



**ENERGIA ELÉTRICA NO ESPÍRITO SANTO:**  
**Fontes Renováveis Alternativas**

**Dezembro – 2019**

In the bottom right corner, there are several overlapping, semi-transparent blue geometric shapes, including triangles and polygons, creating a modern, abstract design.

## SUMÁRIO

### **Apresentação 3**

<b>1. PROCESSO PRODUTIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ELEMENTOS DE COMPETITIVIDADE.....</b>	<b>7</b>
<b>3. CONTEXTO INTERNACIONAL .....</b>	<b>10</b>
<b>4. MERCADO NACIONAL .....</b>	<b>13</b>
<b>5. MERCADO CAPIXABA.....</b>	<b>14</b>
5.1. PRODUÇÃO E EMPREGO .....	16
5.2. PRINCIPAIS EMPRESAS NO ES.....	17
5.3. GARGALOS .....	22
5.4. OPORTUNIDADES.....	23
Resíduo da produção de café para produzir energia .....	25
Energia solar em empreendimentos comerciais.....	26
Programa BID de eficiência energética .....	27
5.5. HISTÓRICO COM O BANDES.....	28
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>

# Energia Renovável Alternativa

## APRESENTAÇÃO

Esta nota técnica pretende apresentar o panorama atual do setor de energia elétrica renovável no Espírito Santo. A opção por concentrar a pesquisa em fontes de energia renováveis se baseia na “tendência de diversificação das fontes de energia elétrica, com crescente participação de renováveis alternativas intermitentes (como a energia solar e a energia eólica), seguidas eventualmente por hidroelétricas a fio d’ água” (ESPOSITO, 2015).

De acordo com definição utilizada pela Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo (ARSP), uma fonte de energia é considerada renovável quando as condições naturais permitem sua reposição em um curto horizonte de tempo. Portanto, são consideradas fontes renováveis a energia solar, a maremotriz<sup>1</sup>, a geotermal<sup>2</sup>, a eólica, a hidráulica e a biomassa (ARSP, 2013).

Em 2017 o BNDES publicou uma série de panoramas setoriais com o objetivo de avaliar tendências tecnológicas, estrutura produtiva, ambiente competitivo, possibilidades de liderança, oportunidades, ameaças, questões regulatórias e desafios. O panorama do setor de Energia, elaborado por Alexandre Siciliano Esposito<sup>3</sup>, destacou a mudança estrutural no perfil da geração de energia elétrica no Brasil.

No decorrer de quinze anos, além de dobrar a capacidade instalada, o parque gerador brasileiro apresentou uma significativa alteração na composição das fontes de energia: enquanto em 2001 as fontes eram basicamente formadas pela fonte hídrica e térmica (99%); em 2016 as fontes de biomassa (7%), eólicas (7%) e pequenas centrais hidroelétricas (3%) já representavam 17% da capacidade instalada. No longo prazo, permanece a tendência de maior participação das fontes renováveis na composição da matriz energética brasileira: para 2024, o BNDES estima que a soma das fontes alternativas de energia representem já 28% (solar 3%; PCH 12%; Biomassa 9% e Eólica 4%)<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Energia maremotriz, ou energia das marés, é o modo de geração de energia por meio do movimento das marés.

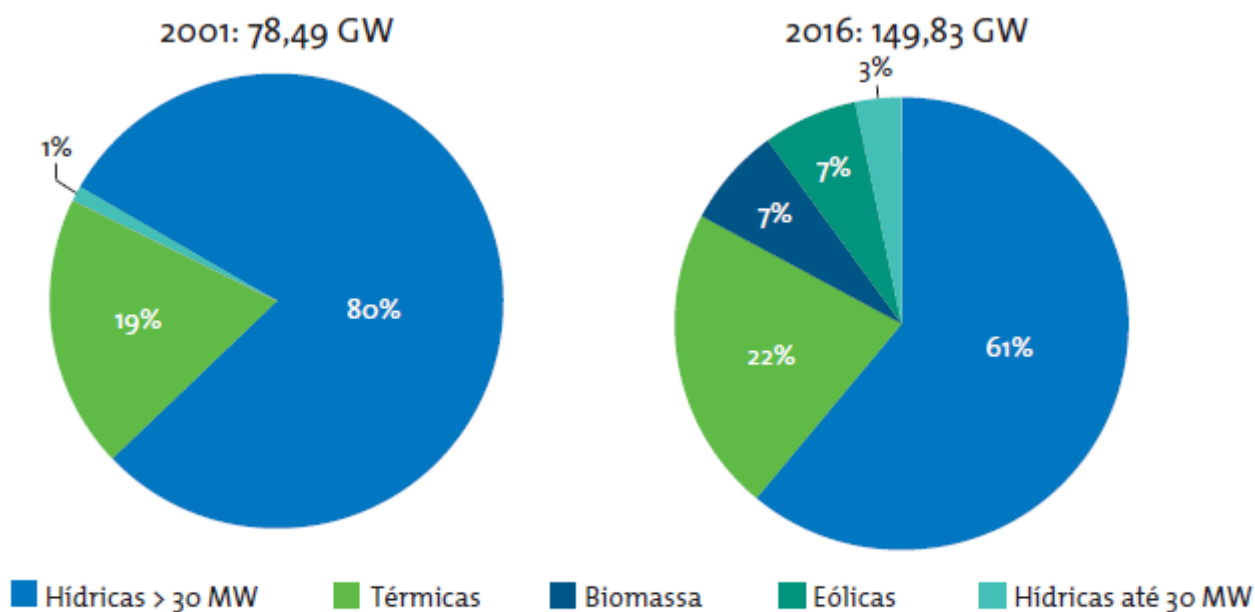
<sup>2</sup> Energia geotérmica, ou energia geotermal, é a energia obtida a partir do calor proveniente do interior da Terra.

<sup>3</sup> Gerente setorial do Departamento de Energia Elétrica 2 (DEENE2) da Área de Energia (AE) do BNDES.

<sup>4</sup>

<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/infraestrutura-energia>

Gráfico 1: Capacidade instalada (GW) e participação por tipo de fonte (2001 e 2016).



A presente nota técnica concentra a análise nas seguintes fontes de energia renováveis no Espírito Santo: **solar fotovoltaica; biomassa e pequenas centrais hidroelétricas**. Essa concentração se deve à inexistência de parques de geração de energia eólica no estado. O que induz a um questionamento: **seria o regime de ventos no Espírito Santo inadequado para a produção de energia eólica?**

De acordo com artigo de Rafael Cattán, consultor da Agência Francesa de Desenvolvimento, publicado pelo IDEIES (Instituto de Desenvolvimento Educacional e Industrial do Espírito Santo)<sup>5</sup>, o Espírito Santo possui elevado potencial para a geração de energia eólica: a capacidade potencial de geração de energia eólica seria superior ao consumo total de energia elétrica do estado atualmente. Isto é, se todo o potencial de produção de energia eólica fosse efetivado, apenas essa matriz energética já seria suficiente para duplicar a nossa capacidade atual de geração elétrica<sup>6</sup>.

Dentre os locais mais promissores para a instalação de usinas eólicas no território capixaba, de acordo com estudo contratado pela antiga Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado (ASPE)<sup>7</sup>, estão os municípios de Linhares, Presidente Kennedy e Marataízes. Contudo, de acordo com Cattán, “o licenciamento ambiental é um dos principais entraves ao

<sup>5</sup> “Por que não há energia eólica no Espírito Santo? Uma Análise dos Desafios e Perspectivas do Setor no estado”: <http://www.blogdoideies.org.br/por-que-nao-ha-energia-eolica-no-espírito-santo-uma-analise-dos-desafios-e-perspectivas-do-setor-no-estado/>

<sup>6</sup> Atlas Eólico Espírito Santo, 2009. <https://arsp.es.gov.br/Media/arsi/Energia/Estudos%20Energ%C3%A9ticos/2009/AtlasEolicoES.pdf>

<sup>7</sup> Criada pela Lei Complementar nº 827 de 1º de julho 2016, a Agência de Regulação de Serviços Públicos (ARSP) é resultado da fusão da Agência Reguladora de Saneamento Básico e Infraestrutura Viária do Espírito Santo (Arsi) e da Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo (Aspe).

desenvolvimento da energia eólica na região. No estado, em especial, há forte concomitância de reservas ambientais ou terras indígenas com áreas de melhores regimes de ventos”. O especialista ressalta que, ainda assim, seria possível desenvolver uma produção de energia eólica no estado, por meio da “elaboração de estudos detalhados de impacto ambiental, condizentes com as normas aplicáveis locais e respeitando o estabelecido na Resolução nº 462/2014 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente)<sup>8</sup>”; para isso, é “necessária a ação conjunta dos diferentes níveis de governo, respeitando diretrizes bem definidas e fundamentada por critérios técnicos de avaliação”.

## 1. PROCESSO PRODUTIVO

### Energia solar fotovoltaica

Inicialmente, é necessário diferenciar os dois tipos de energia solar mais comuns: energia térmica e energia fotovoltaica. A energia térmica é utilizada para aquecimento da água, por meio do efeito foto térmico (captação e transferência do calor provenientes da luz do sol para a água e outros fluídos), e utiliza painéis solares; enquanto apenas os painéis fotovoltaicos são capazes de gerar energia elétrica (SANTANA). Essa segunda modalidade é conhecida tecnicamente com o nome de geração distribuída (GD), quando os consumidores optam por produzir a própria energia, continuando, no entanto, a estar conectado à rede de distribuição, tanto para disponibilizar excedente de energia à rede, quanto para se utilizar da rede para obter energia em momentos nos quais a energia fotovoltaica produzida não é suficiente para atender à demanda da unidade produtora.

