

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL

**GUILHERME MARQUES FIOROT**

**UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO COMO  
SUPORTE AO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS ENERGÉTICOS  
(PIR): IMPLICAÇÕES E SOLUÇÕES PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**VITÓRIA**

**2016**

GUILHERME MARQUES FIOROT

**UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO COMO  
SUPORTE AO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS ENERGÉTICOS  
(PIR): IMPLICAÇÕES E SOLUÇÕES PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, na área de concentração Gestão Sustentável e Energia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. D.Sc Adriana Fiorotti Campos

VITÓRIA

2016

**GUILHERME MARQUES FIOROT**

**UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO COMO  
SUPORTE AO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS ENERGÉTICOS  
(PIR): IMPLICAÇÕES E SOLUÇÕES PARA O ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável, na área de concentração Gestão Sustentável e Energia.

Aprovada em        de                                de

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Prof<sup>a</sup>. D.Sc Adriana Fiorotti Campos**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Orientadora**

---

**Prof<sup>a</sup>. D.Sc Glicia Vieira dos Santos**  
**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Examinador Interno**

---

**Prof. D.Sc Roquemar de Lima Baldam**  
**Instituto Federal do Espírito Santo**  
**Examinador Externo**

## RESUMO

A abordagem do Planejamento Integrado de Recursos (PIR) é aquela que considera opções tanto do lado da oferta como da demanda para satisfazer a necessidade de diferentes recursos energéticos, ao mesmo tempo em que busca minimizar os custos resultantes para as empresas e para a sociedade. Esta pesquisa buscou fazer uso de ferramentas que permitam auxiliar o tomador de decisão na realização do PIR para o setor de energia do Espírito Santo, tendo em conta os problemas existentes para diversificação da matriz renovável do estado e analisando as melhores práticas em curso nos países que se destacam neste segmento. Por meio de uma análise SWOT, é feito um levantamento das oportunidades que o PIR pode oferecer em locais com potencial energético comprovado, confrontando-as com as barreiras existentes a esse processo. Em seguida, fazendo uso de relações de Causa/Efeito/Resposta, são discutidas propostas de mecanismos de atuação que podem auxiliar a abordagem PIR a ser empregada de maneira útil no estado através dos agentes e os instrumentos apresentados, nos locais que foram identificados, para minimizar os problemas do setor da energia, tendo em vista que este tipo de abordagem mostrou benefícios perceptíveis em outras localidades do país e fora dele.

## **ABSTRACT**

The approach of the Integrated Resource Planning (IRP) is one that considers options on both the supply and demand to meet the need of different energy resources, while seeking to minimize the resulting costs for businesses and society. This research sought to make use of tools to assist the decision maker in making the RIP for the energy sector of the Holy Spirit, taking into account existing problems to diversify the renewable state matrix and analyzing the best current practices in countries They stand out in this segment. Through a SWOT analysis is done a survey of the opportunities that the RIP can offer in areas with proven potential energy, confronting them with the existing barriers to this process. Then, making use of relations of cause / effect / response, proposed mechanisms of action are discussed that may help the RIP approach to be employed usefully maneria in the state through agents and instruments presented on sites that have been identified to minimize the energy sector's problems, given that this approach has shown benefits noticeable in other parts of the country and abroad.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo do PIR. ....	28
Figura 2 – Etapas e elementos que compõem o Planejamento Energético Integrado .....	29
Figura 3 – Modelo de caracterização de recursos.....	31
Figura 4 – Matriz de análise SWOT .....	34
Figura 5 – Fluxo de atividades do modelo PSR .....	41
Figura 6 - Localização do Espírito Santo no Brasil.....	45
Figura 7 – Mapa do Espírito Santo.....	46
Figura 8 – Tipos de biomassa .....	53
Figura 9 – Histórico de produção de petróleo e gás natural no Espírito Santo.....	56
Figura 10 – Fluxograma para a metodologia utilizada.....	61
Figura 11 – Mapa da integração energética do Espírito Santo.....	111

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição da Oferta Interna Bruta de Energia do Espírito Santo por Fonte. ....	50
Gráfico 2 – Evolução do Fluxo Energético do Espírito Santo. ....	75
Gráfico 3 - Produção de Energia Renovável <i>versus</i> Não Renovável. ....	76
Gráfico 4 – Consumo Final por fonte energética. ....	80
Gráfico 5 – Consumo Final energético no Espírito Santo por setor.....	81
Gráfico 6 – Produção de petróleo no Espírito Santo. ....	83
Gráfico 7 – Produção de gás natural no Espírito Santo <i>versus</i> Brasil.....	85
Gráfico 8 – Geração de energia elétrica por Autoprodução e Serviço Público.....	87
Gráfico 9 – Geração de energia elétrica no Espírito Santo Renovável <i>versus</i> Não Renovável. ....	88

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais técnicas de análise de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.....	40
Quadro 2 – Principais áreas com potencial eólico do Espírito Santo. ....	95
Quadro 3 - Outras fontes de energia por biomassa.....	103
Quadro 4 – Instrumentos necessários para implantação de um PIR .....	116



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo residencial de eletricidade – Espírito Santo <i>versus</i> Brasil...48	
Tabela 2 – Reservas provadas de petróleo e gás natural em comparação com o potencial hidráulico – Espírito Santo <i>versus</i> Brasil.....57	
Tabela 3 – Produção de petróleo e gás natural – Espírito Santo <i>versus</i> Brasil.....57	
Tabela 4 – Oferta interna bruta por fonte no Espírito Santo.....78	
Tabela 5 – Consumo final de energia por fonte no Espírito Santo. ....79	
Tabela 6 – Consumo final no setor industrial do Espírito Santo .....78	
Tabela 7 – Consumo final de eletricidade por setor no Espírito Santo.....89	
Tabela 8 – Consumo final de eletricidade por município do Espírito Santo .....90	
Tabela 9 – Principais tipos de Biomassa para produção de Energia no Espírito Santo.....93	

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	16
<b>1.2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>16</b>
<b>2. O PAPEL DO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS ENERGÉTICOS (PIR).....</b>	<b>18</b>
2.1 O CONCEITO DE PLANEJAMENTO .....	18
2.2 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PIR.....	21
2.3 O FLUXO DE ATIVIDADES DO PIR .....	28
<b>3. CONTRIBUIÇÕES DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O PIR..</b>	<b>33</b>
3.1 A ANÁLISE SWOT .....	33
3.2 A IMPORTÂNCIA DO USO DE INDICADORES DE ENERGIA SUSTENTÁVEL.....	37
3.3 PRINCIPAIS TÉCNICAS DE ANÁLISE DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE .....	39
<b>4. A MATRIZ ENERGÉTICA DO ESPÍRITO SANTO .....</b>	<b>45</b>
4.1 DADOS GERAIS DO ESTADO .....	45
4.2 PRINCIPAIS TIPOS DE ENERGIA LOCAL .....	48
<b>4.2.1 Energia Hidráulica.....</b>	<b>49</b>
<b>4.2.2 Energia Eólica.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.3 Energia de Biomassa .....</b>	<b>53</b>
<b>4.2.4 Petróleo e Gás Natural.....</b>	<b>55</b>
<b>4.2.5 Energia Solar .....</b>	<b>58</b>
<b>4.2.6 Energia Oceânica .....</b>	<b>59</b>
<b>5. METODOLOGIA .....</b>	<b>61</b>
<b>6. CAUSAS: PRINCIPAIS BARREIRAS IDENTIFICADAS PARA O USO INTEGRADO DE RECURSOS.....</b>	<b>65</b>
<b>7. EFEITOS: ANÁLISE DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DOS INDICADORES .</b>	<b>74</b>

<b>8. RESPOSTAS: POLÍTICAS ENERGÉTICAS COM FOCO NO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS .....</b>	<b>91</b>
8.1 POLÍTICAS PÚBLICAS DE ENERGIA DO ESPÍRITO SANTO .....	91
8.2 MAPEAMENTO DOS LOCAIS COM POTENCIAL PARA DIVERSIFICAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA CAPIXABA .....	93
8.3 MELHORES PRÁTICAS EM PIR IDENTIFICADAS PARA APLICAÇÃO NO ESTADO .....	112
<b>8.3.1 Agentes políticos e os seus papéis.....</b>	<b>113</b>
<b>8.3.2 Instrumentos necessários.....</b>	<b>116</b>
<b>9. CONCLUSÃO .....</b>	<b>118</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXO – QUESTIONÁRIO: POTENCIALIDADES E DEFICIÊNCIAS DO CENÁRIO ENERGÉTICO CAPIXABA .....</b>	<b>135</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 JUSTIFICATIVA

O uso da energia ganhou destaque por impulsionar os segmentos econômicos e sociais das nações, sendo prova disso o papel estratégico que tal uso assumiu para o desenvolvimento mundial, utilizando-se de novos recursos energéticos e de novas tecnologias de conversão e uso da energia (CIMA, 2006).

Além disso, as restrições econômicas e ambientais fizeram com que os governos e as organizações voltadas para o setor energético mudassem suas características no mercado de energias. Assim, o uso do Planejamento Integrado de Recursos Energéticos (PIR) em conjunto com tecnologias renováveis ganhou mais importância, sendo que sua complexidade varia de acordo com as condições locais e com a demanda energética necessitada (YILMAZ; HOCAOGLU; KONUKMAN, 2008; ANG, 2004).

Durante os anos 1970, conforme destacam Mirakyan e De Guio (2013), a Agência Internacional de Energia (AIE), juntamente com várias nações propôs o conceito de Planejamento Energético Integrado (PEI), em resposta à crise do petróleo, para aumentar a diversidade de energia e diminuir a dependência do petróleo estrangeiro nos principais países com reservas.

A partir daí, diferentes metodologias do PEI têm sido praticadas a nível nacional e regional, sendo destacável entre elas o surgimento do Planejamento Integrado de Recursos - PIR (do inglês, *Integrated Resource Planning - IRP*). Com isso, foram elaborados os primeiros conceitos e aplicações desta metodologia que, de maneira objetiva, foi definida como um processo que tenta localizar uma combinação ótima de demanda e oferta para atender às necessidades de serviços de energia elétrica em uma determinada região (HIRST; GOLDMAN, 1991; HOBBS; ROUSE; HOOG, 1993).

No Brasil, Udaeta (1997), Jannuzzi e Swisher (1997), e posteriormente Gimenes (2004), foram os grandes precursores de estudos sobre este tema, caracterizando-o e apresentando métodos para sua correta e efetiva utilização. A abordagem PIR implicaria assim em mudanças não só no *mix* de uso final de energia elétrica utilizada, mas também na geração total de energia elétrica, na

capacidade instalada, na mistura de combustível, no nível tecnológico e nas emissões ao meio ambiente (SHRESTHA; MARPAUNG, 2006).

Como se nota, as primeiras definições desde o surgimento do PIR se baseiam muito mais no planejamento voltado para o setor elétrico e até hoje esta é a ideologia predominante nos países desenvolvidos para realização de estudos de oferta e demanda energética. Já no Brasil, o que se busca atualmente é uma nova conceituação focada no setor energético como um todo, com ações para diversificação da matriz energética, integrando diferentes recursos.

Com esse novo enfoque, o estabelecimento da melhor alocação ótima dos recursos ao longo do tempo, que é objetivo do PIR, passa a implicar diretamente no uso racional dos serviços de energia, considerando a conservação de energia como recurso energético e utilizando o enfoque de “usos finais” para determinar o potencial de conservação e os custos e benefícios envolvidos na sua implementação, o que permite promover o planejamento com maior eficiência energética e adequação ambiental e realizar a análise das incertezas associadas com os diferentes fatores externos e as opções de recursos (AZEVEDO; GRIMONI; UDAETA, 2010).

Para alcançar essa expansão sustentável na área de energia, a diversificação na geração de recursos energéticos é uma obrigação. Isso levou muitos países a mudarem a maneira de realizar cálculos de oferta e demanda para promover essa diversificação em seus planejamentos de médio e longo prazo (FINI; MOGHADDAM; SHEIKH-EL-ESLAMI, 2014; AL-ALAWI; ISLAM, 2004). Com isso, é essencial o uso de fontes seguras de serviços de energia com o mínimo impacto ambiental. Hashemi e Neill (2014) destacam que, neste sentido, muitos países estão investindo em tecnologias de energias renováveis, incluindo a bioenergia, a solar, a geotérmica, a hídrica, a eólica e a energia dos oceanos.

Além disso, quando se trata de países em desenvolvimento, o emprego do PIR pode se tornar ainda mais importante, pois muitos destes apresentam riqueza de recursos naturais, o que permite uma maior exploração e, adicionalmente, agregar valor através da exportação de recursos (AMIRNEKOOEI; ARDEHALI; SADRI, 2012).

Outro exemplo do destaque que o PIR deve ter nestas regiões é apresentado no

estudo realizado por Shrestha e Marpaung (2006), mostrando que na Índia as emissões de CO<sub>2</sub> poderiam ter sido reduzidas em 10% até 2015, caso fossem adotados programas de Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD), uma das bases do PIR. Os autores ainda comentam que, no Brasil, cerca de 10% do consumo de eletricidade em 2020 também poderá ser reduzido através de medidas de eficiência energética.

Fortalecendo esta justificativa, Cicone Jr. e outros (2008) chamam a atenção para o fato de que ferramentas de apoio à tomada de decisão também podem ser muito úteis para o PIR, como em determinados aspectos de planejamento que nem sempre são fáceis de quantificar para serem comparados (como, por exemplo, na análise de barreiras e oportunidade de atuação, bem como na escolha de locais estratégicos para investimento). No presente estudo, três destas ferramentas serão utilizadas para dar suporte à proposição de políticas energéticas.

A primeira delas é a análise SWOT<sup>1</sup>, que foi desenvolvida na década de 1960 na Harvard Business School e foi escolhido por ser uma abordagem utilizada para melhorar as estratégias de organizações públicas ou privadas e de setores como, por exemplo, o energético (BAYCHEVA-MERGER; WOLFSLEHNER, 2016).

Em estudos recentes, a análise SWOT tem sido adaptada ao contexto de gestão de recursos naturais, a fim de melhorar os processos de planejamento estratégico neste ramo (CATRON et al., 2013; LESKINEN et al., 2006). Esta melhora é alcançada através do propósito desta ferramenta em analisar os fatores externos (Oportunidades e Ameaças) e internos (Forças e Fraquezas) que caracterizam um ambiente que foi delimitado para realização do estudo, a fim de apoiar uma situação de decisão. Isto motivou a sua escolha, mostrando que sua aplicação, junto a um planejamento nas proporções do PIR, pode ser uma importante ferramenta para auxiliar na coleta e análise de informações importantes.

Junto a esta análise, é feita também a aplicação dos chamados Modelos de Estado-Resposta, que são utilizados para apoiar o acompanhamento de questões ambientais pelas grandes organizações internacionais, como a Organização para

---

<sup>1</sup> Esta é a sigla dos termos ingleses Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças).

a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Organização das Nações Unidas (ONU). Este se baseia no conceito de que as atividades humanas exercem pressão sobre o meio ambiente que podem induzir alterações no seu estado. A sociedade, em seguida, responde às mudanças por meio de políticas ambientais e econômicas (ZHOU et al., 2013). Esta ferramenta foi escolhida por ser internacionalmente reconhecida e aceita, podendo ser aplicada a nível nacional, regional e local, possuindo assim diversas características que a tornam também de grande valia para dar suporte à tomada de decisão no PIR.

Por último, foi feita uma análise baseada em indicadores energéticos, por ser um instrumento essencial para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado, comparando valores em diferentes situações e momentos. Portanto, devem ser vistos como um meio para se atingir o Desenvolvimento Sustentável e valem mais pelo o que apontam que pelo seu valor absoluto e são mais úteis quando analisados em seu conjunto do que o exame individual de cada indicador (IBGE, 2015).

Estes indicadores se destacam ainda por fornecerem informações em um formato padrão que permite, ao tomador de decisão do PIR, avaliar o comportamento do sistema energético de maneira integrada e, por meio das inter-relações entre estes índices, estabelecer ações de resposta com políticas energéticas (CICONE JR. et al., 2008).

Além destas evidências, o recente histórico de apagões energéticos no Brasil e a carência constatada de pesquisas relacionadas ao PIR, principalmente a nível local, motivaram o presente estudo, que busca contribuir de maneira a responder a seguinte questão: como o uso destas ferramentas de apoio à tomada de decisão pode contribuir para a diversificação da matriz energética e para a construção de um Planejamento Integrado de Recursos Energéticos eficiente no estado do Espírito Santo?

Este conceito de eficiência aqui adotado (DAFT, 1999; MEGGINSON; MOSLEY; PIETRI JR., 1998) está relacionado à busca pelas melhores maneiras nas quais as atividades podem ser executadas, a fim de que os recursos sejam aplicados em locais que sejam selecionados da forma racional. Como resposta, serão identificados mecanismos de atuação para o setor de energia capixaba,

destacando os principais locais com potencial para diversificação de sua Matriz Energética.

Para atender a este fim, esta pesquisa foi organizada em capítulos de acordo com a seguinte estrutura:

- Capítulo 2: Identificação das principais características do PIR e de seu respectivo fluxo de atividades;
- Capítulo 3: Detalhamento das contribuições que o Planejamento Estratégico tradicional pode propiciar para o PIR, por meio de ferramentas como a análise SWOT, o uso de indicadores de energia sustentável e as relações de Causa/Efeito/Resposta;
- Capítulo 4: Apresentação da matriz energética do Espírito Santo;
- Capítulo 5: Apresentação da metodologia utilizada na pesquisa;
- Capítulo 6: Identificação das principais barreiras para o uso integrado de recursos com base nas informações colhidas com as ferramentas utilizadas;
- Capítulo 7: Análise da evolução temporal dos indicadores energéticos do Espírito Santo;
- Capítulo 8: Apresentação das ações propostas para o setor energético do estado com foco no Planejamento Integrado de Recursos.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Propor mecanismos de atuação para diversificar a matriz energética no estado do Espírito Santo, tomando como base ferramentas de apoio à tomada de decisão com foco no Planejamento Integrado de Recursos, permitindo assim uma análise detalhada do cenário energético estadual para identificar os principais locais com potencial para exploração do setor energético.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Detalhar as ferramentas do Planejamento Estratégico clássico (como a análise SWOT, análise de Causa/Efeito/Resposta e a análise detalhada de indicadores), evidenciando de que maneira elas podem servir de



base para o fornecimento de informações para apoiar a tomada de decisão;

- Realizar, junto a Agência de Serviços Públicos Energéticos do Espírito Santo – ASPE, uma análise SWOT das principais Oportunidades e Barreiras para a diversificação energética Capixaba;
- Apresentar os principais problemas que podem dificultar a realização de um Planejamento Integrado de Recursos para o setor de energia do Espírito Santo, a partir das experiências observadas com a análise SWOT, as relações de Causa/Efeito/Resposta e as melhores práticas em PIR existentes em outras localidades;
- Avaliar a evolução temporal dos Indicadores de Energia do Espírito Santo nos últimos anos, estabelecendo inter-relações entre os mesmos para que permitam a proposição de ações para promoção da diversificação da matriz energética capixaba;
- Propor mecanismos de atuação, na forma de ações para o setor energético, com base na análise dos resultados obtidos nas etapas anteriores, de maneira a promover um *mix* energético com foco em potenciais regiões capixabas que serão identificadas.

## **2. O PAPEL DO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS ENERGÉTICOS (PIR)**

### **2.1 A RELAÇÃO ENTRE O PLANEJAMENTO TRADICIONAL E O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO**

Planejar é um ato de gestão e muitos estudiosos da administração privada e pública buscaram definições para este conceito, sendo Drucker (1981) considerado o precursor deste conceito na sua concepção mais moderna, destacando a importância do planejamento para lidar com atividades atuais e estimar ações futuras. Essa ideia mais tradicional surge do setor empresarial, com a busca por lucro e espaço de mercado que permitam o crescimento ou a manutenção no mercado. Sem planejamento, não há sequer essa sobrevivência da organização (DRUCKER, 1981).

A ideia de planejamento como a busca por uma maior eficiência ganhou força com os autores da teoria clássica da administração (TAYLOR, 1990). Stoner e Freeman (1995) comentam sobre dois aspectos principais que o Planejamento Tradicional apresenta: a determinação de objetivos e escolha dos meios para alcançá-los. Tais aspectos não podem ser baseados em intuições, devendo apoiar-se em planos e métodos consistentes.

Desde essas primeiras definições, o conceito de planejamento evoluiu de maneira conjunta com as atividades humanas, até adquirir as características destacadas por Faria (2000), em que o propósito do planejamento passa a ser o alcance de objetivos e metas pré-estabelecidos, tomando como base informações coletadas que permitirão ao planejador identificar propostas de atuação com base nos recursos a disposição.

Ao estudar o planejamento, o autor também aponta as seguintes vantagens do ato de planejar: foco e flexibilidade, administração do tempo e melhoria nas atividades de coordenação e controle. O autor explica que a palavra estratégia implica essencialmente a definição de objetivos para as organizações, que devem ser atingidos por meio do planejamento estratégico, cujas principais características são:

- O planejamento estratégico pressupõe que o ambiente organizacional é instável e complexo, o que significa a necessidade de lidar com as incertezas;
- Seu foco é o longo prazo. O olhar do gestor responsável pelo planejamento deve estar no futuro e nos seus efeitos sobre os problemas organizacionais;
- As organizações envolvem interesses e preferências múltiplas. Por isso, só existirá planejamento estratégico se um dos objetivos da organização for construir consensos.

Bernardoni (2010) aponta que todos os níveis de planejamento devem estar pautados por dois princípios: agregar valor e gerar economia. Além disso, explica que este processo demanda lógica, racionalidade e visão de futuro, e afirma que há três formas de planejar:

- Planejamento estratégico: tem caráter geral e sistêmico. Neste nível de planejamento, definem-se as metas, os desafios do ambiente interno e os impactos do ambiente externo. Deve ser capaz de integrar toda a organização e tem efeitos em longo prazo;
- Planejamento tático: proposição de ações para efetivar as estratégias elencadas no primeiro nível de planejamento. As ações propostas devem ser transformadas em planos objetivos. Produz efeitos em curto e médio prazo;
- Planejamento operacional: neste nível de planejamento, as ações são divididas em tarefas e finalmente implementadas.

Sertek, Guindani e Martins (2011) afirmam que toda organização demanda a ordenação das ações. Para entender esse conceito, os autores mencionam que, nas organizações, há relações plurais, ou seja, conjuntos distintos de interesses. Assim, para que os objetivos das organizações sejam concretizados, as ações realizadas pelos indivíduos precisam ser coordenadas, estabelecendo uma divisão clara do trabalho entre eles. Sendo assim, a coordenação das ações evidentemente demanda um sistema de autoridade coerente.

Além disso, outro aspecto que influencia um bom planejamento é a burocracia exacerbada e inflexível, que pode criar obstáculos à gestão empreendedora e, conseqüentemente, pode inibir o planejamento estratégico (CHIAVENATO, 2012). O autor revela que, para o rompimento com o modelo burocrático, um novo paradigma deve ser construído, baseado em técnicas empresariais, dentre as quais justamente o planejamento estratégico, que deve ter por meta a obtenção de maiores receitas e a diminuição e o controle de gastos.

A burocracia ineficiente também pode levar à insatisfação com os serviços públicos. Para modificar esse cenário, o planejamento estratégico pode significar uma nova lógica na relação usuário - sistema, em que o usuário não deve ser encarado apenas como um contribuinte, mas sim como um cliente, que precisa sentir-se satisfeito com o serviço prestado, ou seja, predisposto a voltar sempre.

Fischmann e Almeida (1991) destacam que as fases do planejamento estratégico devem ser seguidas de maneira ordenada, sendo adaptadas ao contexto de cada setor ou organização. É importante ainda a revisão anual do planejamento estratégico, devido a este ambiente complexo e vulnerável a mudanças. Com isso, não se deve perder tempo na busca de métodos padrão para o desenvolvimento e implementação do planejamento estratégico, mas sim aplicar sua essência de maneira lógica para a construção dos resultados esperados.

Já a atividade de planejamento como instrumento de política econômica tem suas origens em um cenário mais recente, segundo Cima (2006). Nos países capitalistas, a ideia de planejamento surgiu diante da necessidade de se atingir determinados objetivos econômicos e sociais. O autor comenta ainda que a inconstância das atividades econômicas, os problemas relacionados ao alto índice de desemprego e a diminuição da satisfação da sociedade impulsionaram a racionalização das políticas econômicas por meio de métodos que direcionassem a economia em busca de uma distribuição otimizada dos recursos.

Focando especificamente no planejamento do setor energético, vale lembrar que até o começo da década de setenta esta atividade possuía uma lógica relativamente simples e, de certa forma, bastante similar àquela do planejamento econômico: o atendimento da demanda a um mínimo custo (COSTA, 2001).

Além disso, Araújo (1988) destaca que o ato de planejar para o setor de energia, até o primeiro choque do petróleo, possuía as seguintes etapas: com base nos objetivos de desenvolvimento da economia, eram realizadas estimativas de demanda energética para em seguida definir a melhor maneira de atendê-la, tendo sempre como base os possíveis limitadores técnicos e econômicos. Estas atividades coincidiam assim com o planejamento das empresas especializadas no abastecimento energético, que naquela época eram em grande parte estatais.

Num contexto mais atual, Tolmasquim, Oliveira e Campos (2002) estabelecem que “o planejamento do fornecimento de energia se caracteriza por um serviço de interesse geral, dada a importância de sua acessibilidade a um grande número de consumidores, a necessidade da continuidade e confiabilidade da prestação do serviço e, principalmente, pela incapacidade do mercado prover, com suas próprias forças, a quantidade e qualidade desejada pelos usuários”. Ou seja, possui relevante interesse público, a partir do momento que se torna uma atividade imprescindível para propiciar bem estar coletivo.

Além disso, no que diz respeito a necessidade de investimento, o setor energético requer grande aporte de capital, como pode-se notar na “exploração e produção de petróleo, a construção de centrais elétricas, a criação de redes de dutos para o transporte de petróleo e gás natural, etc” (CIMA, 2006).

Por fim, com o surgimento do Planejamento Integrado de Recursos, Azevedo, Grimoni e Udaeta (2010) comentam que a diferença do PIR para o Planejamento Tradicional está no surgimento das suas dimensões sociais, políticas e ambientais no processo de planejamento, dando assim um formato final a composição de fatores que influenciam o PIR e alavancaram o desenvolvimento do modelo de Integração dos Recursos, conforme será destacado no tópico seguinte.

## 2.2 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO PIR

Devido as suas especificidades de caráter econômico e técnico, o setor energético se distingue de outros segmentos da economia, uma vez que, conforme destaca Cima (2006), a sociedade depende da energia para:

- Manutenção de atividades domésticas: como cocção, aquecimento de água para banho, condicionamento ambiental, iluminação;

- Transporte de pessoas e mercadorias: aéreo, naval, rodoviário e dutoviário;
- Suporte de atividades comerciais: refrigeração de alimentos, iluminação de ambientes;
- Transformação de matérias-primas em bens materiais, por meio das atividades produtivas do setor industrial.

Nos anos que precederam o final do século XX, muitas empresas de energia elétrica usavam o Planejamento Integrado de Recursos (PIR) para desenvolver um programa de expansão de energia. Hoje, poucas destas empresas usam essa abordagem por causa da divisão que existe entre atividades de geração e distribuição de energia (HU et al., 2010).

É importante a noção de que, nos países desenvolvidos, o surgimento do PIR está muito mais voltado para o planejamento do setor elétrico, enquanto que no Brasil esta foi abrangida com uma nova conceituação focada no setor energético como um todo, com ações para diversificação da matriz energética, integrando diferentes recursos. Além disso, em alguns destes países o planejamento de longo prazo para expansão do sistema energético tornou-se uma tarefa unicamente governamental (HU et al., 2010; SA, 2005).

Sendo assim, o objetivo do PIR é maximizar a contribuição de um conjunto de Recursos Energéticos em favor do desenvolvimento social e ambiental de forma sustentável, num período de tempo específico e numa região definida (UDAETA, 1997; WANG; MIN, 1998).

Já Hoog e Hobbs (1993) trouxeram uma definição mais abrangente, que relaciona o PIR como um processo para encontrar a melhor combinação de opções de oferta e de Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD) para atender às necessidades de eletricidade da região, sendo considerado, desde aquela época, uma área de foco crescente para o setor de energia elétrica em todo o mundo.

Essa escolha do melhor leque de opções pode ser um problema muito complexo quando uma diversidade de opções é considerada tanto pelo lado da oferta quanto da demanda, e, principalmente, se não só os aspectos técnicos das opções são considerados, mas também os aspectos sociais, políticos e ambientais (CICONE JR. et al., 2008).

Ainda que complexo, num contexto de uma crise de recursos ambientais, o uso do PIR com foco em energia renovável e limpa pode efetivamente aliviar a crise energética e contribuir para a redução de emissões e proteção do meio ambiente, promovendo assim o Desenvolvimento Sustentável (ZHENG; PAN, 2014; SPERLING; HVELPLUND; MATHIESEN, 2011).

Com isso, ao estabelecer um mesmo patamar de análise para alternativas de atendimento das solicitações energéticas pelo lado da oferta e da demanda, Cima (2006) destaca que o “Planejamento Integrado busca uma solução de mínimo custo total para a sociedade, em que as componentes econômica, social e ambiental estão inseridas”.

Podem-se destacar como opções do lado da demanda os programas e atividades destinadas a interferir no uso do cliente de energia elétrica, tais como programas de eficiência energética, tempo de uso e taxas. Por outro lado, as opções de oferta incluem usinas de energia e construção de transmissões, fornecimento de combustível, compras de energia no atacado, energias não renováveis (gás natural, petróleo e derivados) e as energias renováveis, ou seja, biomassa, geotérmica, solar, eólica e sistemas híbridos (YILMAZ; HOCAOGLU; KONUKMAN, 2008).

Azevedo, Grimoni e Udaeta (2010) comentam que o distanciamento do PIR diante do Planejamento Tradicional alavancou o desenvolvimento do modelo de Integração dos Recursos, permitindo a efetiva inserção das suas dimensões sociais, políticas e ambientais, além da técnico-econômica, no processo de planejamento, dando assim o formato final a composição de fatores que influenciam o PIR.

A formulação destas quatro dimensões foi apresentada por Udaeta (1997), propondo que elas devem ter o mesmo peso e importância quando analisadas. Em uma dada região, composta por vários municípios, existem aqueles em que determinado recurso energético pode contribuir em maior ou menor importância para cada uma das dimensões (KANAYAMA, 2007).

Em termos gerais, Galvão e outros (2000) definem o PIR como o processo de Planejamento Energético no sentido de um exame de todas as opções possíveis e factíveis no percurso do tempo e da geografia, na procura de responder a

problemática da energia, selecionando as melhores alternativas, com a finalidade de garantir a sustentabilidade socioeconômica (de acordo com o ente que o percorre) no âmbito energético. Ainda em seu estudo, estes autores apresentam as diferentes perspectivas com as quais pode-se observar o processo do PIR, conforme listadas a seguir:

- Do ponto de vista governamental, o seu significado percorre questões como a criação de fontes de trabalho; a preservação, conservação e proteção do meio ambiente; o reconhecimento internacional (em termos globais do uso racional da energia e do meio ambiente); novas técnicas e tecnologias; e a possibilidade do Desenvolvimento Sustentável, inclusive a factibilidade de endereçar esforços para criar expectativa e consciência na indústria energética como um todo, pois o PIR colabora para satisfazer as necessidades dos consumidores, tanto a partir do setor estatal como do privado, podendo ser (direta e indiretamente) suporte à legislação, às leis, à economia, e ao mercado externo na busca de alcançar a sustentabilidade econômica;
- Para a concessionária, quer seja essa pública ou privada, o PIR significa, em todos os sentidos, escolha de opções de baixo custo, (oferta de) tarifas mais baixas, o adiamento mais para frente de incorrer em gastos de capital, e o mais importante, satisfação do consumidor;
- O consumidor tem também sua parcela de ganho, se beneficiando de construções (em todos os sentidos) mais baratas ou de custo menos alto, maior disponibilidade de renda (maior opção), enorme melhoramento do ambiente de trabalho, e também segurança e conforto fartamente melhorados;
- Dentre outros como, por exemplo, as empreiteiras, que podem se beneficiar com ganhos sobre uma grande fatia do mercado, isto devido à sua capacidade potencial de usar o conhecimento e a habilidade desenvolvidos para a implementação dos conceitos.

Assim, por ser uma metodologia de Planejamento Energético que procura analisar as fontes energéticas e suas respectivas viabilidades de implantação segundo



uma visão integrada e mais abrangente em relação ao Planejamento Tradicional, a mesma apresenta os seguintes elementos principais (GIMENES, 2004):

- Caráter participativo da sociedade: o principal elemento que distancia o PIR do Planejamento Tradicional é justamente a consideração dos chamados Interessados-Envolvidos, que compreendem todos aqueles que sejam afetados, beneficiários ou se interessem pelo desdobramento do Planejamento Energético;
- Atendimento da demanda a menor custo completo: por custo completo entende-se o somatório dos custos ambientais, sociais e econômicos de cada alternativa energética, lembrando que o PIR considera todas as alternativas possíveis para uma região.

