRASIL, 2007d, p. 31 a 35) não consideram uma avaliação mais específica das interferências nas dimensões social, ambiental, técnico-econômica e política dos recursos energéticos.

O Planejamento Integrado de Recursos abordado no PNE 2030 considera como integração o estudo da competição entre os recursos energéticos em seus usos finais (BRASIL, 2007d, p. 23), diferentemente do termo utilizado para a integração entre oferta e demanda energética, amplamente difundido nos planejamentos energéticos. Outra definição que diverge do termo tradicionalmente conhecido é a utilização do termo integração energética com referência à coordenação das etapas de desenvolvimento dos estudos, que é atribuída ao Estado (BRASIL, 2007d, p. 21).

Na eficiência energética, considera-se somente aumento de rendimento de equipamentos por evolução tecnológica; não houve indicação de criação de programas e políticas de eficiência energética, ou desenvolvimento de instrumentos políticos para maior exploração do setor.

A contribuição da participação pública é limitada, o PNE 2030 conduziu, em sua elaboração, a participação pública, para contribuições através de seminários, consultas públicas e apresentações. Entretanto, o destaque enfatizado para a elaboração do plano em menos de um ano e a consideração de que somente os resultados da consulta foram incorporados “quando aplicáveis”, torna o processo menos transparente (BRASIL, 2007d, p. 25).

5 ESTADO DA ARTE DO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS

5.1 HISTÓRIA DO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS

Até os anos 70, o planejamento do setor elétrico nos EUA era simples. A demanda aumentava a taxas constantes, o desenvolvimento das tecnologias reduzia os custos de produção e o preço da eletricidade era decrescente (HIRST, 1992). Com a crise do petróleo nesta década, e com as elevações de custos das plantas nucleares, o setor foi abalado, acarretando falências de várias concessionárias de energia na época. Essas crises, dos anos 70 e 80, e a conscientização com impactos ambientais[23] na década de 80, impulsionaram as concessionárias de energia e os consumidores a examinar a demanda e o uso da eletricidade, a seleção de recursos e os riscos em seu fornecimento (SYNAPSE, 2011).

Em 1992, o governo federal dos EUA definiu o Planejamento Integrado de Recursos (do inglês, *Integrated Resource Planning*), na Lei de Política Energética, como o processo de planejamento e seleção de novos recursos que avalia uma gama ampla de alternativas, incluindo geração nova, compra de energia, conservação e eficiência energética, cogeração, aplicações de aquecimento e refrigeração, e energias renováveis. O objetivo é prover um serviço adequado e confiável para os clientes, com o menor custo do sistema. O processo deve levar em conta as características necessárias para a operação deste, a capacidade de verificar as economias obtidas por meio de conservação e eficiência energéticas, e a durabilidade dessas economias medidas ao longo do tempo. Deve, também, tratar os recursos de oferta e demanda de forma consistente e integrada (EUA, 2013).

Atualmente, 40 estados americanos exigem a aplicação do PIR nas concessionárias de eletricidade (ARIZONA CORPORATION COMISSION, 2012).

---

[23] Atualmente, 40 estados americanos exigem a aplicação do PIR nas concessionárias de eletricidade (ARIZONA CORPORATION COMISSION, 2012).

5.2 PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS NO MUNDO

O conceito amplamente difundido do Planejamento Integrado de Recursos[24] aborda os recursos do lado da oferta e da demanda para atendimento à necessidade energética, minimizando custos resultantes para a empresa e para a sociedade (D'SA, 2005). Esse conceito, com algumas variações, é aplicado em nível federal na África do Sul e na Tailândia, pelas suas respectivas concessionárias de energia elétrica (Eskom e EGAT), em nível estadual nos EUA, pelas concessionárias de eletricidade, e na Índia, com o envolvimento dos governos federal e estadual. Alguns países europeus, com relatos do Planejamento Integrado de Recursos no passado, como Dinamarca (1995), Portugal (1995) e Luxemburgo (2006), tiveram suas diretrizes baseadas no Planejamento Integrado de Recursos, substituídas por aplicações de medidas de gerenciamento do lado da demanda, ou as implementações não se tornaram evidentes (D'SA, 2011).

5.3 PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS NO BRASIL

O Brasil não tem diretrizes que obriguem a aplicação do Planejamento Integrado de Recursos. O Plano Nacional de Energia apresenta alguns elementos isolados do Planejamento Integrado, como a consideração de programas de gerenciamento do lado da demanda e de eficiência energéticas no plano de expansão da geração de longo prazo. No entanto, experiências do Planejamento Integrado de Recursos, de fato, no Brasil, consistem em pesquisas acadêmicas, trabalhos de institutos de pesquisa e estudos de aplicação (BAITELO, 2011). Cabe mencionar a colaboração da *Ontario Hydro*[25] (Canadá) no único estudo realizado por uma concessionária de energia, a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), finalizado em 1995, e não disponibilizada publicamente (ressalta-se que a transparência e a contribuição de envolvidos e interessados são as bases do Planejamento Integrado de Recursos) (UDAETA, 1997).

---

[24] Para a descrição do *Integrated Resource Planning* e a análise do emprego da metodologia em várias parte do mundo, ver D'Sa (2011).

[25] Em 1999, a *Ontario Hydro* foi reestruturada, sendo dividida em três empresas: *Ontario Power Generation*, *The Ontario Hydro Services Company (atualmente Hydro One) e* o *Independent Market Operator* (HYDRO ONE, 2013).

5.4 PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS NO GEPEA-USP

Diversos conceitos de Planejamento Integrado de Recursos existem, com variações em diferentes partes do mundo. Hu et al. (2010) apresenta um modelo de pesquisa para um setor elétrico descentralizado, chamado de Planejamento Estratégico Integrado de Recursos. A HECO, concessionária do estado americano do Havaí, possui o seu próprio conceito (HECO, 2008a; EUCI, 2013), baseado nos princípios da lei americana.

A metodologia de planejamento energético desenvolvida no ambiente do Grupo de Energia do Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (GEPEA-USP[26]) baseia-se na fundamentação teórica proposta por Udaeta (1997) em sua tese de doutorado. O PIR, especificamente para o setor elétrico, desenvolvido no GEPEA-USP, traz os princípios do *Integrated Resource Planning,* mas incorpora instrumentos que permitem as empresas, a sociedade, os especialistas e os governos compararem efetivamente o custo de todos os recursos alternativos, de oferta e demanda, considerando as características financeiras, ambientais, de confiabilidade e segurança energética. O desenvolvimento das metodologias dos módulos do PIR são resultados de pesquisas contínuas do grupo desde o período de 1996 até o presente.

A meta do Planejamento Integrado de Recursos Energéticos é fornecer aos planejadores instrumentos de planejamento energético visando a sustentabilidade do desenvolvimento, em seu sentido amplo. O PIR considera pesos de importâncias equivalentes nas dimensões: ambiental, político, social e técnico-econômico. O envolvimento e a participação de entidades interessadas no processo contribuem para o controle das consequências inconvenientes e a atenuação dos efeitos negativos de grandes empreendimentos junto à percepção da sociedade e mesmo para os investidores, na viabilidade de um projeto. A filosofia apresentada não busca o mínimo custo referido momentaneamente, mas em uma série de decisões e combinações, distribuídas ao longo do horizonte de planejamento.

---

[26] Os trabalhos de pesquisa no campo do PIR são realizados pelo GEPEA-USP desde 1996. Para acesso aos trabalhos, ver: *seeds.usp.br*.

6 ARQUITETURA DO PLANO PREFERENCIAL INTEGRADO DE RECURSOS

O Plano Preferencial Integrado de Recursos é o principal resultado do Planejamento Integrado de Recursos Energéticos (PIR), ambos desenvolvidos pelo GEPEA-USP. O Plano Preferencial apresenta o conjunto de recursos energéticos com os mínimos custos nas dimensões consideradas (ambiental, político, social e técnico-econômico), distribuídos ao longo do tempo e da geografia. O processo do PIR possibilita a troca de experiências com a participação organizada dos envolvidos e interessados, o alinhamento de expectativas, a potencialização de recursos energéticos de acordo com as características locais, e identifica políticas energéticas ou regulatórias para a viabilidade da integridade do planejamento.

A complexidade inerente ao planejamento elétrico por conta de análises multicritério fica evidente no desenvolvimento das etapas do PIR. A eficiência nos processos de obtenção dos dados coletados, nos valores computados, a metodologia utilizada e os refinamentos das decisões internas de cada etapa de um planejamento, influencia a garantia da coesão final de qualquer plano de longo prazo.

Nesse contexto, a modelagem da Arquitetura do Plano Preferencial Integrado de Recursos Energéticos para o setor elétrico visa apresentar, de forma estruturada, o conjunto de módulos que formam o Planejamento Integrado de Recursos, no conceito do GEPEA-USP, e suas respectivas interfaces. Com isso, gera-se a possibilidade de aprimoramento permanente desse modelo de planejamento energético, localizando os pontos de restrições das premissas adotadas, a consistência de cada módulo do modelo, e a visualização dos pontos a serem aperfeiçoados para que se permita a coesão do plano.

Com a definição da modelagem do Plano Preferencial, surge uma ferramenta aberta e flexível que propicia a aplicação em caráter descentralizado regionalmente. Pode ser articulada com demais regiões de estudo e subsidiar pesquisas em nível nacional, dentro da mesma base de informações e metodologias. Este plano pode servir de base para alterações de trajetórias de planejamento e decisões de setores, em consonância com o melhor aproveitamento energético, social, ambiental e político.

6.1 ESTRUTURA DO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS

O Planejamento Integrado de Recursos para o Setor Elétrico possui quatro fases de desenvolvimento: levantamento de informações prévias; ranqueamento dos recursos energéticos; integração dos recursos energéticos; e o plano preferencial de recursos energéticos. Os componentes básicos do Planejamento Integrado de Recursos a serem considerados na elaboração do plano são apresentados na figura 6.1.

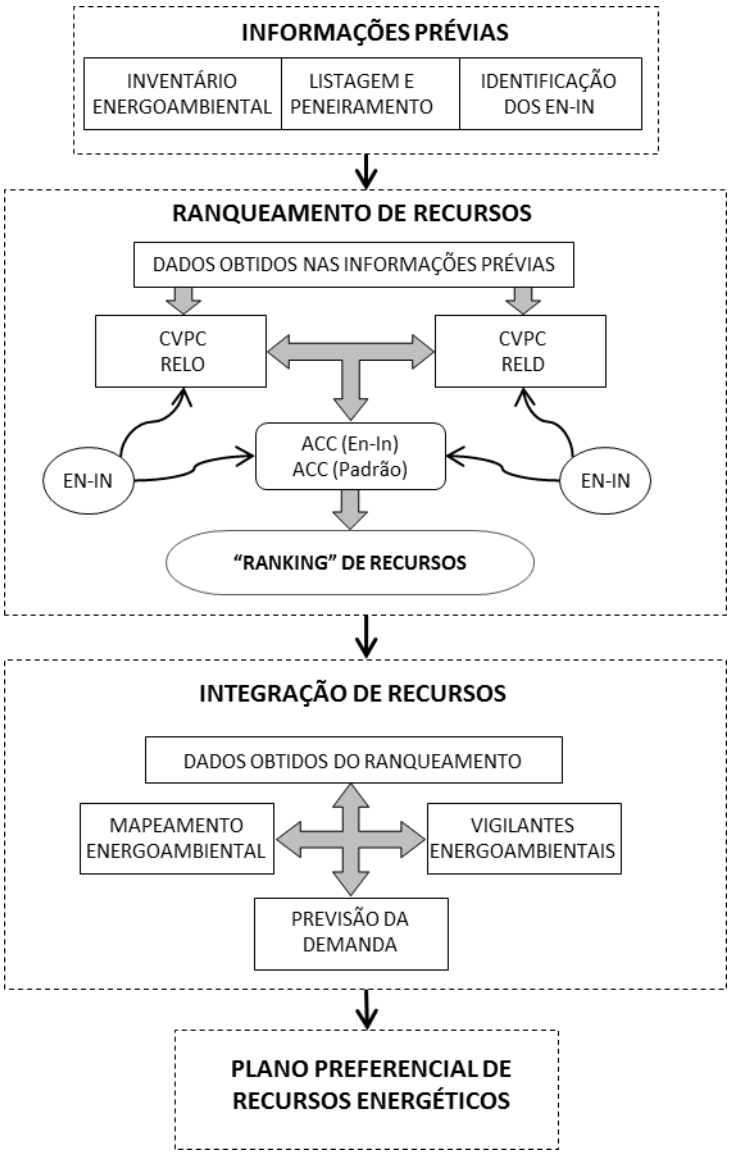


Figura 6.1 Figura esquemática do processo de PIR

Fonte: Elaboração própria, baseada em Udaeta, 2010g.

6.1.1 Levantamento de Informações Prévias

Nesta primeira fase, são realizados levantamentos de dados da região de estudo que contemplam as características ambientais, sociais, políticas e energéticas, o *Inventário Energoambiental*. Os recursos energéticos, tanto do lado da oferta quanto do da demanda, são realizados na etapa de *Listagem e Peneiramento de Recursos,* de acordo com a disponibilidade tecnológica e com as características compatíveis com a região de estudo, respectivamente. São identificados, nesta fase, todos os atores envolvidos e interessados no planejamento energético, denominados no PIR de *En-In*.

6.1.2 Ranqueamento dos Recursos Energéticos

Nesta segunda fase, os recursos energéticos são caracterizados e avaliados em seus potenciais nas quatro dimensões do PIR, no processo denominado Cômputo e Valoração do Potencial Completo de Recursos Energéticos (CVPC). Na sequência, cada recurso energético, com suas caracterizações nas quatro dimensões, será avaliado entre eles (par a par), e a valoração, sintetizadas em uma única nota, em um processo denominado Análise de Custos Completos, obtendo-se finalmente o Ranqueamento dos Recursos Energéticos, com a participação essencial dos *En-In*.

6.1.3 Integração de Recursos Energéticos

A terceira fase é composta por estudos de previsão de demanda de eletricidade, mapeamento energoambiental e metodologia de integração de recursos. Baseado no inventário energoambiental, o mapeamento energoambiental tem como objetivo a identificação dos principais índices de qualidade e sustentabilidade ambiental do momento de realização do processo de Integração dos Recursos Energéticos, com o objetivo de monitoração e/ou restrição de recursos com maiores potenciais de impactos em alguma dimensão do PIR. Para o desenvolvimento da etapa de integração dos recursos, é utilizado o *ranking* de recursos obtido na fase anterior, assim como a previsão de demanda e o mapeamento energoambiental, sendo esses

os componentes principais para a distribuição dos recursos energéticos ao longo do horizonte de planejamento.

6.1.4 O Plano Preferencial de Recursos

O Plano Preferencial Integrado de Recursos é formalizado em um relatório com o conjunto de recursos energéticos distribuídos sistematicamente ao longo do tempo. Esse documento estratégico, de longo prazo, tem o objetivo de subsidiar a elaboração de planos de curto prazo e de processos licitatórios, servir de base para análises e pesquisas e contribuir para pareceres que vise alteração de estratégias dos setores energéticos, consistentes com o menor custo completo nas quatro dimensões consideradas no PIR. Nesse documento, são apresentados os cenários macroeconômicos, as premissas, as considerações adotadas na previsão de demanda de eletricidade e as recomendações de aplicação de recursos energéticos no tempo e na região.

As sínteses metodológicas de cada etapa do PIR são utilizadas para esse modelo e estão descritas nos próximos capítulos.

6.2 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRÉVIAS

O objetivo do levantamento de informações prévias é a composição de uma base de informações que subsidiará as etapas posteriores do PIR. A aquisição de informações é organizada em três partes:

- inventário energoambiental;
- listagem e peneiramento de recursos;
- identificação dos *En-In*.

6.2.1 Inventário Energoambiental

A elaboração do inventário energoambiental é baseada na metodologia desenvolvida por Kanayama (2007, p. 57) para a inserção de mecanismos de desenvolvimento limpo no Planejamento Integrado de Recursos. Nessa metodologia, o inventário energoambiental foi subdividido em quatro meios: aéreo, antrópico[27], aquático e terrestre.

O inventário energoambiental é uma base de dados que caracteriza detalhadamente a região de estudo: vocações naturais, necessidades, limitações, vulnerabilidades e facilidades na aplicação de recursos energéticos. Possibilita ao planejador ter uma visão sistêmica de uma região com informações relevantes sobre fluxo energético, resíduos e troca de insumos.

Para a elaboração do inventário, são utilizadas diversas fontes de dados: relatórios de institutos de pesquisas, informações de órgãos públicos e privados e visitas à região em análise. Devido à sua importância no ciclo de planejamento energético, deve ser constantemente atualizado.

A seguir, observam-se as descrições das subdivisões do inventário e as variáveis a serem mapeadas no inventário de uma região.

---

[27] É o meio influenciado diretamente pela ação humana.

6.2.1.1 O meio aéreo

São pesquisadas as variáveis que caracterizam o meio aéreo e que servem de indicadores da qualidade do ar, como poluentes[28] e gases de efeito estufa da região de estudo. No meio aéreo, há o conceito de Bacia Aérea, que é uma área delimitada por uma cota mínima que dificulta a dispersão de poluentes e que são consideradas unidades de gerenciamento de qualidade do ar (KANAYAMA, 2007, p. 68).

Tabela 6.1 Indicadores do Meio Aéreo

MEIO AÉREO	
Gases de Efeito Estufa	Dióxido de Carbono (CO_2)
	Metano (CH_4)
	Óxido Nitroso (N_2O)
	Hidrofluorcarboneto (HFC)
	Perfluorcarbonetos (PFC)
	Hexafluoreto de Enxofre (SF6)
Gases Camada de Ozônio	Clorofluorcarbono (CFC)
Poluentes	Material Particulado (MP)
	Dióxido de Enxofre (SO_2)
	Monóxido de Carbono (CO)
	Dióxido de Nitrogênio (NO_2)

Fonte: Elaboração própria, baseada em Kanayama (2007) e Udaeta et al. (2010f).

a) Gases de Efeito Estufa

Os gases de efeito estufa ocorrem naturalmente na natureza, mas o aumento da sua concentração, nos últimos 250 anos, deve-se principalmente às atividades humanas. Outros gases de efeito estufa são inteiramente provenientes de atividades antrópicas. O efeito de cada um destes na causa das mudanças climáticas sobre um determinado período de tempo é determinado pela variação em sua concentração na atmosfera e no período de tempo que o gás interfere no balanço radioativo (IPCC, 2007).

[28] É considerada poluente atmosférico qualquer substância presente no ar que, devido à sua concentração, pode torná-lo nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem estar público, causar danos materiais a fauna, flora ou ser prejudicial à segurança, ao uso e ao gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade. (CETESB, 2013d).

Os gases dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) são gases de efeito estufa de vida longa na atmosfera, pois são quimicamente estáveis e persistem de décadas a séculos. Suas emissões têm grande influência em longo prazo no clima (IPCC, 2007).

Segundo o Protocolo de Quioto[29] (KYOTO PROTOCOL, 2008), seis gases de efeito estufa gerados por atividades antrópicas fazem parte dos que devem ter suas emissões reduzidas: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorcarboneto (HFC), perfluorcarbonetos (PFC), hexafluoreto de enxofre (SF6).

No modelo do PIR, as emissões dos seguintes gases são inventariadas:

Dióxido de carbono (CO_2): As principais fontes de emissões antropogênicas de CO_2 na atmosfera decorrem do uso de combustíveis fósseis, dos efeitos de mudanças do uso da terra, fabricação de cimento e outros bens de consumo. O CO_2 é utilizado como referência de potencial de impacto climático nas emissões de diferentes gases de efeito estufa de vida longa (IPCC, 2007, p. 25).

Metano (CH_4): As principais fontes de produção pelas atividades antrópicas são pela decomposição da matéria orgânica, por animais ruminantes, plantações de arroz submerso, vegetações alagadas e queima de biomassa. Informações recentes mostram estabilidade no incremento da concentração de CH_4 atmosféricas mundial. Seu potencial de aquecimento é 21 vezes maior que o CO_2 no horizonte de 100 anos (IPCC, 2007, p. 212).

Óxido nitroso (N_2O): A geração de óxido nitroso por ações humanas está relacionada principalmente a atividades agrícolas e a mudanças no uso da terra. As

---

[29] O Brasil assumiu como compromisso de redução voluntária de emissões de gases de efeito estufa em 2010, com a meta de redução de 36,1% a 38,9% nas emissões projetadas para 2020. Essas metas voluntárias foram incluídas na Política Nacional sobre Mudança do Clima. Sob essa legislação, os governos federal, estaduais e municipais estão autorizados a implementar ações de mitigação e adaptação. O Plano Nacional sobre Mudança do Clima é revisado e atualizado a cada quatro anos, e tem o apoio do Fundo Nacional para Mudanças Climáticas, o Fundo da Amazônia e outras fontes orçamentárias nacionais (BRASIL, 2013c).

estimativas atuais são que 40% das emissões de N_2O sejam provenientes de atividades antrópicas. Seu potencial de aquecimento é 310 vezes maior que o CO_2 no horizonte de 100 anos (IPCC, 2007, p. 212).

Hidrofluorcarboneto (HFC): Gases industriais. O HFC-134a é um gás refrigerante utilizado em aparelhos de ar condicionado, e apresenta um crescimento de emissão em resposta à substituição de alguns refrigerantes CFC. Os HFC têm um ciclo de vida de 1,4 a 270 anos. (IPCC, 2007, p. 144). Seu potencial de aquecimento é 1.300 vezes maior que o CO_2 no horizonte de 100 anos (IPCC, 2007, p. 212).

Perfluorcarbonetos (PFC): Os PFC são produzidos como subprodutos da produção de alumínio e de outras atividades. Apresentam ciclo de vida de 1.000 a 50.000 anos. (IPCC, 2007, p 145). Seu potencial de aquecimento é de 6.500 a 13.200 vezes maior que o CO_2 no horizonte de 100 anos (IPCC, 2007, p. 213).

Hexafluoreto de enxofre (SF6): São utilizados como isolante elétrico em equipamentos de alta tensão, e em estudos atmosféricos e oceânicos. Apresentam um longo ciclo de vida. (IPCC, 2007, p. 145). Seu potencial de aquecimento é de 16.300 vezes maior que o CO_2 no horizonte de 100 anos (IPCC, 2007, p. 212).

b) Gases Degradantes da Camada de Ozônio

A camada de ozônio envolve a Terra em altitudes de 15 a 50 km, responsável pela absorção de grande parte da radiação ultravioleta que chega à superfície. Os clorofluorcarbonos (CFC) são gases que destroem tal camada, aumentando a incidência dos raios prejudiciais à saúde, podendo causar doenças de pele como câncer, prejudicar o clima, a biodiversidade e a agricultura (BRASIL, 2013d).

Clorofluorcarbono[30] (CFC): Os clorofluorcarbonos são substâncias artificiais que foram utilizados em sistemas de refrigeração e ar condicionado, espumas, aerossóis

[30] Com a portaria 534/1988 do Ministério da Saúde, foram proibidas a fabricação e a comercialização de produtos cosméticos, higiene, uso sanitário e perfumes em forma de aerossóis que contivessem CFC (CETESB, 2013e). Dois anos depois, o Brasil aderiu à Convenção de Viena e ao Protocolo de

e extintores de incêndio. Atualmente os únicos produtos são os inaladores para asma (BRASIL, 2013d). Com vida útil de 45 a 100 anos, os CFCs estão apresentando uma estabilidade e uma redução de concentração da superfície do planeta como resultado do Protocolo de Montreal sobre substâncias que depreciam a camada de ozônio (IPCC, 2007, p. 512).

c) Poluentes Atmosféricos

Os poluentes são partículas constituídas de poeiras, fumaças, partículas líquidas ou sólidas suspensas na atmosfera.

No modelo do PIR, as emissões dos seguintes poluentes são inventariados:

Material particulado[31] (MP): Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2013f), o material particulado pode ser classificado em: Partículas Totais em Suspensão (PTS), cujo diâmetro é menor que 50 µm; Partículas Inaláveis (MP_{10}), cujo diâmetro é menor que 10 µm; e Fumaça, que tem como método de medição a medida de refletância da luz que incide na poeira.

Dióxido de enxofre (SO2): O dióxido de carbono é encontrado nas grandes cidades como produto da queima de combustíveis fósseis que contém enxofre (óleo diesel,

---

Montreal através do decreto 99.280/06/06/1990, comprometendo-se a eliminar completamente os gases CFC até 2010, entre outras medidas. Todas as alterações do Protocolo de Montreal a partir das reuniões em Londres (1990), Copenhagen (1992), Montreal (1997) e Beijing (1999) foram ratificadas pelo Brasil. A resolução 267/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente proibiu a utilização de CFCs em novos produtos (exceto, até 2010, de medicamentos para problemas respiratórios) (BRASIL, 2013d). O estado de São Paulo possui o Programa de Prevenção à Destruição da Camada de Ozônio no Estado de São Paulo (PROZONESP), criado pela Secretaria do Meio Ambiente e pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, para proteção de camada de ozônio e apoio ao governo federal (CETESB, 2013e).

[31] O Conselho Nacional de Meio Ambiente, órgão vinculado ao Ministério de Meio Ambiente, estabelece, mediante proposta do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), normas e padrões nacionais para licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pala União, estados, distrito federal e municípios. Estabelece também o controle da poluição causada por veículos automotores, aeronaves e embarcações (BRASIL, 2013a). Os padrões de qualidade do ar são estabelecidos pela resolução CONAMA n°03/90. Entre os parâmetros regulamentados estão as partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio (BRASIL, 2013b).

óleo combustível e gasolina). O dióxido de enxofre é um dos principais formadores de chuva ácida (CETESB, 2013f).

Monóxido de carbono (CO): Altas concentrações são encontradas nas grandes cidades, decorrentes da queima de combustíveis por veículos automotores.

Dióxido de nitrogênio (NO_2): Formado pela reação do monóxido de nitrogênio com a luz solar. Dependendo da concentração, é prejudicial à saúde (CETESB, 2013f).

6.2.1.2 O meio antrópico

É a partir do estudo e da caracterização do meio antrópico que políticas públicas, processos decisórios de iniciativas privadas ou governamentais podem ser tomadas.

Tabela 6.2 Indicadores do Meio Antrópico

MEIO ANTRÓPICO	
População	Evolução Histórica
	Demografia
	Saúde
	Educação
	Indicadores Sociais
Economia	PIB ou Valor Adicionado Fiscal
Infraestrutura	Transportes
	Energia
	Saneamento
Política	Urbana
	Meio Ambiente
	Aspectos

Fonte: Elaboração própria, baseada em Kanayama (2007) e Udaeta et al. (2010f).

População: Os dados sociais são importantes indicadores de qualidade de vida de uma região, projeção de consumo energético, etc. Com os dados registrados é possível realizar o monitoramento dessas variáveis, com o desenvolvimento do plano integrado de recursos.

Economia: Os dados e os índices econômicos são importantes balizadores do potencial de desenvolvimento de uma região. São coletados os dados dos setores primários (agropecuário), secundários (industrial) e terciários (serviços), com as características tecnológicas, procedência das tecnologias, além de consumo de energia elétrica e outros energéticos.

Infraestrutura: Os dados de infraestrutura são importantes balizadores de desenvolvimento da região. Para o sistema de geração de eletricidade, informações do parque gerador elétrico, do sistema de transmissão e distribuição, dos tipos de fontes de geração energética, são importantes para analisar a expansão do setor.

Os sistemas de transporte rodoviário, aéreo e marítimo devem ser inventariados para avaliação de custos de transportes de equipamentos e serviços.

Política: São realizados levantamentos das políticas governamentais que direcionam as ações estratégicas no planejamento de uma região ou país. São identificadas as legislações e as políticas públicas regidas na região de estudo.

6.2.1.3 O meio aquático[32]

A lei n° 9.433/97 definiu a bacia hidrográfica como unidade territorial para implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos, sendo a divisão hidrográfica nacional instituída pela resolução n° 32, de 15 de outubro de 2003 (BRASIL, 2007b).

São 12 regiões hidrográficas que correspondem a espaços territoriais brasileiros compreendidos por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas similares.

Para a caracterização do meio aquático, é proposta a divisão desse meio em águas superficiais e águas subterrâneas. A caracterização do meio aquático é realizada por índices específicos de qualidade e disponibilidade hídrica.

Tabela 6.3 Indicadores do Meio Aquático

MEIO AQUÁTICO	
Águas Superficiais	Disponibilidade
	Qualidade
Águas Subterrâneas	Disponibilidade
	Qualidade

Fonte: Elaboração própria, baseada em Kanayama (2007), Maruyama (2009) e Udaeta et al. (2010f).

[32] São realizados levantamento das legislações pertinentes à região de estudo no âmbito federal, estadual e municipal. De acordo com o Caderno de Recurso Hídricos 5, da Agência Nacional de Águas, a portaria n° 231 do Departamento Nacional de Produção Mineral estabelece a necessidade de delimitação de proteção ao redor da captação das reservas de águas minerais (BRASIL, 2007a). Como referência de qualidade de água, a Agência Nacional de Águas considera os limites de potabilidade apresentados na portaria n° 518, de 2004, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2007a).

As águas superficiais correspondem aos rios, córregos e águas drenadas pelas chuvas.

Disponibilidade: Segundo a metodologia da Agência Nacional de Águas, a disponibilidade hídrica superficial é considerada como a vazão regularizada pelo sistema de reservatórios à montante da seção de interesse, com 100% de garantia, acrescida da vazão de estiagem (vazão com permanência de 95%, no trecho não regularizado). Nos trechos de rios onde não há regularização, a disponibilidade é considerada como a vazão de estiagem. A disponibilidade de água superficial está relacionada à disponibilidade de águas subterrâneas, uma vez que esta representa parte de escoamento da base dos rios (BRASIL, 2007b).

Qualidade: A rede hidrometeorológica brasileira é composta por 1.340 pontos de monitoramento da qualidade das águas, com periodicidade trimestral de amostragem. Entre os principais parâmetros analisados, estão: pH, condutividade elétrica, temperatura e oxigênio dissolvido (BRASIL, 2012a). Em 17 estados da união, está sendo utilizado o Índice de Qualidade das Águas (IQA), que avalia a condição de utilização da água para fins de abastecimento (BRASIL, 2012a). A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo utiliza também o índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas (IVA), que tem como objetivo avaliar a qualidade da água para fins de proteção da fauna e da flora em geral, o Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP), o Índice de Estado Trófico (IET), o Índice da Comunidade Fitoplanctônica (ICF), o Índice da Comunidade Bentônica (ICB), e o Índice de Balneabilidade (IB) (CETESB, 2013c).

De acordo com o Plano Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2006), as águas subterrâneas são utilizadas em complemento ao manancial superficial e utilizadas intensamente para fins de abastecimento humano, indústria, irrigação e lazer.

O Brasil não possui uma rede de monitoramento nacional de qualidade de águas subterrâneas, apresentando uma deficiência no conhecimento do potencial hídrico e em informações sobre a qualidade da água dos seus aquíferos.

As águas subterrâneas são de domínio estadual (Constituição Federal, de 1988). Com isso, alguns estados realizam monitoramento da qualidade do recurso (BRASIL, 2007a). Verifica-se que o levantamento de informações para algumas regiões do país poderá ficar prejudicado devido a essa deficiência de sistema de monitoração. Os seguintes parâmetros para águas subterrâneas são inventariados nessa fase de planejamento:

Disponibilidade: As reservas hídricas subterrâneas são divididas em reservas renováveis e permanentes. As reservas permanentes situam-se abaixo da variação anual do nível freático. As renováveis correspondem ao volume de água armazenada no aquífero acima do nível freático mínimo, e formam o escoamento de base dos rios ao longo do ano hidrológico. Na metodologia da Agência Nacional de Águas, o valor explotável é considerado como 20% das reservas renováveis (BRASIL, 2007c).

Qualidade: São realizados levantamento de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água. O estado de São Paulo possui a maior rede de monitoramento de qualidade de água do país, com mais de 170 poços e nascentes. A CETESB realiza semestralmente a análise de 40 parâmetros físico-químico e biológico, e, em uma das bacias, os monitoramentos compostos tóxicos orgânicos (CETESB, 2013d). Em 2005, a CETESB publicou, no Diário Oficial do estado de São Paulo, uma lista de valores orientadores, com as concentrações de substâncias químicas que fornecem orientações sobre as condições da qualidade de solo e de água subterrânea. O objetivo da companhia é sua utilização como um instrumento de prevenção e controle de contaminação, bem como de gerenciamento de áreas contaminadas sob investigação (CETESB, 2013a).

6.2.1.4 O meio terrestre

A caracterização deste meio é feita em relação à biodiversidade[33], ao relevo e às características do solo.

Tabela 6.4 Indicadores do Meio Terrestre

MEIO TERRESTRE	
Biodiversidade	Espécies ameaçadas de vegetais e animais
	Vegetação remanescente
	Desmatamento
Relevo	Morfologia
Solo	Erosão
	Contaminantes
	Grau de urbanização
	Resíduos sólidos

Fonte: Elaboração própria, baseada em Kanayama (2007) e Udaeta et al. (2010f).

Segundo a Convenção da Diversidade Biológica (SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA, 2010),

> [...] a biodiversidade é definida como a variabilidade entre organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, e os complexos ecológicos de que fazem parte, compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.

Os indicadores de biodiversidade levantados na metodologia do PIR são:

[33] Para maiores detalhes sobre diversidade biológica, ver documento: *Caderno de Educação Ambiental – Biodiversidade* (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2010).

Espécies ameaçadas - vegetais e animais: São realizados levantamento das listas de espécies de flora e fauna ameaçadas de extinção. Esses levantamentos são realizados por especialistas que estudam as plantas e os animais, chamados taxonomistas. A classificação de acordo com a União Internacional para Conservação da Natureza (UICN) estabelece vários critérios, como distribuição geográfica, tamanho da população, presença de polinizadores e dispersores, e ausência de coletas recentes, etc (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2010a).

Vegetação Remanescente: Levantamento da vegetação original de vegetação nativa remanescente, com o objetivo de monitoramento e análise das dinâmicas de alterações.

Desmatamento: Realização do mapeamento das áreas suscetíveis ao desmatamento. Este é interpretado como a descaracterização que suprima a vegetação nativa de uma determinada área. É caracterizado pela prática de corte, capina ou queimada que retira a cobertura vegetal existente para fins de pecuária, agricultura, expansão urbana ou para uso alternativo do solo (IBAMA, 2013).

Morfologia: Levantamento dos dados do relevo da região. O modelamento atual do relevo condiciona a ação da água sobre as terras, na forma de infiltração e de escoamento superficial e subsuperficial, principal causa de perda de solo por erosão (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2000).

Erosão: São realizados levantamentos sobre a erodibilidade do solo, ou seja, da susceptibilidade à erosão devido à propriedade do próprio solo. Trata-se de um parâmetro importante para a previsão da erosão e o planejamento do uso da terra (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2000).

Contaminantes: São realizados levantamento da qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas. Esse parâmetro é importante para monitoramento da contaminação do solo por substâncias químicas que podem apresentar riscos à qualidade da água, do ar e da biota, decorrente da implantação de um recurso energético.

Grau de Urbanização: A taxa de urbanização é a porcentagem da população da área urbana em relação à população total.

Resíduos Sólidos: São levantados os sistemas de manejo de resíduos sólidos da região, unidades de compostagem, unidades de triagem de resíduos e unidades de tratamento por incineração. Esses dados são importantes para consideração dos impactos que podem ser causados pela implementação de um recurso energético.

Legislação: A resolução do CONAMA n° 420/09 dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas, e estabelece as diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias, em decorrência de atividades antrópicas (BRASIL, 2009). Em 2010, através da lei n° 12.305/10, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que contém os principais instrumentos para o enfrentamento dos problemas ambientais, sociais e econômicos do manejo inadequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2013d).

Um exemplo de aplicação da metodologia do inventário energoambiental pode ser encontrado em Kinto (2012, p. 37).

6.2.2 Listagem e Peneiramento dos Recursos Energéticos

A listagem dos recursos energéticos é a primeira etapa de pesquisa, de caráter exploratório, dos recursos com potencial de aplicação. São realizados levantamentos de todas as alternativas de recursos do lado da oferta e de recursos do lado da demanda, listados e organizados com seus respectivos descritivos.

Na Listagem de Recursos Energéticos, são considerados todos os recursos possíveis de serem utilizados no horizonte de planejamento, independentemente de restrições tecnológicas, econômicas ou de aceitação pela sociedade e especialistas no momento do levantamento.

Os recursos energéticos são divididos em dois tipos: Recursos do Lado da Oferta (RELO) e Recursos do Lado da Demanda (RELD).

Os Recursos Energéticos do Lado da Oferta[34] (RELO) são caracterizados, na metodologia do PIR, pela fonte energética associada a uma tecnologia, ou seja, a fonte da energia (solar, eólica, térmica, hídrica, etc.) e a tecnologia empregada para a conversão de sua energia (painéis fotovoltaicos, turbina a vapor, turbinas eólicas, etc.).

Os Recursos Energéticos do Lado da Demanda[35] (RELD) são caracterizados pela associação das medidas de aumento de eficiência e de gerenciamento do uso de energia aplicados a um uso final em um determinado setor de consumo. Por exemplo: substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas em residências, equipamentos controladores de demanda, emprego de refrigeradores de alta eficiência em estabelecimentos comerciais, seleção e substituição de energéticos, etc.

---

[34] O modelo de listagem dos recursos de oferta é apresentado em Fujii (2006).

[35] O modelo de listagem dos recursos de demanda é apresentado em Baitelo (2006).

a) Listagem dos Recursos Energéticos do Lado da Oferta

Os Recursos Energéticos do Lado da Oferta são divididos em oito faixas de potência. O objetivo dessa segmentação é a melhor avaliação dos recursos em suas faixas de potência e de seus impactos na etapa de caracterização dos recursos energéticos. A tabela a seguir ilustra os recursos e sua faixa de aplicabilidade para geração de energia elétrica.

Tabela 6.5 Estrutura de classificação dos recursos energéticos de oferta

Fonte + Tecnologia		<1 (kW)	1 a 10 (kW)	10 a 100 (kW)	100 a 500 (kW)	500 a 2000 (kW)	2 a 30 (MW)	30 a 200 (MW)	> 200 (MW)
Solar	Concentrada[36]						■	■	■
	Fotovoltaico	■	■	■	■	■			
Eólico		■	■	■	■	■	■	■	■
Hidráulica		■	■	■	■	■	■	■	■
Queima Direta	Lenha	■	■	■	■	■	■		
	Bagaço (Cog.)		■	■	■	■	■		
	Resíduos	■	■	■	■	■	■		
Biocombustível	Biodiesel			■	■	■	■		
	Álcool	■	■	■	■	■			
	Biogás Aterro		■	■	■	■	■	■	
	Biogás Dejetos		■	■	■	■	■	■	
	Biogás Esgotos		■	■	■	■	■	■	
Oceânica	Marés			■	■	■	■	■	■
	Ondas[37]			■	■	■	■		
Geotérmico	Eletricidade			■	■	■	■	■	■
Derivados de Petróleo	Óleo Combust.			■	■	■	■	■	■
	Gasolina	■	■	■	■	■			
	GLP			■	■	■	■		
	Diesel			■	■	■	■		
Gás Natural	Queima Direta			■	■	■	■	■	■
	Cogeração		■	■	■	■	■		
Carvão				■	■	■	■	■	■
Nuclear				■	■	■	■	■	■

Fonte: Adaptado de Udaeta et al. (2012) e Young, Kyeong, Byung[38] (2010).

[36] Espelhos Parabólicos.

[37] O projeto de Victoria Waves Partner prevê uma planta de geração de 19 MW na Austrália.

[38] Artigo Lake Sihwa tidal power plant Project apresenta o projeto da maior planta de geração de energia maremotriz construída na Coreia do Sul, com 254 MW de potência instalada.

Os relatórios da Listagem de Recursos Energéticos do Lado da Oferta compõem-se de descrições das características gerais dos recursos energéticos dentro das faixas de potência em relação à fonte e à tecnologia adotadas.

b) Listagem dos Recursos Energéticos do Lado da Demanda

A Listagem de Recursos Energéticos do Lado da Demanda (RELD) é elaborada com a classificação de todos os recursos RELD, segmentados em Ações de Gerenciamento do Lado da Demanda, por setores energéticos e tecnologias de Usos Finais para os setores Comercial, Industrial, Residencial, Rural, Público e Transportes.

Tabela 6.6 Estrutura de classificação das medidas de GLD

	RECURSOS ENERGÉTICOS DO LADO DA DEMANDA
Usos Finais	Iluminação
	Refrigeração
	Condicionamento Ambiental
	Aquecimento de Água
	Força Motriz Estacionária
	Fornos, Caldeiras e Fogões
	Força Motriz Estacionária
Medidas	Controle de Carga
	Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos
	Seleção e Substituição de Energéticos e Eficientização de Sistemas de Combustão
	Projetos de Edificações Eficientes
	Armazenamento de Energia
	Tarifação e Regulação
	Programas de Informação, Educação e Capacitação

Fonte: Elaboração própria, baseada em Udaeta (1997), Baitelo (2006) e Udaeta et al. (2009d).

Segundo Udaeta (1997), a energia de uso final ou energia final é aquela consumida por um equipamento.

c) Peneiramento de Recursos Energéticos

Após a listagem de todos os recursos, é realizado o peneiramento desses recursos, visando a aplicabilidade em uma determinada região geográfica. Recursos não apropriados para a região são desconsiderados nessa etapa.

6.2.3 Identificação dos *En-In*

O Planejamento Integrado de Recursos, considera a participação de entidades relevantes no processo de planejamento conhecidos como Envolvidos e Interessados (*En-In*). A participação dos *En-In* é feita de forma qualificada através de oficinas e dinâmicas de grupo, em que são apresentados os recursos energéticos através das quatro dimensões do PIR.

Nessa etapa, procura-se levantar todos os atores que participam na tomada de decisões, ou são impactados por essas decisões do planejamento energético, como ONG's (Organizações não Governamentais), entidades privadas, empresas públicas e privadas, especialistas, sociedade organizada em geral, entre outros. Também são levantadas informações sobre os especialistas da região que participam no desenvolvimento do processo do PIR.

A participação dos *En-In* é feita de forma qualificada através de treinamento, oficinas e dinâmicas de grupo, em que são apresentados os recursos energéticos dentro das quatro dimensões do PIR.

Os exemplos de aplicação dessa metodologia podem ser encontrados no trabalho de Udaeta et al. (2009), aplicados à Região Administrativa de Araçatuba, SP, e no trabalho de Kinto (2012), na aplicação da metodologia no estudo de aplicação do PIR em ambiente corporativo, no município de Suzano, SP.

6.3 CÔMPUTO E VALORAÇÃO DOS POTENCIAIS COMPLETOS

O Cômputo de Valoração dos Potenciais Completos de Recursos Energéticos visa a caracterização completa de um recurso (quantitativo e qualitativo) nas dimensões ambiental, político, social e técnico-econômico. Com isso, os recursos energéticos do lado da oferta e da demanda, peneirados nas etapas anteriores do PIR, são caracterizados com valores calculados, obtidos e padronizados em diversos parâmetros e indicadores definidos nessa etapa.

Nessa metodologia, é determinada a construção de uma estrutura de atributos e subatributos das dimensões de planejamento consideradas no PIR (ambiental, político, social e técnico-econômico). Para o estabelecimento dos critérios e subcritérios considerados, foram adotados os mais representativos nas dimensões requeridas. O objetivo dessa etapa é a valoração dos dados para posterior comparação entre eles, gerando um *ranking* de recursos a ser elaborado em etapa posterior.

No processo de cômputo e valoração, os valores desses atributos e subatributos são traduzidos para valores relativos ou absolutos, podendo ser valores numéricos ou apenas descritivos que possibilitem a posterior comparação entre eles (BAITELO, 2011). São considerados, nesse cômputo e valoração, as características e aptidões regionais para cada recurso energético.

O Cômputo e a Valoração do Potencial Completo dos Recursos Energéticos (CVPC) subsidia a mensuração dos impactos da implantação de um recurso energético, além de incorporar externalidades, em sua avaliação.

O CVPC é uma das principais etapas de um planejamento integrado. É a base para a Avaliação de Custos Completos, metodologia presente na fase de Ranqueamento de Recursos. O resultado do processo é a produção de uma matriz de valoração com os potenciais completos referentes a todos os atributos das quatro dimensões de análise, subsidiando a elaboração do Ranqueamento de Recursos.

6.3.1 Dimensão ambiental

A valoração do recurso energético na dimensão ambiental incorpora a quantificação das alterações das condições físicas, químicas e biológicas no meio ambiente, decorrentes da implantação desse recurso na região.

Tabela 6.7 Atributos e subatributos da dimensão ambiental

DIMENSÃO AMBIENTAL		
ATRIBUTO		SUBATRIBUTO
Meio Aéreo	Gases de efeito estufa	Emissões de CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, SF_6
	Gases degradantes camada ozônio	Emissões de CFC
	Poluentes atmosféricos	Material particulado (MP)
		Dióxido de enxofre (SO_2)
		Monóxido de carbono (CO)
		Óxidos de nitrogênio (NO_x)
Meio Aquático	Demanda de água	Consumo e vazão
	Qualidade de água	Acidez (pH)
		Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)
		Demanda química de oxigênio (DQO)
		Alteração no volume de escoamento
		Emissão de poluentes
		Temperatura
Meio Terrestre	Dejetos	Líquidos
		Sólidos
	Ocupação	Solo

Fonte: Elaboração própria, baseada em Udaeta et al. (2010c).

Gases de efeito estufa: Valoração quantitativa. São a quantidade volumétrica e os tipos de gases de efeito estufa, devido à operação de um recurso energético. É importante para mensuração dos impactos do recurso no aquecimento global. Unidade kg/MWh.

Gases degradantes da camada de ozônio: Valoração quantitativa. É a quantidade volumétrica de gases prejudiciais à camada de ozônio emitida na atmosfera devido à geração de energia elétrica. Unidade kg/MWh.

Poluentes atmosféricos – gasosos: Valoração quantitativa. São a quantidade e os tipos de poluentes emitidos na atmosfera em decorrência da operação de um

recurso energético. É importante para mensuração do impacto da qualidade do ar e seus efeitos na saúde humana. Unidade kg/MWh.

Poluentes atmosféricos – material particulado: Valoração quantitativa. É a quantidade volumétrica de materiais particulados emitidos na atmosfera devido à operação de um recurso energético. Unidade kg/MW.

Consumo de água: Valoração quantitativa. É a quantidade de volume de água consumida necessária para a geração de energia elétrica. Unidade m^3/MW.

Acidez (pH): Valoração quantitativa. É verificada a variação do pH dos corpos d'água em decorrência da operação de um recurso energético. É importante para avaliação do equilíbrio do ecossistema aquático dos corpos d'água.

Demanda de oxigênio – DBO e QDO: Valoração qualitativa. Verifica-se o potencial de demanda de oxigênio por determinado recurso energético. Com a demanda de oxigênio, é possível verificar a variação da quantidade de matéria orgânica contida na água e, com isso, avaliar a biodegradabilidade de despejos ou adoção de medidas de controle de tratamento do efluente.

Alteração do volume de escoamento: Valoração quantitativa. Verifica-se a variação do escoamento dos corpos d'água (vazão hídrica) em uma região devido à operação de um recurso energético. É importante para avaliação com a manutenção do ecossistema aquático e na dinâmica de transporte de sedimentos.

Emissão de poluentes: Valoração qualitativa. Verifica-se o potencial volume de poluentes emitidos nos corpos d'água devido à geração de energia elétrica.

Variação de temperatura: Valoração quantitativa. Verifica-se a variação de temperatura dos corpos d'água de uma região, devido à operação de um recurso energético. É importante para avaliação do equilíbrio do ecossistema aquático dos corpos d'água.

Dejetos líquidos: Valoração quantitativa. É a quantidade de poluentes que possam infiltrar no solo, decorrentes de vazamentos ou despejo proposital. A importância da mensuração desse subatributo é a estimativa do fator de risco para o solo da região. Unidade kg/mês/MWh.

Dejetos sólidos: Valoração quantitativa. É a quantidade de poluentes sólidos gerados durante a geração de energia elétrica. É o conhecimento da solução final para a disposição também final dos rejeitos. Unidade ton/ano/MWh.

Ocupação do solo: Valoração quantitativa. Corresponde à área ocupada pelo recurso instalado. Unidade W/m^2.

6.3.2 Dimensão política

A dimensão política visa caracterizar e computar os múltiplos interesses dos Envolvidos e Interessados (*En-In*) no processo de decisão pela implementação de um determinado recurso energético.

Tabela 6.8 Atributos e subatributos da dimensão política

DIMENSÃO POLÍTICA	
ATRIBUTOS	SUBATRIBUTOS
Apoio Político	Aspectos legais
	Instrumentos políticos
Conjunção de encontro de interesses (En-In)	Consumidores comerciais, industriais e residenciais
	Distribuidores, geradores e produtores
	Governo estadual, federal e municipal
	Associação, ONG, sociedade civil organizada
Grau de aceitação ao recurso (En-In)	Consumidores comerciais, industriais e residenciais
	Distribuidores, geradores e produtores
	Governo estadual, federal e municipal
	Associação, ONG, sociedade civil organizada
Grau de motivação dos agentes (En-In)	Consumidores comerciais, industriais e residenciais
	Distribuidores, geradores e produtores
	Governo estadual, federal e municipal
	Associação, ONG, sociedade civil organizada
Posse e integração energética de recursos	Integração energética
	Posse
	Propriedade

Fonte: Elaboração própria, baseada em Udaeta et al. (2010d) e Baitelo (2011).

Essa análise tem como objetivo minimizar os fatores conflitantes e convergir os interesses destes *En-In* na viabilidade do recurso no curto e no longo prazo. A valoração da dimensão política apresenta elementos subjetivos para caracterização de seus atributos. O processo de valoração é qualitativo, com a participação dos *En-In* em procedimentos formalizados e em documentos textuais.

Aspectos legais: O licenciamento de um empreendimento é um conjunto de processos legais e técnicos realizados para a análise de um empreendimento, no qual se inclui o contexto político, histórico e social.

Instrumentos políticos: São instrumentos políticos de incentivos; entre os principais estão: tarifas *Feed-in*[39], regulatórios (sistemas de cotas), comercialização de licenças (certificados verdes), sistema de licitação e leilão, subsídios, medidas fiscais, programas de eficiência energética, financiamento, educação e capacitação.

Conjunção e encontro de interesses de consumidores: Abrange os grandes consumidores industriais e consumidores dos setores comercial, industrial e residencial. Essa análise qualitativa apresenta a posição dessas organizações em relação aos recursos a serem implementados.

Conjunção e encontro de interesses de distribuidores, geradores e produtores de eletricidade: Esta análise qualitativa apresenta a posição dessas empresas em relação aos recursos a serem implementados.

Conjunção e encontro de interesses de governo: Abrange as esferas federal, estadual e municipal. Essa análise qualitativa apresenta a posição dessas entidades em relação aos recursos a serem implementados.

Conjunção e encontro de interesses de associações, ONG's e sociedade civil organizada: Esta análise qualitativa apresenta a posição dessas organizações em relação aos recursos a serem instalados.

---

[39] Tarifas de *Feed-in* é um preço especial pago pelas concessionárias de energia para a eletricidade proveniente de fontes renováveis (BAITELO, 2011).

Grau de aceitação de consumidores: Abrange os consumidores comerciais, industriais e residenciais. Esta análise qualitativa apresenta a posição dessas organizações em relação aos recursos a serem implementados.

Grau de aceitação de distribuidores, geradores e produtores de eletricidade: Esta análise qualitativa apresenta a posição dessas empresas em relação aos recursos a serem implementados.

Grau de aceitação de governo: Abrange as esferas federal, estadual e municipal. Esta análise qualitativa apresenta a posição dessas entidades em relação aos recursos a serem implementados.

Grau de aceitação de associações, ONG's e sociedade civil organizada: Esta análise qualitativa apresenta a posição dessas organizações em relação aos recursos a serem instalados.

Grau de motivação de consumidores: Abrange os consumidores comerciais, industriais e residenciais. Avaliação qualitativa da motivação dos consumidores pela implementação do recurso energético.

Grau de motivação de distribuidores, geradores e produtores de eletricidade: Avaliação qualitativa da motivação das empresas pela implementação do recurso energético.

Grau de motivação de governo: Abrange as esferas federal, estadual e municipal. Avaliação qualitativa da motivação do governo pela implementação do recurso energético.

Grau de motivação de associações, ONG's e sociedade civil organizada: Avaliação qualitativa da motivação das organizações pela implementação do recurso energético.

Integração energética: É a integração energética entre regiões e países. A integração é medida pela aplicação do uso de recursos importados, pelo compartilhamento de recursos energéticos ou pela importação de tecnologias. A integração energética é dependente da qualidade das relações entre os países.

Posse (fonte): É a detenção do direito de exploração econômica de um recurso energético. Pode ser local, nacional ou regional. Como exemplos, podem ser citadas as fontes eólicas, solar e biomassa, que são de livre acesso, e o petróleo e o gás natural, que são de posse da União ou de posse estrangeira.

Posse (tecnologia): É a detenção do grau de conhecimento técnico e econômico associado aos processos de extração e/ou conversão de energia de um recurso energético. Pode ser nacional ou regional.

Propriedade (fonte): A propriedade de uma fonte energética é determinada pelo caráter público ou privado do recurso energético em uma região ou país. Não aplicável para os RELD. Exemplo: a fonte energética biomassa pertence ao local onde é produzida, e a propriedade do produto e da terra onde é cultivada é particular.

Propriedade (tecnologia): A propriedade de uma tecnologia de um recurso energético é determinada pelo caráter público ou privado da tecnologia em uma região ou em um país.

6.3.3 Dimensão social

A valoração de recurso energético na dimensão social relaciona os impactos dos sistemas energéticos sobre a qualidade de vida da sociedade.

Tabela 6.9 Atributos e subatributos da dimensão social

DIMENSÃO SOCIAL	
ATRIBUTO	SUBATRIBUTO
Desequilíbrio ambiental no meio social	Impactos na saúde
	Impactos na agricultura
Geração de empregos	Durante a construção
	Durante a operação
	Qualidade e segurança
Impacto da ocupação espacial de projetos	Pessoas deslocadas ou lesadas
	Sítios arqueológicos ou históricos
Influência no desenvolvimento	Econômico e infraestrutura
	Desenvolvimento humano
Percepção de conforto	Olfativa
	Sonora
	Térmica
	Visual

Fonte: Elaboração própria, baseado em Udaeta et al. (2010b) e Baitelo (2011).

Impactos na saúde: Valoração qualitativa. É o potencial de impacto na saúde pública pela implementação de um recurso energético. É obtida pela taxa de mortalidade, de doenças contabilizadas e de ocorrências hospitalares por MW na cadeia energética do recurso.

Impactos na agricultura: Valoração qualitativa. É o potencial de impacto na agricultura causado pelo recurso energético.

Empregos durante a Construção: Valoração quantitativa. É o número de empregos gerados durante a fase de construção de um empreendimento. A unidade de mensuração do atributo é o número de empregos por potência instalada.

Empregos durante a Operação: Valoração quantitativa. É o número de empregos gerados durante a fase de operação de um empreendimento. A unidade de mensuração é o número de empregos por potência instalada.

Qualidade e segurança: Valoração quantitativa. Analisa o nível de qualificação, capacitação, especialização, remuneração de cada trabalho, e de impactos na saúde em decorrência da implantação e da operação do recurso energético.

Pessoas deslocadas ou lesadas: Valoração quantitativa. Determina a quantidade de pessoas deslocadas durante a construção de um empreendimento energético. É descrito o potencial de interferência no deslocamento da população local devido à demanda por um recurso energético por espaço físico.

Sítios arqueológicos ou históricos: Valoração qualitativa. Enumera os impactos causados na ocupação do espaço pelo recurso energético sobre os possíveis sítios arqueológicos ou históricos. É descrito o potencial de interferência no sítio arqueológico ou histórico devido à demanda por um recurso energético por espaço físico.

Econômico/infraestrutura: Valoração quantitativa. Enumera a lucratividade ou o dispêndio da implantação de um recurso energético em uma determinada região. Unidade % do PIB.

Desenvolvimento humano: Valoração qualitativa. É estimada por meio de indicadores econômicos e projeções desses parâmetros para cada recurso energético. É importante para estimar as influências sobre a infraestrutura local, a geração de empregos, e a qualidade de vida da população envolvida no empreendimento energético.