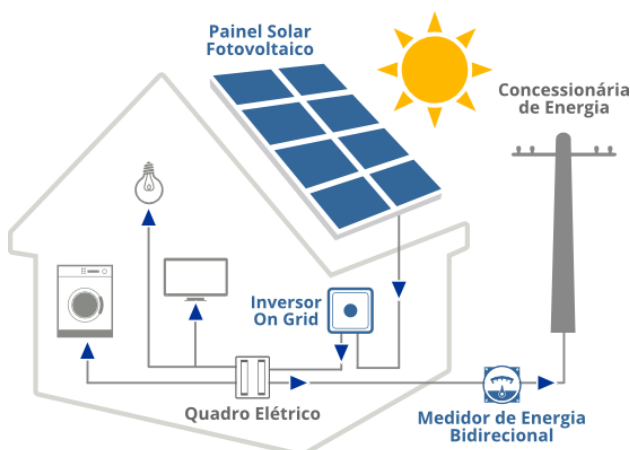
Durante o dia ocorre a captação da luz solar pelos painéis fotovoltaicos e, por meio do inversor solar, a energia elétrica gerada é convertida de corrente contínua para corrente alternada, utilizada em residências e comércio. Muitas vezes, a energia gerada durante o dia excede a quantidade consumida pela própria unidade produtora. Este excedente, lançado na rede de distribuição, gera créditos à unidade produtora. No período noturno, quando não há geração de energia fotovoltaica, utiliza-se a energia da rede elétrica, utilizando-se parcial ou totalmente os créditos existentes ou pagando pelo consumo extra crédito.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre.

<sup>9</sup> Blue Sol Energia Solar: <https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-como-funciona/>

**Diagrama 1: Processo de geração de energia fotovoltaica.**



Fonte: <http://solarenergy.com.br/saiba-como-funciona-a-energia-solar/>

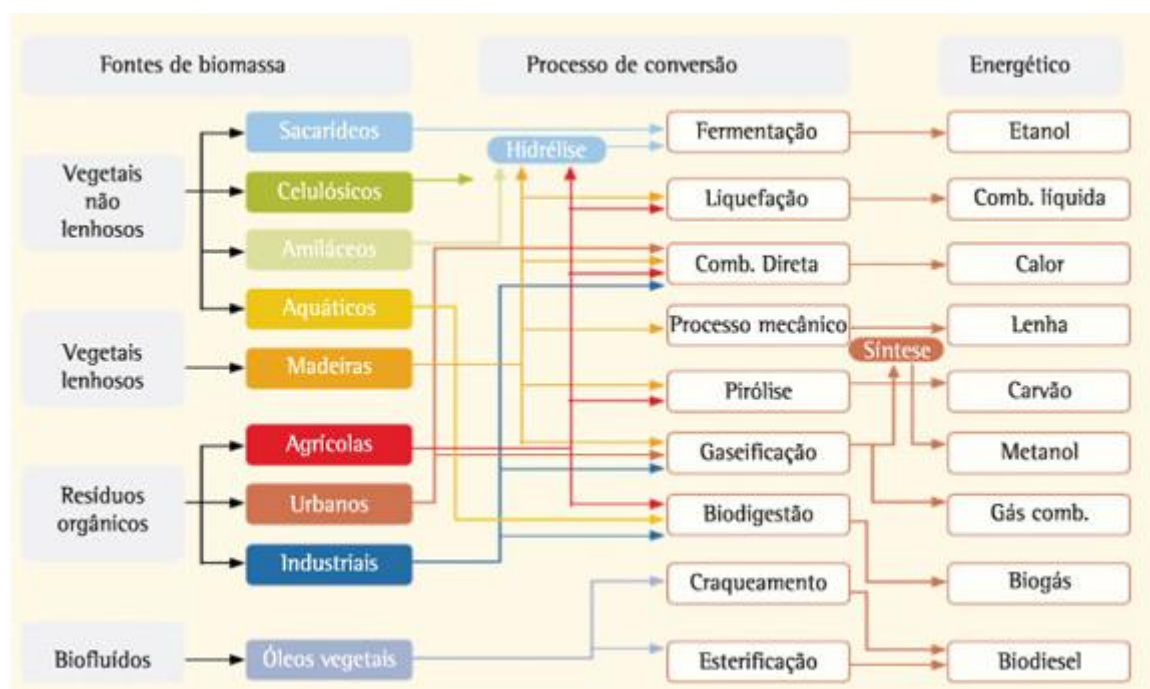
## Energia de biomassa

A energia de biomassa se caracteriza pela utilização de resíduos orgânicos para a produção de energia elétrica e combustível. As fontes mais utilizadas nas usinas termelétricas movidas a biomassa são lenha e carvão vegetal, resíduos de madeira, licor negro, cana-de-açúcar, rejeitos urbanos e industriais. Pode ser considerada uma fonte indireta de energia solar, considerando-se que é resultado da conversão da luz do sol em energia química (DORNELAS et al.).

Para utilização na produção de energia, para fins de outorga de empreendimentos do setor elétrico, “biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal)” (ASPE, 2013).

O Diagrama 2, apresenta as fontes de biomassa (agrupadas por “vegetais não lenhosos”; “vegetais lenhosos”; “resíduos orgânicos” e “bioflúidos”); os processos de conversão para cada fonte e o resultado da conversão energética.

**Diagrama 2: Processo de conversão energética da biomassa**



Fonte: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132013000300004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132013000300004)

## Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH)

De acordo com a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), as Pequenas Centrais Hidrelétricas são usinas de pequeno porte, com capacidade instalada de 1 MW a 30 MW<sup>10</sup>. Por seu porte reduzido, as PCH's têm custo de instalação menor e causam um dano ambiental menos extenso, por não alagar grandes áreas, permitindo a preservação do habitat natural de espécies que vivem próximas. Além disso, contribuem para a descentralização da geração de eletricidade, podendo ser construídas em rios com menor vazão (ABRAPCH).

## 2. ELEMENTOS DE COMPETITIVIDADE

### Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia - Proinfa

O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica foi instituído em 2002, no contexto da crise de escassez de energia elétrica iniciada no ano anterior, em decorrência de um prolongado período de estiagem, que ocasionou a redução acentuada dos níveis dos reservatórios das hidrelétricas, então a fonte predominante da matriz energética brasileira.

<sup>10</sup> [https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/pequenas-centrais-hidreletricas-permitirao-acrescimo-de-7-000-mw-ao-sistema/656877](https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/pequenas-centrais-hidreletricas-permitirao-acrescimo-de-7-000-mw-ao-sistema/656877)

O programa objetivava fomentar o desenvolvimento das fontes alternativas de energia, de modo a diversificar a matriz energética brasileira. Em sua fase inicial, contou com o apoio do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) para o financiamento de até 80% do valor dos projetos de investimentos que foram contratados pela Eletrobrás no período de implantação<sup>11</sup>.

Na primeira etapa do programa, toda a energia produzida pelos participantes do programa – pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), usinas eólicas e usinas de biomassa – tinha garantia de contratação pela Eletrobrás por 20 anos. “Em uma segunda etapa, o programa previu, após atingida a meta de implantação dos 3,3 GW, que as três fontes atendam 10 % do consumo anual de energia elétrica no país. A capacidade total a ser instalada foi inicialmente dividida em 1,1 GW para geração de energia através de biomassa, 1,1 GW através de energia eólica e 1,1 GW através de PCHs”(FERREIRA et al).

FERREIRA et al em um estudo dos efeitos dos PROINFA concluíram que o programa, além de cumprir a meta de instalação de 3,3 GW de capacidade instalada, contribuiu de modo significativo para a criação de uma estrutura de oferta de componentes para indústria de energia renovável, principalmente eólica. Além disso, a gradativa ampliação das usinas de energia renovável, ao ampliar a oferta de energia disponível, reduziu continuamente, no decorrer dos leilões, os preços da energia contratada de fontes alternativas.

## **Revisão das regras para geração distribuída de Energia Fotovoltaica**

A resolução 482 da ANEEL, de 17 de abril de 2012, foi um importante fator de expansão do uso da energia por geração fotovoltaica, ao criar o sistema de compensação de energia: “toda a energia ativa, em Watts, injetada na rede pelo sistema gerador de uma unidade consumidora, é emprestada gratuitamente à distribuidora local e posteriormente compensada sobre o consumo de energia elétrica ativa, também em Watts, dessa mesma unidade consumidora ou de outra”, desde que pertençam ao mesmo titular<sup>12</sup>. Isto é, toda a energia gerada pelo sistema fotovoltaico e não utilizada pelo consumidor será convertida em créditos, utilizáveis pelo prazo de 36 meses.

Em 01 de março de 2016, entrou em vigor a Resolução Normativa 687, atualizando a Resolução 482 da ANEEL. As principais foram o aumento no prazo para uso dos créditos energéticos (de 36 para 60 meses); redução no período para a aprovação do sistema fotovoltaico junto à concessionária (de 82 para 34 dias) e a potência limite para micro e minigeração distribuída também foram alterados: a potência máxima permitida para a microgeração passa de até 100 kW para 75 kW; e para a minigeração, o intervalo passa de 100 kW a 1 MW para 75 kW a 5 MW. Isto é, o limite para ser considerado um sistema de minigeração aumentou 400%, aumentando o potencial de consumidores enquadrados na referida norma (SANTANA).

---

<sup>11</sup>

[https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20050323\\_not059\\_05](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/20050323_not059_05)

<sup>12</sup> <https://blog.bluesol.com.br/resolucao-482-da-aneel-guia-completo/>



Contudo, a própria resolução 687 previa para o ano de 2019 um procedimento de avaliação/revisão das regras pela agência reguladora. Desse modo, a ANEEL, em outubro deste ano (2019), realizou a abertura de consulta pública para receber contribuições à proposta de revisão das regras aplicáveis à micro e mini geração distribuída, já tendo sido realizada audiência pública na sede da Agência em Brasília, no dia 7/11/2019. Aneel considera que o setor já está suficientemente maduro para a retirada dos subsídios atualmente concedidos aos usuários da energia fotovoltaica.

#### **ANEEL: Alterações em debate**

Na regra atual, quando a compensação de energia se dá na baixa tensão, quem possui geração distribuída (GD) deixa de pagar todas as componentes da tarifa de fornecimento sobre a parcela de energia consumida que é compensada pela energia injetada.