Giemenes (2004) comenta ainda sobre a importância da participação ampla da sociedade na proposta atual do PIR para fornecer uma alternativa que mapeie os impactos, os benefícios e os riscos das diversas soluções energéticas de determinada localidade ou região, com o objetivo de oferecer aos envolvidos, com destaque ao investidor, uma visão clara de cada alternativa, permitindo uma avaliação mais concreta destes riscos e oportunidades em cada localidade no momento considerado (curto, médio ou longo prazo).

A princípio, o PIR trata dos recursos energéticos do ponto de vista global, sendo que a compreensão do que é global pode assumir diversas variações, dependendo do universo para o qual se está conduzindo o planejamento, podendo ser a área de concessão de uma empresa, uma região, estado, país ou, até mesmo, um conjunto de países (FUJII, 2006). Todavia, o autor destaca que dificilmente o PIR poderia ser conduzido além da esfera nacional; as grandes diferenças entre as políticas energéticas, governos e grupos de influência inviabilizariam a condução de um estudo abrangente de PIR supranacional.

Já no que diz respeito às dimensões do PIR, o paradigma de desenvolvimento até o momento atual tem sido o de priorizar a dimensão técnico-econômica e isto tem causado desequilíbrio na relação insumos e resíduos. Nem todos resíduos produzidos pelas atividades humanas são utilizáveis como insumo para outros processos ou a velocidade em que os sistemas naturais conseguem reciclá-los é

tão longa que acabam causando alterações no ecossistema (KANAYAMA, 2007).

A solução para os problemas ambientais que são enfrentados hoje requer ações potenciais de longo prazo para o Desenvolvimento Sustentável. Neste sentido, a utilização de recursos energéticos renováveis surge como uma das soluções mais eficientes e eficazes (KOWALSKI et al., 2009; SUGANTHI; SAMUEL, 2012). Estes recursos (sejam solar, biomassa, vento, mar ou geotérmica) são inesgotáveis e oferecem muitos benefícios ambientais em relação a fontes de energia convencionais.

Cada tipo de energia renovável também tem suas próprias vantagens que a tornam especialmente adequada para determinadas aplicações (RAMACHANDRA; KRISHNA; SHRUTHI, 2005). Segundo Hepbasli (2008), o mais importante é que quase nenhuma delas libera poluentes gasosos ou líquidos durante a operação.

No que diz respeito à eficiência energética, esta deve deixar o seu nicho nas estatísticas sobre energia para fazer parte do mundo da economia. A primeira e mais importante razão para isto é que o Brasil, tanto pela sua história como pelas circunstâncias internacionais, precisa urgentemente planejar o aumento de sua eficiência econômica. Essa necessidade está presente tanto na falta de competitividade de boa parte de sua produção industrial frente à concorrência de outros países emergentes como, de outro lado, na perda da qualidade de vida para as populações que vivem em seus maiores e principais centros urbanos (BERMANN et al., 2012).

Outra razão destacada por estes autores diz respeito à maneira como esta eficiência ainda é gerenciada, com uma desproporção de investimentos mostrada no Plano Decenal de Expansão de Energia 2020, em que o setor de petróleo e gás recebe R\$ 590 bilhões, a construção de novas hidroelétricas na sua maior parte na Amazônia recebe R\$ 190 bilhões e a eficiência energética sequer tem um valor definido, podendo alcançar, no máximo, em torno de R\$ 10 bilhões para todo o período.

De acordo com a Agência Internacional de Energia, a oferta total de energia primária do mundo aumentou para 13,541 milhões de toneladas de equivalente petróleo (MTEP) em 2014, em comparação com 6,107 MTEP em 1973. Os

principais contribuintes neste *mix* de energia primária são: petróleo, 31,1%; carvão / turfa, 28,2%; biocombustíveis, 10,2%; hídrica, 2,4%; nuclear, 4,8%; gás natural, de 21,4% e outros recursos, 1,2%.

Centrais elétricas convencionais baseadas em combustíveis fósseis produzem uma grande quantidade de gases de efeito estufa. Na Europa, as contas de geração de energia elétrica representam um terço das emissões de CO<sub>2</sub>; na Holanda é mais de 50% e na Índia, a geração de mais de 45% da emissão é do setor de energia elétrica. Uma enorme oportunidade existe dentro deste setor para reduzir a emissão e contribuir significativamente para mitigar a mudança climática (VERMA; KUMAR, 2013).

Já com relação à energia renovável, que pode ser considerada uma saída para estes problemas relatados, a utilização de energia solar e eólica está em crescimento e tendendo para uma industrialização, embora ambas sejam limitadas por fatores geográficos. No que diz respeito à geração de energia nuclear, apesar de ser uma fonte de energia eficaz, é também vulnerável a desastres naturais e a erros humanos (ZHENG; PAN, 2014).

Mudando o foco para a implementação de estratégias de mitigação das mudanças climáticas, estas podem afetar significativamente as atuais práticas em diferentes setores, influenciando inclusive o consumo de água. A água utilizada para gerar eletricidade é responsável por cerca de 8% do total consumido. Estimativas recentes mostram ainda que, em 2050, a população mundial aumentará para 9,2 bilhões, resultando em um aumento de 70% na demanda por alimentos e um aumento de 40% na demanda de energia. De acordo com outra estimativa, em 2030, o mundo iria enfrentar uma escassez de cerca de 40% de abastecimento de água (BINDRA et al., 2014).

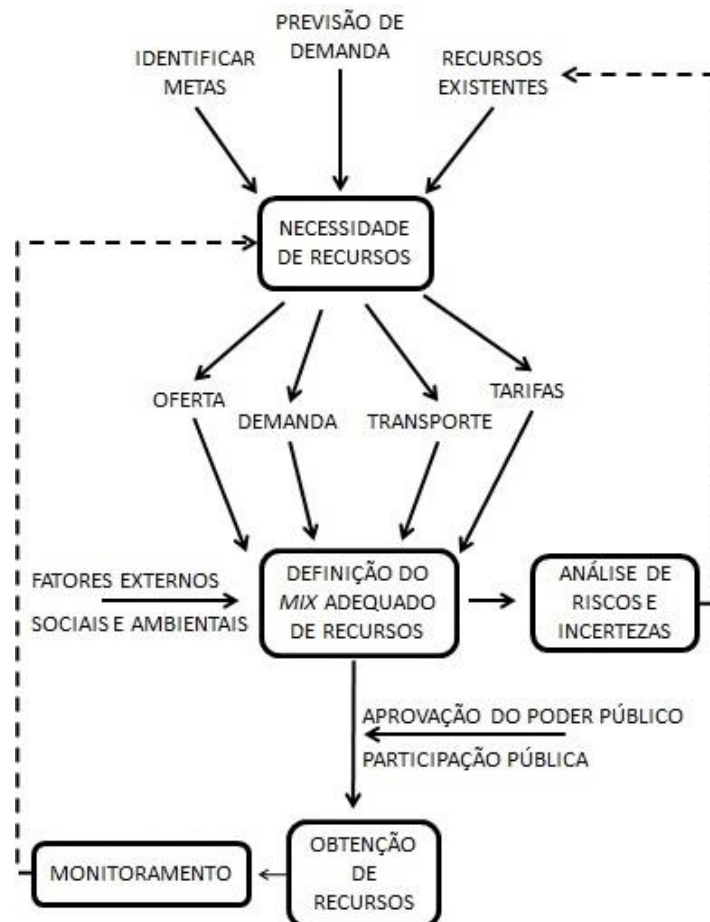
Além destes cenários, o aumento da penetração das tecnologias de geração de energia renovável em redes de energia elétrica também é uma das principais estratégias de mitigação para atingir as metas de redução de emissão de gases de efeito estufa. Outras estratégias de mitigação de mudanças climáticas também podem contribuir para a redução das emissões completando, assim, a participação de geração de energia renovável, que pode ser limitada devido a limitações técnicas da rede (ABDULLAH; AGALGAONKAR; MUTTAQI, 2014).

### 2.3 O FLUXO DE ATIVIDADES DO PIR

Na Figura 1 são apresentadas as etapas que compõem um PIR de maneira genérica. Embora o conteúdo de qualquer PIR seja único, com utilidades específicas, todos são construídos sobre uma estrutura básica comum (BOLINGER; WISER, 2005):

- Desenvolvimento de previsões de picos de demanda e de oferta;
- Avaliação de como essas previsões se comparam com os recursos de geração existentes e comprometidos;
- Identificação e caracterização das diversas carteiras de recursos candidatas para preencher uma deficiência de recursos projetada;
- Análise dessas candidatas em cada caso e em cenários futuros alternativos; e finalmente,
- Seleção de uma carteira preferida e criação de um plano de ação a curto prazo para começar a avançar no sentido da carteira escolhida.

Figura 1 - Fluxo do PIR

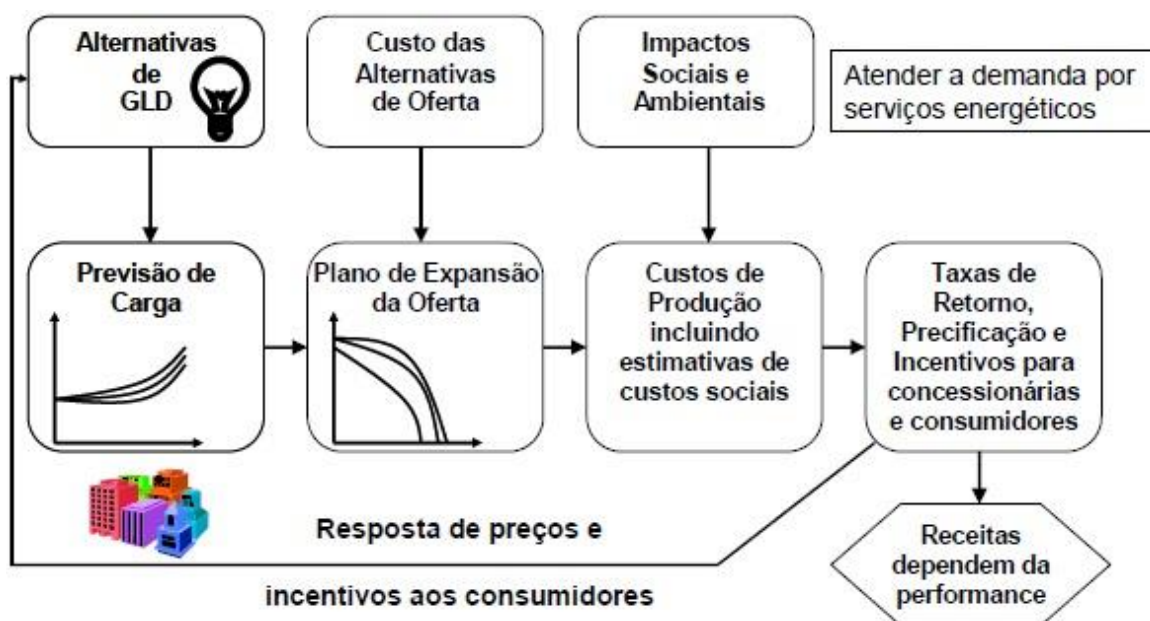


Fonte: Elaboração própria a partir de CICONE JR (2008).

O fluxo tem início com a identificação de metas a serem alcançadas com o planejamento, assim como um estudo de previsão de demanda e um levantamento dos recursos existentes. A partir daí, é definido o *mix* adequado de recursos, levando em consideração informações de oferta, demanda, tarifas e transporte de energia. Tudo isso é implementado com base em uma análise de riscos e incertezas e um monitoramento contínuo.

Já na Figura 2 são apresentadas as atividades relacionadas ao abastecimento energético, atividades estas que acarretam investimentos consideráveis que devem ser levados em consideração no momento da elaboração do planejamento como, por exemplo, a extração dos recursos naturais e os processos de transformação, transporte e distribuição de energia.

Figura 2 – Etapas e elementos que compõem o Planejamento Energético Integrado



Fonte: CIMA (2006).

A partir daí devem ser analisadas as vantagens e desvantagens, uma vez que o ato de planejar no setor energético é formado por múltiplas variáveis que necessitam uma alimentação constante de dados com qualidade elevada, tornando-se assim um limitador que pode impossibilitá-lo na prática (ou seja, em variáveis como tempo, custos, recursos humanos e viabilidade) (CIMA, 2006).

Reis e Mielnick (1999) destacam duas concepções que constituem a operacionalização do PIR: a primeira seria como a visão empresarial, que

pretende a realização de lucro, considerando o papel das atribuições do investidor e a segunda como a visão institucional, com ênfase na defesa dos interesses coletivos e na atuação dos agentes reguladores dos serviços de infraestrutura.

Baseado nisto, Silva Júnior (2012) comenta que tais interesses coletivos se resumem à preocupação com a qualidade da oferta de serviços energéticos oferecidos, a busca da modicidade tarifária, a garantia de sustentabilidade ambiental, o interesse social (empregos gerados e impactos sobre a saúde pública) e com o interesse político, medido por fluxo financeiro e impostos gerados dentro de fronteiras de uma determinada região.

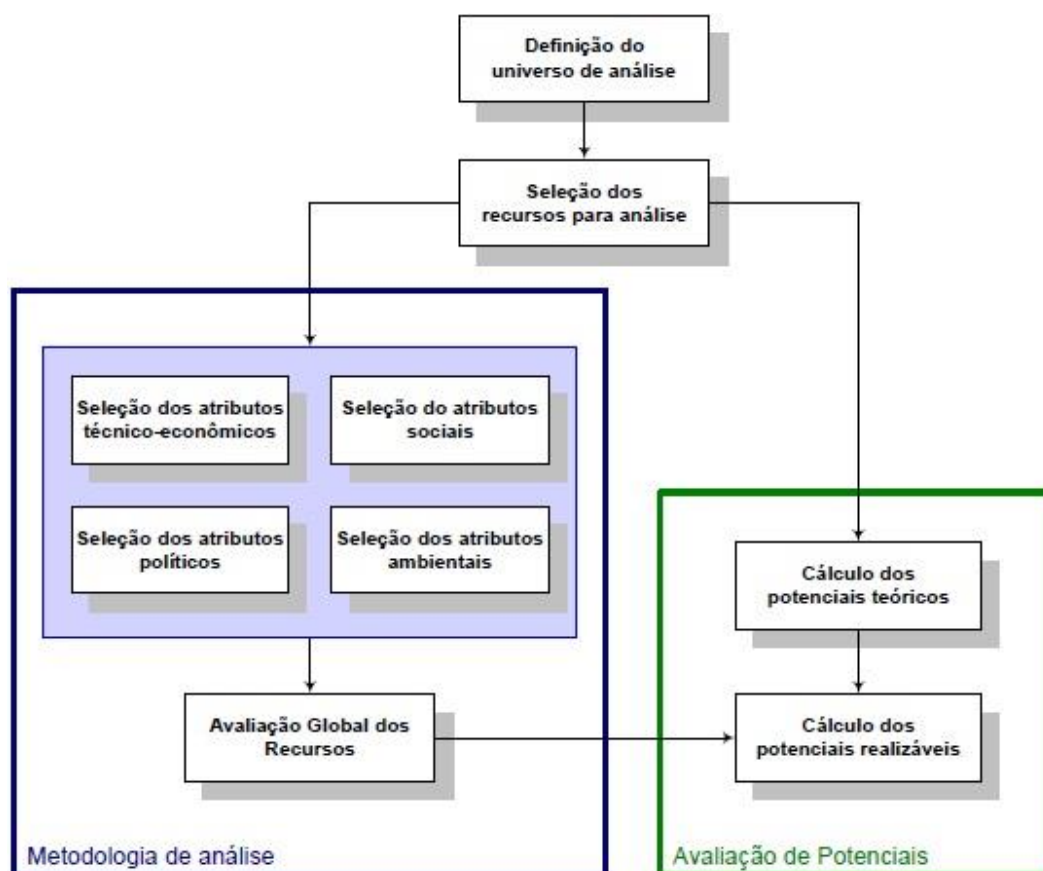
Devido a todas estas características, é crescente a demanda de estudos neste campo de pesquisa, com o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem a tomada de decisão em PIR. Azevedo (2005) apresenta um modelo de tratamento de dados com o objetivo de visualizar analiticamente diversos Estudos de Caso e faz uma comparação com o uso integrado de recursos energéticos realizado em outras regiões, além de relacionar o uso final de determinadas tecnologias com a tendência e projeção de utilização das mesmas ao longo do tempo, tanto para o lado da demanda, como para o lado da oferta, procurando-se alternativas energéticas para atender as necessidades da própria região.

Já Fujii (2006) apresenta um modelo que estabelece critérios de análise e cálculo dos potenciais dos recursos energéticos e sugere opções para sua avaliação integrada, subsidiando decisões sobre quais recursos apresentam melhor performance dentro do PIR (Figura 3).

Esta figura detalha que a Metodologia de Análise é composta pela seleção dos atributos das quatro dimensões do PIR (técnico-econômica, ambiental, social e política), os quais são definidos de modo a permitir a análise imparcial de todos os recursos. Depois de selecionados e detalhados os atributos, são estabelecidos os critérios da Avaliação Global dos Recursos, também conhecida como “contabilização dos custos dos recursos”.

Técnicas de mitigação das mudanças climáticas (como o uso de fontes renováveis na geração de energia, a mudança no *mix* de combustível, o uso de aparelhos inteligentes e energeticamente eficientes), podem atuar para reduzir as emissões de infraestrutura de energia elétrica (HART; JACOBSON, 2011).

Figura 3 – Modelo de Caracterização de Recursos



Fonte: FUJII (2006).

As estratégias de mitigação são necessárias para a introdução de uma transição no setor de energia. Além disso, a avaliação e quantificação da capacidade de redução de emissão de um sistema elétrico com diferentes índices de geração de energia renovável são necessárias para atingir as metas nacionais e internacionais de emissão (TSILINGIRIDIS; SIDIROPOULOS; PENALIOTIS, 2011).

É importante destacar ainda que o presente estado da arte verificado sobre o PIR possui uma lacuna que esta pesquisa busca preencher, uma vez que a maioria dos estudos possui um viés muito técnico com foco em cálculos de oferta e demanda para estudo de cenários futuros do setor energético. Assim, busca-se apresentar maneiras de realizar levantamento de informações que podem dar base para complementar todo este processo, com análises mais qualitativas do que quantitativas. A partir destes conceitos introdutórios, são apresentadas a seguir ferramentas que podem auxiliar na realização deste planejamento, de

maneira a contribuir para dar base a este processo de coleta de informações, permitindo assim um direcionamento para tomada de decisão com foco na diversificação da matriz energética do Espírito Santo.



### 3. CONTRIBUIÇÕES DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA O PIR

#### 3.1 A ANÁLISE SWOT

Utilizada pela primeira vez na década de 1960 como uma ferramenta para gestão de negócios, a análise SWOT atua em contextos caracterizados pela incerteza e alta competitividade. Nos últimos anos, atingiu campos de aplicação mais vastos e agora é comumente aplicada para apoiar procedimentos de planejamento estratégico e constitui uma abordagem bem consolidada no campo de análises de sustentabilidade graças à sua capacidade para representar de uma forma racional e organizada a influência desempenhada por vários fatores em diferentes contextos de decisão, analisar cenários alternativos de desenvolvimento urbano e territorial e para avaliar projetos, planos e programas, tanto a nível local e global (MERGERA; WOLFSLEHNER, 2016).

Neste tópico, o objetivo é mostrar como esta ferramenta pode ser útil para apoiar o Planejamento Integrado de Recursos, mostrando suas características e elencando diversos estudos que já utilizaram a SWOT com o objetivo de coletar informações valiosas para proposição de ações para o setor energético, mostrando assim como esta é uma área de pesquisa que vem se destacando. Do ponto de vista metodológico, a análise SWOT permite fazer a distinção entre:

- Fatores endógenos (isto é, variáveis que fazem parte do sistema e que podem ser diretamente modificadas);
- Fatores exógenos (ou seja, variáveis que são externas ao sistema, mas que podem influenciá-lo; estas variáveis não podem ser modificadas diretamente, mas é importante para mantê-los sob controle, a fim de tirar proveito dos aspectos positivos e evitar consequências negativas) (COMINO; FERRETTI, 2016).

Esta ferramenta constitui um passo importante em planejamentos estratégicos, mas seu valor é muitas vezes subestimado devido à simplicidade na sua criação (ORR, 2013). Na Figura 4, apresenta-se um exemplo de construção desta estrutura, em que Gutierrez, Liso e Chico (2016) detalham cada um de seus itens da seguinte forma:

- Os pontos fortes se referem a tudo aquilo que as partes interessadas

percebem que realmente funcionam e agregam valor. Para identificá-los consideram-se as áreas em que terceiros veem a organização ou o setor estudado em vantagem competitiva;

- Fraquezas estão relacionadas às áreas nas quais a organização precisa melhorar, tais como deficiências nos recursos ou capacidades que dificultam a organização para atingir um objetivo desejado. Ao compreender as fraquezas, é possível se concentrar em áreas específicas que necessitam de melhorias;
- Oportunidades e Ameaças são fatores externos ou situações que existem que podem afetar a organização de uma forma positiva ou negativa, para alcançar um objetivo desejado, ou ainda como uma tendência de atuação que a organização observa e poderia utilizar. Examinar tendências é bastante útil na identificação de oportunidades.

Figura 4 – Matriz de análise SWOT

		Análise Interna	
		Pontos Fortes (Strengths)	Pontos Fracos (Weaknesses)
Análise Externa	Oportunidades (Opportunities)		
	Ameaças (Threats)		

Fonte: elaboração própria.

A análise SWOT é uma ferramenta eficaz que é amplamente usada e é importante para uma análise da percepção das partes interessadas (com grupos de foco, entrevistas em profundidade, etc.), permitindo uma coleta de informações de “baixo pra cima”, ou seja, iniciando com quem atua diretamente com execução de uma determinada atividade, permitindo assim a elaboração de objetivos estratégicos (CHANTHAWONG; DHAKAL, 2016).

Além disso, em processos de autoavaliação para o desenvolvimento de planos estratégicos, é comum o uso de uma ferramenta que vem do mundo dos negócios

em outros ambientes, como a análise SWOT, aplicando-a de maneira ajustada a realidade do segmento de mercado estudado (COMINO; FERRETTI, 2016).

Estes mesmos autores comentam que analisar esses fatores significa identificar e avaliar os aspectos setoriais/organizacionais que podem afetar o sucesso ou o fracasso das estratégias adotadas pela própria organização, além de investigar os fatores ambientais que não podem ser controlados pela organização, mas que podem de alguma maneira afetar suas performances.

A análise SWOT não tem como objetivo, em geral, proporcionar medidas completas e avaliações muito detalhadas, mas, se usada corretamente, ela representa um ponto de referência fundamental para a formulação de uma estratégia válida, já que fornece avaliações qualitativas para os fatores identificados, não sendo seu objetivo quantificá-los. Por isso, o seu uso juntamente com ferramentas quantitativas (indicadores, no caso da presente pesquisa) é importante para complementar a análise (TAVANA et al., 2016).

Um trabalho que merece destaque neste mesmo segmento energético foi o estudo realizado por Shi (2016) na Associação das Nações do Sudeste Asiático (ASEAN), em que comenta sobre o contraste das perspectivas regionais dominadas pelos combustíveis fósseis em relação às aspirações para se mover em direção a um *mix* de “energia verde”, e analisa as estratégias de “energia verde” usando os pontos fortes, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças.

Por meio das informações obtidas com a análise SWOT, o artigo segue argumentando que, apesar do que chama de “perspectiva marrom” aparecer devido ao aumento esperado do carvão, a região da ASEAN tem muitas vantagens no fornecimento de energia mais limpa, identificadas como Pontos Fortes na análise feita. No entanto, a redução das emissões de CO<sub>2</sub> não foi explicitamente definida na agenda política de potencial energético da região, com isso o “lado verde” ainda é considerado subdesenvolvido (Pontos Fracos).

O autor conclui que, para conseguir um *mix* de energia mais verde, a ASEAN tem de fazer esforços adicionais, tais como a remoção de subsídios de combustíveis fósseis, a promoção das energias renováveis e da eficiência energética, a integração do mercado regional e conectividade e execução de planos já existentes por nações. Em última análise, cada uma dessas estratégias exigirá

liderança sustentada, determinação política e ações concretas das partes interessadas, em particular, os governos nacionais em toda a região.

Outra pesquisa neste sentido foi realizada por Fertel e outros (2013), apresentando uma análise das políticas energéticas e climáticas do Canadá por meio de uma análise SWOT sobre os temas de segurança energética, eficiência energética e tecnologia e inovação. Foi discutida a coerência das políticas federais e provinciais e das políticas climáticas e energéticas, mostrando que há uma falta de consistência nas estratégias canadenses deste setor, em que as decisões tomadas a nível provincial ocorrem sem a cooperação com outras províncias ou com o governo federal. Uma forma de melhorar a coerência política seria aumentando a cooperação entre as diferentes jurisdições, usando uma combinação de instrumentos políticos e de agências intergovernamentais existentes.

Já no que diz respeito a combustíveis fósseis, a queda no preço do petróleo bruto quase pela metade desde junho de 2014 criou novas oportunidades, bem como desafios. Em seu estudo, Wang e Li (2016) empregam o método SWOT para analisar o impacto do petróleo mais barato no sistema global econômico e nas emissões de carbono, explorando as questões climáticas e identificando os desafios de preços mais baixos do petróleo. Além disso, alegam que a queda dos preços do petróleo impulsiona o crescimento econômico, mas produz mais poluentes de carbono, acelerando assim o aquecimento global. No entanto, o petróleo mais barato forneceu uma janela de oportunidade para retirar os subsídios aos combustíveis fósseis, um desenvolvimento importante que não havia sido atingido mesmo com os alertas existentes sobre alterações climáticas causadas por estas fontes.

Este método também já foi aplicado em outros estudos da área de energia, incluindo, por exemplo, um planejamento regional de política energética (TERRADOS; ALMONACID; HONTORIA, 2007) e uma revisão da política de energias renováveis (CHEN; KIM; YAMAGUCHI, 2014), estudos estes que abordam algumas questões semelhantes a presente pesquisa, mas num contexto regional diferente.

Todos estes estudos mostram a viabilidade que esta ferramenta possui para ser

aplicada em planejamentos para o setor energético, como faz o PIR, de maneira a coletar dados em setores que possam contribuir com informações relativas ao ambiente estudado, auxiliando assim na proposição de políticas energéticas.

### 3.2 A IMPORTÂNCIA DO USO DE INDICADORES DE ENERGIA SUSTENTÁVEL

Com o grande destaque dado as temáticas relacionadas à sustentabilidade a partir dos anos 1990, o Departamento das Nações Unidas de Assuntos Econômicos e Sociais (DESA) começou a trabalhar para produzir um conjunto global de indicadores para Desenvolvimento Sustentável, em 1995. Este esforço concluiu com um pacote de 58 indicadores, dos quais apenas três foram relacionados com a energia - consumo anual de energia per capita, intensidade de energia utilizada e consumo de recursos energéticos renováveis (UNDESA, 2001).

A fim de complementar o esforço da Comissão sobre Desenvolvimento Sustentável e para fornecer uma resolução mais clara para o setor energético, a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) iniciou um programa de longo prazo em Indicadores para o Desenvolvimento Sustentável de Energia (ISED) em 1999, em cooperação com várias organizações internacionais, incluindo a Agência Internacional de Energia (AIE) e o DESA, e alguns Estados-Membros da AIEA.

O principal critério utilizado no processo de seleção e aperfeiçoamento destes indicadores de energia foi a sua capacidade de abordar as questões mais importantes relacionadas com energia, de interesse dos países em todo o mundo (VERA et al., 2005). De maneira mais específica, os indicadores foram selecionados, definidos e classificados para ajudar os países a avaliar as políticas energéticas eficazes para a ação sobre o Desenvolvimento Sustentável, de acordo com critérios que permitam:

- Integrar a energia em programas socioeconômicos;
- Combinar energia renovável, eficiência energética e tecnologias avançadas para atender a crescente necessidade de serviços de energia;
- Aumentar a quota de opções de energias renováveis;

- Reduzir a queima de gás;
- Estabelecer programas nacionais em matéria de eficiência energética;
- Melhorar o funcionamento e a transparência da informação nos mercados de energia;
- Reduzir as distorções de mercado;
- Ajudar os países em desenvolvimento nos seus esforços internos para fornecer serviços de energia para todos os setores de suas populações.

No Brasil, a principal referência são os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável desenvolvidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015), que surgiram após a Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (organizada em 1992 no Brasil), sendo que estes indicadores buscam relacionar meio ambiente, sociedade, desenvolvimento e informações para a tomada de decisões. Estes 63 indicadores, construídos não só com base nos estudos do IBGE, mas também de outras organizações, buscam uma maneira de quantificar a qualidade de vida da população e relacioná-la com a qualidade do meio ambiente, além de tratar questões econômicas, de padrões de produção e consumo e da governança para o Desenvolvimento Sustentável.

Além disso, tais indicadores permitem avaliar a sustentabilidade nas suas dimensões ambiental, social, econômica e institucional, dando destaque a característica multidimensional do Desenvolvimento Sustentável e enfatizando a importância de uma visão integrada, “oferecendo um panorama abrangente de informações necessárias ao conhecimento da realidade do país, ao exercício da cidadania e ao planejamento e formulação de políticas públicas para o Desenvolvimento Sustentável” (IBGE, 2015).

Para o Espírito Santo, as principais fontes de dados são os relatórios fornecidos pela Agência de Serviços Públicos de Energia do estado do Espírito Santo (ASPE), que é “uma autarquia de regime especial responsável por estudar, planejar, regular, controlar e fiscalizar o setor energético no estado do Espírito Santo”, compreendendo: energia elétrica, por meio de delegação de competência conferida pela União Federal, e gás natural, no que tange à eficiência dos

serviços públicos, ao fornecimento, à distribuição e às demais condições de atendimento aos usuários.

Os estudos elaborados pela ASPE constituem uma base de dados sistematizada e revelam-se uma ferramenta fundamental para os mais variados tipos de análises, tais como planejamento energético, busca de eficiência energética, preservação ambiental e desenvolvimento de novos negócios.

O levantamento é de especial interesse para os setores produtivos do estado, pois apresenta informações da oferta e do consumo de um insumo básico, a energia, que permeia todas as áreas da sociedade, fornecendo uma visão retrospectiva e integrada, e uma análise da evolução dos dados e informações que caracterizam o perfil energético do estado. Todas estas informações possibilitam o estabelecimento de diretrizes que poderão nortear a atuação de órgãos governamentais e instituições privadas relacionadas ao setor.

Vale destacar ainda que tais índices permitem a padronização da coleta, do processamento e análise de dados do setor energético, para em seguida determinar ações de resposta sobre os resultados das inter-relações destas informações coletadas (CIMA, 2006).

Além disso, Mahmood e outros (2014) destacam que o consumo de energia *per capita* dos países é tomado como uma medida de seu desenvolvimento socioeconômico e progresso atual. Isto destaca a importância do uso de indicadores para a construção de planejamentos eficientes, embasados em valores que permitam mensurar posteriormente ações de resposta, que é o foco desta pesquisa e será tratado com maiores detalhes nos tópicos seguintes.