Conforto olfativo: Valoração qualitativa. É a geração de odores desagradáveis causada pela implantação de um recurso energético. É obtida, em diversos casos, apenas de levantamentos e pesquisas de opinião realizadas junto aos cidadãos lesados.

Conforto sonoro: Valoração quantitativa. É a percepção de conforto sonoro pelo recurso energético. É obtida, em diversos casos, apenas de levantamentos e pesquisas de opinião realizadas junto aos cidadãos afetados.

Conforto térmico: Valoração qualitativa. A troca de equipamentos por de maior isolação térmica, ou de melhor rendimento em refrigeração influi diretamente na percepção de conforto térmico. É obtida, em diversos casos, apenas de levantamentos e pesquisas de opinião realizadas junto aos cidadãos afetados.

Conforto visual: Valoração qualitativa. É a percepção de conforto visual, estético, causado pela implantação de um recurso energético. É obtida, em diversos casos, apenas de levantamentos e pesquisas de opinião realizadas junto aos cidadãos afetados.

6.3.4 Dimensão técnico-econômica

A dimensão técnico-econômica tem como objetivo analisar e computar os valores das características técnicas e econômicas de um recurso energético. Essa dimensão é a melhor dominada pelos agentes do setor. Existem inúmeras ferramentas e técnicas conhecidas para cálculos de custos e benefícios econômicos de um empreendimento energético ou até mesmo de composição de carteiras otimizadas (FUJII, 2006, p. 86). A análise econômica deve incorporar as questões financeiras como financiamento, seguros, garantias na internalização desses custos de viabilidade na caracterização do projeto do recurso energético.

Tabela 6.10 Atributos e subatributos da dimensão técnico-econômica

DIMENSÃO TÉCNICO-ECONÔMICA	
ATRIBUTO	SUBATRIBUTO
Confiabilidade	Confiabilidade
	Disponibilidade
	Intermitência
Custo da Geração	Custo de implantação
	Custo de O&M
	Taxa interna de retorno
	Custo evitado de demanda
	Custo da energia economizada
	Valor presente líquido
	Vida útil
Domínio Tecnológico	Tecnologia e equipamentos
Facilidade Técnica	Distância ao centro de consumo
	Tempo de implantação
Potencial Energético	Potência instalada
	Fator de capacidade
	Volume de energia
	Potencial teórico
	Potencial realizável
Qualidade de Energia	Distorção harmômica, fator de potência

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Udaeta et al. (2009b) e Baitelo (2011).

Os atributos utilizados podem ser numéricos ou descritivos. Para cada recurso são calculados ou avaliados valores nos subatributos a seguir:

Fator de confiabilidade: Valor adimensional. É o produto do fator de capacidade com o fator de disponibilidade. No caso dos RELD, a confiabilidade é suscetível à

disponibilidade de equipamentos de uso final ou controle de demanda. A confiabilidade tem um grande impacto no consumidor, principalmente os localizados em regiões isoladas do sistema elétrico.

Fator de disponibilidade: Valor adimensional. A disponibilidade é dependente das condições técnicas de funcionamento do recurso. Inclui-se nesse item a oferta de combustível.

Intermitência: A intermitência é a interrupção momentânea de operação do recurso. Varia de acordo com o recurso e com a disponibilidade da fonte primária de acionamento, da tecnologia e, no caso dos RELD, da qualidade da medição e da verificação.

Custo de implantação: Valor em R$/kWh. O custo de implantação do empreendimento inclui estudos de viabilidade, engenharia, construção e montagem, incluindo os custos de financiamento.

Custo de O&M: Valor em R$/kWh. Custo estimado de operação e manutenção de um recurso, por R$/kWh.

Taxa interna de retorno: Valor em %. É a taxa que iguala o valor do investimento com os fluxos de caixa líquidos de um projeto. Ambos os valores são trazidos ao valor presente.

Custo evitado de demanda: Aplicável aos RELD, representa o custo total da implantação em função de sua demanda evitada.

Custo da energia economizada: Aplicável aos RELD, representa o custo total de implantação em função da economia de energia.

Valor presente líquido: Valor em R$. Cálculo matemático financeiro que calcula o valor presente de pagamentos futuros descontados a taxa de juros, menos o investimento inicial.

Vida útil: Valor em anos. Estimativa do período de funcionamento conjunto do empreendimento e equipamento, em condições padrão de rendimento e operação.

Tecnologia e equipamentos: Procedência dos equipamentos e domínio das tecnologias, nacional, importado ou misto. O domínio tecnológico é medido pelo índice de nacionalização. Os fatores influenciadores desse subatributo são prazo de entrega, taxas de câmbio, qualidade, monopólio de mercado, peças de reposição que podem afetar o fluxo de caixa projetado.

Distância ao centro de consumo: Valor em R$/kW. Determina o custo de transmissão e distribuição para o transporte de energia ao consumidor final.

Tempo de implantação: Valor em meses. Tempo necessário para implantação de um determinado recurso, desde a fase de engenharia até o início do funcionamento ou validação de seus resultados (RELD). A informação pode ser obtida em estudos, publicações e empresas privadas e públicas.

Potência instalada: Valor em MW. Corresponde ao valor nominal de geração e regime permanente do recurso.

Fator de capacidade: O fator de capacidade exibe o tempo que o recurso fornece a potência nominal durante o ano.

Volume de energia: Valor em MWh/ano. Volume estimado de energia possível de ser gerado ou economizado anualmente com a implementação de um recurso energético.

Potencial teórico: Valor em MW. É a quantidade máxima de energia que pode ser gerada por um recurso (eletricidade ou combustível), desconsiderando restrições de ordens geográficas, financeiras, ambientais, sociais, de rendimentos e perdas.

Potencial realizável: Valor em MW. Corresponde ao potencial teórico com as restrições técnicas, econômicas, ambiental e social identificadas no aproveitamento

do recurso. Quanto maior a sensibilidade por alguma dessas restrições, menor é a parcela do potencial teórico a ser aproveitada (FUJII, 2006, p. 90).

Qualidade de energia: Atributo que mede os índices técnicos de qualidade de fornecimento de energia: Valores de Fator de Potência (FP), Distorção Harmônica Total (THD) e Distorção Harmônica para Corrente (THDi).

6.4 RANQUEAMENTO DE RECURSOS ENERGÉTICOS

O processo de Ranqueamento de Recursos Energéticos no Planejamento Integrado de Recursos consolidado por Udaeta et al. (2010) e aperfeiçoado por Rigolin (2013) é baseado na metodologia de Avaliação de Custos Completos (CICONE JÚNIOR, 2008). O Ranqueamento tem o objetivo de padronizar e avaliar os custos completos dos recursos de oferta e demanda, com base nos atributos definidos e valorados no Cômputo e Valoração do Potencial Completo de Recursos Energéticos (CVPC). O resultado é uma listagem ordenada de recursos energéticos, dos menores aos maiores custos completos, avaliados no momento de aplicação da metodologia.

6.4.1 Conceituação de Processo Decisório: Avaliação de Custos Completos

A metodologia utilizada para a Avaliação de Custos Completos (ACC), abordada por Cicone Júnior (2008, p. 38), baseia-se no Processo Analítico Hierárquico[40] (PAH).

O PAH é um método de tomada de decisão que auxilia a determinação de prioridades e identifica a melhor opção dentro de várias alternativas possíveis. Esse método considera tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos. É um processo de redução de decisões complexas a decisões comparativas par a par, auxiliando os decisores a chegar a uma melhor opção, além de proporcionar um raciocínio claro da escolha da alternativa.

A técnica consiste em comparações par a par entre os atributos; em seguida, entre os subatributos; e as alternativas dentro de cada subatributo. Com isso, obtêm-se os pesos de cada um dos atributos, dos seus subatributos e das alternativas (CICONE JÚNIOR, 2008, p. 39). A aplicação do PAH é realizada sobre a estrutura hierárquica dos recursos definidos pelos atributos e subatributos no CVPC. A verificação da consistência e da confiabilidade dos resultados é obtida através dos cálculos do Índice de Consistência (IC) e da Razão de Consistência (RC).

---

[40] O Processo Analítico Hierárquico, do inglês *Analytic Hierarchy Process* (AHP), originou-se do trabalho do professor Thomas L. Saaty na década de 70, como solução de análise de um conflito militar no Oriente Médio (CICONE JÚNIOR, 2008, p. 38).

6.4.2 Processo de Elaboração do Ranqueamento

Na metodologia de Rigolin (2013), são elaborados três Ranqueamentos Energéticos: Ranqueamento Padrão, Ranqueamento dos *En-In* e Ranqueamento Final.

O primeiro é chamado de Ranqueamento Padrão, baseado em informações reais, medidas ou coletadas, retratando a situação atual da região. Todas as notas atribuídas aos recursos energéticos são calculadas deterministicamente, independentemente dos valores atribuídos serem numéricos ou não numéricos, fundamentalmente nas dimensões ambiental, social, técnico-econômica e política.

O segundo é o Ranqueamento dos *En-In*, realizado com os dados provenientes de avaliações aplicados a especialistas e aos *En-In*. Nesse processo, todos os atributos e subatributos são valorados qualitativamente. Podem ser utilizadas cinco qualidades como resposta para a conversão numérica. A complexidade reside na obtenção dos dados dos especialistas e dos *En-In*.

O Ranqueamento Final é a média simples dos valores dos recursos obtidos nos Ranqueamento Padrão e Ranqueamento dos *En-In*, e representa a listagem final dos recursos energéticos.

6.4.3 Cálculo dos Ranqueamentos

6.4.3.1 Ranqueamento Padrão

No Ranqueamento Padrão, todos os valores numéricos dos atributos e subatributos dos recursos energéticos são convertidos em valores de 0 a 1, adimensional. Depois de aplicada essa padronização, são identificados os valores máximo e mínimo desse conjunto de recursos (0 e 1) e é gerada um reta. Todos os demais recursos estarão entre esses valores, e é possível realizar a conversão equivalente desses aplicando a equação de reta: $(y - y_0) = m \times (x - x_0)$. Exemplo da aplicação em Rigolin (2013, p. 65). Para valores não numéricos, na forma qualitativa ou descritiva, utiliza-se o processo de discretização para a conversão. Quando o resultado não apresentar uma divisão de importância muito evidente, é necessário o auxílio de um especialista

na dimensão para mensurar a importância relativa de cada descrição (RIGOLIN, 2013). Todos esses valores convertidos e padronizados são somados e divididos pela soma da quantidade de recursos da dimensão em análise. Como cada dimensão tem o mesmo peso, por definição do PIR (25% cada dimensão), calcula-se a média com os resultados dos cálculos de cada uma das dimensões (RIGOLIN, 2013, p. 74).

6.4.3.2 Ranqueamento dos *En-In*

O Ranqueamento dos En-In é elaborado através de procedimentos de preenchimento de duas planilhas:

A primeira planilha a ser preenchida corresponde a um questionário com as comparações par a par entre dois ou mais atributos ou subatributos da mesma dimensão. As comparações par a par desses atributos e subatributos são medidas por uma escala não numérica padronizada que, posteriormente, é convertida em números e introduzida em uma matriz de comparações. Essa matriz é normalizada e dela são extraídos os pesos dos atributos e subatributos (Exemplo em Rigolin, 2013. A consistência dos resultados é verificada para sua confiabilidade. Nesse processo, todos os atributos e subatributos terão seus pesos relativos determinados, de acordo com a avaliação de especialistas em *En-In*.

A segunda planilha contém todos os recursos energéticos a serem avaliados por seus atributos e subatributos contidos nas quatro dimensões do PIR. Todos os recursos são avaliados em cinco níveis de qualificação: péssimo, regular, bom, muito bom e excelente. Posteriormente, o responsável pelo Ranqueamento converterá esses valores qualitativos para numéricos, na escala de 0 a 1.

O Ranqueamento dos *En-In* é obtido com a multiplicação dos pesos relativos obtidos na primeira planilha com os valores alcançados na segunda. Esse processo resulta no Ranqueamento dos recursos energéticos avaliados pelos *En-In* do melhor “ranqueado”, com a maior nota, ao recurso com a menor nota.

6.4.3.3 Ranqueamento Final

O Ranqueamento Final é obtido pela média simples das notas de cada um dos recursos obtidos entre os Ranqueamento Padrão e Ranqueamento do *En-In*. O Ranqueamento Final é a listagem final dos recursos ordenados e avaliados através do processo de Avalição de Custos Completos.

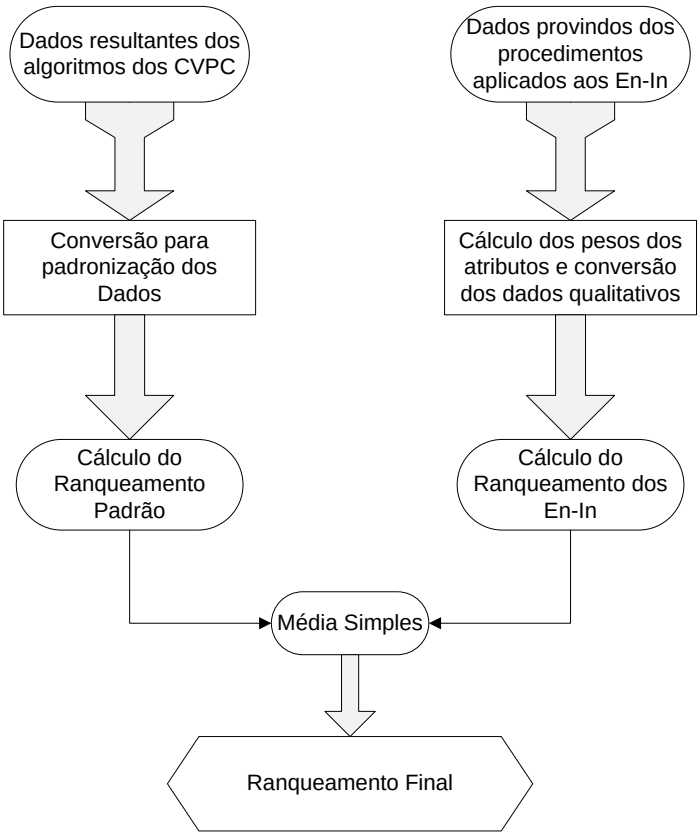


Figura 6.2 Etapas do processo de ranqueamento de recursos
Fonte: Rigolin, 2013.

O Ranqueamento Final resulta em uma listagem de recursos energéticos, ordenada do mais indicado para o menos indicado, considerando todos os custos de forma simultânea, através das dimensões ambiental, política, social e técnico-econômica.

O Ranqueamento contempla os parâmetros a serem utilizados no processo de Integração de Recursos Energéticos. Apresenta-se validada pelo processo ACC, incluídas as considerações de dados factuais, as escolhas da sociedade, de especialistas e dos *En-In* (UDAETA, 2012).

6.5 MAPEAMENTO ENERGOAMBIENTAL

O mapeamento energoambiental é fundamentado no inventário energoambiental, e tem como objetivo obter os indicadores ambientais, sociais, econômicos e políticos atualizados de uma região e classificá-los para estabelecer intervalos entre a situação atual e os parâmetros encontrados na legislação e nas normas nacionais e internacionais de qualidade ambiental (UDAETA et al, 2010f).

Para a elaboração do mapeamento regional, as informações do inventário energoambiental são utilizadas, e os índices e parâmetros dessas informações são atualizados para serem utilizadas na integração dos recursos energéticos.

O mapeamento regional permite verificar se as características de um determinado recurso energético, proveniente do Ranqueamento, estão prontas para serem inseridas no processo de Integração de Recursos. Ou seja, o mapeamento regional se comporta como uma “imagem momentânea” da região no instante de entrada do recurso, e indica se as características dos recursos energéticos atendem os limites pré-estabelecidos nos meios aéreo, aquático, antrópico e terrestre da legislação e das normas vigentes. Esses indicadores são denominados, no PIR, como Vigilantes de Restrição.

6.6 PREVISÃO DE DEMANDA ENERGÉTICA

A previsão de demanda traça a expansão do consumo energético ao longo do horizonte de planejamento baseado em cenários definidos pelo planejador. Esse processo requer dados históricos, econômicos, sociais, ambientais, técnicos, políticos e tendências em diversas áreas para sua elaboração.

A previsão baseia-se em ferramentas econométricas e mercadológicas tradicionais, que são modelos mais apropriados para aplicação de longo prazo (ARMSTRONG, 2001). Essas ferramentas permitem explicar o comportamento histórico do consumo de eletricidade e realizar projeções de estimativas de consumo, de acordo com o comportamento esperado (cenários), das diversas variáveis consideradas no desenvolvimento desse modelo.

As estimativas de consumo e sua projeção, para o longo prazo, são informações essenciais para o dimensionamento e a conceituação da expansão da capacidade de geração e a transmissão do sistema elétrico.

6.6.1 Cenários

Os cenários geralmente buscam identificar um conjunto de situações ou realidades futuras possíveis, cuja ocorrência é aceitável, porém não garantida, por meio de uma descrição qualitativa e contextual de como o presente irá evoluir (SCHNAARS, 1987).

A construção dos cenários é uma conjunção de diversas informações do passado, presente, tendências e premissas sobre o futuro, e não apenas uma projeção matemática de fatos históricos. De acordo com os respectivos cenários, são desenvolvidos modelos para auxílio na quantificação de suas consequências.

O objetivo dos cenários é de auxiliar os analistas e os planejadores a anteciparem situações vulneráveis, podendo reduzir ou eliminar consequências desses pontos e verificar inflexibilidades em metodologias.

A partir da construção dos cenários energéticos, é possível obter-se a previsão da demanda. Durante o processo, pode-se verificar e analisar como os recursos energéticos, as políticas econômicas, entre outras variáveis afetam essa previsão e o atendimento das necessidades energéticas ao longo do tempo, dentro do horizonte de planejamento considerado.

6.6.1.1 Horizonte de planejamento

Os cenários energéticos são elaborados basicamente para previsões de longo prazo. O horizonte de planejamento dos cenários energéticos considerado no PIR é de 20 a 30 anos.

6.6.2 Consolidação dos dados do ano base

O ano base é o ano de referência inicial do conjunto de dados históricos que compõem as variáveis de entrada na construção da previsão da demanda.

As informações são estratificadas por regiões, taxa de urbanização e setores de consumo (agrícola, comercial, industrial, público e residencial). No setor residencial, as informações são estratificadas em não eletrificado e eletrificado, e nas áreas rural e urbana. Dentro dessa estratificação, as informações são novamente estratificadas em três classes de distribuição de renda da população: classes A, B e C. Finalmente, dentro das classes, as informações se dividem em usos finais e por fim, pelos energéticos utilizados e sua intensidade ao longo de um ano.

Os dados de consumo energético dos setores agrícola, comercial, industrial, público são obtidos por meio de banco de dados governamentais. A projeção de crescimento econômico desses setores pode ser obtida por estudos de Institutos de Pesquisa e Dados Governamentais.

6.6.3 Cenários energéticos

No PIR são elaborados três diferentes cenários (UDAETA et al, 2009f):

a) **Cenário tendencial:** É o cenário de projeção de fatores socioeconômicos atuais e perspectivas projetadas. Esse cenário representa um crescimento de demanda energética contínua, com tendências de crescimento, distribuição, evolução de eficiências dos setores. O cenário tendencial adota em suas premissas a consideração de políticas energéticas, como substituição de tecnologias, melhorias de infraestrutura, incentivos políticos para impulsionar o crescimento de setores e perspectivas sociais;

b) **Cenário sustentável:** Consideração de fatores que buscam o desenvolvimento sustentável em todas variáveis, entre elas: ambiental eficiência energética, políticas energéticas, socioeconômicas, e outras variáveis, dentro do horizonte de planejamento;

c) **Cenário otimista:** Extrapolação otimista do cenário tendencial e das variáveis que contribuem para a participação de usos eficientes de energia. Adota como premissa o crescimento sustentado no PIB, ao longo do horizonte de planejamento.

6.6.4 Construção das previsões de demanda

A ferramenta computacional utilizada é o programa LEAP[41] (*Long Range Energy Alternative Planning System*). Esse programa possui a capacidade de criar diferentes sistemas energéticos integrados e suporta uma ampla gama de metodologias de modelos. O LEAP traça o consumo de energia, produção e extração de recursos em todos os setores da economia e pode criar e avaliar cenários alternativos, comparando as necessidades energéticas com seus custos, benefícios sociais e impactos ambientais.

---

[41] *Long range Energy Alternatives Planning System* é desenvolvido pela iniciativa internacional (COMMEND) e gerenciado pela Stockholm Environment Institute (SEI).

Os dados de entrada utilizados no LEAP são: Balanço Energético do Ano Base, dados sociais (número de casas, produção industrial, etc.), taxa de crescimento demográfico e econômico por setor, parâmetros tecnológicos, custo por tecnologia, projeções internacionais, coeficientes ambientais locais, intensidades energéticas para processos de usos finais dos setores da economia e taxa de perdas na transmissão e na distribuição de energia elétrica e eficiência energética.

Como resultados, o LEAP apresenta os resultados desagregados por setores da economia nas demandas dos usos finais de energia, evolução da distribuição rural/urbana, evolução da distribuição de renda por classes, e modificação no perfil de uso de serviços energéticos.

7 A CONSTRUÇÃO DO PLANO PREFERENCIAL DO PIR

A construção do Plano Preferencial Integrado de Recursos Energéticos inicia-se na Integração dos Recursos Energéticos. A partir do processo de Integração de Recursos, em que os recursos energéticos ranqueados são distribuídos ao longo do tempo, visando o atendimento da previsão de demanda e das metas identificadas pelos elementos de análise denominados vigilantes, começa a ser formado o Plano. A Integração de Recursos conta com os seguintes dados, provenientes do processo do PIR:

a) **Mapeamento energoambiental:** Os indicadores atualizados dos parâmetros ambientais e sociais da região são utilizados na escolha do recurso energético durante o processo de integração. O mapeamento energoambiental é o retrato instantâneo das condições ambientais e sociais da região de estudo, e servirá de base para análises de restrições e monitoramento ambientais definidos por órgãos e legislações, além de metas e objetivos definidos pelos elementos de análise (vigilantes), no momento da escolha do recurso energético;

b) **Previsão de demanda energética:** A previsão de demanda, caracterizada e estratificada em setores agrícola, comercial, industrial, público, residencial e classes de consumo, permite a escolha de um recurso energético específico para a aplicação de seu potencial realizável no respectivo setor e classe requerida;

c) **Ranqueamento de Recursos Energéticos:** O ranqueamento final de recursos incorpora em sua ordenação avaliações de custos completos (internos, externos e menos tangíveis) e a participação dos *En-In*. O resultado é o ranqueamento de todos os recursos da região, ordenados em ordem crescente de avaliação (nas quatro dimensões do PIR), prontos para serem utilizados na Integração de Recursos.

7.1 A INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS ENERGÉTICOS

A variável “tempo” é um elemento fundamental da Integração de Recursos, devido ao seu relacionamento com quase todos os elementos de análise do PIR (GIMENES, 2004). Como exemplo de relação do tempo no setor elétrico, tem-se, a evolução dos índices macroeconômicos e sociais; evolução da demanda de energia e a evolução da oferta de recursos. Esses elementos são fundamentalmente considerados no planejamento energético tradicional. Na metodologia do PIR, elementos como os vigilantes são incorporados e deverão ter sua evolução temporal também considerada. Dessa forma, o tempo continuará tendo seu papel preponderante no modelo de planejamento energético e, principalmente, no modelo de integração de recursos para atendimento das premissas do PIR.

As quatro etapas de integração são assim descritas:

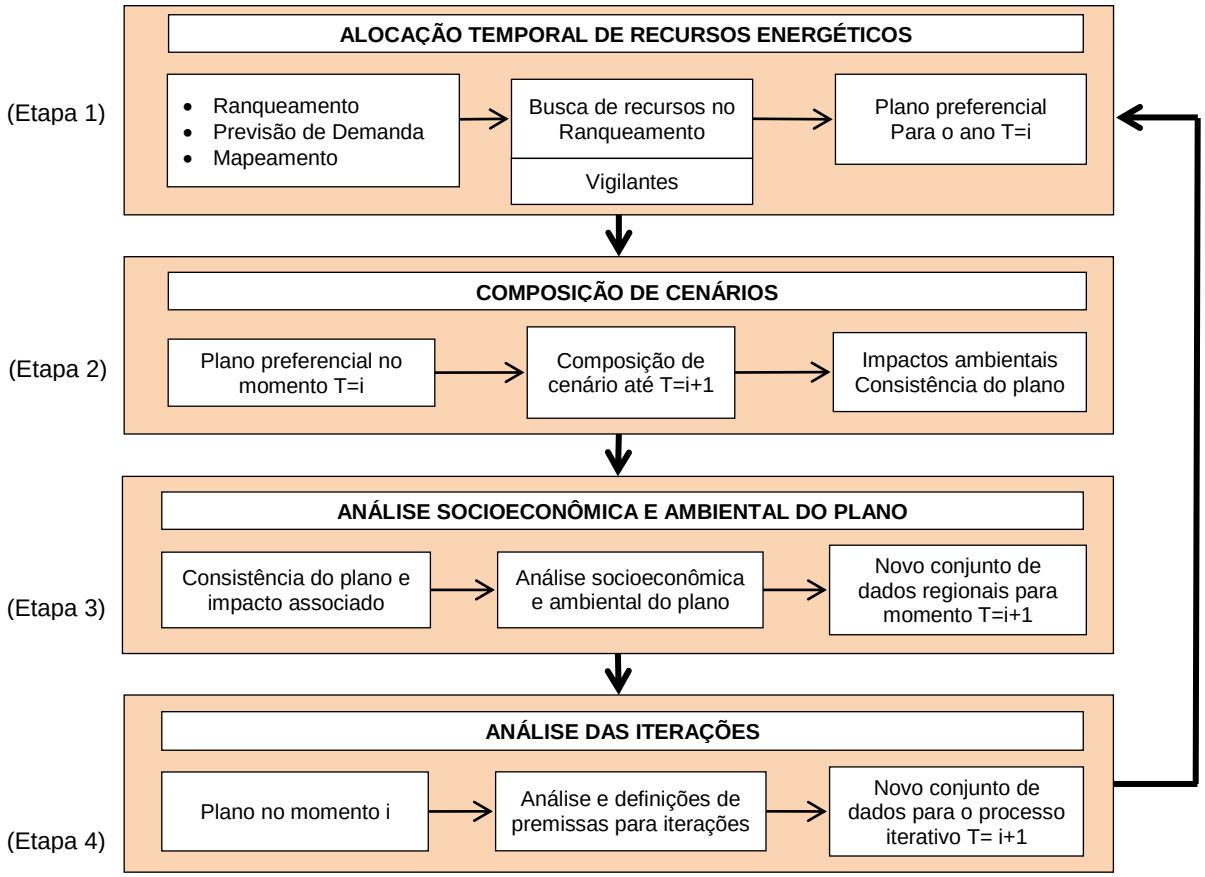


Figura 7.1 Diagrama do processo de integração de recursos

Fonte: Elaboração própria, baseada em GIMENES (2004).

7.1.1 Definição dos Vigilantes

A consideração da evolução temporal dos parâmetros técnico-econômicos é um procedimento usual no planejamento energético tradicional. Contudo, na metodologia do PIR, outros elementos de análise são considerados na integração de recursos (GIMENES, 2004). Esses elementos de análise são denominados na metodologia do PIR como Vigilantes.

Tabela 7.1 Exemplos de Vigilantes do PIR

MEIO		VIGILANTES
AÉREO	Gases de Efeito Estufa	Dióxido de Carbono (CO_2)
		Metano (CH_4)
		Óxido Nitroso (N_2O)
		Hidrofluorcarboneto (HFC)
		Perfluorcarbonetos (PFC)
		Hexafluoreto de Enxofre (SF6)
	Gases Camada de Ozônio	Clorofluorcarbono (CFC)
	Poluentes	Material Particulado (MP)
		Dióxido de Enxofre (SO_2)
		Monóxido de Carbono (CO)
		Dióxido de Nitrogênio (NO_2)
ANTRÓPICO		Demografia
		Saúde
		Educação
		Indicadores Sociais
	Economia	PIB ou Valor Adicionado Fiscal
	Infraestrutura	Transportes
		Energia
		Saneamento
	Política	Urbana
		Meio Ambiente
		Aspectos
AQUÁTICO	Águas Superficiais	Disponibilidade
		Qualidade
	Águas Subterrâneas	Disponibilidade
		Qualidade
TERRESTRE	Biodiversidade	Espécies ameaçadas de vegetais e animais
		Vegetação remanescente
		Desmatamento
	Relevo	Morfologia
	Solo	Erosão
		Contaminantes
		Grau de urbanização
		Resíduos sólidos

Fonte: Elaboração própria, 2013.

Os vigilantes são índices que atuarão como balizadores de impactos ambientais e sociais na alocação temporal dos recursos energéticos, para que satisfaçam os princípios do PIR. Os vigilantes não necessariamente representam restrições ambientais definidas por legislação, mas podem incorporar metas e objetivos do planejamento energético. Por definição, todos os vigilantes devem ser considerados para a elaboração do Plano Preferencial dos Recursos Energéticos. Na tabela 7.1 são apresentados os vigilantes a serem utilizados no processo de integração de recursos.

7.2 ETAPA 1 - ALOCAÇÃO TEMPORAL DE RECURSOS ENERGÉTICOS

Nesta etapa, os recursos são alocados ao longo do período de planejamento, convenientemente de acordo com as capacidades de energia realizáveis e suprimento da necessidade energética setorial, estimada na previsão de demanda e respeitando os vigilantes.

7.2.1 Distribuição dos recursos energéticos no tempo

Para o processo de distribuição dos recursos são utilizados os recursos provenientes do ranqueamento, conforme sua classificação. No entanto, tal escolha é realizada de acordo com as capacidades de energia realizáveis de cada um em seu respectivo setor e potencial no ano, e somente quando do atendimento à previsão de demanda e aos indicadores de análise vigilantes da região, no momento de inserção do recurso energético. Ao conjunto de recursos que atenda o ano um, se denomina plano preferencial do ano um. Após a distribuição no ano um, já estarão disponíveis as novas condições do mapeamento energoambiental e da revisão de demanda para o próximo ano i+1, de acordo com a discretização de tempo realizada. Com essas novas condições, o processo será realimentado para a composição do plano preferencial do momento i+1. Dessa forma, é possível verificar na etapa i+1 os efeitos socioeconômicos e ambientais da aplicação do plano no momento i, verificar e reduzir as incertezas interentes ao plano preferencial, pois, é possível corrigir as opções do plano em função dos impactos causados. O plano

preferencial estará completo ao serem percorridas as n iterações, em que n é o número de discretizações realizadas do período de planejamento.

7.2.1.1 Interferências entre recursos de demanda

Devem ser analisadas, no processo de alocação dos recursos, as interferências entre os potenciais energéticos dos recursos selecionados. Ou seja, nos recursos e demanda a aplicação de determinadas medidas pode reduzir ou eliminar o potencial de outros, que possuem usos finais similares. Exemplo: a aplicação da substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos, a seleção e substituição de energéticos e a eficientização de sistemas de combustão para qualquer uso final são concorrentes entre si e o potencial de um dos recursos afeta os demais, em sua aplicação. Outro fator de aplicação dos recursos de demanda são decorrentes de fatores culturais, sociais ou regulatórios, que podem influenciar a taxa de aplicação, do potencial do recurso energético, para o ano de aplicação.

7.2.1.2 Interferências entre recursos de oferta

Para os recursos de oferta, tecnologias equivalentes limitam o potencial estimado, na proximidade da faixa de potência pré-definida, na listagem de recursos energéticos. Um exemplo é dos potenciais teóricos dos recursos hidrelétricos. Quando estimados isoladamente em uma faixa de potência, representam o potencial geral do recurso. No entanto, a aplicação de um recurso hidrelétrico de outra faixa de potência, pode afetar o potencial de outra e esta redução deve ser considerada. Um outro exemplo é o fator espacial, com recursos concorrentes como biodiesel, bagaço de cana, álcool, lenha e fotovoltaico, que concorrem pelo mesmo espaço de produção.

Em Udaeta, et al. (2010g), são apresentados os fatores de intersecção de potenciais dos recursos de demanda e oferta, e os fatores de aplicação das medidas de gerenciamento do lado da demanda. No entanto, a determinação do algorítimo

para a sistematização destes fatores e taxas é um tema para aperfeiçoamento, de suma importância para a aplicação no processo de integração de recursos.

7.3 ETAPA 2 – COMPOSIÇÃO DE CENÁRIOS

Nesta etapa, é realizada a análise de consistência com o objetivo de verificar como o plano preferencial gerado influi na demanda energética prevista e nos limites temporais, geográficos e ambientais pré-determinados pelos vigilantes.

Nesse processo de composição do plano preferencial, são geradas as novas condições ambientais, sociais e energéticas para o momento i+1, através da revisão da previsão de demanda e das atualizações dos indicadores ambientais afetados pela implantação do plano preferencial do momento i. A análise dos resultados pode apresentar inconsistências entre os objetivos do PIR e as características regionais ou outros fatores. Disparidades de grandes proporções podem requerer um novo procedimento de consulta com os *En-In* ou uma revisão do plano proposto, com o objetivo de minimizar as incertezas do plano preferencial. A condução de planos que levem à indisponibilidade de recursos para atendimento do plano preferencial pode indicar exageros em critérios estabelecidos pelos *En-In,* necessitando de uma revisão do Ranqueamento elaborado.

7.4 ETAPA 3 – ANÁLISE SOCIOECONÔMICA E AMBIENTAL

Nesta etapa, são realizadas as análises complementares da etapa de composição de cenários. O objetivo é avaliar as alterações socioeconômicas decorrentes da aplicação dos recursos no momento i. Salienta-se o caráter multidisciplicar das análises das evoluções dos indicadores socioeconômicos dessa etapa. Assim, especialistas de diferentes especialidades, além do especialista do setor elétrico, devem ser incluídos no processo do PIR. Os resultados serão avaliados sob os requisitos dos elementos de análise Vigilantes do PIR.

7.5 ETAPA 4 – ANÁLISE DAS ITERAÇÕES

O processo iterativo tem como objetivo o aprimoramento da distribuição de recursos, considerando a revisão dos dados sócio-ambientais afetados pela entrada dos recursos na distribuição anterior. Após os recursos energéticos serem distribuídos em um determinado ano, os dados regionais são revisados, por conta dos impactos dos recursos aplicados no ano anterior. A aplicação dos potenciais de recursos de demanda, por meio de programas de conservação de energia e eficiência energética, pode alterar a projeção de demanda de eletricidade para a próxima iteração, como também afetar os dados utilizados no ano base da previsão de demanda. Da mesma forma, os recursos de oferta podem, de acordo com suas características, afetar o meio sócio-ambiental, de forma que seja revisto o mapeamento para a próxima iteração. Como forma de reduzir estas distorções, são realizadas, após a primeira distribuição de recursos em cada ano, a revisão da previsão de demanda e dos dados regionais, e prossegue-se na integração para o próximo ano.

7.6 CONSIDERAÇÕES NO PROCESSO DE INTEGRAÇÃO DE RECURSOS

Nenhum recurso deve ser descartado por conta da sua classificação, pois, dentro do PIR, ainda serão consideradas variáveis temporais, geográficas e a disponibilidade do recurso. Ou seja, a aplicação dos recursos está vinculada às restrições dos vigilantes de uma determinada região, no momento de sua aplicação. Durante a alocação de mais de um tipo de recurso em um mesmo ano, existe a possibilidade de utilização de alguns fatores de eficiência devido à intersecção de recursos de demanda, ou seja, a existência de aplicação de um recurso que pode afetar a energia disponível de outro recurso complementar. Da mesma forma, pode ocorrer a concorrência de recursos de oferta, tanto no aspecto espacial quanto ao energético - por exemplo, uma planta solar afetando o potencial teórico da energia do bagaço de cana. Deve-se mencionar que a Integração de Recursos, no âmbito do ente responsável, não representa somente a distribuição ótima dos recursos no tempo e na geografia, mas também de modelamento das decisões em termos de valores humanos.

8 O PLANO PREFERENCIAL INTEGRADO DE RECURSOS ENERGÉTICOS

Os recursos energéticos listados, peneirados, classificados, valorados com seus potenciais completos e ranqueados pelo processo de ACC são distribuídos ao longo do período de planejamento na Integração de Recursos visando o atendimento à previsão de demanda e aos limites e metas identificados pelos elementos de análise vigilantes. Como resultado do processo de Integração, obtém-se o Plano Preferencial Integrado de Recursos Energéticos. Este é uma coletânea de recursos sistematicamente analisada com seus respectivos potenciais, aplicáveis e realizáveis, aplicados ao longo do horizonte de planejamento e na geografia, de acordo com o atendimento da demanda de eletricidade e restrições do momento de inserção do recurso no local.

Esse plano preferencial incorpora em seu conteúdo o modelamento de pesos de importâncias equivalentes nas dimensões: ambiental, político, social e técnico-econômica. O envolvimento e a participação de entidades interessadas no processo contribuem para o controle das consequências inconvenientes e da atenuação dos efeitos negativos de grandes empreendimentos junto à percepção da sociedade, e mesmo para os investidores, na viabilidade de um empreendimento.

O formato final é um relatório com as premissas adotadas nos cenários macroeconômicos futuros, considerações de recursos do lado de oferta e de demanda, as decisões multicritérios realizadas, os impactos políticos, financeiros, ambientais e sociais, para a expansão do setor ao longo do período. Apresenta, dessa maneira, aos tomadores de decisão de alternativas, considerando as tendências e os cenários macroeconômicos, sociais e políticos, futuros com o mínimo custo nas dimensões de desenvolvimento, social, ambiental e político.

O plano preferencial é dinâmico, e necessita para sua consistência, de uma taxa de atualização periódica para acompanhar os eventos, as mudanças e as oportunidades do setor elétrico no âmbito do processo do PIR. A periodicidade de revisão do plano para adequação é sugerida entre dois e três anos (UDAETA, 1997).

9 MONTAGEM DO PLANO PREFERENCIAL DO PIR EM ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso visa validar a metodologia de construção do Plano Preferencial Integrado de Recursos, incorporando, neste processo, a composição de todas as etapas do PIR.

A Região Administrativa de Araçatuba foi determinada para este estudo de caso por conta dos projetos realizados e concluídos no âmbito do Planejamento Integrado de Recursos. Desde 2001, o GEPEA-USP trabalha em parceria com a Cooperativa do Polo Hidroviário de Araçatuba (COOPERHIDRO), com o objetivo de propiciar condições para o desenvolvimento sustentável do oeste paulista (UDAETA et al., 2006a). Em 2004, com o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), o GEPEA-USP, o IEE-USP e a COOPERHIDRO avançaram nas pesquisas e no aprimoramento de metodologias para a otimização energética da região (FAPESP, 2013).

São utilizados os relatórios científicos realizados na RAA das etapas metodológicas do PIR, validadas no projeto de pesquisa “ Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável”, dentro do Programa de Pesquisa em Políticas Públicas (Processo FAPESP 03/06441-7), estruturado pelo IEE-USP/GEPEA-USP em parceria com a COOPERHIDRO e financiado pela FAPESP. Esses relatórios foram elaborados no período de 2004 a 2009 e compreenderam a validação das seguintes metodologias: Inventário de Informações Prévias, Listagem e Peneiramento de Recursos, Cômputo e Valoração de Recursos, Ranqueamento de Recursos e Previsão de Demanda.

9.1 A REGIÃO ADMINISTRATIVA DE ARAÇATUBA

O estado de São Paulo é dividido em 14 Regiões Administrativas[42], 42 Regiões de Governo e três Regiões Metropolitanas. Essa estrutura foi criada com o objetivo de descentralizar, administração e o planejamento do governo.

Figura 9.1 Destaque da Região Administrativa de Araçatuba

Fonte: Elaboração própria, baseada em mapas do IGC, 2007.

A Região Administrativa de Araçatuba (RAA) é composta por 43 municípios[43], com área total de 18.562 km^2 (7,5% do total do estado), situando-se a oeste do estado de São Paulo. Compreende duas regiões de governo, Andradina e Araçatuba.

---

42 As Regiões Administrativas foram criadas pelo decreto nº 48.162, de julho de 1967. Para detalhes ver: Emplasa (2009).

43 Os 43 municípios da Região Administrativa de Araçatuba são: Alto Alegre, Andradina, Araçatuba, Auriflama, Avanhandava, Barbosa, Bento de Abreu, Bilac, Birigui, Braúna, Brejo Alegre, Buritama, Castilho, Clementina, Coroados, Gabriel Monteiro, Gastão Vidigal, General Salgado, Glicério, Guaraçaí, Guararapes, Guzolândia, Ilha Solteira, Itapura, Lavínia, Lourdes, Luiziânia, Mirandópolis, Murutinga do Sul, Nova Castilho, Nova Independência, Nova Luzitânia, Penápolis, Pereira Barreto, Piacatu, Rubiácea, Santo Antônio do Aracanguá, Santópolis do Aguapeí, São João do Iracema, Sud Mennucci, Suzanápolis, Turiúba e Valparaíso.

9.2 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRÉVIAS

9.2.1 Inventário energoambiental

9.2.1.1 Meio antrópico[44]

Evolução histórica: No final do século XIX e no início do século XX, inicia-se o avanço ao oeste do estado de São Paulo, em busca de terras férteis para plantações de café. O movimento da expansão cafeeira e a Estrada de Ferro Noroeste do Brasil impulsionaram o desenvolvimento da Região Administrativa de Araçatuba. O fracionamento de terras foi intensificado em 1925, com a chegada dos japoneses. Estes se dedicaram intensivamente à plantação de algodão, atraindo usinas de beneficiamento do produto. Com a crise do café, em meados dos anos 30, houve a eliminação de 80% dos cafeicultores da região. A partir dos anos 40, houve a especialização da região na pecuária de corte, transformando-a na principal atividade da região e projetando Araçatuba como a Capital do Boi Gordo. Neste mesmo período, a região de Araçatuba alcançava o *status* de maior zona produtora brasileira de algodão. A partir da década de 70, com a implantação do Programa Nacional do Álcool (Pró-Álcool), houve a cultura de cana-de-açúcar e a expansão das destilarias na região (KANAYAMA, 2007). Entre 1995 e 2005, e, sobretudo a partir de 2003, em função do crescimento do setor sucroalcooleiro, a Região Administrativa de Araçatuba liderou os crescentes investimentos no setor de alimentos e bebidas, representando 31,8% do total (SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2013).

Demografia: Com uma população de 745.344 habitantes, a região representa aproximadamente 1,78% do total da população do estado de São Paulo. Dentro da Região Administrativa de Araçatuba, os quatro municípios mais populosos são: Araçatuba, Birigui, Penápolis e Andradina, representando 55% do total da população regional. (SEADE, 2013).

---

44 Os dados econômicos podem ser complementados com o relatório: *Caracterização Socioeconômica de São Paulo – Região Administrativa de Araçatuba*, da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional do Governo do Estado de São Paulo (SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2013).

Tabela 9.1 Território e população da RAA

TERRITÓRIO E POPULAÇÃO	ANO	RAA	ESTADO SP
Área (Em km^2)	2013	18.562,23	248.223,21
População	2012	745.344	41.939.997
Densidade Demográfica (Habitantes/km^2)	2012	40,15	168,96
Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População – 2010/2012 (% a.a.)	2012	0,67	0,87
Grau de Urbanização (Em %)	2010	92,13	95,94
Índice de Envelhecimento (Em %)	2012	78,38	58,88
População com Menos de 15 Anos (Em %)	2012	18,58	20,71
População com 60 Anos e Mais (Em %)	2012	14,56	12,2
Razão de Sexos	2012	99,33	94,79

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2013).

Saúde: De acordo com as informações do Departamento de Informática do SUS (DATASUS), a região conta com 125 Unidades Básicas de Saúde (UBS), sendo 16 em Araçatuba e somente o município de Luiziânia não conta com a presença da UBS. A região conta ainda com 32 hospitais, entre especializados e gerais (DATASUS, 2013).

Tabela 9.2 Indicadores da saúde da RAA

SAÚDE	ANO	RAA	ESTADO SP
Taxa de Natalidade (Por mil habitantes)	2011	12,63	14,68
Taxa de Fecundidade Geral (Por mil mulheres entre 15 e 49 anos)	2011	46,74	51,60
Taxa de Mortalidade Infantil (Por mil nascidos vivos)	2011	12,09	11,55
Taxa de Mortalidade na Infância (Por mil nascidos vivos)	2011	13,27	13,35
Taxa de Mortalidade da População entre 15 e 34 Anos (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)	2011	132,00	119,61
Taxa de Mortalidade da População de 60 Anos e Mais (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)	2011	3.479,68	3.611,03
Mães Adolescentes (com menos de 18 anos) (Em %)	2011	8,71	6,88
Mães que Tiveram Sete e Mais Consultas de Pré-Natal (Em %)	2011	83,06	78,33
Partos Cesáreos (Em %)	2011	76,37	59,99
Nascimentos de Baixo Peso (menos de 2,5kg) (Em %)	2011	8,15	9,26
Gestações Pré-Termo (Em %)	2011	8,15	8,98

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2013).

Os indicadores de saúde mostram que as gestantes tiveram mais acesso às consultas pré-natal, o que resulta em números de nascimentos abaixo do peso menor que a média estadual. No entanto, os dados indicam um índice de mortalidade infantil acima da média do estado.

Educação: A região possui cinco unidades de escolas técnicas (Andradina, Araçatuba, Birigui, Ilha Solteira e Penápolis) e uma faculdade de tecnologia em Araçatuba do Centro Paula Souza (CENTRO PAULA SOUZA, 2013). A Região Administrativa de Araçatuba possui unidades do SESI/SENAI (Araçatuba, Birigui e Penápolis) e conta com 60 instituições de ensino superiores credenciadas no Ministério da Educação (MEC). Entre os municípios com maior rede de ensino, estão Araçatuba (19), Andradina (9), Birigui (7), Penápolis (7) e Ilha Solteira (6) (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2013). O desempenho educacional é considerado excelente, situando acima da média do conjunto do estado (SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2013).

Tabela 9.3 Indicadores da educação da RAA

EDUCAÇÃO	ANO	RAA	ESTADO SP
Taxa de Analfabetismo da População de 15 Anos e Mais (Em %)	2010	6,25	4,33
População de 18 a 24 Anos com Ensino Médio Completo (Em %)	2010	58,64	58,68

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2013).

Indicadores Sociais: São aplicados os indicadores sociais de referências aos municípios do estado de São Paulo. O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) é um sistema de indicadores socioeconômicos para acompanhamento das situações econômicas e sociais dos municípios paulistas (DEMARCO, 2007).

Tabela 9.4 Indicadores sociais paulista da RAA

CONDIÇÕE DE VIDA	ANO	RAA	ESTADO SP
Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS – Dimensão Riqueza	2010	37	45
Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS – Dimensão Longevidade	2010	68	69
Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS – Dimensão Escolaridade	2010	56	48
Renda *per capita* (Em reais correntes)	2010	691,07	853,75
Domicílios Particulares com Renda *per capita* de até 1/4 do Salário Mínimo (%)	2010	5,34	7,42
Domicílios Particulares com Renda *per capita* de até 1/2 Salário Mínimo (%)	2010	16,63	18,86

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2013).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) é baseado no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), com a diferença de utilizar variáveis como renda familiar *per capita* média. Na dimensão educação, considera a taxa de alfabetização

de pessoas acima de 15 anos de idade e a taxa de frequência à escola, com pesos dois e um, respectivamente (DEMARCO, 2007).

Tabela 9.5 Índice de desenvolvimento humano municipal da RAA

INDICADOR SOCIAL IDHM - ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL 2010 (CENSO 2010)					
Pos	**Município**	**IDHM, 2010**	**Pos**	**Município**	**IDHM, 2010**
1	Ilha Solteira (SP)	0,812	23	Braúna (SP)	0,737
2	Araçatuba (SP)	0,788	24	Glicério (SP)	0,735
3	Birigui (SP)	0,780	25	Nova Independência (SP)	0,735
4	Andradina (SP)	0,779	26	Piacatu (SP)	0,732
5	Auriflama (SP)	0,773	27	Castilho (SP)	0,731
6	Bilac (SP)	0,768	28	Murutinga do Sul (SP)	0,726
7	Pereira Barreto (SP)	0,766	29	Clementina (SP)	0,725
8	Buritama (SP)	0,763	30	Valparaíso (SP)	0,725
9	Gabriel Monteiro (SP)	0,763	31	Gastão Vidigal (SP)	0,723
10	Guararapes (SP)	0,763	32	Lavínia (SP)	0,721
11	Penápolis (SP)	0,759	33	Rubiácea (SP)	0,721
12	Santo Antônio do Aracanguá (SP)	0,757	34	Itapura (SP)	0,720
13	Nova Castilho (SP)	0,756	35	Coroados (SP)	0,719
14	Turiúba (SP)	0,751	36	Guaraçaí (SP)	0,719
15	Mirandópolis (SP)	0,751	37	Brejo Alegre (SP)	0,710
16	São João de Iracema (SP)	0,748	38	Avanhandava (SP)	0,705
17	General Salgado (SP)	0,747	39	Luiziânia (SP)	0,702
18	Sud Mennucci (SP)	0,747	40	Alto Alegre (SP)	0,700
19	Bento de Abreu (SP)	0,744	41	Barbosa (SP)	0,699
20	Nova Luzitânia (SP)	0,743	42	Suzanápolis (SP)	0,699
21	Lourdes (SP)	0,742	43	Guzolândia (SP)	0,697
22	Santópolis do Aguapeí (SP)	0,740			

Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2013).

Saneamento: Os indicadores de saneamento são considerados bons, estando quase todos acima da média do estado.

Tabela 9.6 Indicadores de infraestrutura na RAA

INFRAESTRUTURA URBANA	ANO	RAA	ESTADO SP
Coleta de Lixo – Nível de Atendimento (Em %)	2010	99,63	99,66
Abastecimento de Água – Nível de Atendimento (Em %)	2010	98,98	97,91
Esgoto Sanitário – Nível de Atendimento (Em %)	2010	97,04	89,75

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2013).

Economia: A economia da região é marcada pela importância da agropecuária e pelo desempenho da indústria, ambas amparadas por uma infraestrutura de transportes de carga com caráter multimodal: porto fluvial, ramal ferroviário, aeroporto regional e rodovias.

Tabela 9.7 Indicadores econômicos na RAA

ECONOMIA	ANO	RAA	ESTADO SP
PIB (Em milhões de reais correntes)	2010	14.813,05	1.247.595,93
PIB *per capita* (Em reais correntes)	2010	20.142,82	30.264,06
Participação no PIB do Estado (Em %)	2010	1,19	100
Participação da Agropecuária no Total do Valor Adicionado (Em %)	2010	8,72	1,87
Participação da Indústria no Total do Valor Adicionado (Em %)	2010	34,08	29,08
Participação dos Serviços no Total do Valor Adicionado (Em %)	2010	57,20	69,05
Participação nas Exportações do Estado (Em %)	2012	0,79	100

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2012, 2013).

A geração de energia elétrica representa, individualmente, 38,69% do valor adicionado fiscal gerado em 97. Em seguida, destacam-se as atividades industriais, com 33,4% do total do valor adicionado gerado em 1997. O setor agroindustrial, como um todo, inclui empresas frigoríficas, álcool e açúcar, massas e polpas de frutas, processamento de leite em pó, curtimento de couro, indústria de calçados, desidratação de ovos, entre outras, concentradas em Araçatuba, Birigui, Penápolis e Andradina.

Transportes: A região apresenta uma privilegiada multimodalidade na infraestrutura de transportes, contemplando o rodoviário, o hidroviário e o ferroviário. Entre as importantes infraestruturas, estão a rodovia Marechal Rondon (SP-300), a ferrovia Noroeste S.A., a antiga Estrada de Ferro Noroeste, e a hidrovia Tietê-Paraná. (SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO, 2010).

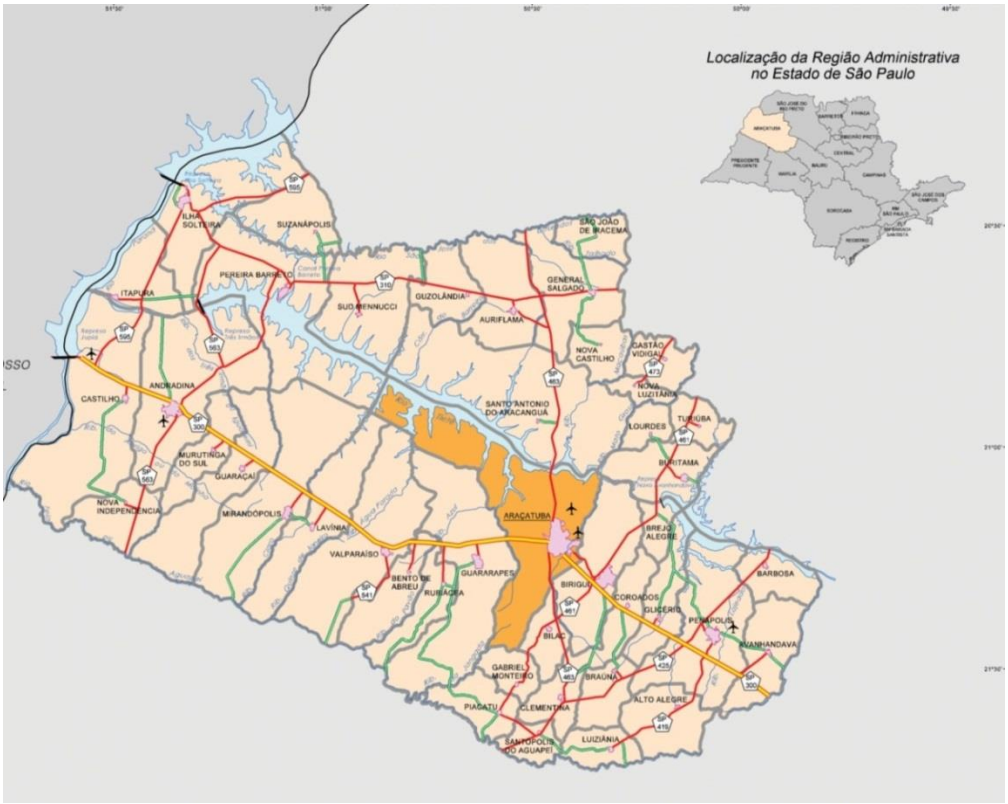


Figura 9.2 Rede de transportes da Região Administrativa de Araçatuba
Fonte: Instituto Geográfico e Cartográfico (2007).

Energia: Destaca-se pelos serviços de utilidade pública de eletricidade e gás, contemplando um dos maiores complexos hidrelétricos do mundo.

Principais empresas de energia: AES Tietê, Companhia Energética de São Paulo (CESP), Companhia Paulista de Transmissão de Energia Elétrica (CTEEP), Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL Paulista), ELEKTRO, Gás Brasiliano.

Transmissão: As linhas de transmissão existentes na região são de propriedade da Companhia Paulista de Transmissão de Energia Elétrica (CTEEP). Linhas de 440 kV e 138 kV presentes na região interligam as hidrelétricas e as termelétricas aos grandes centros de consumo.

Distribuição de eletricidade: A RAA está na área de concessão de duas distribuidoras: a Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL, e a Elektro. Dentro da área de concessão da CPFL, na região de Promissão, a distribuição rural de energia

elétrica está sob a responsabilidade da Cooperativa de Eletrificação Rural da Região de Promissão Ltda. – CERPRO. A CERPRO tem como área de atuação 11 (onze) Municípios: Promissão, Avanhandava, Alto Alegre, Guaiçara, Clementina, Braúna, Bilac, Penápolis, Coroados, Glicério e Luziânia.

Tabela 9.8 Consumo e número de consumidores por segmento

SETORES	ANO	CONSUMIDORES	MWh
Industrial	2010	2833	402459
Comércio e Serviços	2010	21702	253480
Residencial	2010	248706	531705
Rural	2010	15530	108597
Iluminação e Serviços Públicos e Outros	2010	3825	239288
Energia Elétrica – Total	2010	292596	1535536

Fonte: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2012, 2013).

Geração hidrelétrica: O consumo de energia elétrica é de cerca de 1% do total consumido no estado (SEADE, 2013). No entanto, a região é responsável pela geração hidrelétrica de 34% no estado, e abriga um dos maiores complexos hidrelétricos do mundo, o Complexo Urubupungá, formado pelas hidrelétricas de Ilha Solteira, Jupiá e Três Irmãos (ANEEL, 2013).