As alterações ao sistema de compensação propostas equilibram a regra para que os custos referentes ao uso da rede de distribuição e os encargos sejam pagos pelos consumidores que possuem geração distribuída. Isso vai permitir que a modalidade se desenvolva ainda mais e de forma sustentável, sem impactar a tarifa de energia dos consumidores que não possuem o sistema.

O diretor relator do processo, Rodrigo Limp, destacou que a medida permitirá o avanço responsável da modalidade geração distribuída, que permanece atrativa, sem gerar passivos para os demais consumidores. “A proposta em consulta reconhece que a geração distribuída veio para ficar, que a modalidade está crescendo exponencialmente e alcançou a maturidade, portanto, é tempo de revisarmos o normativo para mais adiante não termos um efeito colateral negativo ao sistema elétrico”, completou o diretor.

A proposta em debate prevê um período de transição para as alterações. Os consumidores que possuem o sistema de mini e microgeração permanecem com o faturamento da regra em vigor até o ano de 2030. Os consumidores que realizarem o pedido da instalação de geração distribuída após a publicação da norma (prevista para 2020), passam a pagar o custo da rede (TUSD Fio B e Fio A\*). Em 2030, ou quando atingido uma quantidade de GD pré-determinada em cada distribuidora, esses consumidores passam a compensar a componente de energia da Tarifa de Energia (TE), e pagam além dos custos de rede, os encargos.

No caso da geração remota, a proposta prevê dois cenários. Os consumidores que já possuem GD continuam com as regras atualmente vigentes até o final de 2030. E os novos pedidos de acesso após a publicação da norma, prevista para 2020, passam a pagar custos de rede e encargos, também compensando a componente de energia da Tarifa de Energia.

Para a definição da proposta, a Agência realizou diversos estudos de cenários e consultas de mercado para garantir que a alteração não afetasse o desenvolvimento da tecnologia. Além disso, foi realizada audiência pública sobre a análise de impacto regulatório no período de 24/1/2019 a 9/5/2019 com audiências presenciais em três capitais: Brasília, Fortaleza e São Paulo. Foram recebidas 272 contribuições documentais nessa fase da audiência pública, e 106 exposições nas sessões presenciais.

Os estudos realizados pela Agência e as contribuições recebidas indicam que, mesmo com a alteração do regulamento, o retorno do investimento em geração distribuída continua muito

atrativo. Caso o consumidor desejasse gerar sem conexão com a rede (off grid) o investimento com baterias e sua manutenção chegaria a R\$240.500,00, valores estimados. Cerca de 9 vezes mais caro do que se atuar conectado à rede de distribuição.

[https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset\\_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/revisao-das-regras-de-geracao-distribuida-entra-em-consulta-publica/656877](https://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao/-/asset_publisher/XGPXSqdMFHrE/content/revisao-das-regras-de-geracao-distribuida-entra-em-consulta-publica/656877)

Enquanto o debate segue acirrado entre os defensores da mudança proposta pela ANEEL e os que defendem a permanência das condições atuais (no qual o consumidor pode descontar da sua tarifa 100% da energia injetada no sistema), alguns especialistas indicam a necessidade de se buscar um caminho intermediário, como sintetizou Sami Grynwald<sup>13</sup>:

“Há seis alternativas em debate para revisão da norma. A alternativa 0 considera a manutenção do cenário atual e vem sendo defendida por associações setoriais ligadas à geração distribuída. A alternativa 1 propõe uma taxa de 28% por kWh para remuneração do fio, o equivalente à Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD-Fio B). A alternativa 2 propõe a taxa de 34%, o equivalente à TUSD-Fio B e à TUSD-Fio A – esta última relativa aos serviços de transmissão. A alternativa 3 abrange tarifas e encargos, chegando a 41% de desconto do kWh. A alternativa 4 inclui também o desconto pelas perdas que ocorrem no processo – perdas essas que a própria GED contribui para reduzir – e chega a 49%. Finalmente, na alternativa 5, o consumidor pagaria por todos os componentes da tarifa, exceto a parcela referente à compra de energia; o desconto, nesse caso, chega a 63%, e o consumidor que investiu em um sistema próprio de geração poderia compensar apenas 37% da energia injetada na rede”<sup>14</sup>.

### 3. CONTEXTO INTERNACIONAL

#### Energia solar fotovoltaica

A China possui a maior capacidade instalada de energia fotovoltaica (176,1 GW), quase três vezes superior à americana, segundo colocado (Tabela 1). Apenas em 2018, a China ampliou em 45 GW a sua capacidade instalada; um aumento de 34%. No entanto, a produção de energia a partir de amplas fazendas solares, distantes dos grandes centros consumidores, utilizando linhas de transmissão com tecnologias menos avançadas resulta em um baixo índice

<sup>13</sup> Diretor de Novos Negócios da Thymos Energia.

<sup>14</sup> Valor Econômico, 15/10/2019. <https://valor.globo.com/opinia0/coluna/por-um-lugar-ao-sol.ghtml>

de aproveitamento: apenas 14% dessa capacidade é realmente convertida em energia de fato utilizada<sup>15</sup>.

De acordo com Jeffrey Ball<sup>16</sup>, do Centro de Políticas Energéticas e Finanças da Universidade Stanford (EUA), em entrevista à BBC, a China já tentou resolver o problema desenvolvendo linhas de transmissão com tecnologia mais avançada, com linhas diretas de alta capacidade - mas a construção dessas linhas está ocorrendo em ritmo lento.

**Tabela 1: Capacidade instalada de energia solar, por país (2018).**

País	Capacidade instalada (GW)
China	176,1
Estados Unidos	62,2
Japão	56,0
Alemanha	45,4
Índia	32,9
Itália	20,1
Reino Unido	13,0
Austrália	11,3
França	9,0
Coréia do Sul	7,9

**Tabela 2: Acréscimo de capacidade instalada, por país (em 2018.)**

País	Acréscimo de capacidade instalada no ano de 2018 (GW)
China	45,0
Índia	10,8
Estados Unidos	10,6
Japão	6,5
Austrália	3,8
Alemanha	3,0
México	2,7
Coréia do Sul	2,0
Turquia	1,6
Holanda	1,3

## Energia Hidrelétrica

O Brasil é o segundo país com maior capacidade hidrelétrica instalada. A **Imagem 1** apresenta um ranking dos maiores países com capacidade instalada, e o intervalo de valor dessa capacidade. A China, líder mundial em energias renováveis, possui a maior capacidade instalada em geração de energia hidrelétrica.

<sup>15</sup> BBC News Brasil, 14/10/2018. <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-45766319>

<sup>16</sup> Stanford Law School. <https://law.stanford.edu/directory/jeffrey-ball/>

**Imagem 1: Ranking de capacidade hidrelétrica instalada (2016).**



Fonte: <https://www.dw.com/pt-br/mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas-podem-acabar-com-hidrel%C3%A9tricas/a-42806887>

A energia hidrelétrica responde por cerca de 70% da produção de energia renovável e por mais de 15% do total de energia elétrica gerada no mundo. No entanto, mudanças no regime de chuvas, com períodos prolongados de seca, têm provocado a redução da produção de energia elétrica gerada por essa fonte, muitas vezes substituída por usinas térmicas movidas a gás, um combustível fóssil, aumentando a emissão de CO<sub>2</sub>. Em decorrência dessa circunstância, é questionável a possibilidade de ampliação em ritmo acelerado da capacidade instalada de energia hidrelétrica no mundo<sup>17</sup>.

## Biomassa

As crises do petróleo nos anos 1970 trouxeram a preocupação com a necessidade de diversificação da matriz energética em diversos países, não apenas para a geração de energia elétrica especificamente, mas para a utilização dessa energia de outras formas: como o Pró-álcool, no Brasil, por exemplo, utilizado como combustível de automóveis.

Desse modo, a biomassa é considerada uma das principais fontes alternativas às fontes de combustíveis fósseis, no Brasil e no mundo. Destaque-se que as indústrias de celulose e do setor sucroalcooleiro têm tradição mundial em utilização dos resíduos produtivos para a geração de energia elétrica<sup>18</sup>. Como será demonstrado adiante, o Espírito Santo apresenta exemplos desse processo de reaproveitamento de insumos de produção para a geração de energia elétrica.

<sup>17</sup> <https://www.dw.com/pt-br/mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas-podem-acabar-com-hidrel%C3%A9tricas/a-42806887>

<sup>18</sup> <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/gaseif/gaseif.html>

#### 4. MERCADO NACIONAL

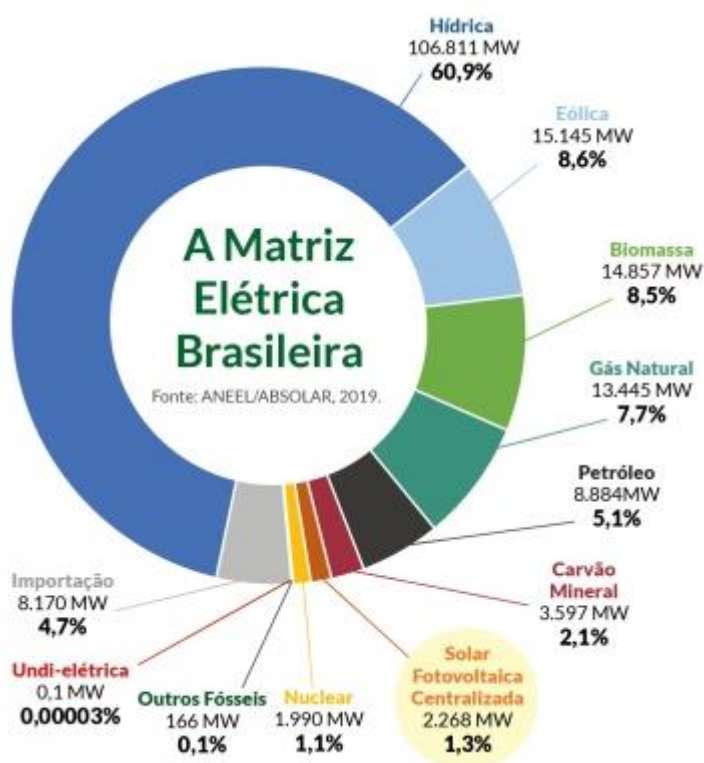
Conforme apresentado no **Gráfico 2** (página seguinte), no Brasil, ainda há ampla predominância da geração de energia por meio de hidrelétricas e de usinas térmicas (movidas a gás natural). Como demonstrado anteriormente (**Gráfico 1**, pg. 3), a participação somada da energia eólica, solar, de biomassa e PCH's passou de 1% em 2001 para 17% em 2016, e alcançou 22,4% em 2019.

