

CRESCIMENTO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA E A EVOLUÇÃO DO TEMA NOS CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA NO ESPÍRITO SANTO

Matheus Bassani Luchini (Ufes) - matheusbluchini@gmail.com

Laryssa Souza Alvarenga (FAESA) - laryssalvarenga@gmail.com

WARLEY TEIXEIRA GUIMARÃES (FAESA) - wtguimaraes@gmail.com

Resumo:

A energia elétrica teve papel fundamental na construção do mundo como hoje o conhecemos. Para garantir que continue contribuindo para o desenvolvimento da humanidade, é imprescindível que novas formas de produção de energia, em especial as renováveis e limpas, ganhem espaço na matriz elétrica mundial, o que torna necessário a capacitação de profissionais para atuarem nesse cenário. Dessa forma, a proposta deste trabalho é analisar o crescimento da geração distribuída (GD), em especial na modalidade Energia Solar Fotovoltaica (ESF), no estado do Espírito Santo e a participação dos cursos de graduação em Engenharia Elétrica na formação de profissionais capacitados para atuar nesta área. Foi feita uma análise de dados disponibilizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e pelo Governo do Estado do Espírito Santo. Foi verificado, ainda, se os cursos de graduação em Engenharia Elétrica das Instituições de Ensino Superior (IES) do Espírito Santo cadastrados no Ministério da Educação e na modalidade presencial, acompanharam as mudanças observadas na geração de energia, de forma a contribuir na formação da mão-de-obra qualificada demandada pelo mercado atual. Tal acompanhamento foi analisado por meio das matrizes curriculares dos cursos, nas quais foram buscadas disciplinas que abordam o tema. A partir do exposto, verificou-se que a demanda crescente por energia no estado, bem como condições ambientais (radiação solar) favoráveis são fatores que contribuem para a constatação feita: um avanço significativo na quantidade de unidades consumidoras com geração distribuída - energia solar fotovoltaica existente no Espírito Santo. Além disso, constatou-se que os cursos de Engenharia Elétrica do estado ainda não se adequaram, de maneira geral, a fim de atender as necessidades do mercado no que diz respeito à geração distribuída.

Palavras-chave: *Geração distribuída, Energia solar fotovoltaica, Engenharia elétrica*

Área temática: *Mercado, economia, política e aspectos sociais*

Subárea temática: *Educação e capacitação em energias renováveis*

CRESCIMENTO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA E A EVOLUÇÃO DO TEMA NOS CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA NO ESPÍRITO SANTO

Matheus Bassani Luchini – matheusbluchini@gmail.com

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Engenharia Elétrica

Laryssa Souza Alvarenga – laryssalvarenga@gmail.com

Centro Universitário FAESA, Coordenação de Engenharia e Computação

Warley Teixeira Guimarães – wtguimaraes@gmail.com

Centro Universitário FAESA, Coordenação de Engenharia e Computação

7. Mercado, economia, política e aspectos sociais

Resumo. *A energia elétrica teve papel fundamental na construção do mundo como hoje o conhecemos. Para garantir que continue contribuindo para o desenvolvimento da humanidade, é imprescindível que novas formas de produção de energia, em especial as renováveis e limpas, ganhem espaço na matriz elétrica mundial, o que torna necessário a capacitação de profissionais para atuarem nesse cenário. Dessa forma, a proposta deste trabalho é analisar o crescimento da geração distribuída (GD), em especial na modalidade Energia Solar Fotovoltaica (ESF), no estado do Espírito Santo e a participação dos cursos de graduação em Engenharia Elétrica na formação de profissionais capacitados para atuar nesta área. Foi feita uma análise de dados disponibilizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e pelo Governo do Estado do Espírito Santo. Foi verificado, ainda, se os cursos de graduação em Engenharia Elétrica das Instituições de Ensino Superior (IES) do Espírito Santo cadastrados no Ministério da Educação e na modalidade presencial, acompanharam as mudanças observadas na geração de energia, de forma a contribuir na formação da mão-de-obra qualificada demandada pelo mercado atual. Tal acompanhamento foi analisado por meio das matrizes curriculares dos cursos, nas quais foram buscadas disciplinas que abordam o tema. A partir do exposto, verificou-se que a demanda crescente por energia no estado, bem como condições ambientais (radiação solar) favoráveis são fatores que contribuem para a constatação feita: um avanço significativo na quantidade de unidades consumidoras com geração distribuída – energia solar fotovoltaica existente no Espírito Santo. Além disso, constatou-se que os cursos de Engenharia Elétrica do estado ainda não se adequaram, de maneira geral, a fim de atender as necessidades do mercado no que diz respeito à geração distribuída.*