Tabela 9.9 Usinas hidrelétricas na RAA

USINA	POTÊNCIA (kW)	MUNICÍPIO	RECURSO	FONTE
Ilha Solteira	3.444.000	Ilha Solteira	Hidráulica	Hidráulica
Jupiá (Eng° Souza Dias)	1.551.200	Castilho	Hidráulica	Hidráulica
Nova Avanhandava (Rui Barbosa)	347.400	Buritama	Hidráulica	Hidráulica
Três Irmãos	811.450	Pereira Barreto	Hidráulica	Hidráulica
TOTAL	6.154.050			

FONTE: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2013).

Geração termelétrica: As termelétricas representam, com relação à capacidade instalada de geração, um total de 473.200 kW, com 463.793 kW de geração por meio de bagaço de cana-de-açúcar e 9.407 kW de geração diesel, segundo o banco de informações de geração da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Tabela 9.10 Usinas Térmicas à óleo diesel na RAA

USINA	POTÊNCIA (kW)	MUNICÍPIO	RECURSO	FONTE
JBS Andradina	4.960	Andradina	Óleo Diesel	Fóssil
Menu	3.000	Guararapes	Óleo Diesel	Fóssil
Nestlé	725	Araçatuba	Óleo Diesel	Fóssil
Santa Casa de Misericórdia de Araçatuba	704	Araçatuba	Óleo Diesel	Fóssil
Aeroporto de Urubupungá	18	Castilho	Óleo Diesel	Fóssil
TOTAL	9.407			

FONTE: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2013).

Cogeração à biomassa: A região apresenta a capacidade de geração termelétrica à biomassa de bagaço de cana de 463.793 kW.

Tabela 9.11 Usinas térmicas à biomassa na RAA

USINA	POTÊNCIA (kW)	MUNICÍPIO	RECURSO	FONTE
Gasa	82.000	Andradina	Bagaço de Cana	Biomassa
Biopav II	65.000	Brejo Alegre	Bagaço de Cana	Biomassa
Chapadão Agroenergia	48.000	Brejo Alegre	Bagaço de Cana	Biomassa
Univalem Bioenergia	45.000	Valparaíso	Bagaço de Cana	Biomassa
Pioneiros	42.000	Sud Mennucci	Bagaço de Cana	Biomassa
Da Mata	40.000	Valparaíso	Bagaço de Cana	Biomassa
Interlagos	40.000	Pereira Barreto	Bagaço de Cana	Biomassa
Ipê (Antiga Ceni)	25.000	Nova Independência	Bagaço de Cana	Biomassa
Viralcool Castilho	15.520	Castilho	Bagaço de Cana	Biomassa
Clealco	11.200	Clementina	Bagaço de Cana	Biomassa
Univalem	8.000	Valparaíso	Bagaço de Cana	Biomassa
Alcoazul	7.400	Araçatuba	Bagaço de Cana	Biomassa
Destivale	5.000	Araçatuba	Bagaço de Cana	Biomassa
Aralco	4.800	Santo Antônio do Aracanguá	Bagaço de Cana	Biomassa
Figueira	4.400	Buritama	Bagaço de Cana	Biomassa
Benálcool	4.200	Bento de Abreu	Bagaço de Cana	Biomassa
Generalco	3.800	General Salgado	Bagaço de Cana	Biomassa
Mundial	3.600	Mirandopólis	Bagaço de Cana	Biomassa
Unialco	3.600	Guararapes	Bagaço de Cana	Biomassa
Diana	2.873	Avanhandava	Bagaço de Cana	Biomassa
Alcomira	2.400	Mirandopólis	Bagaço de Cana	Biomassa
TOTAL	463.793			

FONTE: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2013).

Demais alternativas de geração: A Região Administrativa de Araçatuba não possui projetos de pequenas centrais hidrelétricas cadastradas na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), porém há potencial para exploração. Identificou-se a estimativa de potencial de geração considerando somente os cursos d'água que derivam dos rios Tietê e Paraná. Não existem dados históricos disponíveis para estimar o potencial de geração eólica na RAA. Para geração solar fotovoltaica e solar térmica, a região apresenta um grande potencial devido ao alto índice de radiação solar. Não são identificadas PCHs e usinas eólicas na região.

Gás natural: O gasoduto Brasil-Bolívia, da empresa Gás Brasiliano, atravessa a região. Com um ramal de 18 km, interliga o município de Bilac ao município de Araçatuba.

Etanol: A Região Administrativa de Araçatuba possui 27 usinas responsáveis pela produção de 11% do total do estado de São Paulo.

Figura 9.3 Usinas de cana-de-açúcar e destilarias na RAA em 2011

Fonte: Secretaria de Energia do Governo do Estado de São Paulo (SECRETARIA DE ENERGIA, 2013).

Tabela 9.12 Produção de Álcool e Açúcar na RAA em 2011

REGIÃO ADMINISTRATIVA	CANA (t)	AÇÚCAR (t)	ÁLCOOL ANIDRO (m^3)	ETANOL (m^3)	TOTAL ÁLCOOL (m^3)
Araçatuba	26.037.141	1.449.175	471.627	757.764	1.229.391
Total do Estado	304.229.853	21.067.955	4.755.181	6.844.455	11.599.636

Fonte: Secretaria de Energia do Governo do Estado de São Paulo (SÂO PAULO, 2013).

Política do meio ambiente: Proteção do meio ambiente. Entre as principais políticas públicas para proteção da biodiversidade, estão: áreas de proteção especial (APE), Áreas de Proteção Permanente (APP) e Unidades de Conservação (UC).

Aspectos políticos: Ações diretamente ligadas ao desenvolvimento da região, como o Plano Plurianual (2012-2015), do governo de São Paulo (SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2011), que apresenta as necessidades para o desenvolvimento regional da região de Araçatuba, e o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).

Legislações tributárias: As empresas do setor elétrico estão sujeitas, além dos tributos obrigatórios, aos encargos setoriais: Reserva Global de Reversão (RGR), Conta de Consumo de Combustíveis (CCC), Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica (TFSEE), Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos (CFURH), Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Eficiência Energética, Encargo de Serviços do Sistema (ESS) e ao Operador Nacional do Sistema (ONS) (KANAYAMA, 2007).

9.2.1.2 Meio aéreo

Gases de efeito estufa

Emissões de CH_4: Considerando que as represas das grandes usinas são antigas, a maior parte das emissões de gases resultantes do alagamento de matéria orgânica foi estimada baseada em metodologia apresentada em Udaeta et al. (2009a).

Poluentes: A capacidade de geração termelétrica a diesel da ordem de 9 MW e o 460 MW de geração à biomassa apresentam modesta contribuição à emissão de gases poluentes, sendo desconsiderada na quantificação. São identificados como maiores emissores de poluentes CO e $NO_{x,}$ originados dos veículos automotores.

Tabela 9.13 Caracterização do meio aéreo da RAA

MEIO AÉREO		ANO	LEVANTAMENTO
Gases de Efeito Estufa	Dióxido de Carbono (CO_2)	*2006*	*1.016.952 t/ano*
	Metano (CH_4)	*2006*	*10.550 t/ano*
	Óxido Nitroso (N_2O)	*2006*	-
	Hidrofluorcarboneto (HFC)	*2006*	-
	Perfluorcarbonetos (PFC)	*2006*	-
	Hexafluoreto de Enxofre (SF6)	*2006*	-
Gases Camada de Ozônio	Clorofluorcarbono (CFC)	*2006*	-
Poluentes	Material Particulado (MP)	*2006*	*75-100 µg/m^3*
	Dióxido de Enxofre (SO_2)	*2006*	-
	Monóxido de Carbono (CO)	*2006*	*3152 t/ano*
	Dióxido de Nitrogênio (NO_2)	*2006*	*394 t*

Fonte: Elaboração própria, baseada em Kanayama (2007) e Udaeta et al. (2009a).

A emissão de poluentes provenientes das queimadas do cultivo da cana-de-açúcar não é considerada elevada. De acordo com dados de Udaeta et al. (2009a), a faixa máxima de concentração de CO é de 750-1000 ppb em 2006, e a faixa máxima de material particulado de 75-100 µg/m^3, valores abaixo do limite estabelecido pelo CONAMA.

9.2.1.3 Meio aquático[45]

O estado de São Paulo está dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI). A RAA abrange três Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

URGHI 18 - São José dos Dourados (SJD): Situa-se na região noroeste do estado de São Paulo. Formada por uma série de bacias de pequeno porte, que desembocam no reservatório formado no rio Paraná pela barragem da UHE Ilha Solteira. Destaca-se o curso d'água do rio São José dos Dourados (CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 2005). Entre os 25 municípios dessa unidade, seis fazem parte da RAA: Auriflama, General Salgado, Guzolândia, Ilha Solteira, São João de Iracema e Suzanópolis.

UGRHI 19 - Baixo Tietê (BT): É definida pelas bacias hidrográficas de vários afluentes ao Baixo Tietê, que vai da barragem da UHE Promissão até a foz no reservatório da UHE Jupiá, no Rio Paraná (CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 2005). Entre os 42 municípios dessa unidade, 31 fazem parte da RAA: Alto Alegre, Andradina, Araçatuba, Avanhandava, Barbosa, Bento de Abreu, Bilac, Birigui, Braúna, Brejo Alegre, Buritama, Castilho, Coroados, Gastão Vidigal, Glicério, Guaraçaí, Guararapes, Itapura, Lavínia, Lourdes, Mirandópolis, Murutinga do Sul, Nova Castilho, Nova Luzitânia, Penápolis, Pereira Barreto, Rubiácea, Santo Antônio do Aracanguá, Sud Menucci, Turiúba e Valparaíso.

A UGRHI 20 - Aguapeí: Situa-se na região oeste do estado de São Paulo. Formada pela bacia hidrográfica do rio Aguapeí, que nasce nas proximidades da cidade de Gália e deságua no rio Paraná. O principal afluente é o rio Tibiriçá. Tem extensão aproximada de 420 km. (CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 2005). Entre os 32 municípios dessa unidade, seis fazem parte da RAA: Clementina, Gabriel Monteiro, Luiziânia, Nova Independência, Piacatu e Santópolis do Aguapeí.

---

[45] Para dados detalhados, ver documento: *Situação dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo* – Ano base 2009 (SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS, 2011).

Águas superficiais: Os dados de 2009 apresentam a disponibilidade hídrica da UGHRI 18-SJD com o balanço demanda x disponibilidade entre (30%-50%), sendo considerada pelo índice adaptado da ONU (*Water Explotation Index*), de ATENÇÃO. A demanda foi de 4,91 m^3/s e uma disponibilidade de 12 m^3/s (95%). A UGRHI 19-BT tem o balanço considerado BOM (<30%), com a demanda de 4,45 m^3/s e disponibilidade total em 27 m^3/s (95%). A UGRHI 20-Aguapeí tem o balanço considerado BOM (<30%), com demanda em 2,6 m^3/s e disponibilidade total de 28 m^3/s (SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS, 2011).

Águas subterrâneas: Na UGRHI 18-SJD, a demanda subterrânea é de 0,23 m^3/s com uma reserva explotável de 4 m^3/s. Em qualidade de amostras, o aquífero Bauru apresentou a presença de cromo nos pontos da CETESB em General Salgado e Guzolândia. Na UGRHI 19-BT, a demanda subterrânea é de 0,95 m^3/s, com uma reserva explotável de 9,0 m^3/s. Em qualidade, por sua vez, foram encontradas amostras de nitrato, coliformes fecais e bactérias heterotróficas. Na UGRHI 20 – Aguapeí, a demanda subterrânea é de 1,1 m^3/s, e a reserva explotável é de 13 m^3/s. Em qualidade de amostras, em Clementina, foram encontradas coliformes fecais em uma amostra, e bário e cromo em amostras no município de Valparaíso, todos pontos de amostras da CETESB no aquífero Bauru (SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS, 2011).

Tabela 9.14 Caracterização do meio aquático da RAA

MEIO AQUÁTICO		ANO	LEVANTAMENTO
Águas superficiais	Disponibilidade	2009	*UGRHI18: ATENÇÃO* *UGRHI19: BOA* *UGRHI20: BOA*
	Qualidade	2009	*UGRHI18: IQA (Boa), IVA (Regular), IET (Mesotrófico)* *UGRHI19: IQA (Boa/Ótima), IAP (Ruim), IVA (Regular), IET (Mesotrófico/Oligotrófico)* *IGRHI20: IQA (Boa), IVA (Regular), IET (Mesotrófico/Eutrófico)*
Águas subterrâneas	Disponibilidade	2009	*UGRHI18: BOA* *UGRHI19: BOA* *UGRHI20: BOA*
	Qualidade	2009	*UGRHI18: 62,5% Conforme, 37,5% Desconforme* *UGRHI19: 58,3% Conforme, 41,7% Desconforme* *UGRHI20: 81,5% Conforme, 18,5% Desconforme*

Fonte: Elaboração própria, baseada em Secretaria de Recursos Hídricos (2011).

9.2.2 Meio terrestre

Espécies ameaçadas de extinção: De acordo com o estudo realizado por Gomes et al. (2012), foram levantados os números de espécies ameaçadas de extinção, a partir do Licenciamento Ambiental Prévio das usinas da região, o que contribui para o conhecimento da biodiversidade da fauna. No entanto, com o monitoramento sazonal da fauna, foram verificados registros de novas espécies ameaçadas. Na mastofauna, as espécies *Blastocerus dichotomus* (cervo-do-pantanal), *Pantera onça* (onça pintada) e *Ozotocerus berzoarticus* (veado campeiro) foram identificadas nas UGRHI 19 e 20 (Baixo Tietê e Aguapeí) e estão enquadradas na categoria de risco extremamente alto de extinção. Na aviofauna, as espécies mais ameaçadas nas três UGRHI são *Ara ararauna* (arara canindé), *Busarellus nigricollis* (gavião-belo), *Monasa nigrifrons* (chora-chuva-preto), *Campylorhamphus trochilirostris* (arapaçu-beija-flor), *Chelidoptera tenebrosa* (urubuzinho), *Anhima cornuta* (anhuma). Na herpetofauna, as três UGRHI apresentam seis espécies ameaçadas de extinção. E na ictiofauna, o número de espécies ameaçadas são oito, considerando as três UGRHI.

Vegetação remanescente: A vegetação natural remanescente corresponde a 5,63% (104.514 ha) da superfície da Região Administrativa de Araçatuba (1.855.959 ha). Entre a vegetação remanescente, predominam a Floresta Estacional Semidecidual, com 68,15%; a Formação Arbórea e Arbustiva em região de várzea 27,47%; e a Savana com 4,38% (SIFESP, 2013).

Tabela 9.15 Vegetação natural remanescente na RAA, dados 2009

	MUNICÍPIO	ÁREA (ha)	VEGET. NATIVA (ha)	(%)		MUNICÍPIO	ÁREA (ha)	VEGET. NATIVA (ha)	(%)
1	Nova Luzitânia	7.398	958	12,9	23	Guararapes	95.658	4950	5,2
2	São João de Iracema	17.791	1.873	10,5	24	Guzolândia	25.367	1.331	5,2
3	Lourdes	11.383	1.174	10,3	25	Suzanópolis	32.789	1.676	5,1
4	Guaraçaí	56.840	5.674	10,0	26	Buritama	32.664	1.639	5,0
5	Nova Castilho	18.380	1.685	9,2	27	Penápolis	70.850	3.538	5,0
6	Piacatu	23.254	1.976	8,5	28	Braúna	19.552	932	4,8
7	Valparaíso	85.876	6.928	8,1	29	Andradina	96.010	4.374	4,6
8	General Salgado	49.328	3.864	7,8	30	Pereira Barreto	97.996	4.212	4,3
9	Castilho	106.265	8.052	7,6	31	Avanhandava	34.034	1.405	4,1
10	Mirandópolis	91.827	6.951	7,6	32	Coroados	24.654	1.015	4,1
11	Murutinga do Sul	24.828	1.826	7,4	33	Gabriel Monteiro	13.853	546	3,9
12	Gastão Vidigal	18.082	1.318	7,3	34	Santópolis do Aguapeí	12.755	469	3,7
13	Turiúba	15.309	1.071	7,0	35	Bilac	15.728	544	3,5
14	Santo Antônio do Aracanguá	130.608	8.752	6,7	36	Birigui	53.065	1.836	3,5
15	Rubiácea	23.691	1.462	6,2	37	Glicério	27.412	947	3,5
16	Alto Alegre	31.822	1.885	5,9	38	Itapura	30.727	983	3,2
17	Lavínia	53.852	3.191	5,9	39	Sud Mennucci	59.068	1.876	3,2
18	Auriflama	43.290	2.482	5,7	40	Araçatuba	116.731	3.645	3,1
19	Barbosa	20.513	1.132	5,5	41	Clementina	16.874	508	3,0
20	Bento de Abreu	30.185	1.642	5,4	42	Brejo Alegre	10.483	272	2,6
21	Luiziânia	16.701	893	5,3	43	Ilha Solteira	65.938	1.618	2,5
22	Nova Independência	26528	1.409	5,3					

Fonte: Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo (SIFESP, 2013).

Desmatamento: De acordo com levantamentos realizados pelo Instituto Florestal do estado de São Paulo, o estado apresentou uma tendência de estabilização dos índices de desmatamento. No entanto, verificou-se um decréscimo da vegetação natural remanescente na Região Administrativa de Araçatuba, entre os anos de 1990-92 e 2000-2001, de 16,23% (INSTITUTO FLORESTAL, 2005).

Contaminantes: Do total de 47 áreas contaminadas cadastradas em novembro de 2008 pela CETESB, 43 eram postos de combustíveis. A predominância de áreas contaminadas por postos de combustíveis deve-se à resolução CONAMA 273/00, que estabeleceu a obrigatoriedade de licenciamento para a atividade, possibilitando a identificação de vazamento e os procedimentos para adequação (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2010c). Com relação à carga orgânica doméstica poluidora, verifica-se o alto percentual de redução da carga orgânica, o que mostra que as regiões possuem sistemas eficazes de tratamento (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2010b).

Grau de urbanização: Em 2009, 64% dos municípios da UGRHI 18-SJD apresentaram a taxa de urbanização superior a 80%. O município de Ilha Solteira apresentou taxa de 94,19%. Na UGRHI 19-BT, no período de 2007/2009, 30 dos 42 municípios mantiveram as taxas de urbanização acima de 80%. As maiores taxas foram de Araçatuba e Birigui, municípios considerados polos de aglomeração na região. As taxas de urbanização da UGRHI 20-Aguapeí, em 2009, encontravam-se entre 61,6% e 96,4%. O município de Santópolis do Aguapeí apresentou uma das maiores taxa de urbanização: 96,2% (SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS, 2011). Em 2010, o crescimento da Região Administrativa de Araçatuba foi de 92,13%, de acordo com informações da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2013).

Resíduos sólidos: As unidades UGRHI 18, 19 e 20 apresentam o Indicador de Coleta e Tratabilidade de Esgoto da População Urbana do Município (ICTEM), considerado na faixa entre regular (5,1 a 7,5) e Bom (7,6 a 10); o Índice de Qualidade de Gestão de Resíduos Sólidos (IGR), na faixa considerada Gestão Mediana (6,1 a 8,0); e a Qualidade de Aterro de Resíduos (IQR), em Condições Adequadas (8,1 a 10) (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2010b).

Tabela 9.16 Caracterização do meio terrestre da RAA

MEIO TERRESTRE		ANO	LEVANTAMENTO
Biodiversidade[46]	Espécies ameaçadas vegetais e animais	2006	*UGRHI18: 48 espécies ameaçadas. Mastofauna (13), Avifauna (31), Herpetofauna (3), Ictiofauna (1)* *UGRHI19: 66 espécies ameaçadas. Mastofauna (20), Avifauna (39), Herpetofauna (2), Ictiofauna (5)* *UGRH20: 83 espécies ameaçadas. Mastofauna (21), Avifauna (53), Herpetofauna (4), Ictiofauna (5)*
	Vegetação remanescente	2009	*A RAA possui 5,63% de área coberta por vegetação remanescente natural*
	Desmatamento	2005	*A RAA apresentou uma redução das áreas com vegetação remanescente em 16,23% (levantamentos entre 1990-92 e 2000-2001)*
Relevo	Morfologia	2005	*UGRHI18:Rochas ígneas basálticas da formação Serra Geral, as rochas sedimentares dos grupos Caiuá e Bauru e os sedimentos quaternários associados à rede de drenagem.* *UGRHI19: Formação Serra Geral, Santo Anastácio, Adamantina e depósitos aluviais.* *UGRHI20: Rochas vulcânicas e sedimentos da bacia do Paraná de idade mesozoica e depósitos aluviais de idade cenozoica.*
Solo	Erosão	2006	*UGRI18: 50% da área apresenta criticidade alta à erosão, 40% média e 10% baixa.* *UGRI19: 50% da área apresenta criticidade alta à erosão, 45% média e 5% baixa.* *UGRI20: 75% da área apresenta criticidade alta à erosão, 20% média e 5% baixa.*
	Contaminantes	2009	*UGRI18: Áreas contaminadas (15), redução de carga orgânica de esgoto residencial (84,52%).* *UGRI19: Áreas contaminadas (23), redução de carga orgânica de esgoto residencial (64,89%).* *UGRI20: Áreas contaminadas (9), redução de carga orgânica de esgoto residencial (77,81%)*
	Grau de urbanização	2010	*92,13%*
	Resíduos sólidos	2009	*UGRI18: ICTEM (9,8), IGR (6,1), IQR (8,3)* *UGRI19: ICTEM (7,1), IGR (6,8), IQR (9,4)* *UGRI20: ICTEM (8,1), IGR (6,8), IQR (7,9)*

Fonte: Elaboração própria, baseada em SIFESP (2009), Gomes et al. (2012), CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (2005, 2006), SEADE (2013), INSTITUTO FLORESTAL (2005).

[46] O governo do estado de São Paulo em associação com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), disponibiliza informações biológicas de diversas informações de pesquisa e ensino no programa BIOTA/FAPESP, para o aperfeiçoamento e fiscalização ambiental e garantia da conservação da biodiversidade (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2010a).

9.2.3 Listagem e peneiramento dos recursos energéticos

O recurso de oferta é composto pela fonte energética associada a uma tecnologia de aproveitamento e transformação.

Dentre os recursos de oferta listados, são selecionados somente os que apresentam aplicabilidade na região, de acordo com a fonte energética disponível. Esse processo é denominado Peneiramento de Recursos e resulta na exclusão dos recursos de oferta com fonte energética Oceânica e os Solares Hélio-convectivos, devido ao carácter experimental da tecnologia.

Tabela 9.17 Listagem dos recursos de oferta para a RAA[47]

Fonte + Tecnologia		Descrição
Solar	Fotovoltaico	*Conversão realizada diretamente em semicondutores concebidos a converter energia luminosa em eletricidade.*
	Espelhos (Heliotérmico)	*Máquinas que utilizam a energia solar para conversão termomecânica.*
	Hélio-convectivos	*Conhecidos como chaminés solares, exploram o ar quente produzido em uma estufa direcionando-os para uma chaminé, ativando turbinas.*
Eólico		*Conversão da energia cinética dos ventos para energia cinética de rotação das pás de uma turbina, acoplado a um gerador.*
Hidráulica		*Aproveitamento da energia potencial ou cinética hídrica para movimentação de turbinas acopladas à geradores.*
Queima direta	Lenha	*Queima direta para geração de vapor.*
	Bagaço (Cog.)	*Queima direta para geração de vapor.*
	Resíduos	*Aproveitamento como combustível para geração de vapor para acionamento de um turbogerador.*
Biocombustível	Biodiesel	*Queima direta em termelétricas.*
	Álcool	*Queima direta em termelétricas.*
	Biogás de aterro	*Aproveitamento do gás metano para acionamento de turbina à gás.*
	Biogás de dejetos	*Aproveitamento do gás metano para acionamento de turbina à gás.*
	Biogás de esgotos	*Aproveitamento do gás metano para acionamento de turbina à gás.*
Oceânica	Térmica	*Geração a partir do gradiente de temperatura entre camadas distintas de água do oceano.*
	Marés	*Aproveitamento da diferença de energia potencial das marés.*
	Ondas	*Aproveitamento da energia cinética das ondas.*
Geotérmico	Eletricidade	*Energia proveniente do calor do interior da Terra. O fluxo de calor é suficiente para produção de vapor para geração térmica.*
Derivados de petróleo	Óleo Combustível	*Queima direta em termelétricas.*
	Gasolina	*Queima direta em geradores à combustão.*
	GLP	*Queima direta em turbinas à gás.*
	Diesel	*Queima direta em termelétricas e geradores à combustão.*
Gás natural	Queima direta	*Queima direta em turbinas à gás.*
	Cogeração	*Aproveitamento do calor residual de um processo industrial para geração de eletricidade.*
Carvão		*Combustível utilizado no processo de queima direta em termelétricas.*
Nuclear		*Aproveitamento da energia proveniente da fissão nuclear para geração de vapor e acionamento de turbogerador elétrico.*

Fonte: Elaboração própria, baseado em Fujii (2006) e Udaeta et al. (2009b).

[47] A descrição detalhada de cada recurso de oferta é apresentada em Fujii (2006).

Os recursos do lado da demanda são compreendidos como a aplicação do Gerenciamento do Lado da Demanda nos usos finais da eletricidade. Os usos finais são o elo final da cadeia energética, como iluminação, força motriz, condicionamento ambiental e aquecimento de água, etc.

Tabela 9.18 Listagem dos recursos de oferta para a RAA[48]

	RECURSOS ENERGÉTICOS DO LADO DA DEMANDA
Usos Finais	Iluminação
	Refrigeração
	Condicionamento Ambiental
	Aquecimento de Água
	Força Motriz Estacionária
	Fornos, Caldeiras e Fogões
	Força Motriz Estacionária
Medidas	Controle de Carga
	Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos
	Seleção e Substituição de Energéticos e Eficientização de Sistemas de Combustão
	Projetos de Edificações Eficientes
	Armazenamento de Energia
	Tarifação e Regulação
	Programas de Informação, Educação e Capacitação

Fonte: Elaboração própria, baseado em Baitelo (2006) e Udaeta et al. (2010e).

Nesse estudo de caso, os recursos energéticos acima listados prosseguiram para o processo de Cômputo e Valoração do Potencial Completo de Recursos Energéticos para sua caracterização nas quatro dimensões do PIR.

[48] A descrição detalhada de cada recurso de demanda é apresentada em Baitelo (2006).

9.2.4 Identificação dos *En-In* da RAA

Foram identificadas as seguintes entidades relevantes no processo de planejamento, os Envolvidos e Interessados (*En-In*) da Região Administrativa de Araçatuba (UDAETA, et al, 2009a).

9.2.5 Entidades

Cooperhidro – Cooperativa do Polo Hidroviário de Araçatuba: organização privada, sem fins lucrativos, com o objetivo de identificar, criar e mapear oportunidades de negócios na região, como o aproveitamento estratégico das potencialidades e da infraestrutura local. Possui parceria com os governos federal e estadual, e mantém convênio técnico com a Universidade de São Paulo (COOPERHIDRO, 2013).

Transsen: grande fabricante de aquecedores solares do mercado brasileiro, instalada no município de Birigui. Entre os principais produtos estão os aquecedores solares para banho e piscina, *boilers* e aquecedores anticongelamento (TRANSSEN, 2013).

Prefeituras e governo do estado: O governo do estado e a prefeitura têm papel importante no planejamento energético da região, principalmente no apoio político e no fornecimento de dados e informações da região, através das secretarias de planejamento. O PIR, por outro lado, visa, em longo prazo, a melhoria dos índices sociais, ambientais, energéticos, entre outros (UDAETA, et al, 2009a).

UDOP – União dos Produtores de Bioenergia: A entidade foi fundada em 1985 e tem sede em Araçatuba. A UDOP surgiu da necessidade das destilarias autônomas de etanol de trocas de informações sobre o setor da região do oeste paulista e a representação de suas associadas junto a órgãos públicos e políticos. Atualmente, a entidade representa seis estados da federação e possui parcerias com instituições de ensino, órgãos públicos e diversas empresas (UDOP, 2013).

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo: A CETESB é uma agência do governo do estado de São Paulo e tem como responsabilidade a fiscalização, o controle, o monitoramento e o licenciamento de atividades geradoras de poluição nos meios aéreo, aquático e terrestre. A CETESB possui uma agência no município de Araçatuba (CETESB, 2013d).

Companhias de navegação: Entre as empresas autorizadas na região pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários estão: ETGM, Louis Dreyfus Commodities Brasil S.A., PBV Transporte Hidroviário Ltda, SARTCO LTDA., TNPM Transporte Navegação e Portos Multimodais Ltda. Os principais produtos transportados são as cargas gerais, granéis sólidos (ANTAQ, 2013).

Gás Brasiliano Distribuidora: A Gás Brasiliano Distribuidora (GBD) é uma concessionária de distribuição de gás natural na região noroeste do estado de São Paulo. A Gás Brasiliano Distribuidora é controlada pela Petrobras Gás S.A (GASPETRO) e pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) (GASMIG, 2013). A área abrange 375 municípios (PETROBRAS, 2013), incluindo a Região Administrativa de Araçatuba, e atende às demandas comercial, industrial, residencial, veicular, cogeração e termoeletricidade (GASBRASILIANO, 2013).

Setor industrial: As principais indústrias na região pertencem ao ramo alimentício, frigorífico, calçadista, vestuário, moveleiro, curtume, sucroalcooleiro e instrumentos cirúrgicos. O município de Birigui tem como principal segmento produtos de couro e calçados, sendo o segundo mais importante produtor do estado de São Paulo, especializado em calçados infantis (INVESTE SÃO PAULO, 2013).

Pecuária e agricultura: A pecuária é importante na economia da região, representando 13% do gado bovino do corte do estado e apresentando alta tecnologia em técnicas de inseminação artificial. Na agricultura, destacam-se, em relação à produção do estado, o abacaxi (60%), a batata doce (21%), o quiabo (28%), e o feijão de inverno (20%) (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 2013).

Entidades de ensino superior: A Região Administrativa de Araçatuba apresenta 60 instituições de ensino superior credenciadas no Ministério da Educação (MEC). Entre os municípios com maior rede de ensino estão Araçatuba (19), Andradina (9), Birigui (7), Penápolis (7) e Ilha Solteira (6) (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2013).

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas: O SEBRAE é uma instituição privada, sem fins lucrativos e de utilidade pública. O objetivo do SEBRAE é promover programas de capacitação e estímulo ao associativismo e desenvolvimento territorial, e acesso a mercados, tecnologia, crédito e inovação às micro e pequenas empresas (SEBRAE, 2013).

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social: O BNDES é uma empresa pública federal e é o principal instrumento de financiamento de longo prazo para investimentos em todos os segmentos da economia. (BNDES, 2013).

Comitê de Bacia Hidrográfica: Os Comitês de Bacia Hidrográfica são organismos colegiados que fazem parte do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. O comitê tem poder deliberativo e é composto por representantes da sociedade civil e dos usuários, além do poder público. A principal competência de um comitê é aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, que estabelece o conjunto de mecanismos, regras e metas para o uso da água (ANA, 2011).

Sindicatos: Os sindicatos podem atuar em processos decisórios estratégicos em interesse da classe. Entre os principais sindicatos, estão o Sindicato dos Trabalhadores Rurais (SITRA), representando os pequenos produtores rurais, sem empregados, trabalhadores rurais de agricultura familiar, os trabalhadores empregados, e o Sindicato Rural da Alta Noroeste (SIRAN), representando os produtores rurais.

9.3 COMPUTO E VALORAÇÃO DOS RECURSOS ENERGÉTICOS

9.3.1 Dimensão ambiental

Os seguintes recursos energéticos de oferta da Região Administrativa de Araçatuba foram valorados na dimensão ambiental nas oito faixas de potências: energia solar, energia eólica, energia hidráulica, queima direta, biocombustíveis, derivados de petróleo, gás natural, carvão e nuclear. Com a discretização nas faixas de potência, foram totalizados 168 recursos energéticos avaliados[49] pelo processo de CVPC.

A tabela a seguir apresenta a as características do recurso queima direta - bagaço de cana (cogeração), na faixa de potência de 2 a 30 MW.

Tabela 9.19 Caracterização de recursos dimensão ambiental

DIMENSÃO AMBIENTAL			
RECURSO: QUEIMA DIRETA – BAGAÇO DE CANA – FAIXA DE POTÊNCIA: DE 2 a 30 MW			
ATRIBUTO		SUBATRIBUTO	ÍNDICES
Meio Aéreo	Gases de efeito estufa	Emissões	*CO_2 1200 kg/MWh*
	Gases degradantes camada Ozônio	Emissões	*Não há indícios de emissão*
	Poluentes atmosféricos	Material Particulado (MP)	*0,15 a 0,20 kg/MWh*
		Dióxido de Enxofre (SO_2)	
		Monóxido de Carbono (CO)	
		Óxidos de Nitrogênio (NO_x)	*NO_x 1kg/MWh*
Meio Aquático	Demanda de Água	Consumo e Vazão	*22 m^3/dia/W*
	Qualidade de Água	Acidez (pH)	*Entre 6 e 9*
		Demanda Bioquímica Oxigênio	*Há alterações. Não contabilizados*
		Demanda Química Oxigênio	*Há alterações. Não contabilizados*
		Alteração Volume Escoamento	*Possibilidade de pequenas alterações*
		Emissão de Poluentes	*Há emissões. Não contabilizados.*
		Temperatura	*Efluente com temperatura de até 40ºC*
Meio Terrestre	Dejetos	Líquidos	*111,12 kg/mês/MW (Limpeza)*
		Sólidos	*150 a 190 ton/ano/MW de Cinzas*
	Ocupação	Solo	*Nulo*

Fonte: Elaboração própria, baseado em Udaeta et al. (2010c).

[49] Os resultados completos da valoração dos recursos de oferta na dimensão social da Região Administrativa de Araçatuba são apresentados em Udaeta et al. (2010c).

9.3.2 Dimensão política

Os seguintes recursos energéticos de oferta da Região Administrativa de Araçatuba foram valorados na dimensão política nas oito faixas de potências: energia solar, energia eólica, energia hidráulica, queima direta, biocombustíveis, derivados de petróleo, gás natural, carvão e nuclear. Com a discretização nas faixas de potência, foram totalizados 71 recursos energéticos avaliados[50] pelo processo de CVPC.

Nesse processo de CVPC, foi verificado por Udaeta et at. (2010c) que a valoração na dimensão política na Região Administrativa de Araçatuba resulta em perspectivas diferenciadas para determinados recursos, principalmente os considerados alternativos, que são claramente favorecidos pelos *En-In* e em determinadas faixas de potências. Os recursos de oferta tradicionais, como centrais termelétricas, as grandes usinas hidrelétricas, resultaram em uma maior aceitação por parte dos grandes consumidores e distribuidores. Recursos de oferta tradicionais em médias e pequenas faixas de potência também apresentam favorecimentos por entidades como o concessionário de geração e os grandes distribuidores. Esses recursos são considerados soluções de amplo domínio técnico e não contemplam parcelas de incertezas no gerenciamento energético na perspectiva deste *En-In*. No entanto, recursos como hidrelétricas e termelétricas apresentam baixa aceitação por parte de ONG's ambientais.

Destaca-se, nesse processo, o componente conjuntural da dimensão política que está sujeito a alterações contínuas, influenciado por questões técnicas e transformações na demanda regional ou nacional.

---

[50] Os resultados completos da valoração dos recursos de oferta na dimensão política da Região Administrativa de Araçatuba são apresentados em Udaeta et al. (2010d).

Na tabela a seguir, é apresentada a valoração do recurso de oferta hidrelétrica na faixa de potência de 500 kW a 2 MW.

Tabela 9.20 Caracterização de recursos dimensão política

DIMENSÃO POLÍTICA	
RECURSO: HIDRELÉTRICA – FAIXA DE POTÊNCIA: DE 500 kW a 2 MW	
SUBATRIBUTOS	ÍNDICES
Apoio político aspectos legais	*O interesse por parte da classe política em função da possibilidade de utilização de matriz hídrica para geração elétrica com potência de 500 kW a 2 MW é positiva por trazer benefícios gerenciais e de planejamento ligados a larga experiência nacional na área de hidreletricidade. Além disso, a exploração de recursos hídricos favorece a qualidade renovável da matriz energética, diretriz fundamental da política federal.*
Apoio político instrumentos políticos	*O investimento público em hidreletricidade é mais provável para as grandes potências, apesar da dificuldade de emissão de licenciamento ambiental.*
Conjunção de encontro de interesses: consumidores comerciais, industriais e residenciais	*Por se tratar de recurso tradicionalmente explorado nacionalmente, além de ser relativamente limpo e de boa confiabilidade energética e viabilidade técnico-econômica, nenhum En/In apresenta resistência prática a sua exploração para qualquer faixa de potência estipulada. Apenas no caso de grandes empreendimentos, alguma resistência talvez possa ser observada por conta dos impactos advindos da realização de barragens, dificultando o processo de licenciamento ambiental.*
Conjunção de encontro de interesses: distribuidores, geradores e produtores	*Não valorado.*
Conjunção de encontro de interesses: governo estadual, federal e municipal	*Não valorado.*
Conjunção de encontro de interesses: associação, ONG, sociedade civil organizada	*Não valorado.*
Grau de aceitação ao recurso: consumidores comerciais, industriais e residenciais	*O interesse dos grandes consumidores de energia pela alternativa de utilização dos recursos hídricos para geração elétrica com potência de 500 kW a 2 MW é grande, levando-se em consideração a boa confiabilidade no fornecimento resultante de usinas hidrelétricas, somada à tendência de tarifas acessíveis, tanto pela tecnologia disponível no mercado, como pela larga experiência nacional no ramo, o que facilita o gerenciamento das unidades, bem que como a inclusão da energia ofertada no sistema nacional. Como elemento de relativização concorre apenas o fato de que a potência sugerida é demasiadamente restrita aos olhos dos grandes consumidores, em sua maioria do setor industrial, sendo esta oferta insuficiente para atender satisfatoriamente as demandas energéticas do setor.*
Grau de aceitação ao recurso: distribuidores, geradores e produtores	*A aceitação por parte dos distribuidores pela possibilidade de utilização de matriz hídrica para geração elétrica com potência de 500 kW a 2 MW é bastante positiva, uma vez que o amplo domínio do gerenciamento e do planejamento envoltos ao empreendimento, graças à larga experiência do setor na hidreletricidade, tende a elevar ao máximo a eficiência do recurso e, assim, os ganhos no processo. A aceitação por parte dos geradores de energia pela possibilidade de utilização de matriz hídrica para geração elétrica com potência de 500 kW a 2 MW é bastante positiva, uma vez que o amplo domínio do gerenciamento e do planejamento envoltos ao empreendimento, graças à larga experiência do setor na hidreletricidade de médias potências, tende a elevar ao máximo a eficiência do recurso e, assim, os ganhos no processo.*
Grau de aceitação ao recurso: governo estadual, federal e municipal	*Não valorado.*

(Continua)

(Continuação)

DIMENSÃO POLÍTICA	
RECURSO: HIDRELÉTRICA – FAIXA DE POTÊNCIA: DE 500 kW a 2 MW	
SUBATRIBUTOS	ÍNDICES
Grau de aceitação ao recurso: associação, ONG, sociedade civil organizada	*A aceitação do setor das organizações não governamentais pela possibilidade de utilização de matriz hídrica para geração elétrica com potência de 500 kW a 2 MW é positiva. No caso específico da RAA, a particularidade da abundância de possibilidades de aproveitamento hídrico para geração de baixa e média potência são pontos encorajadores para as ONG's. A aceitação por parte da população em geral pela possibilidade de utilização de matriz hídrica para geração elétrica com potência de 500 kW a 2 MW é positiva, uma vez que alternativas limpas são naturalmente bem vistas socialmente. Além disso, a confiabilidade do sistema, fruto da larga experiência nacional no setor, é um forte elemento favorável a opção sugerida junto à opinião pública.*
Grau de motivação dos agentes: consumidores comerciais, industriais e residenciais	*A motivação por parte dos grandes consumidores de energia pela alternativa de utilização dos recursos hídricos para geração elétrica de potência de 500 kW a 2 MW é grande, devido à boa confiabilidade no fornecimento resultante de usinas hidrelétricas, somada à tendência de tarifas acessíveis, tanto pela tecnologia disponível no mercado, como pela larga experiência nacional no ramo, o que facilita o gerenciamento das unidades, bem que como a inclusão da energia ofertada no sistema nacional. Como elemento de relativização concorre apenas o fato de que a potência sugerida é demasiadamente restrita aos olhos dos grandes consumidores, em sua maioria do setor industrial, sendo esta oferta insuficiente para atender satisfatoriamente as demandas energéticas do setor.*
Grau de motivação dos agentes: distribuidores, geradores e produtores	*A motivação por parte dos distribuidores em função da possibilidade de utilização de matriz hídrica para geração elétrica com potência de 500 kW a 2 MW é bastante positiva, uma vez que o amplo domínio do gerenciamento e do planejamento envoltos ao empreendimento, graças à larga experiência do setor na hidreletricidade, tende a elevar ao máximo a eficiência do recurso e, assim, os ganhos no processo. Sendo assim, o setor das distribuidoras de energia é favorável à ampliação da prática da hidroeletricidade de média potência. A motivação por parte dos geradores de energia em função da possibilidade de utilização de matriz hídrica para geração elétrica com potência de 500 kW a 2 MW é bastante positiva, uma vez que o amplo domínio do gerenciamento e do planejamento envoltos ao empreendimento, graças à larga experiência do setor na hidreletricidade de médias potências, tende a elevar ao máximo a eficiência do recurso e, assim, os ganhos no processo. Sendo assim, os geradores de energia elétrica são favoráveis a expansão da geração hidrelétrica de média potência.*
Grau de motivação dos agentes: governo estadual, federal e municipal	*A motivação por parte do governo em função da possibilidade de utilização de matriz hídrica para geração elétrica com potência de 500 kW a 2 MW é positiva por trazer benefícios gerenciais e de planejamento ligados a larga experiência nacional na área de hidroeletricidade. Além disso, a exploração de recursos hídricos favorece a qualidade renovável da matriz energética, diretriz fundamental da política federal.*
Grau de motivação dos agentes: associação, ONG, sociedade civil organizada	*A motivação do setor das organizações não governamentais em função da possibilidade de utilização de matriz hídrica para geração elétrica com potência de 500 kW a 2 MW é positiva. No caso específico da RAA, a particularidade da abundância de possibilidades de aproveitamento hídrico para geração de baixa e média potência são pontos encorajadores para as ONG's. A motivação por parte dos setores organizados da sociedade civil em função da possibilidade de utilização de matriz hídrica para geração elétrica com potência de 500 kW a 2 MW é positiva, uma vez que alternativas limpas são naturalmente bem vistas socialmente. Além disso, a conhecida confiabilidade do sistema, fruto da larga experiência nacional no setor, é um forte elemento favorável à opção sugerida junto aos movimentos sociais.*
Integração energética	*Não valorado.*
Posse	*Não valorado.*
Propriedade	*Fonte regional de propriedade da União. Uma vez instalada a unidade, o empreendimento sofre relativamente pouca influência de eventuais variações cambiais. Tecnologia nacional.*

Fonte: Elaboração própria, baseado em Udaeta et al. (2010d, p. 181).

9.3.3 Dimensão social

Os seguintes recursos energéticos de oferta da Região Administrativa de Araçatuba foram valorados na dimensão social nas oito faixas de potências: energia solar, energia eólica, energia hidráulica, queima direta, biocombustíveis, derivados de petróleo, gás natural, carvão e nuclear. Com a discretização nas faixas de potência, foram totalizados 168 recursos energéticos avaliados[51] pelo processo de CVPC. A seguir, é apresentada a valoração do recurso biocombustível biogás de aterro na faixa de potência de 500 kW a 2 MW.

Tabela 9.21 Caracterização de recursos dimensão social

DIMENSÃO SOCIAL		
RECURSO: BIOCOMBUSTÍVEL BIOGÁS DE ATERRO – FAIXA DE POTÊNCIA: DE 500 kW a 2 MW		
ATRIBUTO	SUBATRIBUTO	ÍNDICES
Desequilíbrio ambiental no meio social	Impactos na saúde	*Impacto negativo devido às emissões poluentes*
	Impactos na agricultura	*Nenhum*
Geração de empregos	Durante a construção	*0,66 empregos/MW*
	Durante a operação	*0,28 empregos/MW*
	Qualidade e segurança	*Não verificado*
Impacto da ocupação espacial de projetos	Pessoas deslocadas ou lesadas	*A infraestrutura e poluição sonora podem impactar à habitabilidade da região*
	Sítios arqueológicos/ históricos	*A infraestrutura pode afetar sítios históricos*
Influência no desenvolvimento	Econômico e infraestrutura	*Nenhum impacto direto*
	Desenvolvimento humano	*Nenhum impacto direto*
Percepção de conforto	Olfativa	*Não verificado*
	Sonora	*Alto nível de pressão sonora*
	Térmica	*Não verificado*
	Visual	*Grande fluxo de veículos pesados e grande instalação física*

Fonte: Elaboração própria, baseado em Udaeta et al. (2010b, p. 56).

Com as tabelas do CVPC elaboradas, foi possível realizar comparações entre recursos energéticos em suas respectivas faixas de potência. Isso possibilitou a exclusão de determinados recursos que não atendiam tecnicamente algumas faixas de potência. A tabela de valores relativos, os recursos energéticos valorados na dimensão social facilita a análise pelos *En-In* nos critérios de aceitabilidade, assim como a melhor faixa de potência a ser implementada.

[51] Os resultados completos da valoração dos recursos de oferta na dimensão social da Região Administrativa de Araçatuba são apresentados em Udaeta et al. (2010b).

9.3.4 Dimensão técnico-econômica

Os seguintes recursos energéticos de oferta da Região Administrativa de Araçatuba foram valorados, na dimensão técnico-econômica e nas oito faixas de potências, em: energia solar, energia eólica, energia hidráulica, queima direta, biocombustíveis, derivados de petróleo, gás natural, carvão e nuclear. Com a discretização desses recursos nas faixas de potências, foram totalizadas 63 avaliações[52].

Para os valores numéricos, a memória de cálculo é apresentada aos qualitativos e/ou descritivos, sendo citadas as respectivas fontes de informação (UDAETA et al. (2009b). A seguir, apresenta-se um recurso de oferta valorado pelo CVPC no do estudo de caso: solar fotovoltaico – faixa de potência < 1 kW - Estudo de caso da Região Administrativa de Araçatuba:

Tabela 9.22 Caracterização de recursos dimensão técnico-econômica – Oferta

DIMENSÃO TÉCNICO-ECONÔMICA - RECURSO DE OFERTA		
RECURSO: ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICO – FAIXA DE POTÊNCIA: MENOR QUE 1 kW		
ATRIBUTO	SUBATRIBUTO	ÍNDICES
Confiabilidade	Confiabilidade	-
	Disponibilidade	-
	Intermitência	-
Custo da geração	Custo de iImplantação	*R$ 2.500,00 / 125Wp*
	Custo de O&M	*R$10,00/kW + R$0,10/kW/ano*
	Taxa interna de retorno	*10 anos*
	Custo evitado de demanda	-
	Custo da energia economizada	-
	Valor presente líquido	-
	Vida útil	*30 anos*
Domínio tecnológico	Tecnologia e equipamentos	*Mista (Nacional e Importada)*
Facilidade técnica	Distância ao centro de consumo	*Próxima*
	Tempo de implantação	*7 dias*
Potencial energético	Potência instalada	*125 Wp*
	Fator de capacidade	*0,16*
	Volume de energia	*7.700 GWh/ano*
	Potencial teórico	*7.700 GWh/ano*
	Potencial realizável	-
Qualidade de energia	Distorção harmômica, fator de potência	-

Fonte: Elaboração própria, baseado em Udaeta et al. (2009b, p. 14).

[52] Os resultados completos da valoração dos recursos de oferta na dimensão técnico-econômica da Região Administrativa de Araçatuba são apresentados em Udaeta et al. (2009b).

Para o CVPC dos recursos energéticos do lado da demanda, foram avaliados 23 recursos no setor residencial, 22 recursos no setor comercial e 23 recursos no setor industrial. No total, 68 recursos energéticos do lado da demanda foram avaliados[53] pelo método de CVPC.

No setor residencial, a metodologia utilizada foi a *Bottom-up.* Nessa metodologia, é realizada a estimativa de economia da categoria com os dados demográficos coletados para estimativa de aparelhos de uso final por residência (UDAETA et al., 2009d).

Para os setores comercial e industrial, devido à maior variabilidade de projetos de eficiência energética, foi considerada a utilização de coeficientes de eficiência energética obtidos pela Empresa de Pesquisas Energéticas (UDAETA et al., 2009d, p. 12). A valoração para esses dois setores compreendeu a avaliação das atividades econômicas específicas e o nível de aplicação desses índices.

O setor de transportes não é representativo no consumo de eletricidade na região, sendo basicamente utilizados combustíveis fósseis.

O potencial de eficiência energética de um setor público é representado pela iluminação pública. No entanto, com os programas existentes na região, não foram identificados potenciais consideráveis adicionais. As demais parcelas de consumo desse setor foram incorporadas ao comércio.

Para o setor rural, representado pelo sistema de irrigação e pelo processamento da colheita, não foram obtidas informações suficientes para obtenção de índices confiáveis. No entanto, foi realizada uma estimativa com os índices do setor industrial como aproximação, exceto para programas de informação, educação e capacitação, nos quais foram adotados índices do setor residencial.

A tabela a seguir apresenta o recurso de demanda valorado pelo CVPC da Região Administrativa de Araçatuba: uso final, condicionamento ambiental.

---

[53] Os resultados completos da valoração dos recursos de demanda na dimensão técnico-econômica da Região Administrativa de Araçatuba são apresentados em Udaeta et al. (2009d).

Tabela 9.23 Caracterização de recursos dimensão técnico-econômica – Demanda

DIMENSÃO TÉCNICO-ECONÔMICA - RECURSO DE DEMANDA		
RECURSO: USO FINAL - CONDICIONAMENTO AMBIENTAL		
ATRIBUTO	SUBATRIBUTO	ÍNDICES
Confiabilidade	Confiabilidade	-
	Disponibilidade	-
	Intermitência	-
Custo da Geração	Custo de Implantação	
	Custo de O&M	-
	Taxa Interna de Retorno	-
	Custo Evitado de Demanda	-
	Custo da Energia Economizada	*R$ 0,22 / kW*
	Valor Presente Líquido	
	Vida Útil	*10 anos*
Domínio Tecnológico	Tecnologia e Equipamentos	-
Facilidade Técnica	Distância ao Centro de Consumo	-
	Tempo de Implantação	*< 30 dias*
Potencial Energético	Potência Instalada	*3.124 kW*
	Fator de Capacidade	-
	Volume de Energia	*1.500 MWh*
	Potencial Teórico	-
	Potencial Realizável	-
Qualidade de Energia	Distorção Harmômica, Fator de Potência	-

Fonte: Elaboração própria, baseado em Udaeta et al. (2009d, p. 52).

Processados todos os recursos energéticos de demanda no CVPC, é realizada a análise completa de consistência dos resultados. Essa análise consiste em verificar os valores totais de economia durante a valoração em cada recurso e sua representatividade no consumo total da região. Desconsideram-se dessa estimativa as intersecções de economia entre recursos, ou seja, ações de eficiência em um recurso que afetam outros, não alteraram o potencial individual dos demais.

Tabela 9.24 Potencial bruto de economia de energia elétrica por setor da RAA

	COMERCIAL	INDUSTRIAL	RESIDENCIAL	RURAL
Consumo total (MWh) em 2002	270.104	156.485	362.261	84.923
Participação no consumo (%)	30,91	17,91	41,46	9,72
Economia no setor (MWh)	102.940	96.785	324.528	69.589
Economia no setor (%)	38,11	61,85	89,58	81,94
Economia no consumo total (%)	11,78	11,08	37,14	7,96

Fonte: Elaboração própria, baseado em Udaeta et al. (2009d, p. 415).

9.4 RANQUEAMENTO DE RECURSOS DA RAA

O Ranqueamento de Recursos, calculado com os dados provenientes do CVPC e da opinião de especialistas, avaliou os 182 recursos energéticos classificados da região.

Para o preenchimento das planilhas que geram o Ranqueamento dos *En-In*, são realizadas oficinas para capacitação em conceitos do PIR com exercícios de preenchimento dos questionários. Nessas oficinas são esclarecidos os significados dos critérios, subcritérios e as alternativas dos recursos, e como estão inseridas na Região Administrativa de Araçatuba.

Neste estudo de caso, os *En-In* que participaram do preenchimento das duas planilhas de avaliação foram alunos de pós-graduação em engenharia elétrica da Escola Politécnica, da Universidade de São Paulo. Os alunos participaram do curso de Planejamento Integrado de Recursos e atenderam aos critérios de participação do processo decisório, sendo considerados como Especialistas (RIGOLIN, 2013, p. 82).

O tratamento dos dados foi realizado com o suporte computacional do programa *Decision Lens*[54], baseado no Processo de Análise Hierárquica. Nesse programa, é montada a árvore da decisão, com os atributos e os subatributos. São identificadas as alternativas e os participantes do processo decisório. A execução do programa compara os critérios e os subcritérios par a par, verifica as prioridades e analisa as inconsistências dos valores (UDAETA e al., 2010h, p. 8).

Foram desenvolvidos: o Ranqueamento Padrão, o Ranqueamento dos *En-In* e, consequentemente, o Ranqueamento Final.

---

[54] *Decision Lens* é desenvolvido pela *Decision Lens Inc*. www.decisionlens.com. O programa é baseado no Processo de Análise Hierárquica (UDAETA et al., 2010h).

9.4.1 Ranqueamento Padrão

O Ranqueamento Padrão é o resultado dos cálculos dos dados provenientes do CVPC. Com os cálculos dos valores convertidos e padronizados, estes 182 recursos energéticos foram posicionados pelo processo de Avaliação de Custos Completos, do menor custo completo ao maior custo completo. Na tabela seguinte, são apresentados os 20 primeiros resultados e suas respectivas notas, em uma escala de 0 a 1.

Tabela 9.25 Ranqueamento Padrão com os 20 primeiros recursos energéticos

POS	RECURSOS ENERGÉTICOS	NOTA
1	[Setor Residencial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (aquecimento de água)	0,803
2	Hidrogeração [<1kW]	0,801
3	[Setor Residencial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (refrigeração)	0,790
4	Hidrogeração [500kW a 2MW]	0,785
5	[Setor Residencial] - Projeto de Edificações Eficientes (condicionamento ambiental)	0,784
6	[Setor Industrial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (condicionamento ambiental)	0,780
7	[Setor Industrial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (fornos, caldeiras e fogões)	0,779
8	[Setor Industrial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (força motriz estacionária)	0,779
9	[Setor Industrial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (iluminação)	0,778
10	[Setor Industrial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (refrigeração)	0,778
11	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (aquecimento de água)	0,778
12	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (força motriz estacionária)	0,778
13	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (iluminação)	0,778
14	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (refrigeração)	0,778
15	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (condicionamento ambiental)	0,777
16	[Setor Industrial] - Projeto de Edificações Eficientes (iluminação)	0,774
17	[Setor Industrial] - Projeto de Edificações Eficientes (condicionamento ambiental)	0,774
18	[Setor Comercial] - Controle de Carga (refrigeração)	0,774
19	[Setor Comercial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (iluminação)	0,772
20	[Setor Comercial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (refrigeração)	0,772

Fonte: Elaboração própria, baseado em Rigolin (2013).

Entre as 20 primeiras posições, somente dois recursos são de oferta. Esse Ranqueamento indica que o potencial de aplicabilidade de recursos do lado da demanda é dominante. No lado da oferta, apesar do grande parque hidrelétrico existente, há potencial de exploração de centrais hidrelétricas de pequeno porte (posições 2 e 4 do Ranqueamento).

9.4.2 Ranqueamento dos *En-In*

No Ranqueamento dos *En-In*, os 182 recursos energéticos foram avaliados por especialistas, e, em seguida, calculados e ordenados no processo de Avaliação de Custos Completos. A tabela a seguir apresenta os 20 primeiros recursos melhor avaliados.