A crise energética de 2001 – quando em função de uma prolongada seca, e a consequente redução dos níveis de água nos reservatórios das hidrelétricas, houve um risco iminente de necessidade de um racionamento de energia elétrica – foi um importante catalisador dos investimentos na diversificação das fontes de energia. A princípio, foi ampliada a participação da energia térmica (gás natural), como forma de reduzir o risco de instabilidade no fornecimento de energia elétrica decorrente de eventos climáticos. Embora seja uma fonte não renovável, as térmicas a gás, desempenham a função de garantir estabilidade ao sistema elétrico.

Em 2002, foi instituído o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA (detalhado anteriormente), ainda no contexto da crise de escassez de energia elétrica iniciada 2001. O programa além de criar uma mercado para a oferta de energia de fontes renováveis, contribuiu para a implantação de fornecedores de suprimentos à indústria de energia renovável.

ESPOSITO destaca que a crescente participação de fontes renováveis induz, concomitantemente, a uma maior participação relativa das térmicas na estrutura da oferta de energia, dada a característica intermitente das fontes solar e eólica, ou “eventual deplecionamento dos reservatórios das hidrelétricas”. Desse modo, a crescente utilização de fontes renováveis alternativas, tende a ser acompanhada de uma maior participação das térmicas na oferta de energia.

**Gráfico 2: Matriz elétrica brasileira (MW, por fonte), 2019.**



## 5. MERCADO CAPIXABA

A principal fonte de geração de energia elétrica no Espírito Santo é a termelétrica, com 64,46% de participação, seguida pelas Usinas Hidrelétricas (19,04%) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (14,97%). Note-se que diferentemente do cenário nacional, predomina no estado a fonte termelétrica, ainda que a produção de energia por meio de hidrelétricas e PCH's tenha uma participação conjunta relevante (34%).

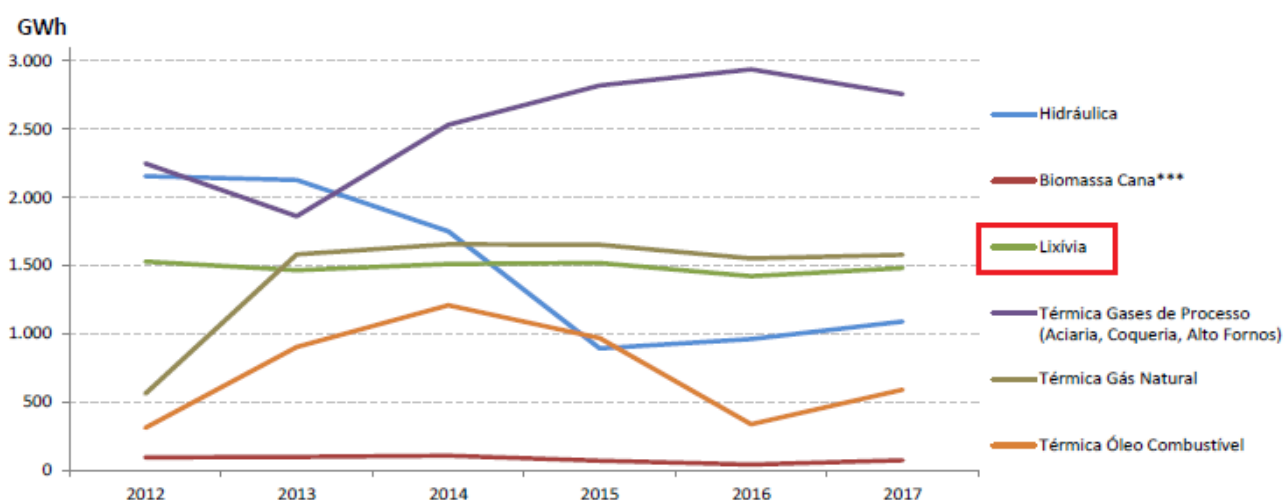
O **Gráfico 3** detalha a composição das fontes da matriz energética do Espírito Santo. É possível verificar, por exemplo a relevância dos processos de reutilização dos resíduos da produção de celulose na obtenção de energia elétrica, utilizada no seu próprio processo de fabricação (no Gráfico 3, a energia gerada por esses resíduos é indentificada com o nome de Lixívia, um resíduo líquido proveniente do digestor após o processo de cozimento da madeira). As unidades de produção da Suzano Celulose (antiga Aracruz Celulose/Fibria) no estado são autossuficientes em geração de energia elétrica, gerando ainda um excedente comercializado.

**Tabela 3: Capacidade instalada no Espírito Santo (agosto/2019).**

GERAÇÃO DOMÉSTICA	POTÊNCIA (MW)	%
8 UTEs (> 5MW) - Usinas Termelétricas*	1.025,3	62,31%
27 UTEs (< 5MW) - Usinas Termelétricas**	35,3	2,15%
04 UHEs - Usinas Hidrelétricas	313,3	19,04%
14 PCHs - Pequenas Centrais Hidrelétricas	246,4	14,97%
06 CGHs - Centrais Geradoras Hidrelétricas	1,9	0,11%
2.429 UFVs - Geradora Solar Fotovoltaica	23,3	1,42%
<b>TOTAL (2488 Empreendimentos)</b>	<b>1.645,5</b>	<b>100%</b>

Fonte: Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo – ARSP.

**Gráfico 3: Geração de energia elétrica (GW), por fonte, no ES.**



Fonte: Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo – ARSP.

O **Gráfico 4** apresenta a capacidade de geração de energia elétrica no Espírito Santo, de 2008 a outubro de 2019, por tipo de fonte. É possível observar que a última alteração significativa da capacidade instalada ocorreu em 2010, com o acréscimo de 379 MW decorrentes do início das operações das TEVISA (Termelétrica Viana S.A.). Operando em sua capacidade nominal, a usina gera cerca de 15% da energia distribuída no Estado<sup>19</sup>.

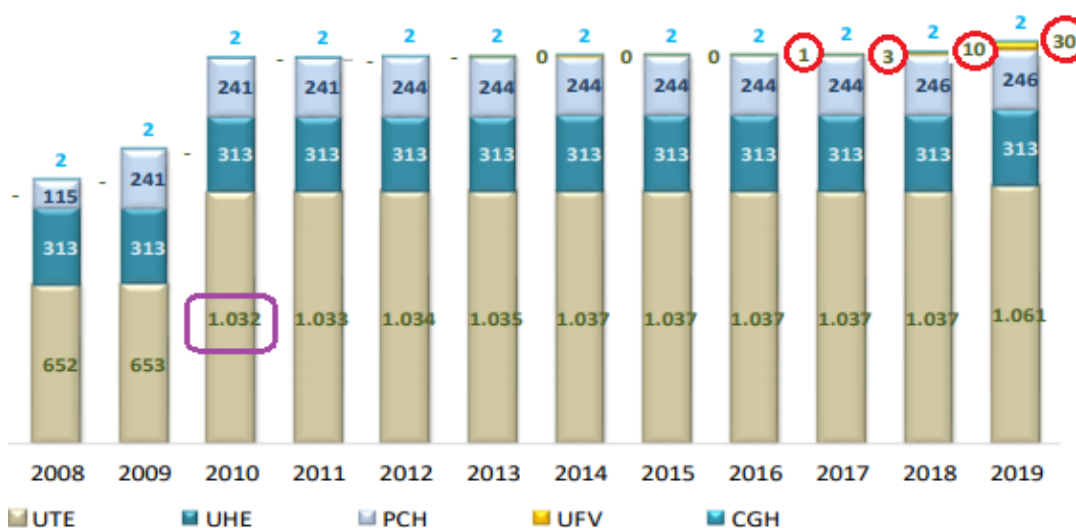
Outro destaque é a evolução recente das unidades de geração fotovoltaicas. Embora ainda pouco relevante em termos de participação, essa modalidade de geração de energia tem mais do que dobrado sua capacidade instalada anualmente, desde 2016. Partindo de 1MW em 2016 para 30MW em outubro de 2019. Ressalte-se que apenas nos meses setembro e outubro de 2019 foram adicionados 7MW de capacidade com essa fonte. A expectativa de alteração das regras de subsídio à geração fotovoltaica (citados anteriormente neste estudo), que não impactariam de imediato as instalações já realizadas regularmente, tem funcionado como estímulo acelerador desses investimentos<sup>20</sup>.

<sup>19</sup> <http://www.tevisa.com.br/a-usina/>

<sup>20</sup> <https://www.dci.com.br/neg%C3%B3cios/temor-por-novas-regras-impulsiona-investimento-em-gerac-o-distribuida-1.823103>



Gráfico 4: Capacidade instalada de energia elétrica (MW), por fonte, no ES.

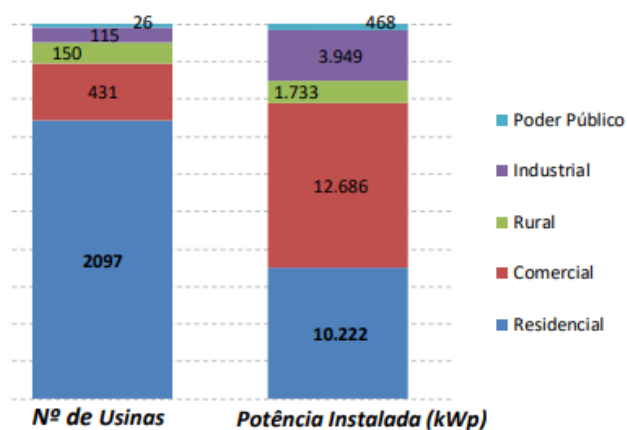


Fonte: Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo – ARSP.