### 3.3 PRINCIPAIS TÉCNICAS DE ANÁLISE DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Não há uma definição universalmente aceita da sustentabilidade, uma vez que valores e interesses políticos e econômicos desempenham um papel central nesta temática. Do ponto de vista científico, no entanto, certas abordagens fornecem ferramentas de comparação entre regiões que registram um caminho para o progresso da sustentabilidade, como é mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais técnicas de análise de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

<b>Técnica de análise</b>	<b>Descrição</b>
<b>Modelo Causa-Efeito-Resposta (Pressure-State-Response - PSR)</b>	Este modelo foi desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2003) e é baseado no fato de que as atividades humanas exercem pressão sobre o meio ambiente (Causas), e que tais pressões podem induzir alterações no seu estado (Efeito). A sociedade, em seguida, responde às mudanças de pressões ou estado através de diferentes políticas ambientais e econômicas (Resposta).
<b>Pegada Ecológica (Ecological Footprint)</b>	Foi introduzido em Rees (1992) e calcula o espaço de terra equivalente necessário para produzir certos recursos básicos e absorver certos resíduos associados a uma determinada população. Em suma, a Pegada Ecológica é a terra produtiva que a população utiliza. Este está inclinado para o lado ecológico e calcula uma área de terra, não uma pontuação de sustentabilidade.
<b>Barômetro da Sustentabilidade (Barometer of Sustainability)</b>	Este modelo foi criado pela União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN) (PRESCOTT-ALLEN, 2001) e é uma ferramenta visual de avaliação da sustentabilidade. A sustentabilidade de um país tem duas componentes fundamentais: o Bem-estar de Ecossistemas e o Bem-estar Humano. Todos os indicadores são escalados de 0 a 100, onde 0 é o pior desempenho e 100 o melhor desempenho de um indicador. Em seguida, as pontuações são computadas por uma agregação simples.
<b>Índice de Sustentabilidade Ambiental (Environmental Sustainability Index -ESI)</b>	ESI (ESTY et al., 2005) calcula um índice de sustentabilidade ambiental para um país com base em 21 indicadores, que por sua vez são avaliados a partir de 76 conjuntos de dados. O índice ESI é calculado como uma média ponderada de indicadores com pesos iguais, classificando os países.
<b>Análise de Sustentabilidade por Avaliação Fuzzy (Sustainability Assessment by Fuzzy Evaluation - SAFE)</b>	Este modelo foi introduzido com Phillis e Andriantiatsaholiniaina (2001), posteriormente foi modificado e atualizado por Andriantiatsaholiniaina, Kouikoglou e Phillis (2004) e em seguida por Kouloumpis, Kouikoglou e Phillis (2008). SAFE é um sistema de inferência fuzzy hierárquica. Ele usa o conhecimento codificado em regras de “Se, então” e lógica fuzzy para combinar 75 entradas, chamadas de indicadores básicos, em variáveis mais compostas que descrevem vários aspectos ambientais e sociais e, finalmente, fornece um índice geral de sustentabilidade entre [0, 1].
<b>Análise Multi-Critério e Lógica Fuzzy</b>	Um modelo semelhante ao ESI, usando 74 indicadores e Análise multi critério para tomada de decisão, em conjunto com um sistema de inferência fuzzy semelhante ao SAFE foi introduzido por Liu (2007). Ele calcula um índice de sustentabilidade global através do raciocínio sequencial em três etapas: decomposição, ponderação e síntese.
<b>Índice de Sociedade Sustentável (Sustainable Society Index – SSI)</b>	O SSI (VAN DE KERK; MANUEL, 2008) é baseado em 22 indicadores ambientais e sociais que são agregados em cinco categorias principais com pesos iguais. As cinco categorias são então agregadas ao SSI usando pesos desiguais e são classificados cerca de 150 países.

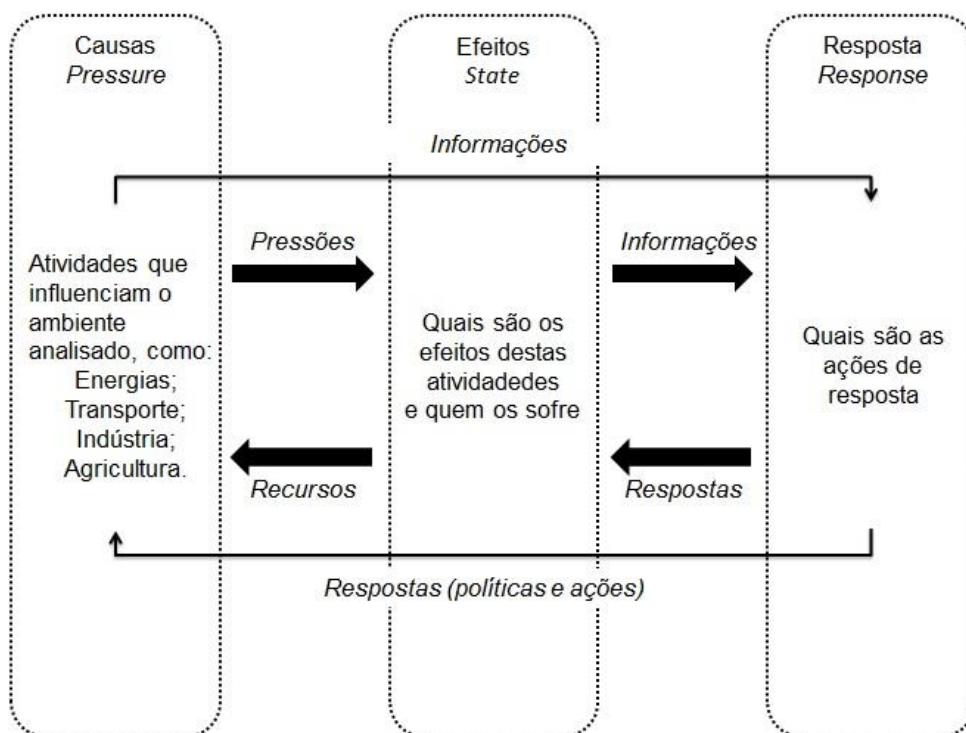
Fonte: elaboração própria.



Dentre estas ferramentas, o modelo PSR foi escolhido e utilizado nesta pesquisa, pois este tem a vantagem de ser um quadro de fácil compreensão e uso, indicando as relações de Causa e Efeito e seus possíveis impactos negativos ou positivos, o que pode contribuir de maneira valiosa para a análise de informações no PIR. Além disso, este modelo ajuda os tomadores de decisão e o público em geral sobre as questões ambientais, econômicas e outros fatores interligados. Assim, fornece um meio de seleção e organização de indicadores (ou o estado dos relatórios ambientais) de forma útil para os decisores e a sociedade, para assegurar que nenhuma questão importante deixe de ser levada em consideração (OECD, 2003).

O modelo PSR foi inicialmente desenvolvido pela OECD para estruturar o seu trabalho sobre as políticas e relatórios ambientais. Conforme mostra-se a Figura 5, ele considera que: as atividades humanas exercem pressões sobre o meio ambiente, afetando a qualidade e a quantidade dos recursos naturais ("Efeitos"); a sociedade responde a essas mudanças através de políticas econômicas e setoriais ambientais e através de mudanças na percepção e comportamento ("Respostas").

Figura 5 – Fluxo de atividades do modelo PSR



Fonte: Elaboração própria a partir de OECD (2003).

As pressões ambientais descrevem as causas decorrentes das atividades humanas exercidas sobre o meio ambiente, incluindo os recursos naturais (RSC, 2015). Neste caso, as Causas incluem tanto as pressões subjacentes ou indiretas (ou seja, as próprias atividades e tendências humanas e padrões de relevância ambiental), bem como as pressões imediatas ou diretas (isto é, a utilização dos recursos e a descarga de poluentes e resíduos).

Segundo a OECD (2003), os indicadores de pressões ambientais estão intimamente relacionados com os padrões de produção e consumo, que muitas vezes refletem emissão ou uso de recursos, juntamente com as tendências relacionadas e mudanças ao longo de um determinado período. Eles podem ser usados para mostrar o progresso em dissociar as atividades econômicas das questões ambientais, ou para garantir o cumprimento dos objetivos nacionais e dos compromissos internacionais (por exemplo, metas de redução de emissões).

As condições ambientais implicam na qualidade do meio ambiente e na qualidade e quantidade dos recursos naturais. Como tal, eles refletem o objetivo principal das políticas ambientais. Indicadores das condições ambientais são projetados para dar uma visão geral da situação (do estado atual) sobre o meio ambiente e seu desenvolvimento ao longo do tempo (RSC, 2015). Todavia, na prática, medir as condições ambientais pode ser trabalhoso ou muito dispendioso.

Já as respostas sociais mostram o quanto a sociedade responde às preocupações ambientais. Estas referem-se às ações individuais e coletivas, destinados a:

- Mitigar, se adaptar ou prevenir os efeitos negativos no meio ambiente;
- Deter ou reverter os danos ambientais já causados;
- Preservar e conservar a natureza e os recursos naturais;
- Promover o uso de fontes de energias renováveis.

Dependendo do propósito para o qual o modelo PSR será utilizado, ele pode ser facilmente ajustado para dar conta de maiores detalhes ou para atender características específicas de cada contexto. Exemplos de versões ajustadas são:

- Força Motriz-Estado-Resposta (*Driving Force-State-Response* - *DSR*): neste contexto, o termo "pressão" foi substituído por "força motriz", a fim de

acomodar com mais precisão a inclusão de indicadores sociais, econômicos e institucionais. Além disso, o uso do termo "força motriz" permite a análise de ambos os impactos positivos e negativos sobre o Desenvolvimento Sustentável. O quadro DSR é uma matriz que incorpora os três tipos de indicadores horizontalmente e as diferentes dimensões do Desenvolvimento Sustentável (social, econômico, ambiental e institucional) verticalmente (RSC, 2015);

- Força Motriz-Estado-Impacto-Resposta (*Driving Force-Pressures-State-Impact-Response - DPSIR*): de acordo com o quadro DPSIR, usado pela Agência Europeia de Ambiente e as instituições europeias, há uma cadeia de relações causais de "forças motrizes" através de "pressões" para "estados" e os "impactos", levando eventualmente a "respostas". Descrever a cadeia causal em que as forças geram impactos e propor assim respostas é uma tarefa complexa, que tende a ser dividida em sub-tarefas, por exemplo, considerando a relação pressão-estado. O quadro DPSIR é útil para descrever as relações entre as origens e consequências dos problemas ambientais (RSC, 2015);
- Quadro de Desenvolvimento de Estatísticas do Ambiente (*Framework for the Development of Environment Statistics - FDES*): é uma estrutura conceitual que pode ajudar no desenvolvimento, coordenação e sistematização de estatísticas ambientais. Foi aprovado em 1995 pela Comissão de Estatística das Nações Unidas. O FDES conecta componentes ambientais às categorias de informação, que são baseadas no conceito de que os problemas ambientais são resultado de atividades econômicas, sociais e eventos naturais, analisando seus efeitos sobre o meio ambiente e propondo respostas a esses efeitos para organizações públicas e particulares (UNITED NATIONS, 1984).

Com base em todas estas evidências e nesta capacidade de adaptação da ferramenta ao caso estudado, este tipo de análise muito tem a contribuir com um planejamento nos moldes do PIR, principalmente nas etapas de Identificação de metas e Análise de Riscos e Incertezas (Figura 1), ou seja, no momento em que forem necessárias análises de Causas e Efeitos que busquem propor soluções

para o setor energético no âmbito do estado do Espírito Santo, conforme será analisado a seguir nesta pesquisa.

## 4. A MATRIZ ENERGÉTICA DO ESPÍRITO SANTO

### 4.1 DADOS GERAIS DO ESTADO

Segundo o Governo do Espírito Santo (2016a), o estado, cuja capital é Vitória, possui uma área de 46.095,583 km<sup>2</sup> com aproximadamente 3.929.911 habitantes, sendo assim considerado o quarto menor estado do país, maior apenas que Sergipe, Alagoas e Rio de Janeiro. Destacam-se ainda os municípios são Aracruz, Cariacica, Cachoeiro de Itapemirim, Colatina, Guarapari, Linhares, São Mateus, Viana e Vila Velha.

O Espírito Santo faz divisa com Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia e com o Oceano Atlântico (Figura 6). É um estado integrado ao mercado nacional e internacional e sua capital, Vitória, fica a 412 km do Rio de Janeiro, 382km de Belo Horizonte, 742km de São Paulo e 947km de Brasília.

Figura 6 - Localização do Espírito Santo no Brasil

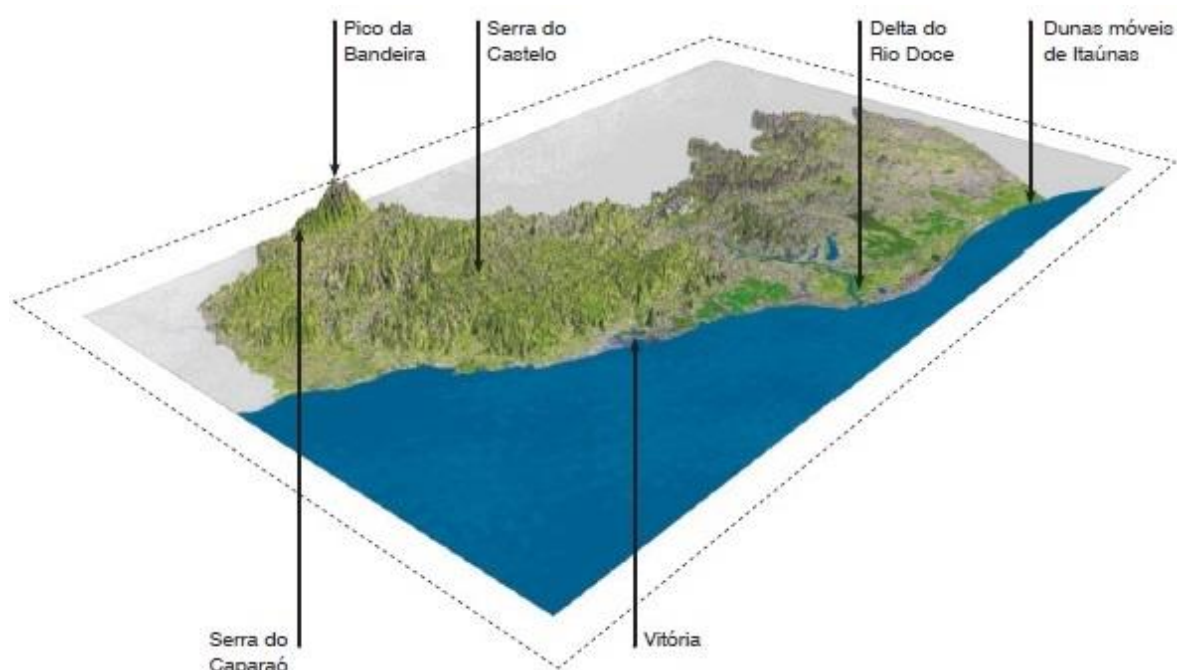


Fonte: GOOGLE MAPS (2016).

Conforme mostra a Figura 7, o estado pode ser dividido geograficamente em duas

zonas principais: a zona dos tabuleiros e a região serrana. A região dos tabuleiros, com altitudes em torno de 50 m, compreende a faixa da baixada litorânea, alargada ao norte da capital Vitória. É caracterizada pela floresta de tabuleiros, uma vegetação densa, com árvores de altura superior a 30 m e espaçadas. Densamente povoado em torno da capital, o litoral capixaba é marcado por belas praias, pela planície costeira do delta do Rio Doce, pelas dunas móveis de Itaúnas e pela Ilha de Vitória.

Figura 7 – Mapa do Espírito Santo



Fonte: ASPE (2010).

A região serrana é formada por maciços montanhosos cortados por rios de vales profundos. Sobre ela, a cobertura original de floresta atlântica de altitude foi intensamente explorada, dando lugar em grande parte a uma capoeira alta e rica em imbaúbas. Os principais elementos geográficos da região serrana capixaba são a Serra do Castelo e a Serra do Caparaó, que abriga o terceiro ponto mais alto do Brasil, o Pico da Bandeira, com altitude de 2.892 m (ASPE, 2010).

Já com relação ao panorama econômico e industrial local, vale destacar que a economia do estado é diversificada e movimenta negócios das seguintes cadeias produtivas (GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO, 2016b):

- Petróleo e gás: segundo maior produtor brasileiro;
- Siderurgia e mineração: maior exportador do mundo de pelotas de minério de ferro e grande produtor de aço;
- Celulose: sede da maior produtora mundial de celulose branqueada de eucalipto;
- Rochas ornamentais: possui uma das maiores reservas de mármore e granito do país, com grande variedade de cores;
- Moveleiro: sexta maior indústria de móveis do país.

Com relação ao segmento de transportes, o complexo portuário capixaba é um dos maiores da América Latina. Composto por sete portos, movimenta cerca de 45% do PIB estadual. A estrutura dos portos permite a movimentação de diversos tipos de cargas, além de uma ampla malha rodoferroviária, que favorece o recebimento de matérias-primas e insumos e facilita o escoamento de produtos acabados (FECOMÉRCIO, 2016).

Segundo a Findes (2016) o setor metalmecânico é um dos mais fortes da economia capixaba. Movimenta mais de R\$ 8 bilhões por ano, cerca de 20% do PIB estadual. Gera aproximadamente 30 mil empregos diretos e 120 mil indiretos nas quase 1.500 empresas de transformação de metais e de produção de bens e serviços intermediários, como fundições, forjaria, oficinas de corte, soldagem e estamparia. Também envolve a produção de bens finais, como máquinas, equipamentos, veículos e materiais de transporte.

Além destes, o setor de agronegócio absorve ainda 33% da população economicamente ativa no Espírito Santo e é responsável por 30% do PIB Estadual, sendo a atividade econômica mais importante em 80% dos municípios capixabas (GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO, 2016b). O setor engloba desde a produção agropecuária e extrativa não mineral até as atividades de transporte, comércio e serviços ligados à distribuição dos bens produzidos no campo.

Conforme já destacado, o estado possui ainda uma das maiores reservas de mármore e granito do país, com grande variedade de cores. Dispõe de um parque industrial com cerca 3.500 empresas, que atuam desde a extração/produção de rochas ornamentais até a sua exportação (FINDES, 2016).

O Espírito Santo contribui significativamente ainda com o setor de rochas e para a balança comercial brasileira. O percentual de exportações do Espírito Santo alcança 88,55% do valor contabilizado no Brasil, o que equivale a aproximadamente 165 mil toneladas de rochas de variados tipos (IJSN, 2016).

Por fim, vale destacar que, por merecerem maior destaque nesta pesquisa, os segmentos de petróleo, gás natural e demais tipos de fontes energéticas serão detalhados mais especificamente nos tópicos que seguem.

#### 4.2 PRINCIPAIS TIPOS DE ENERGIA LOCAL

Considerada uma das Unidades da Federação com dimensões relativamente pequenas, o Espírito Santo apresentou, desde o início do século XXI, uma evolução importante no setor energético, quando importava 67% da energia que consumia, além de ter 60% da sua capacidade de geração oriunda da fonte térmica naquela época (ASPE, 2010).

Em nível de Brasil, a oferta interna de energia, que representa o total de energia demandada no país, atingiu 305,6 Mtep em 2014, registrando uma taxa de crescimento de 3,1% ante a evolução do PIB nacional de 0,1% (EPE, 2015). Já no que diz respeito ao consumo de eletricidade, o principal responsável pela demanda segue sendo o setor industrial, seguido pelo residencial (Tabela 1). Este último, conforme mostram os valores, segue uma tendência natural de crescimento com aumento da expectativa de vida e, conseqüentemente, da população.

Tabela 1 – Consumo residencial de eletricidade – Espírito Santo *versus* Brasil (em GWh)

Local	Ano				
	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Brasil</b>	107.215	111.971	117.646	124.896	132.049
<b>Espírito Santo</b>	1.914	1.969	2.071	2.213	2.365

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2015).

Ainda segundo a EPE (2015), o gás natural, o petróleo e seus derivados responderam por 80% deste incremento, “devido basicamente à redução na oferta interna de hidroeletricidade com conseqüente aumento de geração térmica, seja gás natural, carvão mineral ou óleo”. Outro setor que colabora com essa elevação



da taxa de consumo energético é o setor de transporte, que sofreu incrementos consideráveis nos últimos três anos, aumento este que foi suprido principalmente por etanol, seguindo a tendência verificada no ano anterior.

Com relação ao Espírito Santo, o relatório mais atual disponibilizado pela ASPE (2015a) é o Balanço Energético do estado do Espírito Santo (BEES), que foi elaborado segundo a metodologia adotada no Balanço Energético Nacional (BEN) e recomendada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), na qual se utiliza uma matriz energética ampla, que possibilita uma adequada configuração das variáveis físicas específicas do setor energético, em especial para as peculiaridades do estado do Espírito Santo, feitas as adequações necessárias.

No Gráfico 1, apresenta-se a comparação da distribuição da Oferta Interna Bruta de Energia do Espírito Santo por fonte com a do Brasil, mostrando que ainda existe uma grande dependência por fontes não renováveis no estado, assim como no país como um todo. Além disso, energias do tipo eólica e solar, muito utilizadas por nações desenvolvidas como uma saída para a dependência de Termelétricas e Hidroelétricas, ainda não possui participação relevante no Espírito Santo, tão pouco no Brasil. Todavia, um ponto de destaque local é a disponibilidade e aproveitamento do gás natural, que vem ganhando força com a descoberta de novos locais de exploração que colocam o estado como referência nacional.

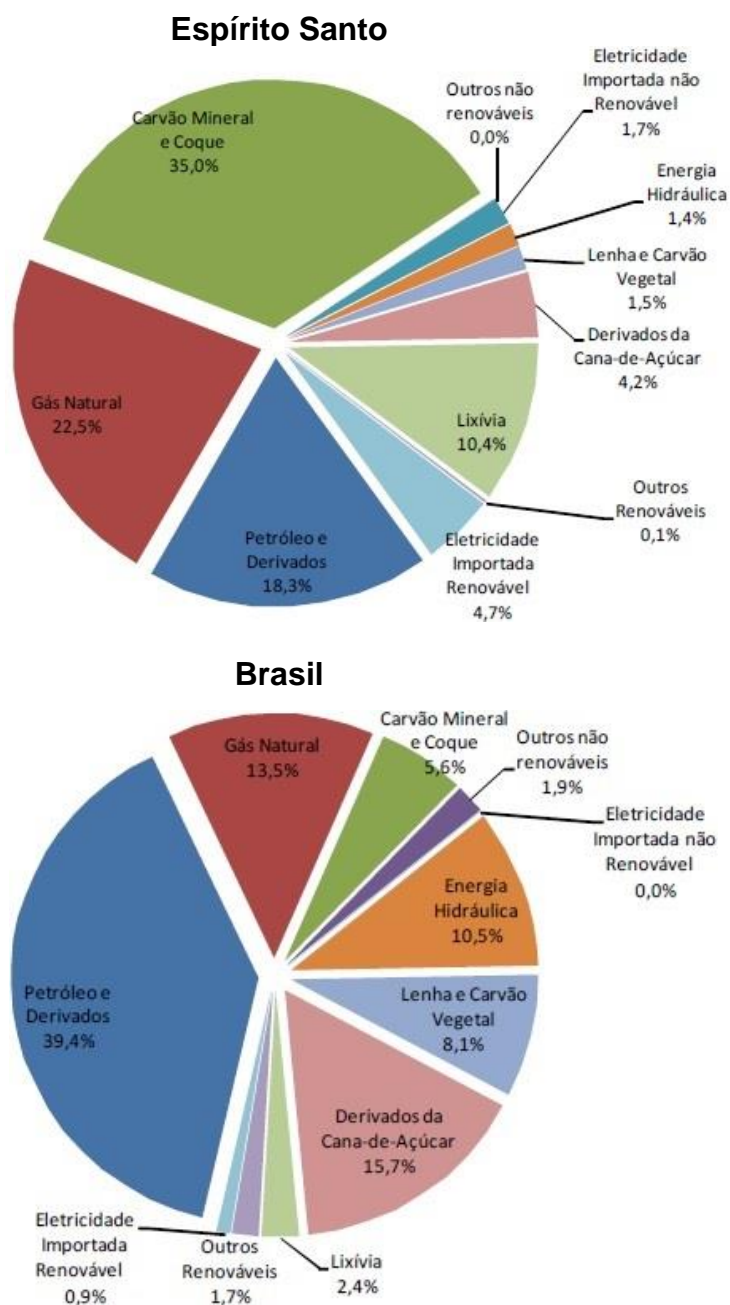
Nos tópicos a seguir são apresentados alguns dados, todos obtidos com base no citado relatório (ASPE, 2015a), que caracterizam a matriz energética do estado em cada tipo de energia. Estes dados também serão de grande utilidade para a construção da análise dos indicadores energéticos, que serão detalhados nos resultados desta pesquisa.

#### **4.2.1 Energia Hidráulica**

A energia hídrica é à base do sistema elétrico brasileiro, mas devido às condições hidrológicas desfavoráveis observadas, houve redução da oferta de energia hidráulica pelo terceiro ano consecutivo desde 2012. Em 2014 o decréscimo foi de 5,6%, e esta menor oferta hídrica explica o recuo da participação de renováveis na matriz elétrica, de 84,5% em 2012 para 79,3% em 2013 e 65,2% em 2014,

apesar do incremento de 3.177 MW na potência instalada do parque hidrelétrico (EPE, 2015).

Gráfico 1 – Comparação da distribuição da Oferta Interna Bruta de Energia do Espírito Santo por Fonte e do Brasil por Fonte.



Fonte: ASPE (2015a).

No Espírito Santo, a maior parte do potencial hidrelétrico já foi aproveitada através de unidades de grande e médio porte (ASPE, 2013a). Segundo a Agência, a capacidade hidrelétrica que resta pode ser utilizada tanto em Pequenas Centrais

Hidrelétricas (1 a 30MW) quanto em Centrais Elétricas Geradoras (até 1MW), uma vez que seriam necessários menores investimentos nestes locais devido ao seu porte inferior em comparação a outras opções hidrelétricas. Além disso, estas centrais podem ser planejadas próximas aos centros de carga, o que permitiria a construção de linhas de transmissão mais curtas.

Outra vantagem destacável é a possibilidade de produtores rurais utilizarem esse tipo de geração, pois muitos possuem cursos de água em suas propriedades, “sendo que o excedente de energia gerada pode ser utilizado como crédito para abatimento na conta de energia junto à companhia distribuidora de energia elétrica” (ASPE, 2013a).

#### **4.2.2 Energia Eólica**

A indústria de geração de energia elétrica a partir da força dos ventos é a que mais tem se expandido nas últimas décadas, entre aquelas aptas a produzir energia numa escala de gigawatts. Além das vantagens decorrentes da característica renovável da energia eólica e de seu baixíssimo impacto ambiental, há ainda aquelas relacionadas tanto à possibilidade de implantação relativamente rápida como a de coexistência com outras atividades de uso do solo, como a agropecuária.

Adicionalmente, por não ser vinculada a combustíveis fósseis, este tipo de energia é invulnerável a flutuações de preços de *commodities*, o que torna um recurso agregador de segurança energética, apesar de ser intermitente, não podendo assim estar na base de um sistema de energia.

No Brasil, a potência eólica atingiu 4.903 MW em 2014, representando uma variação positiva de 85,6% na geração de eletricidade a partir dessa fonte (EPE, 2015). Já o Espírito Santo possui um potencial estimado de 1,79 GW para aproveitamento eólico à altura de 75m, para áreas com ventos iguais ou superiores a 6,5 m/s (ASPE, 2010). Segundo a Agência, locais como o litoral de Linhares e o litoral Sul do estado se destacam neste segmento energético, uma vez que esse potencial tem capacidade pode aumentar duas vezes em alturas de 100m, condição que pode ser encontrada nessas regiões.

Além dessas áreas litorâneas principais, existem outras no interior do estado, que podem dar origem a empreendimentos eólicos isolados e de pequeno porte, de poucas dezenas de megawatts. Isto porque o Espírito Santo está situado em uma zona de predomínio da influência do centro de alta pressão Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, resultando em acentuada ocorrência de ventos de quadrante leste e noroeste. Sobreposto a esse mecanismo, agem intermitentes incursões de massas polares resultando em uma marcante sazonalidade.

O aproveitamento da energia dos ventos pode, de modo complementar, alavancar o crescimento econômico e a autossustentabilidade energética do estado, gerando energia e melhor qualidade de vida para milhares de pessoas. Com a energia eólica, pode-se também desenvolver a mini e microgeração para potenciais de até 1MW para consumo próprio, sendo o excedente de energia gerada podendo ser utilizado como crédito para descontos em contas de energia futuras (ASPE, 2010).

Em relação à tecnologia de construção de usinas eólicas sobre o mar (*offshore*), ainda que essas usinas sejam consideravelmente mais caras que os empreendimentos convencionais (*onshore*), existe uma tendência a torná-las mais competitivas, na medida em que quanto maior a escala de uso, maior a otimização do emprego dos recursos.

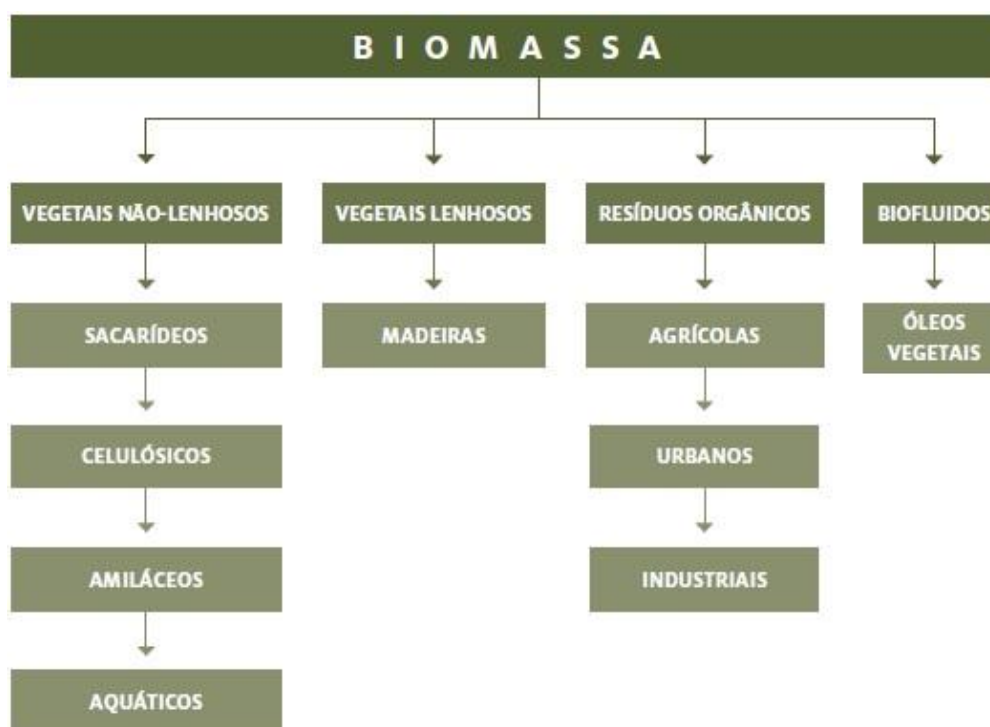
As usinas sobre o mar possuem, na verdade, algumas vantagens em relação às usinas em terra, salientando-se a qualidade do vento, que é, além de naturalmente mais intenso, também teoricamente menos turbulento (pois se desloca sobre uma superfície plana), o que significa menor fadiga e maior durabilidade para as máquinas (ASPE, 2010).

Em relação ao Espírito Santo, este tipo de utilização ainda é fruto de estudos e não existem maiores detalhes sobre sua possibilidade de utilização futura. No entanto, a nível Brasil existem áreas já promissoras neste tipo de energia, com cerca de 390 usinas instaladas, o que representa uma capacidade de 9,77 GW (ABEEOLICA, 2014), com maiores potenciais estimados, o que implica em menores gastos para sua geração.

### 4.2.3 Energia de Biomassa

Do ponto de vista energético, para fins de outorga de empreendimentos do setor elétrico, biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. Na Figura 8, apresentam-se os tipos de Biomassa disponíveis e conhecidos atualmente.

Figura 8 – Tipos de biomassa



Fonte: MME (2014).

Muitas são as opções tecnológicas que podem ser utilizadas para gerar energia através da biomassa, as quais vale destacar: gaseificação; utilização de calor e eletricidade (cogeração); recuperação de energia de efluentes líquidos animais, domésticos e comerciais, de resíduos sólidos urbanos e gás de aterros sanitários, além dos biocombustíveis para o setor de transportes (ASPE, 2013b).

Apesar de contar como ponto negativo a baixa eficiência do processo (que tem sido fruto de estudos para obtenção de tecnologias de conversão mais avançadas), o uso da biomassa se destaca por poder ser realizado de maneira direta, geralmente através de combustão, além de ter um investimento

considerado baixo em relação a outros processos de conversão energética. Outros pontos positivos destacáveis são (ASPE, 2013b):

- É uma fonte que projeta menos poluição no meio ambiente em relação a outras (por exemplo, carvão e petróleo);
- É possível realizar o reaproveitamento de resíduos, sendo assim considerada uma energia renovável;
- Apresente maior praticidade para estocar, converter e transportar este tipo de energia;
- Possui uma densidade energética considerada elevada;
- Sua utilização seria viável no setor industrial, uma vez que há proximidade considerável entre motores ali utilizados e os motores a base de biomassa.

O estado apresenta grande variedade de opções de biomassa, desde o biodiesel até as florestas energéticas e os resíduos líquidos e sólidos resultantes de atividades industriais, agrícolas e inclusive humanas. Dentre estas opções para o Espírito Santo, vale destacar principalmente (ASPE, 2013b):

- Resíduos de cana-de-açúcar, com cenários para 30 kWh e 60 kWh por tonelada de cana moída;
- Resíduos florestais, considerando cenários com eficiência de 15% e 30%;
- Resíduos agrícolas;
- Biogás (fração de metano) proveniente do tratamento de efluentes líquidos gerados na criação de suínos, nas demais criações e nos abatedouros, proveniente do tratamento de efluentes líquidos domésticos e comerciais, e proveniente da disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários.