Tabela 9.26 Ranqueamento dos *En-In* com os 20 primeiros recursos energéticos

POS	RECURSOS ENERGÉTICOS	NOTA
1	[Setor Industrial] - Projeto de Edificações Eficientes (iluminação)	0,705
2	[Setor Industrial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (força motriz estacionária)	0,704
3	[Setor Industrial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (refrigeração)	0,703
4	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (condicionamento ambiental)	0,696
5	[Setor Comercial] - Controle de Carga (aquecimento de água)	0,695
6	[Setor Industrial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (fornos, caldeiras e fogões)	0,694
7	[Setor Industrial] - Controle de Carga (iluminação)	0,694
8	[Setor Industrial] - Projeto de Edificações Eficientes (condicionamento ambiental)	0,693
9	[Setor Comercial] - Controle de Carga (refrigeração)	0,691
10	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (iluminação)	0,691
11	[Setor Residencial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (aquecimento de água)	0,690
12	[Setor Industrial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (força motriz estacionária)	0,689
13	[Setor Comercial] - Projeto de Edificações Eficientes (condicionamento ambiental)	0,687
14	[Setor Residencial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (refrigeração)	0,687
15	[Setor Industrial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (iluminação)	0,684
16	[Setor Comercial] - Projeto de Edificações Eficientes (iluminação)	0,683
17	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (refrigeração)	0,683
18	[Setor Industrial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (refrigeração)	0,683
19	[Setor Industrial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (aquecimento - coletor solar)	0,683
20	[Setor Comercial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (condicionam. ambiental)	0,679

Fonte: Elaboração própria, baseado em Rigolin (2013).

Verifica-se que, entre os 20 primeiros recursos Ranqueados dos *En-In*, não se incluem recursos de oferta. Especialistas tendem a selecionar recursos energéticos que representem melhor aproveitamento energético existente, que são representados por ações de melhoria da eficiência energética dos usos dos recursos existentes.

9.4.3 Ranqueamento Final[55]

O Ranqueamento Final é calculado pela média do Ranqueamento Padrão e do Ranqueamento dos *En-In*. As tabelas a seguir apresentam os 20 primeiros recursos energéticos e os 20 últimos posicionados.

Tabela 9.27 Ranqueamento Final com os 20 primeiros recursos energéticos

POS	RECURSOS ENERGÉTICOS	NOTA
1	[Setor Industrial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (força motriz estacionária)	0,741
2	[Setor Industrial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (refrigeração)	0,741
3	[Setor Industrial] - Projeto de Edificações Eficientes (iluminação)	0,740
4	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (condicionamento ambiental)	0,737
5	[Setor Industrial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (fornos, caldeiras e fogões)	0,736
6	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (iluminação)	0,734
7	[Setor Industrial] - Projeto de Edificações Eficientes (condicionamento ambiental)	0,734
8	[Setor Comercial] - Controle de Carga (refrigeração)	0,732
9	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (refrigeração)	0,730
10	[Setor Industrial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (força motriz estacionária)	0,730
11	[Setor Industrial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (aquecimento - coletor solar)	0,727
12	[Setor Comercial] - Controle de Carga (aquecimento de água)	0,727
13	[Setor Industrial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (refrigeração)	0,726
14	[Setor Industrial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (condicionamento ambiental)	0,726
15	[Setor Comercial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (aquecimento de água)	0,726
16	[Setor Comercial] - Projeto de Edificações Eficientes (condicionamento ambiental)	0,725
17	[Setor Comercial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (condicionam. ambiental)	0,725
18	[Setor Comercial] - Substituição, Ajuste e Dimensionamento de Equipamentos (refrigeração)	0,725
19	[Setor Residencial] - Programas de Informação, Educação e Capacitação (aquecimento de água)	0,724
20	[Setor Comercial] - Projeto de Edificações Eficientes (iluminação)	0,723

Fonte: Elaboração própria, baseado em Rigolin (2013).

Entre os 20 primeiros colocados no Ranqueamento Final, não constam recursos de oferta. O primeiro recurso de oferta está na posição 59º (Solar Fotovoltaico < 1 kW) (RIGOLIN, 2013, p. 138), considerado de geração limpa. Verifica-se, com esses resultados, que os recursos de demanda na região possuem grande potencial de aplicabilidade devido aos mínimos custos nas quatro dimensões incorporadas.

[55] O Ranqueamento Final completo dos 182 recursos energéticos da Região Administrativa de Araçatuba, e suas respectivas notas, é apresentado em Rigolin (2013) e no Apêndice R.

Entre os últimos recursos estão os de oferta, relacionados com queima de derivados de petróleo, carvão, lenha e usinas termonucleares de baixa capacidade de geração.

Tabela 9.28 Ranqueamento Final com os 20 últimos recursos energéticos

POS	RECURSOS ENERGÉTICOS	NOTA
163	{Queima Direta} Lenha [<1kW]	0,496
164	{Derivados do Petróleo} Diesell [2MW a 30MW]	0,493
165	{Derivados do Petróleo} Óleo Combustível [30MW a 200MW]	0,489
166	{Derivados do Petróleo} Óleo Combustível [>200MW]	0,487
167	Nuclear [>200MW]	0,485
168	{Queima Direta} Lenha [10kW a 100kW]	0,483
169	Nuclear [30MW a 200MW]	0,474
170	Carvão [500kW a 2MW]	0,474
171	Nuclear [2MW a 30MW]	0,471
172	Carvão [10kW a 100kW]	0,467
173	Nuclear [500kW a 2MW]	0,463
174	{Queima Direta} Lenha [100kW a 500kW]	0,460
175	Carvão [100kW a 500kW]	0,459
176	Carvão [2MW a 30MW]	0,459
177	Nuclear [100kW a 500kW]	0,459
178	Nuclear [10kW a 100kW]	0,453
179	Carvão [30MW a 200MW]	0,449
180	{Queima Direta} Lenha [500kW a 2MW]	0,446
181	Carvão [>200MW]	0,443
182	{Queima Direta} Lenha [2MW a 30MW]	0,434

Fonte: Elaboração própria, baseado em Rigolin (2013).

Esses últimos recursos energéticos mal avaliados nas dimensões ambientais (por serem grandes emissores de poluentes), dimensão social (por serem responsáveis pela diminuição de qualidade de vida) e dimensão política (por possuírem uma imagem prejudicial ao meio ambiente) permanecem na baixa posição no Ranqueamento.

O resultado do processo de ranqueamento apresenta todos os recursos energéticos que podem ser aplicados para a região da RAA, analisados dentro das características inerentes de cada recurso, nas dimensões: ambiental, político, social e técnico-econômico.

9.5 PARTICIPAÇÃO DOS *EN-IN* NO PIR DA RAA

Os Envolvidos e Interessados contribuem efetivamente nas etapas de validação das metodologias de Cômputo e Valoração dos Potenciais Completos de Recursos e no Ranqueamentos dos *En-In*. Nas referências do estudo de caso, a COOPERHIDRO, entidade parceira do projeto, atuou em todas as etapas, com suporte técnico local na execução de tarefas vinculadas ao projeto na região, organização de treinamentos técnicos e eventos. Também participaram na consolidação de dados e validação dos modelos de CVPC e ACC, as entidades do setor de energia, meio ambiente, ONG's, poder público local, regional, além de instituições de ensino.

9.5.1 Intercâmbio de Informações

Os seguintes eventos foram realizados com a organização do GEPEA-USP/IEE-USP/COOPERHIDRO:

I Oficina de Treinamento Técnico do PIR: Realizada nos dias 2, 4 de novembro de 2004. Conteúdo: introdução aos instrumentos de planejamento energético regional para o desenvolvimento sustentável. Local: Araçatuba (COOPERHIDRO, 2004).

II Oficina de Treinamento Técnico do PIR: Realizada nos dias 26, 27 e 28 de julho de 2006. Conteúdo: apresentação das variáveis do planejamento energético na dimensão ambiental. Local: Araçatuba (COOPERHIDRO, 2006; UDAETA et al., 2006b).

III Oficina de Treinamento Técnico do PIR: Realizada nos dias 10 e 11 de novembro de 2006. Conteúdo: apresentação das variáveis do planejamento energético na dimensão social. Local: Ilha Solteira (UDAETA et al, 2006d).

IV Oficina de Treinamento Técnico do PIR: Realizada nos dias 10 e 11 de agosto de 2007. Conteúdo: apresentação das variáveis do planejamento energético na dimensão política. Local: Araçatuba (UDAETA et al., 2008a).

V Oficina de Treinamento Técnico do PIR: Realizada nos dias 28 e 29 de março de 2008. Conteúdo: apresentação das variáveis do planejamento energético na dimensão técnico-econômico. Local: (FAPESP, 2008; UDAETA et al., 2008b).

9.5.2 Divulgação

1ª Conferência sobre Planejamento Integrado de Recursos Energéticos Regional. Realizado nos dias 28, 29 e 30 de setembro de 2009. Conteúdo: apresentação do projeto de Planejamento Integrado de Recursos Energéticos da região. Local: Araçatuba (COOPERHIDRO, 2009).

9.6 PREVISÃO DA DEMANDA ENERGÉTICA DA RAA

O procedimento de previsão de demanda da Região Administrativa de Araçatuba considera o horizonte de planejamento de 30 anos, com o ano base de 2008.

9.6.1 Consolidação dos dados do ano base

As projeções de consumo têm como referência inicial o ano de 2008. O modelo parte da estratificação dos setores de consumo e usos finais, que serão os dados de entrada para todos os quatro cenários energéticos definidos.

Para os setores da economia, foram obtidos dados do Balanço Energético do Estado de São Paulo 2008 (BEESP), com a distribuição de consumo desse setor, realizada de acordo com o uso elétrico, conforme a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados 2008 (SEADE).

a) Setor agrícola

O número de estabelecimentos agrícolas em 2008 totalizava 4.501 unidades.

Tabela 9.29 Média de consumo no setor agrícola por estabelecimento

USOS	ENERGÉTICO	MWh/ANO
Aquecimento	Diesel	20,63
	Eletricidade	5,05
	Gás Natural	0,15
	Madeira	1,38
	Óleo combustível	0,41
Condicionamento ambiental	Eletricidade	0,14
Força Motriz	Diesel	70,84
	Eletricidade	17,40
	Óleo combustível	1,39
Iluminação	Eletricidade	0,90
Refrigeração	Eletricidade	1,72

Fonte: Elaboração própria, baseada em Udaeta, et. al.(2009f).

b) Setor comercial

O número de estabelecimentos comerciais, em 2008, totalizava 6.262 unidades.

Tabela 9.30 Média de consumo no setor comercial por estabelecimento

USOS	ENERGÉTICO	MWh/ANO
Aquecimento	Diesel	0,19
	Carvão vegetal	0,17
	Eletricidade	2,76
	Gás natural	0,61
	GLP	1,07
	Madeira	0,61
	Óleo combustível	0,11
Condicionamento Ambiental	Eletricidade	0,51
Força Motriz	Diesel	0,32
	Eletricidade	4,61
	Gás natural	1,02
	GLP	1,78
	Óleo combustível	0,18
Iluminação	Eletricidade	13,31
Refrigeração	Eletricidade	10,75

Fonte: Elaboração própria, baseada em Udaeta, et. al. (2009f).

c) Setor industrial

O número de estabelecimentos industriais em 2008 totalizava 2.906 unidades.

Tabela 9.31 Média de consumo no setor industrial por estabelecimento

USOS	ENERGÉTICO	MWh/ANO
Aquecimento	Bagaço de cana	220,00
	Diesel	3,39
	Carvão vegetal	2,73
	Eletricidade	25,50
	Gás natural	18,33
	GLP	2,14
	Madeira	15,16
	Óleo combustível	3,38
Condicionamento Ambiental	Eletricidade	0,71
Força Motriz	Diesel	11,62
	Eletricidade	87,56
	Gás natural	62,95
	GLP	7,34
	Óleo combustível	11,60
Iluminação	Eletricidade	4,53
Refrigeração	Eletricidade	8,64

Fonte: Elaboração própria, baseada em Udaeta, et. al. (2009f).

d) Setor residencial

Para obtenção dos dados de participação das classes[56] residenciais e seu respectivo perfil de consumo energético, foram utilizadas informações da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) e do Sistema de Informação de Posses e Hábitos de Uso de Aparelhos Elétricos (SINPHA). Como resultado, tem-se que 99,09% das residências são eletrificadas, com a seguinte distribuição por classes e distribuição.

Tabela 9.32 Distribuição de consumo residencial por classes

ÁREA	% DE RESIDÊNCIAS		% DE RESIDÊNCIAS
Rural	5	Classe A	3
		Classe B	39
		Classe C	58
Urbana	95	Classe A	6
		Classe B	62
		Classe C	32

Fonte: Elaboração própria, baseada em Udaeta, et. al. (2009f).

[56] Considera-se como sendo da Classe A famílias com renda acima de 20 salários mínimos, Classe B as famílias com renda de 3 a 20 salários mínimos e Classe C famílias com renda até três salários mínimos. (UDAETA el at., 2009f).

Tabela 9.33 Distribuição de consumo médio por residência e classes

EQUIPAMENTOS	kWh/ANO CLASSE A	kWh/ANO CLASSE B	kWh/ANO CLASSE C
Aquecedores água a gás (m^3/ano)	563,40	563,40	563,40
Aquecedores água elétrico	901,44	901,44	901,44
Ar Condicionado Novos	576,00	576,00	576,00
Ar Condicionado Antigos	691,20	691,20	691,20
Aspersores	45,60	45,60	45,60
Fogões Elétricos/Microondas	400,00	400,00	400,00
Fogões a gás natural (m^3/ano)	69,23	69,23	69,23
Fogões a GLP (kg/ano)	47,45	47,45	47,45
Fogões a Lenha (kg/ano)	525,00	525,00	525,00
Freezers Novos	402,00	402,00	402,00
Freezers Antigos	482,00	482,00	482,00
Freezers Eficientes	297,50	297,50	297,50
Geladeiras Novas	600,00	600,00	600,00
Geladeiras Antigas	720,00	720,00	720,00
Geladeiras Eficientes	444,00	444,00	444,00
Lâmpadas Incandescentes	293,93	273,98	208,53
Lâmpadas de Descarga	159,59	69,00	39,04
Lâmpadas - Outros tipos	1,80	1,20	0,70
Lavadoras de roupa	75,60	75,60	75,60
Ventiladores	57,60	57,60	57,60

Fonte: Elaboração própria, baseada em Udaeta, et. al. (2009f).

Através da consolidação dos dados do ano base, tem-se o panorama da distribuição do consumo de energia por setores na Região Administrativa de Araçatuba.

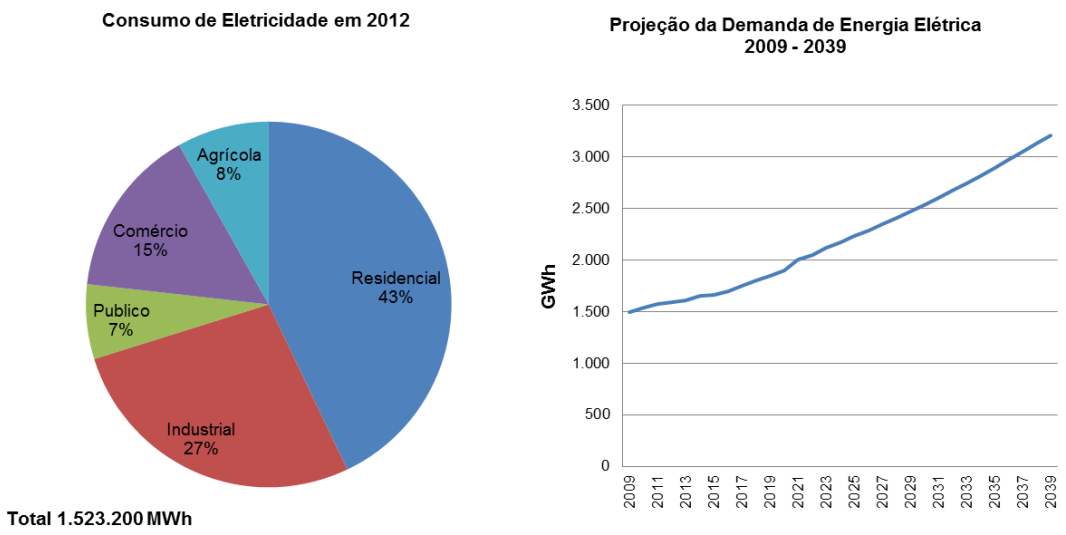


Figura 9.4 Distribuição de consumo de energia elétrica estimado da RAA

Fonte: elaboração própria, baseada em Udaeta et. al. (2009f).

9.6.2 Cenários energéticos

A ferramenta computacional utilizada para geração de cenários é o *Long Range Energy Alternative Planning System* (LEAP). Dentre os quatro cenários elaborados por Udaeta, et.al (2009f), foi adotado, neste estudo de caso, o cenário tendencial.

Cenário Tendencial

No setor agrícola, as projeções realizadas pela EPE e pelo IBGE são de crescimento de 5,0% a.a.

No setor comercial, são consideradas as projeções realizadas pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), de crescimento de 3,5% a.a.

No setor industrial, são consideradas as projeções realizadas pela EPE, pelo IBGE e pelo SEBRAE, de crescimento de 3,0% a.a.

O crescimento do setor residencial, baseado em dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) é de crescimento de 1,5% a.a., tendendo muito rapidamente a 1,35% a.a. Foi adotado, no estudo, o valor de crescimento de 1,35%.

Considera-se a universalização do acesso à eletricidade em 5 anos, devido a políticas governamentais.

A projeção de redistribuição das classes é baseada no histórico de 15 anos.

Consideram-se as perda na transmissão e na distribuição de energia elétrica em 15%.

Considera-se neste cenário que a demanda de exportação inclusa no Sistema Interligado Nacional (SIN) seja estável e atendida pelas usinas hidrelétricas da região.

9.6.3 Previsão de demanda

Com os levantamentos de dados de demanda energética da região, distribuída basicamente nos setores de consumo, como agrícola, comercial, industrial e residencial, e com as premissas adotadas e inseridas no LEAP, obtém-se a previsão de demandas energéticas completas estratificadas pelos setores da economia e usos finais.

A seguir, um resumo da previsão do crescimento da demanda por energia elétrica, por setores da economia.

Tabela 9.34 Demanda por eletricidade - Cenário Tendencial em Mil MWh

SETOR	2012	2013	2014	2019	2024	2029	2034	2039
Residencial	654	668	681	748	818	893	970	1.050
Industrial	415	428	441	511	592	686	796	922
Público	101	101	101	101	101	101	101	101
Comércio	230	238	246	292	347	412	489	581
Agrícola	124	130	137	175	223	285	363	464
Total	**1.523**	**1.564**	**1.650**	**1.826**	**2.081**	**2.376**	**2.718**	**3.118**

Fonte: Elaboração própria, baseada em Udaeta et al. (2009f) e Maruyama (2009).

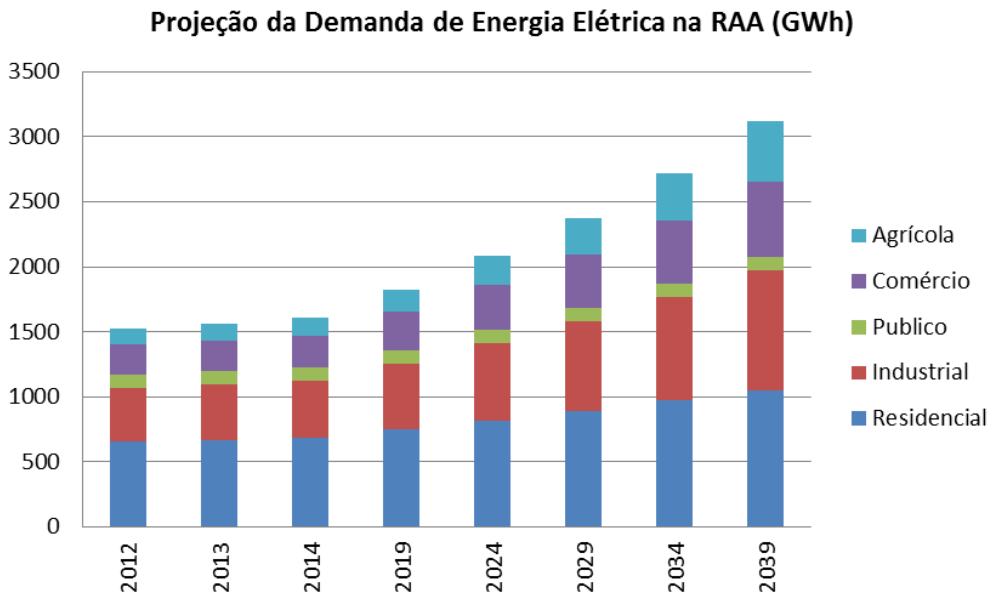


Figura 9.5 Projeção de demanda por eletricidade por setor em Mil MWh

Fonte: Elaboração própria, baseado em Udaeta et. Al (2009f) e Maruyama (2009).

9.7 A CONSTRUÇÃO DO PLANO PREFERENCIAL DA RAA

9.7.1 A Integração de recursos energéticos

A integração de recursos busca distribuir os recursos ao longo do horizonte de planejamento, de acordo com o menor custo completo, nas quatro dimensões do PIR. Nessa etapa, os recursos são alocados ao longo do período de planejamento, de acordo com suas capacidades de energia realizáveis e a demanda energética a ser suprida. Esse processo de integração dos recursos é realizado respeitando a classificação dos recursos obtida no ranqueamento, ao cenário energético setorial elaborado e, ao atendimento aos critérios e metas estabelecidos pelos vigilantes. O conjunto de recursos que atendam ao primeiro ano comporá o Plano Preferencial do ano um. Ressalta-se que nenhum recurso deve ser descartado, em momento algum, devido à sua classificação, pois dentro do PIR ainda serão consideradas variáveis temporais, geográficas, políticas e a disponibilidade do recurso. Com isso, a viabilidade pode ocorrer dentro do horizonte de planejamento para um recurso que no início do planejamento se encontrava em posições inferiores no *ranking*. Fatores de eficiência foram considerados, por conta da intersecção de recursos de demanda e oferta, ou seja, a existência de aplicação de um recurso que pode afetar a energia disponível de outro complementar, e pela concorrência entre os recursos, tanto no aspecto espacial quanto no energético.

9.7.2 Definição dos indicadores de análise (Vigilantes)

Para que os recursos sejam distribuidos de forma eficiente e adequada na região da RAA são necessários indicadores de restrições e monitoramento, obtidos do Mapeamento Energoambiental. A consideração da evolução temporal dos parâmetros técnico-econômicos é um procedimento usual no planejamento energético tradicional. Contudo, na metodologia do PIR, os elementos sociais, ambientais e políticos são considerados na forma de critérios e subcritérios de análise. São definidos para este processo, indicadores que satisfaçam os principios do PIR. Prioriza-se critérios que considerem a sustentabilidade em todas as dimensões: ambientais, sociais, políticos e técnico-econômicos, em que se baseia o PIR para a região da RAA. A rigor, para a elaboração do plano preferencial dos

recursos energéticos a serem aplicados no processo, todos os indicadores devem ser considerados. Neste estudo de caso, para efeito de simplificação, os seguintes indicadores de cada dimensão do PIR serão escolhidos:

Tabela 9.35 Os Vigilantes selecionados para o estudo de caso da RAA

Meio	Atributo	Indicadores	Referência
Antrópico	Saúde	Aumento no número de internações	DATASUS
	Indicadores sociais	Emprego	IBGE
Aéreo	Gases de efeito estufa	Dióxido de carbono equivalente (ton)	CETESB
	Poluentes atmosféricos	Material Particulado	CETESB
Aquático	Águas superficiais disponibilidade	Consumo de água	CETESB
	Águas superficiais qualidade	IQA, DBO, pH	CETESB
Terrestre	Contaminantes do solo	IQR	CETESB

Fonte: Elaboração própria, 2013.

9.7.3 Etapa 1 – Alocação temporal de recursos energéticos

Nessa etapa, os recursos são destinados, ao longo do período de planejamento, de acordo com as capacidades de energia realizáveis e a previsão da demanda energética. O processo inicial de alocação dos recursos é realizado respeitando a classificação dos recursos obtida no ranqueamento e os limites definidos pelos indicadores dos vigilantes. Para o estudo de caso, de forma simplificada, são adotados fatores combinados, de coincidência e eficiência, na aplicação de recursos, de 75%, aos recursos de demanda nos setores, residencial e comercial, e de 70%, no setor industrial. Aos recursos de oferta é adotado um fator de redução de potencial energético de 90%.

9.7.3.1 Processo de integração de recursos

Nesse processo de distribuição de recursos, são utilizados os vigilantes para monitorar e/ou restringir a distribuição de recursos, conforme os fatores limitantes levantados no mapeamento energoambiental. A integração de recursos busca distribuir e classificar os recursos ao longo do horizonte de planejamento, de acordo com o menor custo completo obtido a partir do ranqueamento.

Como premissas do estudo de caso, adota-se que a demanda energética para o ano de 2011 é atendida integralmente por recursos já aplicados em anos anteriores. Os cálculos iniciam-se a partir do incremento de demanda após 2011. Estes incrementos serão atendidos pelos recursos energéticos ranqueados no processo do PIR. Considera-se também que o processo iterativo não será realizado com o intuito de facilitar a compreensão do processo e devido às características de baixo impactos ambientais dos recursos aplicados - recursos de demanda e somente dois recursos de oferta renováveis.

Os recursos energéticos são alocados pela ordem do ranqueamento, de acordo com a previsão de demanda, estratificada por setores e usos finais. As tabelas resultantes são apresentadas nos apêndices M para o setor comercial, N para o setor industrial e O para o setor residencial. Os recursos de demanda representam os 58 primeiros recursos aplicados, não restritos pelos vigilantes. Ao longo do processo de integração, dois recursos de oferta foram selecionados na primeira distribuição. Para estes recursos, são avaliadas as influências de suas características (tabela 9.36) nos indicadores dos vigilantes.

Tabela 9.36 Características dos recursos de oferta aplicados na integração da RAA

Meio	Atributos	Indicadores	Solar fotovoltaico 1 a 10 kW	Hidrelétrica 500 kW a 2 MW
Meio antrópico	Geração de empregos	Durante a construção	0,80 emprego/MW	10 empregos/MW
		Durante a operação	0,07 emprego/MW	0,1 emprego/MW
	Impactos na saúde pública	Desequilíbrio ambiental no meio social	Nenhum	Nenhum
Meio aéreo	Gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos	Poluentes atmosféricos	Não há emissões	0,040 kg/MWh
		Material particulado	Não há emissões	Não há emissões
		Gases de efeito estufa	Não há emissões	83 kg/MWh
		Gases degradantes ozônio	Não há indícios de emissões	Não há indícios de emissões
Meio aquático	Águas superficiais disponibilidade e qualidade	Consumo de água	Não há consumo	Não há consumo
		Emissão de poluentes	Não há emissões	Não há emissões
		Nível de oxigênio (DQO)	Não há demanda	Não há demanda
		Nível de oxigênio (DBO)	Não há demanda	Não há demanda
		Variação de temperatura	Não há alteração	Não há alteração
		Variação do pH	Não há alteração	Não há alteração
Meio terrestre	Contaminantes do solo	Dejetos sólidos	Não há emissões	Não há emissões
		Dejetos líquidos	Não há emissões	Não há emissões
		Ocupação do solo	19,7 W/m2	224 W/m2

Fonte: Elaboração própria, baseado em dados de Udaeta et al. (2010b, 2010c).

Verifica-se que os recursos de oferta selecionados no ranqueamento apresentam características valoradas que não inviabilizam sua aplicação no momento da integração decorrentes de impactos ambientais.

A figura 9.6 ilustra as classes de recursos preferenciais do lado da demanda a serem implantados para cada ano em questão em seu respectivo setor. Nesse estudo não foram aplicados recursos para os setores agrícola e público, sendo suas demandas atendidas pelos recursos de oferta. Para os anos de 2011 a 2014, os recursos de demanda suprem, integralmente, o incremento de demanda energética nos setores comercial, industrial e residencia. A partir de 2014, é necessária a distribuição de recursos de oferta para o atendimento do crescimento da demanda. Os recursos são aplicados de acordo com sua posição no ranqueamento de recursos.

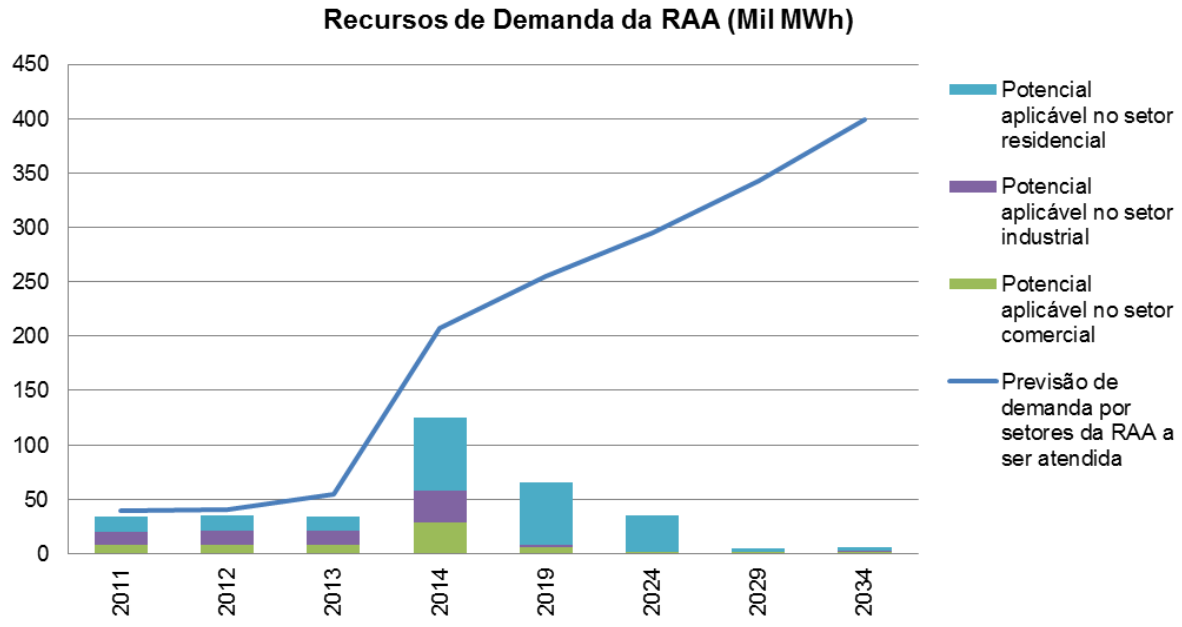


Figura 9.6 Recursos de demanda para o atendimento da demanda

Fonte: Elaboração própria, 2013.

O recurso Pequenos Aproveitamentos Hidrelétricos de 500 kW a 2 MW (posição 72 no ranqueamento) apresenta potencial energético teórico realizável total de 1.800.198 MWh e o recurso solar fotovoltaico de 1 kW a 10 kW apresenta 3.330.000 MWh (posição 60) de potencial energético teórico realizável. Com a

aplicação do fator de eficiência para estes recursos de 90% na aplicação prática do recurso resulta que a demanda energética a ser complementada pode ser suprida com os dois recursos de oferta.

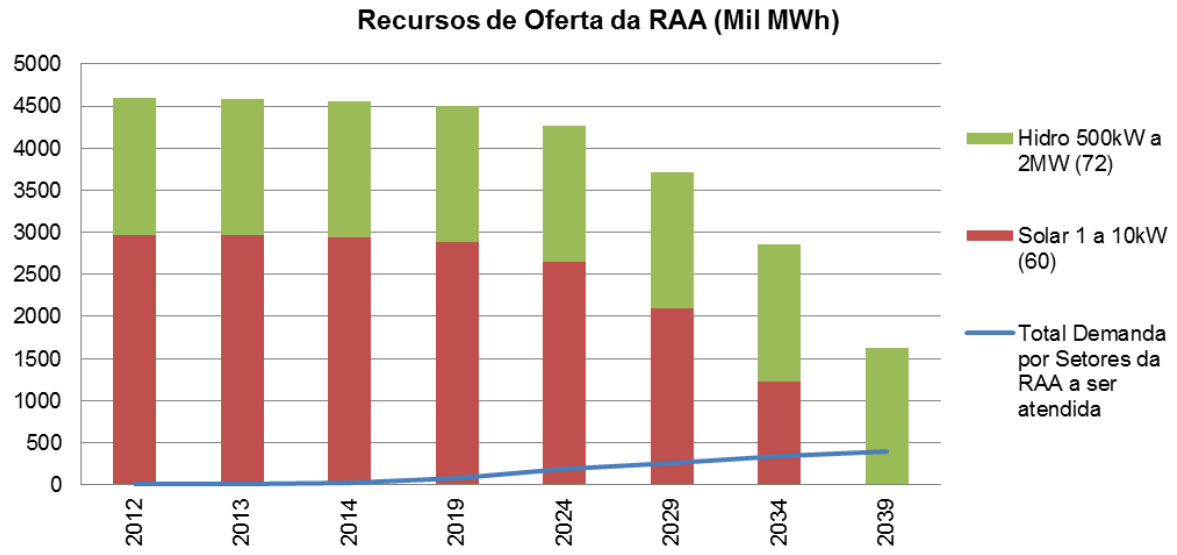


Figura 9.7 Recursos de oferta para o atendimento da demanda

Fonte: Elaboração própria, 2013.

A figura 9.7, ilustra os potenciais realizáveis dos recursos de oferta, com o potencial aplicável após o período de 2011 a 2013. O atendimento da demanda energética até 2014 é realizado pelos potenciais dos recursos de demanda nos setores comercial, industrial e residencial. De 2014 a 2039, o recurso solar fotovoltaico é aplicado e seu potencial líquido, descontado o utilizado em anos anteriores, termina no final deste período, sendo complementado em 2039 pelo recurso hidrelétrico de 500 kW a 2 MW, que suprirá a demanda no final do horizonte de planejamento. Como resultado do estudo de caso, a demanda futura dentro do horizonte de planejamento da Região Administrativa de Araçatuba pode ser suprida pelos recursos de demanda de posições 1 a 59 e os recursos de oferta de posições 60 e 72 do ranqueamento geral.

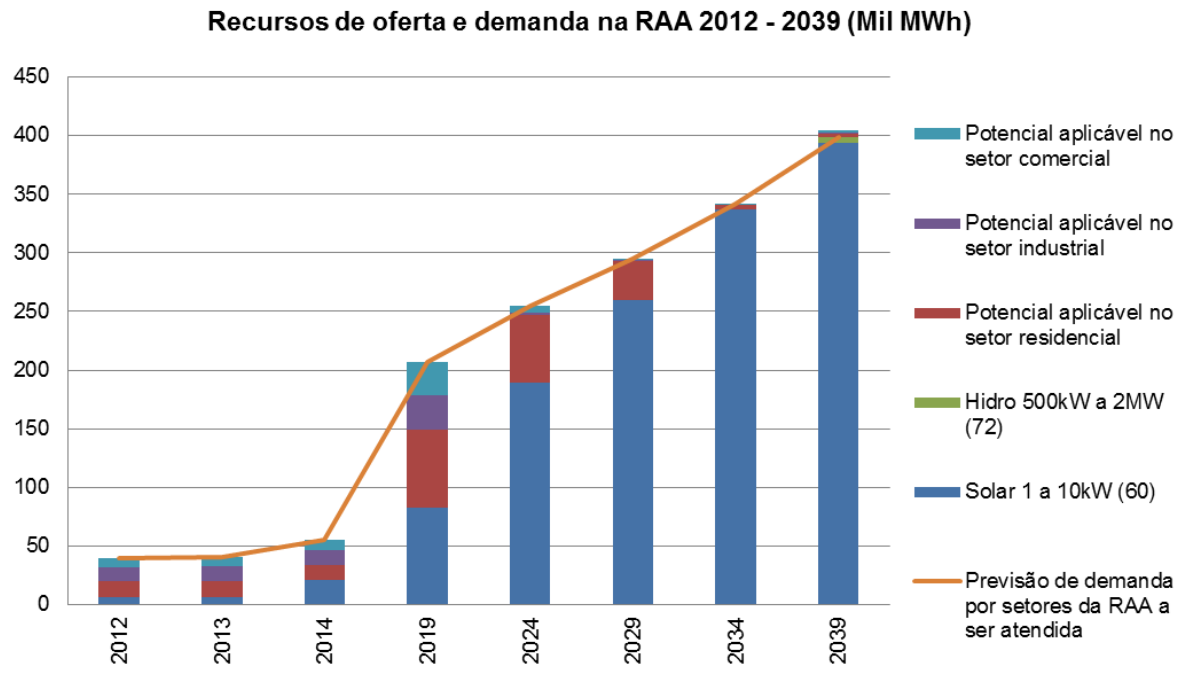


Figura 9.8 Perfil dos recursos no atendimento da previsão de demanda da RAA

Fonte: Elaboração própria, 2013.

O processo do PIR apresenta flexibilidade e contempla as incertezas inerentes do planejamento energético, devendo ser continuamente reavaliado. Suas etapas devem ser ajustadas de acordo com os avanços de tecnologias, restrições ambientais, políticas e sociais para cada época de aplicação. Os recursos energéticos, analisados, destinados ao atendimento da crescente demanda energética da região da RAA estão listados nas tabelas 9.37 a 9.40.

9.7.4 Etapa 2 – Composição de cenários

Através da composição de cenários é possível analisar as consistências do planejamento realizado ao longo de seu horizonte de tempo. As incertezas sobre a eficiência das aplicações, das medidas de gerencialmento do lado da demanda e de programas de eficiência energéticas devem ser continuamente monitoradas e ajustadas nos processos iterativos para os anos seguintes da integração. No estudo de caso, a aplicação de recursos de demanda e de oferta renováveis contribui para a manutenção de um cenário futuro energético, nas dimensões ambiental e social, dentro das premissas da sustentabilidade.

9.7.5 Etapa 3 – Análise socioeconômica e ambiental

As campanhas de incentivo à população para os programas de gerenciamento pelo lado da demanda e uso eficiente de energia podem aumentar a buscar por serviços relacionados a determinados recursos de demanda, acarretando nos anos iniciais em aumento de empregos no setor comercial. Na valoração da geração de empregos para o recurso solar fotovoltaico de 1 a 10 kV, considerou-se a ausência de usina de geração, o que demanda menor mão de obra. No caso de hidrelétricas de 500 kW a 2 MW há um aumento de empregos durante a fase de construção. Na saúde pública, os recursos do lado da demanda não impactam negativamente na população, com a característica de reduzir, indiretamente, a emissão de poluentes na origem de geração existente. A aplicação do recurso solar fotovoltaico de 1 a 10 kW e hidrelétricas de 500 kW a 2 MW na região não causam impactos na saúde pública, por não emitirem poluentes que acarretem em riscos à saúde humana. A variável analisada é o número de internações hospitalares, que correlaciona o potencial de impacto na saúde humana causado pela implantação do recurso e seus resultados durante a operação na população local.

9.7.6 Etapa 4 – Análise das iterações

O processo iterativo tem como objetivo o refinamento na precisão da distribuição de recursos, considerando a revisão dos dados sócioambientais afetados pela entrada dos recursos na distribuição anterior. A aplicação dos potenciais de recursos de demanda, através de programas de conservação de energia e eficiência energética, pode alterar a projeção de demanda de eletricidade para a próxima iteração. A aplicação de programas de GLD e eficiência energética reduz o consumo, não se limitando à demanda setorial naquele ano, podendo influir na consumo do ano base, distorcendo a projeção de demanda futura. Os recursos de oferta podem, de acordo com suas características, afetar o meio sócio-ambiental, de forma que seja revista o mapeamento para a próxima iteração. Como forma de reduzir estas distorções, é realizada, após a distribuição de recursos em cada ano, a revisão da previsão de demanda e dos dados regionais, e prossegue-se na integração para o próximo ano. Nesse estudo de caso, para simplificação, não foram aplicados os processos

iterativos nos sete ciclos posteriores de redistribuição de recursos. A tabela 9.37 apresenta o plano preferencial de recursos energéticos do lado da demanda, aplicáveis em programas de uso eficiente de energia para a Região Administrativa de Araçatuba no setor comercial, para o período de 2012 a 2039.

Tabela 9.37 Plano preferencial de aplicação de recursos para o setor comercial

ANO	PLANO DE RECURSOS ENERGÉTICOS DE DEMANDA PARA O SETOR COMERCIAL	Potencial Mil MWh
2012	Programas de informação, educação e capacitação em iluminação	3,2
	Controle de carga em refrigeração	2,6
	Programas de informação, educação e capacitação em condicionamento ambiental	0,2
	Programas de informação, educação e capacitação em força motriz estacionária	1,1
	Programas de informação, educação e capacitação em aquecimento de água	0,4
	Controle de carga em aquecimento de água	0,2
2013	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em iluminação	1,1
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em refrigeração	0,9
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em aquecimento de água (gás)	0,7
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em força motriz estacionária	0,3
	Programas de Informação, educação e capacitação em condicionamento ambiental	0,1
	Programas de Informação, educação e capacitação em refrigeração	0,5
	Controle de carga em refrigeração	2,3
	Programas de informação, educação e capacitação em iluminação	2,2
	Programas de informação, educação e capacitação em força motriz estacionária	0,9
	Programas de informação, educação e capacitação em aquecimento de água	0,7
	Projetos de edificações inteligentes para iluminação	0,1
2014	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em refrigeração	9,0
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em iluminação	3,5
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em aquecimento de água (gás)	4,0
	Controle de carga em iluminação	3,1
	Programas de informação, educação e capacitação em condicionamento ambiental	0,1
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em força motriz estacionária	1,2
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em refrigeração	9,0
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em iluminação	3,5
2019	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em força motriz estacionária	1,8
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em iluminação	6,4
	Tarifação e regulação em força motriz estacionária	0,5
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em aquecimento de água (gás)	1,6
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em aquecimento de água (solar)	2,4
	Programas de informação, educação e capacitação em condicionamento ambiental	0,8
	Tarifação e regulação em iluminação	1,5
2024	Tarifação e regulação em condicionamento ambiental	0,3
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em aquecimento de água	0,7
	Programas de informação, educação e capacitação em condicionamento ambiental	0,8
	Tarifação e regulação em aquecimento	0,1
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em condicionamento ambiental	0,1
	Tarifação e regulação em condicionamento ambiental	0,3
2029	Tarifação e regulação em condicionamento ambiental	1,2
	Tarifação e regulação em aquecimento	0,2
2034	Tarifação e regulação em condicionamento ambiental	1,5
2039	Tarifação e regulação em condicionamento ambiental	0,7
TOTAL		**62,0**

Fonte: Elaboração Própria, 2013.

Os potenciais energéticos apresentados nas tabelas tabelas 9.37, 9.38 e 9.39, referem-se aos potenciais aplicados aos setores comercial, industrial e residencial, respectivamente, considerando a previsão de demanda e o suprimento do incremento da demanda por eletricidade.

Tabela 9.38 Plano preferencial de aplicação de recursos para o setor industrial

ANO	PLANO DE RECURSOS ENERGÉTICOS DE DEMANDA PARA O SETOR INDUSTRAL	Potencial Mil MWh
2012	Programas de informação, educação e capacitação em força motriz estacionária	8,4
	Programas de Informação, educação e Capacitação em fornos, caldeiras e fogões	2,4
	Projetos de edificações inteligentes para iluminação	0,4
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em refrigeração	0,9
2013	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em força motriz estacionária	7,9
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em refrigeração	0,8
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em aquecimento de água (solar)	2,2
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em condicionamento ambiental	0,1
	Projetos de edificações inteligentes para iluminação	0,5
	Programas de informação, educação e capacitação em força motriz estacionária	0,7
	Programas de Informação, educação e Capacitação em fornos, caldeiras e fogões	0,3
2014	Controle de carga em força motriz estacionária	4,1
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em refrigeração	0,9
	Projetos de edificações inteligentes para iluminação	0,4
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em refrigeração	1,9
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em aquecimento de água (solar)	0,7
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em fornos, caldeiras e fogões	1,9
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em condicionamento ambiental	0,1
2019	Tarifação e regulação em força motriz estacionária	6,5
	Controle de carga em força motriz estacionária	4,5
	Projetos de edificações inteligentes para iluminação	0,1
	Tarifação e regulação em fornos, caldeiras e fogões	1,9
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em iluminação	2,4
	Controle de carga em refrigeração	1,0
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em força motriz estacionária	4,7
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em fornos, caldeiras e fogões	0,4
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em aquecimento de água (gás)	7,6
	Controle de cargas em fornos, caldeiras e fogões	1,9
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em condicionamento ambiental	0,4
	Tarifação e regulação em refrigeração	0,6
2024	Controle de carga em iluminação	0,7
	Programas de informação, educação e capacitação em iluminação	0,5
	Tarifação e regulação em iluminação	0,3
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em condicionamento ambiental	0,4
2029	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em condicionamento ambiental	0,5
2034	Projetos de edificações inteligentes para condicionamento ambiental	0,6
2039	Projetos de edificações inteligentes para condicionamento ambiental	0,8
TOTAL		**70,4**

Fonte: Elaboração Própria, 2013.

A tabela 9.38 apresenta os recursos aplicados no setor industrial para atendimento do crescimento da demanda por eletricidade previsto para a Região Administrativa de Araçatuba, no periodo de 2012 a 2039.

Tabela 9.39 Plano preferencial de aplicação de recursos para o setor residencial

ANO	PLANO DE RECURSOS ENERGÉTICOS DE DEMANDA PARA O SETOR RESIDENCIAL	Potencial Mil MWh
2012	Projetos de edificações inteligentes para condicionamento ambiental	0,3
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em refrigeração	1,7
	Projetos de edificações inteligentes para iluminação	5,7
	Programas de informação, educação e capacitação em aquecimento de água	4,1
	Programas de informação, educação e capacitação em refrigeração	1,4
	Programas de informação, educação e capacitação em iluminação	0,4
	Tarifação e regulação em força motriz estacionária	0,2
2013	Projetos de edificações inteligentes para condicionamento ambiental	0,3
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em refrigeração	3,1
	Programas de informação, educação e capacitação em aquecimento de água	4,1
	Projetos de edificações inteligentes para iluminação	6,2
	Tarifação e regulação em força motriz estacionária	0,2
2014	Controle de carga em iluminação	5,9
	Projetos de edificações inteligentes para condicionamento ambiental	0,3
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em aquecimento de água	1,3
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em refrigeração	2,8
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em força motriz estacionária	0,2
	Programas de informação, educação e capacitação em aquecimento de água	2,4
2019	Controle de carga em iluminação	10,0
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em iluminação	17,1
	Projetos de edificações inteligentes para condicionamento ambiental	1,5
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em aquecimento de água	19,2
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em refrigeração	13,9
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em força motriz estacionária	1,0
	Tarifação e regulação em refrigeração	0,9
	Tarifação e regulação em iluminação	3,3
	Controle de carga em aquecimento de água	0,6
2024	Substituição, ajuste e dimensionamento de Equipamentos em aquecimento de água	17,0
	Tarifação e regulação em aquecimento de água	3,6
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em iluminação	54,3
	Projetos de edificações Inteligentes para condicionamento ambiental	1,6
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em força motriz estacionária	1,1
	Tarifação e regulação em refrigeração	3,4
	Seleção e substituição de energéticos e eficientização de equipamentos em aquecimento de água	6,5
2029	Tarifação e regulação em aquecimento de água	1,0
	Projetos de edificações inteligentes para condicionamento ambiental	1,7
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em iluminação	22,8
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em força motriz estacionária	1,1
2034	Projetos de edificações inteligentes para condicionamento ambiental	1,8
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em força motriz estacionária	1,2
2039	Projetos de edificações inteligentes para condicionamento ambiental	2,0
	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos em força motriz estacionária	1,3
TOTAL		**228,5**

Fonte: Elaboração Própria, 2013.

A tabela 9.39 apresenta os recursos energéticos do lado da demanda aplicados no setor residencial para atendimento do crescimento da demanda por eletricidade na região.

Tabela 9.40 Plano preferencial de aplicação de recursos energéticos de oferta

ANO	PLANO DE RECURSOS ENERGÉTICOS DE OFERTA	Potencial Mil MWh
2012	Solar fotovoltaico 1 a 10kW	6
2013	Solar fotovoltaico 1 a 10kW	24
2014	Solar fotovoltaico 1 a 10kW	58
2019	Solar fotovoltaico 1 a 10kW	237
2024	Solar fotovoltaico 1 a 10kW	551
2029	Solar fotovoltaico 1 a 10kW	863
2034	Solar fotovoltaico 1 a 10kW	1227
2039	Solar fotovoltaico 1 a 10kW	5
	Hidro 500kW a 2MW	1620
TOTAL A SER OFERTADO PELOS RECURSOS		**4591**

Fonte: Elaboração Própria, 2013.

A tabela 9.40 apresenta os recursos de oferta aplicados no plano preferencial do PIR para a Região Administrativa de Araçatuba, para os anos de 2012 a 2039.

No estudo de caso, a alocação de recursos foi realizada para o horizonte de planejamento, e para efeitos de simplificação, não foram realizadas as iterações para os anos seguintes com os dados regionais e ambientais revisados. Este processo não invalida o resultado obtido. O processo do planejamento integrado de recursos é revisto periodicamente, através da atualização das informações, tecnologias, políticas públicas, num processo dinâmico e iterativo. As características dos recursos aplicados, não comprometem o perfil de aplicação dos recursos, devido à predominância de recursos de demanda e poucos recursos de oferta. No entanto, para um estudo completo, deve ser considerada a revisão da curva de demanda - que, afetada pelo ingresso de recursos, terá sua previsão futura alterada - assim como a monitoração das variáveis restritivas, tanto no âmbito social, quanto político, ambiental e técnico-econômico - que pode limitar e/ou favorecer parcialmente ou totalmente um recurso no próximo ciclo de integração.

É importante observar que as tabelas 9.37 a 9.40 são complementares, integradas e indissociáveis. O plano preferencial integrado de recursos baseia-se na aplicação desses recursos, na ordem cronológica e geográfica, para o resultado do mínimo custo nas dimensões da sustentabilidade.

9.8 O PLANO PREFERENCIAL DA RAA

O PIR resultou em uma carteira de recursos energéticos para aplicação na Região Administrativa de Araçatuba. Dos 182 recursos energéticos mapeados, analisados e valorados (entre oferta e demanda) foram classificados e considerados 61 recursos de demanda e dois recursos de oferta para o atendimento da demanda energética, segundo um cenário tendencial.

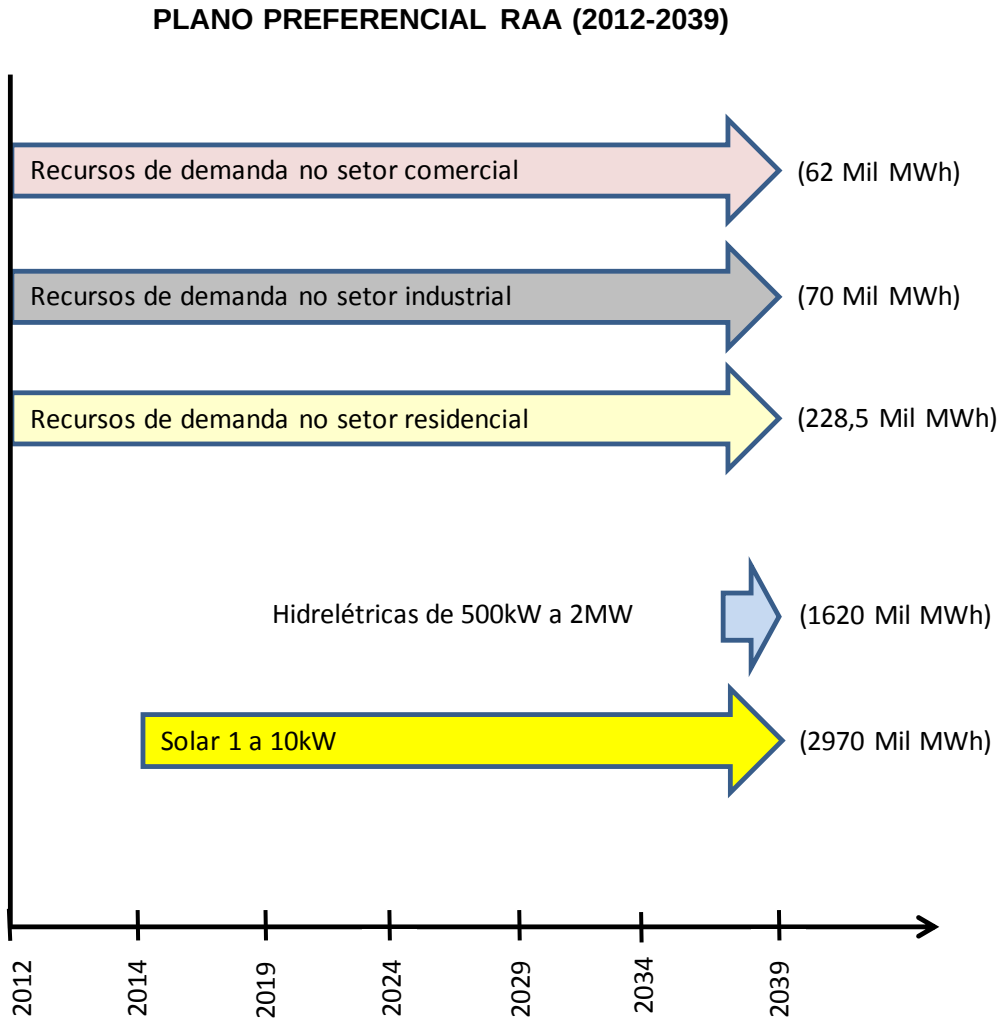


Figura 9.9 Plano Preferencial da RAA 2011-2039

Fonte: Elaboração Própria, 2013.

Verificou-se que, com os recursos de gerenciamento pelo lado da demanda, haverá um resguardo na entrada de novos recursos do lado da oferta até o ano de 2014, quando, os recursos de oferta se integrarão aos recursos já aplicados.

9.9 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

O modelo adota a premissa de crescimento tendencial do cenário energético da região e a exportação de energia suprida em sua totalidade pelas usinas hidrelétricas existentes.

Tabela 9.41 Tabela de indicadores da RAA

PERFIL DA REGIÃO	
População (2012)	745.344
PIB *per capita* R$ (2010)	20.142,82
Setor Industrial (% do PIB) (2010)	34,08
População com acesso à eletricidade (2009)	-
Consumo de eletricidade *per capita* kWh (2010)	2.086,01
Emissão de CO_2 *per capita* (ton) (2006)	1,74

Fonte: Elaboração própria, baseada em dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE, 2012, 2013) e Kanayama (2007).

Nesse cenário, a região apresentou uma projeção de crescimento de demanda por eletricidade relativamente constante e um potencial elevado de conservação de energia e eficiência energética, no período de 2012 a 2014, conforme verificado no plano preferencial da RAA.

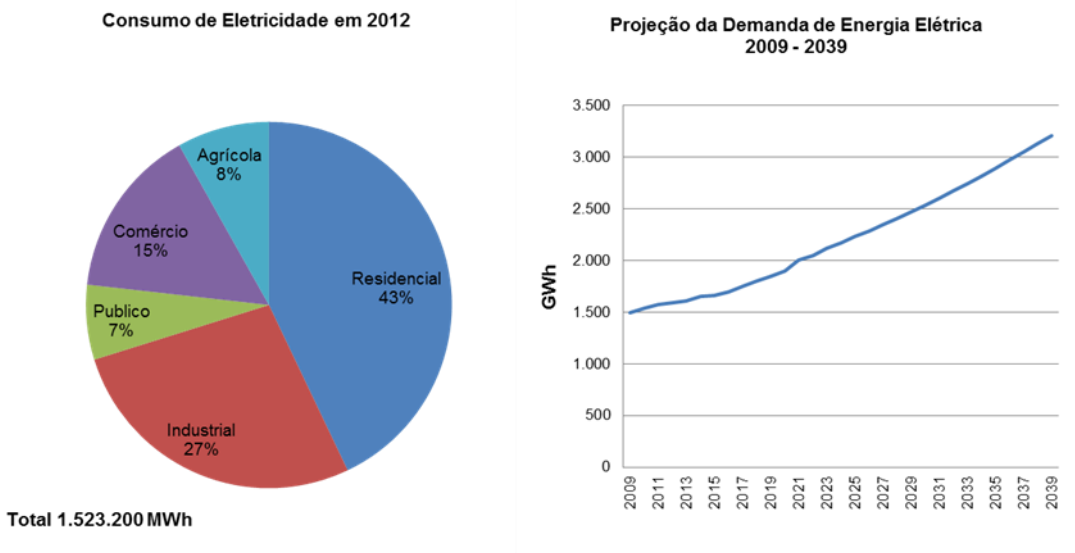


Figura 9.10 Consumo e projeção da demanda estimado de eletricidade na RAA

Fonte: elaboração própria, baseada em Udaeta et. al. (2009f).