Detalhando-se a composição da capacidade instalada de geração solar fotovoltaica, verifica-se que o maior número de instalações (ou número de usinas, para usar o termo técnico) é de unidades residenciais, contudo a capacidade instalada se concentra em unidades comerciais (Gráfico 5, pg 15).

Gráfico 5: Nº de usinas e potência instalada no ES (energia solar fotovoltaica).

#### Distribuição por Classe de Consumo



Fonte: Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo – ARSP.

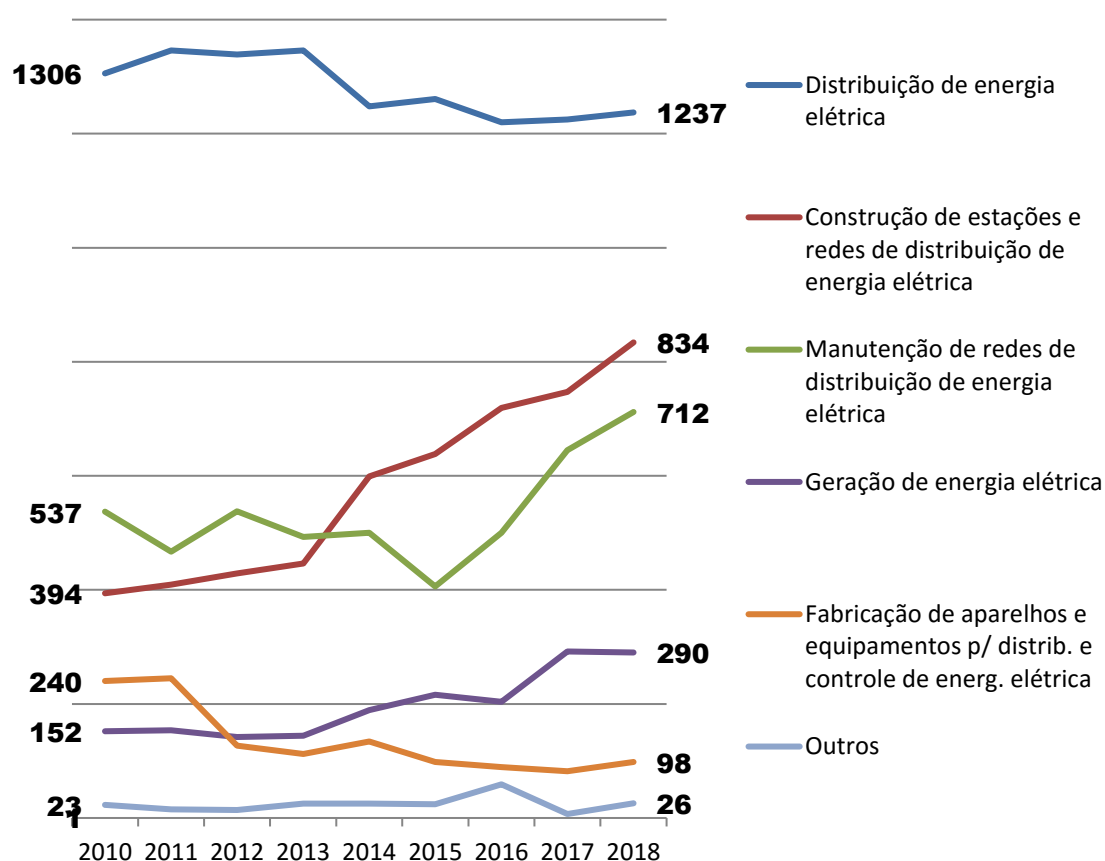
### 5.1. PRODUÇÃO E EMPREGO

Os dados do Ministério da Economia oferecem informações de número de empregados do setor de energia até o nível de subclasse econômica. No entanto, mesmo no menor nível de agregação, não é possível diferenciar os setores de energia renovável. Desse modo, serão apresentadas informações referentes a número de empregados do setor de energia, sem diferenciação entre setores de energia renovável e não-renovável.



Tendo por base o ano de 2010 e a evolução do número de empregados anualmente até 2018, é possível observar um crescimento de cerca de 20%, passando de 2.652 para 3.197 empregados. As principais subclasses de atividade econômica a apresentarem crescimento no número de empregados foram: “Construção de estações e redes de distribuição de energia elétrica”(112%); “Geração de energia elétrica”(91%) e “Manutenção de redes de distribuição de energia elétrica”(33%). Enquanto a maior redução ocorreu na subclasse de “Fabricação de aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica”(-59%).

**Gráfico 6: Nº de empregados por subclasse de atividade econômica, setor de energia.**



## 5.2. PRINCIPAIS EMPRESAS NO ES

### Energia solar fotovoltaica

As empresas capixabas fornecedoras de equipamentos para a instalação de painéis solares/fotovoltaicos e elaboração de projetos estão localizadas, com ampla predominância, na região metropolitana da Grande Vitória (RMGV). Listamos 16 empresas que oferecem elaboração de projeto, venda dos equipamentos e instalação<sup>21</sup> (ver Tabela 4).

### Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH)

<sup>21</sup> Pesquisa realizada no Google.

De acordo com o documento “Aproveitamentos Hidrelétricos: Espírito Santo”, de 2017, elaborado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o estado possui 16 PCHS em operação e 3 estão com outorga aprovada mas com obras ainda não iniciadas (Tabela 5, pg 21).

Em novembro de 2018, a EDP Escelsa vendeu 8 Pequenas Centrais Hidrelétricas localizadas no estado para a empresa estatal norueguesa de energia Statkraft, por R\$ 704 milhões. A EDP alegou pretender, no segmento de geração, concentrar o portfólio da companhia em usinas de médio porte: atualmente seis usinas hidrelétricas e uma termoelétrica <sup>22</sup> (ver Tabela 5).

## Biomassa

Conforme já mencionado, a unidade da Suzano Celulose, em Aracruz, é a principal produtora capixaba de energia por meio de biomassa. A produção de energia na Suzano é feita por meio de dois diferentes processos: 1) toras de eucalipto são queimadas na caldeira de biomassa, produzindo vapor que aciona turbinas e gera energia e 2) no outro processo, a madeira picada é cozida no digestor, separando os componentes lignina (que é a substância que une as fibras da madeira) e a celulose. Desse processo resulta uma substância chamada licor negro, que é queimado na caldeira de recuperação e gera vapor e energia.<sup>23</sup>

Na **Imagem 2** é possível verificar a existência de sete usinas de geração de energia elétrica a partir de biomassa no Espírito Santo, duas utilizam resíduos da produção de celulose e cinco usam os resíduos do setor sucroalcooleiro.

**Imagem 2: Usinas de biomassa em operação no Espírito Santo.**







Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

<sup>22</sup> <https://moneytimes.com.br/edp-brasil-vende-pch-para-energias-renovaveis-por-r-704-mi-aco-es-tem-leve-alta/>

<sup>23</sup> <http://g1.globo.com/espirito-santo/especial-publicitario/fibria/noticia/2015/12/fibria-produz-energia-renovavel-para-abastecer-suas-fabricas.html>

**Tabela 4: Empresas fornecedoras de projetos, equipamentos e instalação de geradores fotovoltaicos no Espírito Santo.**

	<b>Empresa</b>	<b>Atuação</b>	<b>Endereço</b>	<b>Telefone</b>	<b>email</b>
	Vixsolar Construções e Eficiência Energetica Ltda	Desde estudos de viabilidade e desenvolvimento de projetos até engenharia, construção, monitoramento, comissionamento e obtenção de autorizações administrativas necessárias.	Centro Empresarial Shopping Mestre Álvaro - Sala 509 - Torre B, Serra – ES.	(27) 99640-3015	contato@vixsolar.com.br
	Solar Experts	Análise de viabilidade técnica e financeira; projeto; instalação e monitoramento dos produtos instalados.	v. Manuel Nunes do Amaral Pereira, 50 - Jardim Camburi, Vitória-ES CEP: 29090-690	(27) 3207-4741 (27) 98892-0805	contato@solarexperts.com.br
	Kane Energia Solar	Prospecção de áreas com potencial energético solar; Estudos de viabilidade física e financeira; Projetos e Execução completa de usinas de energia solar; Aprovação junto a concessionárias; Execução de infraestrutura civil para adequar da melhor maneira a implantação de tais sistemas de geração de energia; Monitoramento remoto das usinas; Operação e Manutenção para melhor eficiência das usinas; Consultoria em eficiência energética para edifícios comerciais e residenciais; Obras civis, de instalações e de automação predial e residencial.	Jardim da Penha - Vitória, ES CEP: 29060-455	(27) 3025-1200 (21) 96504-6476	kane@kane.solar
	Solvix Energia Solar	Projetos e equipamentos.	Ed Corporate Center - Sl. AT-803; Av. Reta da Penha, 1495 - Sta Lucia, Vitória - ES	(27) 3029-3689	solvix@solvix.com.br

	Empresa	Atuação	Endereço	Telefone	email
	MKS Solar	Venda, projeto e instalação de sistema solar fotovoltaico para residências, empresas, indústrias, comércios e fazendas. Limpeza e manutenção preventiva e reparadora de sistemas e usinas solares fotovoltaicas.	R. Domingos Póvoa Lemos, casa 256 - Jardim Camburi, Vitória - ES, 29090-080.	(27) 99274 9411	contato@mkssolar.com.br
	BVK Energia Solar	Venda de equipamentos de energia fotovoltaica.	Av. João Francisco Gonçalves, 149 - Cobilândia, Vila Velha - ES, CEP 29111-300	(27) 3063-3033 (27) 99963-6767	
	Essolar Empreendimentos Renováveis	Projetos de mini e microgeração distribuída de energia elétrica a partir da utilização de fontes renováveis, em regime de empreitada global com o fornecimento de materiais, bem como realizar a prestação de serviços de administração, manutenção e operação dos empreendimentos e prover consultoria técnica especializada na área de geração de energia alternativa.	Rua Abail do Amaral Carneiro, 191, sala 906, Ed. Arábica, Enseada do Suá, Vitória/ES, CEP: 29050-909	(27) 3022-2121	essolar@essolar.com.br
	DCN Energia Solar	Projeto, venda e instalação de equipamentos.	R. Getúlio Vargas, 18 - Rosa da Penha, Cariacica - ES, 29143-300	(27) 99991-6770	
	PowerSun Energia Solar	Venda, projetos, instalações e manutenção de sistemas fotovoltaicos.	R. Mahatma Gandhi, 29 - Santa Inês, Vila Velha - ES, 29108-060	(27) 3056-1164 (27) 99891-1810	contato@powersun.com.br
	SolarMaxxi Energia Solar	Venda de equipamentos de energia fotovoltaica.	Ed. Center Glória Shopping - R. Dom Pedro II, 549 - Glória, Vila Velha - ES, 29122-305	(27) 3033 5745 (27) 98141 6956	contato@solarmaxxi.com.br