Com base nestas informações locais, a ASPE apresentou em 2013 o Atlas de Bioenergia do Espírito Santo, caracterizando-o como um documento que busca identificar “os principais recursos disponíveis no estado: lavoura temporária, lavoura permanente, efluentes animais, silvicultura (resíduos de madeira em tora, lenha e carvão vegetal) e efluentes domésticos” (ASPE, 2013b). A soma do potencial energético de todas essas biomassas calculadas por meio do atlas foi estimada em 540 MW.

O Espírito Santo inclusive já possui algumas regiões que se destacam na geração de bioenergia, principalmente em propriedades que permitam a utilização de dejetos animais para produção de biogás, o que permite que a energia seja utilizada tanto em granjas (para aquecimento) e também na geração de energia elétrica (ASPE, 2013b). Estes locais com maior potencial de geração de energia serão detalhados nos resultados.

#### **4.2.4 Petróleo e Gás Natural**

Nos últimos anos, o Espírito Santo tem sido destaque na produção de petróleo e gás natural no Brasil (Figura 9). Com as descobertas realizadas, o estado tornou-se a segunda maior província petrolífera do país, com uma participação 15% do volume nacional (GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO, 2016a).

O gás natural, de maneira geral, é encontrado em jazidas subterrâneas, associadas ou não ao petróleo, sendo composto de hidrocarbonetos com predominância de metano. Como já destacado, em 2014 a oferta interna de energia atingiu 305,6 Mtep, registrando uma taxa de crescimento de 3,1% ante à evolução do PIB nacional de 0,1%, segundo o último dado divulgado pelo IBGE (EPE, 2015).

Deste incremento, o gás natural, e o petróleo e seus derivados responderam por 80%. Isto foi devido basicamente à redução na oferta interna de hidroeletricidade com consequente aumento de geração térmica, seja gás natural, carvão mineral ou óleo.

Na Tabela 2, mostra-se em números a proporção das reservas provadas de petróleo e gás natural no Espírito Santo em uma comparação com o país, para dar uma dimensão de sua importância. Além disso, ela também apresenta dados do potencial hidráulico, o que permite uma comparação entre os tipos de fontes energéticas. Nota-se assim, que um viés estadual muito mais voltado para combustíveis fósseis do que para fontes renováveis, como as hidrelétricas.

Figura 9 – Histórico de produção de petróleo e gás natural no Espírito Santo

—	<b>1959:</b> Inicia-se a perfuração do primeiro poço em Conceição da Barra.
—	<b>1967:</b> Primeira ocorrência de petróleo no estado, no município de São Mateus.
—	<b>1971:</b> Perfuração do poço terrestre mais profundo, com 4.072 metros.
—	<b>1984:</b> O Espírito Santo produz 24.984 barris de óleo por dia, um recorde que perdurou até o ano de 2001.
—	<b>1988:</b> Descoberta do campo marítimo de Congoá, o primeiro do mar capixaba com reserva comercial.
—	<b>1996:</b> É descoberto o campo de Fazenda Alegre, que apresenta o maior volume de óleo em terra do estado.
—	<b>2001:</b> É descoberto o campo marítimo de Jubarte, no Sul do estado.
—	<b>2002:</b> Início da produção em águas profundas no campo de Jubarte e descoberta do Campo de Cachalote.
—	<b>2003:</b> Descoberta dos campos marítimos de Baleia Franca, Anã e Azul, no litoral Sul do estado. Descoberta do campo de Golfinho, que apresenta reserva de óleo leve em águas profundas.
—	<b>2004:</b> Chegada da P-34 ao Porto de Vitória.
—	<b>2005:</b> Descoberta do campo terrestre de Inhambu e do campo marítimo de Canapu.
—	<b>2006:</b> Inauguração de empreendimentos da área de óleo e de gás natural. Início da produção do campo de Golfinho, e do campo de Jubarte.. A produção atinge o recorde de 100 mil barris em junho. Anunciada descoberta de óleo leve pré-sal no campo de Caxaréu. Anunciada descoberta de gás durante a perfuração do poço ao norte do campo de Camarupim, confirmando o potencial do estado para a produção de gás natural.
—	<b>2008:</b> Início da extração de óleo na camada do Pré-sal, no Campo de Jubarte, Sul do estado, considerada uma das mais importantes jazidas de petróleo já descobertas no Brasil.
—	<b>2010:</b> Em julho de 2010, o FPSO Capixaba deu início à produção comercial na camada do Pré-sal, no Parque das Baleias.
—	<b>2011:</b> Início da operação da P-57 no campo de Jubarte.
—	<b>2012:</b> Início da produção no pré-sal do FPSO Cidade de Anchieta, no litoral Sul do estado.
—	<b>2013:</b> Ocorre o 11º leilão de blocos de petróleo em terra e mar realizado pela ANP (Agência Nacional de Petróleo) no estado do Espírito Santo. Foram 12 blocos ofertados no estado.
—	<b>2014:</b> Em março de 2014 entrou em operação a P-58 no Parque das Baleias na porção capixaba da Bacia de Campos. Sua capacidade de processamento é de 180 mil barris de óleo por dia e 6 milhões de metros cúbicos de gás (tratamento e compressão)/dia.

Fonte: Elaboração própria a partir de GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO (2016a).



Tabela 2 – Reservas provadas de petróleo e gás natural em comparação com o potencial hidráulico – Espírito Santo *versus* Brasil

Local	Petróleo		Gás Natural	Potencial Hidráulico		
	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> bbl	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Operação (% do total)	Construção (% do total)	Total (MW)
<b>Brasil</b>	2.573	16.184	471.095	37	5	247.242
<b>Espírito Santo</b>	211	1.326	44.280	39	0	1.421

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2015).

Estes dados reforçam a importância destas fontes fósseis a nível nacional e local. O território brasileiro, especialmente a região litorânea, é rico em gás natural, sendo que o Espírito Santo, segundo dados da ANP de dezembro de 2014, detém a quarta maior reserva brasileira, com 91,6 bilhões de metros cúbicos, que representa 9,4% das reservas nacionais.

O estado inclusive já é autossuficiente em gás, uma vez que consome 1 bilhão de m<sup>3</sup> e produz 3,9 bilhão de m<sup>3</sup> (valores aproximados) (ASPE, 2013a). Na Tabela 3, traz-se um pouco da dimensão que estes valores de produção de petróleo e gás natural representam a nível local e nacional.

Tabela 3 – Produção de petróleo e gás natural – Espírito Santo *versus* Brasil

Local	Produção de petróleo (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )				Produção de gás natural (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )			
	2012	2013	2014	14/13	2012	2013	2014	14/13
<b>Brasil</b>	119.941	117.446	130.835	11,4%	25.832	28.174	31.895	13,2%
<b>Espírito Santo</b>	17.982	18.027	21.300	18,2%	3.908	4.415	4.750	7,6%

Fonte: Elaboração própria a partir de EPE (2015).

Nota-se com estes dados que a produção de petróleo vem aumentando a cada ano no país (11,4% de 2013 para 2014) e mais ainda no estado (18,2% no mesmo período), com base nas novas descobertas realizadas e que foram mostradas na Linha do Tempo. O gás natural também segue esta tendência, com incremento de 13,2% no Brasil e de 7,6% no estado entre 2013 e 2014.

Sobre este tema, uma última questão que merece destaque, a nível nacional, é a recente queda no preço do petróleo bruto em quase pela metade desde junho 2014, o que criou novas oportunidades, bem como desafios (WANG; LI, 2016). É

preciso avaliar o impacto do petróleo mais barato no sistema econômico global e nas emissões de carbono, explorando as oportunidades climáticas e identificando os desafios. Isto porque esta queda dos preços do petróleo pode de certa forma impulsionar o crescimento econômico, mas em contrapartida produzir mais poluentes de carbono, acelerando assim o aquecimento global.

No entanto, os autores afirmam que o petróleo mais barato forneceu uma janela de oportunidade para retirar os subsídios aos combustíveis fósseis, um desenvolvimento importante que os anos de crise climática não conseguiram atingir. Sendo assim, o declínio dos preços do petróleo poderá exercer uma pressão sobre o gás e o carvão, para eliminação de subsídios e imposto sobre o carbono, o que pode ser introduzido sem elevar os preços da energia.

#### **4.2.5 Energia Solar**

As tecnologias que propiciam a captação da energia proveniente do sol estão em permanente desenvolvimento, permitindo assim sua utilização com sucesso em várias situações e empreendimentos. Tanto o aumento da eficiência energética, quanto a constante redução dos custos das tecnologias de aproveitamento solar apontam para uma tendência de crescimento de sua inserção na matriz energética mundial, brasileira e, conseqüentemente, no estado.

De acordo com as análises feitas no Espírito Santo, os maiores valores de radiação solar anual são esperados na região sul e na faixa litorânea capixaba, com pico na primavera enquanto os menores valores devem ser encontrados em praticamente toda a zona central e central-norte do Espírito Santo no período do outono (ASPE, 2013c).

Os projetos neste segmento energético ainda são iniciais e se resumem a instalações residenciais. Os bairros de Serra Dourada I, II e III, no município de Serra, são os primeiros a utilizarem energia solar no Espírito Santo em grande escala. Nesses bairros, 2.149 residências receberam a instalação de um sistema aquecedor de água solar nas residências para aquecimento de água (ASPE, 2013c).

Além de Serra, outros municípios como Cariacica, Castelo, Vila Velha, Vitória também receberam instalações deste tipo, contemplando ao todo 4.240

residências. A média nacional de economia das casas com painéis solares térmicos é de aproximadamente 26%.

Estes dados do estado evidenciam que a produção de energia solar ainda é bem insipiente, se resumindo apenas a pequenas aplicações em residências e longe dos países que são referências em produção em grande escala, onde é possível o abastecimento de diversos bairros como saída para a dependência hidrelétrica.

#### **4.2.6 Energia Oceânica**

O oceano pode ser considerado um enorme reservatório de energia térmica e mecânica. Entretanto, devido à baixa qualidade do calor contido no ambiente marinho, elevada entropia, com o nível atual de desenvolvimento tecnológico apenas a energia mecânica pode ser eficientemente aproveitada (TOLMASQUIM, 2016).

Assim, o autor ainda comenta que o aproveitamento da energia advinda dos oceanos para geração elétrica é atualmente uma opção estudada em diversos países. Por ser considerada limpa, de alta densidade energética e com distribuição mundial, é uma fonte que pode ter futuramente uma grande representatividade na matriz energética mundial. Outro fator importante relacionado à fonte oceânica, é que há uma potencial proximidade entre os centros de geração e consumo, o que pode trazer ganhos significativos na minimização das perdas pela transmissão.

Em relação ao Brasil, o desenvolvimento da geração oceânica ainda é bastante restrito, estando relacionado a poucos projetos pilotos, concluídos ou em desenvolvimento. O projeto mais conhecido é o de um conversor de ondas *onshore*, instalado no porto de Pecém, com capacidade instalada de 100 kW e concluído em 2012 (TOLMASQUIM, 2016). Há também um projeto em desenvolvimento de um conversor de ondas *offshore*, que prevê a instalação de um protótipo em profundidade de até 30 metros, no litoral do Rio de Janeiro.

Já com relação ao estado do Espírito Santo, com vasto litoral, este tem predisposição para aproveitamento da energia oceânica. Entende-se que os oceanos serão uma importante fonte de energia para o futuro, em todo o mundo.

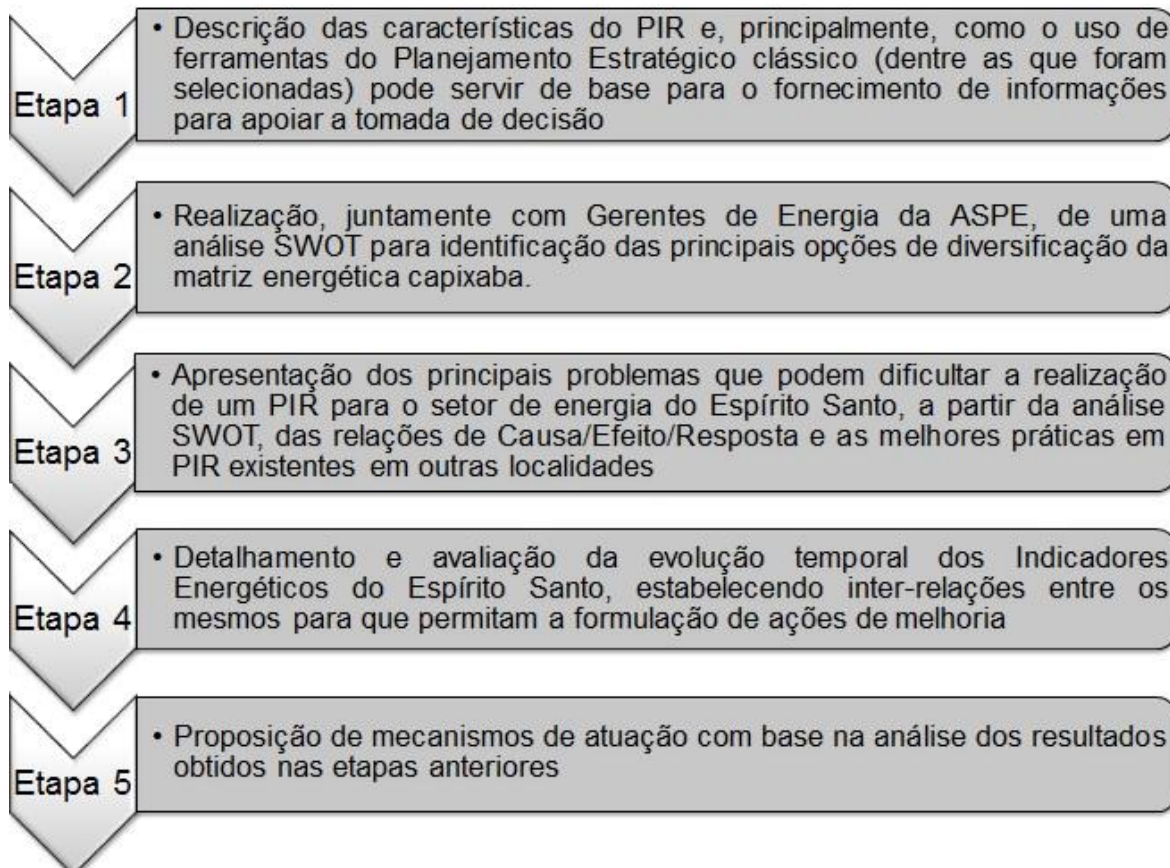
Pode-se pensar ainda, no futuro, em integrar esta fonte de energia com a fonte eólica *offshore*.

Todavia, este é mais um tipo de energia renovável que não possui nenhum tipo de produção no Espírito Santo, sendo desconhecidos projetos que façam uso deste recurso integrado a um plano energético que promova a redução da dependência nacional de fontes hidrelétricas que são limitadas pela ação das chuvas.

## 5. METODOLOGIA

Na Figura 10 mostra-se, de maneira geral, o fluxograma das etapas que foram cumpridas para alcançar os objetivos listados no presente estudo. Em seguida são detalhadas as etapas que estão diretamente ligadas a construção dos resultados da pesquisa.

Figura 10 – Fluxograma para a Metodologia utilizada



Fonte: elaboração própria.

Para realizar o levantamento das informações descritas na segunda etapa, foi consultada a Gerência de Energia da ASPE, sendo que a escolha do Gerente de Energia foi feita com base no critério de este estar diretamente ligado à coleta e análise de dados dos Relatórios Energéticos do Espírito Santo. Foram realizadas duas entrevistas presenciais durante o mês de fevereiro de 2016, com duração média de uma hora cada, que foram conduzidas por meio de um questionário aberto (ANEXO), em que as perguntas eram apresentadas e em seguida ocorria a

exposição de opiniões por meio de um *Brainstorming*<sup>2</sup>, com as principais informações sugeridas.

O registro das informações foi feito diretamente, ou seja, conforme as perguntas eram respondidas ocorria o preenchimento do questionário em arquivo Word. Além disso, após o término das entrevistas, o Gerente de Energia da ASPE solicitou que o arquivo fosse repassado a ele para que fizesse a complementação das informações relatadas, verificando outras fontes.

Na última etapa, foram avaliados os resultados de toda a coleta de dados descrita para fazer a ligação entre cada Oportunidade/Barreira encontradas e suas respectivas ações que propiciem o aproveitamento das oportunidades ou atuação sobre as barreiras apresentadas, de modo a promover um *mix* energético com foco em potenciais regiões capixabas que foram identificadas e que atendam as expectativas de uso integrado de recursos energéticos.

Este tipo de levantamento se enquadra como um Estudo de Caso, pois busca analisar o caso específico do cenário energético capixaba, que é singular e atual. Segundo Yin (2001), este é um estudo de caráter empírico que investiga um fenômeno atual no contexto da vida real (neste caso, será analisado o cenário energético atual capixaba, que é único, por mais que possua semelhanças com outros locais). É, na verdade, uma espécie de histórico do fenômeno, extraído de múltiplas fontes de evidências, sendo que qualquer fato relevante é um considerado um dado potencial para o Estudo de Caso (MIGUEL, 2010).

Já com relação à coleta de indicadores, o IBGE (2015) destaca que as informações que estes fornecem são valiosas para a compreensão dos temas relevantes para o desenvolvimento do país e permitem não só estabelecer comparações, conhecer a orientação e o ritmo de seus vários elementos, como também fazer uma apreciação integrada de diferentes enfoques e dimensões, fundamental à adequada formulação e avaliação de políticas na perspectiva do Desenvolvimento Sustentável.

---

<sup>2</sup> A palavra *Brainstorming* foi criada para designar um processo de interação verbal, onde um grupo de pessoas se reúne para ter ideias sobre um determinado problema de maneira aberta, captando o máximo de informação que os participantes tenham a contribuir e que agreguem valor a discussão (CERTO, 2005).

Dentre os tipos de ferramentas apresentados na seção 3.3, foi selecionado o modelo PSR pelo fato de ser internacionalmente reconhecido e aceito, podendo ser aplicado a nível nacional, regional e local e para a análise geral, setorial ou individual de setores, organizações ou qualquer segmento desejado (OECD, 2003). Este tipo de metodologia de uso de indicadores de classificação é baseado na abordagem Causa/Sintoma/Resposta utilizada nos modelos ambientais da Comunidade Europeia e da Agência Internacional de Energia.

O modelo PSR ajuda os tomadores de decisão e o público a ver como as questões ambientais, econômicas e as demais estão interconectadas. Assim, fornece um meio de selecionar e organizar os indicadores (ou o estado dos relatórios ambientais) de forma útil para os tomadores de decisão e para a sociedade, e de garantir que nada de importante foi esquecido. Dependendo do propósito para o qual o modelo PSR será utilizado, ele pode ser facilmente ajustado para dar conta de maiores detalhes ou para características específicas (OECD, 2003).

Além disso, para dar suporte a este modelo, será aplicada uma análise SWOT para servir de base no levantamento das informações que permitam identificar Pontos Fracos e Ameaças do setor energético capixaba (Causas de problemas), e também Pontos Fortes e Oportunidades (Soluções de problemas), para que possam assim gerar sugestões de mecanismos de atuação por meio de políticas energéticas (Respostas).

A partir das observações feitas, serão apresentadas vantagens e desvantagens em abordar a melhor forma de reforçar as perspectivas para o seu *mix* de energia, evidenciando assim que a trajetória futura deste setor ainda não é clara. A partir disso, o estudo emprega uma análise SWOT para destacar as potenciais ações no setor energético do Espírito Santo que seriam capazes de amenizar esta problemática.

Por fim, vale destacar que metodologias deste tipo já foram aplicadas e validadas em outras pesquisas deste tema, como nos estudos realizados por Shi (2016), Krama (2008) e Cima (2006) e serviram de apoio para a construção deste estudo, os quais, todavia, foram aplicados em contextos e localidades distintos a este. Propõe-se assim uma aplicação local destas ferramentas (restrito ao Espírito

Santo), que também irá se diferenciar tanto na maneira de coletar os dados (por meio de um questionário), quanto na de propor soluções (análise SWOT e levantamento de Causas/Efeitos/Respostas), conforme as etapas destacadas anteriormente.



## **6. CAUSAS: PRINCIPAIS BARREIRAS IDENTIFICADAS PARA O USO INTEGRADO DE RECURSOS**

Para dar início a Discussão seguindo a metodologia PSR proposta, primeiramente foram identificadas as causas que poderiam dificultar a realização de um Planejamento Integrado de Recursos para o setor de energia do Espírito Santo, a partir das experiências observadas com a análise SWOT e as melhores práticas em PIR existentes em outras localidades, as quais vale destacar:

- Falta de clareza nos cálculos de Demanda de Energia;
- Arranjos institucionais;
- Dificuldades financeiras;
- Carência de estudos técnicos;
- Pouca diversificação energética renovável;
- Carência de pessoal capacitado para elaboração de relatórios detalhados;
- Problemas de Legislação.

A seguir cada uma delas é detalhada, explicitando a motivação de serem consideradas barreiras para a construção de um Planejamento Integrado de Recursos no estado.

### a) Falta de clareza nos cálculos de Demanda de Energia

Esta barreira está relacionada primeiramente a questões de abastecimento energético e a crença de que aumentar a capacidade de geração é a única forma eficaz de atender a demanda de eletricidade. Exercícios de previsão para estimar o quanto é necessário aumentar a capacidade geralmente não consideram a redução da procura através de uma maior eficiência.

Deve-se chamar a atenção para a importância de uma base de cálculos confiável, que propicie ao tomador de decisão embasamento necessário para garantir que as ações levarão para um cenário de melhoria no que diz respeito à situação energética local.

A demanda energética pode ser definida como “uma média das potências elétricas consumidas em um determinado intervalo de tempo, normalmente

expressa em kilowatts (kW) ou megawatts (MW)” (ONS, 2016). Ainda segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico, variadas são as opções para estimar e apresentar esta demanda, cada uma com um significado diferente para o planejamento e expansão do sistema elétrico. Seguem algumas delas, conforme levantamento feito por Ferreira (2006):

- Demanda registrada: maior valor de demanda medido em intervalos de 15 minutos durante um período, que geralmente corresponde a um mês;
- Demanda contratada: valor utilizado pelas concessionárias de energia elétrica para dimensionar o sistema de modo a atender o seu mercado consumidor. Valor utilizado em contratos firmados entre consumidores e as empresas de fornecimento de energia elétrica;
- Demanda Percentual: dado um determinado mês, a demanda percentual corresponde a 85% da máxima demanda registrada nos 11 meses antecedentes;
- Demanda Máxima: máxima potência que deve ser entregue pela concessionária à instalação e determina qual deve ser a capacidade mínima da geração, da transmissão e da distribuição para atender àquela instalação em particular;
- Carga Própria de Demanda: maior média de demanda medida num intervalo de 60 segundos, verificada em um período de referência;
- Carga Própria de Energia: demanda média requerida de uma instalação ou conjunto de instalações durante um determinado período de referência (relação entre a eletricidade gerada em MWh e o tempo de funcionamento das instalações);
- Demanda Assegurada: demanda que deve ser continuamente disponibilizada ao consumidor, conforme firmado em contrato entre a prestadora do serviço e o cliente.

Todas estas definições possuem sua importância, mas causam confusão inclusive para quem atua no setor, demonstrando que uma maior uniformização dos tipos de valores coletados e disponibilizados poderia facilitar seu entendimento, pois as vezes podem gerar incertezas que muitas vezes atrapalham uma estimativa fiel que proporcione um correto Planejamento Energético.

É preciso buscar ainda uma melhor adequação dos modelos computacionais do setor à realidade da operação e expansão. Além disso, ainda existe a questão da escolha correta da ferramenta de cálculo de demanda, em que a determinação do método mais adequado para a previsão de mercado está intrinsecamente relacionada à natureza dos dados disponíveis, ao objetivo que se pretende alcançar, ao horizonte de previsão e ao nível de detalhe desejado.

#### b) Arranjos institucionais

Os arranjos institucionais vigentes também inibem o Planejamento Integrado. Assuntos relacionados são tratados em diferentes setores e departamentos de controle (ministérios, secretarias ou agências). Por exemplo, quando observa-se a estrutura do país, o Ministério de Minas e Energia é distinto do Ministério de Meio Ambiente e estes muitas vezes podem não elaborar planos integrados. Além disso, há pouca coordenação entre os programas de demanda de energia e de oferta, que é um elemento essencial para PIR. Para deixar esta problemática mais clara, seguem os exemplos nacionais deste conjunto de atores tomadores de decisão:

- CNPE: Conselho Nacional de Política Energética, órgão vinculado diretamente ao Ministério de Minas e Energia e que possui como objetivo auxiliar o planejamento de políticas energéticas para promover o uso racional de energia, de acordo com as leis vigentes;
- MME: Ministério das Minas e Energia, ministério criado em 1992 que busca, resumidamente, atuar no setor de energia elétrica para garantir a fiel execução de diretrizes e políticas do governo;
- ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica, autarquia sob regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, responsável pela regulamentação do setor e pela mediação entre as necessidades dos clientes e os interesses das empresas;
- ANP: Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, autarquia federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, é o órgão regulador das atividades que integram a indústria do petróleo e gás natural e a dos biocombustíveis no Brasil;

- ONS: Operador Nacional do Sistema Elétrico, órgão cujo objetivo é coordenar e controlar as atividades nos locais responsáveis pela geração e transmissão de energia elétrica do Brasil;
- CCPE: Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão do Sistema Elétrico, órgão que está vinculado diretamente ao Ministério das Minas e Energia;
- EPE: Empresa de Pesquisa Energética, tem por finalidade realizar estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras;
- ASPE: Agência de Serviços Públicos de Energia do estado do Espírito Santo, autarquia de regime especial, responsável por regular e fiscalizar a prestação de serviços de energia no Espírito Santo, ajustando-os às situações de mercado e garantindo a sua sustentabilidade econômica, financeira e social;
- CCEE: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, entidade privada sem fins lucrativos que busca tornar viável o comércio de energia seguindo as normas do mercado, de forma a garantir a segurança nesta atividade e a universalização no atendimento;
- Petrobrás: Petróleo Brasileiro S.A., sociedade anônima de capital aberto que atua de forma integrada e especializada na indústria de óleo, gás natural e energia;
- BR Distribuidora: sociedade anônima de capital fechado, subsidiária integral da PETROBRAS, que atua principalmente no segmento de distribuição e comercialização de combustíveis derivados de petróleo, como óleo diesel, gasolina, QAV (querosene de aviação); biocombustíveis, como o etanol e o biodiesel; além de lubrificantes, emulsões asfálticas e produtos químicos;
- EDP Escelsa: empresa que atua nos segmentos de Geração, Distribuição e Comercialização e Serviços de energia elétrica no país;
- Empresas do setor energético: aquelas cuja responsabilidade é prestar serviços de geração, transmissão, distribuição e comercialização de

energia elétrica, atuando descentralizadamente, ou seja, sem se vincularem diretamente com as regras que regem o setor.

Este complexo conjunto de organizações é fruto das modificações na legislação que regulamenta o setor e da participação do estado como agente regulador e fiscalizador. Ao notar as funções de cada um, fica clara a dificuldade de saber muitas vezes qual órgão será responsável por realizar determinada ação. Esta falta de uniformidade e excesso de descentralização dificulta a tomada de decisão e o Planejamento Energético.

Com isso, é necessário que os diversos atores administrativos e políticos participem de forma a construir ações em rede, que propiciem uma visão estratégica de longo prazo, uma vez que este nível de tomada de decisão é o momento em que se definem as metas, os desafios do ambiente interno e os impactos do ambiente externo.

#### c) Dificuldades financeiras

Em muitos casos, os serviços públicos enfrentam graves dificuldades financeiras e, portanto, não têm excedentes para planejamento e pesquisa e, particularmente, processos mais elaborados como PIR. Além destes existem também os problemas rotineiros, que são solucionados através de medidas paliativas, em vez de um planejamento de longo prazo.

Esta inércia verificada no estado muito tem a ver com argumentos que destacam a pouca propensão local para outras fontes renováveis (conforme mostrado anteriormente no Gráfico 1), se comparado a outras regiões do país (por exemplo, o Nordeste em energia eólica), o que encareceria ainda mais orçamentos com este fim.

De fato, estudos com este fim demandam tempo e custo considerável, para que a coleta de dados seja eficiente e confiável e permitam cálculos de acordo com a realidade. Para isso é necessário investir em pessoal qualificado, instrumentos de coleta, laboratórios de pesquisa, dentre outras ações.

#### d) Carência de estudos técnicos

Apesar de alguns relatórios já serem disponibilizados, eles ainda são insuficientes para gerarem dados que permitam um incentivo ao uso integrado de energias. Isto porque muitos relatórios deste tipo são feitos uma vez em uma década, não sendo atualizados em períodos menores que permitam uma avaliação constante do estado atual e das projeções futuras. Um exemplo de ação neste sentido vem da Agência Internacional de Energia, que já elabora relatórios anuais para os 29 países que são membros.

Quem realiza o planejamento do setor energético a nível nacional é a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), não sendo assim realizado pelos estados. No Espírito Santo, a ASPE tem previsão legal de atuação no estudo, planejamento, regulação, controle e fiscalização do setor energético, compreendendo: energia elétrica, por meio de delegação de competência conferida pela União Federal, e gás natural canalizado, no que tange à eficiência dos serviços públicos, fornecimento, distribuição e demais condições de atendimento aos usuários.

Todavia, seu negócio se restringe principalmente a regular e fiscalizar a prestação de serviços de energia no Espírito Santo, ajustando-os às situações de mercado e garantido a sua sustentabilidade econômica, financeira e social.

Ainda sim, a ASPE já realiza alguns estudos no intuito de fazer levantamentos de capacidade de energéticos disponíveis, estipulando o potencial capixaba para determinados tipos de energia e realizando o Balanço Energético estadual, o que é um passo importante para servir como base de dados em planejamentos mais elaborados no estado.

#### e) Pouca diversificação energética renovável

O estado é claramente dependente de fontes não renováveis de energia, fugindo inclusive da tendência nacional que evolui para uma utilização com caráter mais renovável. Muito disto se deve, conseqüentemente, as fontes de petróleo que o estado possui e as recentes descobertas do Pré-sal na baía capixaba, juntamente com o destaque local de oferta de gás natural, o que muitas vezes faz com que se deixem de lado pesquisas e investimentos em outros tipos de fontes.

Apesar de existirem diversos locais com comprovado potencial para implantação

de produção de energia renovável, poucos ou inexistentes são os empreendimentos com este propósito. Os que combatem essa tese afirmam que para certas fontes (como a solar e a eólica), há, de fato, regiões no Brasil que naturalmente fornecem melhores índices de viabilidade do que o ES.

Em contrapartida, isto não pode servir de pretexto para a carência identificada, uma vez que muitos são os exemplos de localidades que se destacam na produção rentável e limpa mesmo em condições adversas.

Neste sentido, o consumidor livre se torna de grande importância para assegurar que o mercado energético funcione da maneira correta, permitindo que exista uma livre concorrência entre as empresas do setor energético, pois é este consumidor que realiza a contratação de serviços com as prestadoras, podendo, portanto, barganhar preços, condições contratuais e qualidade de serviço.

f) Carência de pessoal capacitado para elaboração de relatórios detalhados

A coleta e a manipulação das informações para gerarem relatórios confiáveis que compõem o PIR são tarefas que exigem especialistas no assunto. Por exemplo, uma análise da viabilidade técnica e econômica de implantação de usinas eólicas requer campanhas de medições específicas para os locais de projeto, para os quais devem ser elaborados também modelos de relevo e rugosidade em alta resolução.

Isto carece principalmente de investimentos em pessoal qualificado nestas novas tendências energéticas, uma vez que outros estados do país já se destacam na produção de energia solar (Ceará e Santa Catarina já possuem usinas, além de outros locais que se destacam em geração descentralizada - residencial), e energia eólica (Bahia, Ceará, Rio Grande do Sul, Rio Grande do Norte, Paraíba, Piauí, Paraná, Santa Catarina e Sergipe).

Assim, o estado já poderia ter buscado qualificações em ações de referência e estudos destas localidades, todavia, conforme já destacado, esbarra no excesso de atenção dada aos combustíveis fósseis (petróleo e gás natural), devido à alta disponibilidade destes nas terras e mares do Espírito Santo.

#### g) Problemas de Legislação

A falta de clareza na regulamentação energética abre espaço para interpretações divergentes com relação ao suprimento energético, que muitas vezes acaba prejudicando a captura de sinergias e ganhos de escala em polos industriais, principalmente para as empresas menores.

Este cenário gera incerteza com relação aos preços finais de energia e reduz, de forma artificial, os benefícios inerentes à formação de polos industriais. A adequação na legislação do setor elétrico brasileiro é fundamental para se criar um ambiente regulatório que defina de forma clara e objetiva soluções para a questão energética.

Um importante incentivo é a criação de um estatuto tributário que isente energias renováveis de qualquer imposto ou favoreça ao máximo sua utilização. Aprimoramentos passam por medidas que incentivem a eficiência do setor e o uso de normativas podem impulsionar estas ações, como por exemplo, alocando custos a quem dá causa a eles, atribuindo riscos aos agentes com melhor capacidade de gestão, oferecendo sinais de preços mais aderentes às condições de abastecimento e permitindo à demanda reagir a estes preços.