O diagnóstico de potencial dos recursos de demanda foi obtido na integração de recursos, na qual os recursos provenientes do ranqueamento foram distribuídos no tempo, respeitando os indicadores de restrições. Esse processo resulta em 61 recursos de demanda, e dois recursos do lado da oferta, totalizando 4.951 GWh, para atendimento da demanda de eletricidade no horizonte de planejamento.

A seleção dos recursos energéticos propostos para o atendimento da demanda apresenta, previamente, boa aceitação por parte dos envolvidos e interessados, decorrente da participação efetiva nos processos do PIR. Esse delineamento do processo de envolvimento dos *En-In* tende a minimizar os atritos de interesses durante a fase de estudo de implantação do recurso.

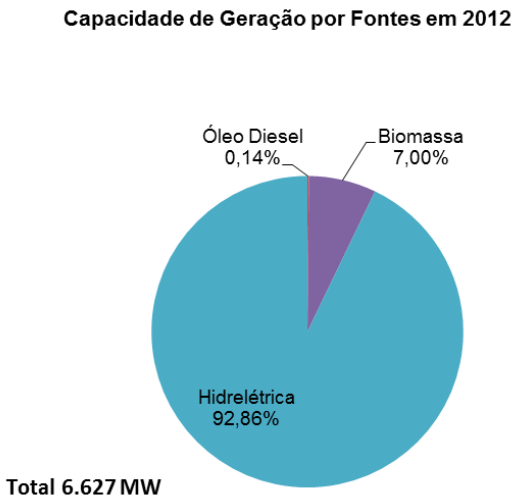


Figura 9.11 Capacidade de geração elétrica da RAA 2012

Fonte: Elaboração Própria, baseado em dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2013).

A partir do plano preferencial integrado de recursos, tornam-se evidentes as prioridades, as necessidades e as aptidões regionais para um plano de operacionalização. Verifica-se, para este estudo de caso, a vocação da região para programas de gerenciamento do lado da demanda, da eficiência energética e da geração distribuída por fontes renováveis.

Entre os principais resultados obtidos, estão:

- Um plano preferencial integrado de recursos, com a proposta de uma gama de recursos energéticos, analisados e com o mínimo custo global, de longo prazo, distribuído ao longo do horizonte de planejamento;
- A conscientização dos envolvidos e interessados, em consequência de treinamentos, debates e discussões acerca da abrangência e da complexidade de um planejamento de longo prazo e dos fatores inter-relacionados;
- O estímulo às ideias, às iniciativas e às melhorias regionais nos órgãos competentes de novas políticas públicas que foram evidenciadas durante os processos de desenvolvimento do plano preferencial (Udaeta et al., 2010i);
- E, basicamente, a instauração de uma base de dados, o conhecimento regional estruturado e um modelo de planejamento de longo prazo para o desenvolvimento da região.

Salienta-se que o processo do plano preferencial integrado de recursos deve ser reavaliado periodicamente, para adequação das variáveis consideradas no âmbito do PIR, decorrentes de eventos, evoluções tecnológicas, regulatórios e mudanças de estratégias governamentais, ou oportunidades do setor elétrico.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A complexidade em mapear e modelar a integração dos recursos energéticos para o efetivo Planejamento Integrado de Recursos pode variar com o direcionamento político de cada país. Estruturas políticas frágeis e setores estratégicos da economia podem afetar as políticas e as regulações a serem ajustadas no setor elétrico, impactando os estudos de planejamento energético de longo prazo.

O plano preferencial do PIR é um modelo de planejamento abrangente, elaborado com várias etapas metodológicas e ferramentas capazes de modelar diferentes situações energéticas e ambientes impactados. O modelo é transparente e flexível, capaz de prover recursos energéticos a um mínimo custo completo, além de permitir a incorporação de dados e resultados de políticas energéticas a qualquer momento, em seu período de planejamento.

Embora o uso dos recursos energéticos possa ser quantificado e detalhado para avaliação de seu uso principal, esses recursos podem gerar impactos em ecossistemas e na sociedade. Esses impactos não são menos importantes e devem ser considerados no planejamento. Observa-se que cada segmento da sociedade defende interesses em várias situações. O setor de geração de energia elétrica possui interesses diferentes dos povos indígenas, assim como o setor industrial tem interesses distintos do setor agrícola e sua necessidade de irrigação, etc. Conflitos intersetoriais devem ser conduzidos de forma transparente do processo de negociação e participação. A participação pública no processo de planejamento tenta minimizar conflitos de interesses.

Nesse contexto, a elaboração de uma avaliação técnica, o cômputo e a valoração de recursos energéticos incorporam os estudos ambientais, políticos, sociais e técnico-econômicos, e auxiliam na avaliação de alternativas a serem discutidos com os Envolvidos e Interessados. Os Envolvidos e Interessados participam efetivamente do processo de planejamento na importante etapa de Avaliação de Custos Completos. O Ranqueamento de recursos elaborado com a participação pública apresenta o

mesmo peso do Ranqueamento quantitativo e resulta no Ranqueamento final de recursos.

O modelo de Cômputo e Valoração dos Potenciais Completo de Recursos Energéticos Fujii (2006, p. 70) ressalta a importância da definição do universo de estudo em questão para que o processo do PIR prossiga da maneira mais abrangente possível. Segundo Fujii (2006), basicamente dois elementos definem o universo de análise: a entidade que conduz a caracterização e a abrangência geográfica da caracterização. De acordo com a entidade que conduzirá o planejamento (pública, privada, concessionária de geração, distribuição, transmissão, ONG, etc.), diferentes abordagens na seleção de recursos podem ocorrer. Essa análise deve ser considerada e precauções devem ser adotadas para que o objetivo do PIR não seja desvirtuado. Outro elemento importante a ser considerado no universo de análise é a região onde os recursos estão sendo identificados. Os impactos sociais e ambientais podem ter tratamentos distintos nos atributos de análise, dependendo da região onde está o recurso.

Outro grande destaque para o plano preferencial do PIR em relação ao planejamento tradicional é o grande número de recursos de oferta e de demanda considerados, senão a quase totalidade de opções de recursos energéticos para avaliação de custos completos de uma região. Isso torna o estudo de recursos energéticos completo e realmente integrado em termos das dimensões impactadas com um universo de análise que assegure o mínimo custo completo.

O plano preferencial conceituado por Udaeta (1997) e definido nesse modelo não busca o custo mínimo referido a um único custo efetivo final, mas em uma série de combinações de decisões. Ou seja, o custo mínimo para uma empresa talvez não seja o custo mínimo para a sociedade, ou vice-versa. O conceito de custo mínimo no PIR estará distribuído ao longo do horizonte de planejamento, o que pode ocasionar que um mínimo custo momentâneo não necessariamente reflita o menor custo absoluto no processo completo. É praticamente improvável que o plano preferencial seja o “mínimo custo” sob condição particular alguma, mas, sim, o reflexo de um balanço de interesses em competição, tais como dos requisitos de renda, preços de eletricidade, e impactos ambientais e sociais.

Finalmente, a consistência e o alcance dos resultados desses estudos e pesquisas para um plano preferencial energético necessitam, em todas as suas etapas, de elaboração, um alto grau de definição das informações em termos de qualidade e facilidade de aquisição, e investimentos em pesquisas aplicadas junto ao setor produtivo. O governo tem um papel relevante na coordenação das ações de convergência desses objetivos, com investimentos em pesquisas com o setor produtivo, e uma maior interação entre o setor produtivo e o setor acadêmico. Observação que corrobora com as conclusões do Plano Nacional de Energia 2030.

11 CONCLUSÕES

Verifica-se que o imenso desafio mundial de fornecimento de energia será o atendimento da população em constante crescimento, previstos para 8,6 bilhões em 2035, em sua maior parte em países em desenvolvimento. Agregam-se a isso as mudanças de perfil de consumo dos países emergentes, os desafios na busca de um aproveitamento sustentável dos recursos naturais e a mitigação dos problemas ambientais causados pelos produtos resultantes de seu processamento. Cada vez mais, aumenta-se a complexidade nas decisões simultâneas para a busca do progresso socioeconômico, a segurança energética e os objetivos de proteção do meio ambiente aos tomadores de decisão.

É evidente a necessidade de um processo de planejamento energético integrado entre todos os setores do sistema produtivo atual, principalmente nos países em desenvolvimento. A integração de recursos energéticos deve ser realizada de forma abrangente, a exemplo do realizado no estado do Havaí (EUA) e na Alemanha, em um contexto regional, nacional ou transfronteiriço. A integração de recursos energéticos desempenhará seu papel quando todos os impactos de exploração nos setores de transportes, consumo térmico ou eletricidade, estiverem monitorados e ponderados às necessidades e aos impactos da biosfera.

Com as análises realizadas no capítulo 3, constata-se que nos países em desenvolvimento predominam os planos preferenciais tradicionais, baseados no mínimo custo financeiro, o que resulta em grandes desequilíbrios de impactos nestas dimensões, principalmente na socioambiental. Todavia, os países analisados estão cientes e demonstram esforços no desafio da diversificação da matriz energética e a procura de um maior equilíbrio, principalmente ambiental, para o atendimento da crescente demanda por eletricidade prognosticada.

Os países desenvolvidos, com a demanda de eletricidade futura com crescimento regular, tendendo à estabilidade, ou declínio, e com a intensidade energética em regressão, enfatizam os programas de eficiência energética, a diversificação da matriz existente com recursos alternativos e o gerenciamento do lado da demanda,

como medidas mais eficazes. No entanto, com o consumo *per capita* de energia elevado, cabe a conscientização para mudanças de comportamento. Essas mudanças de paradigmas de consumo devem influir na estratégia econômica, alterando o contraditório conceito defendido de sustentabilidade ambiental, porém com o modelo de desenvolvimento baseado no desempenho econômico.

Um planejamento de recursos energéticos no setor elétrico, que visa ao desenvolvimento sustentável, deve observar os impactos nas diversas dimensões: ambiental, social, político e técnico-econômico, que são as dimensões de sustentação do Planejamento Integrado de Recursos Energéticos (PIR).

Ao longo do processo de validação das etapas do Planejamento Integrado de Recursos, muitos avanços foram obtidos. O intercâmbio entre entidades acadêmicas, as parcerias com entidades locais e o envolvimento dos Envolvidos e Interessados (*En-In*) propiciaram a disseminação do conceito de desenvolvimento energético regional e uma base de planejamento futura para a Região Administrativa de Araçatuba. Fica evidenciado que a elaboração de um planejamento energético abrangente necessita de equipes multidisciplinares, especialistas em energia, colaboração e treinamento do público e processos bem definidos de avaliação de recursos. Além de uma infraestrutura de bases de dados de fácil atualização, processamento e com a qualidade e precisão adequadas.

O modelo determinado neste trabalho do Plano Preferencial Integrado de Recursos Energéticos e validado no estudo de caso expôs a aptidão da região em potenciais energéticos não observados tradicionalmente, ou não com adequada importância. Possibilitou a inclusão da transparência nas etapas do processo de desenvolvimento e proporcionou a efetiva participação dos *En-In* nas etapas de significativa importância, na valoração das variáveis multicritérios, para o processo decisório. A extensa abrangência do plano e de seus módulos permitiu, ao longo da evolução do plano preferencial, a identificação de deficiências em diferentes setores, que resultaram em adoção de políticas públicas nos projetos em andamento na Região Administrativa de Araçatuba.

O Plano Preferencial Integrado de Recursos do PIR resulta em um estudo sistêmico que orienta o planejamento energético do setor elétrico no longo prazo e, consequentemente, cria-se uma base de conhecimento regional, incluindo as opiniões e as expectativas dos *En-In* relacionados no processo, computados no mínimo custo total. Estabelece-se uma ferramenta que subsidiará o desenvolvimento de políticas energéticas de incentivos a determinados recursos, programas de eficiência energética e conservação de energia.

Ressalta-se, no conceito de PIR desenvolvido pelo GEPEA-USP, que a busca do mínimo custo não está relacionada a um único custo efetivo momentâneo, pois depende de uma série de combinações e decisões. O mínimo custo do PIR representa o custo mínimo resultante no período final de planejamento, nas dimensões consideradas. Corresponde a um balanço equilibrado de interesses competitivos, entre todos os envolvidos e interessados no processo, no período referido.

Por fim, a elaboração do Plano Preferencial Integrado de Recursos, principalmente para os países em desenvolvimento, pode, nesse sentido, contribuir intensamente para o uso racional de recursos energéticos, para o aumento da confiabilidade do sistema elétrico e da renovação e da ampliação do parque gerador, para a identificação das políticas públicas setoriais, para a conscientização dos *En-In* e essencialmente, para uma avaliação de planejamento continuada, nos mínimos custos completos nas dimensões consideradas do PIR, em ações condizentes com o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

AESIEAP. Association of the Electricity Supply Industry of East Asia and the Western Pacific. **Korea, Republic of Korea - AESIEAP Goldbook**. 2013. Disponível em: <http://cepsi2014jeju.org/board/download.php?file=boardfile90203_0.pdf&org=Korean%20part%20of%20Goldbook%202014.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2013.

ÁFRICA DO SUL. Department of Energy. Republic of South Africa. **Integrated Resource Plan for Electricity 2010-2030 – Revision 2 – Final Report**. 2011. Disponível em: < http://www.energy.gov.za/IRP/irp%20files/IRP2010_2030_Final_Report_20110325.pdf>. Acesso em: 19/02/2012.

ALEMANHA. Federal Ministry of Economics and Labour. **Documentation No 545 - EWI/Prognos - Study - The Trend of Energy Markets ut to the Year 2030**. Reference Forecast for the Energy Sector - Energy Report IV - Summary. 2005. Disponível em: <http://www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/ewi-prognos-study-trend-of-energy-markets,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=en,rwb=true.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2013.

_____. Federal Ministry of Economics and Technology. Federal Ministry for the Environmental, Nature Conservation and Nuclear Safety. **Energy Concept for an Environmentally Sound, Reliable and Affordable Energy Supply. 2010**. Disponível em: <http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/energiekonzept_bundesregierung_en.pdf>. 2010. Acesso em: 14 dez. 2013.

_____. Federal Ministry of Economics and Technology. Research for an environmentally sound, reliable and affordable energy supply. **6th Energy Research Programme of the Federal Government. 2011**. Disponível em: <http://www.bmwi.de/EN/Service/publications,did=477502.html>. Acesso em: 14 dez. 2013.

_____. Federal Ministry of Economics and Technology. Federal Ministry for the Environmental, Nature Conservation and Nuclear Safety. **First Monitoring Report "Energy of the Future". 2012**. Disponível em: <http://www.bmwi.de/EN/Service/publications,did=558090.html>. Acesso em: 15 dez. 2013.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3º Ed. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2012.

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica. **BIG - Banco de Informações de Geração**. 2013. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 20 abr. 2013.

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Empresas Autorizadas**. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/Frota/ConsultarEmpresaInteriorAutorizada.aspx>. Acesso em: 11 fev. 2013.

ARIZONA CORPORATION COMISSION. **Assessment of the 2012 Integrated Resource Plans of the Arizona Electric Utilities**. ACC Docket No. E-00000A-11-0113. 2012. Disponível em: <http://www.azcc.gov/Divisions/Utilities/Electric/IRP2012/2012%20IRP%20Report%20for%20the%20ACC%20Final.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2013.

ARMSTRONG, J. Scott. **Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners**. Universidade da Pensilvânia. Filadélfia, Pensilvânia, EUA, 2001. Kluwer Academic Publishers. 2001. ISBN 0-7923-7930-6.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação**. Rio de Janeiro, 2002a. 7 p.

_____. **NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração**. Rio de Janeiro, 2002b. 24 p.

BAJAY, S.V. **Long Term Electricity Demand Forecasting Models: a Review of Methodologies**. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, Campinas, 1983. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378779683900366>. Acesso em: 05 mai. 2013.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Glossário - PIB. 2013**. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/glossario.asp?Definicao=1105&idioma=P&idpai=GLOSSARIO>. Acesso em: 27 abr. 2013.

BIAGUE, M. F. **Modelagem da carteira dos recursos energéticos para o planejamento integrado dos recursos energéticos**. Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-20082010-161027/pt-br.php>. Acesso em: 05 mai. 2013.

BERNAL, J. L. O. **Modelagem para o Aproveitamento Sustentável dos Biocombustíveis, Energia Eólica e Solar dentro do PIR Local: Estudo de Caso do PIR da Região de Araçatuba**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Energia. EP/FEA/IEE/IF da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2009. Disponível em: < http://www.prpg.usp.br/usprio/?q=trabalhos/modelagem-para-o-aproveitamento-sustent%C3%A1vel-dos-biocombust%C3%ADveis-energia-e%C3%B3lica-e-solar-den>. Acesso em: 05 mai. 2013.

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **A Empresa**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/O_BNDES/A_Empresa/>. Acesso em: 11 fev. 2013.

_____. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **BNDES 50 Anos - Histórias Setoriais – O Setor Elétrico**. 2003. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Paginas/livro_bndes_setorial.html>. Acesso em: 12 abr. 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Portal e-MEC - **Instituições de Educação Superior e Cursos Cadastrados**. Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>. Acesso em: 11 fev. 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **O que é o CONAMA?** 2013a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 13 jan. 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n°420, de 28 de dezembro de 2009, págs. 81-84. Dispões sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em: 13 jan. 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Cidades Sustentáveis – Qualidade do Ar – Padrões de Qualidade do Ar**. 2013b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/padroes-de-qualidade-do-ar>. Acesso em: 13 jan. 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Cadernos de Recursos Hídricos 5 – Panorama do Enquadramento dos Corpos d'Água do Brasil e Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil**. Brasília,

DF, 2007a. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20100601095904_cadernos_de_recursos_hidricos_5.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Cadernos de Recursos Hídricos 2 – Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, DF, 2007b. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20100601100341_cadernos_de_recursos_hidricos_2.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do BRASIL 2012**. Brasília, DF, 2012a. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20120627113726_Panorama_Portugues.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2013d. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>. Acesso em: 28 jan. 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Nacional de Recursos Hídricos.** Brasília. 2006. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=c37feae3-8169-4049-900b-e8160661f541&groupId=66920>. Acesso em: 13 jan. 2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Consumo Nacional de Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio**. 2013d. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/173/_arquivos/indicador_cfc.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2013.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Matriz Energética Nacional 2030**. Brasília, 2007c. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html>. Acesso em: 09 nov. 2012.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Eficiência Energética – Premissas e Diretrizes Básicas**. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html>. Acesso em: 09 nov. 2012.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília, 2007d. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html>. Acesso em: 09 nov. 2012.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030 - volume 7 – Geração Termonuclear.** Brasília, 2007e. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html>. Acesso em: 09 nov. 2012.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030 - volume 8 - Geração termelétrica a partir da biomassa.** Brasília, 2007f. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/menu/todas_publicacoes.html>. Acesso em: 09 nov. 2012.

_____. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia Elétrica 1987/2010 – Plano 2010. Relatório Executivo**. ELETROBRAS. Rio de Janeiro, 1987. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/anexo/and96652-88.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2013.

_____. Portal Brasil. **Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE).** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/energia/planejamento/plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde>. Acesso em: 08 nov. 2012.

_____. Portal Brasil. **Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030).** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/sobre/economia/energia/planejamento/plano-nacional-de-energia-2030-pne-2030>. Acesso em: 09 nov. 2012.

_____. Portal Brasil. **Política Nacional sobre Mudança do Clima.** Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/cop18/mudanca-climatica/politica-nacional-sobre-mudanca-do-clima>. Acesso em: 13 jan. 2013c.

_____. **Relatório da Comissão de Análise do Sistema Hidrotérmico de Energia Elétrica**. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.kelman.com.br/pdf/relatorio_da_comissao.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2012.

CAMEX. Câmara de Comércio Exterior. Resolução CAMEX n°21, de 07 de abril de 2011. Dispõe sobre as condições de venda que serão aceitas nas exportações e importações brasileiras, bem como os códigos que deverão ser adotados para identificação da condição de venda praticada. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 abr. 2011. Seção 1. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1311715093.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2012.

CENTRO PAULA SOUZA. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. **Localização das Etecs e Fatecs**. 2013. Disponível em: <http://www.centropaulasouza.sp.gov.br/>. Acesso em: 25 abr. 2013.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Águas Subterrâneas. Valores Orientadores para solo e água subterrânea**. 2013a. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-subterraneas/97-valores-orientadores>. Acesso em: 13 jan. 2013.

_____. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Águas Subterrâneas. Pontos da Rede de Monitoramento de Qualidade.** 2013b. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/Programa-de-Monitoramento/7-Pontos-de-Rede-de-Monitoramento-de-Qualide>. Acesso em: 13 jan. 2013.

_____. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Índices de Qualidade das Águas**. 2013c. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%A1guas-superficiais/108-%C3%ADndices-de-qualidade-das-%C3%A1guas>. Acesso em: 13 jan. 2013.

_____. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Institucional**. 2013d. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/institucional/institucional/52-Hist%C3%B3rico>. Acesso em: 11 fev. 2013.

_____. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Mudanças Climáticas – PROZONESP - Apresentação**. 2013e. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/mudancas-climaticas/prozonesp/C%C3%A2mara%20Ambiental%20de%20Refrigera%C3%A7%C3%A3o/248-Apresenta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 19 abr. 2013.

_____. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do Ar – Poluentes**. 2013f. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicas/21-Poluentes#mp>. Acesso em: 07 jan. 2013.

CHILE. Ministerio de Energía. **Estrategia Nacional de Energía 2012-2030 – Energía para el Futuro**. Chile, Santiago, 2012. Disponível em: <http://www.minenergia.cl/documentos/estudios/estrategia-nacional-de-energia-2012.html>. Acesso em: 20 jan. 2013.

_____. Ministerio de Energía. **Comisión Asesora para el Desarrollo Eléctrico**. Chile, 2011. Disponível em: < http://www.minenergia.cl/comision-asesora-para-el-desarrollo.html>. Acesso em: 27 jan. 2013.

CICONE JÚNIOR, D. **Modelagem e aplicação da avaliação de custos completos através do processo analítico hierárquico dentro do planejamento integrado de recursos.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São

Paulo. São Paulo, SP, 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-08062009-164421/pt-br.php>. Acesso em: 05 mai. 2013.

COLÔMBIA. Ministerio de Minas y Energía. **Comissión de Regulación de Energía y Gas. Resolución n°071 de 2006**. 2006. Disponível em: < http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/Indice01/Resolucion-2006-Creg071-2006>. Acesso em: 04 abr. 13.

_____. Ministerio de Minas y Energía. Unidad de Planeación Minero Energética. **Plan Energético Nacional - Contexto y Estrategias 2006-2025**., Bogotá, Distrito Federal, Colombia, 2007. Disponível em: <http://www.upme.gov.co/Docs/PLAN_ENERGETICO_NACIONAL_2007.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2013.

_____. Ministerio de Minas y Energía. Unidad de Planeación Minero Energética. **Plan de Expansión de Referencia Generación - Transmisión 2010-2024**. Bogotá, Colombia, 2010a. Disponível em: <http://www1.upme.gov.co/index.php/servicios-de-informacion/publicaciones/category/1-energia.html?start=20>. Acesso em: 20 fev. 2013.

_____. Ministerio de Minas y Energía. Unidad de Planeación Minero Energética. **Análisis y revisión de los objetivos de política energética colombiana de largo plazo y actualización de sus estrategias de desarrollo**. PEN 2010-2023 Informe Final – Trabajo para UPME – Contrato 042-410312-2009. 2010b. Disponível em: < http://www.upme.gov.co/Docs/PEN/PEN%202010%20VERSION%20FINAL.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2013.

_____. Ministerio de Minas y Energía. Departamento Nacional de Planeación. **Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014**. Bogotá, Distrito Federal, Colômbia, 2011. Disponível em: <https://www.dnp.gov.co/PND/PND20102014.aspx>. Acesso em: 23 fev. 2013.

_____. Ministerio de Minas y Energía. **PROURE – Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía y Fuentes No Convencionales en Colombia**. Bogotá, Distrito Federal, Colômbia, 2012. Disponível em: <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/ENERGIA/Proure2012-2.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2013.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (São Paulo). Governo do Estado de São Paulo. **Relatório Síntese do PERH (Plano Nacional de Recursos Hídricos) 2004/07 - Anexo síntese das UGRHIs - UGRHIS de 15 a 22**. São Paulo: DAEE, 2005. 24p. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/1063/ugrhi_15_22.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2013.

_____. Governo do Estado de São Paulo. **Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004/2007 - Resumo**. São Paulo: DAEE, 2006. 92p. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/1133/perh.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2013.

COOPERHIDRO. Cooperativa do Polo Hidroviário de Araçatuba. **Sobre a Cooperhidro**. Disponível em: <http://www.cooperhidro.com.br/sobre.htm>. Acesso em: 11 fev. 2013.

_____. Cooperativa do Polo Hidroviário de Araçatuba. Relatório de Atividades - Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **I Treinamento e Oficina do PIR**. Projeto FAPESP 03/064417. 2004. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtccooperhidro01.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. Cooperativa do Polo Hidroviário de Araçatuba. Relatório de Atividades - Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. Projeto FAPESP 03/064417. **II Oficina do PIR**. 2006. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtccooperhidro02.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. Cooperativa do Polo Hidroviário de Araçatuba. Relatório de Atividades - Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. Projeto FAPESP 03/064417. **IV Oficina do PIR**. 2007. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtccooperhidro03.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. Cooperativa do Polo Hidroviário de Araçatuba. Relatório de Atividades - Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. Projeto FAPESP 03/064417. **1 Conferência Sobre Planejamento Integrado De Recursos Energéticos Região Oeste Paulista**. 2009. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtccooperhidro05.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

CORÉIA DO SUL. Ministry of Knowledge Economy. **The 4th Basic Plan of Long-Term Electricity Supply and Demand (2008-2022)**. 2008. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.korec.go.kr%2Fkorec_home%2Fpds%2Fwww_policy%2FThe_4th_Basic_Plan_of_Long-Term_Electricity_Supply.pdf&ei=LoirUq7bHIXfsAT9vYCYCA&usg=AFQjCNHU7FcYlffm_inYw1BqhpkfbPKKoQ&sig2=T4EEsTaK4iA4q9rOfiayrw&bvm=bv.57967247,d.cWc>. Acesso em: 13/12/2013.

DATA.HAWAII.GOV. State of Hawaii's Open Data portal. **Land Area of Countries: 2010**. Disponível em: <https://data.hawaii.gov/Economic-Development/2011-Data-Book-Sections-And-Tables/w28j-r29d>. Section: Geography and environment. Acesso em: 07 jan. 2013.

DATASUS. Departamento de Informática do SUS. **Informações de Saúde (TABNET). 2013**. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>. Acesso em: 25 abr. 2013.

DEMARCO, D. J. Educação e Desenvolvimento – **O Índice Paulista de Responsabilidade Social nos municípios do noroeste paulista**. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-19042007-161848/pt-br.php>. Acesso em: 05 mai. 2013.

D'SA. A. **Integrated Resource Planning and Power Sector Reform in Developing Countries.** 2005. Energy Policy, 33(10), p. 1271-1285. Disponível em: <http://www.iei-asia.org/IEIBLR-IRP-EnergyPolicy.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2012.

_____. **Integrated Resource Planning (IRP) - Part 1: Recent practice for the power sector** - The International Energy Initiative – Índia, Bangalore. 2011. Disponível em: <http://www.iei-asia.org/IEI-IRP-RecentPowerSectorPractice.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2012.

EIA. U.S. Energy Information Administration. **International Energy Outlook 2011**. Independent Statistics & Analysis. Washington, DC, United States of America, 2011. Disponível em: <http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2011).pdf>. Acesso em: 12 abr. 2013.

_____. U.S. Energy Information Administration**. Table C1. Energy Consumption Overview: Estimates by Energy Source and End-Use Sector, 2010**. 2010. Disponível em: <http://www.eia.gov/state/seds/sep_sum/html/pdf/sum_btu_1.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2012.

_____. US Energy Information Administration. **State Electricity Profiles 2010**. Assistant Administrator for Energy Statistics Office of Electricity, Renewables, and Uranium Statistics. U.S. Department of Energy. Washington, DC, 2012. Disponível em: < http://www.eia.gov/electricity/state/pdf/sep2010.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2013.

_____. US Energy Information Administration. **Countries > International Energy Statistics Electricity Generation**. 2013a. Disponível em: <http://www.eia.gov/cfap

ps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=2&pid=alltypes&aid=12&cid=regions&syid=2007&eyid=2011&unit=BKWH >. Acesso em: 08 abr. 2013.

_____. US Energy Information Administration. **Hawaii State Energy Profile**. 2013b. Disponível em: <http://www.eia.gov/state/print.cfm?sid=HI>. Acesso em: 08 abr. 2013.

_____. US Energy Information Administration. **U.S. economy and electricity demand growth are linked, but relationship are changing**. 2013c. Disponível em: <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=10491>. Acesso em: 12 abr. 2013.

EMPLASA. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A. **Estudo da Morfologia e da Hierarquia Funcional da Rede Urbana Paulista e da Regionalização do Estado de São Paulo – Relatório Intermediário 1 – Síntese da Primeira Oficina**. 2009. 95p. Disponível em: <http://www.emplasa.sp.gov.br/emplasa/ProjetosEstudos/Relatorios/Novosrelatorios_8-8/Red_REG-Relatorio1%20FINAL.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Aspectos Fundamentais de Planejamento Energético** – Contrato ADENE Nº 13/2005. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/conteudo/download/PE_Aspectos_Fundamentais.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2013.

_____. Empresa de Pesquisa Energética. **Cenário Macroeconômico no horizonte decenal (2010-2019)**. Nota técnica DEA 13/10. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20100809_3.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2013.

_____. Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Energia 2021**. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PDEE/Forms/EPEEstudo.aspx >. Acesso em: 09 nov. 2012.

_____. Empresa de Pesquisa Energética. **Projeção de demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2012-2021)**. Nota técnica DEA 16/11. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20120104_1.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2013.

EUA. The Library of Congress Thomas. **H.R.776 – Energy Policy Act of 1992. Title II – Integrated Resource Planning**. Disponível em: <http://thomas.loc.gov/cgi-bin/query/F?c102:1:./temp/~c102S1ozCn:e76955:>. Acesso em: 24 abr.2013.

EUCI. **The Utilities' Role in Engaging Stakeholders and Intervenors to Improve the IRP Process.** Conference. Scottsdale, AZ, 2013. Disponível em: <http://www.euci.com/pdf/0113-irp.pdf>.

FAPESP. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Biblioteca Virtual. **Novos instrumentos de planejamento energético regional visando o desenvolvimento sustentável**. 2013. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/pt/auxilios/5722/novos-instrumentos-planejamento-energetico-regional/>. Acesso em abr. 2013.

_____. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. FAPESP na Mídia. **V Oficina do PIR**. 2008. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/23316/planejamento-energetico-abordado-oficina/>. Acesso em abr. 2013.

FRANCESCUTTI, F. G., CASTRO, N. J. **Algumas considerações sobre as transformações recentes do Setor de Energia Elétrica no Brasil**. III Encontro dos Economistas da Língua Portuguesa. ELETROBRAS. China, Macau, 1998. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CDYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.nuca.ie.ufrj.br%2Flivro%2Festudos%2FRelMacau.doc&ei=LrmGUdn5BpHW9ATNjYGQAQ&usg=AFQjCNE8C0y4ysz1OSIHHXV3kbAJFFO4GQ&sig2=7hL3c0X-p-VsWGqtLuPG0A>. Acesso em: 05 mai. 2013.

GAS BRASILIANO. Gas Brasiliano Distribuidora. **Mercado**. 2013. Disponível em: <http://www.gasbrasiliano.com.br/>. Acesso em: 11 fev. 2013.

GASMIG. Companhia de Gás de Minas Gerais. **Sala de Imprensa - Notícias**. 2013. Disponível em: <http://www.gasmig.com.br/Imprensa/NoticiaDetalhe.aspx?cod_noticia=40>. Acesso em: 11 fev. 2013.

GIMENES, A. L. V. **Modelo de Integração de Recursos como instrumento para um Planejamento Energético Sustentável**. Tese de doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2004. Disponível em: < http://www.pea.usp.br/grupos/gepea/Teses_dissertacoes_PIR/Teses/TESE%20INTEGRACAO%20DE%20RECURSOS.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2013.

GOLDEMBERG, J. LUCON, O. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. 3 ed. rev. ampl. - São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2008. 400p. ISBN 978-85-314-1113-7

GOMES, S. C., RIBEIRO, L. T., TAKEISHI, J., POLETTO, M. C., CHAVES, L. S. M., BERBERT, C. M. S. **Espécies Ameaçadas da Fauna em Áreas de Canaviais do**

Setor Sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto, 1., 2012, São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo: ABAI, 2012. Disponível em: <http://avaliacaodeimpacto.org.br/wp-content/uploads/2012/10/081_fauna-amea%C3%A7ada_licenciamento.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2013.

HAWAII STATE ENERGY OFFICE. **Energy Programs**. Disponível em: <http://energy.hawaii.gov/programs>. Acesso em: 07 dez. 2012.

HCEI. Hawaii Clean Energy Initiative. **About the Hawaii Clean Energy Initiative**. Disponível em: <http://www.hawaiicleanenergyinitiative.org/ about/>. Acesso em: 08 dez. 2012.

HECO. Hawaiian Electric Company. **Integrated Resource Planning.** Disponível em: <http://www.hecoirp.com>. Acesso em: 08 dez. 2012.

_____. Hawaiian Electric Company. **Integrated Resource Plan 2009-2028.** Docket No 2007 0084. Havaí, Estados Unidos. 2008a. Disponível em: <http://www.heco.com /vcmcontent/IntegratedResource/IRP/PDF/HECO_IRP4_Plan2009_2028_Final_Report.pdf>.

_____. Hawaiian Electric Company. **Integrated Resource Plan 2009-2028. Appendix P – HECO Capacity Planning Criteria**. Havaí, Estados Unidos, 2008b Disponível em: <http://www.heco.com/vcmcontent/FileScan/PDFConvert/HECO_IRP3_App_P_Final.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2012.

HIRST, E. OAK Ridge National Laboratory. **A Good Integrated Resource Plan: Guidelines for Electric Utilities and Regulators**. 1992. Disponível em: <http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/6719825-fyOSjY/6719825.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2013.

HU, Z. et al. **A Low-Carbon Electricity Model: Integrated Resource Strategic Planning and Its Application**. Power and Energy Society General Meeting, IEEE - State Grid Energy Res. Inst., Beijing, China, 2010. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5589971&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fiel5%2F5577387%2F5588047%2F05589971.pdf%3Farnumber%3D5589971 >. Acesso em: 03 fev. 2012.

HYDRO ONE. Hydro One Inc. **Our Company - Historical Timeline**. Disponível em: <http://www.hydroone.com/OurCompany/Pages/timeline.aspx>. Acesso em: 24 abr. 2013.

IAEA. International Atomic Energy Agency - **IAEA Tools and Methodologies for Energy System Planning and Nuclear Energy System Assessements**. Disponível em: < http://www.iaea.org/INPRO/publications/INPROPESS-brochure.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2012.

_____. International Atomic Energy Agency. **Korea, Republic of. Country profiles**. Disponível em: <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/CNPP2011_CD/countryprofiles/Korea,Republicof/Korea,Republicof2011.htm>. Acesso em: 14 dez. 2013.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Ministério do Meio Ambiente. **Desmatamento**. 2013. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/desmatamento>. Acesso em: 26 abr. 2013.

IEA. International Energy Agency. **Statistics & Balances - Statistics by Country/Region**. 2013. Disponível em: < http://www.iea.org/stats/index.asp>. Acesso em: 10 abr. 2013.

_____. International Energy Agency. **World Enery Outlook 2012**. France, Paris: OECD/IEA. 2012. ISBN: 978-92-64-18084-0. Disponível em: <www.iea.org>.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change – **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e, Nova Iorque, Estados Unidos. 2007. 996 p. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm>. Acesso em: 12 jan. 2013.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Estatísticas de Produção da Agropecuária Paulista.** Banco de Dados. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1>. Acesso em: 11 fev. 2013.

INSTITUTO FLORESTAL. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo. São Paulo**: MMA/IF, 2005. 200p. Disponível em: <http://www.iflorestal.sp.gov.br/sifesp/publicacoes.html>. Acesso em: 27 abr. 2013.

INVESTE SÃO PAULO. Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade. **São Paulo em Mapas - Aglomeração Urbana em Araçatuba**. Disponível em: <http://www.investe.sp.gov.br/mapa/>. Acesso em: 11 fev. 2013.

JU GE, CHAO ZHANG, MEIMEI DU. **Research on modeling and optimization methods of integrated resource planning** – International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT). International Academic Center. Weihai, China, 2011.

KANAYAMA, P. H. **Mecanismos de desenvolvimento limpo no Planejamento Integrado de Recursos Energéticos – PIR**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2007. Disponível em: < http://seeds.usp.br/portal/uploads/8f6b04ca-f8c2-18b7.pdf>.

KEMCO. Korea Energy Management Corporation. **Korea's Energy Standards & Labeling - Market Transformation**. Disponível em: <http://www.kemco.or.kr/nd_file/kemco_eng/KoreaEnergyStandards&Labeling.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2013.

KINTO, O. T. **Metodologia para o PIR em ambiente corporativo para o recurso energético da gaseificação da biomassa.** Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2012.

KYOTO PROTOCOL. **Reference Manual – On Account of Emissions and Assigned Amount**. United Nations Framework Convention on Climate Change. 2008. Disponível em: <http://unfccc.int/resource/docs/publications/08_unfccc_kp_ref_manual.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2013.

LANDI, M. **Energia elétrica e políticas públicas: a experiência do setor elétrico brasileiro no período de 1934 a 2005**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2006. Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-10112011-102906/pt-br.php>.

LAOS. Ministry of Planning and Investment. **Manual for Public Investment Program (PIP) – Project Management (Version 3.0)**. JICA. Section V – Technical Approached in PIP Management. 2010, Laos. Disponível em: <http://www.jica.go.jp/project/english/laos/0700667/materials/pdf/manual/manual_e5.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2013.

MARUYAMA, F. M. **Mapeamento e Projeção dos efeitos da utilização de PCHs de 5 a 10 MW (Recurso do lado da Oferta) no meio aquático com base no PIR da RAA (Planejamento Integrado de Recursos Energéticos da Região Administrativa de Araçatuba)**. Trabalho final da disciplina de pós-graduação PEA-5765 – Tópicos Avançados em Sistemas Energéticos para um Desenvolvimento Limpo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2009.

MARUYAMA, F. M., KINTO, O. T., UDAETA, M. E. M. e GALVÃO, L. C. R. **Primeira Montagem do Planejamento Integrado de Recursos Energéticos no estado de São Paulo**. The 9th Latin-American Congress on Electricity generation and Transmission - CLAGTEE 2011. Argentina, Mar del Plata, 2011. Disponível em: <http://seeds.usp.br/portal/uploads/09-002.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2013.

MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. **Caminhos da modernização - Cronologia do setor de energia elétrica** brasileiro. Rio de Janeiro, 1999. 1 CD-ROM.

MÉXICO. Secretaria de Energía. **Estrategia Nacional de Energía 2012-2016**. Subsecretaría de Planeación y Transición Energética. México, Distrito Federal 2012a. Disponível em: <http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/ENE_2012_2026.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2013.

_____. Secretaria de Energía. **Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026**. México, Distrito Federal, 2012b. Disponível em: < http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PSE_2012_2026.pdf >. Acesso em: 12 abr. 2013.

_____. Comisión Federal de Electricidad. **Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2012-2026**. Subdirección de Programación. Coordinación de Planificación. 2012c. Disponível em: <http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/Paginas/Publicaciones.aspx>. Acesso em: 12 abr. 2013.

NADEL STEVEN, YANG ZHIRONG, SHI YINGYI. **Integrated Resouce Planning and Demand-Side Management Manual for China and other Developing Coutries**. American Council for an Energy-Efficient Economy and Beijing Energy Efficiency Center, 1995. Disponível em: < http://aceee.org/research-report/i953>. Acesso em: 08 jun. 2012.

PARAMOUNT. **Uma Verdade Inconveniente (An Inconveniente Truth)**. Direção: Davis Guggenheim. Produção: Lawrence Bender, Scott Z. Burns e Laurie David. Roteiro: Al Gore. Música: Michael Brook. Estados Unidos: Paramount, 2006. 1 DVD (96 min), widescreen, color. Produzido por Paramount Pictures.

PETROBRAS. **Fatos e Dados**. 2013. Disponível em: <http://fatosedados.blogspetrobras.com.br/2011/08/01/petrobras-compra-a-gas-brasiliano-distribuidora/>. Acesso em: 11 fev. 2013.

PERU. Ministerio de Energía y Minas. **Plan Referencial de Electricidad 2008-2017.** Peru, Lima, 2008. Disponível em: <http://www.minem.gob.pe/publicacion.php?idSector=6&idPublicacion=280>. Acesso em: 20 jan. 2013.

_____. Ministerio de Energía y Minas. **Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional – Volumen I – Introducción y Resumen**. Alemanha, Sociedade Alemã de Cooperación Técnica, GTZ. Consórcio Lahmeyer-Salzgitter, LIS. 1973a. Disponível em: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/potencial/Volumen01/PeruPotHidro_vol01.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2013.

_____. Ministerio de Energía y Minas. **Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional – Volumen II – Metodología y Resultados**. Alemanha, Sociedade Alemã de Cooperación Técnica, GTZ. Consórcio Lahmeyer-Salzgitter, LIS. 1973b. Disponível em: <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/potencial/Volumen02/PeruPotHidro_vol02.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2013.

_____. Ministério de Energía y Minas. **Quiénes Somos**. 2013. Disponível em: <http://www.minem.gob.pe/descripcion.php?idSector=10&idTitular=268&idMenu=sub266&idCateg=222>. Acesso em: 10 abr. 2013.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Ranking do IDH dos Municípios do Brasil 2010**. 2013. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx>. Acesso em: 15 dez. 2013.

PROCEL INFO. Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. **Informações Institucionais – Procel**. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Disponível em: <http://www.eletrobras.com/pci/main.asp?TeamID={4CC4F5C8-DE07-4E50-9F61-CED15C904533}>. Acesso em: 04 mai. 2013.

PUBLIC UTILITIES COMISSION HAWAII. **Annual Report – Fiscal Year 2010-11**. Havaí, Estados Unidos, 2011a. Disponível em: http://puc.hawaii.gov/reports/puc-annual-reports/FY%202011%20HI%20PUC%20Annual%20Report.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2012.

_____. **A Framework for Integrated Resource Planning**. Havaí, Estados Unidos, 2011b. Disponível em: < http://www.heco.com/vcmcontent/IntegratedResource/IRP/PDF/IRP_Framework_March_2011.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2012.

RIGOLIN, P. H. C. **Desenvolvimento de um Sistema para Classificar Recursos Energéticos de Oferta e Demanda com Base no Cômputo e Valoração do Potencial Completo dos Recursos Energéticos dentro do Planejamento Integrado de Recursos**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2013.

SABINE PIPELINE LLC. **The Henry Hub / NYMEX Connection**. Disponível em: <www.sabinepipeline.com>. Acesso em: 02 dez. 2012.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **PIB dos Municípios Paulistas 2000-2010**. 2012. 94p. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/pibmun/pdfs/PIBMunicipal_2010.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2013

_____. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Região Administrativa de Araçatuba: banco de dados**. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/>. Acesso em: 21 abr. 2013.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Institucional**. 2013. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/customizado/sebrae/institucional/quem-somos/historico>. Acesso em: 11 fev. 2013.

SECRETARIA DE ENERGIA (São Paulo). Governo do estado de São Paulo. **Energias Renováveis Biomassa**. 2013. Disponível em: <http://www.energia.sp.gov.br/portal.php/biomassa>. Acesso em: 25 abr. 2013.

SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO (São Paulo). Governo do Estado de São Paulo. **Enfoque Regional**. 2010. Disponível em: <http://www.planejamento.sp.gov.br/noti_anexo/files/uam/enfoque_regional.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2013.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL (São Paulo). Governo do Estado de São Paulo. **Plano Plurianual 2012/2015 – Volume I**. 2011. Disponível em: <http://www.planejamento.sp.gov.br/noti_anexo/files/PPA_2012-2015_vol-I.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2013.

_____. Governo do Estado de São Paulo. Unidade de Articulação com Municípios. **Caracterização Socioeconômica de São Paulo - Região Administrativa de Araçatuba**. São Paulo: SPDR, 2013. 72p. Disponível em: <http://www.planejamento.sp.gov.br/noti_anexo/files/uam/trabalhos/Aracatuba.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2013.

SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS (São Paulo). Governo do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Recursos Hídricos. **Situação dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo**. São Paulo: SSRH/CRHi, 2011. 208p. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/RelatorioSituacao2011/Relatorio_Situacao_2011.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2013.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (São Paulo). Governo do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica. **Cadernos de Educação Ambiental - Biodiversidade**. coord. Vera Lúcia Ramos Bononi. São Paulo: SMA, 2010a. 112p. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/publicacoes/category/cadernos-de-educacao-ambiental/>. Acesso em: 26 abr. 2013.

_____. Governo do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Painel da Qualidade Ambiental 2010**. coord. Casemiro Tércio dos Reis Lima Carvalho e Márcia Trindade Jovito. São Paulo: SMA, 2010b. 128p. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/publicacoes/category/cpla/>. Acesso em: 26 abr. 2013.

_____. Governo do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Planejamento Ambiental. **Relatório de Qualidade Ambiental 2010**. coord. Casemiro Tércio dos Reis Lima Carvalho e Márcia Trindade Jovito. São Paulo: SMA, 2010c. 224p. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/publicacoes/cpla/cpla-RQA_20111.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2013.

SIFESP. Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo. **Quantificação da vegetação Natural Remanescente Para os Municípios do Estado de São Paulo - Legenda IBGE - RADAM - 2009**. 2009. Disponível em: <http://www.iflorestal .sp.gov.br/sifesp/tabelas/municipio_maior_porc.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2013.

SCHNAARS, Steven P. **How to Develop and Use Scenarios**. Long Range Planning - The Journal of the Strategic Planning Society and of the European Planning Federation, Vol. 20, No. 1, pp. 105 to 114, 1987.

SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. **Panorama da Biodiversidade Global 3**. Canadá, Montreal, 2010. Disponível em: <http://www.cbd.int/iyb/doc/prints/gbo3-final-pt.pdf>. Acesso em 14 jan. 2013.

SYNAPSE. Synapse Energy Economics, Inc. **A Brief Survey of State Integrated Resource Planning Rules and Requirements**. 2011. Cambridge, Massachusetts, EUA. Disponível em: <http://www.cleanskies.org/wp-content/uploads/2011/05/ACSF_IRP-Survey_Final_2011-04-28.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2012.

THE WORLD BANK. **World Development Indicators**. Disponível em: <http://data.worldbank.org/indicator>. Acesso em: 11 abr. 2013.

TRANSSEN. **Produtos**. 2013. Disponível em: <http://www.transsen.com.br/produtos >. Acesso em: 11 fev. 2013.

UDAETA, M. E. M. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos - PIR - para o setor elétrico (pensando o desenvolvimento sustentável)**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 1997. Disponível em: < http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-09082001-113018/pt-br.php>.

_____. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável – Planejamento Integrado de Recursos Energéticos na USP. **Pesquisa Científica Realizada e Ferramentas Metodológicas Consolidadas do PIR na USP Aplicadas a RAA.** Tese de Livre Docência. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2012.

UDAETA, M. E. M. et al. RTC/PIRnaUSP - Nº100. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Resultados e Relatório Científico Final – Trabalhos de Pesquisa Científica Finalizados e Ferramentas Metodológicas Consolidadas do PIR na USP Aplicadas na RA**. São Paulo, SP. 2006a. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp100.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

UDAETA, M. E. M. et al. RTC/PIRnaUSP - Nº109. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Oficina de PIR**. São Paulo, SP. 2006b. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp109.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº115. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **A AHP dentro do PIR e ACC**. São Paulo, SP. 2006c. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp115.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº118. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Treinamento Técnico - Dimensão Social**. São Paulo, SP. 2006d. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp118.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº226. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Treinamento Técnico - Dimensão Política**. São Paulo, SP. 2008a. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp226.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº227. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Relatório do Treinamento Técnico - Dimensão Técnico-Econômica**. São Paulo, SP. 2008b. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp227.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº400. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Trabalhos de Pesquisa Cientifica Finalizados e Ferramentas Metodológicas Consolidadas do PIR na USP Aplicadas a RAA**. Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2010a. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº402. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Inventário Energoambiental da Região Administrativa de Araçatuba, nos meios Antrópico, Aéreo, Aquático e Terrestre, definidos no PIR, visando os impactos globais dos empreendimentos energéticos**. Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2009a. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº404. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Cômputo e Valoração do Potencial Completo dos RELOs do PIR Araçatuba - Dimensão Técnico-Econômica.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2009b. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: < http://seeds.usp .br/fapesp/03064417/rtcpirnausp404.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº405. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Cômputo e Valoração do Potencial Completo dos RELOs do PIR Araçatuba – Dimensão Social.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2010b. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp 405.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº406. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Cômputo e Valoração do Potencial Completo dos RELO's do PIR Araçatuba – Dimensão Ambiental.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2010c. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/0306441 7/rtcpirnausp406.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº407. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Cômputo e Valoração do Potencial Completo dos RELO's do PIR Araçatuba - Dimensão Política.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2010d. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/0306441 7/rtcpirnausp407.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº408. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Cômputo e Valoração do Potencial Completo dos Recursos Energéticos do Lado de Demanda para o**

PIR da RAA/SP. Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2010e. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp408.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº409. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Mapeamento Energoambiental de Indicadores para o PIR da RAA.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2010f. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp409.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº412. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Plano Preferencial Integrado de Recursos Energéticos (RELOs e RELDs) no PIR da RAA.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2010g. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp412.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº413. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Aplicação da ACC para a Dimensão Ambiental dentro do PIR da RAA.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2009c. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp413.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº415. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Aplicação da ACC para a Dimensão Social dentro do PIR da RAA.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2009d. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp415.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº416. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Aplicação da ACC para a Dimensão Política dentro do PIR da RAA.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2009e. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp416.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº417. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Cenários Socioeconômicos Visando a Previsão de Demanda no Contexto do PIR para a RAA.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2009f. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7.

FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp417.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº418. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Aplicação da ACC Completa dentro do PIR da RAA.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2009g. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp418.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº419. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Aplicação da ACC para as Dimensões Social, Ambiental e Política Conjugadas dentro do PIR da RAA.** São Paulo, SP. 2009h. Relatório Técnico Científico. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp419.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº424. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Análise do Ranqueamento Final dos Recursos Energéticos de Oferta e Demanda do PIR.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2010h. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp424.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

_____. RTC/PIRnaUSP - Nº425. Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional Visando o Desenvolvimento Sustentável. **Relatório de Resultados da parceria com a Cooperhidro – Políticas públicas consolidadas aplicadas na RA em função da entidade parceira.** Relatório Técnico Científico. São Paulo, SP. 2010i. Projeto de Pesquisa FAPESP 03/06441-7. FAPESP/IEE/USP. Disponível em: <http://seeds.usp.br/fapesp/03064417/rtcpirnausp425.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

UDOP - União dos Produtores de Bioenergia. **Histórico**. 2013. Disponível em: <http://www.udop.com.br/index.php?item=perfil&op=historico>. Acesso em: 11 fev. 2013.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Projeto Piloto de Conservação dos Recursos de Solo e Água e Irrigação Coletiva nas Microbacias Hidrográficas dos Córregos Sucuri, Bacuri e Macumã em Palmeira D'oeste – SP**. Aproveitamento Hidroagrícola no estado de São Paulo – Convênio 300/98. Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/noroeste/10suscetibilidade.htm>. Acesso em: 28 jan. 2013.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Sistema Integrado de Bibliotecas da USP. **Vocabulário controlado do SIBi/USP**. São Paulo. Disponível em: <http://143.107.73.99/Vocab/Sibix652.dll/>. Acesso em: 21 out. 2012.

_____. Sistema Integrado de Bibliotecas da USP. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP**: documento eletrônico e impresso. Parte I (ABNT) / Sistema Integrado de Bibliotecas da USP; Vânia Martins Bueno de Oliveira Funaro, coordenadora ... [et al.] . 2. ed. rev. ampl. São Paulo, 2009.

U.S. CENSUS BUREAU. U.S. Department of Commerce. **ACS Demographic and housing estimates - 2011 American Community Survey 1-Year Estimates**. Disponível em: <http://www.census.gov>. Acesso em: 07 dez. 2012.

_____. U.S. Department of Commerce. **U.S and World Population Clock**. Disponível em: < http://www.census.gov/popclock/>. Acesso em: 14 abr. 2013.

BEA. Bureau of Economic Analyis. U.S. Department of Commerce. **Industry Economic Accounts**. Disponível em: <www.bea.gov>. Acesso em: 11 abr. 2013.

USA.GOV. Federal Citizen Information Center. **State Government**. Disponível em: <http://www.usa.gov/Agencies/State-and-Territories.shtml>. Acesso em: 07 dez. 2012.

USDOE. **United States Department of Energy**. Disponível em: <http://www.energy.gov/>. Acesso em: 30 jan. 2011.

VIANA, F. G. **Relacionamento planejadores energéticos e jornalistas: a análise da crise energética de 2001**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2004. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000381634>. Acesso em: 01 mar. 2012.

WARNER. **A Última Hora (The 11th Hour)**. Direção: Nadia Conners e Leila Conners Petersen. Produção: Leonardo di Caprio, Leila Conners Petersen, Chuck Castleberry e Brian Gerber. Roteiro: Nadia Conners, Leonardo di Caprio e Leila Conners Petersen. Música: Jean-Pascal Beintus e Eric Avery. Estados Unidos: Warner Independent Pictures, 2007. 1 DVD (92 min), widescreen, color. Produzido por Warner Bros. Pictures.

WESTERN AREA POWER ADMINISTRATION. U.S. Department of Energy Agency. **Integrated Resource Planning Guidelines.** Disponível em: <http://www.es.wapa.gov/powerm/pmirp.htm >. Acesso em: 19 fev. 2012.

WILSON, R. PETERSON, P. **A brief survey of state Integrated Resource Planning rules and requirements.** Synapse Energy Economics, Inc. Estados Unidos, 2011. Disponível em: < http://www.cleanskies.org/wp-content/uploads/2011/05/ACSF_IRP-Survey_Final_2011-04-28.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2012.

WEC. World Energy Council. **World Energy Trilemma - 2012 Energy Sustainability Index**. 2012. London, United Kingdom. Disponível em: <http://www.worldenergy.org/documents/2012_energy_sustainability_index_vol_ii.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2012.

Young Ho Bae, Kyeong Ok Kim, Byung Ho Choi**. Lake Sihwa tidal power plant project**. Ocean Engineering, Volume 37, Seção 5–6, , Pág. 454–463, Abril 2010. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029801810000235>. Acesso em: 20 jan. 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A. – METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO - PLANOS PREFERENCIAIS 213

APÊNDICE B. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DA ALEMANHA..... 216

APÊNDICE C. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DO BRASIL..... 221

APÊNDICE D. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DA COLÔMBIA 222

APÊNDICE E. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DA CORÉIA DO SUL 223

APÊNDICE F. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DO HAVAÍ (EUA)..... 224

APÊNDICE G. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DO MÉXICO 226

APÊNDICE H. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DO PERU..... 227

APÊNDICE I. – PLANO PREFERENCIAL DO IRP NO ESTADO DO HAVAÍ (EUA) 228

APÊNDICE J. SÍNTESE METODOLÓGICA DO PNE 2030 244

APÊNDICE K. SÍNTESE METODOLÓGICA DA MEN 2030..... 262

APÊNDICE L. SÍNTESE METODOLÓGICA DO PDE 2021 267

APÊNDICE M. – ALOCAÇÃO DE RECURSOS DA RAA NO SETOR COMERCIAL..... 281

APÊNDICE N. – ALOCAÇÃO DE RECURSOS DA RAA NO SETOR INDUSTRIAL..... 282

APÊNDICE O. – ALOCAÇÃO DE RECURSOS DA RAA NO SETOR RESIDENCIAL 283

APÊNDICE P. – ALOCAÇÃO CONSOLIDADA DE RECURSOS DA RAA..... 284

APÊNDICE Q. – ALOCAÇÃO CONSOLIDADA DE RECURSOS DA RAA 285

APÊNDICE R. – TABELA RANQUEAMENTO FINAL DE RECURSOS DA RAA 286

APÊNDICE A. – METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO - PLANOS PREFERENCIAIS

Para os planos preferenciais do setor elétrico, que intenta o desenvolvimento sustentável, principalmente nos enfoques ambiental, social e econômico, são importantes que sejam observados os impactos nas diversas dimensões que serão afetadas, entre elas: ambiental, social, político e técnico-econômico.