	Empresa	Atuação	Endereço	Telefone	email
	A&G Solar	Desenvolve e executa projetos de energia solar com sistemas fotovoltaicos.	Ed. The Point - R. Moema, 25 - Divino Espírito Santo, Vila Velha - ES, 29107-250	(27) 3073-6221	engenharia@aege engenharia.com
	Solarix Energia Solar	Venda e instalação de equipamentos.	Rua Alan Kardec, 465 - Divino Espírito Santo - Vila Velha - ES	(27) 3204-9220	contato@solarix.e co.br
	Grunner Energia	Instalações e obras na área de energia solar fotovoltaica	Rua Milton Caldeira, 532 - Itapuã, Vila Velha - Espírito Santo	(27) 3329-5599 (27) 98828-6594 (27) 98157-0018	contato@grunner. com.br
	Vitória Solar	Estudo de estimativas de consumo e geração de energia; consultoria para financiamento bancário; projeto; registro de formulários e documentos na concessionária de energia; venda e instalação dos equipamentos fotovoltaicos.	Rua Gonçalves Ledo, 01, Cristóvão Colombo, 29106-340, Vila Velha, ES.	27 3061-7901 27 99638-4900	vendas@vitoriasol ar.com.br
	Eletrosun	Atua no desenvolvimento, no projeto, na execução e na manutenção preventiva pós-venda.	Av. Expedito Garcia, 99 - loja 22 - Campo Grande, Cariacica - ES, 29146-050	27 2141-5723 27 99518-1739	contato@eletrosu n.com.br
	Cabrele Solar	Venda, projeto e instalação de sistemas fotovoltaicos.	Rua Manoel da Silva, 291 Sala 201 - Tabuazeiro - Vitória/ES Cep 29043-471	27 3322-5374	comercial@cabrel esolar.com.br

**Tabela 5: Pequenas Centrais Hidrelétricas no Espírito Santo.**

Nº	Tipo	Nome da Usina	Potência (MW)	Fase	Rio	Localização
1	PCH	Marechal Floriano	26,10	Construção não iniciada	Jucu	Domingos Martins/ES-Sudeste, Marechal Floriano/ES-Sudeste
2	PCH	Timbui Seco	10,00	Construção não iniciada	Santa Maria	Santa Leopoldina/ES-Sudeste, Santa Maria de Jetibá/ES-Sudeste
3	PCH	São Luiz	10,50	Construção não iniciada	Guandu	Laranja da Terra/ES-Sudeste
4	UHE	Fumaça	8,00	Construção não iniciada	Braço Norte Direito	Alegre/ES-Sudeste
5	PCH	Alegre	2,06	Operação	Ribeirão Alegre	Alegre/ES-Sudeste
6	PCH	Viçosa (Antiga Bicame)	4,50	Operação	Castelo	Conceição do Castelo/ES-Sudeste
7	PCH	Franca Amaral	4,50	Operação	Itabapoana	São José do Calçado/ES-Sudeste, Bom Jesus do Itabapoana/RJ-Sudeste
8	PCH	Fruteiras	8,74	Operação	Fruteiras	Cachoeiro de Itapemirim/ES-Sudeste
9	PCH	Jucu	4,84	Operação	Jucu	Domingos Martins/ES-Sudeste
10	PCH	Rio Bonito	22,50	Operação	Santa Maria	Santa Maria de Jetibá/ES-Sudeste
11	PCH	São João	25,00	Operação	Castelo	Castelo/ES-Sudeste, Conceição do Castelo/ES-Sudeste
12	PCH	Fumaça IV	4,50	Operação	Preto	Dores do Rio Preto/ES-Sudeste, Caiana/MG-Sudeste
13	PCH	Calheiros	19,00	Operação	Itabapoana	São José do Calçado/ES-Sudeste, Bom Jesus do Itabapoana/RJ-Sudeste
14	PCH	São Joaquim	21,00	Operação	Benevente	Alfredo Chaves/ES-Sudeste
15	PCH	São Simão	27,42	Operação	Itapemirim	Alegre/ES-Sudeste
16	PCH	Francisco Gross (Antiga Santa Fé)	29,00	Operação	Itapemirim	Alegre/ES-Sudeste
17	PCH	Pirapetinga	20,00	Operação	Itabapoana	São José do Calçado/ES-Sudeste, Bom Jesus do Itabapoana/RJ-Sudeste
18	PCH	Pedra do Garrafão	19,00	Operação	Itabapoana	Mimoso do Sul/ES-Sudeste, Campos dos Goytacazes/RJ-Sudeste
19	PCH	São Pedro	30,00	Operação	Jucu	Domingos Martins/ES-Sudeste
20	PCH	Ilha da Luz	3,80	Operação	Itapemirim	Itapemirim/ES-Sudeste

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL),

<https://www.aneel.gov.br/documents/655808/0/CADERNO+ESP%C3%8Drito+SANTO+09.03.2017/212fe8df-94dd-8284-6ce1-d3e16b63925d>

### 5.3. GARGALOS

As crescentes preocupações ambientais têm levado a questionamentos à instalação de usinas hidrelétricas que utilizam grandes reservatórios de água. Essa preocupação decorre dos impactos indiretos da geração de energia por meio de hidrelétricas: apodrecimento da madeira das árvores cobertas pelo alagamento da área; a instalação do reservatório muitas vezes causa o desaparecimento de espécies ou a mudança de animais para áreas distantes do seu *habitat* natural. Além do impacto social ocasionado pela necessidade de remoção de, às vezes, milhares de pessoas.

Em relação à energia fotovoltaica, um aspecto ainda pouco abordado a respeito dos painéis solares está relacionado ao destino desse material após o seu tempo de vida útil (cerca de 30 anos). Considerando-se que esses equipamentos possuem substâncias químicas potencialmente prejudiciais (ácido sulfúrico, por exemplo), o seu processo de reciclagem pode ser problemático, enquanto ainda não há uma estratégia definida sobre como lidar com esses resíduos. O especialista em energia e meio ambiente, Jeffrey Ball, adverte que a “China deve deparar com um repentino aumento do lixo da energia solar a partir de 2040”<sup>24</sup>. Embora menos complexo do que os resíduos gerados pela produção de energia nuclear, por exemplo, o tratamento adequado dos materiais descartados da produção fotovoltaica será um “desafio a ser superado para garantir que a energia solar em larga escala de fato seja uma tecnologia verde”.

<sup>24</sup> <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-45766319>

Além dos aspectos ambientais, a continuidade do ritmo de desenvolvimento do setor fotovoltaico, no Brasil, pode ser comprometido pelas alterações propostas pela ANEEL para a regulamentação do setor (conforme detalhado anteriormente neste estudo).

#### 5.4. OPORTUNIDADES

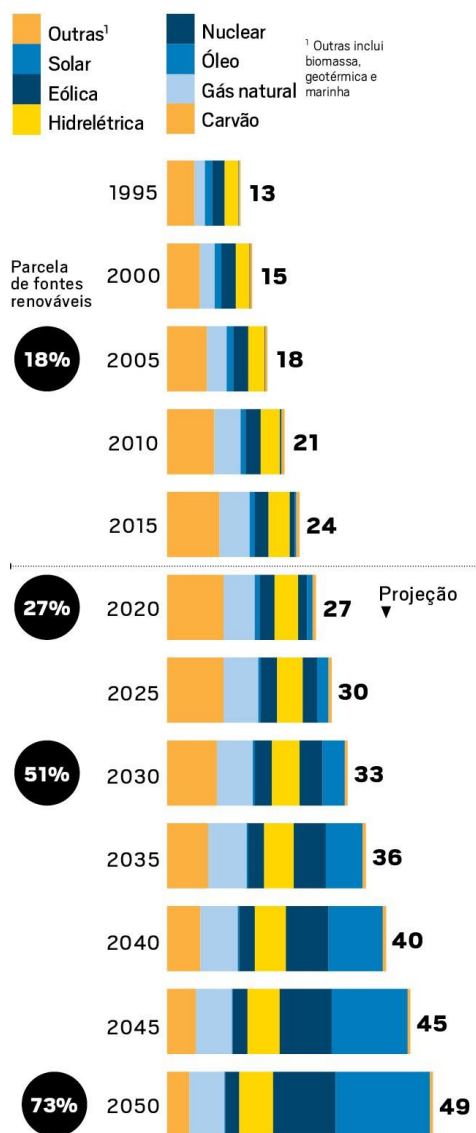
A perspectiva de avanço na utilização de fontes renováveis alternativas para a geração de energia elétrica no decorrer das próximas décadas gera um ambiente propício para o investimento no setor, tanto na geração quanto no fornecimento de equipamentos e mão-de-obra qualificada para o atendimento a essa demanda.

#### Gráfico 7: Fontes de energia no mundo, estimativas até 2050

##### A ENERGIA "ALTERNATIVA"

##### VIRA PRINCIPAL EM 2035

EM MILHARES DE TERAWATTS/HORA (TWH)



Fonte: McKinsey Energy Insights' Global Energy Perspective, January 2019

Em 2035, de acordo com a consultoria britânica Wood Mackenzie, prevê-se o ponto de virada nas condições de mercado, tornando as fontes limpas a opção economicamente mais vantajosa para qualquer tipo de projeto (seja em transporte, construção, indústria ou comércio)<sup>25</sup>.