#### h) Outras questões importantes

Diversos outros fatores pressionam para a mudança atual do sistema energético brasileiro, o que implica diretamente na situação do estado:

- Mau funcionamento do sistema energético e alta dependência hidrelétrica, que é afetada pela sazonalidade dos períodos de seca e chuva;
- Os leilões de energia no estado são realizados centralizadamente, portanto existe uma limitação na capacidade local em definir sua matriz de energia elétrica. O empreendedor interessado em participar dos leilões regulados escolhe a localização de seu empreendimento, dentre outros fatores, de acordo com recursos energéticos disponíveis, infraestrutura necessária e incentivos ofertados, sendo a sua viabilidade e sucesso nos leilões influenciados fortemente por esses fatores;



- Vulnerabilidade a fatores político-partidários, como por exemplo a opção por investimentos que favoreçam determinado tipo de energia que seja explorada por empresas ligadas a influências políticas;
- Mais objetividade nos planejamentos realizados, uma vez que as previsões de longo prazo tradicionalmente já utilizadas em PIR em outras localidades mostram que às vezes elas não são muito práticas, inviabilizando sua fiel execução;
- Evolução do conceito de sustentabilidade e preocupação com mudanças climáticas;
- Aumento do impacto na vida urbana e nas atividades produtivas e sociais (a energia deixou de estar unicamente associada a luz e iluminação, passando para um universo mais amplo relacionado à climatização, ao entretenimento, à mobilidade, etc);
- Evolução das tecnologias em toda cadeia de suprimentos, especialmente para fontes alternativas.

## 7. EFEITOS: ANÁLISE DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DOS INDICADORES

Os indicadores de energia aqui utilizados são responsáveis por realizar diversas funções e podem estar relacionados às informações de curto, médio e longo prazo, além de:

- Viabilizarem o acesso integrado a informações importantes para promoção do Desenvolvimento Sustentável;
- Servirem para identificar variações, comportamentos, processos e tendências;
- Permitirem a comparação com outras regiões dentro do Brasil ou de outros países;
- Indicarem necessidades e prioridades para a formulação, monitoramento e avaliação de políticas públicas; e,
- Serem capazes de facilitar o entendimento ao crescente público interessado, devido a sua capacidade de síntese de dados.

A seguir é apresentada uma série de indicadores energéticos que refletem as situações e especificidades do Espírito Santo, apontando, ao mesmo tempo, para a necessidade de produção regular de estatísticas sobre os temas abordados.

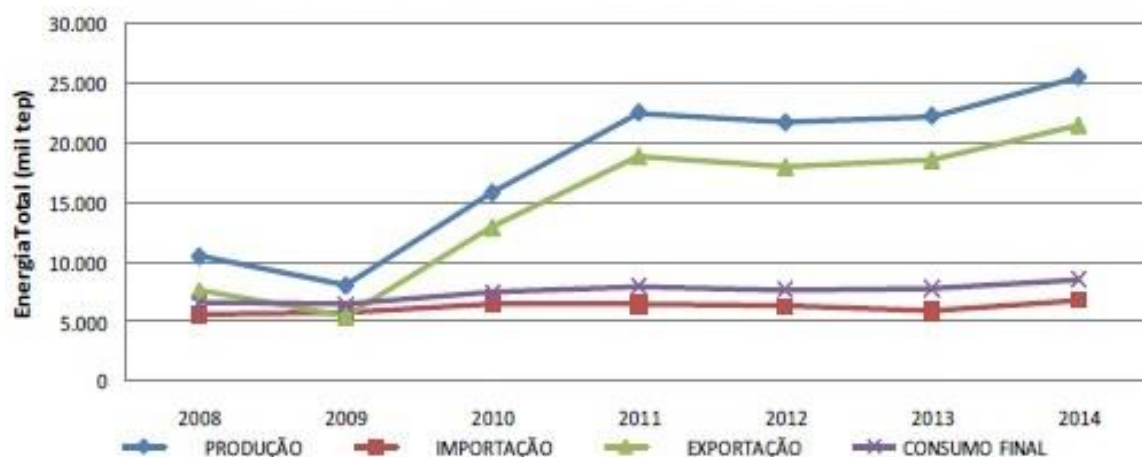
### a) Produção de Energia

Este indicador está relacionado à energia primária produzida a partir de recursos minerais, vegetais e animais, de fontes hídricas, de reservatórios geotérmicos, do sol, do vento e das marés. Essa energia tem sinal positivo.

No Gráfico 2, apresenta-se a evolução do fluxo energético no Espírito Santo desde o ano de 2008 até 2014, que corresponde ao Balanço Energético mais atual disponível para o estado (que é o Balanço Energético 2015, ano base 2014).

Iniciando a análise dos dados, nota-se que entre 2009 e 2011 ocorreu um incremento considerável na Produção de Energia, o que se deve principalmente as descobertas de reservas de gás natural e petróleo, com destaque para exploração da camada do Pré-sal.

Gráfico 2 – Evolução do Fluxo Energético do Espírito Santo



Fonte: ASPE (2015a).

Como exemplo que comprova esta elevação ocorrida, em julho de 2010 a Petrobras, segundo o Governo do Espírito Santo (2016b), começou a produzir comercialmente na camada do Pré-sal no Espírito Santo, no campo de Cachalote, com o FPSO<sup>3</sup> Capixaba. Antes disso, mais precisamente em 2008, a empresa iniciou os testes de produção no campo de Jubarte, que se destaca por ser considerado o segundo maior polo do pré-sal brasileiro em reservas. Já em 2012, deu-se início as atividades relacionadas ao pré-sal do FPSO Cidade de Anchieta, localizado no litoral Sul do estado, com possibilidade de extração de até 100 mil barris de petróleo e 3,5 milhões de m<sup>3</sup> de gás.

Com essas descobertas realizadas, o Espírito Santo passou a ser considerado o segundo maior produtor de petróleo do Brasil, com a vantagem de possuir fontes em terra e no mar, seja em águas rasas, profundas e ultraprofundas. Como exemplo desta grande disponibilidade, o estado alcançou no ano de 2012 o recorde de produção, com 360 mil barris de petróleo por dia e capacidade de entrega de gás de 10 milhões de metros cúbicos por dia (GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO, 2015b).

Estes locais tanto do pré quanto do pós-sal estão localizadas, no estado, a uma profundidade que varia na faixa de 1,3km a 2km, e são fontes tanto de petróleo quanto de gás natural (ANP, 2016). Além disso, a geografia do estado também torna mais propício seu desenvolvimento no setor energético. Prova disso são os

<sup>3</sup> Sigla em inglês que significa Unidade Flutuante de Produção, Armazenamento e Transferência.

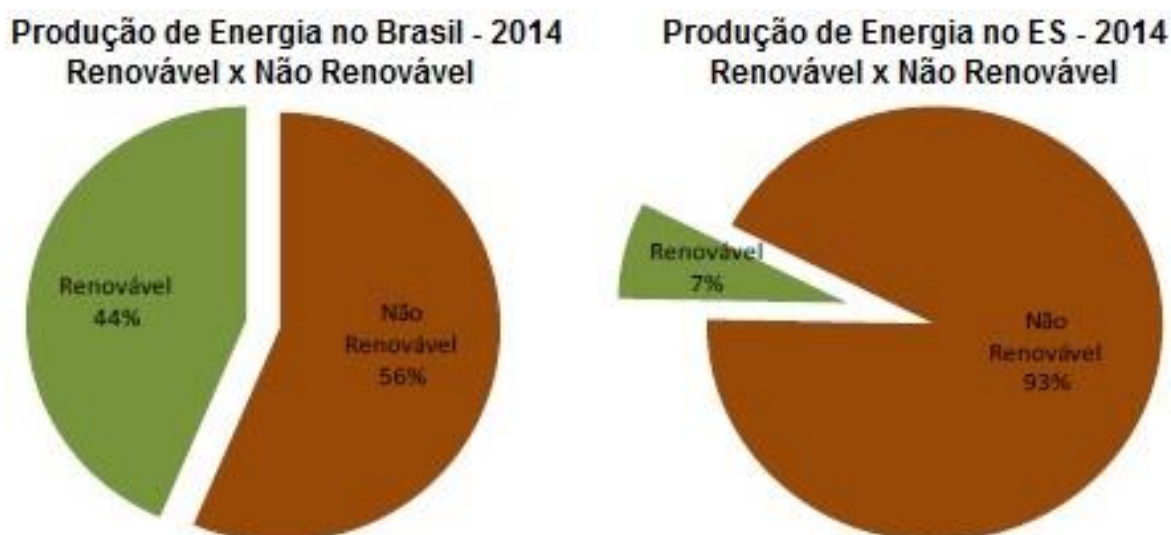
2,43 bilhões de barris em reservas de petróleo que o Espírito Santo possui atualmente, valor este que poderá dobrar futuramente, segundo os estudos e projeções realizados (ANP, 2016).

No entanto, ao mesmo tempo em que estes dados colocam o estado em um cenário nacional favorável a exploração de combustíveis fósseis, eles também evidenciam a grande dependência para com estes tipos de energia, o que acaba influenciando a pouca pré-disposição local existente com recursos energéticos mais sustentáveis.

Isto fica claro ao se analisar o Gráfico 3, que mostra a situação do Brasil em relação ao estado no que diz respeito a produção de energia renovável *versus* não renovável para o ano de 2014. O Brasil atualmente está praticamente igualando o nível de produção destes dois tipos de energia, enquanto o estado apresenta somente 7% de sua atuação com foco em renováveis.

Este é um Efeito esperado a partir, principalmente, das Causas III – Dificuldades Financeiras, IV – Carência de Estudos Técnicos e V – Pouca Diversificação Energética, que acabam criando uma inércia local com a posição favorável ocupada com a alta disponibilidade de recursos fósseis.

Gráfico 3 - Produção de Energia Renovável *versus* Não Renovável



Fonte: ASPE (2015a).

## b) Oferta Interna de Energia

Este índice representa a quantidade de energia que se coloca à disposição do estado para transformação ou consumo final (Oferta Interna = Total Transformação + Consumo Final). Ou seja, corresponde à soma dos valores colocados para oferta total, exportação, energia não aproveitada e reinjetada.

No Brasil este indicador sofreu, ao longo dos anos, importantes modificações, tanto em termos quantitativos, em que é possível constatar um crescimento anual médio de 2,6% entre 1980 e 2004, quanto em termos qualitativos. Durante a década de oitenta, houve um aumento da participação das fontes renováveis de energia na matriz energética brasileira, em especial, na primeira metade da década, passando de 28% em 1980, para 34% em 1985 (CIMA, 2006).

Tal resultado foi consequência de uma série de políticas implementadas ao final dos anos setenta e começo dos anos oitenta, em resposta aos dois choques do petróleo. Tais políticas foram o reflexo de uma estratégia adotada pelo governo brasileiro no sentido de reduzir a dependência energética externa através do máximo aproveitamento dos recursos energéticos disponíveis no país.

Já com base em dados mais atuais, a análise da Tabela 4 mostra que a oferta interna bruta de energia por fonte no Espírito Santo aumentou 9,5% em 2014 com relação a 2013 (de 9.483.000 para 10.387.000 tep). A oferta por fonte renovável manteve-se praticamente inalterada e responde por 22,5% da oferta interna bruta em 2014. Todavia, a oferta por fonte não renovável teve um aumento de 12,5% em relação ao ano anterior, correspondendo a 77,5% da oferta interna bruta total.

Além disso, vale destacar que a energia elétrica importada no Espírito Santo é composta por um *mix* de energias renováveis e não renováveis oriundas do Sistema Interligado Nacional, sendo basicamente de fonte hidráulica (renovável).

Conforme já comentado no indicador anterior (Produção Energética), isto evidencia mais uma vez um efeito da pouca diversidade energética e que o estado se encontra estacionado há anos neste quesito, uma vez que os valores são praticamente constantes ao longo do tempo.

Relacionado a isso, chama a atenção ainda o fato de a oferta interna de energia não renovável ser atualmente quase quatro vezes maior que a de energia

renovável (8.053 para 2.334 mil tep, respectivamente) e, principalmente, que esta diferença só é incrementada com o passar dos anos (em 2008, por exemplo, esse valor correspondia “apenas” ao dobro).

Tabela 4 – Oferta interna bruta por fonte – Valores em mil tep

Fontes Energéticas	Espírito Santo (mil tep)						
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Não renováveis</b>							
<b>Petróleo e Derivados</b>	1.893	1.726	1.852	1.803	1.929	1.792	1.905
<b>Gás Natural</b>	1.042	645	1.252	1.862	1.905	2.112	2.334
<b>Carvão Mineral e Coque</b>	2.590	3.033	3.393	3.497	3.079	3.103	3.633
<b>Eletricidade Importada</b>	106	67	113	97	129	151	181
<b>Total Não Renovável</b>	5.631	5.471	6.610	7.260	7.042	7.158	8.053
<b>Renováveis</b>							
<b>Energia Hidráulica</b>	125	184	180	195	185	183	151
<b>Lenha e Carvão Vegetal</b>	122	208	200	166	166	160	161
<b>Derivados da Cana-de-açúcar</b>	456	436	381	422	371	403	437
<b>Lixívia</b>	979	1.014	1.027	1.049	1.085	1.057	1.083
<b>Outros</b>	12	16	9	8	13	25	16
<b>Eletricidade Importada</b>	563	532	625	650	601	497	487
<b>Total Renovável</b>	2.258	2.390	2.421	2.490	2.421	2.325	2.334
<b>Total (Não renovável + Renovável)</b>	7.888	7.861	9.031	9.750	9.463	9.483	10.387

Fonte: Elaboração própria a partir de ASPE (2015a).

Os dados mais otimistas mostram uma tendência local para o uso de lixívia e derivados da cana-de-açúcar como opção de energias renováveis, todavia existem diversas outras importantes opções ainda praticamente inexploradas no estado com grande potencial de aproveitamento, opções estas que serão identificadas e apresentadas nas ações que serão propostas na sequência desta pesquisa.

### c) Consumo Final de Energia

O histórico nacional mostra uma evolução da sociedade em relação ao perfil de consumo, o que pode ser exemplificado na participação da lenha, que chegou a representar 21% do consumo final de energia em 1980 e foi reduzida drasticamente durante os 15 anos que se sucederam, atingindo 8% no ano 2000. Tal redução se deveu à substituição por fontes modernas de energia no setor residencial, como a eletricidade e o GLP (ACHÃO, 2003).

No entanto, nos últimos anos, a elevação dos preços do GLP tem provocado uma retomada no consumo de lenha como fonte energética para a cocção (SCHAEFFER; SZKLO; MACHADO, 2004; MORAIS, 2005). O carvão vegetal, por sua vez, que vinha reduzindo sua participação no consumo siderúrgico nos anos noventa, tem uma ligeira recuperação na primeira metade da década, devido ao aumento do consumo nesse setor.

Em relação ao Espírito Santo, o consumo final de energia vem oscilando bastante durante os últimos anos, conforme mostra a Tabela 5, sofrendo uma variação considerável de 2013 para 2014, quando foi registrado um aumento de seu valor em 10,2%, variando de 7.758 para 8.548,1 mil tep (uma diferença de 790,1 mil tep). Este aumento foi impulsionado principalmente pelo aumento de consumo de carvão mineral (12,6%), de coque de carvão mineral (15,6%) e sobretudo de gás natural (17%).

Tabela 5 – Consumo final de energia por fonte no Espírito Santo – Valores em mil tep

<b>Fontes Energéticas</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Alcatrão</b>	34,4	32,6	38,8	30,3	32,5	32,2	30,4
<b>Querosene</b>	39,0	40,9	44,4	44,9	46,8	33,7	34,8
<b>Produtos não energéticos de petróleo</b>	83,7	85,7	71,3	43,4	57,8	52,4	53,6
<b>Óleo combustível</b>	256,5	203,8	166,0	9,9	12,2	91,4	77,6
<b>Outras secundárias de petróleo</b>	2,5	2,9	2,7	127,1	124,1	99,8	93,1
<b>Álcool etílico total</b>	0,0	142,7	111,9	104,9	11,9	114,2	121,3
<b>GLP</b>	141,8	141,3	148,0	151,3	152,4	155,6	158,7
<b>Total produtos da cana</b>	290,0	255,8	235,5	274,0	240,1	261,3	285,4
<b>Gás de coqueria, aciaria e alto-forno</b>	690,5	557,9	732,9	650,2	560,5	543,1	580,8
<b>Gasolina</b>	322,0	339,2	423,4	474,8	545,2	576,4	620,4
<b>Carvão mineral</b>	965,7	658,3	974,8	845,4	748,4	780,4	878,8
<b>Óleo diesel</b>	789,6	753,8	849,5	936,1	982,5	987,1	1.046,4
<b>Eletricidade</b>	1.057,3	990,4	1.126,0	1.156,4	1.178,3	1.187,9	1.264,6
<b>Gás natural</b>	766,2	562,7	1.001,1	1.418,9	1.390,9	1.221,5	1.429,1
<b>Coque de carvão mineral</b>	1.135,5	1.664,1	1.501,6	1.716,3	1.527,3	1.621,1	1.873,2
<b>Total</b>	6.574,9	6.432,1	7.427,9	7.984,0	7.711,0	7.758,0	8.548,1

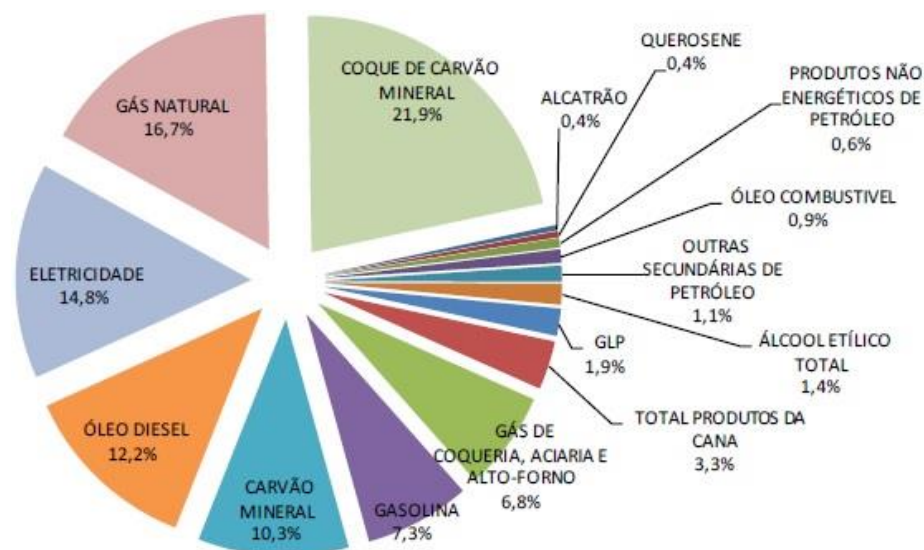
Fonte: Elaboração própria a partir de ASPE (2015a).

O aumento de consumo de gasolina (7,6%) já é esperado ano a ano, uma vez que este fator é proporcional ao crescimento da população e a quantidade de veículos inseridos no mercado. Merece destaque também a forte queda no consumo de óleos combustíveis, que é um derivado de petróleo largamente utilizado na indústria moderna para aquecimento de fornos e caldeiras, ou em motores de combustão interna para geração de calor.

Um dos poucos pontos positivos da Tabela 5 é o incremento constante de consumo de produtos relacionadas à cana-de-açúcar, que geralmente produzem energia através da biomassa, sendo uma oportunidade de uso com grande potencial, conforme será destacado na políticas energéticas descritas no capítulo seguinte.

No Gráfico 4, apresenta-se de forma mais específica o consumo final de energia por fonte no Espírito Santo em 2014. Estes dados mostram mais uma vez a tendência para fontes não renováveis do cenário energético capixaba, pois muitas são as consequências relacionadas à produção de energia através da queima de carvão mineral e seus derivados, como por exemplo: lançamento de dióxido de carbono no meio ambiente, o que agrava o efeito estufa e pode ocasionar inclusive chuvas ácidas.

Gráfico 4 – Consumo Final por fonte energética



Fonte: ASPE (2015a).

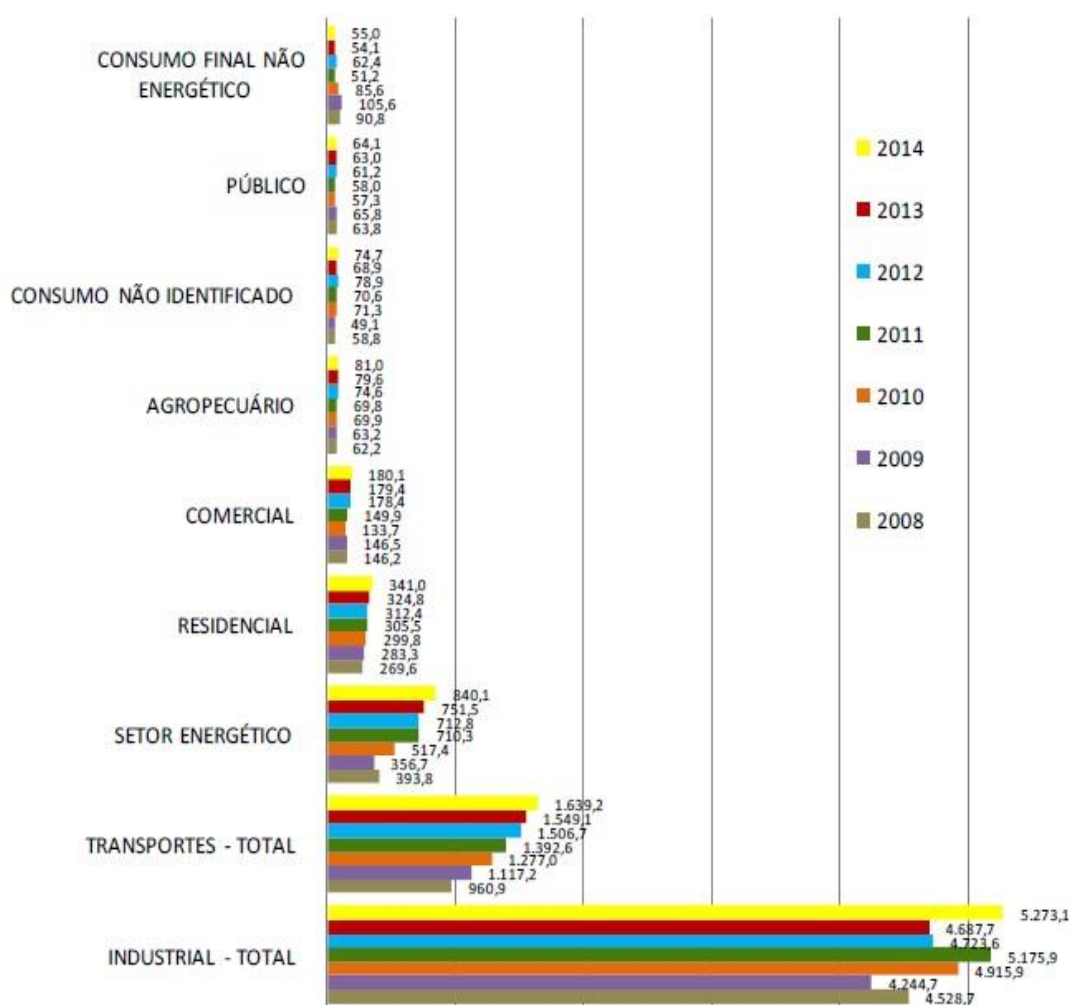


#### d) Consumo Setorial de Energia

Este indicador detalha o consumo final de energia (indicador anterior) considerando os seguintes setores: energético, residencial, público, agropecuário, transporte (rodoviário, ferroviário, aéreo e hidroviário), industrial (cimento, ferro gusa e aço, mineração, pelletização, não ferrosos e outros da metalurgia, química, alimentos e bebidas, têxtil, papel e celulose, cerâmica e outros).

No Gráfico 5, evidencia-se a grande demanda de energia por parte do setor industrial ao longo dos anos, em comparação com os demais setores. De 2013 para 2014 houve elevação expressiva de 10,2% no consumo final total de energia, que é justificada principalmente pelo aumento de 12,5% no resultado da indústria, que correspondeu em 2014 por cerca 62% de todo consumo final energético do Espírito Santo.

Gráfico 5 – Consumo Final energético no Espírito Santo por setor – em mil tep



Fonte: ASPE (2015a).

Outro valor importante é o crescimento constante do consumo de energia no setor de transportes do estado, que quase dobrou em um espaço de seis anos (de 2008 para 2014). O desenvolvimento do sistema de transportes brasileiro é baseado no modal rodoviário. Tal opção de desenvolvimento, aliada à grande extensão do território nacional fazem com que o modal rodoviário seja responsável pela maior parte do consumo de energia desse setor. Isto se replica ao estado, que, apesar de possuir algumas opções de linhas férreas, estas não são suficientes para produzir grandes variações deste indicador.

Já com relação ao consumo de energia na indústria, que é o maior responsável pelo consumo energético estadual, na Tabela 6, mostra-se que o aumento de 12,5% no consumo final industrial é justificado, principalmente, pelo consumo do setor de ferro-gusa e aço que obteve elevação de 13,5%, seguido pelo setor de mineração e pelotização com 12,7%, papel e celulose com 10,7% e alimentos e bebidas com 10,3%. O setor de ferro-gusa, que é o mais representativo, é responsável por cerca de 60% do consumo final energético industrial, o que mostra uma propensão do estado para este segmento de mercado.

Tabela 6 – Consumo final no setor industrial do Espírito Santo – Valores em mil tep

<b>Setor Industrial</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Ferro-gusa e aço</b>	2.722,6	2.895,6	3.133,0	3.109,3	2.770,9	2.902,2	3.296,1
<b>Mineração e Pelotização</b>	1.233,0	837,2	1.218,1	1.407,7	1.329,4	1.165,8	1.314,3
<b>Papel e Celulose</b>	231,3	226,4	239,1	246,6	240,5	226,0	250,2
<b>Alimentos e bebidas</b>	146,4	110,9	127,9	154,3	158,2	168,4	185,9
<b>Química</b>	117,6	102,5	102,9	98,9	98,5	98,0	97,4
<b>Outros</b>	36,7	35,6	49,6	52,5	53,3	72,1	62,9
<b>Cerâmica</b>	30,7	26,2	28,3	33,6	36,2	42,1	46,9
<b>Cimento</b>	3,6	3,4	9,9	67,9	33,7	10,2	18,6
<b>Têxtil</b>	6,7	6,8	6,8	4,2	2,0	2,1	2,0
<b>Não-ferrosos</b>	0,2	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	1,5
<b>Ferro-ligas</b>	0,0	0,0	0,3	0,5	0,5	0,6	0,3
<b>Total</b>	4.528,7	4.244,7	4.915,9	5.175,9	4.723,6	4.687,7	5.273,1

Fonte: Elaboração própria a partir de ASPE (2015a).

O gás natural é um energético que vem ganhando importância na matriz energética tanto nacional quanto estadual nos últimos anos e sua penetração tem sido significativa particularmente em três setores. No setor industrial, o gás natural passa a substituir o óleo combustível como fonte térmica. No setor energético, o gás natural passa a contribuir como uma importante fonte na complementação

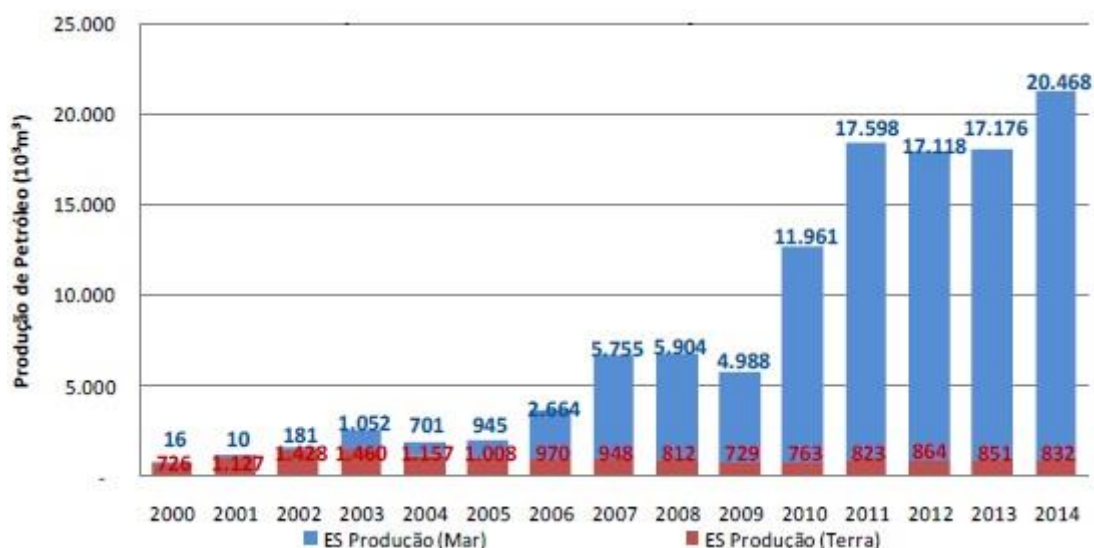
térmica para geração de eletricidade, que ocorre tanto nos períodos de baixo índice hidrológico, quanto nos horários de carga pesada do sistema. Finalmente, no setor de transporte rodoviário, em que o GNV apresentou um crescimento anual da ordem de 50% na última década (ASPE, 2015a).

O crescimento no consumo em termos absolutos nos últimos anos elevou a participação do gás natural no consumo final de energia e hoje ele já é a segunda fonte mais utilizada. No tópico seguinte são detalhadas mais informações sobre seu uso.

#### e) Petróleo e gás natural no Espírito Santo

A produção total de petróleo no Espírito Santo teve um aumento considerável em 2014 em comparação a 2013, passando de 17.176.000 m<sup>3</sup> para 20.458.000 m<sup>3</sup>, o que representa cerca de 20%, conforme pode ser mostrado no Gráfico 6. Fazendo uma comparação com 2009 a produção no estado representava apenas 5,1% do país, e atualmente chega a 16ª proporção a nível Brasil, em 3%.

Gráfico 6 – Produção de petróleo no Espírito Santo



Fonte: ASPE (2015a).

Esse incremento se deve principalmente as novas descobertas e explorações do pré-sal na região, com destaques para as plataformas que operam em reservatórios no Parque das Baleias, no litoral sul capixaba. Atuando no Espírito Santo desde 1957, a Petrobras realiza operações de exploração e produção de óleo e gás em terra e no mar. Iniciada em 1973, a produção em terra ocorre

atualmente nos municípios de Conceição da Barra, São Mateus, Jaguaré e Linhares, onde se localizam oito estações (PETROBRAS, 2016).

Já a produção marítima da Petrobras no estado se estende praticamente por todo o litoral capixaba. Atualmente, há seis plataformas em atividade nas concessões de produção nas quais a companhia é operadora. Na Bacia do Espírito Santo, encontram-se a plataforma fixa de Peroá, que é desabitada, e o FPSO Cidade de Vitória (FPSO é uma sigla em inglês que significa Unidade Flutuante de Produção, Armazenamento e Transferência).

A Petrobras anunciou alcance recorde anual de produção de petróleo no Espírito Santo em 2015, cujo resultado se deve ao desempenho da plataforma P-58. Esta é uma das cinco plataformas que mais produziram no Brasil em 2015 (PETROBRAS, 2016). A média chegou a 354,5 mil barris por dia (bpd). Esse volume, segundo a empresa informou, é 6,9% maior que a média do ano anterior, de 331,7 mil bpd. Em 2014, também foi registrado recorde diário de produção, em 10 de julho, com 433,2 mil barris produzidos.