A metodologia de avaliação foi desenvolvida neste trabalho e baseia-se em características dos atributos dos recursos energéticos utilizadas no Cômputo e na Valoração do Potencial Completo dos Recursos Energéticos (CVPC) do Planejamento Integrado de Recursos Energéticos (PIR) desenvolvido no GEPEA-USP (BAITELO, 2011; UDAETA et. al., 2009b, 2010b, 2010c, 2010d; UDAETA, 2012).

As informações analisadas foram obtidas nos *website* da *internet* de órgãos governamentais, institutos de pesquisas, dos países envolvidos. No entanto, políticas e outras informações que não são disponibilizadas publicamente podem alterar os resultados da análise. Neste processo, é avaliado se o plano preferencial de longo prazo abrange os critérios indicados na figura A1.

A avaliação dos planos preferenciais de energia elétrica, dos países avaliados, não propõe uma classificação de sustentabilidade geral, mas a percepção das considerações nos principais indicadores de impactos da sustentabilidade energoambiental. As avaliações são realizadas em informações apresentadas nos relatórios analisados, e destinam-se a examinar o processo de integração energética entre os recursos energéticos e o meio ambiente, o meio social, o político e o técnico-econômico.

Os resultados apresentados no capítulo 3, visam auxiliar a comparação entre os relatórios dos planos energéticos e, consequentemente, prover uma análise comparativa normalizada do sistema de planejamento atual entre os países avaliados.

Os seguintes indicadores foram selecionados para cada dimensão baseados no grau de relevância do objetivo da avaliação.

Tabela A1 Estrutura de valoração dos planos preferenciais energéticos

Dimensões	Critério	Indicadores	Valoração
AMBIENTAL	1	Consideração dos impactos no meio aéreo dos recursos planejados	0 a 2
	2	Consideração dos impactos no meio aquático dos recursos planejados	0 a 2
	3	Consideração dos impactos no meio terrestre dos recursos planejados	0 a 2
	4	Consideração dos impactos na biodiversidade da região devido aos recursos planejados	0 a 2
	5	Análise e restrição dos recursos energéticos visando a sustentabilidade	0 a 2
POLÍTICA	6	Consideração do apoio político no planejamento energético: aspectos legais, instrumentos políticos	0 a 2
	7	Consideração da conjunção de encontro de interesses entre os Envolvidos e Interessados	0 a 2
	8	Consideração do grau de aceitação dos recursos energéticos pelos Envolvidos e Interessados	0 a 2
	9	Consideração do grau de motivação dos agentes Envolvidos e Interessados	0 a 2
	10	Consideração da Posse, Propriedade e Integração Energética dos Recursos	0 a 2
SOCIAL	11	Consideração do recurso no desequilíbrio ambiental no meio social	0 a 2
	12	Consideração da influência dos recursos energéticos na melhoria dos indicadores sociais	0 a 2
	13	Consideração do recurso na geração de empregos diretos e em qualidade e segurança	0 a 2
	14	Consideração do impacto da ocupação espacial de projetos	0 a 2
	15	Consideração na alteração de percepção de conforto: Olfativa, Sonora, Térmica ou Visual	0 a 2
TÉCNICO-ECONÔMICA	16	Consideração da Confiabilidade e Intermitência dos recursos energéticos	0 a 2
	17	Consideração do custo de geração, implantação, O&M, TIR, VPL e Vida Útil	0 a 2
	18	Consideração do domínio tecnológico dos recursos: Projeto, Logística, Tecnologia e Equipamentos	0 a 2
	19	Consideração da facilidade técnica de implantação dos recursos	0 a 2
	20	Consideração na qualidade de energia dos recursos energéticos	0 a 2

Fonte: Elaboração própria, 2013

As informações constantes nos relatórios são avaliadas e cada indicador recebe valores numéricos, baseadas em dados tabelados (ver tabela A1). O resultado final para cada dimensão é a soma dos valores aplicadas a cada indicador. Um plano preferencial que obtenha em cada dimensão a maior valoração, representa uma maior abrangência nos indicadores de sustentabilidade em seu planejamento energético de longo prazo. As quatro dimensões, aproximando ou chegando ao valor máximo, considera que o planos consideram em sua elaboração as questões ambientais, sociais, políticas e técnico-econômicas.

Tabela A2 Fatores de avaliação dos planos preferenciais

Consideração dos planos preferenciais	**Valoração**
Não considera na elaboração do plano preferencial.	0,0
Discorre sobre o assunto no plano preferencial.	0,5
Recomenda estudo específico no plano preferencial.	1,0
Analisa para o plano preferencial em questão.	1,5
Considera na elaboração do plano preferencial.	2,0

Fonte: Elaboração própria, 2013.

APÊNDICE B. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DA ALEMANHA

Tabela B1 Estrutura de valoração do plano preferencial energético alemão

Dimensão	Critério	ALEMANHA
AMBIENTAL	1	A meta do plano do governo é reduzir as emissões de gases de efeito estufa entre 80% e 95% em relação aos valores de 1990 (ALEMANHA, 2011, p.12).
	2	Não citado.
	3	Considera o aumento de eficiência de energia, com a repotenciação de plantas eólicas existentes; otimização do uso do solo e do aumento do gerenciamento energético como a recuperação de biomassa combinado com ciclos combinados de calor e termelétricas (ALEMANHA, 2010, p. 9, 10).
	4	O plano considera as limitações dos potenciais dos recursos devido o envolvimento com a preservação do meio ambiente e a biodiversidade (ALEMANHA, 2010, p. 10).
	5	Idem item 4.
POLÍTICA	6	Ajustes na lei de energias renovaveis foram incluídas para que o fundo melhorasse a relação custo-eficiência. Outros instrumentos políticos são abordados para fortalecimento do mercado e integração na rede de energias renováveis. Incentivos fiscais são destinados às empresas de geração com fontes renováveis (ALEMANHA, 2010, p.8).
	7	O governo está elaborando uma estrutura confiável para investimentos pela indústria e para entidades privadas (ALEMANHA, 2010, p.6).
	8	O governo tem o objetivo de melhorar a aceitação pública de turbinas eólicas terrestres (ALEMANHA, 2010, p. 9).
	9	O governo atua diretamento para facilitar o entendimento e aceitação das medidas de expansão através de campanhas (ALEMANHA, 2010, p. 18).
	10	O plano cita a dependerá de importações de biomassa, considerando a integração energética entre países. O documento considera para o médio prazo o uso da energia de usinas hidrelétricas reversíveis da Noruega (ALEMANHA, 2010, p. 10, 21).
SOCIAL	11	O objetivo do governo é minimizar a competição da geração de energia com a produção de alimentos, garantir a sustentabilidade, eficiencia e o manejo de florestas e agricultura (ALEMANHA, 2010, p. 10).
	12	Não citado.
	13	O modelo de desenvolvimento busca o potencial de inovação, crescimento e emprego (ALEMANHA, 2010, p. 6).
	14	O governo considera no plano a otimização do uso do solo (ALEMANHA, 2010, p. 10).
	15	Para aumentar a aceitação da geração eólica onshore o governo atuará para redução das emissões de luz das fazendas eólicas (ALEMANHA, 2010, p. 9).
TÉCNICO-ECONÔMICA	16	O documento cita em diversos trechos o uso de geração à biomassa e usinas hidrelétricas reversíveis para suprir as flutuações de energia geradas pelas fontes renováveis (ALEMANHA, 2010, p. 21).
	17	Uma das principais metas do plano de longo prazo é a certeza da expansão com custo-eficiência (ALEMANHA, 2010, p. 7). As energias renováveis possuem incentivo por conta da taxa de energia renovável, paga pelos consumidores e empresas nas contas de eletricidade (TAX NEWS, 2013).
	18	A Alemanha possui domínio tecnológico reconhecido nos diversos campos do setor de geração de energia elétrica, e com o plano busca reforçar a posição de liderança das empresas alemãs no campo do meio ambiente e tecnologias energéticas.
	19	Idem item 18.
	20	Uma das metas do programa do governo é a expansão da rede quantitativa e qualitativa (ALEMANHA, 2010, p. 7).

Fonte: Elaboração própria, 2013.

Tabela B2 – Políticas de Mudanças Climáticas Alemanha

TÍTULO	ANO	STATUS	TIPO	META
CHP Agreements with Industry (Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Steigerung der Energieeffizienz)	2012	In Force	Voluntary Approaches, Negotiated Agreements (Public-private sector), Voluntary Approaches	Energy Sector, Electricity Generation, Energy Sector, CHP
2012 Amendment of the Renewable Energy Sources Act -EEG-	2012	In Force	Policy Support, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Feed-in tariffs/premiums, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Bioenergy, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Geothermal, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Hydropower, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Solar Photovoltaic, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Wind
Law on Energy and Climate Fund	2011	In Force	Policy Support, Insitutional creation	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Framework/ Multi-sectoral Policy
Sixth Energy Research Programme (6.Energieforschungsprogramm - Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung)	2011	In Force	Research, Development and Deployment (RD&D)	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable
KfW Programme Offshore Wind Energy	2011	In Force	Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Loans, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Grants and subsidies	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Wind
KfW Renewable Energies Programme (KfW-Programm Erneuerbare Energien)	2009	In Force	Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Loans, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Grants and subsidies	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Wind, Energy Sector, CHP, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Geothermal, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Hydropower, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Bioenergy, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Solar Photovoltaic
KfW-Programme Energy-Efficient Rehabilitation (Energieeffizient Sanieren)	2009	In Force	Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Loans, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Grants and subsidies	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Solar Thermal, Buildings, Residential, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Bioenergy

(Continua)

(Continuação)

TÍTULO	ANO	STATUS	TIPO	META
Renewable Energies Heat Act (EEWärmeG)	2009	In Force	Regulatory Instruments, Other mandatory requirements	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Solar Thermal, Buildings, Non-Residential, Buildings, Residential, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Bioenergy, Energy Sector, CHP, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Geothermal
2009 Amendment of the Renewable Energy Sources Act -EEG-	2009	Superseded	Policy Support, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Feed-in tariffs/premiums	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Wind, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable
Climate Legislation Package Enacted under the Integrated Climate Change and Energy Programme	2008	In Force	Policy Support, Strategic planning	Transport, Freight, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Wind, Energy Sector, Distribution/Storage, Buildings, Residential
Funding for Solar Power Development Center	2006	In Force	Voluntary Approaches, Negotiated Agreements (Public-private sector), Research, Development and Deployment (RD&D)	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Solar Photovoltaic
Klimazwei Research Programme	2006	Ended	Research, Development and Deployment (RD&D), Research programme , Technology deployment and diffusion, Research, Development and Deployment (RD&D), Research programme , Research, Development and Deployment (RD&D), Demonstration project	Transport, Buildings, Non-Residential, Buildings, Residential, Energy Sector, Distribution/Storage, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Bioenergy, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Geothermal, Framework/ Multi-sectoral Policy, Industry
Tax exemption for biofuels (in relation to Directive 2003/30/EC)	2006	Ended	Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Tax relief	Transport, Fuel (conventional and alternative), Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Bioenergy
Energy Taxes: Coal, Biodiesel, Natural Gas	2006	In Force	Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Tax relief, Regulatory Instruments, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Taxes	Buildings, Energy Sector, Transport, Fuel (conventional and alternative), Energy Sector, Electricity Generation, Fossil fuels (Coal, gas, oil), Industry
Energy Industry Act (Energiewirtschaftsgesetz)	2005 (amended 2012)	In Force	Regulatory Instruments, Monitoring, Regulatory Instruments	Industry, Energy Sector, Electricity Generation
KfW-Programme Producing Solar Power	2005	Superseded	Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Loans	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Solar Photovoltaic
Solarthermie 2000Plus	2004 (amended 2008)	Ended	Research, Development and Deployment (RD&D), Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Grants and subsidies, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives	Energy Sector, Distribution/Storage, Energy Sector, Electricity Generation, Buildings, District Heating and Cooling, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Solar Thermal

(Continua)

(Continuação)

TÍTULO	ANO	STATUS	TIPO	META
Biofuels Blending Regulations	2004	Superseded	Regulatory Instruments	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Bioenergy, Buildings
Germany - Brazil Cooperation on Ethanol Powered Cars	2004	Planned	Economic Instruments, Market-based instruments, Research, Development and Deployment (RD&D)	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Bioenergy, Framework/ Multi-sectoral Policy
Law to Amend the Mineral Oil Tax Law and Renewable Energy Law	2002	In Force	Regulatory Instruments, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Tax relief, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Feed-in tariffs/premiums	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Bioenergy, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Solar Photovoltaic
Bio-Energy Ordinance under the Renewable Energy Act	2001	In Force	Regulatory Instruments	Industry, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable
Legislation Drafted for Cogeneration	2001	Superseded	Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Regulatory Instruments	Framework/ Multi-sectoral Policy, General Energy, Energy Sector, Electricity Generation
Investing in the Future Programme (Zukunfts - Investitions-Programm, ZIP)	2001	Ended	Research, Development and Deployment (RD&D), Research programme , Technology deployment and diffusion, Research, Development and Deployment (RD&D)	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Wind
Renewable Energy Act	2000	In Force	Information and Education, Policy Support, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives	Energy Sector, Distribution/Storage, Energy Sector, Electricity Generation, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable
Renewable Energy Sources Act (Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG)	2000	Superseded	Regulatory Instruments, Codes and standards, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Feed-in tariffs/premiums, Regulatory Instruments, Monitoring, Regulatory Instruments, Obligation schemes	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Wind
100 000 Roofs Solar Power Programme	1999	Superseded	Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Loans, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Solar Photovoltaic
Eco-Tax Reform	1999	In Force	Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Taxes	Energy Sector, Electricity Generation, Fossil fuels (Coal, gas, oil)

(Continua)

(Continuação)

TÍTULO	ANO	STATUS	TIPO	META
Market Incentive Programme (Marktanreizprogramm)	1999	In Force	Research, Development and Deployment (RD&D), Research programme , Technology deployment and diffusion, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Grants and subsidies, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Loans	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable
Green Power	1996	In Force	Regulatory Instruments, Economic Instruments, Direct investment, Procurement rules, Regulatory Instruments, Monitoring, Regulatory Instruments, Other mandatory requirements	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Wind, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Bioenergy, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Geothermal, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Hydropower, Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Solar Photovoltaic
Electricity Feed-In Law of 1991 ("Stromeinspeisungsgesetz")	1991	Superse ded	Regulatory Instruments, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Feed-in tariffs/premiums	Energy Sector, Electricity Generation, Renewable
Support for Third Party Financing		In Force	Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Taxes, Economic Instruments, Fiscal/financial incentives, Feed-in tariffs/premiums	Energy Sector, Energy Sector, CHP, Energy Sector, Electricity Generation, Framework/ Multi-sectoral Policy
Biofuels Obligation (in relation to Directive 2003/30/EC)		Ended	Regulatory Instruments, Obligation schemes	Transport, Fuel (conventional and alternative), Energy Sector, Electricity Generation, Renewable, Bioenergy

Fonte: IEA, 2013.

APÊNDICE C. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DO BRASIL

Tabela C1 Estrutura de valoração do plano preferencial energético brasileiro

Dimensão	Critério	BRASIL
AMBIENTAL	1	Para as centrais térmicas (carvão, nuclear, biomassa) os impactos no meio aéreo citando as emissões de poluentes são incorporados nos custos dos equipamentos de mitigação. Para as hidrelétricas é recomendado estudo específico orientado para a sustentabilidade do projeto (BRASIL, 2007d. p. 210).
	2	Idem item 1.
	3	Idem item 1.
	4	Idem item 1.
	5	Não citado.
POLÍTICA	6	Biodiesel apresenta financiamento especial, benefícios tributários (BRASIL, 2007d, p. 115).
	7	Não citado.
	8	Nos estudos do PNE foram realizados encontros com especialistas técnicos e profissionais, com experiência nos assuntos relacionados a cada tema dos encontros (BRASIL, 2007d, p.23).
	9	Não citado.
	10	O PNE 2030 faz um levantamento detalhado de todos os recursos energéticos disponível no país.
SOCIAL	11	Discorre sobre o assunto (BRASIL, 2007d, p. 81).
	12	Não citado.
	13	Discorre sobre o assunto. Destaque para a biomassa de cana-de-açúcar (BRASIL, 2007d, p. 157).
	14	(Biomassa) Considera a utilização de pastagens degradadas.
	15	Não citado.
TÉCNICO-ECONÔMICA	16	Um dos objetivos principais do PNE 2030 (BRASIL, 2007d).
	17	Analisados custos de equipamentos, vida útil das alternativas energéticas (BRASIL, 2007d).
	18	Considera a experiência brasileira em planejamento, projeto, construção, operação e fabricação de equipamentos para usinas hidrelétricas (BRASIL, 2007d, p. 31).
	19	Considera a experiência brasileira em planejamento, projeto, construção, operação e fabricação de equipamentos para usinas hidrelétricas (BRASIL, 2007d, p. 31).
	20	Discorre sobre o assunto, em Inovação Tecnológica, no desenvolvimento de inversores para centrais eólicas e fotovoltaicos ligados a rede com baixa distorção harmômica (BRASIL, 2007d, p. 261).

Fonte: Elaboração própria, 2013.

APÊNDICE D. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DA COLÔMBIA

Tabela D1 Estrutura de valoração do plano preferencial energético colombiano

Dimensão	Critério	COLÔMBIA
AMBIENTAL	1	Discorre sobre o assunto: Impactos no meio aéreo devido às emissões de combustíveis fósseis e CH4 por grandes hidrelétricas (COLÔMBIA, 2007, p.219). A Colômbia assinou e ratificou o convênio das Nações Unidas de Mudanças Climáticas e o Protocolo de Quioto, no entanto não tem compromissos de redução de emissões de gases de efeito estufa (COLÔMBIA, 2007, p. 220).
	2	Discorre sobre o assunto: Concorrência da utilização da água para irrigação e geração de energia elétrica (COLÔMBIA, 2007, p. 219)
	3	Não citado.
	4	Não citado.
	5	Não citado.
POLÍTICA	6	O UPME elabora os planos de expansão de geração de energia elétrica de caráter indicativo. O governo mantem a responsabilidade de garantir o fornecimento de energia e toma as medidas necessárias para operação dos projetos que atendam plenamente a demanda (COLÔMBIA, 2007, p.161).
	7	O Plano Nacional de Desenvolvimento cita a necessidade de desenvolvimento de mecanismos de coordenação com o Ministério do Interior e o estabelecimento de protocolos para atender e acompanhar as implementações de projetos nas fases de planejamento, implementação e operação. Consultas prévias e manejo com comunidades, geração de canais de comunicação com a comunidade, com informações públicas e permanentes nas diferentes fases de projeto (COLÔMBIA, 2011, p.231).
	8	O Plano Nacional de Desenvolvimento prevê a elaboração de estratégias de curtos e longos prazos para o gerenciamento de crises sociais (COLÔMBIA, 2011, p.231).
	9	Não citado.
	10	O Plano de Expansão 2010-2024 de Geração e Transmissão (COLÔMBIA, 2010) analisa a oferta e demanda dos recursos energéticos do país no longo, médio e curtos prazos. O plano analise a evolução dos preços dos combustíveis utilizados para geração elétrica (COLÔMBIA, 2010, p. 60).
SOCIAL	11	Não citado.
	12	Não citado.
	13	Não citado.
	14	Um dos mecanismos a serem desenvolvidos é a definição de protocolos para as permissões arqueológicas na execução de projetos (COLÔMBIA, 2011, p.231).
	15	Não citado.
TÉCNICO-ECONÔMICA	16	A Colômbia conta com a resolução CREG071 de 2006 (COLÔMBIA, 2006) que regulamenta o cargo por confiabilidade que renumera a energia firme que a empresa de geração se compromete com as obrigações de energia firme garantindo a disponibilidade em condições críticas hidrológicas e a viabilidade de investimentos necessários para execução dos projetos de expansão das empresas geradoras (COLÔMBIA, 2011, p.63).
	17	Não citado.
	18	Não citado.
	19	A maioria dos projetos novos de geração é baseada em hidroeletricidade, onde com o domínio da tecnologia na Colômbia estes projetos representam alta confiabilidade e baixos custos (COLÔMBIA, 2011, p.464).
	20	Não citado.
CONSUMO		A Colômbia possui o Programa para o Uso Eficiente de Energia (PROURE) de conservação de energia através de tecnologias de eficiência energética com o objetivo de promover a substituição de equipamentos elétricos, aparelhos domésticos, refrigeração, ar condicionado por equipamentos eficientes e em sistemas de arquitetura bioclimática em residências. Este programa também busca a diminuição de perdas elétricas não técnicas e racionalização do uso do serviço e capacitação em conscientização no uso eficiente da energia (COLÔMBIA, 2011, p.464).

Fonte: Elaboração própria, 2013.

APÊNDICE E. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DA CORÉIA DO SUL

Tabela E1 Estrutura de valoração do plano preferencial energético sul coreano

Dimensão	Critério	CORÉIA DO SUL
AMBIENTAL	1	O quarto plano básico de longo prazo de eletricidade contém em suas diretrizes básicas considerações sobre mudanças climáticas (CORÉIA DO SUL, 2008, p. 6).
	2	Não citado.
	3	Não citado.
	4	Não citado.
	5	Não citado.
POLÍTICA	6	São considerados apoio político na implementação dos recursos, formalidades administrativas como licenças, etc. (CORÉIA DO SUL, 2008, p. 3).
	7	No procedimento são considerados subcomites de especialistas formados por universidades, institutos de pesquisa, empresas de eletricidade e outras organizações para avaliar o relatório individualmente (CORÉIA DO SUL, 2008, p. 4).
	8	Não citado.
	9	Não citado.
	10	Não citado.
SOCIAL	11	O plano do governo tem como meta a geração ótima considerando os mínimos custos sociais e um mix de combustíveis (CORÉIA DO SUL, 2008, p. 5).
	12	Não citado.
	13	Não citado.
	14	Não citado.
	15	Não citado.
TÉCNICO-ECONÔMICA	16	Citado no item E (CORÉIA DO SUL, 2008, p. 6, 60).
	17	São orientações básicas do plano a viabilidade de construção, reforma de plantas envelhecidas, atrasos de planejamento, etc (CORÉIA DO SUL, 2008, p. 27).
	18	Entre as principais diretrizes do plano estão os investimentos em centros de cargas, como a região metropolitana (CORÉIA DO SUL, 2008, p. 5).
	19	Não citado.
	20	Não citado.

Fonte: Elaboração própria, 2013.

A Coréia do Sul apresentou em 2012 o Sexto Plano Básico de Longo Prazo de Suprimento e Demanda de Eletricidade. No entanto, pela indisponibilidade do documento no idioma em inglês foi realizado a avaliação como quarto plano (CORÉIA DO SUL, 2008). Os primeiro e segundo planos nacionais básicos de energia não foram encontrados no idioma inglês nos sites oficiais do governo sul coreano.

APÊNDICE F. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DO HAVAÍ (EUA)

Tabela F1 Estrutura de valoração do plano preferencial energético havaiano

Dimensão	Critério	HAVAÍ (EUA)
AMBIENTAL	1	A HECO apresenta entre seus objetivos a introdução de recursos renováveis e programas de eficiência energética como iniciativas de redução de gases de efeito estufa. Isto é evidenciado no Protocolo de Quioto, a Lei Nacional de Energia de 2005, Lei da Carteira de Recursos Renováveis, Regulações do estado sobre gases de efeito estufa e outras políticas e regulações (HECO, 2008a, p. ES-1).
	2	As unidades geradoras da HECO são os maiores consumidores de água potável da ilha de Oahu. Os geradores térmicos utilizam água nas caldeiras para geração de vapor. Uma das metas do processo do IRP é a redução do consumo de água. Além do consumo para geração de vapor estão em discussão o consumo para produção de biocombustíveis. (HECO, 2008a, p. 3-3).
	3	Questões ambientais sobre a produção de biocombustíveis foram discutidos entre a HECO e o Conselho de Defesa de Recursos Naturais e desenvolvido política ambiental para o abastecimento de biocombustível. Reuniões comunitárias foram realizadas para discutir os resultados preliminares do projeto e receber retorno da comunidade sobre a proposta política (HECO, 2008a, p. ES-3).
	4	Não citado.
	5	HECO trabalhando com o Conselho de Defesa dos Recursos Naturais desenvolveu políticas de meio ambiente com o foco na sustentabilidade na produção local de óleo de palma e para garantir que todos os projetos da HECO, HELCO ou MECO produzam biodiesel e obtenham matéria prima de fontes renováveis (HECO, 2008a, p. 6-18). Adicionalmente os projetos elegíveis devem obter registros de permissão terrestre e aéreo , assim como outros requisitos aprovados no Estatuto de Impactos Ambientais (EIS, sigla em Inglês) (HECO, 2008a, p. 9-18).
POLÍTICA	6	Em 2008 o estado do Havaí e o Departamento de Energia dos Estados Unidos (USDOE) assinaram um memorando de entendimento estabelecendo o *Hawaii Clean Energy Initiative* (HCEI). O objetivo é a parceria de longo prazo projetado para transformar o sistema de energia do Havaí em um sistema predominantemente com recursos renováveis e com tecnologias de eficiência energética. A meta é suprir suas necessidades energéticas com 70% de energia limpa até 2030 (HECO, 2008a, p. ES-4).
	7	Questões ambientais sobre a produção de biocombustíveis foram discutidas entre a HECO e o Conselho de Defesa de Recursos Naturais e desenvolvido política ambiental para o abastecimento de biocombustível. Reuniões comunitárias foram realizadas para discutir os resultados preliminares do projeto e receber retorno da comunidade sobre a proposta política (HECO, 2008a, p. ES-3).
	8	São realizados encontroes com o Grupo Consultivo formado para discussão das questões apresentadas pela HECO, com o público incluindo membro de negócios, governo, indústria e sociedade organizada. No total foram realizados 16 encontros com o grupo consultivo. Uma apresentação especial foi realizada em 2008 com pesquisadores da Universidade do Havaí, especialistas da indústria, representantes das agências do governo e grupos comunitários e transmitida pela TV. Além desses encontros, foram realizados dois encontros públicos de informação para interessados e cujos setores não são representados pelo conselho consultivo. A maior parte das questões do público foi o interesse no aumento do uso de recursos renováveis no sistema da HECO e do aumento de medidas de eficiência energética para redução da demanda (HECO, 2008a, p. 2-4).
	9	Na elaboração do plano preferencial em 2007 foi realizada uma reunião com o grupo consultivo. O Grupo Consultivo é um conjunto de indivíduos de entidades públicas e privadas selecionados pela Comissão de Serviços Públicos com o objetivo de contribuir no processo integrativo do Plano de Recursos Energéticos. Deve também fornecer à HECO informações dos benefícios das perspectivas da comunidade e dos participantes no processo de desenvolvimento do PIR representando interesses diversificados, como comunidade, meio ambiente, social, político e interesses culturais consistentes com os objetivos do PIR (PUBLIC UTILITIES COMISSION, 2011b).
	10	Não citado.

(Continua)

(Continuação)

Dimensão	Critério	HAVAÍ (EUA)
SOCIAL	11	O Havaí está sob o programa do governo federal da Agencia de Proteção do Meio Ambiente (EPA) que possui regulações sobre a poluição do ar. Entre as principais responsabilidades e a análise dos efeitos do aquecimento global na saúde humana e bem estar (HECO, 2008a, p. 4-8).
	12	Não citado.
	13	Na implantação da planta de biodiesel em Oahu pela *Imperium Renewable Hawaii* são analisados a quantidade de novos empregos gerados (HECO, 2008a, p. 6-17).
	14	O Uso de Gás Natural Liquefeito (GNL) significa a construção de um terminal de regaseificação e armazenagem. Essa infraestrutura ocupará uma grande área com possíveis impactos e preocupações sobre segurança pelas comunidades locais (HECO, 2008a, 6-26).
	15	Não citado.
TÉCNICO-ECONÔMICA	16	São verificadas restrições de carga mínima e problemas ocasionados por corte de energia (HECO, 2008a, p. 5-9)
	17	O uso de biocombustível nas unidades de geração existentes, embora com níveis de operação e manutenção elevados, reduzem investimentos em novas unidades geradoras. Estas unidades movidas com novo combustível continual a funcionar com alto grau de confiabilidade (HECO, 2008a, p. ES-12).
	18	Em 2007 a Comissão de Serviços Públicos emitiu uma ordem n°23.530 e iniciou uma investigação para examinar a viabilidade da implementação dos recursos do setor elétrico no estado do Havaí *Docket* n° 2007-0176. Entre os itens verificados estão: Impactos no setor elétrico, custos para os concessionários, identificação de taxas em questão de projetos, impactos de custos financeiros para não clientes, identificação de questões de backup de energia, impactos ambientais, impactos em qualquer ou todas as entidades governamentais, não limitadas à viabilidade econômica e de responsabilidades (HECO, 2008a, p. 1-6).
	19	A infraestrutura do Havaí foi projetada para recursos de energia firme. A implantação de recursos renováveis, por outro lado, incorpora em seu regime energia não firme, podendo gerar flutuações na quantidade de energia gerada. O sistema pequeno da ilha apresenta limitações na integração destes recursos intermitentes e soluções estão sendo buscadas (HECO, 2008a, p. ES-6). O programa de gerenciamento de carga da HECO inclue um crédito na conta mensal de eletricidade para os clientes que participam do programa, que permite que a HECO desconectem o sistema de aquecimento de água ou central de ar condicionado do sistema da HECO para redução da carga (HECO, 2008a, p. 1-7).
	20	Ver item 19

Fonte: Elaboração própria, 2013.

APÊNDICE G. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DO MÉXICO

Tabela G1 Estrutura de valoração do plano preferencial energético mexicano

Dimensão	Critério	MÉXICO
AMBIENTAL	1	Os aproveitamentos de recursos que reduzem a emissão de gases de efeito estufa têm sua disponibilidade limitada devido à tecnologia e a economia das fontes convencionais de geração à base de carvão, gás natural e óleo diesel (MÉXICO, 2012b, p. 207). Para a estimação do consumo de combustíveis deve ser considerada as restrições ambientais impostas por legislação. A norma ambiental mexicana que controla as emissões na atmosfera regulamenta por zonas e pela capacidade dos equipamentos de combustão (MÉXICO, 2012c, p. 3-63).
	2	Um dos princípios diretores da Estratégia Nacional de Energia (MÉXICO, 2012a, p. 10).
	3	Um dos princípios diretores da Estratégia Nacional de Energia (MÉXICO, 2012a, p. 10).
	4	Um dos princípios diretores da Estratégia Nacional de Energia (MÉXICO, 2012a, p. 10).
	5	Um dos princípios diretores da Estratégia Nacional de Energia (MÉXICO, 2012a, p. 10).
POLÍTICA	6	Em 2008 foi publicado um decreto onde se adicionou um artigo na Lei Orgânica de Administração Pública Federal, que entre outros aspectos fortaleceu as funções da Secretaria de Energia e assim reforçar as bases de execução de uma política energética nacional (MÉXICO, 2012c, p. 3).
	7	Discorre sobre o assunto. (MÉXICO, 2012a, p. 176)
	8	Não citado.
	9	Não citado.
	10	Não citado.
SOCIAL	11	Discorre sobre o assunto. (MÉXICO, 2012a, p. 175)
	12	Discorre sobre o assunto. (MÉXICO, 2012a, p. 175)
	13	Discorre sobre o assunto. (MÉXICO, 2012a, p. 168)
	14	Não citado.
	15	Não citado.
TÉCNICO-ECONÔMICA	16	O Anexo B (MÉXICO, 2012c, p. B-1) apresenta a metodologia utilizada para o cálculo da margem de reserva para a expansão do sistema, considerando as tecnologias a serem empregadas.
	17	Os projetos selecionados para o programa de expansão são aqueles que apresentam o mínimo custo técnico-econômico (MÉXICO, 2012c, p. 3-1).
	18	São citados os desafios logísticos, tecnológicos e equipamentos (MÉXICO, 2012a, p. 53).
	19	Cita em Estratégia Nacional de Energia (MÉXICO, 2012a, p. 9).
	20	Ver item 16.

Fonte: Elaboração própria, 2013.

APÊNDICE H. – ANÁLISE DO PLANO PREFERENCIAL DO PERU

Tabela H1 Estrutura de valoração do plano preferencial energético peruano

Dimensão	Critério	PERU
AMBIENTAL	1	Verifica-se que em todos os cenários as emissões de gases CO_2, NO_x e CO aumentam a partir do ano inicial até o ano de 2018, ano a partir do qual há o ingresso de grandes usinas hidrelétricas e verifica-se uma redução sensível nas emissões até o ano de 2027. No entanto para o cenário otimista os níveis de emissão se mantêm alto por todo o horizonte de planejamento (PERU, 2008, p. 53).
	2	Não citado.
	3	Não citado.
	4	Não citado.
	5	Não citado.
POLÍTICA	6	Não citado.
	7	Não citado.
	8	Não citado.
	9	Não citado.
	10	Não citado.
SOCIAL	11	O plano cita que experiências passadas em projetos hidrelétricos quanto às questões sociais e ambientais podem contribuir para utilização em novos projetos (PERU, 2008, p. 85).
	12	Não citado.
	13	Não citado.
	14	Não citado.
	15	Não citado.
TÉCNICO-ECONÔMICA	16	Não citado.
	17	A avaliação econômica de projetos considera os valores nominais de valores presente, taxa interna de retorno, relação custo/benefício como parâmetros para avaliação de custo mínimo otimizado para o plano de expansão da geração e transmissão (PERU, 2008, p. 45).
	18	Não citado.
	19	São realizados estudos de sensibilidade considerando atrasos na implementação dos projetos hidrelétricos devido à complexidade e magnitude do plano e da baixa disponibilidade de gás da reserva de Camisea para geração elétrica (PERU, 2008, p. 55).
	20	Não citado.

Fonte: Elaboração própria, 2013.

APÊNDICE I. – PLANO PREFERENCIAL DO IRP NO ESTADO DO HAVAÍ (EUA)

O Havaí apresenta uma posição geográfica particular. É um dos mais isolados arquipélagos do mundo, sendo a cidade continental mais próxima a de Los Angeles, Califórnia, distante 3.937 km do arquipélago. (DATA.HAWAII.GOV, 2012).

Compõe um dos 50 estados dos EUA (USA.GOV, 2012), com uma área de 16.634,5 km^2 (DATA.HAWAII.GOV, 2012) e uma população de 1.374.810 habitantes (US CENSUS, 2012), o que representa 0,18% e 0,44% da área e da população dos EUA, respectivamente.

O Havaí é altamente dependente da importação de combustíveis fósseis, utiliza 92% dessa fonte de energia para os transportes e energia elétrica (EIA, 2010). Em janeiro de 2008, o estado do Havaí e o Departamento de Energia dos Estados Unidos (USDOE[57]) assinaram o acordo de Iniciativa de Energia Limpa Havaiana (HCEI[58]), com o objetivo de reduzir a dependência de combustíveis fósseis e buscar um caminho energeticamente sustentável. O objetivo da iniciativa é ofertar, em 2030, 70% da energia do estado com fontes alternativas e eficiência energética (HCEI, 2012).

Planejamento Energético Havaiano

Em 1992, foi criado o Planejamento Integrado de Recursos Havaiano, pela Comissão de Serviços Públicos do Havaí[59] (PUC). A Comissão de Serviços Públicos do Havaí apresentou a Estrutura do Planejamento Integrado de Recursos (março de 1992, revisado em março de 2011), com as diretrizes de elaboração do Planejamento Integrado de Recursos Havaiano.

---

[57] *United States Department of Energy.*

[58] *Hawaii Clean Energy Initiative.*

[59] A comissão de Serviços Públicos (PUC) é responsável pela regulação de todas as empresas públicas de serviços que fornecem eletricidade, gás, telecomunicações, água e esgoto do estado. A comissão tem autoridade legal para estabelecer e fazer cumprir os estatutos estaduais, regras e regulamentos administrativos e definir políticas e normas (*PUBLIC UTILITIES COMISSION*, 2011a).

O IRP havaiano, chamando de IRP-4 pelo estágio de revisão, destina-se a prever a demanda energética e a analisar as mais adequadas fontes de gerenciamento pelo lado da demanda e da oferta de energia para o atendimento. Por sua vez, cada empresa de energia é responsável pelo desenvolvimento dos cenários e do plano de recursos de longo prazo, que será utilizada para desenvolver o plano de ação de curto prazo, consistente com a meta e os objetivos estabelecidos no Planejamento Integrado de Recursos.

A PUC tem como responsabilidade avaliar o Plano Preferencial, o Plano de Ação e, geralmente, acompanhar o concessionário de energia na execução dos planos. Determina também se o Plano de Ação desenvolvido pela concessionária é adequado ao interesse público e se representa um caminho razoável para cumprir a meta e os objetivos do Planejamento Integrado de Recursos.

Planejamento Integrado de Recursos HECO

A principal companhia de energia elétrica no Havaí são a HECO (do inglês, *Hawaiian Electric Company, Inc*) e suas subsidiárias, *Maui Electric Company, Ltd.* (MECO), e *Hawaii Electric Light Company, Inc*. (HELCO). Juntas, elas fornecem 95% de energia elétrica ao estado.

A HECO dispõe, em seu planejamento energético, a promoção da transição do sistema elétrico para um baseado em energias renováveis, eficiência energética e conservação de energia, e a manutenção da confiabilidade atual de fornecimento de energia para seus clientes.

É apresentada a seguir a estrutura do Planejamento Integrado da HECO, a maior empresa de geração e distribuição do Havaí.

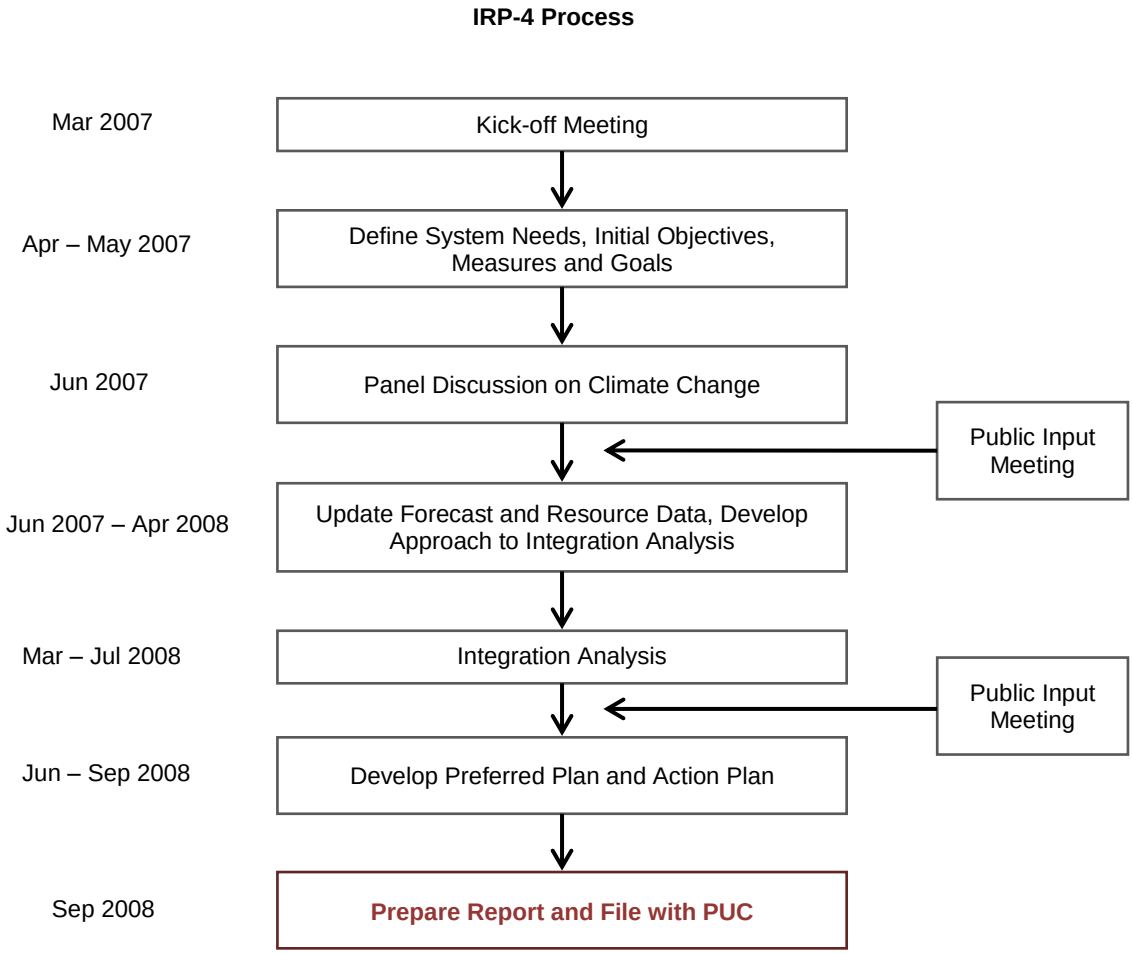


Figura I1 Fluxograma do processo de elaboração do IRP-4

Fonte: HECO – Hawaiian Electric Company (2008).

O processo de desenvolvimento da versão 4 do plano preferencial (IRP-4) passou por 16 reuniões com o Grupo Consultivo[60]. Foi mantido um *website*[61] para disponibilizar os materiais das reuniões para o Grupo Consultivo e o público em geral. Participou também o público em geral de duas reuniões.

---

[60] O Grupo Consultivo é um conjunto de indivíduos de entidades públicas e privadas, selecionados pela Comissão de Serviços Públicos, com o objetivo de contribuir no processo integrativo do Plano de Recursos Energéticos. Deve também fornecer à HECO informações dos benefícios das perspectivas da comunidade e dos participantes no processo de desenvolvimento do PIR representando interesses diversificados, como comunidade, meio ambiente, social, político e interesses culturais consistentes com os objetivos do PIR (PUBLIC UTILITIES COMISSION, 2011b).

[61] www.hecoirp.com

Entre os objetivos e as metas gerais da IRP-4 da HECO, estão: sustentabilidade futura, segurança energética, qualidade de energia e confiabilidade, modicidade tarifária e aumento da flexibilidade do plano.

Entre as áreas para desenvolvimento dos objetivos específicos, o Grupo Consultivo e a HECO identificaram: padrão de carteira renovável, emissões de GEE, consumo de água potável, geração no lado da demanda, geração distribuída, confiabilidade do sistema de geração e impactos nas taxas e tarifas de eletricidade.

No processo de planejamento, foram consideradas as seguintes etapas:

- **Legislação e Regulação**
  O Havaí possui leis que afetam diretamente o planejamento energético, entre elas: a lei de redução de gases estufa, determinando a taxa de redução e emissões de gases desse efeito (GEE) até 2020; a lei do Padrão de Carteira Renovável, com taxas de incremento de vendas de energia a partir de fontes renováveis; o memorando Iniciativa de Energia Limpa (HCEI), definindo que 70% da energia, em 2030, deverá ser proveniente de fontes limpas; legislação dos biocombustíveis; legislação da rede de medição de consumo, que permite a conexão de consumidores com geração própria.

- **Aquecimento Global**
  Em relação às emissões de GEE, seis variáveis foram analisadas: a meta de emissão em conformidade com o ano de 1990; a resposta da demanda pelos consumidores pelo aumento dos preços da eletricidade; os combustíveis com baixo teor de enxofre; tratamento do crédito de carbono para o aterro com a emissão evitada de metano pela H-Power e a floresta no Paraguai, de propriedade da AES; o custo dos créditos de carbono sob várias políticas; e o custo e o papel dos vários níveis de gerenciamento pelo lado da demanda e medidas de conservação de energia.

Foram adotadas premissas simplificadas sobre diversos assuntos tecnológicos e institucionais acerca das incertezas do futuro das emissões de GEE para o propósito do IRP-4 (HECO, 2008a).

- **Critério do Planejamento da Capacidade de Geração**

  Um dos primeiros itens a serem revisados como parte do processo de planejamento integrado de recursos é o critério de planejamento da capacidade de geração. Esse critério foi elaborado para a avaliação da adequação da geração, para estabelecer a necessidade de recursos adicionais para atendimento da demanda e dos requisitos energéticos, e avalia os impactos que os novos recursos energéticos afetam: a confiabilidade geral do sistema elétrico. Os seguintes itens foram considerados na análise do critério: especificação percentual da margem de reserva com padrão de confiabilidade, expectativa de perda de carga, perda da maior unidade geradora, dependência de interconexões e expectativa de tempo de falta de energia (HECO, 2008b).

- **Estudos dos Requisitos Operacionais do Sistema de Geração**

  Um dos aspectos analisados foi a inclusão de uma grande fração de energia intermitente no sistema elétrico, com recursos de geração eólica e fotovoltaica, que contribuem para a instabilidade do sistema. Estudos específicos foram recomendados quando da execução do plano de ação.

- **Restrições de carga mínima e corte de energia**

  Em algumas situações, a operação da HECO poderá vir a cortar o fornecimento de energia para seus consumidores. Entre as situações e condições do sistema que podem afetar a confiabilidade e a qualidade de energia, estão: restrições de despacho e de operação do sistema e restrições no sistema de transmissão e distribuição.

- **Reserva girante**[62]

  Para análise de reserva girante, a HECO considera um valor de 180 MW, representando a maior unidade geradora no sistema, menos o montante de cargas interruptivas. Para os casos de unidades de ciclo combinado, a HECO considera que unidades 2 em 1 podem ser concebidas como duas metades para fins operacionais, sendo que a interrupção da unidade não irá resultar na perda de mais da metade do total de geração de saída do gerador de ciclo combinado. Como a maior unidade geradora em ciclo combinado 2 em 1 é menor que 360 MW, manteve-se o valor de reserva girante em 180 MW. Essa filosofia é considerada desde 1992.

- **Padrão de Carteira Renovável**

  O estado do Havaí possui a lei estadual de Padrão de Carteira Renovável, ou *Renewable Portfolio Standard* (RPS), que define porcentagens de vendas a serem realizadas a partir de energias renováveis, e a Estrutura do IRP-4 querer que todas as leis, objetivos do estado, sejam atendidas. Os requerimentos dessa lei afeta diretamente na composição dos recursos selecionados no planejamento integrado.

- **Processo de licitação para novos empreendimentos de geração**

  A determinação de se usar o processo de licitação para novos empreendimentos energéticos é definida pela PUC durante a revisão do IRP-4 da concessionária. Como a entrada do recurso geralmente é realizada através do processo de licitação e não através do IRP-4, há menos importância na precisão dos custos e da estimativa de desempenho para os novos recursos usados na análise do IRP-4. É importante, no entanto, que o IRP-4 identifique os atributos na nova geração de recursos necessários ao sistema, de modo que os atributos possam ser adquiridos através do processo de licitação. Considera-se que o tempo de espera para a aquisição do novo recurso possa ser longo, e esse tempo deve ser considerado nas etapas do IRP-4.

---

[62] Reserva girante é a capacidade de reserva que está disponível a partir de unidades geradoras conectadas à rede, prontas para assumir a carga.

Para o desenvolvimento do planejamento integrado de recursos, os de oferta foram avaliados sem considerar a propriedade da unidade geradora, podendo ser pertencentes ao concessionário ou a um produtor independente de energia. Os produtores independentes de energia, são capazes de apresentar propostas à HECO para avaliação da implementação, substituição ou adiamento das opções de recursos incluídos no IRP-4.

São discutidas ao longo do relatório algumas diferenças que devem ser consideradas na determinação de propriedade para os recursos do lado da oferta, os custos e os riscos incorridos pela concessionária e seus clientes, da flexibilidade operacional e dos efeitos da entrada de geração distribuída por parte dos próprios clientes no sistema.

- **Considerações sobre o sistema de transmissão**

  Foram analisadas a adequação da capacidade de transmissão (sistema 138 kV), as considerações de confiabilidade do sistema de transmissão, suas perdas, a tensão do sistema e a estabilidade.

  Para o estudo do sistema de transmissão, a HECO utiliza o programa computacional chamado Simulador de Sistemas de Potência de Engenharia (PSS/E[63]). O programa realiza um procedimento iterativo para cálculos de fluxo de potência, utilizando dados de cargas históricos. São verificados, nesses estudos, o atendimento ao critério de projeto e a verificação da confiabilidade do sistema. As recomendações também são baseadas em: critérios de projeto de engenharia, experiência operacional, riscos envolvidos e restrições financeiras.

- **Considerações sobre o sistema de distribuição**

  O processo de planejamento do sistema de distribuição é aplicado para tensões de subtransmissão (46 kV), no sistema de distribuição (25 kV) e em tensões inferiores.

---

[63] *Power System Simulator for Enginnering*, desenvolvido pela *Power Technologies International* (Siemens PTI)

Os impactos do sistema de distribuição não são incorporados no planejamento de longo prazo da HECO. O plano cita, entre as dificuldades em incorporar o planejamento da distribuição dentro do processo do IRP-4, os potenciais impactos da geração distribuída e da geração combinada de energia, e o calor de propriedade dos clientes. O crescimento de carga no sistema depende dos projetos desenvolvidos e decididos pelos clientes. Estando dessa forma, aptos a sofrer variações de carga ao longo do processo do projeto. Portanto, a previsão de aumento do sistema é, no máximo, entre 3 a 5 anos.

No entanto, o processo do planejamento da distribuição é consistente com o planejamento do IRP-4 e considera a redução de carga, a geração distribuída nas subestações e os projetos específicos de soluções de capacitação na distribuição.

- **Premissas de planejamento e previsões de longo prazo**

  O processo de previsão da HECO inicia-se com as análises das medidas de desempenho econômico, seguidos de estudos detalhados de ambas as perspectivas de curto e longo prazo. São realizadas análises macroeconômicas da economia do país e de países com quem o Havaí tem inter-relações.

  As previsões de vendas da HECO determinam os requisitos anuais de energia, enquanto que a previsão de pico de vendas[64] determina os requisitos da capacidade total do sistema para fins de planejamento. As informações econômicas de vendas em longo prazo foram baseadas em projeções elaboradas pela Organização de Pesquisa Econômica da Universidade do Havaí, exclusivamente para a HECO. Adicionalmente, a HECO convidou empresários locais para uma mesa redonda para a discussão mais profunda das perspectivas diferentes de cada setor de atividade.

  As previsões de vendas de eletricidade são obtidas utilizando dados históricos, sendo focados nos setores residencial e comercial. São utilizados modelos

[64] Para a previsão de pico de vendas é utilizado o programa computacional HELM, do inglês *Hourly Electric Load Model* desenvolvido pelo *Electric Power Research Institute.*

econométricos com base no consumo mensal e no preço da eletricidade para ambos os setores.

As previsões preliminares de curto e longo prazo do IRP-4 passam para a análise do conselho consultivo, que posteriormente são encaminhados para duas etapas de avaliação: uma para a equipe da HECO, composta por funcionários de nível técnico que decidem se as previsões são recomendadas para a comissão executiva (segundo nível), composta por executivos da HECO. O processo de múltiplas etapas visa garantir que as previsões recebam avaliação e exposição máximas àqueles que possuem experiência diversificada e conhecimento, a fim de que estes contribuam para o desenvolvimento da aprovação da previsão final.

No processo de previsão de longo prazo, são gerados cenários de alto e baixo crescimento, que fornecem caminhos possíveis de vendas e picos de demanda de eletricidade ao longo do horizonte de planejamento. Os cenários são orientados por variáveis, como perspectivas econômicas, preços de combustíveis, crescimento de clientes residenciais, clima, transportes coletivos e cargas, tendências de eficiência energética no setor comercial.

- **Cenários de Preços de Combustíveis**

  A metodologia de previsão de preços do petróleo da HECO conta com as análises da Administração de Informação de Energia (EIA) do Departamento de Energia dos Estados Unidos (USDOE), e sobre os preços dos contratos futuros para o *Light Sweet Crude Oil* no *New York Mercantile Exchange* (NYMEX).

  São realizadas análises estratégicas no biodiesel, óleo combustível com baixo teor de enxofre, óleo diesel nº 2 (combustível destilado que possui no máximo 0,4% de enxofre por peso), gás natural liquefeito e etanol.

- **Recursos de demanda**

  O Gerenciamento pelo Lado da Demanda (DSM) havaiano conta com duas partes:

I. Programa de eficiência energética, projetado para reduzir permanentemente o uso da energia ao longo de todas as horas do dia e aplicados através da implantação de medidas de eficiência e equipamentos de alto rendimento;

II. Programa de resposta à demanda, no âmbito do DSM, que busca reduzir a demanda de energia durante períodos em que o concessionário apresenta dificuldade em atendê-la.

Com relação às questões políticas estaduais, a portaria nº 23258 estabeleceu a transição de todos os programas de eficiência energética GLD para uma entidade que não seja concessionária, uma administração terceirizada, financiada através de um fundo de sobretaxa de benefício público. No entanto, os programas de gestão de carga do GLD continuaram a serem administrados pelas concessionárias e o levantamento do potencial máximo atingível dos portfólios dos recursos de GLD independe da estrutura administrativa.

Os estudos foram realizados nas seguintes etapas:

a) Desenvolvimento do caso base de consumo de energia e pico de demanda, excluindo os impactos de programas de eficiência energética e programas futuros. O consumo foi analisado nos setores residencial, comercial e industrial, divididos por segmentos de mercado e uso final;

b) Avaliação de eficiência energética e de medidas de resposta à demanda. Nesta etapa, é elaborada uma lista com os potenciais recursos aplicáveis através de duas etapas. A primeira é uma triagem qualitativa; a segunda é uma triagem econômica, em que são calculadas a energia, a redução de demanda e os custos associados com a medida;

c) Avaliação do potencial máximo atingível. Este é o potencial econômico máximo teórico de medidas de eficiência energéticas e de respostas à demanda, excluindo os custos do programa de administração e as preferências dos clientes;

d) Desenvolvimento de programas. Os programas existentes foram revistos e modificados, considerando o levantamento da avaliação máxima teórica atingível da etapa anterior. A HECO considerou entradas de parceiros comerciais, melhores práticas de outras concessionárias, experiências passadas e os impactos devido à transição da administração de programas de eficiência energéticos a um administrador terceiro;

e) Desenvolvimento de parâmetros do programa. Foram desenvolvidos parâmetros para servirem de referência na determinação da relação custo-benefício de cada programa. Os parâmetros incluem número de novos participantes, nível unitário de energia e redução de demanda, medidas de custo de vidas de equipamentos, custos de equipamentos, incentivos e orçamento do programa;

f) Estimativa preliminar do custo-benefício. Os resultados foram representados pela relação custo-benefício e os benefícios e custos no valor presente de acordo com a *California Standard Practice Tests*, sendo eles: custo total do recurso, custo da concessionária, medida da taxa de impacto e testes dos participantes. No entanto, a determinação global da eficácia dos custos no processo do IRP-4 considera todas as metas do IRP-4, como disponibilidade de benefícios não quantificáveis, políticas de apoio estaduais de energia e impactos dos programas.

Uma importante consideração no desenvolvimento de programas de GLD são as contribuições recebidas do Grupo Consultivo. Os comentários foram recebidos através de várias reuniões e incorporados no desenvolvimento de novos ou aperfeiçoamentos de programas já existentes.

- **Recursos de Geração Distribuída**

  Os sistemas distribuídos, assim como todos os sistemas de geração, devem ser interligados e integrados em um sistema elétrico para garantia e confiabilidade.

  Normas de interligação de geração distribuídas são estabelecidas no Havaí para gerenciamento da integração de instalações desses recursos no sistema elétrico.

O grau de dificuldade na interligação de um recurso é dependente do seu tamanho, do tipo de tecnologia, do local de instalação e das características do sistema elétrico cujo recurso está sendo instalado.

A geração distribuída é categorizada no IRP-4 em: cliente proprietário de geração distribuída/ciclo combinado de calor e eletricidade; geração distribuída de concessionária despachável; sistemas fotovoltaicos instalados da concessionária e sistemas fotovoltaicos instalados do cliente.