Considerando-se os níveis ainda relativamente baixos de utilização de energias renováveis alternativas na matriz energética brasileira, há um hiato de oferta a ser preenchido por essas novas fontes.

Em termos locais, há uma ampla leque de empresas fornecedoras de soluções para instalação de painéis fotovoltaicos em empresas e residências (ver Tabela 4, pg 18), a rápida evolução da capacidade instalada dessa fonte indica um potencial de crescimento elevado, ainda a depender da existência de regulamentação favorável.

A ANEEL por meio do documento “Aproveitamentos Hidrelétricos ES”<sup>26</sup> apresenta uma lista com todas as PCHs que estão em estudo para implantação ou eixo disponível (eixo disponível é aquele empreendimento identificado em um inventário hidrelétrico aprovado para qualquer interessado realizar o seu estudo). Conforme pode ser verificado a partir da Tabela 6, o potencial desses possíveis empreendimentos é de 350 MW, enquanto o potencial já instalado atualmente no ES é de 300 MW.

---

<sup>25</sup> Revista Época, 12/07/2019:

<https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwiU-emR6brmAhVLLlkGHc27Bp0Qjhx6BAGBEAI&url=https%3A%2F%2Fepocanegocios.globo.com%2FTecnologia%2Fnoticia%2F2019%2F07%2Fate-2030-fontes-de-energia-limpa-devem-substituir-fosseis.html&psig=AOvVaw3LLjiGQeF1oKjnQBKbDzeW&ust=1576608038627900>

<sup>26</sup> ANEEL, 09/03/2017:

<https://www.aneel.gov.br/documents/655808/0/CADERNO+ESP%C3%8DRITO+SANTO+09.03.2017/212fe8df-94dd-8284-6ce1-d3e16b63925d>



**Tabela 6: Potencial de aproveitamento hidrelétrico no Espírito Santo.**

Nº	Tipo	Empreendimento	Potencia (MW)	Curso D'água	UF	Status
1	PCH	Alto Santa Maria	5,20	Santa Maria	ES	BXO DISPONÍVEL
2	PCH	Bom Jesus	8,00	Itabapoana	ES/RJ	DRS
3	PCH	Brás Pires	5,00	Xopotó	ES/MG	BXO DISPONÍVEL
4	PCH	Cabeça de Boi	10,00	do Tanque	ES/MG	BXO DISPONÍVEL
5	PCH	Cachoeira Alegre	7,50	Casca	ES/MG	BXO DISPONÍVEL
6	PCH	Cachoeira da Fumaça	18,00	Itapemirim	ES	BXO DISPONÍVEL
7	PCH	Cachoeira Grande	4,20	São Mateus Braço Norte	ES	BXO DISPONÍVEL
8	UHE	Gpotânea	7,50	Xopotó	ES/MG	BXO DISPONÍVEL
9	PCH	Corredeira do Jacaré	11,50	Casca	ES/MG	BXO DISPONÍVEL
10	PCH	Córrego Alto	6,00	Frutelas	ES	DRS
11	PCH	Cotaxé	3,40	São Mateus Braço Norte	ES	BXO DISPONÍVEL
12	PCH	Encoberto	8,00	Piranga	ES/MG	BXO DISPONÍVEL
13	PCH	Estrela do Norte	3,60	São Mateus Braço Norte	ES	BXO DISPONÍVEL
14	PCH	Fortaleza	3,80	São Mateus Braço Sul	ES	BXO DISPONÍVEL
15	PCH	Fortaleza	11,00	Itapemirim	ES	BXO DISPONÍVEL
16	PCH	Imburana	3,40	São Mateus Braço Norte	ES	BXO DISPONÍVEL
17	PCH	Maria Bonita	8,50	Guandú	ES	BXO DISPONÍVEL
18	PCH	Matilde	8,00	Benevente	ES	BXO DISPONÍVEL
19	PCH	Normandes	17,00	Xopotó	ES/MG	BXO DISPONÍVEL
20	PCH	Nossa Senhora das Graças	19,00	Itapemirim	ES	ACEITO
21	PCH	Pedra Mulata	9,00	Jucu Braço Norte	ES	DRS
22	PCH	Pedreira	11,00	Jucu Braço Norte	ES	DRS
23	PCH	Quinze de Novembro	4,20	São Mateus Braço Norte	ES	BXO DISPONÍVEL
24	PCH	Salinho do Itabapoana	5,00	Itabapoana	ES/RJ	PROJETO ENTREGUE
25	PCH	Santa Bárbara	7,00	Jucu Braço Norte	ES	REGISTRO ATIVO
26	PCH	Santa Fé - Derivação	29,00	Itapemirim	ES	BXO DISPONÍVEL
27	PCH	Santa Filomena	8,00	Manhuaçu	ES/MG	BXO DISPONÍVEL
28	PCH	Santa Isabel	14,00	Jucu Braço Norte	ES	BXO DISPONÍVEL
29	PCH	Santa Leopoldina	11,00	Santa Maria	ES	DRS
30	PCH	Santa Lúcia	4,40	São Mateus Braço Norte	ES	BXO DISPONÍVEL
31	PCH	Santa Rita	7,00	Jucu Braço Norte	ES	REGISTRO ATIVO
32	UHE	Santa Rita	8,90	Suaqui Pequeno	ES/MG	BXO DISPONÍVEL
33	UHE	Santa Rosa	10,00	Guandú	ES	BXO DISPONÍVEL
34	PCH	Santa Teresa	14,00	Reis Magos	ES	PROJETO ENTREGUE
35	PCH	São Bento	16,00	Jucu Braço Norte	ES	DRS
36	PCH	São Lucas	5,00	Jucu Braço Norte	ES	BXO DISPONÍVEL
37	PCH	Taquarucu	3,50	Frutelas	ES	BXO DISPONÍVEL
38	PCH	Travessia	4,90	São Mateus Braço Norte	ES	BXO DISPONÍVEL
39	UHE	Turvo	10,00	Turvo Limpo	ES/MG	BXO DISPONÍVEL

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL),

<https://www.aneel.gov.br/documents/655808/0/CADERNO+ESP%C3%8DRI+O+SANTO+09.03.2017/212fe8df-94dd-8284-6ce1-d3e16b63925d>

#### Legenda:

**Aceito:** São os projetos que atendem aos critérios de que trata o artigo 9º da Resolução Normativa nº 343, além de estar compatível com o respectivo estudo de inventário aprovado (conforme art. 10º, da Resolução Normativa nº 343, de 2008);

**DRI-PCH:** Registro de Intenção à Outorga de Autorização;

**DRS-PCH:** Despacho de Registro da Adequabilidade;

**Eixo Disponível:** É aquele empreendimento identificado em um inventário hidrelétrico aprovado para qualquer interessado realizar o seu estudo (DRI-PCH).

## Resíduo da produção de café para produzir energia

O Espírito Santo é o segundo maior produtor de café do Brasil, e casca do café, resíduo da produção, é uma fonte de biomassa utilizável na produção de energia.

Estudos evidenciam o poder calorífero da casca de café em comparação a outras fontes de energia. De acordo com estudo apresentado por DA COSTA et al, dentre cinco fontes de energia comparadas, a casca do café perde apenas para o carvão mineral – única não renovável entre as fontes analisadas; e supera o carvão vegetal (eucalipto), o bagaço de cana-de-açúcar e a palha de cana-de-açúcar.

**Tabela 7: Poder calorífico de alguns combustíveis**

<b>Biomassa</b>	<b>Poder calorífico (kcal/kg)</b>	<b>Autor</b>
Casca de café	4.238	Furtado (2013)
Carvão mineral	8.650	Branco (2014)
Carvão vegetal (Eucalipto)	3.852	Silva (2016)
Bagaço de cana-de-açúcar	3.907	Silva (2016)
Palha de cana-de-açúcar	4.084	Silva (2016)

Fonte: DA COSTA et al

O estudo mencionado calculou a quantidade de casca de café, e das outras biomassas alternativas (em kg) necessária para a operação dos secadores de café em uma propriedade, considerando-se uma utilização diária do equipamento de 8 horas.

**Tabela 8: Quantidade de combustível necessário para operar os secadores.**

<b>Combustível</b>	<b>Quantidade de combustível (kg/dia)</b>	
	<b>Secador rotacional horizontal</b>	<b>Secador vertical de fluxo cruzado</b>
Casca de café	1.119,95	876,48
Carvão mineral	548,71	429,43
Carvão vegetal (Eucalipto)	1.232,18	964,31
Bagaço de cana-de-açúcar	1.214,83	950,74
Palha de cana-de-açúcar	1.162,18	909,53

Fonte: DA COSTA et al

Dentre os combustíveis analisados, o trabalho de DA COSTA et al foi concluiu que a casca de café apresentou qualitativamente a melhor eficiência energética, devido às características de alto poder calorífico e disponibilidade em grande quantidade no país, além de ser uma fonte renovável de energia.

## Energia solar em empreendimentos comerciais

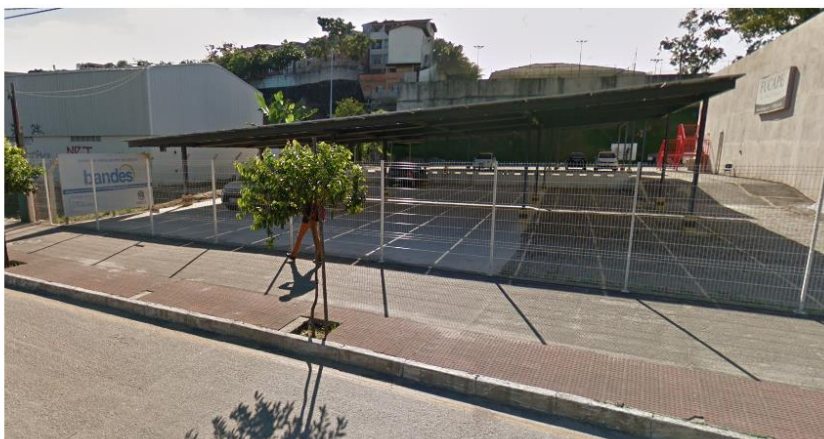
A instalação de painéis fotovoltaicos pode reduzir em até 95% o valor da despesa de energia elétrica na rede hoteleira, um dos principais custos dos hotéis. **O *payback* do investimento em geração de energia por meio de painéis fotovoltaicos tem oscilado entre 4 e 10 anos**<sup>27</sup>. Quanto maior o custo da energia para o empreendimento, menor é o tempo de retorno do investimento inicial.