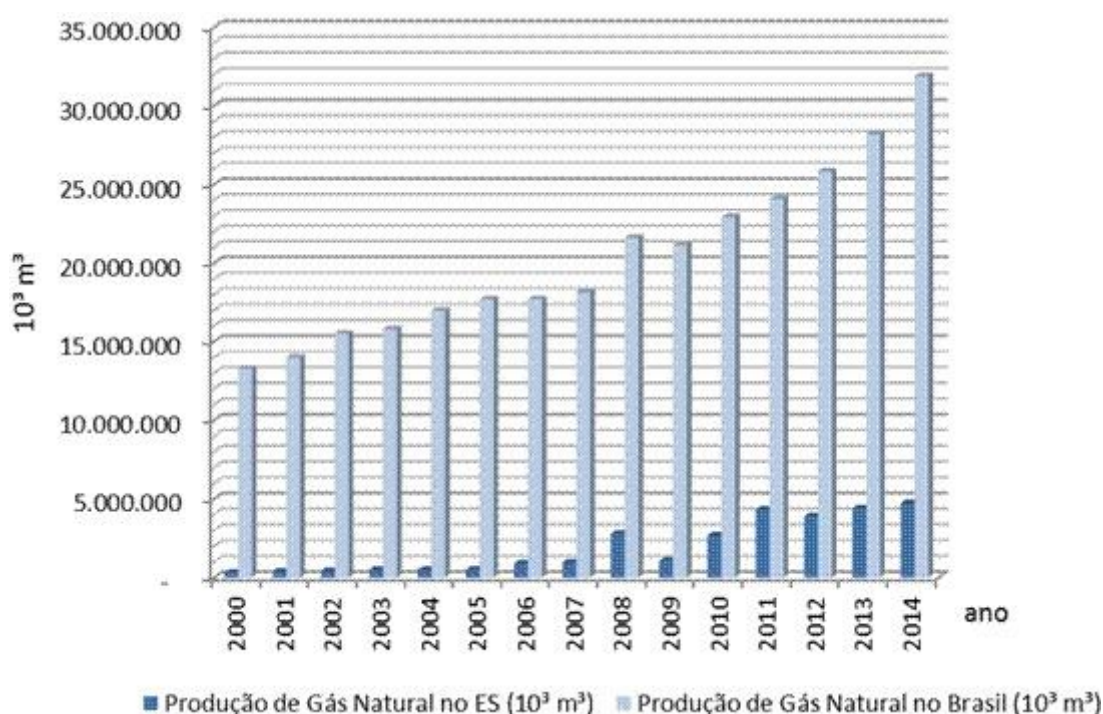
Com relação ao gás natural, o estado vem se mantendo como o segundo maior produtor do Brasil. A produção anual estadual foi de aproximadamente 4,7 bilhões de m<sup>3</sup> em 2014, a partir de reservatórios localizados em terra e em mar, enquanto a produção nacional foi em torno de 31,9 bilhões de m<sup>3</sup>, para o mesmo ano.

O estado possui uma reserva de gás natural provada de aproximadamente 44,3 bilhões de m<sup>3</sup>, segundo dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2016). Abaixo, um histórico comparativo entre a produção total de gás natural no Espírito Santo e a produção total de gás natural no país para um mesmo período (Gráfico 7).

Estas informações mostram a evolução do estado ano a ano, acompanhando a tendência nacional de crescimento neste tipo de energia. Enquanto a produção nacional chegou a dobrar desde 2000, a capixaba aumentou em cerca de cinco vezes. Por exemplo, no ano de 2014 a participação do gás natural disponível no Espírito Santo em relação ao Brasil foi de 18,2%, ou seja, quase um quinto do país, o que comparado ao tamanho do estado se torna um dado de destaque ainda maior.

A produção de gás natural no Espírito Santo em 2014 foi, em média, 13,0 milhões de m<sup>3</sup>/dia, sendo que 3,47 milhões de m<sup>3</sup> foram diariamente consumidos no estado nesse mesmo ano (ASPE, 2015a). Esse volume atende a 31.251 clientes, entre eles: 33 postos de combustíveis, 422 estabelecimentos comerciais, aproximadamente 30.747 unidades residenciais, 38 indústrias, um usuário no segmento de matéria prima, três no de cogeração, seis no de climatização e uma térmica. Somente o segmento industrial consome cerca de 96% do volume não térmico de gás natural.

Gráfico 7 – Produção de gás natural no Espírito Santo *versus* Brasil



Fonte: ANP (2016).

A BR Distribuidora é a concessionária responsável pela distribuição do gás natural canalizado no Espírito Santo. Segundo dados da empresa, nos últimos 14 anos foram instalados mais de 113 quilômetros de rede para fornecer gás natural a residências, hospitais, postos de combustíveis, indústrias e outras instalações na Região Metropolitana de Vitória (BRDISTRIBUIDORA, 2016). Além disso, entre os anos de 2004 e 2009, “a rede de gasodutos que abastece a Grande Vitória passou de 64,12 quilômetros para 127,97 quilômetros. Já o número de clientes foi multiplicado por cinco” (GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO, 2016c).

A BR Distribuidora planeja, para os próximos anos, que a rede de gás natural também atenda aos municípios de Colatina, São Mateus e Sooretama, e até este ano (2016) a previsão é alcançar 393 quilômetros de extensão em rede de distribuição de gás natural (GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO, 2016c).

Outro empreendimento importante relacionado ao gás natural é o Gasoduto Sudeste Nordeste (Gasene), “que possui cerca de 1,4 mil quilômetros de extensão e capacidade de transporte de 20 milhões de metros cúbicos diários de gás natural” (BRDISTRIBUIDORA, 2016). No Espírito Santo, o Gasene passa por 17 municípios, desde Presidente Kennedy, no Sul, até Pedro Canário, Norte do estado, e foi concluído no primeiro semestre de 2010.

#### f) Geração de Energia Elétrica

O sistema de geração e transmissão de energia elétrica brasileiro é composto por quatro principais subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Esses quatro subsistemas integrados formam o Sistema Interligado Nacional (SIN) e são responsáveis pelo atendimento de 98% do mercado de energia elétrica nas cinco regiões geográficas do país (CIMA, 2006).

A capacidade de oferta energética do Sistema Interligado Nacional é predominantemente hidrelétrica. Outra característica marcante do SIN é a existência de várias bacias hidrográficas interligadas, com a presença de reservatórios de grande porte com regularização plurianual, o que permite a manutenção de um considerável estoque de energia hidráulica. Dessa forma, a utilização adequada da energia armazenada nos reservatórios depende do comportamento hidrológico das aflúências aos grandes reservatórios de regularização do SIN.

A geração total de energia elétrica no Espírito Santo cresceu 9,4% de 2014 para 2013, com destaque para a parcela de APE (Autoprodutoras) que aumentou 14,1%. No Gráfico 8, mostra-se o incremento anual que é observado na quantidade de Centrais Elétricas de Serviço Público (SP + PIE) em relação a quantidade de Centrais Elétricas Autoprodutoras. Enquanto a geração em APE vem se mantendo praticamente constante desde 2008, a geração em SP e PIE mais do que dobrou de 2008 a 2014.

Segundo a ASPE, este grande aumento identificado no número de centrais elétricas de Serviço Público se deve principalmente à elevação da demanda de energia, ocorrido devido às secas que foram verificadas neste período, o que elevou o número de despachos do governo para centrais termoelétricas a partir de 2012.

Gráfico 8 – Geração de energia elétrica por Autoprodução e Serviço Público



Fonte: ASPE (2015a).

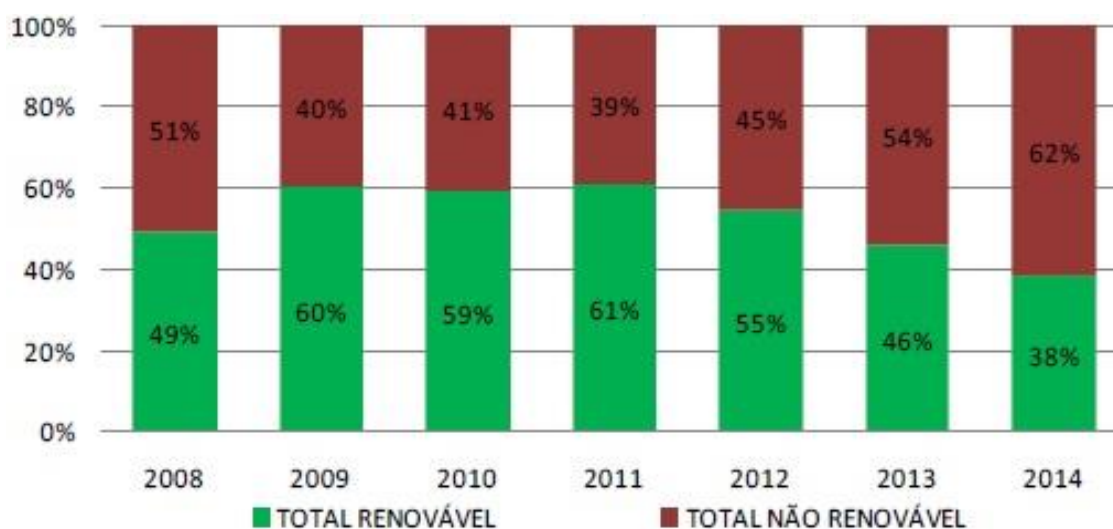
A natureza complementar das usinas térmicas se tornou essencial para a manutenção da confiabilidade do suprimento de energia em um sistema com grande volatilidade de oferta no curto e no longo prazo. O maior efeito da complementaridade térmica no SIN é de que essas usinas têm condição de funcionamento contínuo, compensando dessa forma a variabilidade da oferta das hidrelétricas. Entretanto, do ponto de vista sustentável e de custos para o setor elétrico, seu uso deve ser moderado e só devem ser despachadas no seu mínimo operativo em períodos hidrológicos favoráveis, em que há adequado nível de armazenamento nos reservatórios.

Outro fato que chama a atenção diz respeito à quantidade de energia elétrica produzida por fontes renováveis e não renováveis no Espírito Santo (Gráfico 9). Primeiramente, nota-se que de 2008 para 2009 ocorreu uma alteração consideravelmente positiva na geração de energia renovável, passando de 49% para 60%.



Nos anos seguintes (de 2009 até 2012) este valor até que permaneceu numa boa média, entre 50 e 60%. No entanto, o que chama atenção negativamente é a forte queda registrada a partir de 2012, que coincide exatamente com o que foi apresentado no Gráfico 8, em que neste mesmo período iniciou-se o aumento da geração de energia por serviços públicos. E, de fato, estes dois gráficos estão bastante relacionados neste sentido, uma vez que o incentivo ocorrido por parte do governo para resgatar o país de sua crise energética fez com o índice de energia renovável voltasse a cair e desse espaço para usinas termoelétricas, por exemplo, como solução emergencial. O dado mais atual, de 2014, mostra que apenas 38% da geração de energia capixaba é renovável, seguindo também a tendência de outros indicadores que já foram mencionados e reforçando a ideia da pouca diversificação energética do estado.

Gráfico 9 – Geração de energia elétrica no Espírito Santo Renovável *versus* Não Renovável



Fonte: ASPE (2015a).

#### g) Consumo de energia elétrica

Na Tabela 7, apresenta-se o consumo de eletricidade entre os anos 2008 e 2014 no estado, sendo que esses valores contabilizam o consumo da rede e o da geração própria. Os valores mostram que ocorreu um aumento de 6,3% no consumo final total de eletricidade de 2013 para 2014.

Dentre esses índices, merece destaque o consumo industrial, resultante da



autoprodução (resultado da geração própria), que obteve uma elevação de 14,3%, o que mostra o aumento deste tipo de iniciativa principalmente por parte das indústrias, como forma de investimento para reduzir gastos energéticos no longo prazo. O consumo residencial também se destaca com um incremento de 6,7%, que segue uma constante de crescimento natural a cada ano com o aumento da população, da expectativa de vida, entre outros fatores.

Tabela 7 – Consumo final de eletricidade por setor no Espírito Santo – Valores em GWh

Setor de atividade	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Setor energético</b>	512,5	473,0	460,7	444,3	443,6	426,1	462,1
<b>Público</b>	610,0	627,1	649,8	654,4	697,3	715,3	729,6
<b>Agropecuário</b>	631,0	643,1	707,0	700,2	762,9	851,1	886,5
<b>Comercial</b>	1.306,5	1.342,0	1.411,2	1.472,9	1.619,2	1.707,0	1.804,5
<b>Residencial</b>	1.676,9	1.808,2	1.913,6	1.968,6	2.071,4	2.212,9	2.361,9
<b>Industrial (Cativo + Livre)</b>	4.368,5	2.539,3	4.693,6	4.961,8	4.899,1	4.995,3	5.118,1
<b>Industrial (Autoprodução)</b>	3.224,2	3.090,8	3.269,1	3.247,9	3.206,2	2.924,1	3.341,7
<b>Consumo Total</b>	12.329,7	11.523,4	13.104,9	13.450,0	13.699,7	13.831,7	14.704,5

Fonte: Elaboração própria a partir de ASPE (2015a).

Se destacam ainda o consumo que ocorre no próprio setor energético (462,1 GWh em 2014) e o do setor comercial (1.804,5 4GWh em 201), que sofre influência da economia e da movimentação do mercado que demanda produtos/serviços.

Outros dados importantes estão relacionados na Tabela 8, que apresenta os consumos de energia elétrica por município do ES. A capital Vitória lidera o *ranking*, valor que já era esperado devido ao número de instalações industriais e comerciais existentes na região. É notória também a contribuição no consumo do município de Anchieta, cujo crescimento foi cerca de 13,9%, ficando a frente inclusive de outros locais importantes da Grande Vitória, apesar de possuir somente aproximadamente 27 mil habitantes. Esta contribuição se deve principalmente as instalações siderúrgicas existentes na cidade, caso análogo ao município de Aracruz (aproximadamente 25 mil habitantes), que entretanto tem seu foco na indústria de papel e celulose.

Tabela 8 – Consumo final de eletricidade por município do Espírito Santo –

valores em GWh

<b>Município</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Vitória</b>	2.381	1.805	2.517	2.584	2.530	2.330	2.599
<b>Anchieta</b>	806	780	1.004	1.023	1.010	1.031	1.174
<b>Serra</b>	664	656	744	819	925	1.184	1.035
<b>Vila Velha</b>	665	684	732	754	801	844	888
<b>Cachoeiro de Itapemirim</b>	600	586	652	688	726	740	732
<b>Aracruz</b>	664	641	676	707	673	664	674
<b>Cariacica</b>	613	527	578	635	648	701	652
<b>Demais municípios</b>	2.219	2.290	2.483	2.557	2.746	2.997	3.168

Fonte: Elaboração própria a partir de ASPE (2015a).

## **8. RESPOSTAS: POLÍTICAS ENERGÉTICAS COM FOCO NO PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS**

### **8.1 POLÍTICAS PÚBLICAS DE ENERGIA DO ESPÍRITO SANTO**

Antes de iniciar a etapa de proposição de ações para o setor energético capixaba, é preciso conhecer as Políticas Públicas de Incentivo às Fontes Renováveis já existentes. Estas estão presentes em diversos documentos oficiais pela necessidade de adaptação às mudanças climáticas globais e, também, por conta da necessidade de diversificação da matriz energética do Espírito Santo.

O estado já possui um programa chamado Economia Verde (GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO, 2016a), que se baseia em um conjunto de práticas adotadas na formulação de políticas públicas e privadas e que possui como ideia central a promoção do Desenvolvimento Sustentável nos aspectos ambientais e sociais, resultando em melhoria do bem-estar humano e redução dos impactos sobre o meio ambiente. Alguns dos objetivos e características do programa Economia Verde são:

- Práticas que visem à inclusão social e a erradicação da pobreza;
- Uso eficiente dos recursos naturais;
- Redução do uso de combustíveis fósseis e valorização de fontes limpas e renováveis de energia;
- Qualidade e eficiência nos sistemas de mobilidade urbana e tratamento adequado aos resíduos aliado à implantação de sistemas eficientes de reciclagem.

Além disso, desde 2012 quando foi publicada a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 (e posteriormente sua alteração através da Resolução Normativa ANEEL 687/2015), já é permitido aos consumidores no Brasil produzirem sua própria energia elétrica. A resolução estabeleceu as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica (ASPE, 2015b). Com o avanço tecnológico, o sistema fotovoltaico começou a ganhar escala no país, mas o investimento envolvido ainda pesa na decisão do consumidor, mesmo com a recente elevação das tarifas de energia

elétrica. Com isso, alguns estados da federação começaram a buscar maneiras de incentivo através da isenção de ICMS, dentre eles o Espírito Santo.

A energia elétrica gerada que não é consumida instantaneamente é injetada na rede e convertida em crédito de energia junto à distribuidora. Efetivamente, o consumidor que possui sistema de micro e minigeração paga ICMS por uma energia que ele mesmo gerou e “emprestou” à rede. Com isso, surgiu o Convênio ICMS 16/2015 do CONFAZ, publicado em 22 de abril de 2015, autorizando os estados a concederem isenção de ICMS sobre a parcela de energia produzida e injetada na rede da concessionária distribuidora de energia elétrica para ser convertida em créditos de energia que poderão ser compensados em momento futuro (ASPE, 2015b).

Com base nisso, o Espírito Santo, por exemplo, isenta o ICMS sobre a produção e comercialização dos painéis fotovoltaicos. Todavia, ainda não fez adesão ao Convênio ICMS 16/2015. Portanto, uma das primeiras ações importantes para o estado progredir no setor energético é esta adesão, pois no cenário atual isto pode inibir investimentos em micro e minigeração distribuída que utilizam recursos renováveis, especialmente energia solar.

Outro importante programa é o PROENERGIA (Programa Estadual de Eficiência Energética e de Incentivo ao Uso de Energias Renováveis), que visa estabelecer políticas, incentivos e ações de Eficiência Energética de uso e valorização econômica de energias renováveis, tais como eólica, solar, biomassa e biometano e outras fontes renováveis, e do biocombustível no âmbito estadual, além de estabelecer o modo de sua gestão, bem como a responsabilidade de cada órgão, entidade ou instituição participante e metas de redução de consumo a serem atingidas por todos os setores envolvidos, contribuindo para a diminuição da produção dos gases do efeito estufa e para a destinação final mais adequada para os resíduos orgânicos (ASPE, 2014).

Outras legislações estaduais referentes à temática energia/meio ambiente que merecem destaque são:

- Decreto nº 1.090-R/2002: Regulamenta o RICS/ES, isentando, dentre outros, o ICMS de equipamentos e componentes para o aproveitamento da energia solar e eólica;

- Lei nº 9.264/2009: Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos;
- Decreto nº 2.363-R/2009: Cria o Programa Capixaba de Materiais Reaproveitáveis;
- Lei nº 9.531/2010: Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC;
- Decreto nº 3.453-R/2013: Dispõe sobre a Política Estadual de Incentivo as Energias Renováveis - Eólica, Solar e da Biomassa e Outras Fontes Renováveis.
- Decreto nº 3.700-R/2014: Reestrutura o Comitê Gestor de Resíduos Sólidos no estado do Espírito Santo.

A maior força do estado, em termos de políticas energéticas e climáticas, são seus ricos dotes de recursos naturais e energéticos, renováveis ou não. Abundantes e diversificados, esses recursos deveriam ajudar a colocar o país em uma situação invejável em termos de segurança energética e em um papel de liderança no cenário internacional de energia. As ações listadas a seguir vão de encontro a este objetivo.

## 8.2 MAPEAMENTO DOS LOCAIS COM POTENCIAL PARA DIVERSIFICAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA CAPIXABA

Abaixo é apresentada uma série de medidas que foram propostas com base: nas informações colhidas por meio da análise SWOT realizada na ASPE com a aplicação do questionário; no histórico de indicadores dos relatórios energéticos que foram disponibilizados e nas melhores práticas de Planejamento Integrado de Recursos Energéticos identificadas.

Estes resultados foram divididos em:

- Identificação dos principais locais no estado com potencial de exploração relevante para promover um PIR com foco em novos modais de produção energética;
- Proposição de mecanismos de atuação com foco em Desenvolvimento Sustentável no Espírito Santo;
- Apresentação das melhores práticas em PIR para serem aplicadas em âmbito estadual.

#### a) Tipo 1 – Energia Eólica

A coleta de dados relativas ao potencial eólico do Espírito Santo foi feita a partir das informações disponibilizados pela ASPE e pelo Atlas Eólico do estado (ASPE, 2010), o que evidenciou duas principais áreas de destaque para empreendimentos eólico-elétricos no estado, ambas situadas ao longo do litoral capixaba (nos litorais sul e centro-norte).

Conforme consta na Quadro 2, o litoral sul do estado apresenta as maiores variações das médias diurnas anuais: no início da manhã, as velocidades atingem um mínimo; com o nascer do sol, o aquecimento do continente acentua a influência das brisas marinhas, que atingem um máximo no período que se estende do meio da tarde ao início da noite; com o poente, o continente vai progressivamente esfriando, a atmosfera torna-se mais estável, e a intensidade das brisas marinhas diminui, até o raiar do novo dia, quando a dinâmica recomeça. No litoral norte do estado o regime é semelhante, mas a amplitude de velocidades é menor.

Além dessas áreas principais, há outras situadas, entretanto, em locais de terreno complexo, com dificuldade de acesso, onerando, conseqüentemente, o transporte e a montagem de turbinas, a interligação ao sistema elétrico e a subestações distantes. Em princípio, destinam-se a construções eólicas isoladas e de pequeno porte (até poucas dezenas de megawatts). A área montanhosa do município de Santa Teresa é um dos exemplos citados pela ASPE de local com algumas destas características.

Assim, o potencial de geração eólica do Espírito Santo é classificado como promissor (1,79 GW a 75 m de altura em locais cuja velocidade do vento seja igual ou superior a 6,5 m/s) e poderá ser aproveitado gradativamente, nos limites de inserção do sistema elétrico regional. O aproveitamento da energia dos ventos pode, de modo complementar, alavancar o crescimento econômico e a autossustentabilidade energética do estado, gerando energia e melhor qualidade de vida para milhares de pessoas.

Quadro 2 – Principais áreas com Potencial Eólico do Espírito Santo

ÁREA 1 - LITORAL DE LINHARES	ÁREA 2: LITORAL SUL - MUNICÍPIOS DE PRESIDENTE KENNEDY E MARATAÍZES
<p>Área pouco povoada no leste do município de Linhares, que possui várias características que a torna promissora para a instalação de empreendimentos eólicos.</p> <p>Extensa planície costeira, atravessada ao sul pelo Rio Doce, com baixa rugosidade do terreno e regimes de vento apresentando velocidades médias anuais em torno de 6,5 m/s (a 50 m de altura), nas melhores áreas. Área com vocação para grandes usinas eólicas (dezenas a centenas de megawatts). O principal centro de consumo próximo à região é o município de Linhares, com 163 mil habitantes.</p> <p>Ao sul desta área situam-se os distritos de Regência e o povoado de Povoação. É de se observar também que a faixa costeira de aproximadamente 2,5 km de largura e 30 km de comprimento ao sul do Rio Doce abriga uma área de proteção integral (Reserva Biológica de Comboios) e uma terra indígena (Terra Indígena de Comboios).</p>	<p>Área litorânea de baixa rugosidade com velocidades médias anuais em torno de 6,5 m/s (a 50 m de altura), nas melhores áreas. Apresenta vocação para usinas eólicas de dezenas até centenas de megawatts. Área com menores custos de interligação ao Sistema Elétrico. Como principais centros de consumo, destacam-se os municípios de Cachoeiro de Itapemirim (208 mil habitantes), Itapemirim (34 mil), Marataízes (37 mil) e Presidente Kennedy (11 mil).</p> <p>Nas proximidades do povoado de Marobá, ao redor da divisa entre os municípios de Presidente Kennedy e Marataízes, há áreas promissoras para aproveitamentos eólicos. O povoamento é relativamente pequeno, ocorrendo principalmente atividades agropecuárias. As velocidades médias anuais, na região da costa, são estimadas em torno de 7,0 m/s, a 75 m de altura.</p> <p>Nas proximidades da cidade de Marataízes o povoamento é maior que nas áreas mais ao sul do município; ainda assim, predominam práticas de agricultura e pecuária que mantêm a rugosidade do terreno baixa, possibilitando a coexistência com usinas eólicas.</p>

Fonte: Elaboração própria a partir de ASPE (2010).

Já em relação a tecnologias *offshore*, o potencial eólico sobre o mar ao longo do litoral do estado do Espírito Santo é bastante significativo (4,7 GW em locais com velocidades maiores que 7,0 m/s, a 75 m de altura), e poderá ser explorado para a construção de usinas eólicas no futuro.

Dentro dos países que se destacam no cenário mundial de energia eólica, vale destacar: China, Estados Unidos, Alemanha, Índia, Espanha, Canadá, França, Itália e Portugal. No âmbito estadual, existem alguns mecanismos de incentivo oferecidos, como o Regulamento do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (RICMS-ES), em que ficam isentas do imposto as operações com os seguintes equipamentos e componentes para o aproveitamento da eólica:

- Aerogeradores para conversão de energia dos ventos em energia mecânica, para fins de bombeamento de água e moagem de grãos;
- Aerogeradores de energia eólica.

Todavia, é importante lembrar que a energia eólica é possui, entre as diversas fontes de energia elétrica, um alto custo de investimento e produção, mesmo que atualmente estes custos estejam sendo reduzidos com o aumento de seu uso. Portanto, ações necessitam ser tomadas para viabilizar empreendimentos deste setor energético como, por exemplo: realizar estudos de mecanismos que permitam incentivar à produção de energia eólica no Espírito Santo; divulgar e expandir as tecnologias já existentes; criar novas formas de incentivo fiscal e de subsídio para investidores; e buscar experiências e estudos realizados por outros estados e países de referência.

#### b) Tipo 2 – Energia de Biomassa

A produção de bioenergia é um sistema complexo, caracterizado por uma dinâmica intersetorial, interdisciplinar e de localização específica. Mais comumente, ocorre em áreas rurais, onde os assentamentos espalhados e a abundância de recursos naturais fazem um contexto adequado para tais atividades. Ativos locais são, portanto, muito envolvidos neste processo, que também podem ser prejudicados pelas atividades de bioenergia, conforme será detalhado a seguir.

Vários estudos de campo fornecem evidências de como os processos de inovação regional e local têm promovido o desenvolvimento das cadeias de abastecimento de bioenergia sustentável. Suécia, Finlândia e Dinamarca fornecem alguns dos melhores exemplos práticos da teoria dos sistemas de inovação no desenvolvimento da bioenergia (BUEN, 2006; ERICSSON et al., 2004; MANGOYAMA; SMITH, 2011). Estes locais sugerem que os instrumentos políticos adaptados e iniciativas dos governos locais são um fator central para a inovação. Os instrumentos políticos devem ser adequados a diferentes necessidades territoriais e serem flexíveis o suficiente para serem adaptados ao longo do tempo, a fim de atender à evolução do mercado de energia e de áreas locais onde as atividades de bioenergia são realizadas. A inserção das atividades



de bioenergia no meio local e as iniciativas dos governos locais são suscetíveis de estabelecer sistemas de inovação no longo prazo.

Abaixo são apresentados e classificados os principais tipos de biomassa identificados com potencial de produção de energia no Espírito Santo (Tabela 9), segundo as informações colhidas na ASPE e o Atlas de Bioenergia do estado (ASPE, 2013b). Em seguida são relacionadas, para cada um destes, as principais vantagens da produção no estado e as respectivas regiões potenciais (que incluem locais que já se destacam e locais com capacidades ainda inexploradas).

Tabela 9 – Principais tipos de Biomassa para produção de Energia no Espírito Santo

Posição por capacidade	Tipo de Biomassa	Descrição
1º	Efluentes animais	Biogás de estrume (dejetos, urina e cama) de bovinos, equinos, asininos, muares, suínos, caprinos, ovinos e aves
2º	Silvicultura	Resíduo de madeira em tora, lenha e carvão
3º	Resíduos Sólidos Urbanos	Biogás de resíduos sólidos
4º	Lavoura temporária	Resíduos de milho, bagaço de cana-de-açúcar
5º	Lavoura permanente	Resíduos de cacau, café e coco
6º	Efluentes Domésticos/ Comerciais	Biogás de efluentes líquidos domésticos e de comerciais

Fonte: entrevista com a ASPE.

O município capixaba que se mostrou com maior potencial energético de bioenergia é Linhares, sendo as regiões norte, nordeste e centro sul do estado com os potenciais mais proeminentes, onde se destaca “a biomassa proveniente da casca de cacau, do milho, do coco e do café, além de resíduos de madeira em tora, lenha, carvão, bagaço de cana-de-açúcar, efluentes animais, domésticos e comerciais” (ASPE, 2013b).

A primeira vantagem, já evidente com o uso da biomassa, é a possibilidade de gerar o biogás, através da decomposição da matéria orgânica (resíduos orgânicos) por bactérias. Este processo possui a vantagem de reduzir a emissão de gases do efeito estufa, além de favorecer o Desenvolvimento Sustentável como fonte renovável de energia e produzir o biofertilizante, que é um excelente adubo orgânico.

Todavia, para colocar em prática o seu uso correto, propõe-se que é necessária uma pesquisa prévia para analisar se é viável investir em tecnologias e procedimentos relacionados ao biogás, o que poderia ser feito analisando a projetos pilotos capazes de atuar sobre dejetos animais, além de resíduos provenientes da agricultura e de estações de tratamento de esgoto e resíduos sólidos urbanos.

### **I. Efluentes líquidos dos animais**

Apesar de esta ser a opção de energia por biomassa com maior disponibilidade no Espírito Santo, deve-se levar em conta que, ao medir a capacidade energética deste tipo de biomassa, os valores são baseados em uma estimativa que contempla grande parte dos animais que são criados soltos no pasto e não há como realizar a coleta de toda esta biomassa.

Somente os bovinos são responsáveis por cerca de 278 MW (ASPE, 2013b). Já para suínos, o sistema de biodigestores é o mais utilizado pelos produtores de maior capacidade (que representam cerca de 60% da produção), que se utilizam basicamente dos estrumes, como cama, fezes e urina. Estes animais possuem como característica o elevado índice de dejetos produzidos, o que se torna uma vantagem para a geração de biogás. Com isso, o gás gerado já passou a ser destinado à queima, o que promove a geração de energia térmica e elétrica. Já o líquido gerado nos biodigestores é destinado para a irrigação. Isto mostra o quão importante este tipo de energia pode ser para garantia do Desenvolvimento Sustentável, uma vez que é possível dar destinação a todos os tipos de efluentes gerados.

Os municípios com maior concentração de produção de suínos são, nesta ordem: Venda Nova do Imigrante, Cachoeiro de Itapemirim, Viana e Castelo. Se destacam ainda Vargem Alta e Conceição do Castelo (ASPE, 2013b). Nos demais municípios, os números chegam a menos de 5%. Já com relação as aves, as localidades que se destacam na produção do frango de corte são Domingos Martins, Marechal Floriano, Linhares e Venda Nova do Imigrante.

Segundo a Associação dos Avicultores e de Suinocultores do Espírito Santo (ASPE, 2013b), o estado possui três produtores de suínos cadastrados que fazem

uso de biogás para produzir energia ou estão finalizando as adequações para das início ao processo. Conforme já destacado, a energia produzida poderá ser utilizada para abastecer o próprio local, permitindo inclusive promover ganhos caso haja eletricidade extra para ser levada à rede de distribuição, opção esta que deverá seguir os trâmites legais especificados pela Aneel.

No que diz respeito à pesca no Espírito Santo, cuja produção estimada é de 21 mil toneladas/ano, existe a possibilidade utilização dos restos gerados pela sua evisceração (retirada das vísceras do pescado), que é considerado um material agressivo para o meio ambiente, mas que pode servir de matéria prima para produção de energia através da biomassa. Neste quesito, são locais com alto potencial para obtenção do pescado: Vila Velha, Vitória, Serra, Aracruz, Conceição da Barra, Guarapari, Anchieta e Marataízes (ASPE, 2013b).

## **II. Silvicultura**

Para este tipo de biomassa, que possui um potencial aproximado de 91MW de energia, se destaca no Espírito Santo a região nordeste, principalmente nos municípios de Aracruz, Linhares, São Mateus até a divisa com a Bahia. Nestes locais, são utilizados os resíduos provenientes da madeira, cuja biomassa é considerada uma importante fonte de energia.

De acordo com dados do INCAPER (ASPE, 2013b), “25% do PIB do agronegócio estadual corresponde exatamente às atividades ligadas à silvicultura, gerando cerca de 80 mil empregos diretos e indiretos”. Além disso, segundo os produtores, somente metade do resíduo da madeira é capaz de ser utilizado para produção de energia.

Por fim, vale destacar que, por ser uma atividade já bastante difundida no estado, seu uso está sendo apenas destacado nesta pesquisa, visto que é uma das poucas que se encontra mais desenvolvida no quesito produção de biomassa.

## **III. Os resíduos sólidos urbanos**

No Espírito Santo, gera-se aproximadamente 20 MW de metano, cujas fontes são os materiais em decomposição e o chorume, ambos resultantes das atividades da população (ASPE, 2013b). Como a produção de lixo se dá diretamente com a concentração da população em um dado território, as regiões metropolitanas e os

grandes centros das principais cidades se destacam com este potencial, vale listar (seguindo a ordem de quantidade de habitantes): Grande Vitória, Cachoeiro de Itapemirim, Linhares, São Mateus, Colatina e Guarapari (todos acima de 100mil habitantes).

Uma proposta já em implantação que ganha destaque e que tem como objetivo dar a destinação correta a 100% do lixo gerado e eliminar todos os lixões que o estado possui, é o Projeto “Espírito Santo sem Lixão”. Este projeto tem como objetivo incentivar que o estado realize a correta destinação para aterros sanitários de todo o resíduo produzido. Para das inicio as atividades, o Governo do Estado priorizou três localidades, por uma questão de viabilidade, que possuem maior produção destes resíduos: região norte, com 15 municípios; região doce este, com 16 municípios, e região sul serrana, com 28 municípios (SEDURB, 2016).