- **Opções de Recursos Lado da Oferta**

  O processo do IRP-4 é determinar o momento de entrada dos recursos e seus atributos necessários. O recurso real é adquirido através de processo licitatório. Nesse processo, apenas determinados tamanhos de cada tipo de tecnologia foram utilizados, uma vez que não seriam necessárias, para identificar o tipo exato, as dimensões dos recursos a serem licitados.

  A fim de atingir níveis elevados de energia renovável e reduzir a quantidade de energia fóssil no atendimento da demanda e na manutenção da confiabilidade do sistema, um portfólio de recursos renováveis firme e não firmes foi listado.

  Recurso firme despachável, como turbina a vapor, são partes essenciais para o portfólio de recursos de geração, pois são do tipo que fornecem uma inércia rotacional, reserva girante e regulação de tensão e frequência que mantém o sistema estável. Esses recursos firmes podem regular as flutuações de tensão intermitentes, como recursos disponíveis. A variedade de recursos firmes, despacháveis e intermitentes, recursos disponíveis, são determinados através de estudos específicos.

- **Renovação de unidades geradoras**

  De tempos em tempos, a HECO analisa a viabilidade de desativar certas unidades geradoras, utilizando-as como reserva ou recursos de emergência, ou substituindo-as por novas unidades. Os fatores considerados nessa avaliação incluem, mas não são limitados a estes, a idade e as condições de geração da unidade, a eficiência da unidade, os benefícios que as unidades fornecem para o

sistema, a repotenciação da unidade, e os custos e benefícios associados com uma unidade nova de geração. A análise específica é realizada no processo de integração.

- **Análise de Integração**

  É o processo no qual os recursos de demanda, de oferta e geração distribuída, são integrados dentro de um plano em diferentes combinações. O objetivo é atender a previsão de demanda de eletricidade, assim como minimizar os custos totais dos recursos e manter as emissões de GEE dentro das restrições.

  O processo é dividido em quatro fases: 1. Desenvolvimento de cenários; 2. Desenvolvimento de um plano referencial preliminar; 3. Análise de sensibilidade sobre o plano referencial preliminar; e 4. Desenvolvimento do plano de referência.

  As três primeiras fases da análise são realizadas com o programa computacional *Ventyx Strategist*[65]. A quarta fase, o desenvolvimento do plano de referência, requer dados de entrada do grupo de gerenciamento e planejamento da HECO.

  Entre os itens da análise estão atendimento ao Padrão de Carteira Renovável, atendimento às questões do aquecimento global, consumo de água potável, gerenciamento pelo lado da demanda, geração distribuída despachada pela concessionária (em ciclo combinado de calor e eletricidade do cliente), confiabilidade, impactos para o cliente (custos), alto nível de confiabilidade do sistema, análise do sistema de transmissão, diversidade de combustíveis, geração eficiente por combustíveis fósseis e armazenamento de combustíveis com baixo teor de enxofre.

---

[65] *Ventyx Strategist* é um programa computacional que visa ao planejamento integrado de recursos para a indústria de energia. Desenvolvido pela Ventyx.

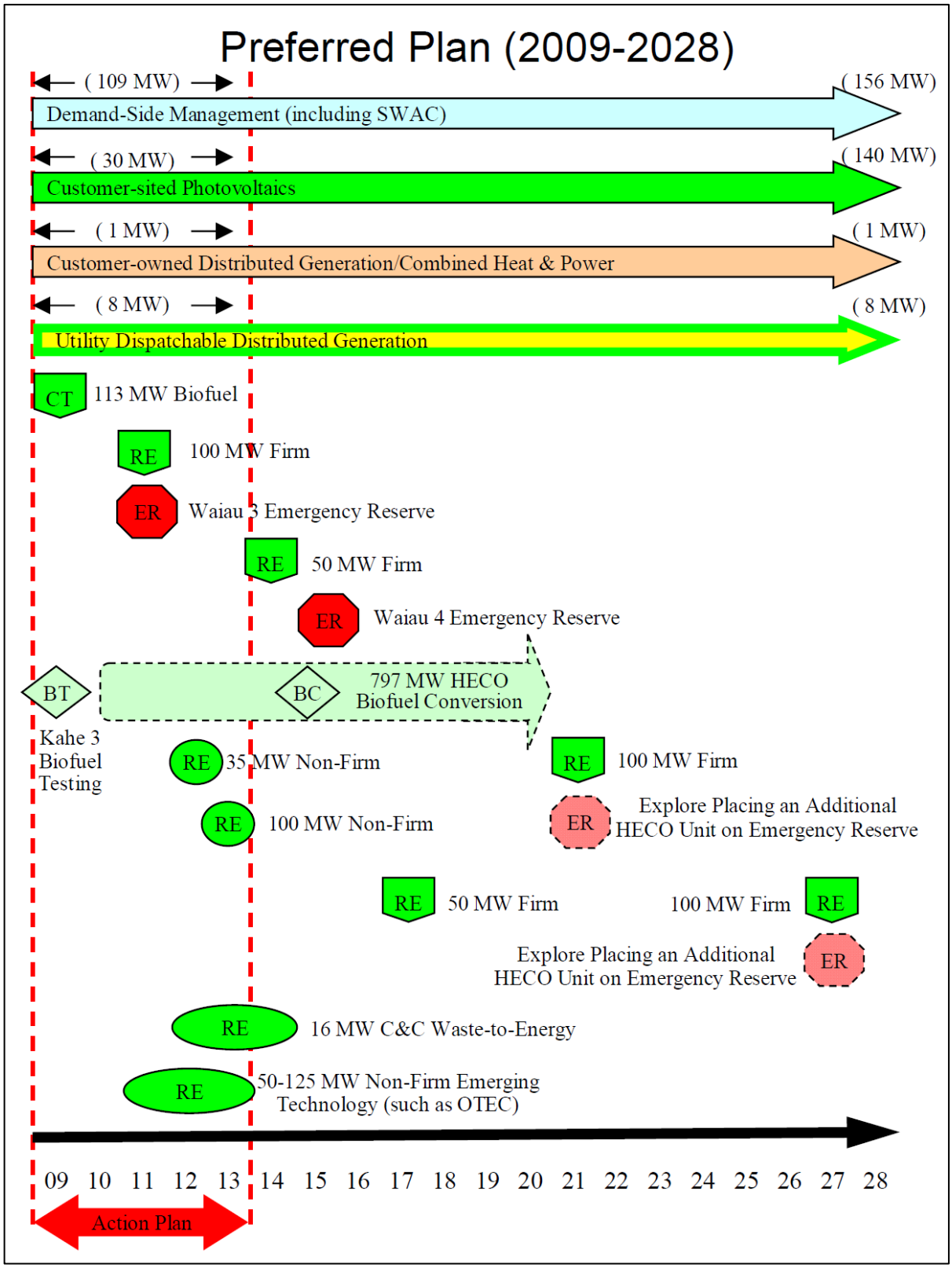


Figura I2 Plano Preferencial IRP-4 do HECO 2009-2028

Fonte: HECO Hawaiian Electric Company (2008).

- **Plano Preferencial**

  O plano preferencial é um plano de 20 anos, que identifica os blocos de energia que serão selecionados para o processo de licitação. O processo de licitação é regulamentado pela portaria nº 23121, que institui os procedimentos de avaliação e licitação para a capacidade de geração nova. O desenvolvimento do plano preferencial incorpora também as restrições que não foram modeladas nas análises anteriores e identifica se existe algum impedimento para o processo de licitação.

  No plano preferencial, são seguidas as condições e as exceções fornecidas pela estrutura do procedimento de licitação. Dentre as condições especificadas no plano preferencial pela HECO, estão os que beneficiam o Havaí e a concessionária, e as determinadas condições requisitadas pela concessionária para a PUC para renúncia do processo licitatório, devido a fatores desfavoráveis justificados.

- **Plano de Ação**

  De acordo com o IRP-4, aos recursos do lado da demanda, a HECO seguiu no gerenciando sete programas até seis meses depois de janeiro de 2009, quando esses projetos foram transferidos para administração terceirizada. Apesar disso, dois programas de atendimento à demanda foram mantidos. A concessionária segue avaliando os custos e os benefícios de programas de gerenciamento, como a infraestrutura de medições avançadas para facilitar o Programa de Gerenciamento de Cargas. Também continua a implementação do Programa Solar Piloto e o programa de conscientização de clientes residenciais.

  No lado dos recursos de oferta, os cinco anos do plano de ação incluem as atividades de planejamento, licenciamento, engenharia e construção para atender as datas de operação comercial dos recursos licitados. Para o atendimento das questões relativas ao desenvolvimento de energias renováveis no Havaí, a HECO desenvolve atividades de pesquisa, desenvolvimento e demonstração, visando acelerar a pesquisa de tecnologias emergentes que não apresentam disponibilidade comercial e viabilidade econômica no momento.

Observações sobre o processo do IRP-4

Em março de 2011 a Comissão publicou uma ordem (no rol n° 2009-0108) para revisão da estrutura do IRP que orienta o planejamento de recursos energéticos por empresas de eletricidade e gás no estado do Havaí. Além de incorporar o planejamento de cenários com energia limpa, a meta revisada é de desenvolver um plano de ação que determinará como a concessionária de energia irá cumprir os objetivos com coerência com as políticas estaduais de energia e metas.

O plano analisado, versão 4 (IRP-4) de 2008, foi enviado ao PUC em setembro de 2008 para aprovação, com as explicações do plano preferencial do IRP e o plano de ação. O plano passou por uma revisão regulatória conduzida pelo PUC, que em 1º de março de 2012 emitiu um despacho para início do Processo do Planejamento Integrado de Recursos das empresas da HECO, baseado na estrutura revisada do IRP 2011.

Sob as novas diretrizes do IRP, uma entidade independente foi selecionada para realizar a supervisão imparcial do processo e facilitar a participação do grupo consultivo. A entidade independente criou um *website*[66] para facilitar a comunicação com o grupo consultivo. (HECO, 2012).

[66] www.irpie.com

APÊNDICE J. SÍNTESE METODOLÓGICA DO PNE 2030

Os estudos do Plano Nacional de Energia 2030 (PNE 2030) são formados por dezenas de notas técnicas, elaboradas pela EPE, que documentam as análises e pesquisas realizadas. Os estudos podem ser divididos em quatro grandes grupos: Módulo macroeconômico, Módulo de demanda, Módulo de oferta e Estudos finais. A figura a seguir ilustra a estrutura da metodologia dos estudos do PNE 2030 (BRASIL, 2007d).

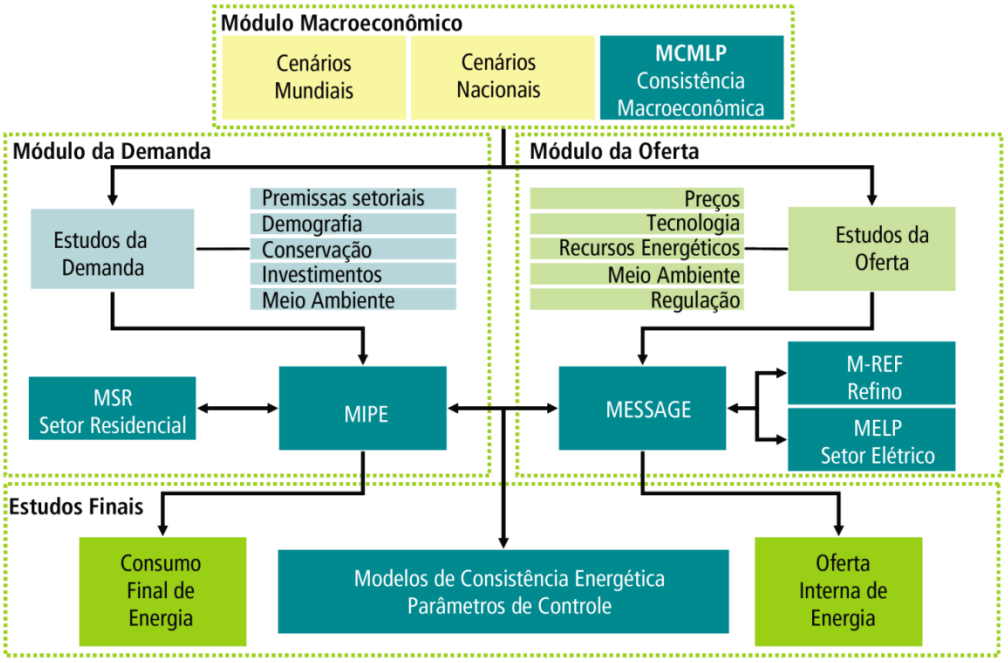


Figura J1 Estrutura da metodologia do PNE 2030

Fonte: Plano Nacional de Energia 2030 (BRASIL, 2007d).

Módulo macroeconômico

Neste módulo, são formulados os cenários[67] de longo prazo para a economia mundial e nacional, e é analisada a consistência macroeconômica. São elaborados cenários exploratórios visando a prospecção de demandas e a oferta de energia. Foram formulados três cenários mundiais baseados em três incertezas críticas:

[67] Para definições de cenários, ver capítulo 6.6.1..

“Padrão de globalização”, “Estrutura do poder político e econômico” e “Solução de conflitos”.

a) **Mundo Uno:** Onde os países mostram-se integrados política e economicamente, compartilhando vantagens comparativas, ideias e experiências, equilíbrio de forças políticas e soluções de conflitos. Taxas de crescimento mundial superior à média dos últimos 30 anos;

b) **Arquipélago:** O mundo é caracterizado por uma conexão assimétrica nas relações econômicas e na difusão tecnológica. Há uma polarização na estrutura político-econômica mundial e em conflitos localizados. A taxa de crescimento mundial reproduz, apesar de ser ligeiramente inferior, a evolução dos últimos 30 anos;

c) **Ilha:** As relações entre os países são instáveis, há protecionismo, lenta recuperação econômica e divergências acentuadas. Taxas de crescimento mundial relativamente baixas, comparáveis ao início dos anos 30 do século passado.

Para os cenários nacionais, foram considerados em sua formulação as potencialidades e os obstáculos a serem superados pelo país, e assim elaborados quatro cenários nacionais:

a) **Na crista da onda:** Associado ao cenário “Uno” mundial, em que o país potencializa os pontos positivos e remove os obstáculos. Cenário caracterizado por alto nível de produtividade e desenvolvimento econômico;

b) **Surfando na marola:** Associado ao cenário “Arquipélago” mundial. O crescimento da economia supera moderadamente o mundial, no entanto, ainda existem problemas internos;

c) **Pedalinho:** Associado ao cenário “Arquipélago” mundial. A economia cresce na média mundial, por problemas estruturais internos;

d) **Náufrago:** Associado ao cenário “Ilha” mundial. O país é afetado pelo cenário mundial em dificuldades, infraestrutura interna deficiente, competitividade reduzida. Mantém o crescimento igual à média mundial do cenário “Ilha”.

A verificação de consistência desses cenários e das suas trajetórias foi baseada na aplicação do Modelo de Consistência Macroeconômica de Longo Prazo (MCMLP), adaptado pela EPE de uma modelagem proposta pelo Banco Mundial.

Dentre os principais dados de entrada do modelo, estão: taxa de crescimento do PIB, crescimento demográfico, crescimento do comércio mundial (vinculado à taxa de crescimento da economia global), política fiscal e monetária (superávit primário e taxa real dos juros básicos), investimento externo direto (como proporção do PIB), evolução da produtividade total dos fatores.

As principais variáveis resultantes do modelo (indicadores em % do PIB) para análise de consistência macroeconômica são representadas por: dívida líquida, taxa de investimento, saldo da balança comercial, saldo da conta corrente.

> A ideia central do MCMLP é a de que o movimento das variáveis endógenas, como função da evolução das variáveis exógenas, atenda a restrição de que, em um dado período, o dispêndio nacional seja totalmente financiado doméstica ou externamente. Portanto, o MCMLP leva em consideração a relação entre o crescimento de longo prazo e a disponibilidade de seu financiamento (EPE, 2010).

Após a consolidação macroeconômica dos cenários, estes são avaliados por especialistas, bem como são realizadas análises com referências disponíveis, para, então, ser selecionado um cenário macroeconômico como referência para o desenvolvimento dos demais estudos.

Módulo de Demanda

Neste módulo são estabelecidas premissas setoriais, demográficas e de conservação de energia. Para a quantificação do cenário demográfico é utilizado o Modelo de Estimativa de Parâmetros Demográficos (MEDEM), desenvolvido pela EPE e baseado na modelagem proposta pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A partir da projeção do IBGE é realizada uma estratificação da população por regiões, taxa de urbanização e população por domicílio, conforme requerido nos estudos do PNE e adequando para o horizonte de planejamento pelo método tendencial.

Para o consumo do setor residencial, especificamente, foi utilizado o Modelo de Projeção de Demanda Residencial de Energia (MSR), desenvolvido pela EPE. O modelo do tipo *bottom-up*[68], calcula a demanda do consumidor residencial através da posse e do uso do equipamento eletrodoméstico, sendo sua calibração realizada pelos dados do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). Através deste modelo são incorporadas premissas relativas à eficiência energética no setor.

Módulo de Oferta

Este módulo é composto por estudos dos recursos energéticos, envolvendo aspectos relacionados a tecnologia, preços, meio ambiente, competitividade econômica das fontes e impactos de regulação.

Cenários de preços de petróleo e gás natural: São analisados somente os cenários de preços do petróleo e do gás natural. Adota-se considerações da evolução dos preços pelo contexto político-econômico, principalmente na área de produção da OPEP, e projeta-se a variação de preços do petróleo para o ano de 2030. Realiza-se também uma análise conjuntural de um maior e de um menor crescimento econômico mundial, amparados pelo aumento de tecnologias,

[68] É a progressão para cima dos níveis mais baixos, a partir de uma organização estratificada ou de um sistema (*Dicionário Webster*).

investimento em refino, veículos híbridos, justificando a evolução de preços no referido período. O retorno financeiro da exploração e da produção de petróleo nacional dependeria do preço alto no mercado. Nos cenários do preço do gás natural, foram considerados os mesmos condicionantes do petróleo. Os valores históricos foram baseados no preço *Henry Hub*[69], nos Estados Unidos, sendo referenciados do mercado do Atlântico.

Recursos de Oferta para Eletricidade

Geração hidrelétrica: O PNE 2030 baseia-se na justificativa do Plano Nacional de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015 (PDEE 2006-2015) para expansão da oferta na hidroeletricidade. No entanto, verifica-se que, para o atendimento do consumo de energia elétrica em 2030, será necessário compor a expansão com outras fontes, especialmente, pelo lado da demanda, da parcela viável de eficiência energética que pode ser implementada. Foram adotadas algumas hipóteses para avaliação do potencial hidrelétrico brasileiro no horizonte de planejamento:

a) Potencial passível de ser aproveitado até 2015 (PDEE 2006-2015);
b) Aproveitamento do potencial da bacia do Amazonas (dividido em: até 2020[70], e após 2020);
c) Aproveitamento do potencial das bacias após 2015;
d) Aproveitamento do potencial remanescente (não considerado no horizonte de estudo).

Como resultado, o PNE 2030 apresenta, por bacias hidrográficas (Amazonas, Tocantins/Araguaia e demais), o potencial de geração dos recursos hídricos em GW nos seguintes potenciais: Aproveitado, Em Construção, Com Concessão Outorgada, Expansão Potencial entre 2009-2015 e Expansão Potencial após 2015. Com essas

[69] O *Henry Hub* é o centro de distribuição de gás natural nos EUA, pertencente à empresa *Sabine Pipe Line LLC*. O *Henry Hub* se interliga com nove gasodutos interestaduais e quatro intraestaduais. Devido à sua capacidade de interconexão e histórico de prestação de serviço de transporte, em 1989 foi selecionada pela *New York Mercantile Exchange* (NYMEX) como o mecanismo mundial de fixação de preços de contratos futuros de gás natural negociados no NYMEX (SABINE, 2012, tradução nossa).

[70] Considera-se que, para esse potencial, não há restrições ambientais consideráveis.

hipóteses, chega-se a um potencial hidrelétrico estimado para 2030 de até 174 GW. São ressaltadas no PNE 2030 que as estimativas de potencial apresentadas são as indicadas para elaboração de estudos específicos. Através de estudos específicos estratégicos, resultarão a efetiva evolução da capacidade instalada e a participação na matriz energética no longo prazo, além de avaliação de otimização, custos gerais e específicos (impactos ambientais e externalidades), etc.

Urânio: A estimativa do potencial do uso do urânio como fonte primária para geração de energia elétrica no horizonte de planejamento se calcula a partir da disponibilidade do energético. Para a elaboração do potencial para geração de energia elétrica teórica foram admitidas três hipóteses, associadas à classificação das reservas nacionais:

a) Hipótese 1: recursos limitados pelas reservas medidas e indicadas definidas com custo de exploração inferior a US$ 40/kg urânio;
b) Hipótese 2: recursos limitados pelas reservas medidas e indicadas definidas com custo de exploração entre US$ 40/kg e US$ 80/kg urânio;
c) Hipótese 3: recursos limitados pelas reservas medidas, indicadas e inferidas definidas com custo de exploração inferior a US$ 80/kg urânio.

Para a estimativa do índice de consumo de urânio para geração de eletricidade, foi adotado o valor em estudo do *Massachusetts Institute of Technology* sobre o futuro da energia nuclear. O fator de capacidade considerado foi de 85%, normalmente aceito e confirmado na experiência operativa de Angra 1 e 2 nos últimos cinco anos.

Como resultado, o PNE mostra que há disponibilidade suficiente para consideração da geração nuclear como alternativa no horizonte de planejamento, sendo apresentados os potenciais de geração para os cenários 1, 2 e 3, por volume de reservas, potencial total em MW, potencial de novas usinas MW e quantidade de novas usinas.

Carvão Mineral: Assim como com o urânio, a estimativa do potencial do uso do carvão mineral[71] como fonte primária para geração de energia elétrica no horizonte de planejamento se calcula a partir da disponibilidade do energético. Para a avaliação do potencial de geração de eletricidade a partir do carvão mineral, considerando a parcela nacional, foram elaborados dois cenários:

a) Cenário conservador: o potencial está limitado ao volume conhecido da reserva medida;
b) Cenário otimista: o potencial considera o crescimento das reservas medidas em 40% no período.

No cenário otimista, considera-se a evolução das reservas a partir de 2015, devido às retomadas de investimentos em estudos prospectivos na área do carvão mineral, que se encontram paralisadas no Brasil há 20 anos. Adicionalmente, devido às características do carvão nacional, foi considerado que 90% desse combustível seria utilizado para geração de energia elétrica. Foram adotadas as seguintes hipóteses de cálculo para o potencial de geração de eletricidade com o carvão nacional:

a) Consumo unitário: 800 e 1200 kg/MWh;
b) Rendimento: 35%;
c) Fator de capacidade médio operativo: 60%;
d) Vida útil: 175.000 horas, equivalente a um período de 25 anos, com fator de capacidade de 80%, ou cerca de 35 anos, com fator de capacidade de 60%;
e) Equivalência energética: 1 kWh = 860 kcal;
f) Fator de recuperação médio das jazidas de 70%.

Como resultado é apresentado o potencial de geração de eletricidade a partir do carvão nacional em MW para os cenários conservador e otimista, categorizados pelo consumo médio das futuras usinas (1200 kg/MWh, 1000 kg/MWh e 800 kg/MWh). Verifica-se que o potencial é elevado de geração termelétrica com o carvão mineral nacional. Considerando uma potência unitária de 500 MW, a atual tecnologia e as

[71] O carvão mineral é uma mistura de hidrocarbonetos formada pela decomposição de matéria orgânica durante milhões de anos, sob determinadas condições de temperatura e pressão (MME, 2007c).

reservas medidas, existe a disponibilidade de 34 novas usinas operando com fator de capacidade de 60% por 35 anos. Para as estimativas do potencial de geração de energia elétrica no Brasil a partir do carvão importado, foi verificada a quantidade demandada do mineral para suprir um parque de usinas termelétricas. Consideraram-se para isso as mesmas hipóteses para os cálculos com o carvão nacional, tomando como base de poder calorífico do carvão os minérios da África do Sul, Colômbia e Austrália, com poderes caloríficos entre 5.000 e 7.500 kcal/kg. Os cálculos foram realizados para os parques geradores com potências de 1.000, 5.000 e 10.000 MW.

Como resultado, é apresentada uma tabela com a quantidade demandada de carvão mineral importado para geração de energia elétrica em milhões de toneladas ano, categorizadas por poder calorífico, potência do parque, e rendimento (35%, 40% e 45%). O PNE 2030 considera, levando em conta o horizonte de 25 anos, admissível a instalação de termelétricas com carvão importado.

Petróleo e derivados: A referência utilizada para quantificação de recursos foram os estudos do *U.S Geological Survey*[72] (USGS), que avalia o potencial de recursos de petróleo e gás natural ainda não descobertos no mundo. Na perspectiva de produção de petróleo, considerou-se que, com os investimentos da Petrobras nas concessões, o país mantivesse a autossuficiência obtida de 2006 até o final do horizonte de planejamento. O Modelo de Estudo do Refino (M-Ref) é um modelo desenvolvido pela EPE, baseado em metodologia do COPPE, utilizado para o dimensionamento da expansão do parque de refino de petróleo e adequado à expansão correta de derivados.

Gás Natural: A quantificação das reservas provadas[73] nacionais foi obtida de dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP), 2006. Para a quantificação das reservas não provadas, dentro do horizonte de longo prazo, foram utilizadas as estimativas de recursos totais não descobertos de gás natural da USGS. São apresentadas as

---

[72] USGS é uma organização científica, do governo dos Estados Unidos, fundada em 1879, que provê informações sobre o ecossistema e meio ambiente, os recursos naturais, os desastres naturais e os impactos das mudanças do clima e do uso da terra.

[73] São as de melhor estimativa possível, com cerca de 90% de confiabilidade.

estimativas de recursos totais não descobertos de gás natural em bilhões de m^3, de acordo com as bacias de exploração baseado nos dados do USGS. A estimativa de produção é dividida em três períodos:

a) Até 2011: os dados são do Plano de Negócios 2007-2011, da Petrobras;
b) 2012 a 2016: utilizam-se como referência o PDEE 2007-2016;
c) Após 2016: são considerados como referência dados do Plano de Negócios da Petrobras para estimativas de expansão da produção até 2030.

Como resultado, é apresentada uma tabela de projeção das reservas e da produção nacional de gás natural para os anos 2005, 2010, 2020 e 2030 em milhões m^3/dia, reservas em bilhões m^3 e a razão reserva/produção em anos.

A determinação do potencial energético para geração de energia elétrica advinda do gás natural se calcula a partir de sua disponibilidade. Duas análises foram realizadas: primeiro, o uso concorrente da fonte para fins não energéticos, nas indústrias química e siderúrgica, como para outros setores energéticos; segundo, disponibilidade do recurso fortemente dependente de esforços exploratórios e de produção interna, disponibilidade de projetos internacionais, etc. Ambas dependem da atratividade do mercado e de estratégias de agentes do setor. Para a estimativa do potencial de geração, foram consideradas também duas situações:

a) Expectativa em médio prazo, considerando a estimativa de oferta de gás natural em 2011, do Plano de Negócios 2007-2011 da Petrobras, e dos resultados do Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015;
b) Projeções até 2030.

Foram adotadas as seguintes hipóteses de cálculo para o potencial de geração de eletricidade com gás natural:

a) Rendimento da conversão: 45%;
b) Fator de capacidade: entre 40% e 90%;
c) Toda a expansão se fará em um ciclo combinado, de maior eficiência;

d) O consumo do gás natural para uso não termelétrico evoluirá conforme projeções.

Como resultados, o PNE 2030 apresenta uma tabela com o potencial de geração elétrica a gás natural em MW, para 2030, considerando as proporções de importação de gás natural previstas.

Biomassa: Os dados obtidos como referência à quantificação das principais culturas produzidas no país foram obtidos através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Ministério do Planejamento e Gestão (MP) e Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Avaliou-se como expressivo o conteúdo energético dos resíduos agropecuários e agroindustriais quantificados. No entanto, somente para a biomassa de cana-de-açúcar, que possui bem desenvolvidas as etapas de recuperação e aproveitamento energético, foi avaliado o potencial de geração de energia elétrica, sendo considerado como a melhor referência disponível. Foram adotadas as seguintes hipóteses de cálculo para o potencial de geração de eletricidade com a biomassa de cana-de-açúcar:

a) Aumento da produção de cana-de-açúcar e etanol;
b) Aumento proporcionado pela recuperação da palha;
c) Redução proporcionada devido à aplicação na hidrólise;
d) Cenários de participação das tecnologias de geração termelétrica na expansão;
e) Renovação do setor sucroalcooleiro;
f) Geração de energia elétrica específica através da biomassa.

A estimativa da capacidade de geração de energia elétrica excedente foi calculada utilizando com referência os valores de geração estimados e os fatores de capacidade de cada tecnologia.

Como resultados, o PNE 2030 apresenta uma tabela com o potencial de geração de energia elétrica excedente a biomassa de cana-de-açúcar em MW, para 2030, regionalizado pelas regiões brasileiras de 2005 a 2030.

Energia Eólica: Destaque ao Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA). A estimativa de potencial de geração de energia elétrica pela fonte eólica é baseada no Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, elaborado pelo Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL), publicado em 2001.

Resíduos Sólidos Urbanos: Através de estimativas da produção *per capita* de resíduos urbanos no Brasil, considerando as frações do material orgânico e reciclável no ano de 2030, calculou-se o potencial de produção de energia elétrica a partir dos resíduos urbanos, segundo as opções tecnológicas disponíveis. Como resultados, o PNE 2030 apresenta uma tabela com o potencial de geração de energia elétrica com resíduos urbanos em MW, para 2030, em função das tecnologias disponíveis (biogás de aterros, digestão anaeróbica, incineração e ciclo combinado otimizado).

Energia Solar: No PNE 2030, foi considerado que o aproveitamento de energia solar fotovoltaica, interligada à rede, seria pequeno durante o maior período do horizonte de planejamento. O motivo é o custo das células fotovoltaicas estimados para o referido período.

Outras Fontes Renováveis: A energia dos oceanos, através das correntes das ondas e das marés, como alternativa energética, teve seu aproveitamento considerado incipiente.

Transmissão de Energia Elétrica

No que se refere à interligação do sistema isolado da região norte no SIN, o plano não apresenta um estudo específico, baseando-se em informações do PDEE 2006/2015, e citando possibilidades alternativas do futuro desse sistema.

Tecnologia

O PNE 2030 identifica o potencial de novas tecnologias no horizonte 2030. Entre os recursos, estão: etanol por hidrólise, gaseificação da biomassa, célula a combustível, e utilização de hidrogênio entre outras (BRASIL, 2007d, p. 33).

Análise Socioambiental

No que se refere aos aspectos socioambientais no setor energético, o documento aborda essencialmente o potencial hidrelétrico da Região Norte, com soluções principais e alternativas, como etanol, biodiesel, óleos vegetais, biomassa, nuclear, centrais eólicas e resíduos urbanos para a expansão da oferta energética. Discorre sobre as áreas de conservação e de terras indígenas definidas nos planos federal, estadual e municipal, e dos aumentos potenciais de custos de transações sobre esses projetos hidrelétricos, além de recomendar estudos de planejamento nessas áreas que minimizem ou mitiguem os impactos causados pelas hidrelétricas. O plano indica a expansão do parque termelétrico para complementar a expansão da oferta de eletricidade a partir de combustíveis fósseis, em particular, o gás natural e o carvão, que inevitavelmente aumentarão as emissões adicionais de gases de efeitos estufa.

Produção de Energia Elétrica: A análise foi baseada nos critérios constantes nos trabalhos publicados em 1994 pelo Comitê Coordenador das Atividades de Meio Ambiente do Setor Elétrico (COMASE), que compreendem usinas hidrelétricas, térmicas convencionais e sistemas de transmissão. Foram, dessa forma, criados indicadores ambientais em três temas: atmosfera (mudanças climáticas e qualidade do ar), água e solo. Os impactos considerados são incorporados no custo das tecnologias analisadas. Com relação às termelétricas por combustíveis fósseis, são estimados os fatores de emissão de CO_2 em: gás natural: 55,87 t/TJ; derivados de petróleo: 76,66 t/TJ; carvão mineral: 94,10 t/TJ (PNE 2030, p. 210). Como forma de considerar esses efeitos de emissões de particulados óxidos de enxofre (SO_x) e de nitrogênio (NO_x) nos estudos, são adicionados ao investimento de termelétricas itens de custo em equipamento de controle ambiental.

Quanto à geração de energia elétrica, a partir de fontes renováveis (biomassa de cana-de-açúcar, resíduos urbanos, centrais eólicas e pequenas centrais hidrelétricas), é considerado que os impactos socioambientais são pequenos. As centrais hidrelétricas com grande potencial de expansão na Região Norte foram avaliadas estrategicamente nos seguintes parâmetros: terras indígenas e unidades de conservação. Considerando esses dois parâmetros, o potencial energético das grandes hidrelétricas foi dividido em cinco categorias, e, de acordo com a classificação, ordenado no tempo, tornando-se como princípio geral retardar o aproveitamento avaliado como de maior complexidade ambiental.

Petróleo e derivados: A análise ambiental é qualitativa. Discorrem sobre os impactos da execução normal das atividades, riscos de acidentes com derramamento de óleo, resíduos de refinarias e emissões por fontes móveis (automóveis etc.).

Gás Natural: A análise ambiental é qualitativa. Discorre sobre os impactos causados pela expansão da oferta do gás natural, seguem o mesmo perfil da exploração de petróleo, por suas produções estarem associadas ou apresentarem o mesmo perfil.

Biomassa: A análise socioambiental é qualitativa. Discorre sobre impactos da monocultura, da plantação de cana-de-açúcar, impactos na produção de açúcar e álcool. A queima da biomassa foi considerada de balanço nulo em emissões de CO_2 e não consideradas as emissões de particulados SO_x e NO_x. Benefício socioeconômico: qualitativo.

Urânio: A análise socioambiental é qualitativa. Ressalta-se no volume 7 do PNE 2030 que as informações são essencialmente qualitativas e devem ser consideradas como indicativas, pois estudos mais detalhados de impactos ambientais são necessários para suporte e decisão.

Estudos Finais

Neste módulo, é realizada a integração dos módulos de oferta e demanda, incluindo reavaliação de projetos iniciais de consumo de energéticos, aspectos políticos, estratégicos, institucionais e de segurança energética.

Estudos - Módulo de Demanda

O resultado do módulo de demanda é a projeção do consumo final de energia. Para as projeções de consumo final foi utilizado o Modelo Integrado de Planejamento Energético (MIPE), do tipo *bottom-up*[74], desenvolvido na Coordenação de Programas de Pós-graduação em Energia da Universidade do Rio de Janeiro (COPPE – UFRJ). A utilização desse modelo possibilita a integração entre a projeção de consumo aos cenários macroeconômicos e apresenta o consumo energético de todas as fontes em cada um dos setores da economia.
A demanda por energia elétrica, especificamente, incorpora premissas de eficiência em seu uso.

Estudos - Módulo de Oferta

Para a expansão da oferta, foi utilizado o Modelo de Planejamento da Expansão da Geração de Longo Prazo (MELP), desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) e aplicado para otimização da expansão da oferta de desse tipo de energia. O modelo determina uma trajetória da expansão de tal energia minimizando os custo da expansão e da operação ao considerá-los nas interligações dos subsistemas no período de tempo vigente.

As principais variáveis de entrada são as condições hidrológicas (crítica e média) para o cálculo dos fatores de capacidades entre hidrelétricas e termelétricas. Para a

---

[74] Nos modelos *bottom-up,* busca-se fazer uma descrição detalhada da estrutura tecnológica da conversão e do uso da energia, considerando uma representação bastante desagregada da economia. Com esses modelos, é possível identificar potenciais tecnológicos, taxas de reposição de equipamentos e requisitos de capital (EPE, 2005).

decisão econômica, é inserida a taxa de retorno em %. Devido à limitação do modelo, tanto para as usinas hidráulicas quanto térmicas, as energias críticas e médias não variam ao longo do período considerado. Segundo o plano, não há distorções relevantes devido à predominância da hidreletricidade ao parque nacional. Para o crescimento das fontes renováveis, citadas no documento como determinadas por fatores externos ao setor elétrico, foram considerados potenciais energéticos na expansão entre 2015 e 2030 para: PCH, centrais biomassa, resíduos urbanos e centrais eólicas.

O PNE 2030 reporta que o MELP apresentou problemas nas simulações devido à competição entre as fontes convencionais, hidrelétricas e termelétricas. Com isso, foram criadas hipóteses iniciais para simplificação dos estudos, restringindo a totalidade do potencial hidrelétrico disponível. A simulação resulta na indicação da repartição entre hidrelétricas e termelétricas (79% e 21%, respectivamente), sendo que essa proporção já inclui a influência do custo da transmissão.

Com o estabelecimento das proporções entre as usinas termelétricas, baseado nos ritmos de expansão das fontes do plano decenal, resulta uma tabela com os potenciais disponíveis, pelas ditas fontes, subsistemas, para a expansão da oferta de energia elétrica no período de 2015 a 2030. Como resultado da expansão das interligações, a simulação no MELP fornece a indicação dos acréscimos sobre a configuração 2015 (configuração indicada no PDEE 2006-2015) das interligações dos subsistemas do SIN por período em anos. A consistência e a integração dos resultados dos estudos de oferta e demanda foi realizada pelo modelo *MESSAGE*[75], da Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA.

---

[75] *Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts (MESSAGE*) - O *MESSAGE* é projetado para formular e avaliar as estratégias de alternativas de fornecimento de energia em consonância com as restrições definidas pelo usuário sobre novos investimentos, as taxas de penetração de mercado para novas tecnologias, a disponibilidade de combustível e mercado, e as emissões ambientais. O princípio subjacente ao modelo é o aperfeiçoamento de uma função objetivo (por exemplo: menor custo, menor impacto ambiental, o máximo de autossuficiência), sob um conjunto de restrições. A espinha dorsal do *MESSAGE* é a descrição técnico-econômica do sistema de energia modelado. Isso inclui a definição das categorias de formas de energia consideradas (por exemplo: energia primária, energia final e energia útil), os combustíveis (matérias-primas) e tecnologias associadas realmente utilizadas (por exemplo: eletricidade, gasolina, etanol, carvão, aquecimento urbano), bem como serviços de energia (por exemplo: calor útil fornecido por tipo de energia / tecnologia) (IAEA, 2009, tradução nossa).

Eficiência Energética

De acordo com o Plano, foram identificados dois movimentos na projeção de eficiência energética no uso de energia: progresso autônomo e progresso induzido. O progresso autônomo é decorrente de melhoria tecnológica natural, substituição pelo fim da vida útil e alterações decorrentes de programas de eficiência já implantados e em uso no país. A projeção de conservação de energia é baseada na evolução da energia útil e da energia final de cada setor, por tipo de uso. Os dados foram obtidos do Balanço de Energia Útil (BEU) e do Balanço Energético Nacional (BEN). O progresso induzido se refere aos programas de conservação específicos e orientadas a um determinado setor de consumo, por políticas públicas. No PNE 2030, o progresso induzido foi considerado somente no consumo de energia elétrica.

O PNE 2030 apresenta a evolução da eficiência energética por setor pelo progresso autônomo (% do consumo final) para os quatro cenários nos setores: agropecuário, comercial/público, transportes, industrial e residencial. O principal resultado do PNE 2030 é a definição da meta de conservação induzida do mercado de energia elétrica para 2030, dada em %. Foi considerada que uma parcela de 5% da projeção total de consumo evitada como resultado de medidas indutoras de eficiência energética, sendo os efeitos das medidas apresentando-se mais significativamente a partir de 2015.

Com a meta definida para o setor elétrico, são propostas[76] estratégias até 2030, as quais estão divididas em três partes:

a) **Estratégias gerais:** Está entre elas a eficiência energética como opção de investimento no planejamento do setor energético brasileiro; a política de eficiência energética do governo federal; o planejamento de ações de eficiência energética; a ampliação da base de informações e o trabalho de articulação;

[76] Detalhadas no PNE 2030, (BRASIL. 2007d, p. 245-252).

b) **Estratégias estruturantes:** Assegurar recursos para viabilizar as estratégias propostas; monitorar e verificar os resultados; aperfeiçoar o marco geral, de forma a incentivar o mercado de eficiência energética e a construção de uma cultura de combate ao desperdício de energia;

c) **Estratégias operacionais:** Fomentar a inserção de equipamentos, edificações e processos mais eficientes no mercado; reduzir desperdícios de energia junto à população de baixa renda; aperfeiçoar processos e instalações industriais, comerciais e de serviços no ponto de vista estratégico; aperfeiçoar a regulação tarifária para estimular investimentos em eficiência energética; substituir fontes de energia com ganhos na eficiência energética (incluem-se cogeração e geração distribuída); e apoiar a otimização da matriz de transportes no Brasil.

As considerações finais sobre a eficiência energética do PNE 2030, publicado em 2007, fazem menção a um futuro Plano Nacional de Eficiência Energética (atual PNEf[77]), em que estariam detalhadas as diretrizes da política de eficiência energética.

Investimentos

Os investimentos na expansão de oferta do petróleo e de seus derivados ficaram restritos ao setor de petróleo E&P (Exploração e Produção) e Refino. Na área de refino, em que 98% das instalações são controladas pela Petrobras, os investimentos já programados são apresentados no Plano de Negócios da 2007-2011 Petrobras. A partir dessas referências e das previsões de expansão indicados nos estudos, foram estimados os investimentos na expansão até 2030.

Os resultados de investimentos na área de petróleo e derivados são apresentados em uma tabela (US$ bilhões), separados por setores: exploração e produção, refino

[77] O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) foi publicado em 2011 e utiliza como base os planos PNE 2030 e o PDE 2019. As medidas de eficiência energéticas previstas no PNEf são baseadas nas metas propostas no PNE 2030 e PDE 2019 para o final do horizonte de planejamento. Através dessas metas, são elaboradas as projeções anuais de conservação de energia e propostas as linhas de ação.

e outros, com os resultados divididos para o período de 2005-2030, média anual e porcentagem de investimento por setor.

A cadeia de produção de eletricidade, por sua vez, é dividida em três segmentos: geração, transmissão e distribuição. No setor de distribuição de eletricidade, foi assumida como premissa que a taxa de investimento no setor situa-se entre 15 e 20%, tendo como referência a taxa média de investimento no setor entre 1970 e 1987, além de um estudo da consultoria Tendências, na qual os investimentos requeridos mostraram-se, no período de 2003 a 2012.

Os investimentos na rede de transmissão foram baseados nas informações do Plano Decenal de Energia Elétrica 2006-2015 (PDEE 2006-2015) e estimados considerando a expansão da carga, para 2005-2030.

Os resultados são apresentados em uma tabela com os investimentos no setor elétrico, nos setores de geração, transmissão e distribuição, divididos nos períodos de 2005-2030, média anual e em porcentagem de investimento por setor.

APÊNDICE K. SÍNTESE METODOLÓGICA DA MEN 2030

A Matriz Energética Nacional 2030 (MEN 2030) compõe, como PNE 2030, os relatórios principais de planejamento de longo prazo do Brasil. A MEN 2030 apresenta a matriz energética para os anos de 2005, 2010, 2020 e 2030, e os principais indicadores derivados dos resultados projetados. A elaboração do MEN 2030 está estruturada nos seguintes capítulos:

- Capítulo 1: Recursos e Reservas Energéticas;
- Capítulo 2 e 3: Cenários e Cenários de Preços Diretos, respectivamente;
- Capítulo 4: Demanda Projetada de Energia Final;
- Capítulo 5: Expansão da Oferta de Energia;
- Capítulo 6: Análise Consolidada (Energia, Economia e Meio ambiente);
- Capítulo 7: Análise Socioambiental e Indicadores de Energia;
- Capítulo 8: Políticas Energéticas Governamentais para o setor energético, e recomendações.

Recursos e Reservas Energéticas

Potencial Hidrelétrico: O potencial hidroelétrico brasileiro foi baseado na estimativa disponível no Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica – PDEE 2006-2015. Era considerado como a melhor estimativa disponível, na época, do potencial hidrelétrico brasileiro. É realizada uma comparação com o potencial tecnicamente aproveitável hidrelétrico de outros países (BRASIL, 2007a, p. 23).

Petróleo: As estatísticas das reservas totais de petróleo são baseadas nos dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), tanto para as reservas terrestres quanto para as que se localizam no mar (*off-shore*). O principal indicador para uma perspectiva em médio prazo das reservas de petróleo é a razão R/P,[78] fornecida pela ANP. São apresentadas estimativas da razão R/P de alguns países e regiões, de acordo com a *International Energy Agency* (IEA).

[78] Relação entre reservas provadas e produção medida, em anos.

Gás Natural: As situações das reservas brasileiras de gás natural, tanto as reservas terrestres quanto em campos no mar, são baseadas em informações da ANP. As informações dos gasodutos em operação, construção, projetados e em estudo no Brasil foram obtidas no Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis (CTGÁS), dados de 2006. As perspectivas de médio prazo da oferta de gás natural no Brasil são extraídas de dados do Plano Diretor da Petrobras e do *website* da empresa.

Carvão Mineral: As informações referentes às reservas mundiais recuperáveis de carvão (bilhões de toneladas) são obtidas da *International Energy Outlook* (IEO) da EIA, ano 2006. Os dados de reservas de carvão mineral são obtidos dos anuários estatísticos do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). O DNPM é vinculado ao MME, e define os critérios de quantificação das reservas minerais brasileiras. São apresentadas as tabelas com as reservas de carvão (medida, indicada e inferida) por unidade de federação (Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina) em milhões de toneladas, e tabelas por jazidas nesses estados, em função de poder calorífico, porcentagem de carbono, cinzas e enxofre.

Estrutura do parque de refino: Os dados da infraestrutura de refinarias e dutos são obtidos da ANP. Com relação ao parque de refino, os dados são oriundos do Plano Decenal de Refino, da Petrobras. As estimativas de expansão da estrutura de refino são obtidas do Plano de Negócios da Petrobras. São comparados internacionalmente a capacidade e a complexidade de refino, verificados os principais condicionantes da expansão do parque de refino no país e a logística.

Cenários de Preços Diretores

Os cenários macroeconômicos elaborados consideram as mesmas premissas adotadas no PNE 2030.

Petróleo e Gás Natural: Para o cenário de preços diretores nacional do petróleo e gás natural no MEN 2030, as informações são equivalentes às do PNE 2030 (Item: 4.3.3).

GNL: O MNE apresenta o contexto dos preços do GNL internacionalmente nos EUA, Europa e Ásia, e suas correlações de preços com o gás natural ou o petróleo bruto. É apresentada, neste capítulo, a projeção do preço do GNL comparada com o preço do gás natural nos EUA até 2029, baseada em informações da *Energy Information Administration* (EIA) e *Annual Energy Outlook* (AEO).

Carvão: Para as projeções dos preços do carvão no mercado internacional foram utilizados dados da Agência Internacional de Energia (IEA), ano 2005. E as análises utilizaram como referência informações da *Annual Energy Outlook* (AEO), ano 2006. No cenário nacional, utilizando-se de modelos econométricos de produtividade, é estimado o valor do preço médio nacional por tonelada. Na hipótese de importação, considera-se como referência o carvão da África do Sul, que, compondo com as estimativas do *International Energy Outlook* (IEO) e as condições específicas de importação, tiveram seus preços CIF[79] foram estimados por tonelada.

Demanda Projetada de Energia Final

São realizadas prospectivas do consumo final energético por setores da economia em função do PIB (US$), por tep[80] e em %, no horizonte de planejamento. A partir desses dados, é realizada uma análise comparativa de indicadores para o cenário "Surfando na onda", com as previsões de outros países. Considerando a diretriz

---

[79] *CIF* (*Cost, Insurance, Freight*): O vendedor tem, como obrigação e responsabilidade, o desembaraço da mercadoria para exportação, entregue, arrumação a bordo do navio no porto de embarque, ambos indicados pelo comprador, na data e no período acordado. Além disso, o vendedor contrata e paga o frete, os custos e o seguro relativos ao transporte da mercadoria até o porto de destino combinado (CAMEX, 2011).

[80] Tonelada Equivalente de Petróleo. Unidade de energia. A tep é utilizada na comparação do poder calorífero de diferentes formas de energia com o petróleo. Uma tep corresponde à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão (ANEEL, 2008). Uma tonelada de petróleo equivale a 10^{10} calorias, 11,63 MWh ou 41,8 GJ, e têm base no poder calorífico dos combustíveis, podendo variar conforme a região e a época. Segundo critério da IEA, um tep no Brasil, no ano 2000 (tep brasileiro), equivalia a 1,02 tep de referência nos balanços internacionais (GOLDEMBERG; LUCON, 2008).

básica de priorização de uso de energia renovável na projeção de consumo final de energia, fontes como biomassa, eólica e aproveitamentos de resíduos urbanos tiveram suas participações incrementadas nas projeções. As seguintes premissas foram consideradas: aumento da eletrificação, continuidade da expansão de gás natural, maior penetração dos combustíveis renováveis, crescimento do carvão mineral e crescimento residual da lenha e do carvão vegetal. Como resultados, são apresentadas tabelas de projeção de consumo final de energia (em milhares de tep), Detalhamento do Consumo de Derivados de Petróleo (em mil m^3) e a Evolução da Participação das Fontes no Consumo Final de Energia (em %), todos relacionados ao cenário “Surfando na onda”. Apresentam-se também tabelas de consumo energético final por fontes e setores (em milhões de tep e em %). Em seguida, as análises qualitativas setoriais.

Expansão da Oferta de Energia

Verifica-se que são adotadas as mesmas premissas e análises utilizadas no PNE 2030 para as fontes energéticas. Adicionalmente para o gás natural, no MNE 2030, é apresentada uma tabela com os movimentos de comércio mundial de gás natural liquefeito em 2005 (milhões de toneladas), baseado em dados da *British Petroleum* de 2006.

Análise Consolidada

O MEN 2030 apresenta as mesmas informações do PNE 2030. No entanto, incorpora a apresentação de indicadores energéticos, sociais e setoriais, e análise de sensibilidades e cenários alternativos. São realizadas variações em um número pequeno de parâmetros representando a análise de sensibilidade. E, nos cenários alternativos, ocorre um número maiores de parâmetros, mantendo premissas fundamentais do cenário padrão. Como resultados, são apresentados a tabela de indicadores sociais, econômicos e setoriais relacionados com energia, e a evolução da oferta de energia interna em milhões de tep e em %, nos anos de 2005, 2010, 2020 e 2030.

Análise socioambiental

Neste capítulo, são apresentados os indicadores de energia escolhidos nas referências de relatórios da Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) e o *New Zealand Energy Indicators* 2006, do Ministério de Desenvolvimento Econômico da Nova Zelândia. São analisadas a segurança energética no horizonte 2030 e a diversidade de fontes de energia na matriz. Apresentam-se como resultados tabelas de indicadores de economia de energia para o cenário de referência, de indicadores socioambientais, de usos de energia, e de segurança energética.

Políticas Públicas Governamentais para o Setor Energético

São apresentadas recomendações de diretrizes políticas com relação à articulação entre as políticas energéticas, social, econômica e ambiental no Brasil. As recomendações na segurança energética de abastecimento, modicidade tarifária, participação das energias renováveis, incentivo à eficiência energética em produção, pesquisa e desenvolvimento, e a busca de utilização da tecnologia nacional. São realizadas análises de diretrizes políticas específicas para cada fonte energética (BRASIL, 2007c, p. 207).

APÊNDICE L. SÍNTESE METODOLÓGICA DO PDE 2021

O Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (PDE 2021) considera uma integração de oferta e demanda de recursos energéticos no período de 2012 a 2021. A elaboração desse documento está estruturada nos seguintes capítulos:

Capítulo 1: Premissas básicas;
Capítulo 2: Demanda de energia;
Capítulo 3: Geração de energia elétrica;
Capítulo 4: Transmissão de energia elétrica;
Capítulo 5: Produção de petróleo e gás natural;
Capítulo 6: Oferta de derivados de petróleo;
Capítulo 7: Oferta de gás natural;
Capítulo 8: Oferta de biocombustíveis;
Capítulo 9: Eficiência energética;
Capítulo 10: Análise socioambiental.

Segue, nas próximas seções, a síntese da análise metodológica dos capítulos do PDE 2021.

Premissas Básicas

Nas premissas básicas, são apresentadas definições e estratégias de médio prazo, além de elementos conjunturais macroeconômicos na determinação de projeções consistentes das variáveis de interesse ao longo do horizonte de planejamento.

Demanda de Energia

No processo de projeção de demanda energética, as seguintes etapas foram realizadas[81]:

[81] Extraído do Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (EPE, 2012).

(a) Diagnóstico do ano base das projeções, tendo como referência os dados de oferta e demanda de energia do Balanço Energético Nacional 2011 (BEN) – ano base 2010 (EPE, 2011) e de suas relações com o contexto macroeconômico;

(b) Avaliação do impacto do cenário macroeconômico sobre o nível de atividade dos setores agropecuário, industrial e de serviços, assim como sobre o perfil de consumo das famílias;

(c) Avaliação do impacto das premissas setoriais sobre o consumo industrial de energia, com a participação das entidades de classe no apoio à formulação dos cenários setoriais;

(d) Elaboração da projeção da demanda de energia setorial por tipo de fonte;

(e) Análise de consistência e consolidação da demanda de energia; e

(f) Elaboração da projeção da matriz energética brasileira, relacionando os principais setores de consumo com as demandas de cada uma das fontes energéticas.

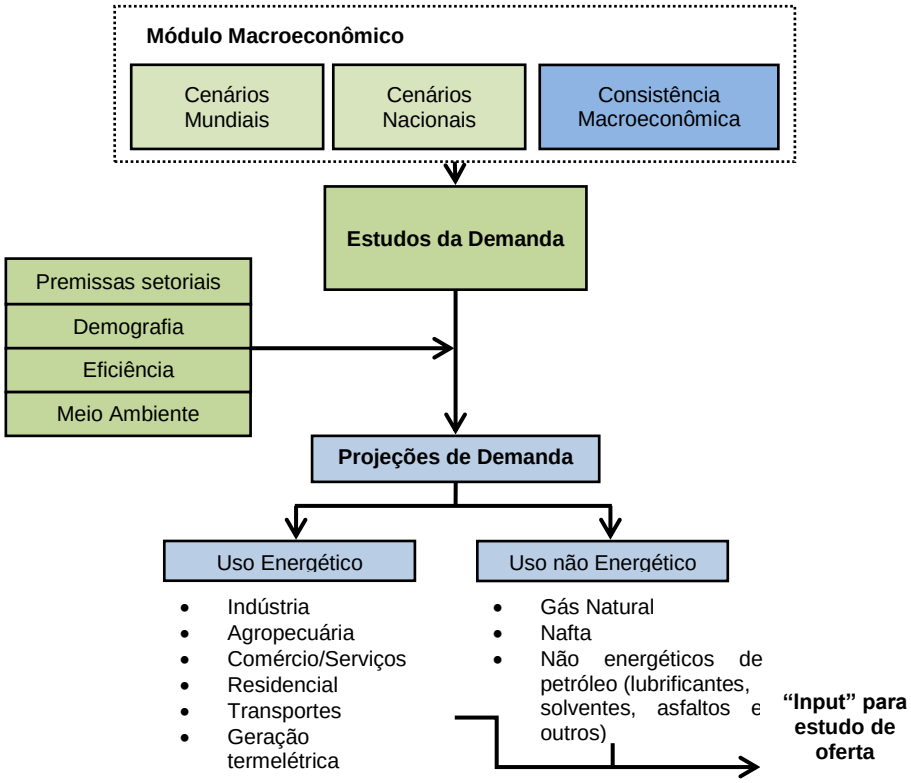


Figura L1 Processo de projeção de demanda energética do PDE 2021

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (EPE, 2012).

Demanda de Energia Elétrica

A projeção de demanda de energia elétrica do PDE 2021 está baseada na Nota Técnica “Projeção de demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2012-2021)”. DEA 16/11 da EPE (EPE, 2011).

Neste estudo, as análises estão divididas em cinco segmentos: Macroeconomia, Eficiência Energética, Demografia, Grandes Consumidores Industriais e Autoprodutores. Por meio desses segmentos, é possível analisar a dinâmica do consumo e suas implicações nos comportamentos dos principais indicadores de mercado.

No cenário macroeconômico, são realizadas análises conjunturais das economias e acontecimentos dos países em geral, de suas influências no mercado mundial e no mercado interno. Inclui nos estudos a análise das atividades internas do país, como consumo de bens, análise de mercado, fluxo de capitais externos, etc (EPE, 2010).