<sup>27</sup> <https://solarecoenergys.com.br/6-razoes-para-hoteis-investirem-em-energia-solar-fotovoltaica/>

Além do aspecto financeiro, o investimento no uso de energia renovável proporciona um ganho de imagem para as empresas que se utilizam dessas fontes de energia. É possível verificar essa tendência por meio da publicidade realizada pelas próprias empresas em relação à utilização dessas fontes. Recentemente, a Natura “concluiu a instalação do maior conjunto de painéis solares orgânicos do mundo no telhado de um dos prédios de sua sede em Cajamar, na região metropolitana de São Paulo”<sup>28</sup>. Os painéis instalados são do tipo OPV, filme fotovoltaico orgânico, que diferentemente de um painel solar convencional, possui apenas 1,5 milímetro e são feitos de polímeros semicondutores, com uma combinação de cinco camadas de tintas impressas em um filme de plástico PET reciclável.

No Espírito Santo, por exemplo, a faculdade FUCEPE, com financiamento do Bandes, implantou o “Estacionamento Verde”, com tecnologia fotovoltaica, como parte de um projeto de sustentabilidade da instituição. O Projeto FUCEPE 120%, é divulgado no site da instituição de ensino.

**Imagem 3: Estacionamento Verde – Fucepe, avenida Fernando Ferrari, 1358.**



### **Programa BID de eficiência energética**

Conforme apresentado neste trabalho, a energia elétrica é um dos principais custos do processo produtivo das empresas. Em função disso, tem sido um tema recorrente no mercado produtivo brasileiro o debate sobre como reduzir estes custos, principalmente considerando-se que o uso energia participa das diversas fases da cadeia produtiva.

Uma forma direta de redução nos gastos está na implantação de ações de eficiência energética, ou seja, implantação de tecnologias mais inteligentes que permitam a redução do consumo de energia no dia a dia da empresa em todas as suas atividades.

Neste sentido, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) criou uma garantia de crédito conhecida como EEGM, sigla em inglês para Mecanismo Garantidor de Eficiência Energética, para facilitar o acesso das empresas ao financiamento mais barato de projetos na

---

<sup>28</sup> Revista Época, 13/12/2019. “Natura conclui maior instalação de painéis solares orgânicos do mundo”. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Empresa/noticia/2019/12/epoca-negocios-natura-conclui-maior-instalacao-de-paineis-solares-organicos-do-mundo.html>

área. Um convênio entre entidades de financiamento regionais, como no caso do Bandes, mapeou o mercado e formatou um programa para que empresários possam investir em projetos sustentáveis ligados à melhoria da eficiência energética e hídrica e à redução das emissões de gases causadores do efeito estufa.<sup>29</sup>

O “Energy Savings Insurance” (Seguro para Economia de Energia) busca dar maior segurança e confiança ao investidor de projetos de eficiência energética e geração solar distribuída, e contempla as seguintes etapas: (1) é realizada a assinatura de um contrato padrão de desempenho entre cliente e o fornecedor do equipamento, estipulando um nível esperado de economia de energia. (2) O fornecedor contrata um seguro-desempenho que irá cobrir eventuais diferenças de *performance* e ressarcir essa diferença ao cliente. (3) Utilização pela ABNT de metodologias padronizadas de análise de projetos para validação técnica do projeto. O verificador independente irá verificar a instalação, validar a capacidade e arbitrar conflitos.

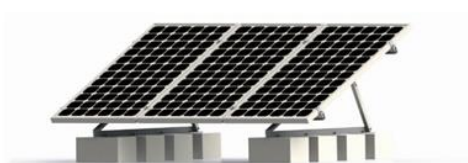
Na Imagem 4, página 30, são apresentadas as tecnologias validadas para o modelo “Energy Savings Insurance” (Seguro para Economia de Energia).

#### **Imagem 4: Tecnologias válidas para o modelo “Energy Savings Insurance” (Seguro para Economia de Energia).**

**Motores de alta eficiência**



**Pré-aquecimento solar**



**Distribuição de ar comprimido**



**Sistemas de cogeração**



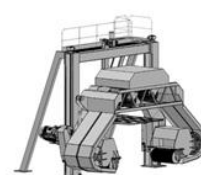
**Sistemas de refrigeração e resfriamento**



**Geradores de vapor e caldeiras eficientes**



**Multifio diamantado**



#### **5.5. HISTÓRICO COM O BANDES**

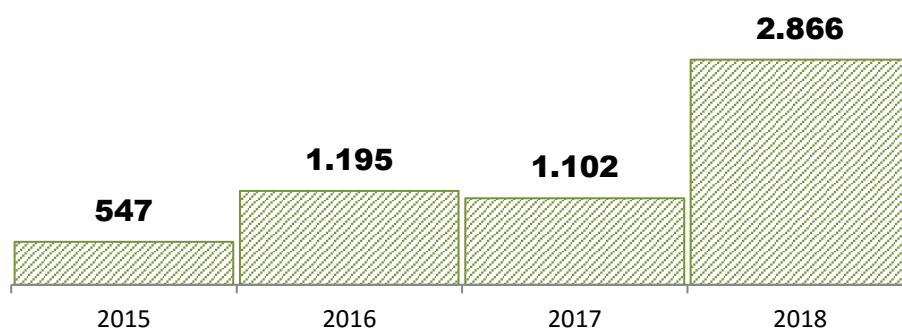
No ano de 2017 o Bandes financiou a construção de uma Pequena Central Hidrelétrica no município de Rio Novo do Sul, tendo liberado uma quantia de R\$ 5,9 milhões para o

<sup>29</sup> Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo – BANDES, <https://www.bandes.com.br/Site/Noticias/Detail?id=235>

empreendimento. Conforme já mencionado, o banco financiou também a instalação de painéis fotovoltaicos na instituição de ensino FUCAPE.

Além desses projetos específicos, o Bandes financia projetos de investimento em energia renovável por meio de repasse de recurso da linha de crédito FUNDES / Economia Verde, que tem dentre seus objetivos o financiamento a investimentos em energia renovável e eficiência energética. Criada em 2015, esta linha de crédito acumula um total liberado de R\$ 5,7 milhões até 2018.

**Gráfico 8: Liberação de recursos da linha FUNDES / Economia Verde (R\$ mil)**



Fonte: Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo.

É necessário ressaltar que foram realizados financiamentos a painéis fotovoltaicos, por exemplo, por meio da linha de crédito do FUNGETUR. Ocorre que o sistema do Bandes classifica as operações de crédito de acordo com a atividade econômica de registro da empresa. Desse modo, mesmo que tenha sido aprovado um investimento relacionado a um item financiável de energia renovável, essa operação estará vinculada à atividade econômica principal da empresa, não sendo evidenciada nas estatísticas do banco.

## REFERÊNCIAS

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Aproveitamentos Hidrelétricos ES, 2017. Disponível em <https://www.aneel.gov.br/documents/655808/0/CADERNO+ESP%C3%8DRITO+SANTO+09.03.2017/212fe8df-94dd-8284-6ce1-d3e16b63925d>

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília – DF, 2008.

ARSP, Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo. Balanço Energético do Espírito Santo 2018. Vitória – ES, 2018.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. Brasília – DF, 2008.

ARSP, Agência de Regulação de Serviços Públicos do Espírito Santo. Informações Energéticas do Estado do Espírito Santo: julho e agosto de 2019. Vitória – ES, 2019.

ASPE, Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo. Atlas Eólico do Espírito Santo. Vitória – ES, 2009.

ASPE, Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo. Atlas de Bioenergia do Espírito Santo. Vitória – ES, 2013.

BLUE SOL Energia Solar. Energia Solar Como Funciona? Entenda de Forma Simples e Direta. Publicado em 17/02/2017. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-como-funciona/>

CATTAN, R. Por que não há energia eólica no Espírito Santo? Uma Análise dos Desafios e Perspectivas do Setor no estado. Blog do IDEIES, publicado em 05/04/2019. Disponível em <http://www.blogdoideies.org.br/por-que-nao-ha-energia-eolica-no-espírito-santo-uma-analise-dos-desafios-e-perspectivas-do-setor-no-estado/>

DORNELAS, V. F., SOUZA, A. T. S, DINIZ, G. de L. & CELESTE, W. C. (2018). Matriz energética capixaba: energias renováveis. Brazilian Journal of Production Engineering, 4(3): 65-76.

ÉPOCA, Revista. Até 2030, fontes de energia limpa devem substituir as fósseis. Marcelo Moura, 12/07/2019. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/07/ate-2030-fontes-de-energia-limpa-devem-substituir-fosseis.html>

ESPOSITO, A. S. Panoramas Setoriais 2030: Elétrico. Rio de Janeiro, BNDES, 2015, p. 159-172.

FERREIRA et al. Avaliações a respeito da evolução das capacidades contratada e instalada e dos custos da energia eólica no Brasil: do Proinfa aos leilões de energia. Revista Brasileira de Energia Solar, Volume V, Número1, Julho de 2014, p. 82-91.

GRYNWALD, Samy. Por um lugar ao Sol. Valor Econômico, 15/10/2019. Disponível em: <https://valor.globo.com/opinioao/coluna/por-um-lugar-ao-sol.ghtml>

SANTANA, L. Resolução 482 da ANEEL: 3 Principais Pontos Comentados. BLUE SOL Energia Solar. Publicado em 23/12/2016. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/resolucao-482-da-aneel-guia-completo/>