Propõe-se ainda aqui uma atuação junto a esses aterros fazendo a coleta do gás ali gerado, para que seja utilizado na produção de energia. Isto permitirá uma maior proteção contra a poluição gerada, tanto do solo quanto dos recursos hídricos, para garantir que um projeto deste porte não se limite apenas em definir um local final, mas sim gere benefícios com a produção energética. Além disso, é importante que estes aterros sejam planejados com uma infraestrutura de qualidade, pois só assim é possível evitar danos ambientais, o que traria um retorno muito maior do que o investimento empreendido.

#### **IV. A lavoura temporária**

As lavouras temporárias podem ser definidas como tipos de culturas de curta ou média duração (normalmente menos de um ano), nas quais é necessário realizar um novo plantio para após este período para que a colheita seja feita novamente (IBGE, 2015).

Dentre estas, o milho aparece como uma opção de lavoura temporária, com resíduos que possuem um potencial calculado em cerca de 1,35 MW (ASPE, 2013b). Pode ser utilizada a biomassa proveniente tanto de seu sabugo quanto da palha, sendo que o milho possui ainda uma parte seca, quando está maduro, que pode também ser disponibilizada como fertilizante das plantações. Como possui

esse viés de uso como fertilizante, seu potencial energético acaba sendo pouco explorado por falta de investimento.

Como outras opções de exploração dos resíduos gerados na lavoura temporária, os gerentes de energia da ASPE destacaram ainda os resíduos da cana-de-açúcar, com estimativa de potencial total de 22 MW, que já foi identificada sua utilização no estado para geração de energia, mas que, todavia, existe também a oportunidade de uso do bagaço para produzir em pellets<sup>4</sup> e briquetes<sup>5</sup>, que pode ser aplicado tanto para uso em usinas quanto como combustível para termelétricas.

## **V. Lavoura permanente**

No que diz respeito às lavouras permanentes, estas culturas se caracterizam por ser de longa duração (produzem por vários anos sem interrupção), não necessitando, portanto, que um novo plantio ocorra após a colheita. Tais lavouras possuem uma capacidade estimada de 13 MW (ASPE, 2013b), sendo que a casca do grão do café é responsável por 8 MW deste valor, e o restante dividido em casca do coco (4,4 W) e casca de cacau (0,6 W).

Outro importante produto com potencial energético é a casca do cacau (561 KW), sendo Linhares a principal cidade do estado para este fim. Há ainda o uso da palha do café, que possui aplicações como adubo nas lavouras cafeeiras e como energético em secadores de café, fornos e fogões (ASPE, 2013b), e que também há possibilidade de utilização para produção de pellets e briquetes, o que também é válido para o coco, devido a sua casca. Este último em específico é coletado principalmente nas cidades do litoral e também nos comércios de água de coco.

## **VI. Os efluentes líquidos domésticos e comerciais**

Segundo as informações fornecidas pela ASPE, tomando como base uma projeção de aproveitamento de três quintos de todo o efluente líquido gerado tanto em atividades domésticas quanto comerciais, seria possível obter

---

4 Os pellets são um tipo de lenha geralmente produzidos a partir de serragem ou serradura de madeira refinada e seca que depois é comprimida (SILVEIRA; LOPES, 2011).

5 O briquete é um subproduto da madeira obtido através da secagem e compactação mecânica da serragem ou pó dos mais diversos tipos de resíduos madeireiros, sem receber nenhum tipo de aglutinante ou componente químico em seu processo de fabricação, resultando em blocos cilíndricos ou poligonais de biomassa compactada (SILVEIRA; LOPES, 2011).

aproximadamente 19 MW de energia, sendo que este valor poderá ser ainda maior caso ocorra o esgotamento sanitário seja universalizado, que é uma promessa do governo do estado.

Para alcançar esta meta, é necessário que as Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) sejam mais bem ajustadas para promover um investimento operacional menor e eficiente, que permita ainda a produção de biogás na própria ETE (ASPE, 2013b). Conforme já comentado nos tópicos anteriores, este uso do biogás pode ter diversas finalidades, desde a geração de eletricidade para atender a própria ETE ou ainda a transferência para o sistema universal da rede elétrica, até a destinação para higienização do lodo e redução da umidade local.

Para isso, a CESAN, que atua em 52 dos 78 municípios do estado utilizando um sistema anaeróbio de tratamento (UASB e lagoa anaeróbia), deve ajustar seus métodos para esta nova realidade. Com este foco, a CESAN já realiza, juntamente com a ASPE, estudos para primeiramente analisar o biogás produzido em suas atividades de tratamento, visto que é necessário estudar fatores como quantidade e qualidade do gás gerado, o que varia de acordo com diferentes tipos de variáveis. Um exemplo destes estudos é a atuação na cidade de Castelo, onde há o controle do biogás gerado para buscar uma destinação de seu uso na ETE.

Ainda segundo informou a ASPE, a utilização do lodo de esgoto na agricultura é uma opção que vem ganhando destaque, por poder ser utilizada na fertilização do solo devido à grande quantidade de nutrientes que possui. Esta ação ganha ainda mais destaque a partir do momento que a quantidade de fertilizantes químicos existentes é limitada, além de representarem um custo relativamente alto e que muitas vezes estão fora dos padrões exigidos para produção orgânica de alimentos.

A matéria orgânica do lodo de esgoto possui grande potencial para uso diversificado na agricultura, o que pode servir como um método para promoção da saúde humana e de diminuição de consequências para a natureza (ASPE, 2013b). Todavia, este não é um procedimento simples e são necessárias análises para que a segurança das plantações seja garantida e, conseqüentemente, que os alimentos gerados sejam próprios para consumo como, por exemplo, o uso de lodo de esgoto em plantações de café, de frutas e também na silvicultura.

Para esta finalidade, foi lançado um manual que dispõe sobre o uso do lodo de esgoto para aplicação na agricultura, em que o INCAPER e a CESAN buscam solucionar uma problemática capixaba relacionada a pouca oferta de materiais orgânicos destinados às plantações, além de permitir uma melhora na gestão dos resíduos sólidos advindos de efluentes domiciliares. Com isso, como propostas finais de atuação deste tipo de efluente, é necessário realizar o aproveitamento do lodo e do biogás gerados, para que sirvam de fontes de energias alternativas geradas com base nestes recursos que são pouco aproveitados.

## VII. Outras fontes de energia por biomassa

Como visto nos itens acima, o uso da biomassa como fonte de energia merece destaque e deve ganhar ainda mais espaço no estado, devido aos potenciais locais que foram destacados e o seu retorno tanto em nível de Desenvolvimento Sustentável quanto a nível econômico. Enfatizando ainda mais este retorno, apresentam-se, no Quadro 3, outras opções de uso de biomassa no estado, com diferentes tipos de culturas e produtos gerados.

Quadro 3 - Outras fontes de energia por biomassa

Tipo de cultura	Descrição
<b>Algas</b>	Oferecem um potencial considerável, em especial, para produção de biodiesel, pois têm a habilidade de dobrar sua biomassa em múltiplas ocasiões diárias e gerar no mínimo quinze vezes mais óleo do que outras culturas (ANTUNES; SILVA, 2010). O Espírito Santo possui grande potencial para seu cultivo, por ter um vasto litoral e uma extensa região do seu oceano com baixa profundidade, além de receber excelente insolação atmosférica. Para tanto, se faz necessário incentivar os empreendedores em cultivo de algas para fins energéticos a instalem seus laboratórios para pesquisa, suas plantas de cultivos de algas e suas usinas de produção de biodiesel no estado.
<b>Girassol</b>	Tem boa adaptabilidade às condições climáticas do estado do Espírito Santo, sendo o excesso de umidade limitante à sua produção. A cultura do girassol tem boa resistência à seca e ao frio, podendo ser usada em rotação cultural com a cana-de-açúcar, por ocasião da renovação das lavouras. O rendimento de grãos na lavoura de girassol pode atingir e ultrapassar 2.500 kg/ha, com a tecnologia nacional atualmente disponível. Há registro de rendimentos superiores a 3.200 kg/ha em áreas experimentais do INCAPER, na Fazenda Experimental de Viana/ES. Estes trabalhos de pesquisas realizados pelo Incaper com a cultura do girassol mostraram que, em relação ao regime pluviométrico, a cultura do girassol plantada de setembro até novembro não apresentará deficiência hídrica no plantio, na maioria dos municípios do estado, mostrando-se assim como mais uma opção com potencial de exploração.

(Continua)

(Continuação)

Tipo de cultura	Descrição
<b>Pinhão Manso</b>	É uma alternativa de diversificação para o pequeno e médio produtor rural, que pode utilizar área de suas propriedades que não necessitam de irrigação na implantação dessa cultura, além de ser perene, podendo ser utilizada na conservação do solo. Possui grande potencial para a produção de biocombustível em função da alta concentração de óleo na semente e por suas características físico-químicas. A região noroeste do estado reúne as condições climáticas mais adequadas e apresenta grandes áreas de pastagem degradadas e/ou abandonadas, apresentando déficit hídrico com aptidão exclusiva para culturas florestais sem irrigação, o que dá à cultura do pinhão manso boas condições para seu desenvolvimento. O aumento progressivo da área plantada poderia viabilizar a instalação de uma usina extratora de óleo, gerando mais emprego e renda na região. A médio prazo, o biodiesel poderia tornar-se importante fonte de divisas para o estado, somando-se ao álcool como fonte de energia renovável que o Espírito Santo poderá oferecer ao Brasil e à comunidade mundial.
<b>Mamona</b>	Foi escolhida como uma das oleaginosas fornecedoras de matéria-prima para a fabricação de biodiesel no Brasil, isto porque é a única oleaginosa bem adaptada e para a qual se dispunha de tecnologia para cultivo na região semiárida, possibilitando a inclusão social de milhares de pequenos produtores que estavam sem opções agrícolas rentáveis. Embora esse aspecto social tenha proporcionado a escolha da mamona, essa cultura também pode ser plantada em várias regiões do país, do sul até o norte, desde que se obedecem as suas exigências climáticas e manejo adequado. Considerando as condições hídricas, de temperatura e de relevo, o Espírito Santo tem condições ambientais de cultivo da mamoneira, desde que seja preconizado o ambiente de cultivo em relação à necessidade da cultura. Pode-se pensar em empreendimentos de produção da mamona sendo implantados ao longo do tempo em várias regiões do estado, como uma excelente alternativa de renda local e de avanço energético no que concerne ao biodiesel. Como dica de modelo de referência para a produção de mamona é o estado do Piauí, onde todo o seu cultivo é integrado.
<b>Cana-de-açúcar</b>	A cana-de-açúcar no estado, em 2010, ofertou 2,5 MW de energia elétrica com seu bagaço, de um total estimado em 22,6 MW. Esse potencial energético pode ser ampliado, seja pelo bagaço, seja pela produção de álcool. Para isso é preciso fazer a conversão das rotas para açúcar e aguardente em rota de álcool de modo equilibrado. Essa intercalação entre açúcar/aguardente e álcool para melhor rendimento econômico da matéria-prima cana precisa estar sempre em sintonia com as designações do mercado onde ambos se inserem, garantindo, assim, a máxima disponibilização do bioenergético álcool, anidro ou hidratado. Assim, será possível alcançar um equilíbrio mais estável na oferta do combustível, uma vez que foi trasladado, mesmo que parcialmente, do combustível fóssil para o renovável bioálcool.
<b>Turfa</b>	Na região sudeste brasileira, a maior reserva inferida situa-se no Espírito Santo, da ordem de 360 milhões de m <sup>3</sup> de turfa, no trecho do Baixo Rio Doce e vales adjacentes aos Rios Itabapoana e Preto. A avaliação dessa situação é relevante, de acordo com as demandas do estado, para desenvolver os métodos mais adequados para extração e uso da turfa, causando o menor impacto socioambiental possível. Sua utilização faz parte da composição para uma busca sustentável em geração de energia no estado, diversificando a matriz energética local.

Fonte: Elaboração própria a partir de ASPE (2013b).



### c) Tipo 3 – Energia Solar

Conforme já evidenciado na etapa de levantamento de Causas, diversos são os desafios para energias renováveis no Brasil e, conseqüentemente, no Espírito Santo, tendo a energia solar algumas especificidades que vale a pena destacar, como a falta de financiamento com juros baixos, que é um dos principais gargalos, juntamente com a falta mão-de-obra qualificada para realizar as instalações dos sistemas de energia solar.

Se esta cultura for modificada, diversas seriam as vantagens que este tipo de energia poderia nos proporcionar ao se instalar estruturas em residências, como a manutenção mínima necessária para usufruir da energia, além do baixo custo considerando a vida útil de um sistema fotovoltaico. Além de ser de fácil instalação, essas estruturas podem ser usadas em áreas remotas onde não existe energia, o que aumentaria o acesso em regiões mais carentes. No que diz respeito à geração em usinas, uma usina solar de 100MWp gera, por exemplo, energia para 20.000 casas e evita a emissão de 175.000 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano (ASPE, 2013c).

De acordo com as informações colhidas na ASPE e as análises feitas no Espírito Santo, os maiores valores de radiação solar anual são esperados na região sul e na faixa litorânea capixaba, com pico na primavera, se tornando assim regiões potenciais para investimento. Todavia, os menores valores devem ser encontrados em praticamente toda a zona central e central-norte do Espírito Santo no período do outono, indicando áreas com menos possibilidade de retorno em produção de energia.

Além disso, ficou evidenciado que o estado apresenta pouca variação no nível de radiação em seu território, sendo esta variação bem menor do que os valores que são encontrados no país como um todo. Esta é uma informação de grande relevância para garantir níveis constantes de oferta de energia durante todo o ano, evitando assim grandes oscilações. Tais resultados indicam que o potencial solar no estado tanto para utilização em aquecimentos (como de ambientes ou de água), quanto para geração de energia elétrica, pode ser mais bem aproveitado.

A ANEEL possui uma Resolução Normativa (nº 482) que permite a instalação de um gerador solar fotovoltaico integrado à rede em residências, comércios, indústrias e no meio rural. Tal Resolução apresenta meios de compensação e simplificação do processo para se tornar gerador, o que passa a ser uma ótima chance para produção de energia elétrica até 1MW.

No estado, esta Resolução se torna uma oportunidade que é pouco explorada por ainda não ser muito difundida, carecendo de maior divulgação para ser mais bem entendida e utilizada pela população. Além desta questão de informação, outro problema é a falta de incentivo, notada principalmente pela não adesão ao convênio do Confaz. Uma possibilidade é a geração isolada (ou seja, em locais sem interligação à rede), como em residências, na agricultura, na iluminação pública e em outros sistemas.

No âmbito estadual, existem alguns mecanismos de incentivo oferecidos, como o Regulamento do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (RICMS-ES), em que ficam isentas do imposto as operações com os seguintes produtos:

- Bombas para líquidos, para uso em sistema de energia solar fotovoltaico em corrente contínua, com potência não superior a 2 HP;
- Aquecedores solares de água;
- Geradores fotovoltaicos;
- Células solares não montadas;
- Células solares em módulos ou painéis.

Apesar destes mecanismos de incentivo que foram destacados, uma das principais reclamações de profissionais deste segmento diz respeito a tributação. Foi constatada a necessidade de discutir medidas de alívio à carga tributária no preço de equipamentos para geração fotovoltaica e serviços, para assim impulsionar a produção energética em maior escala.

Outra ação importante está relacionada com a carência de mão-de-obra especializada em aproveitamento solar. Segundo relataram os especialistas consultados, se faz necessário maior incentivo na capacitação de profissionais para projetar, instalar e dar manutenção nestes sistemas.

Também ficou evidenciada a necessidade de propor ações com foco na identificação de localidades no estado que sejam apropriadas para uma geração eólica/solar híbrida, já que existem inúmeros casos de sucesso no país e no mundo de locais que apresentam vocação para ambas as fontes. Este uso em conjunto, além de potencializar a produção, reduz custos se comparado com a instalação de dois empreendimentos isolados sem integração.

Com o crescimento que a energia solar vem vivenciando, é cada vez mais necessária a criação de um planejamento energético a nível estadual e nacional que seja fundamentado no aproveitamento deste tipo de recurso, com um envolvimento em conjunto do setor público, privado e entidades de classe. Em diversas nações, a energia solar fotovoltaica se tornou uma realidade e seu desenvolvimento vem ocorrendo por meio de diversos incentivos e os custos associados têm apresentado decréscimos significativos. Dentre estas nações, vale destacar: Alemanha, Itália, Espanha, Japão, China, França e Estados Unidos.

Para tornar isto possível no estado, é importante a criação de um programa de incentivo à energia solar. Para isso, deve-se promover estudos que definam os bairros a serem priorizados e avaliem a capacidade geradora de energia solar ou, mais especificamente, identifiquem as tecnologias que são possíveis para produzir energia fotovoltaica em cada uma destas regiões.

Outra atividade importante a ser feita é incentivar a utilização de placas de captação de energia do sol com o objetivo de aquecer a água nos domicílios, reduzindo assim custos de energia elétrica e, principalmente, promovendo um estímulo para que a eficiência energética se torne um hábito em nosso estado, não só em residências, mas também no comércio e na indústria.

Criado pelo Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina (IDEAL) há também o chamado Fundo Solar (2012), cujo objetivo é que consumidores residenciais e empresários possam obter apoio financeiro para instalar um microgerador fotovoltaico com uma potência de até 5 kW, desde que o mesmo esteja conectado à rede, integrado a uma edificação e participe do sistema de compensação de energia.

#### d) Tipo 4 – Gás Natural

Conforme já foi observado e destacado, o Espírito Santo é um dos maiores produtores de gás natural do Brasil, o que é uma excelente vantagem para incentivar a instalação de termelétricas a gás e uma oportunidade que pode contribuir para diminuir a importação de energia elétrica, diminuir perdas na rede e postergar investimentos em infraestrutura (que se resume a redes de gasodutos e linhas de transmissão).

O estado tem como vantagens regiões com grande proximidade entre os pontos de acesso a gasodutos ao longo do litoral e as linhas de transmissão de energia elétrica, critérios de grande relevância para empreendimentos de geração de energia (termelétricas a GN).

Além disso, outra possibilidade seria buscar maneiras de incentivar também a utilização de GN em automóveis, ideia que já vem ganhando muitos adeptos tanto a nível nacional quanto estadual, nos locais onde a rede já distribui o gás. Para a expansão do mercado de gás natural no estado é fundamental a adoção de medidas que promovam a democratização do acesso. O potencial de crescimento está justamente em cidades que não possuem postos de abastecimento com este tipo de combustível. Isto promove a diminuição dos níveis de emissão de gases maliciosos e permite aumentar a variedade de combustíveis com um produto de custo reduzido frente aos seus concorrentes.

Também é importante que a legislação estadual de gás natural incentive o seu uso para promover avanços tecnológicos, definindo ações regulatórias atualizadas com a necessidade constatada. Um dos principais problemas ligados ao gás natural é a sua logística, ou seja, o transporte e a distribuição, que envolve altos montantes.

Uma das funções da ASPE é justamente atuar neste segmento capacitando trabalhadores para possam construir os locais com a infraestrutura ideal para uso de gás natural, além de promover a inovação e por meio do conhecimento científico.

Por fim, detectou-se que é necessária a utilização de normas de auditoria para regulamentar a distribuição do GN, para que a análise dos dados e informações

seja feita de forma independente, o que melhoraria tanto a segurança do processo quanto a confiabilidade das informações utilizadas para revisar tarifas, uma vez que é a partir destes procedimentos que são realizados os cálculos para determinar os valores a serem pagos pelo serviço pelos comerciantes e, conseqüentemente, pela população.

e) Tipo 5 – Outras opções de energias e ações

Além das possibilidades de atuação descritas para os tipos de energia identificados, também existem outras medidas que, de maneira geral, podem ser tomadas neste sentido. Uma delas está relacionada às usinas hidrelétricas, pois em vez de investir em reservatórios de proporção muito elevada, o estado pode analisar a potencialidade de atuar com micro e mini usinas hidrelétricas, isto para evitar o comprometimento da capacidade hidrelétrica capixaba em grandes reservatórios.

Quanto à eficiência em energia, é importante subsidiar os programas já existentes e promover a concepção de outros que também visem à educação da população, para que a utilização de energia seja feita de forma sustentável e permita a criação de políticas de eficiência energética no estado, o que irá direcionar as práticas tanto de organizações privadas quanto de públicas.

Uma das maneiras de tornar isto viável é investir em treinamentos de gestores e outros tomadores de decisão, além de criar e padronizar a coleta de indicadores confiáveis, bem como normativas e outros mecanismos que estimulem estas ações.

Já quanto a promoção de incentivos fiscais a nível estadual, este também é um ponto a se destacar como necessário, onde ocorram análises de opções de financiamento e de ferramentas creditícias que possam servir de suporte ao uso de energia renovável e ao alcance da eficiência energética, para que estes instrumentos possam ser capazes de incentivar novos projetos neste segmento energético.

O estímulo aos consumidores também deve existir através de ações que incentivem o aumento da demanda por energias renováveis, seja no setor

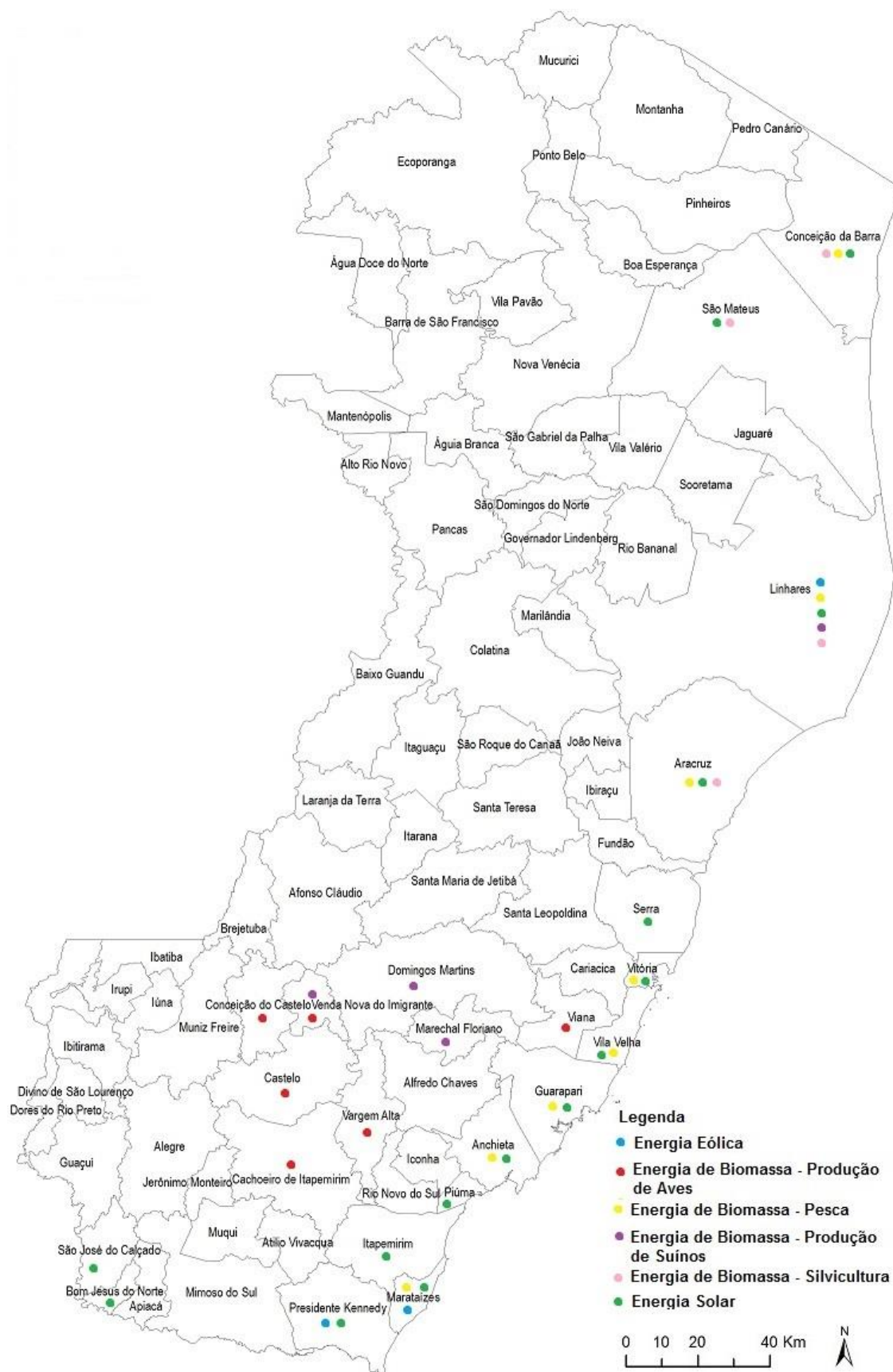
industrial, durante suas atividades de produção, ou mesmo no uso em residências ou em organizações públicas.

Atualmente o estado, por meio da ASPE, elabora apenas alguns tipos de relatórios e balanços energéticos. Propõe-se agora a implementação de um Planejamento Energético a nível estadual, que permita análises de oferta e demanda energética e que contribua para uma integração com fontes renováveis, com a captação de expectativas de diferentes atores da sociedade e partes interessadas, monitorando informações e controlando indicadores.

Na Figura 11, mostra-se o Mapa da Integração Energética do Espírito Santo, evidenciando os municípios que se destacam em cada um dos tipos de energia que foram analisados no estado, para permitir que tomadores de decisão tenham uma visão ampla do cenário capixaba e saibam quais regiões possuem potencial em determinado segmento. A implantação de mecanismos de disseminação no uso e produção de tecnologias renováveis para conversão de biomassa, luz solar ou aproveitamento dos ventos no planejamento de médio e longo prazos passa a ser um passo importante para a transformação da realidade do estado.

Vale destacar que o mapa foi construído com base nos maiores índices, o que não limita a atuação em outros municípios que também se destacam de forma menos evidente e que também foram citados ao longo desta pesquisa em seus respectivos tópicos.

Figura 11 – Mapa da Integração Energética do Espírito Santo



Fonte: elaboração própria.

### 8.3 MELHORES PRÁTICAS EM PIR IDENTIFICADAS PARA APLICAÇÃO NO ESTADO

A seguir são apresentadas propostas de ações identificadas como melhores práticas para promover um Planejamento Integrado de Recursos Energéticos, que envolva todas as partes interessadas e descreva primeiramente quais papéis os agentes políticos poderiam desempenhar e quais os instrumentos que seriam necessários para realizar essas tarefas. Tais práticas são baseadas nas políticas propostas pela Agência Internacional de Energia (2015), que é composta por 29 nações das quais o Brasil não faz parte.

De acordo com o Plano ES 2030, a estratégia para recuperar o atraso frente aos países desenvolvidos e atender a objetivos importantes para a área energética pode ser fundamentada em três linhas distintas, pensadas em três momentos cronológicos, respectivamente, hoje (2013 – ano do Plano de Desenvolvimento – Espírito Santo 2030), 2020 e 2030: (1) processo de *catching-up* para reduzir o *gap* tecnológico com projetos experimentais utilizando-se de tecnologias difundidas no mercado nacional e internacional; (2) disseminação tecnológica no mercado e instrumentalização institucional (políticas de incentivo, marcos regulatórios, mão de obra capacitada, comércio e serviços especializados); e (3) P&D&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação) em novas fontes energéticas na fronteira do conhecimento, incentivando pesquisas avançadas em centros de excelência e cooperação internacional (GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO, 2013).

Todavia, a análise SWOT realizada com foco nas políticas energéticas e climáticas mostrou que há ainda uma falta de coerência entre as estratégias federais e estaduais. Isto porque não ficou claro que existe uma estratégia energética nacional coordenada, o que leva a uma falta de coerência global. Em particular, não existe uma estratégia de longo prazo para a gestão sustentável dos recursos. Em vez disso, as principais variáveis de decisão são preços de mercado e a disponibilidade (produção), uma vez que a exploração dos recursos é realizada principalmente por empresas privadas. Os estados, portanto, têm pouco controle sobre a exploração de recursos além da imposição de impostos e *royalties*.

Sendo assim, propõe-se aqui que duas estratégias poderiam ser implementadas



para melhorar a coerência global das políticas energéticas. A primeira é criar incentivos para que as empresas de energia passem a colaborar com os agentes públicos. Essa colaboração também beneficiaria outros aspectos como a segurança energética e inovação. O reforço da cooperação público-privada é viável desde que ocorra a nível nacional e que os diversos atores privados cooperem com os agentes públicos, e vice-versa.

A segunda estratégia é uma combinação de instrumentos políticos para facilitar a colaboração entre os governos federal e estadual. Programas que combinam vários instrumentos políticos costumam gerar resultados satisfatórios, pois desenvolvem estratégias de colaboração levando a abordagens políticas unificadas. Estas ideias podem ser melhores compreendidas nos subtópicos seguintes, em que são descritos todos estes atores e os respectivos instrumentos necessários.

### **8.3.1 Agentes políticos e os seus papéis**

#### **a) O Governo**

Em relação à formulação de políticas governamentais, é importante destacar que um Planejamento Integrado de Recursos estadual eficaz requer primeiramente um compromisso de mais alto nível, de preferência do governo. A existência de barreiras de mercado fornece ampla justificativa para a intervenção governamental nos mercados de serviços de energia.

Além disso, as sociedades tornaram-se cada vez mais conscientes dos impactos negativos da produção de energia na saúde e no meio ambiente, de modo que os governos têm de intervir para evitar a ocorrência de mercados não regulamentados. Portanto, mesmo que o governo não seja mais tão ativo em um setor de energia reformado, ele deve continuar a usar a sua autoridade para estabelecer políticas coerentes. Os governos teriam de formular algumas diretrizes para o planejamento de recursos.

Já no que diz respeito às legislações e normativas, tem sido argumentado que deveria haver condições - tais como a obrigação de fornecer serviços de energia econômicos, suficientes e ambientalmente corretos - para que processos de planejamento como o PIR tenham seu lugar. Portanto, se o governo definiu que

irá exercer um controle mais rigoroso para traduzir as políticas em ações práticas, seria necessária uma legislação adequada para tornar isto viável.

b) As Agências Reguladoras (Autoridade Pública Independente)

Com as novas políticas de energia existentes nos países que se destacam na produção integrada de energia, passou a existir uma nova autoridade para o setor energético sob a forma de uma comissão reguladora que é supostamente independente do governo e acessível ao público. Essa autoridade deve ser responsável pela estrutura de planejamento, para impor a necessidade de serviços de energia de menor custo, para monitorar a implementação e renovação de planos, para facilitar a acumulação de dados e para servir como uma conduta aceitável para a comunicação oportuna entre as partes interessadas.

Como proposta, a autoridade reguladora independente poderia passar a assumir a responsabilidade de providenciar:

- Uma avaliação integrada da procura e da oferta e a indicação de opções de menor custo;
- Projetar demanda e identificar as ações apropriadas necessárias para atender essa demanda).

Também deve ser realizado um acompanhamento e uma avaliação periódica dos planos de PIR para garantir que as mudanças imprevistas são adequadamente analisadas e incorporadas. Da mesma forma, o acompanhamento da execução também é essencial para garantir que os aumentos na demanda de eletricidade, seja devido à atividade econômica ou às necessidades da população, são compensados por aumentos de abastecimento programados.

Os reguladores devem ainda verificar compromissos assumidos de prestação do serviço (incluindo os níveis de serviço de energia e confiabilidade), e realizar uma avaliação periódica das tarifas. Serviços devem ser fornecidos com os incentivos e a autonomia necessária para que se possa escolher entre as diferentes formas de atingir metas de desempenho desejáveis, mas também devem ser responsabilizados através de revisões regulatórias apropriadas.

Deve ainda existir um repositório de dados confiável, onde as agências reguladoras devem atuar como local de informações a partir de geradores de

eletricidade (fornecedores) e distribuidores (prestadores de serviços) para que uma base de dados adequada para efeitos de análise estejam disponíveis e o mais importante, disponíveis de forma imparcial.

#### c) As Organizações de Pesquisa

Pesquisas e organizações acadêmicas devem estar envolvidas neste segmento energético, quer diretamente pelas suas competências técnicas ou indiretamente com treinamento em métodos de planejamento. O PIR precisa ser realizado por aqueles que são capazes de realizar análises técnicas e econômicas confiáveis e esse pessoal qualificado pode não estar disponível nos serviços públicos existentes ou nos departamentos de energia.

Estas competências e a formação adequada poderiam ser provenientes de instituições acadêmicas e de pesquisa. A alternativa de Consultorias também pode ser considerada, todavia possui a desvantagem de onerar mais o serviço num curto prazo e não garantir que o conhecimento seja propriedade da organização, ficando para ela apenas os resultados do planejamento.

#### d) As Prestadoras de Serviços de Energia Elétrica

Para promover um envolvimento de companhias de eletricidade e empresas de serviços na realização do PIR, é necessário um forte compromisso por parte da alta administração e também a capacidade de conceber e implementar programas eficazes e adquirir recursos.