A eficiência energética está baseada nos rendimentos energéticos dos dados do relatório Balanço Energético Útil (BEU), do MME, e representa uma redução no requisito de geração. Adicionalmente, considerou-se no setor industrial a evolução tecnológica de equipamentos e segmentos específicos no uso final de energia ao longo do horizonte de planejamento.

As projeções da evolução sociodemográficas são baseadas em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);

Para a avaliação do consumo específico médio do setor industrial, são utilizados dados de séries históricas do Balanço Energético Nacional (BEN), agentes setoriais e associações de classe. Segundo a Nota Técnica DEA 16/11 – EPE (EPE, 2011), não se vislumbra no período uma ruptura no modelo de desenvolvimento econômico devido às pressões ambientais; dessa forma, para os setores eletrointensivos, que fornecem insumos ao setor civil, não se espera a substituição desses insumos básicos por outros (EPE, 2012).

No planejamento de expansão, é dada importância às informações de distribuição espacial de consumo, devido às limitações do intercâmbio de energia possível (Sistema Integrado Nacional).

Isso porque, na realização das projeções de autoprodução, ocorrem considerações sobre os empreendimentos já aprovados dentro do horizonte de planejamento e de premissas gerais que possibilitem projetar a evolução de autoprodução.

Geração de Energia Elétrica

A expansão do setor elétrico no período decenal incorpora os empreendimentos resultantes de leilões de energia realizados até 2011. Dessa forma, com esses empreendimentos (A-3 e A-5), a expansão até 2016 fica praticamente definida, sendo, portanto, o segundo quinquênio o objetivo de estudo do plano.

É considerado no plano o estudo de expansão somente do sistema do SIN e dos sistemas isolados, que serão incorporados no horizonte de planejamento. A expansão dos sistemas isolados e não previstos a serem interligados ao SIN é feita de acordo com o decreto 7.246/2010, que determina a realização das licitações para o atendimento ao mercado dessas regiões (EPE, 2012).

O planejamento da expansão é baseado em normas do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), que determina que o custo marginal de operação seja igual ao custo marginal de expansão e que o risco de déficit seja no máximo de 5% em cada subsistema do SIN. Com isso, aprimorou-se a estimativa nos custos de expansão nesse plano. As simulações energéticas foram realizadas com o modelo *NEWAVE*[82], considerando 2000 cenários hidrológicos.

A diretriz do plano foi a priorização da participação de fontes renováveis para atender o crescimento do consumo. As principais fontes indicadas foram hidrelétricas (19.673 MW), termelétricas (700 MW) e outras fontes renováveis

[82] Modelo Estratégico de Geração Hidrotérmica a Subsistemas Equivalentes. Programa Computacional, desenvolvido pelo CEPEL, aplicado à operação interligada de subsistemas hidrotérmicos.

(13.250 MW). Com relação às “outras fontes renováveis”, foram consideradas neste estudo as eólicas, térmicas, biomassa e PCH. Somente no último ano do plano, foi indicada a expansão de termelétricas a gás natural (EPE, 2012).

Foi realizado no plano um balanço estático de garantia física com a finalidade de auxiliar na avaliação do equilíbrio estrutural entre oferta e demanda. Com isso, é apresentado o balanço energético por região e por tipo de fonte, de forma a demonstrar as necessidades de importação ou os potenciais de exportação de energia.

A expansão das interligações foi indicada para ampliação da capacidade de escoamento entre as regiões. Os estudos foram realizados através de simulações com o modelo *NEWAVE*, considerando as restrições dos sistemas existentes, do período do ano (úmido ou seco) e os patamares de cargas leve e pesada.

Fizeram parte do estudo as análises de custo marginais de operação e riscos de déficit, e uma análise de atendimento de demanda máxima do sistema realizado por meio de um balanço de potência e a apresentação da estimativa de investimentos para a expansão da geração no período decenal das fontes indicadas.

Transmissão de Energia Elétrica

A expansão da rede básica de transmissão (tensão igual ou superior a 230 kV) visa permitir que agentes de mercado tenham acesso à rede, possibilitando um ambiente adequado para a competição na geração e na comercialização de energia elétrica no sistema interligado, SIN (EPE, 2012). São realizados estudos em diferentes cenários de despacho de geração, de patamares de carga, através de simulações de fluxo de potência para avaliar o desempenho da rede em regime permanente.

A seleção de alternativas é baseada na equalização do desempenho elétrico e no enfoque do mínimo custo global, ou seja, mínimo custo das perdas elétricas no sistema, dos investimentos da rede básica, nas demais instalações de transmissão,

nas redes de distribuição e nas instalações de uso restrito de cada empreendimento (EPE, 2012).

Foram contemplados neste estudo os empreendimentos recomendados nos Estudos Especiais de Transmissão, os empreendimentos consolidados no Programa de Expansão da Transmissão (PET), as atualizações das redes de distribuição geradas pelas distribuidoras de energia em suas áreas de atuação, e, principalmente, as ampliações das interligações decorrentes da integração de usinas de grande porte no sistema no final do período decenal.

São recomendados estudos específicos e complementares, por estado, a serem realizados pela EPE em conjunto com as empresas concessionárias, resultantes das análises realizadas no plano decenal.

O plano ainda apresenta a estimativa da evolução de investimentos em linhas de transmissão e subestações, e de tarifas de uso do sistema de transmissão, decorrentes da expansão da demanda a ser atendida.

Produção de Petróleo e Gás Natural

Foram realizadas estimativas de produção nacional provenientes dos recursos descobertos, com comercialidades declaradas ou sob avaliação exploratória, e dos recursos não descobertos, com base no conhecimento geológico das bacias sedimentares brasileiras tanto em áreas já contratadas por empresas quanto em parte das páreas da união (não contratadas). As previsões de produção também consideram o evento inviabilidade (ou impossibilidade) de oferta de equipamentos (EPE, 2012).

Além disso, estão incluídas considerações estratégicas e econômicas sobre a evolução de reservas, demandas por FPSO (*Floating, Production, Storage and Offloading*) e o conteúdo de bens locais, os investimentos em exploração e produção, e os possíveis excedentes de petróleo.

Nessa linha, resultados dos estudos da EPE preveem investimentos para as atividades de exploração e produção de petróleo no Brasil, entre outras implicações importantes: expectativas de excedentes de produção de petróleo e o número de equipamentos demandados para viabilizar as previsões de produção de petróleo, por exemplo, os FPSO.

Oferta de Derivados de Petróleo

São apresentados os resultados de expansão de oferta de derivados de petróleo, as perspectivas de preços nacionais e internacionais, a expansão do parque de refino, da infraestrutura nacional do transporte de petróleo e derivados, e as estimativas de investimentos.

Para a projeção dos preços de petróleo e seus derivados, foi utilizado o sistema de projeção desenvolvido pela EPE. Na análise do parque nacional de refino, foi utilizado o Modelo de Planejamento de Derivados de Petróleo (PLANDEPE), desenvolvido pela EPE, que permite realizar os estudos de fluxos de petróleo e derivados, entre as diversas regiões de produção e consumo. As informações das novas refinarias previstas no Brasil foram obtidas da Petrobras e de seus parceiros, empresas consideradas as únicas investidoras em novas refinarias ou unidades no período decenal.

Como recomendações no que se refere à movimentação de petróleo, o plano conclui que todos os sistemas atendem às necessidades das refinarias no horizonte planejado. No entanto, o plano sugere a implantação de um novo poliduto para o transporte de GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), gasolina A e diesel entre a REPAR[83] (Araucária, PR) e o município de Presidente Prudente (SP), atendendo 18 polos de abastecimento, com 650 km, 18 polegadas de diâmetro e capacidade para 7 milhões m^3/a. A estimativa de investimento é da ordem de R$1,5 bilhões.

[83] Refinaria Presidente Getúlio Vargas – Petrobras.

Oferta de Gás Natural

No plano, é apresentada uma análise das projeções de preços de gás natural no cenário mundial e uma estimativa da internalização desses preços na malha de gasodutos do Brasil, bem como a projeção de preços internos, os resultados referentes à expansão de oferta de gás natural, o balanço entre a oferta e a demanda de gás natural, da infraestrutura de transporte e as unidades de GNL (Gás Natural Liquefeito), e uma estimativa de investimentos dessa expansão. A estimativa de internalização dos preços baseia-se nos valores do *Henry Hub* e é realizada através da metodologia *Netback*.

Para os próximos anos, são previstos investimentos na ordem de R$ 4,33 bilhões na expansão da infraestrutura de gás natural, com ampliações de gasodutos e unidades de processamento de gás natural.

Biocombustíveis

No plano, são analisadas as projeções das exportações de etanol: a demanda total (nacional e internacional) de etanol, projeções da oferta de etanol no Brasil, investimentos no sistema de transporte de biocombustíveis, oferta de biodiesel e o potencial técnico da biomassa de cana-de-açúcar para geração de energia elétrica.

A metodologia adotada para o cálculo da oferta considera a área plantada ocupada por corte de cana e sua produtividade. A estimativa de projeção de etanol é realizada a partir do cálculo da produção total de cana da área colhida e da produtividade: sobre eles aplica-se o rendimento esperado, em ATR/tc para obtenção do ATR[84] total.

A divisão entre açúcar e etanol é feita de acordo com os estudos de mercado nacional e internacional, analisando a competitividade entre eles. Os estudos são realizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

---

[84] O Açúcar Total Recuperável (ATR) corresponde à quantidade de açúcar disponível na matéria-prima subtraída das perdas no processo industrial – Fonte: ÚNICA.

O estudo apresenta a projeção da expansão da capacidade da indústria em médio prazo (2015 a 2021), considerando a entrada de 10 usinas ao ano, calculados a partir de unidades instaladas entre 2009 e 2012. Ressalta-se que, até setembro de 2011, não havia nenhum contrato de financiamento no BNDES para usinas com entrada em operação em 2015.

Nas análises de biodiesel, não houve perspectivas de mudanças na matriz de insumos com o consumo, projetado pela EPE, mantendo-se no percentual mandatório de 5%. A capacidade instalada não se apresenta como um fator restritivo no atendimento da demanda, sendo o preço, que pelas projeções estimadas, se manterá acima do projetado para o diesel no período.

Foi estimado o potencial técnico de geração de energia elétrica de biomassa de cana-de-açúcar no período decenal. Através de levantamentos de dados de usinas que venceram os leilões de 2009, 2010 e 2011, avaliou-se a quantidade de cana-de-açúcar processada por usina em toneladas e a garantia física declaradas em $MW_{méd}$ e calculou-se o fator médio de exportação de energia para o SIN. Através desse fator, aplicado à projeção de cana processada a cada ano, foi obtido o potencial técnico de geração de energia elétrica. Ressalta-se que, para a palha e as pontas, foram utilizados outros fatores.

Como resultados das análises, o estudo estima que, para os próximos anos, o açúcar apresente uma melhor remuneração, a necessidade de importação de etanol até 2016, devido a uma restrição de oferta no curto prazo. O plano recomenda investimentos na diversificação de modais utilizados na exportação e na distribuição interna para atendimento da expansão do mercado de biocombustíveis, além do aumento da capacidade de armazenamento de etanol no período decenal. E apresenta a bioeletricidade com potencial de se consolidar como a segunda mais importante fonte na matriz energética brasileira.

Eficiência Energética

Neste plano, foram considerados os montantes de energia conservada predominantes do aumento de eficiência de equipamentos, reposição tecnológica fim da vida útil e efeitos de ações de conservação já existentes. O montante de conservação decorrentes da implantação de novos programas e políticas foi considerado limitado nesse plano.

No setor industrial, foi estimada a diferença entre a evolução dos rendimentos energéticos dos processos e dos usos finais, e a projeção do consumo, considerando o rendimento energético dos equipamentos constante. A projeção dos rendimentos energéticos foi baseada no BEN 2011 (ano base 2010), no potencial de conservação de energia e nos ganhos energéticos apurados nas duas últimas edições do BEU (anos base 1994 e 2004). A mesma metodologia foi utilizada no consumo de eletricidade na indústria.

No setor de transportes, as projeções de demanda de energia foram realizadas por segmento (cargas e passageiros) e modal (rodoviário, aquaviário, ferroviário e aéreo). As projeções foram desagregadas e as informações tratadas e modeladas por: vendas de veículos, curvas de sucateamento, consumo específico, quilometragem média, tonelada-quilômetro, passageiro-quilômetro, sendo estes dois últimos para os passageiros de cargas e passageiros, respectivamente.
A metodologia utilizada no setor de transportes contemplou somente os ganhos associados ao rendimento por tipo de transporte, ou seja, nas melhorias tecnológicas.

Ao setor residencial foram realizadas projeções do número de consumidores residenciais e análises do consumo médio por consumidor, a posse média de equipamentos e o consumo específico dos equipamentos. O estudo considerou que a energia conservada deve-se exclusivamente ao aumento de eficiência dos novos equipamentos consumidores.

No setor comercial, a metodologia consistiu na obtenção da projeção de demanda de energia útil e do cálculo de demanda de energia final. O montante de

racionalização foi estimado utilizando os coeficientes de rendimento do BEU 2005 (PDE 2021).

Análise Socioambiental

Os critérios utilizados no desenvolvimento da análise foram a possibilidade de incorporação de sugestões colhidas nas consultas públicas, o atendimento às metas de emissão de gases de efeito estufa (GEE), a abordagem socioambiental para o conjunto da expansão, a opção por projetos que evitem áreas sensíveis do ponto de vista socioambiental, a preferência por projetos que apresentem menores impactos ambientais e maiores benefícios sociais, ambientais e econômicos. De acordo com o PDE 2021, os estudos foram direcionados para a redução de impactos locais e globais da utilização dos recursos de oferta (principalmente hidrelétricas), para a utilização de fontes renováveis e mitigação ou compensações dos impactos sobre os ecossistemas e a biodiversidade.

A metodologia utilizada para a análise é aplicada em duas partes: a primeira, com a avaliação quali-quantitativa de cada fonte energética e seus respectivos impactos sobre o meio natural e a sociedade, e, posteriormente, numa segunda parte, uma análise integrada, de caráter qualitativo, com o objetivo de verificar interferências de cada fonte sobre as sensibilidades do meio natural e a sociedade de cada região brasileira (figura L2). As seguintes fontes energéticas foram analisadas:

Geração hidrelétrica: Projetos analisados: 34 usinas (total de 42.040 MW). Análise socioambiental: analisados os processos de licenciamento ambiental de projetos estimados para 2017-2021 (outros possuem a licença prévia e a data de entrada determinada pelo leilão de concessão), para estimativa do ano recomendada para entrada de operação. E avaliação quantitativa, na qual, através de nove indicadores de impactos ambientais, socioeconômicos e de benefícios socioeconômicos, avaliados de 0 a 1 (do pior ao melhor), do ponto de vista de impactos ambientais, verifica-se o grau de impacto de cada empreendimento. É salientado que a avaliação, muitas vezes, baseou-se em dados provenientes de inventário hidrelétrico. À medida que essas usinas forem aprovadas na fase de viabilidade, o

tratamento dos dados através de estudos de impacto ambiental (EIA) evoluirá em precisão e qualidade.

Energia eólica, bioeletricidade e PCH: Projetos analisados: contratados, em construção e que venham a ser inseridos no sistema no prazo de três anos. Análise socioambiental: qualitativa.

Transmissão de energia elétrica: Projetos analisados: 168 linhas com mais de 10 km (total: 40 mil km). Análise socioambiental: impacto na largura da faixa de servidão. A análise apresenta as principais áreas de interesse socioambiental que poderão ser afetadas pelos empreendimentos e os representa através de um gráfico de proporções das interferências potenciais em áreas de interesse socioambiental por bioma.

Produção de petróleo e gás natural: Projetos analisados: 336 unidades produtivas. Análise socioambiental: o mapeamento foi baseado nas Guias de Licenciamento Ambiental das Atividades de Perfuração, divulgados pelo IBAMA[85] MMA/MME na 9º Rodada de Licitações, em 2007. As unidades foram analisadas de acordo com as localizações geográficas para quantificação do grau de sensibilidade ambiental de cada unidade, variando de 0 a 11 (do menos sensível ao mais sensível). Inclui nesta análise conflitos com turismo e pesca, fauna marinha e análises de riscos de acidentes. Benefícios socioeconômicos: quantitativa. Estimaram-se as indicações de potenciais de arrecadação de impostos nos estados e municípios, e de geração de empregos (no pico da atividade e indiretos).

Etanol: Projetos analisados: delimitadas as prováveis áreas de expansão da cana-de-açúcar. Análise socioambiental: qualitativa. Análise socioeconômica: quantitativa, através de estimativas de emprego no cultivo no decênio.

Biodiesel: Projetos analisados: qualitativa. Análise ambiental: qualitativa. Análise socioeconômica: qualitativa.

---

[85] Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

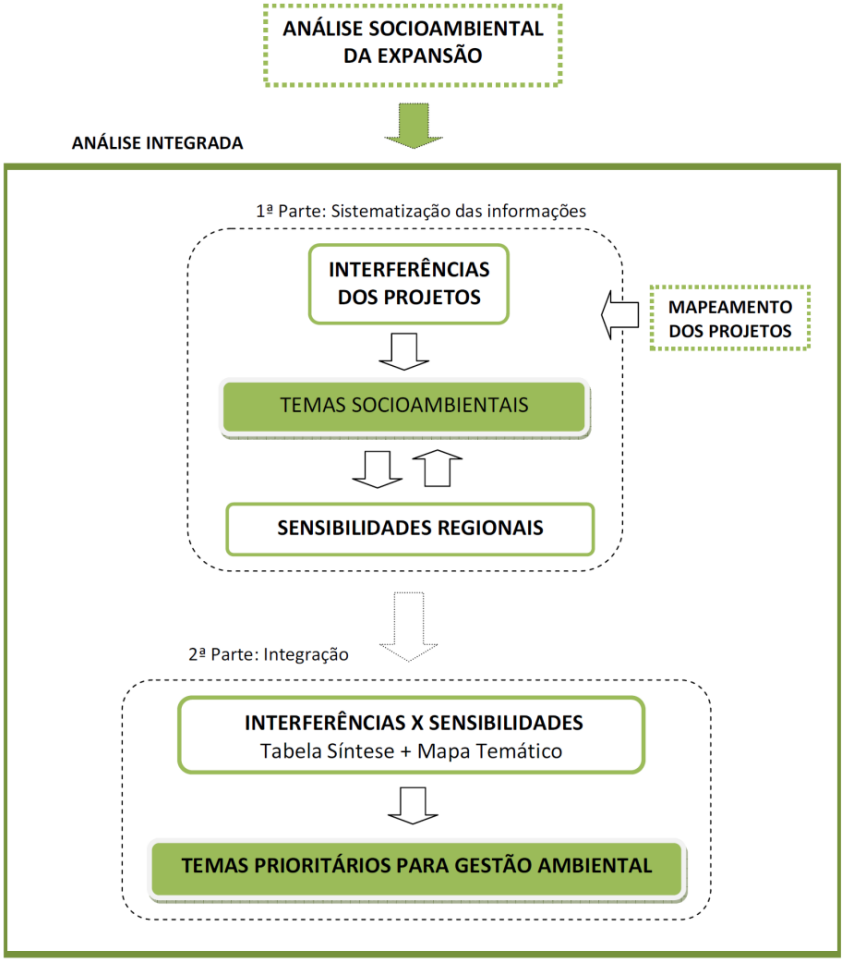


Figura L2 Metodologia da análise socioambiental integrada do PDE 2021

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (EPE, 2012)

Os seguintes indicadores, chamado de Temas Socioambientais, foram definidos para o tratamento das interferências dos projetos e sensibilidades regionais: Recursos hídricos, Biodiversidade aquática, Vegetação nativa, Áreas protegidas, Paisagem, Qualidade do ar, Populações indígenas, Organização territorial e Questão fundiária. Essa delimitação de assuntos por temas facilitou o tratamento e a sistematização de informações, e tem como objetivo sintetizar as interferências socioambientais mais críticas. Alguns itens receberam tratamento prioritário devido à importância na viabilização de empreendimentos, considerando-se, além de análise técnica, análise jurídico-institucional e análise da importância do empreendimento na expansão da oferta.

Como resultado, é fornecida uma matriz de informações sintetizadas da área integrada de interferências de projetos, indicando os temas que devem ser observados quando da elaboração de estudos e projetos em cada região.

Para os estudos de emissões de GEE, foi utilizada a metodologia *bottom-up* aplicada no Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de GEE, elaborado pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e adotada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC). O estudo destaca a importância da avaliação de emissões de gases de efeito estufa associada aos cenários de produção do plano, devido à posição que o governo brasileiro tem assumido em negociações internacionais sobre as alterações climáticas.

Tabela L1 Matriz síntese da análise de possíveis impactos socioambiental integrada

Regiões? Projetos?	NORTE	NORDESTE	SUL	SUDESTE	CENTRO-OESTE
UHE	Biodiversidade aquática Vegetação nativa Áreas protegidas Populações Indígenas Organização territorial	Organização territorial Biodiversidade aquática	Biodiversidade aquática Organização territorial	Biodiversidade aquática Vegetação nativa Organização territorial Populações Indígenas	Biodiversidade aquática Vegetação nativa Áreas protegidas Populações Indígenas Organização territorial
Petróleo	Biodiversidade aquática	Biodiversidade aquática Paisagem	Não há projetos planejados	Biodiversidade aquática	Não há interferência sobre as sensibilidades
Gás (gasoduto)	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Vegetação nativa Organização territorial	Não há projetos planejados
Etanol	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Recursos hídricos Vegetação nativa Qualidade do ar	Vegetação nativa Qualidade do ar
Transmissão	Populações Indígenas	Não há interferência sobre as sensibilidades	Não há interferência sobre as sensibilidades	Vegetação nativa Organização territorial	Não há interferência sobre as sensibilidades
UTE (nuclear)	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Organização territorial	Não há projetos planejados
Bioeletricidade	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Não há projetos planejados	Qualidade do ar	Qualidade do ar
UTE (fóssil)	Não há projetos planejados	Não há interferência sobre as sensibilidades	Não há interferência sobre as sensibilidades	Qualidade do ar	Não há projetos planejados
Eólica	Não há projetos planejados	Áreas protegidas Paisagem Questão fundiária	Áreas Protegidas	Não há interferência sobre as sensibilidades	Não há projetos planejados
PCH	Biodiversidade aquática Populações Indígenas	Não há interferência sobre as sensibilidades	Biodiversidade aquática	Biodiversidade aquática	Biodiversidade aquática Populações Indígenas

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2021 (EPE, 2012).

Como resultado, o PDE 2021 apresenta uma consolidação dos dados referentes ao período decenal de evolução de alguns parâmetros macroeconômicos, como consumo final energético, oferta interna de energia, capacidade instalada de geração elétrica no sistema interligado nacional, transmissão de energia elétrica e transporte de gás natural. Apresenta também uma síntese das estimativas de investimento e a projeção da matriz energética nacional visualizada para o final do período decenal.

APÊNDICE M. – ALOCAÇÃO DE RECURSOS DA RAA NO SETOR COMERCIAL (1º ciclo de integração)

Tabela M1 Alocação de recursos para atendimento da demanda comercial (mil MWh)

	ANO		2011	2012	2013	2014	2019	2024	2029	2034	2039
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Iluminação**	**0,0**	**3,2**	**3,4**	**3,5**	**19,2**	**22,8**	**27,1**	**32,3**	**38,2**
6	Programas de informação, educação e capacitação	Iluminação	-	5,4	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	Projeto de edificações eficientes	Iluminação	-	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Iluminação	-	11,0	11,0	9,9	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0
42	Controle de Carga	Iluminação	-	3,1	3,1	3,1	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0
45	Tarifação e regulação	Iluminação	-	1,5	1,5	1,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total aplicável			**3,2**	**3,4**	**3,5**	**11,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Refrigeração**	**0,0**	**2,6**	**2,8**	**2,7**	**15,6**	**18,4**	**21,9**	**26,1**	**30,9**
8	Controle de Carga	Refrigeração	-	4,9	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Programas de informação, educação e capacitação	Refrigeração	-	2,3	2,3	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Refrigeração	-	9,9	9,9	9,9	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0
41	Tarifação e regulação	Refrigeração	-	1,2	1,2	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total aplicável			**2,6**	**2,8**	**2,7**	**10,2**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Condicionamento ambiental**	**0,0**	**0,2**	**0,1**	**0,1**	**0,8**	**0,8**	**1,1**	**1,2**	**1,5**
4	Programas de informação, educação e capacitação	Condicionamento ambiental	-	2,7	2,5	2,4	2,3	1,5	0,7	0,0	0,0
16	Projeto de edificações eficientes	Condicionamento ambiental	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Condicionamento ambiental	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
43	Tarifação e regulação	Condicionamento ambiental	-	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,3	12,1
	Total aplicável			**0,2**	**0,1**	**0,1**	**0,8**	**0,8**	**1,1**	**1,2**	**1,5**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Aquecimento**	**0,0**	**0,6**	**0,7**	**0,7**	**4,0**	**4,8**	**5,6**	**6,7**	**7,9**
12	Controle de carga	Aquecimento de água	-	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	Programas de informação, educação e capacitação	Aquecimento de água	-	1,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento de água (gás)	-	6,3	6,3	6,3	5,6	1,6	0,0	0,0	0,0
36	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento de água (aquecimento solar)	-	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0
40	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento de água	-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0
47	Tarifação e regulação	Aquecimento	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0
	Total aplicável			**0,6**	**0,7**	**0,7**	**4,0**	**5,0**	**0,2**	**0,0**	**0,0**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Força motriz**	**0,0**	**1,1**	**1,2**	**1,2**	**6,6**	**8,0**	**9,4**	**11,1**	**13,3**
24	Programas de informação, educação e capacitação	Força motriz estacionária	-	2,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
32	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Força motriz estacionária	-	3,3	3,3	3,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
46	Tarifação e regulação	Força motriz estacionária	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total aplicável			**1,1**	**1,2**	**1,2**	**2,3**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

Demand Results: Energy demand final units: energy only
Scenario: Tendencial, Fuel: Electricity
Branch: Demand\Comércio\Geral
Units: Thousand Megawatt-Hours

Legenda:
Potencial disponível do recurso sendo aplicado

Notas:
1 - Fator de eficiência de implantação e concorrência de potenciais de recursos de 75%, aplicado nos potenciais realizáveis.

Fonte: Elaboração própria, baseada em Maruyama (2009) e Rigolin (2013).

APÊNDICE N. – ALOCAÇÃO DE RECURSOS DA RAA NO SETOR INDUSTRIAL (1º ciclo de integração)

Tabela N1 Alocação de recursos para atendimento da demanda industrial (mil MWh)

ANO			2011	2012	2013	2014	2019	2024	2029	2034	2039
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Refrigeração**	**0,0**	**0,9**	**0,8**	**0,9**	**4,8**	**5,5**	**6,4**	**7,4**	**8,7**
2	Programas de informação, educação e capacitação	Refrigeração	-	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Refrigeração	-	3,6	3,6	2,8	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
53	Tarifação e regulação	Refrigeração	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
37	Controle de carga	Refrigeração	-	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total aplicável		**-**	**0,9**	**0,8**	**0,9**	**3,6**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Iluminação**	**0,00**	**0,40**	**0,50**	**0,40**	**2,50**	**2,90**	**3,40**	**3,90**	**4,50**
3	Projeto de edificações eficientes	Iluminação	-	1,4	1,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
23	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Iluminação	-	2,4	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0
31	Controle de carga	Iluminação	-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0
33	Programas de informação, educação e capacitação	Iluminação	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
56	Tarifação e regulação	Iluminação	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0
	Total aplicável		**-**	**0,4**	**0,5**	**0,4**	**2,5**	**1,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Força motriz**	**0,0**	**8,4**	**8,6**	**8,8**	**48,4**	**56,1**	**65,1**	**75,3**	**87,4**
1	Programas de informação, educação e capacitação	Força motriz estacionária	-	9,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Força motriz estacionária	-	12,6	12,6	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
38	Controle de carga	Força motriz estacionária	-	8,6	8,6	8,6	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0
58	Tarifação e regulação	Força motriz estacionária	-	6,5	6,5	6,5	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total aplicável		**-**	**8,4**	**8,6**	**8,8**	**11,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Aquecimento**	**0,0**	**2,4**	**2,5**	**2,6**	**14,1**	**16,3**	**19,0**	**21,9**	**25,5**
6	Programas de informação, educação e capacitação	Fornos, caldeiras e fogões	-	2,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento (coletor solar)	-	2,9	2,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Fornos, caldeiras e fogões	-	2,3	2,3	2,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
26	Tarifação e regulação	Fornos, caldeiras e fogões	-	1,9	1,9	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
47	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento (gás)	-	7,6	7,6	7,6	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0
58	Controle de carga	Fornos, caldeiras e fogões	-	1,9	1,9	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total aplicável		**-**	**2,4**	**2,5**	**2,6**	**11,8**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Condicionamento ambiental**	**0,0**	**0,0**	**0,1**	**0,1**	**0,4**	**0,4**	**0,5**	**0,6**	**0,8**
10	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Condicionamento ambiental	-	1,5	1,5	1,4	1,3	0,9	0,5	0,0	0,0
20	Projeto de edificações eficientes	Condicionamento ambiental	-	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,8
50	Controle de carga	Condicionamento ambiental	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	Total aplicável		**-**	**0,0**	**0,1**	**0,1**	**0,4**	**0,4**	**0,5**	**0,6**	**0,8**

Demand Results: Energy demand final units: energy only
Scenario: Tendencial, Fuel: Electricity
Branch: Demand\Industrial\Geral
Units: Thousand Megawatt-Hours

Legenda:
Potencial disponível do recurso sendo aplicado

Notas:
1 - Fator de eficiência de implantação e concorrência de potenciais de recursos de 70%, aplicado nos potenciais realizáveis.

Fonte: Elaboração própria, baseada em Maruyama (2009) e Rigolin (2013).

APÊNDICE O. – ALOCAÇÃO DE RECURSOS DA RAA NO SETOR RESIDENCIAL (1º ciclo de integração)

Tabela O1 Alocação de recursos para atendimento da demanda residencial (mil MWh)

	ANO		2011	2012	2013	2014	2019	2024	2029	2034	2039
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Aquecimento de Água**	**0,0**	**4,1**	**4,1**	**3,7**	**19,2**	**20,6**	**22,1**	**23,6**	**25,3**
19	Programas de Informação, educação e capacitação	Aquecimento de água	-	10,6	6,5	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento de água	-	37,5	37,5	37,5	36,2	17,0	0,0	0,0	0,0
57	Tarifação e regulação	Aquecimento de água	-	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	1,0	0,0	0,0
65	Controle de carga	Aquecimento de água	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,0	0,0
66	Seleção e substituição de energéticos e eficientização de equipamentos	Aquecimento de água	-	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	0,0	0,0
	Total aplicável			**4,1**	**4,1**	**3,7**	**19,2**	**20,6**	**8,1**	**0,0**	**0,0**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Refrigeração**	**0,0**	**3,1**	**3,1**	**2,8**	**14,8**	**15,8**	**17,0**	**17,1**	**18,1**
21	Programas de Informação, educação e capacitação	Refrigeração	-	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
34	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Refrigeração	-	21,5	19,8	16,7	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0
51	Tarifação e regulação	Refrigeração	-	4,3	4,3	4,3	4,3	3,4	0,0	0,0	0,0
69	Seleção e substituição de energéticos e eficientização de equipamentos	Refrigeração	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total aplicável			**3,1**	**3,1**	**2,8**	**14,8**	**3,4**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Condicionamento Ambiental**	**0,0**	**0,3**	**0,3**	**0,3**	**1,5**	**1,6**	**1,7**	**1,8**	**2,0**
25	Projeto de edificações eficientes	Condicionamento ambiental	-	40,4	40,1	39,8	39,5	38,0	36,4	34,7	32,9
27	Programas de Informação, educação e capacitação	Condicionamento ambiental	-	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
54	Tarifação e regulação	Condicionamento ambiental	-	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
62	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Condicionamento ambiental (substiuição ar condicionado eficiente)	-	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70	Seleção e substituição de energéticos e eficientização de equipamentos	Condicionamento ambiental	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total aplicável			**0,3**	**0,3**	**0,3**	**1,5**	**1,6**	**1,7**	**1,8**	**2,0**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Iluminação**	**0,0**	**6,1**	**6,2**	**5,9**	**30,4**	**31,5**	**32,5**	**33,2**	**33,8**
28	Programas de Informação, educação e capacitação	Iluminação	-	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	Projeto de edificações eficientes	Iluminação	-	11,9	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
49	Controle de carga	Iluminação	-	15,9	15,9	15,9	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50	Tarifação e regulação	Iluminação	-	3,3	3,3	3,3	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
61	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Iluminação	-	71,4	71,4	71,4	71,4	54,3	22,8	0,0	0,0
74	Seleção e substituição de energéticos e eficientização de equipamentos	Iluminação	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Total aplicável			**6,1**	**6,2**	**5,9**	**30,4**	**31,5**	**22,8**	**0,0**	**0,0**
Ranq.	**Incremento anual de demanda a ser suprida**	**Força motriz**	**0,0**	**0,2**	**0,2**	**0,2**	**1,0**	**1,1**	**1,1**	**1,2**	**1,3**
63	Tarifação e regulação	Força motriz estacionária	-	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
64	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Força motriz estacionária	-	8,7	8,7	8,7	8,5	7,7	6,6	5,5	4,3
	Total aplicável			**0,2**	**0,2**	**0,2**	**1,0**	**1,1**	**1,1**	**1,2**	**1,3**

Demand Results: Energy demand final units: energy only
Scenario: Tendencial, Fuel: Electricity
Branch: Demand\Residencial\Eletrificado\Geral
Units: Thousand Megawatt-Hours

Legenda:
Potencial disponível do recurso sendo aplicado

Notas:
1 - Fator de eficiência de implantação e concorrência de potenciais de recursos de 75%, aplicado nos potenciais realizáveis.

Fonte: Elaboração própria, baseada em Maruyama (2009) e Rigolin (2013).

APÊNDICE P. – ALOCAÇÃO CONSOLIDADA DE RECURSOS DA RAA (1ª Distribuição)

Tabela P1 Previsão de demanda para a RAA entre 2011 a 2039 (mil MWh)

Setores	2011	2012	2013	2014	2019	2024	2029	2034	2039
Residencial	640	654	668	681	748	818	893	970	1.050
Industrial	403	415	428	441	511	592	686	796	922
Comércio	222	230	238	246	292	347	412	489	581
Publico	101	101	101	101	101	101	101	101	101
Agrícola	118	124	130	137	175	223	285	363	464
Subtotal	**1.484**	**1.523**	**1.564**	**1.605**	**1.826**	**2.081**	**2.376**	**2.718**	**3.118**

Demand Results: Energy demand final units: energy only
Scenario: Tendencial, Fuel: Electricity
Branch: Demand\Eletrificado\Geral
Units: Thousand Megawatt-Hours
Nota
1 -Previsão da demanda de eletricidade dos setores da RAA (Mil MWh)

Fonte: Elaboração própria, baseada em Maruyama (2009) e Rigolin (2013).

Tabela P2 Cômputo de potenciais de recursos de demanda para o atendimento da previsão de demanda de eletricidade (mil MWh)

Recursos	2011	2012	2013	2014	2019	2024	2029	2034	2039
Previsão de demanda por setores da RAA a ser atendida	0,0	39,4	40,6	54,7	207,2	255,0	295,3	342,4	399,3
Potencial aplicável no setor comercial	-	7,7	8,2	8,2	28,4	5,8	1,3	1,2	1,5
Potencial aplicável no setor industrial	-	12,1	12,5	12,8	29,3	1,9	0,5	0,6	0,8
Potencial aplicável no setor residencial	-	13,8	14,0	12,9	66,9	58,2	33,7	3,0	3,3
Total Atendida pelos RELDs	-	33,6	34,7	33,9	124,5	65,9	35,5	4,8	5,6
Diferença Demanda da RAA a ser atendida pelos RELOs	**-**	**6**	**6**	**21**	**83**	**189**	**260**	**338**	**394**

Demand Results: Energy final units: energy only
Scenario: Tendencial, Fuel: Electricity
Branch: Demand\Eletrificado\Atendidos pelos RELDs
Units: Thousand Megawatt-Hours
Nota
1 - Distribuição dos Recursos para o atendimento das demandas dos setores da RAA - Recursos de Demanda

Fonte: Elaboração própria, baseada em Maruyama (2009) e Rigolin (2013).

Tabela P3 Cômputo de potenciais de recursos de oferta para o atendimento da previsão de demanda de eletricidade (mil MWh)

Recursos	2011	2012	2013	2014	2019	2024	2029	2034	2039
Total Demanda por Setores da RAA a ser atendida	0	6	6	21	83	189	260	338	394
Solar 1 a 10kW (60)	-	2970	2964	2940	2882	2645	2094	1231	5
Hidro 500kW a 2MW (72)	-	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620	1620
Total Atendida pelos RELOs Realizáveis		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Demand Results: Energy final units: energy only
Scenario: Tendencial, Fuel: Electricity
Branch: Demand\Eletrificado\Atendidos pelos RELOs
Units: Thousand Megawatt-Hours
Nota
1 - Distribuição dos Recursos para o atendimento das demandas dos setores da RAA - Recursos de Oferta.
2 - Os recursos selecionados dispensam a aplicação de fatores de concorrência e interseccão de potenciais.
3 - Aplicado fator de eficiência na implantação do recurso de 90%.

Fonte: Elaboração própria, baseada em Maruyama (2009) e Rigolin (2013).

APÊNDICE Q. – ALOCAÇÃO CONSOLIDADA DE RECURSOS DA RAA

Tabela Q1 Cômputo de potenciais de recursos de oferta para o atendimento da previsão de demanda de eletricidade (mil MWh)

rank	Recursos	Uso Final	2011	2012	2013	2014	2019	2024	2029	2034	2039
1	Programas de informação, educação e capacitação	Força motriz estacionária	-	9,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Programas de informação, educação e capacitação	Refrigeração	-	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Projeto de edificações eficientes	Iluminação	-	1,4	1,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Programas de informação, educação e capacitação	Condicionamento ambiental	-	2,7	2,5	2,4	2,3	1,5	0,7	0,0	0,0
6	Programas de informação, educação e capacitação	Fornos, caldeiras e fogões	-	2,7	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	Programas de informação, educação e capacitação	Iluminação	-	5,4	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento (coletor solar)	-	2,9	2,9	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Controle de Carga	Refrigeração	-	4,9	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Programas de informação, educação e capacitação	Refrigeração	-	2,3	2,3	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Força motriz estacionária	-	12,6	12,6	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Condicionamento ambiental	-	1,5	1,5	1,4	1,3	0,9	0,5	0,0	0,0
12	Controle de carga	Aquecimento de água	-	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Refrigeração	-	3,6	3,6	2,8	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
15	Programas de informação, educação e capacitação	Aquecimento de água	-	1,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	Projeto de edificações eficientes	Condicionamento ambiental	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Condicionamento ambiental	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
18	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Refrigeração	-	9,9	9,9	9,9	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	Programas de Informação, educação e capacitação	Aquecimento de água	-	0,0	6,5	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	Projeto de edificações eficientes	Condicionamento ambiental	-	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	0,8
20	Projeto de edificações eficientes	Iluminação	-	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	Programas de Informação, educação e capacitação	Refrigeração	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Fornos, caldeiras e fogões	-	2,3	2,3	2,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
22	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento de água (gás)	-	6,3	6,3	6,3	5,6	1,6	0,0	0,0	0,0
23	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Iluminação	-	2,4	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0
24	Programas de informação, educação e capacitação	Força motriz estacionária	-	2,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	Projeto de edificações eficientes	Condicionamento ambiental	-	0,0	40,1	39,8	39,5	38,0	36,4	34,7	32,9
26	Tarifação e regulação	Fornos, caldeiras e fogões	-	1,9	1,9	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
26	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Iluminação	-	11,0	11,0	9,9	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0
27	Programas de Informação, educação e capacitação	Condicionamento ambiental	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	Programas de Informação, educação e capacitação	Iluminação	-	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	Projeto de edificações eficientes	Iluminação	-	11,9	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	Controle de carga	Iluminação	-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0
32	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Força motriz estacionária	-	3,3	3,3	3,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
33	Programas de informação, educação e capacitação	Iluminação	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0
34	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Refrigeração	-	0,0	19,8	16,7	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0
35	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento de água	-	0,0	37,5	37,5	36,2	17,0	0,0	0,0	0,0
36	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento de água (aquecimento solar)	-	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0
37	Controle de carga	Refrigeração	-	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
38	Controle de carga	Força motriz estacionária	-	8,6	8,6	8,6	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0
40	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento de água	-	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0
41	Tarifação e regulação	Refrigeração	-	1,2	1,2	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
42	Controle de Carga	Iluminação	-	3,1	3,1	3,1	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0
43	Tarifação e regulação	Condicionamento ambiental	-	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,3	12,1
45	Tarifação e regulação	Iluminação	-	1,5	1,5	1,5	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0
46	Tarifação e regulação	Força motriz estacionária	-	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
47	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Aquecimento (gás)	-	7,6	7,6	7,6	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0
47	Tarifação e regulação	Aquecimento	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,0	0,0
49	Controle de carga	Iluminação	-	15,9	15,9	15,9	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50	Tarifação e regulação	Iluminação	-	3,3	3,3	3,3	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
50	Controle de carga	Condicionamento ambiental	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
51	Tarifação e regulação	Refrigeração	-	4,3	4,3	4,3	4,3	3,4	0,0	0,0	0,0
53	Tarifação e regulação	Refrigeração	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
54	Tarifação e regulação	Condicionamento ambiental	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
56	Tarifação e regulação	Iluminação	-	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0
57	Tarifação e regulação	Aquecimento de água	-	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	1,0	0,0	0,0
58	Tarifação e regulação	Força motriz estacionária	-	6,5	6,5	6,5	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0
58	Controle de carga	Fornos, caldeiras e fogões	-	1,9	1,9	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0
60	Solar 1 a 10kW (60)	-	-	2970	2964	2940	2882	2645	2094	1231	4
61	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Iluminação	-	71,4	71,4	71,4	71,4	54,3	22,8	0,0	0,0
62	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Condicionamento ambiental (substiuição ar condicionado eficiente)	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63	Tarifação e regulação	Força motriz estacionária	-	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
64	Substituição, ajuste e dimensionamento de equipamentos	Força motriz estacionária	-	0,0	8,7	8,7	8,5	7,7	6,6	5,5	4,3
65	Controle de carga	Aquecimento de água	-	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,0	0,0
66	Seleção e substituição de energéticos e eficientização de equipamentos	Aquecimento de água	-	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	0,0	0,0
69	Seleção e substituição de energéticos e eficientização de equipamentos	Refrigeração	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70	Seleção e substituição de energéticos e eficientização de equipamentos	Condicionamento ambiental	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
72	Hidro 500kW a 2MW (72)	-	-								1620
74	Seleção e substituição de energéticos e eficientização de equipamentos	Iluminação	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: Elaboração própria, baseada em dados de Maruyama (2009) e Rigolin (2013).

APÊNDICE R. – TABELA RANQUEAMENTO FINAL DE RECURSOS DA RAA

Tabela R1 Ranqueamento final dos recursos energéticos (mil MWh)

rank 2013	Setor	Recursos Energéticos	Usos Finais	Potencial teórico (MWh)
1	Industrial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Força Motriz estacionária	13.041,0
2	Industrial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Refrigeração	1.287,2
3	Industrial	projeto de edificações eficientes	Iluminação	1.929,3
4	Setor Comercial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Condicionamento Ambiental	3.587,4
5	Industrial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Fornos, caldeiras e Fogões	3.798,3
6	Setor Comercial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Iluminação	7.175,4
7	Industrial	projeto de edificações eficientes	Condicionamento Ambiental	2.025,8
8	Setor Comercial	Controle de Carga	Refrigeração	6.572,4
9	Setor Comercial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Refrigeração	3.049,5
10	Industrial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Força Motriz estacionária	17.996,5
11	Industrial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Aquecimento (coletor solar)	4.123,9
12	Setor Comercial	Controle de Carga	Aquecimento de Água	254,6
13	Industrial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Refrigeração	5.148,9
14	Industrial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Condicionamento Ambiental	2.206,7
15	Setor Comercial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Aquecimento de Água	1.524,8
16	Setor Comercial	projeto de edificações eficientes	Condicionamento Ambiental	5,9
17	Setor Comercial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Condicionamento Ambiental	109,5
18	Setor Comercial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Refrigeração	13.144,7
19	Setor residencial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Aquecimento de Água	14.165,5
20	Setor Comercial	projeto de edificações eficientes	Iluminação	81,2
21	Setor residencial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Refrigeração	1.888,2
22	Setor Comercial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Aquecimento de Água (Gás)	8.450,2
23	Industrial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Iluminação	3.472,8
24	Setor Comercial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Força Motriz estacionária	2.690,8
25	Setor residencial	projeto de edificações eficientes	Condicionamento Ambiental	53.824,7
26	Setor Comercial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Iluminação	14.647,0
27	Setor residencial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Condicionamento Ambiental	230,4
28	Setor residencial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Iluminação	520,3
29	Setor residencial	projeto de edificações eficientes	Iluminação	15.924,0
30	Industrial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Fornos, caldeiras e Fogões	3.255,7
31	Industrial	Controle de Carga	Iluminação	964,7
32	Setor Comercial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Força Motriz estacionária	4.365,9
33	Industrial	Programas de Informação, educação e Capacitação	Iluminação	675,3
34	Setor residencial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Refrigeração	28.613,8
35	Setor residencial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Aquecimento de Água	50.037,4
36	Setor Comercial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Aquecimento de Água (aquecimento Solar)	3.211,1
37	Industrial	Controle de Carga	Refrigeração	1.471,1
38	Industrial	Controle de Carga	Força Motriz estacionária	12.340,5
39	Industrial	Controle de Carga	Condicionamento Ambiental	2.206,7
40	Setor Comercial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Aquecimento de Água	929,5
41	Setor Comercial	Tarifação e regulação	Refrigeração	1.643,1
42	Setor Comercial	Controle de Carga	Iluminação	4.068,6
43	Setor Comercial	Tarifação e regulação	Condicionamento Ambiental	18.113,0
44	Industrial	Controle de Carga	Fornos, caldeiras e Fogões	2.713,1
45	Setor Comercial	Tarifação e regulação	Iluminação	2.034,3
46	Setor Comercial	Tarifação e regulação	Força Motriz estacionária	704,2
47	Setor Comercial	Tarifação e regulação	Aquecimento	422,5
48	Industrial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Aquecimento (gás)	10.852,4
49	Setor residencial	Controle de Carga	Iluminação	21.152,7
50	Setor residencial	Tarifação e regulação	Iluminação	4.347,1
51	Setor residencial	Tarifação e regulação	Refrigeração	5.796,2
52	Setor residencial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Condicionamento Ambiental	3.451,7
53	Industrial	Tarifação e regulação	Refrigeração	919,4
54	Setor residencial	Tarifação e regulação	Condicionamento Ambiental	187,4
55	Industrial	Tarifação e regulação	Fornos, caldeiras e Fogões	2.713,1
56	Industrial	Tarifação e regulação	Iluminação	482,3
57	Setor residencial	Tarifação e regulação	Aquecimento de Água	6.158,4
58	Industrial	Tarifação e regulação	Força Motriz estacionária	9.315,0
59	<1kW	solar	fotovoltaíco	3.330.000,0
60	de 1 a 10kW	solar	fotovoltaíco	3.330.000,0
61	Setor residencial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Iluminação	95.187,2

(Continua)

(continuação)

rank 2013	Setor	Recursos Energéticos	Usos Finais	Potencial teórico (MWh)
62	Setor residencial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Condicionamento Ambiental (substiuição ar condicionado eficiente)	1.499,4
63	Setor residencial	Tarifação e regulação	Força Motriz estacionária	543,4
64	Setor residencial	Substituição, Ajuste e dimensionamento de Equipamentos	Força Motriz estacionária	11.577,4
65	Setor residencial	Controle de Carga	Aquecimento de Água	810,3
66	Setor residencial	Seleção e substituição de Energéticos e Eficientização de sistemas de combustão	Aquecimento de Água	8.610,6
67	de 10 a 100kW	solar	fotovoltaíco	3.330.000,0
68	<1kW	hidro		-
69	Setor residencial	Seleção e substituição de Energéticos e Eficientização de sistemas de combustão	Refrigeração	0,6
70	Setor residencial	Seleção e substituição de Energéticos e Eficientização de sistemas de combustão	Condicionamento Ambiental	0,4
71	<1kW	eólico		890.300,0
72	de 500kW a 2MW	hidro		1.800.197,5
73	de 2MW a 30MW	eólico		890.300,0
74	Setor residencial	Seleção e substituição de Energéticos e Eficientização de sistemas de combustão	Iluminação	0,7
75	de 1 a 10kW	eólico		890.300,0
76	de 10 a 100kW	eólico		890.300,0
77	de 1 a 10kW	hidro		3.677,9
78	de 10 a 100kW	hidro		4.495,2
79	de 500kW a 2MW	solar	fotovoltaíco	3.330.000,0
80	de 100 a 500kW	solar	fotovoltaíco	3.330.000,0
81	de 500kW a 2MW	eólico		890.300,0
82	de 2MW a 30MW	hidro		116.113,8
83	de 100 a 500kW	eólico		890.300,0
84	de 100 a 500kW	hidro		234.154,8
85	de 30 a 200MW	eólico		525.600,0
86	acima de 200MW	eólico		> 1051200
87	de 30 a 200MW	hidro		0,0
88	de 1 a 10kW	biocombustivel	alcool	4.380.000,0
89	acima de 200MW	hidro		0,0
90	<1kW	biocombustivel	alcool	4.380.000,0
91	de 1 a 10kW	GN	cogeração	359.100,0
92	de 1 a 10kW	biocombustivel	biogas esgotos	52,6
93	de 10 a 100kW	GN	cogeração	359.100,0
94	de 100 a 500kW	biocombustivel	biogas esgotos	52,6
95	de 100 a 500kW	GN	cogeração	359.100,0
96	de 1 a 10kW	biocombustivel	biogas dejetos	52,6
97	de 10 a 100kW	biocombustivel	biogas esgotos	52,6
98	de 500kW a 2MW	GN	cogeração	359.100,0
99	de 10 a 100kW	biocombustivel	biogas aterros	70,7
100	de 10 a 100kW	biocombustivel	biogas dejetos	52,6
101	de 1 a 10kW	biocombustivel	biogas aterros	70,7
102	de 100 a 500kW	biocombustivel	biogas dejetos	52,6
103	de 1 a 10kW	derivados petroleo	GLP	730.247,0
104	de 100 a 500kW	biocombustivel	biogas aterros	70,7
105	de 500kW a 2MW	GN	queima direta	461.700,0
106	de 500kW a 2MW	biocombustivel	biogas esgotos	52,6
107	de 1 a 10kW	queima direta	bagaço (cogeração)	1.295.000,0
108	<1kW	derivados petroleo	GLP	7.300.000,0
109	de 10 a 100kW	queima direta	bagaço (cogeração)	1.295.000,0
110	de 100 a 500kW	GN	queima direta	461.700,0
111	de 2MW a 30MW	GN	cogeração	359.100,0
112	de 10 a 100kW	biocombustivel	alcool	4.380.000,0
113	de 10 a 100kW	derivados petroleo	GLP	657.000,0
114	de 100 a 500kW	biocombustivel	biodiesel	15.500,0
115	de 10 a 100kW	biocombustivel	biodiesel	15.500,0
116	de 100 a 500kW	derivados petroleo	GLP	657.000,0
117	de 1 a 10kW	derivados petroleo	gasolina	1.395.000,0
118	de 500kW a 2MW	biocombustivel	biogas dejetos	52,6
119	de 10 a 100kW	derivados petroleo	Diesel	2.808.000,0
120	de 500kW a 2MW	biocombustivel	alcool	4.380.000,0
121	de 500kW a 2MW	biocombustivel	biogas aterros	70,7
122	de 10 a 100kW	GN	queima direta	461.700,0

(Continua)

(continuação)

rank 2013	Setor	Recursos Energéticos	Usos Finais	Potencial teórico (MWh)
123	de 30 a 200MW	GN	queima direta	1.576.800,0
124	de 2MW a 30MW	GN	queima direta	461.700,0
125	de 100 a 500kW	biocombustivel	alcool	4.380.000,0
126	acima de 200MW	GN	queima direta	461.700,0
127	de 2MW a 30MW	biocombustivel	biogas esgotos	52,6
128	de 1 a 10kW	queima direta	resíduos agrícolas	32.500,0
129	<1kW	derivados petroleo	gasolina	1.395.000,0
130	de 500kW a 2MW	biocombustivel	biodiesel	15.500,0
131	de 500kW a 2MW	queima direta	bagaço (cogeração)	1.295.000,0
132	de 100 a 500kW	queima direta	bagaço (cogeração)	1.295.000,0
133	de 10 a 100kW	derivados petroleo	gasolina	1.116.000,0
134	de 2MW a 30MW	biocombustivel	biogas dejetos	52,6
135	de 2MW a 30MW	biocombustivel	biogas aterros	70,7
136	de 2MW a 30MW	queima direta	bagaço (cogeração)	1.295.000,0
137	de 30 a 200MW	biocombustivel	biogas esgotos	1.051.200,0
138	de 100 a 500kW	derivados petroleo	Diesel	2.808.000,0
139	de 10 a 100kW	queima direta	resíduos agrícolas	32.500,0
140	de 30 a 200MW	biocombustivel	biogas dejetos	1.051.200,0
141	de 100 a 500kW	derivados petroleo	gasolina	1.116.000,0
142	de 500kW a 2MW	derivados petroleo	GLP	657.000,0
143	<1kW	queima direta	resíduos agrícolas	65.000,0
144	de 500kW a 2MW	derivados petroleo	óleo combustivel	438,0
145	de 2MW a 30MW	biocombustivel	biodiesel	700,8
146	de 30 a 200MW	biocombustivel	biogas aterros	1.051.200,0
147	de 500kW a 2MW	derivados petroleo	Diesel	2.808.000,0
148	de 30 a 200MW	geotérmico	geração elétrica	10.965,0
149	de 10 a 100kW	geotérmico	geração elétrica	744,6
150	de 100 a 500kW	geotérmico	geração elétrica	744,6
151	de 2MW a 30MW	geotérmico	geração elétrica	10.965,0
152	de 500kW a 2MW	queima direta	resíduos agrícolas	32.500,0
153	de 10 a 100kW	derivados petroleo	óleo combustivel	438,0
154	de 500kW a 2MW	derivados petroleo	gasolina	1.116.000,0
155	de 100 a 500kW	queima direta	resíduos agrícolas	32.500,0
156	acima de 200MW	geotérmico	geração elétrica	10.965,0
157	de 100 a 500kW	derivados petroleo	óleo combustivel	438,0
158	de 500kW a 2MW	geotérmico	geração elétrica	10.965,0
159	de 2MW a 30MW	queima direta	resíduos agrícolas	32.500,0
160	de 2MW a 30MW	derivados petroleo	GLP	657.000,0
161	de 2MW a 30MW	derivados petroleo	óleo combustivel	438,0
162	de 1 a 10kW	queima direta	lenha	32.500,0
163	<1kW	queima direta	lenha	65.000,0
164	de 2MW a 30MW	derivados petroleo	Diesel	2.808.000,0
165	de 30 a 200MW	derivados petroleo	óleo combustivel	876.000,0
166	acima de 200MW	derivados petroleo	óleo combustivel	>876000
167	acima de 200MW	nuclear		-
168	de 10 a 100kW	queima direta	lenha	32.500,0
169	de 30 a 200MW	nuclear		1.489.200,0
170	de 500kW a 2MW	carvão		-
171	de 2MW a 30MW	nuclear		-
172	de 10 a 100kW	carvão		-
173	de 500kW a 2MW	nuclear		-
174	de 100 a 500kW	queima direta	lenha	32.500,0
175	de 100 a 500kW	carvão		-
176	de 2MW a 30MW	carvão		-
177	de 100 a 500kW	nuclear		-
178	de 10 a 100kW	nuclear		-
179	de 30 a 200MW	carvão		1.314.000,0
180	de 500kW a 2MW	queima direta	lenha	32.500,0
181	acima de 200MW	carvão		-
182	de 2MW a 30MW	queima direta	lenha	32.500,0

Fonte: Elaboração própria, baseada em dados de Rigolin (2013) e Udaeta et al. (2010g).