Mesmo que o regulador independente construa os planos indicativos de energia para o país ou para o estado, os serviços públicos de distribuição de energia elétrica e as empresas de serviços de energia elétrica devem ser envolvidos na implementação de planos locais.

A participação de fornecedores de eletricidade nesses programas pode também reduzir os custos do serviço, por exemplo, incluindo cobranças para tratamento de danos ambientais nas tarifas dos usuários finais relacionados àquele dano (o chamado princípio do Poluidor - Pagador). A participação destes fornecedores possibilitaria tanto a cobrança e controle, quanto a disseminação de informação para evitar que o problema se repetisse.

#### e) Envolvimento de Outras Partes Interessadas

Um Planejamento realizado localmente também seria beneficiado com o envolvimento de outras partes interessadas, tais como grupos de consumidores e organizações não governamentais (ONG). Por exemplo, em localidades rurais o conhecimento específico das ONGs que ali atuam permitiria garantir que as necessidades e prioridades das populações rurais seriam consideradas.

#### f) Uniformização das Informações

Os países têm diferentes secretarias e ministérios de energia, mineração, petróleo, fontes de energia não convencionais, e assim por diante. Eles também possuem programas específicos para a conservação de energia e proteção ambiental. Se estas entidades integrarem os seus planos de energia, em vez de fazer projeções de forma independente, seria mais rentável e os gargalos prováveis seriam evitados.

A Agência Internacional de Energia, na sua avaliação do setor de energia recomenda a integração da responsabilidade política em um único ministério de energia e somente uma autoridade integrada poderia explorar economias de escala através da cooperação e integração a nível da União. O PIR pode tomar uma variedade de formas e este tipo de uniformização facilitaria sua implantação e controle.

### 8.3.2 Instrumentos necessários

Os instrumentos através dos quais o PIR poderia ser implementado incluem mecanismos de preços, atividades de capacitação, propagação de informações, financiamento, fixação de normas e interligação dos departamentos relacionados, conforme mostra o Quadro 4.

Quadro 4 – Instrumentos necessários para implantação de um PIR

Instrumentos	Detalhamento
<b>Fixação de preços</b>	A maioria dos mecanismos de fixação de preços desencoraja os investimentos em ações pelo lado da demanda, portanto um importante instrumento de política é a criação de sistemas de fixação de tarifas que incluem tais investimentos em uma base de taxa. A perspectiva integrada de recursos, em sua fase de planejamento, não seria eficaz se os preços não transmitirem sinais precisos do valor dos recursos que estão sendo consumidos e dos custos de energia que serão economizados segundo aquele plano.

(Continua)

(Continuação)

Instrumentos	Detalhamento
<b>Capacitação de especialistas</b>	Proporcionar formação técnica adequada para a realização de previsões energéticas, o que inclui ser capaz de realizar estimativas da necessidade de demanda, avaliação de tecnologias de abastecimento, a integração de recursos, o tratamento de incertezas e uma avaliação eficaz.
<b>Coleta de informações</b>	O PIR necessita de análises detalhadas de informações que não estão prontamente disponíveis. Estas devem ser colhidas a partir de uma variedade de fontes e seria facilitada com a conscientização pública. Um banco de dados com informações fornecidas pelos produtores de eletricidade (fornecedores) e distribuidores (prestadores de serviços) para o regulador ou qualquer outra organização nomeada, forneceria uma base para estimativas futuras. Para isso, são necessárias alimentações regulares à base de dados com informações pertinentes para que possam se manter atualizadas e serem controladas corretamente. Além disso, é importante a sensibilização das pessoas para as vantagens do PIR (como serviços de energia mais baratos), para estimular sua aplicação. Com a informação facilmente acessível ao público é possível fazer escolhas e, assim, influenciar os decisores.
<b>Financiamento</b>	As atividades envolvidas na preparação de planos integrados exige um financiamento adequado. Programas de interesse público têm sido muitas vezes financiados a partir de uma sobretaxa nas vendas de eletricidade, ou seja, de contribuintes. Por exemplo, a ANEEL destinou 1% da receita operacional dos serviços públicos líquidos anuais para a eficiência energética e P&D. O custo da realização de PIR (isto é, os custos da coleta de dados, análises, previsões e assim por diante) pode ser financiado da mesma maneira.
<b>Obrigações de serviço</b>	Alguns aspectos do PIR - como a extensão dos serviços de eletricidade para as residências desprovidas - poderiam ser vistos como uma obrigação de serviço comunitário que deve ser claramente orçamentado e financiado pelo governo, da mesma forma como outros serviços são regulamentados para os desfavorecidos economicamente.

Fonte: elaboração própria.

## 9. CONCLUSÃO

Todo este levantamento de dados e informações realizado permite uma série de constatações, onde é importante destacar primeiramente a importância de um setor energético capaz de impulsionar um modelo de Desenvolvimento Sustentável, sem exageros regulatórios, que seja articulado com a área ambiental e integrado por empresas sustentáveis, para que assim seja possível favorecer a competição entre as empresas na busca do melhor serviço.

Este estudo colheu informações junto a Agência de Serviços Públicos em Energia do Espírito Santo – ASPE e apresentou uma série de locais do Espírito Santo com potencial de atuação integrada, gerando um Mapa de atuação, principalmente no que diz respeito ao uso de energias renováveis, isto porque a atuação do estado neste setor ainda é muito incipiente e não deveria ser, visto a capacidade que foi identificada e que ainda segue inexplorada.

A partir da identificação destes locais, foram apresentadas propostas de ações que podem contribuir para este segmento, propostas estas que foram auxiliadas por um histórico de indicadores energéticos capixaba, que permitiu uma análise dos índices mais precários. Para se conseguir um *mix* de energias renováveis, devem existir esforços adicionais aos que a sociedade já está habituada, tais como utilização de fontes de energia mais limpas e diminuição da dependência por combustíveis fósseis com a remoção de subsídios. Além disso, é importante promover a eficiência energética, a integração do mercado regional e conectividade e execução de planos já existentes em nações de referência. Cada uma dessas estratégias exige liderança sustentada, determinação política e ações concretas das partes interessadas e, em particular, dos governos de todas as regiões.

É claro que algumas medidas para elevar a segurança energética têm se mostrado capazes de prover o atendimento ao consumo mesmo em período de hidrologia crítica, como a inserção de usinas termoelétricas. A natureza complementar das usinas térmicas se tornou essencial para a manutenção da confiabilidade do suprimento de energia em um sistema com grande volatilidade de oferta no curto e no longo prazo. O maior efeito da complementaridade térmica no SIN é de que essas usinas têm condição de funcionamento contínuo,

compensando dessa forma a variabilidade da oferta das hidrelétricas. Entretanto, do ponto de vista sustentável e de custos para o setor elétrico, seu uso deve ser moderado e só devem ser despachadas no seu mínimo operativo em períodos hidrológicos favoráveis, em que há adequado nível de armazenamento nos reservatórios.

A partir da análise SWOT e das relações de Causa e Efeito estudadas, é possível concluir que uma abordagem PIR seria necessária em situações em que o governo ou a gerência de uma organização busca um nível mais alto de serviços a serem prestados, sendo que esses serviços de energia devem ser fornecidos numa base de menor custo, onde também seja minimizado o impacto ambiental e as emissões ao meio ambiente.

Esta pesquisa também destacou os diferentes agentes políticos e os seus papéis para atuarem como facilitadores de um PIR. Estes agentes incluem o governo, as agências reguladoras, as organizações de pesquisa e as prestadoras de serviços de energia elétrica. Os instrumentos através dos quais o PIR poderia ser implementado incluem mecanismos de preços, atividades de capacitação, propagação de informações, financiamento, fixação de normas e interligação dos departamentos relacionados, conforme destacado durante a discussão.

Para isso é necessário atuar junto às empresas de geração, transmissão, distribuição e comercializadoras, realizando um planejamento setorial participativo que promova a expansão econômica e confiável com base num plano de referência. Locais de referência que se destacam neste segmento possuem usinas geradoras eficientes, de custo de despacho reduzido, que utilizam fontes locais não poluidoras ou que neutralizam os efeitos das emissões provocadas. É nestes exemplos que se deve tomar como base para alcançar este cenário favorável.

Por fim, é necessário promover uma maior participação das agências executivas, como a ANEEL, para que possam auxiliar na tomada de decisões e no Planejamento Energético com conhecimento mais aplicado às necessidades de cada região. Isto tem início com um modelo de governança com a exigência de pré-requisitos técnicos e de idoneidade para ocupar cargos, com a profissionalização das carreiras. Todas estas ações que foram identificadas passam pela ideia de

promover o enxugamento da máquina governamental, trazendo mais conhecimento do mercado para dentro do processo de planejamento e operação com envolvimento do setor de comercialização.

Como sugestão para pesquisas futuras, fica a oportunidade de buscar uma base de indicadores ainda maior, que integre mais áreas do PIR, pois isto permitirá uma gama de ações ainda abrangente para serem propostas. Outra opção é a utilização de diferentes ferramentas de gestão e de análise de dados como, por exemplo, uma ferramenta computacional/algorítmica que permita um estudo mais quantitativo do que qualitativo, o que também daria diferentes opções de análise dos dados que foram aqui apresentados.



## REFERÊNCIAS

ABDULLAH, M. A.; AGALGAONKAR, A. P.; MUTTAQI, K. M. Climate Change Mitigation with Integration of Renewable Energy Resources in the Electricity Grid of New South Wales, Australia. **Renewable Energy**, v. 66, p. 305-313, 2014.

ABEEOLICA. **Capacidade eólica do Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.portalabeeolica.org.br/>>. Acesso em: jun. de 2016.

ACHÃO, C. C. L. **Análise da Estrutura de Consumo de Energia pelo Setor Residencial Brasileiro**. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA. **Indicators for Sustainable Energy Development - ISED**. Disponível em: <<https://www.iaea.org/sites/default/files/indicators.pdf>>. Acesso em: dez. de 2015.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Publications**. Disponível em: <<http://www.iea.org/publications/>>. Acessado em: dez. de 2015.

AL-ALAWI, A., ISLAM, S.M., Demand side management for remote area power supply systems incorporating solar irradiance model. **Renewable Energy**, v. 29, n. 13, p. 2027–2036, 2004.

AMIRNEKOOEI, K.; ARDEHALI, M.M.; SADRI, A. Integrated resource planning for Iran: Development of reference energy system, forecast, and long-term energy-environment plan. **Energy**, v. 46, n. 2, p. 374 – 385, 2012.

ANDRIANTIATSAHOLINIAINA, L. A.; KOUIKOGLU, V. S.; PHILLIS, Y. A. Evaluating strategies for sustainable development: Fuzzy logic reasoning and sensitivity analysis. **Ecological Economics**, v. 48, n. 2, p. 149–172, 2004.

ANEEL. **Resolução Normativa 482/2012.** Disponível em: <[www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf](http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf)>. Acesso em: jun. de 2016.

ANEEL. **Resolução Normativa 687/2015.** Disponível em: <[www.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf](http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf)>. Acesso em: jun. de 2016.

ANG, B. W. Decomposition analysis for policy making in energy: which is the preferred method? **Energy Policy**, 32, p. 1131–1139, 2004.

ANP. **Petróleo e Gás Natural no Brasil.** 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=324>>. Acesso em: abr. de 2016.

ANTUNES, R.; SILVA, I. C. **Utilização de algas para a produção de biocombustíveis.** Instituto Nacional da Propriedade Industrial - Inpi. 2010.

ARAÚJO, J. L. **Modelos de energia para planejamento.** 1988. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

ASPE. **Atlas Eólico do Espírito Santo.** 2010. Disponível em: <[http://www.aspe.es.gov.br/download/Atlas\\_Eolico\\_Espirito\\_Santo.pdf](http://www.aspe.es.gov.br/download/Atlas_Eolico_Espirito_Santo.pdf)>. Acesso em: mai. de 2016.

ASPE. **Plano Estratégico 2013-2030.** 2013a. Disponível em: <<http://www.aspe.es.gov.br>>. Acesso em: mai. de 2015.

ASPE. **Atlas de Bioenergia do Espírito Santo.** 2013b. Disponível em: <<http://www.aspe.es.gov.br>>. Acesso em: mai. de 2016.

ASPE. **A Energia Solar no Espírito Santo.** 2013c. Disponível em: <<http://www.aspe.es.gov.br>>. Acesso em: mai. de 2015.

ASPE. **Proenergia.** 2014. Disponível em: <<http://www.aspe.es.gov.br/download/PROENERGIA.pdf>>. Acesso em: mai. de

2016.

ASPE. **Balço Energético do estado do Espírito Santo**. 2015a. Disponível em: <[http://www.aspe.es.gov.br/download/BEES\\_2015\\_Base\\_2014.pdf](http://www.aspe.es.gov.br/download/BEES_2015_Base_2014.pdf)>. Acessado em: fev. de 2016.

ASPE. **Nota Técnica ASPE DT 015 - Avaliação da Adesão ao CONVÊNIO CONFAZ 16/2015**. 2015b. Disponível em: <<http://www.aspe.es.gov.br/download/notatecnicadt2015.pdf>>. Acesso em: mai de 2016.

AZEVEDO, F. M. **Análise Multidimensional do Modelo de Integração de Recursos Energéticos**: Aplicação da Tecnologia Olap. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

AZEVEDO, F. M.; GRIMONI, J. A. B.; UDAETA, M. E. M. Modelagem de uma Ferramenta Analítica Aplicada ao Planejamento Integrado de Recursos Energéticos. **Revista Brasileira de Energia**, v. 16, n. 2, p. 63-76, 2010.

BAYCHEVA-MERGER, T.; WOLFSLEHNER, B. Evaluating the implementation of the Pan-European Criteria and indicators for sustainable forest management – A SWOT analysis. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 1192–1199, 2016.

BERMANN, C. et al. **O Setor Elétrico Brasileiro e a Sustentabilidade no Século 21**: Oportunidades e Desafios. Brasília: Ed. Paula Franco Moreira - Rios Internacionais – Brasil, 2012.

BERNARDONI, D. L. **Planejamento e orçamento na administração pública**. Curitiba: Ibpex, 2010.

BINDRA, S. P. et al. Sustainable Integrated Water Resources Management for Energy Production and Food Security in Libya. **Procedia Technology**, v. 12, p. 747 – 752, 2014.

BOLINGER, M.; WISER, R. Utility integrated resource planning: An emerging driver of new renewable generation in the western United States. **Refocus**, v. 6, n. 6, p. 20–22, 2005.

BRDISTRIBUIDORA. **Perfil da BR DISTRIBUIDORA**. 2016. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/acompanhia/perfil>>. Acesso em: mai. de 2016.

BUEN, J. Danish and Norwegian wind industry: the relationship between policy instruments, innovation and diffusion. **Energy Policy**, v. 34, n. 18, p. 3887–3897, 2006.

CATRON, J.; STAINBACK, G. A.; DWIVEDI, P.; LHOTKA, J.M.; Bioenergy development in Kentucky: a SWOT-ANP analysis. **Forest Policy and Economics**, v. 28, p. 38–43, 2013.

CERTO, Samuel C. **Tomada de decisões**. Administração moderna, 9. ed. São Paulo: Pearson, 2005.

CICONE JR., D.; UDAETA, M. E. M.; GRIMONI, J. A. B., GALVÃO, L. C. R. Functionality of the approach of hierarchical analysis in the full cost accounting in the IRP of a metropolitan airport. **Energy Policy**, v. 36, p. 991–998, 2008.

CHANTHAWONG, A.; DHAKAL, S. Stakeholders' perceptions on challenges and opportunities for biodiesel and bioethanol policy development in Thailand. **Energy Policy**, v. 91, p. 189–206, 2016.

CHEN, W.-M.; KIM, H.; YAMAGUCHI, H. Renewable energy in eastern Asia: renewable energy policy review and comparative SWOT analysis for promoting renewable energy in Japan, South Korea, and Taiwan. **Energy Policy**, v. 74, p. 319–329, 2014.

CHIAVENATO, I. **Administração Geral e Pública**. 3. ed. Barueri: Manole, 2012.

CIMA, F. M. **Utilização de indicadores energéticos no planejamento energético integrado**. 208 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético). – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

COMINO, E.; FERRETTI, V. Indicators-based spatial SWOT analysis: Supporting the strategic planning and management of complex territorial systems. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 1104–1117, 2016.

DAFT, R. L. **Teoria e Projetos das Organizações**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

DRUCKER, P. F. **Prática da administração de empresas**. São Paulo: Pioneira, 1981.

EPE. **Balanco Energético Nacional**. 2015. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br>>. Acesso em: jan de 2016.

ERICSSON, K.; HUTTUNEN, S.; NILSSON, L. J.; SVENNINGSON, P. Bioenergy policy and market development in Finland and Sweden. **Energy policy**, v. 32, p. 1707–1721, 2004.

ESTY, D. C.; LEVY, M.; SREBOTNJAK, T.; SHERBININ, A. **Environmental sustainability index: Benchmarking national environmental stewardship**. 2005. Disponível em: <[http://earth.columbia.edu/news/2005/images/ESI2005\\_policysummary.pdf](http://earth.columbia.edu/news/2005/images/ESI2005_policysummary.pdf)>. Acesso em: nov de 2015.

FARIA, J. C. **Administração: Teoria e Aplicações**. 2000. Thomson, Rio de Janeiro.

FECOMÉRCIO. **Federação do Comércio do Espírito Santo – Publicações**. 2016. Disponível em: <<http://fecomercio-es.com.br>>. Acesso em: abr. de 2016.

FERREIRA, R. V. **Previsão de Demanda: um Estudo de Caso para o Sistema**

Interligado Nacional. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006.

FERTEL, C.; BAHN, O.; VAILLANCOURT, K.; WAAUB, J. Canadian energy and climate policies: A SWOT analysis in search of federal/provincial coherence. **Energy Policy**, v. 63, p. 1139–1150, 2013.

FINDES. **Federação das Industrias do Espírito Santo – Publicações**. 2016. Disponível em: <<http://www.sistemafindes.org.br>>. Acesso em: abr de 2016.

FINI, A. S.; MOGHADDAM, M. P.; SHEIKH-EL-ESLAMI, M. K. A Dynamic Model for Distributed Energy Resource Expansion Planning Considering Multi-resource Support Schemes. **Electrical Power and Energy Systems**, v. 60, p. 357–366, 2014.

FISCHERMANN, A. A.; ALMEIDA, M.I.R. **Planejamento estratégico na prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

FUJII, R. J. **Modelo de Caracterização Sistêmica das Opções de Oferta Energética para o PIR**. 181 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

FUNDO SOLAR. **Fundo Solar**. 2012. Disponível em:<<http://www.americadosol.org/fundosolar/>>. Acesso em: fev. de 2016.

GALVÃO, L. C. R.; DOS REIS, L. B.; FADIGAS, E. F. A.; GIMENES, A. L. V.; CARVALHO, C. E.; UDAETA, M. E. M. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos para o Setor Elétrico: Estudos Básicos Sobre o PIR (1996 – 1999)**. São Paulo, junho de 2000.

GIMENES, A. L. V. **Modelo de integração de recursos para um Planejamento Energético sustentável**. 435 f. Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

GOOGLE MAPS. **Google maps.** 2016. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/>>. Acesso em: fev de 2016.

GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO. **Características do ES.** 2016a. Disponível em: <<http://www.es.gov.br>>. Acesso em: março de 2016.

GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO. **Secretaria de Desenvolvimento** – Setores de Negócio. 2016b. Disponível em: <<http://www.sedes.es.gov.br>>. Acesso em: jan. de 2016.

GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO. **Petróleo e Gás natural no Espírito Santo.** 2016c. Disponível em: <[http://www.es.gov.br/EspiritoSanto/paginas/petroleo\\_gas.aspx](http://www.es.gov.br/EspiritoSanto/paginas/petroleo_gas.aspx)>. Acesso em: fev. de 2016.

GOVERNO DO ESPÍRITO SANTO. Secretaria de Economia e Planejamento. **Espírito Santo 2030** - Plano de Desenvolvimento. Vitória (ES), dez. 2013.

GUTIERREZ, M. R.; LISO, M. R. J.; CHICO, M. M. SWOT analysis to evaluate the programme of a joint online/onsite master's degree in environmental education through the students' perceptions. **Evaluation and Program Planning**, v. 54, p. 41–49, 2016.

HART, E. K.; JACOBSON, M. Z. A Monte Carlo Approach to Generator Portfolio Planning and Carbon Emissions Assessments of Systems with Large Penetrations of Variable Renewables. **Renewable Energy**, v. 36, p. 2278-2286, 2011.

HASHEMI , M. R.; NEILL, S. P. The Role of Tides in Shelf-scale Simulations of the Wave Energy Resource. **Renewable Energy**, v. 69, p. 300 – 310, 2014.

HEPBASLI, A. A Key Review on Exergetic Analysis and Assessment of Renewable Energy Resources for a Sustainable Future. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 12, p. 593–661, 2008.

HIRST, E., GOLDMAN, C. Creating the Future: Integrated Resource Planning for Electric Utilities. **Annual Review of Energy**, v. 16, p. 91–121, 1991.

HOBBS, B. F.; ROUSE, H. B.; HOOG, D. T. Measuring the Economic Value of Demand-side and Supply Resources in Integrated Resource Planning Models. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 8, n. 3, p. 979–987, 1993.

HOOG, D. T.; HOBBS, B. F. An integrated resource planning model considering customer value, emissions, and regional economic impacts. **Energy**, v. 18, n. 11, p. 1153–1160, 1993.

HU, Z.; TAN, X.; YANG, F.; YANG, M.; WEN, Q.; SHAN, B.; HAN, X. Integrated Resource Strategic Planning: Case Study of Energy Efficiency in the Chinese Power Sector. **Energy Policy**, v. 38, p. 6391–6397, 2010.

IBGE. **Séries Estatísticas**. 2015. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf>>. Acesso em: abr. de 2016.

IJSN – INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Publicações**. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/publicacoes/>>. Acesso em: mai. de 2016.

JANNUZZI, G.M.; SWISHER, J.N.P. **Planejamento integrado de recursos energéticos**: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis. Campinas, São Paulo: Ed. Autores Associados, 1997.

KANAYAMA, P. H. **Mecanismos de desenvolvimento limpo no Planejamento Integrado de Recursos Energéticos**. 432 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

KRAMA, M. R. **Análise dos indicadores de Desenvolvimento Sustentável no Brasil usando a ferramenta painel de sustentabilidade**. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Pontifca Universidade



Católica, Paraná, 2008.

KOULOUMPIS, V. D.; KOUIKOGLU, V. S.; PHILLIS, Y. A. Sustainability assessment of nations and related decision making using fuzzy logic. **IEEE Systems Journal**, v. 2, n. 2, p. 224–236, 2008.

KOWALSKI, K.; STAGL, S.; MADLENER, R.; OMANN, I. Sustainable energy futures: methodological challenges in combining scenarios and participatory multi-criteria analysis. **European Journal of Operational Research**, v. 197, p. 1063–74, 2009.

LESKINEN, L. A.; LESKINEN, P.; KURTTILA, M.; KANGAS, J.; KAJANUS, M. Adapt-ing modern strategic decision support tools in the participatory strategyprocess – a case study of a forest research station. **Forest Policy and Economics**, v. 8, p. 267–278, 2006.

LIU, K. F. R. Evaluating environmental sustainability: An integration of multiple-criteria decision-making and fuzzy logic. **Environmental Management**, v. 39, n. 5, p. 721–736, 2007.

MAHMOOD, A.; JAVAID, N.; ZAFAR, A.; RIAZ, R. A.; AHMED, S.; RAZZAQ, S. Pakistan's Overall Energy Potential Assessment, Comparison of LNG, TAPI and IPI Gas Projects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 31, p.182–193, 2014.

MANGOYAMA, B.; SMITH, T. F. Decentralized bioenergy systems: a review of opportunities and threats. **Energy Policy**, v. 39, p. 1286–1295, 2011.

MEGGINSON, L. C.; MOSLEY, D. C.; PIETRI JR., P. H. **Administração**: conceitos e aplicações. 4.ed. São Paulo: Harbra, 1998.

MERGERA, T. B.; WOLFSLEHNER, B. Evaluating the implementation of the Pan-European Criteria and indicators for sustainable forest management – A SWOT

analysis. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 1192–1199, 2016.

MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MIRAKYAN, A.; DE GUIO, R. Integrated energy planning in cities and territories: A review of methods and tools. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 22, p. 289–297, 2013.

MME. Ministério de Minas e Energia: **Soluções Energéticas para a Amazônia em Biomassa**. 2014. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: nov. de 2015.

MORAIS, A. B. **Perspectivas de inserção do GLP na matriz energética brasileira**. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciência em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

OECD. **Environmental indicators – Development, Measurement and Use**. 2003. Disponível em: <<http://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>>. Acesso em: jan. de 2016.

ONS. **Operador Nacional do Sistema Elétrico**. 2016. Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>. Acesso em: abr de 2016.

ORR, B. Conducting a SWOT analysis for program improvement. **US-China Education Review**, v. 3, n. 6, p. 381–384, 2013.

PETROBRAS. **Exploração e Produção de Petróleo e Gás**. 2016. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades>>. Acesso em: mar. de 2016.

PHILLIS Y. A.; ANDRIANTIATSAHOLINIAINA, L. A. Sustainability: An ill-defined concept and its assessment using fuzzy logic. **Ecological Economics**, v. 37, n. 3, p. 435–456, 2001.

PRESCOTT-ALLEN, R. The well-being of nations. 2001. Island Press, Washington, DC.

RAMACHANDRA T. V.; KRISHNA S. V.; SHRUTHI B. V. Decision Support System for Regional Domestic Energy Planning. **Journal of Scientific and Industrial Research**, v. 64, p. 163–74, 2005.

REES, W. E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out. **Environment and Urbanization**, v. 4, n.2, p. 121–130, 1992.

REIS, L. B.; MIELNICK, O. **Um modelo de gestão integrada de recursos para viabilizar o Desenvolvimento Sustentável**. Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

RSC – REGIONS FOR SUSTAINABLE CHANGE. **What methodologies can be used to develop indicators?** 2015. Disponível em: <<http://www.rscproject.org/indicators/index.php?page=what-methodologies-can-be-used-to-develop-indicator-s-or-indicator-set>>. Acesso em: mai. de 2016.

SA, A. D. Integrated resource planning (IRP) and power sector reform in developing countries. **Energy Policy**, v. 33, n. 10, p. 1271–1285, 2005.

SCHAEFFER, R., A. SZKLO, G. MACHADO. **Matriz Energética Brasileira de Longo Prazo 2003-2023**. Relatório Técnico. 2004. Ministério de Minas e Energia, Brasília / DF.

SEDURB. **Programa ES Sem Lixão**. 2016. Disponível em <<http://sedurb.es.gov.br/programa-es-sem-lixao>>. Acesso em: abr. de 2016.

SHI, X. The future of ASEAN energy mix: A SWOT analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 53, p. 672–680, 2016.

SHRESTHA, M. R.; MARPAUNG, C. O. P. Integrated Resource Planning in the Power Sector and Economy-wide Changes in Environmental emissions. **Energy Policy**, 34, p. 3801–3811, 2006.

SILVA JR., B. **Avaliação da atratividade de negócios em geração distribuída e economia de energia elétrica: piloto aplicado dentro dos estudos do PIR na RAA**. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SILVEIRA, L. A. P.; LOPES, M. de C. Análise da Viabilidade Econômica para a Implantação de uma Indústria de Briquetes de Resíduos de Madeira. **XX Congresso de Iniciação Científica**. UFPEL, 2011.

SPERLING, K.; HVELPLUND, F.; MATHIESEN, B. Centralisation and decentralisation in strategic municipal energy planning in Denmark. **Energy Policy**, v. 39, p. 1338–51, 2011.

SERTEK, P.; GUINDANI, R. A.; MARTINS, T. S. **Administração e planejamento estratégico**. Curitiba: IBPEX, 2011.

STONER, J. A. F.; FREEMAN, R. E. **Administração**. Rio de Janeiro: Prentice hall do Brasil, 1995.

SUGANTHI, L.; SAMUEL, A. Energy models for demand forecasting-a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, p. 1223-40, 2012.

SWISHER, J. N. et al. Tools and Methods for Integrated Resource Planning. Denmark: **UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment**. Riso National Laboratory, 1997.

TAVANA, M.; ZAREINEJADC, M.; DI CAPRIOD, D.; KAVIANICA, M. A. An integrated intuitionistic fuzzy AHP and SWOT method for outsourcing reverse logistics. **Applied Soft Computing**, v. 40, p. 544–557, 2016.

TAYLOR, F. W. **Princípios de administração científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

TERRADOS, J.; ALMONACID, G.; HONTORIA, L. Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tools. Impact on renewables development. **Renewable Sustain Energy Rev**, v. 11, p. 1275-87, 2007.

TOLMASQUIM, M. T.; OLIVEIRA, R. G.; CAMPOS, A. F. **Empresas do setor elétrico brasileiro: estratégias e performances**. 2002. Rio de Janeiro, CENERGIA.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. EPE: Rio de Janeiro, 2016.

TSILINGIRIDIS, G.; SIDIROPOULOS, C.; PENALIOTIS, A. Reduction of Air Pollutant Emissions Using Renewable Energy Sources for Power Generation in Cyprus. **Renewable Energy**, v. 36, p. 3292-3296, 2011.

UDAETA, M. E. M. **Planejamento Integrado de Recursos (PIR) para o Setor Elétrico (pensando o Desenvolvimento Sustentável)**. 370 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

UNDESA. **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies**, 2nd edition, September. New York, NY, USA: United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2001.

UNITED NATIONS. **Statistical Papers – United Nations Publication**. 1984. Disponível em: <[http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/SeriesM\\_78e.pdf](http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/SeriesM_78e.pdf)>. Acesso em: 20 mai 2016.

VAN DE KERK, G.; MANUEL, A. Comprehensive index for a sustainable society: The SSI - The Sustainable Society Index. **Ecological Economics**, v. 66, p. 228–242, 2008.

VERA, I. A.; LANGLOIS, L. M.; ROGNER, H. H.; JALAL, A. I.; TOTH, F. L. Indicators for sustainable energy development: An initiative by the International Atomic Energy Agency. **Natural Resources Forum**, v. 29, p. 274–283, 2005.

VERMA, Y. P.; KUMAR, A. Potential Impacts of Emission Concerned Policies on Power System Operation with Renewable Energy Sources. **Electrical Power and Energy Systems**, v. 44, p. 520–529, 2013.

ZHENG, C. W.; PAN, J. Assessment of the Global Ocean Wind Energy Resource. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 33, p. 382–391, 2014.

ZHOU, D.; LIN, Z.; LIU, L.; ZIMMERMANN, D. Assessing secondary soil salinization risk based on the PSR sustainability framework. **Journal of Environmental Management**, v. 128, p. 642-654, 2013.


WANG, C.; MIN, K. J. An integrated resource planning model for utilities with quantified outage costs. **Electrical Power & Energy Systems**, v. 20, p. 517–524, 1998.

WANG, Q.; LI, R. Impact of cheaper oil on economic system and climate change: A SWOT analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 54, p. 925–931, 2016.

YILMAZ, P.; HOCAOGLU, M. H.; KONUKMAN, A. E. S. A Pre-feasibility Case Study on Integrated Resource Planning Including Renewables. **Energy Policy**, v. 36, p. 1223–1232, 2008.

YIN, R.K. **Estudo de caso** - planejamento e método. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

**ANEXO – QUESTIONÁRIO: POTENCIALIDADES E DEFICIÊNCIAS DO CENÁRIO ENERGÉTICO CAPIXABA**

	
<b>QUESTIONÁRIO</b> POTENCIALIDADES E DEFICIÊNCIAS DO CENÁRIO ENERGÉTICO CAPIXABA	
<b>Análise das Forças</b>	
<b>1</b>	Quais os principais tipos de Energia produzidos no estado?
<b>2</b>	Quais as cidades/regiões que se destacam em cada tipo?
<b>3</b>	Quais são as nossas principais vantagens em nível de qualidade de produção energética?
<b>4</b>	Quais são as nossas principais vantagens em relação ao custo energético?

<b>Análise das Fraquezas</b>	
<b>5</b>	Quais as principais barreiras que o estado encontra para diversificar sua matriz energética?
<b>6</b>	O estado possui estrutura voltada para um planejamento integrado de recursos energéticos?
<b>7</b>	Possuímos profissionais capacitados para estas finalidades?
<b>8</b>	Quais as regiões menos propícias a promover novas fontes de energia?
<b>Análise das Oportunidades</b>	
<b>9</b>	Quais são as principais oportunidades para diversificação energética no estado? (Por exemplo: Novos locais e novas fontes; Mudanças na política econômica do governo; Alteração em algum tributo; Investimentos externos...)



<b>Análise das Ameaças</b>	
<b>10</b>	Quais são as principais ameaças para diversificação energética no estado? (Por exemplo: Escassez de Recursos; Mudança de Leis e parâmetros regulamentadores; Possibilidade de catástrofes naturais)