Palavras-chave: *Geração distribuída, Energia solar fotovoltaica, Engenharia elétrica*

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, há atualmente a predominância de um sistema hidro-termo-eólico de geração de energia, o que indica uma tendência histórica da utilização de fontes renováveis na matriz elétrica do país. Na distribuição, o Sistema Interligado Nacional garante, devido a sua robustez e dimensão, o fornecimento seguro, com qualidade e de forma economicamente favorável a todos os subsistemas a ele conectados. Devido às características mencionadas, observa-se que a geração de energia elétrica está concentrada em grandes centrais produtoras (majoritariamente hidrelétricas), que muitas das vezes estão localizadas a dimensões continentais dos centros consumidores (ONS, 2019).

Nesse sentido, os mais de 140 mil km de extensão das linhas de transmissão deste sistema escondem algumas questões que devem ser observadas com mais atenção. Em 2016, identificou-se que 7,27% de toda a energia injetada no SIN foi consumida em perdas técnicas (Lima, 2018), ou seja, foi perdida em questões inerentes ao processo de distribuição (dissipada no transporte, na transformação dos níveis de tensão e na medição), o que representa um prejuízo da ordem de bilhões de reais, além do desperdício dos recursos naturais que foram utilizados na produção da energia.

Deve-se considerar, ainda, a previsão de aumento na demanda de energia elétrica em 16.489 MW até 2023 somente no Brasil, se considerado o existente no ano passado. Isso exigirá a criação de novas linhas de transmissão (aproximadamente 44 mil km, também no período citado acima), bem como de novas centrais capazes de fornecer o excedente previsto (ONS, 2017).

Diante deste cenário, a geração distribuída aparece como uma alternativa interessante, uma vez que traz a geração para perto do ponto onde a energia será consumida, eliminando assim a necessidade de transportá-la por grandes distâncias. Esse, no entanto, é apenas um dos diversos benefícios da GD, a qual pode ser dividida em micro e minigeração distribuída.

A Aneel (2019) define esses termos como sendo o processo que permite ao cliente instalar pequenos geradores de fontes renováveis (solar, eólica, biomassa, hídrica ou geração qualificada) em sua própria unidade consumidora, permitindo-lhe possuir maior controle sobre seu consumo e, portanto, sobre sua fatura de energia. A diferenciação se dá na potência instalada na central geradora: microgeração se até 75 kW e minigeração se acima de 75 kW e abaixo ou igual a 5 MW. A energia produzida é utilizada diretamente pelo consumidor, e seu excedente é injetado na rede de distribuição da concessionária, o que resulta em créditos de energia para o consumidor, os quais podem ser utilizados

para diminuir os valores das contas nos meses seguintes ou até mesmo de outra unidade consumidora que possua mesmo titular da que produziu o excedente.

Em nível nacional, em 2012 foram registradas junto à ANEEL apenas quatro unidades de GD, tendo esse número aumentado para quase cem mil em 2019 (ANEEL, 2019a). Essa impressionante evolução está alinhada à existência de uma consciência ambiental cada vez maior da população. Nos últimos anos, os impactos causados pelo homem no meio ambiente têm ganhado cada vez mais atenção de cientistas, governantes e da sociedade em geral, aparecendo a energia solar fotovoltaica como forte aliada, uma vez que contribui consideravelmente na redução da emissão de CO₂.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo tecer um panorama dos últimos anos no que diz respeito à Geração Distribuída no Estado do Espírito Santo, a fim de verificar se o avanço percebido no Brasil também se constata em nível estadual. Para tal, foram analisados dados fornecidos pela agência reguladora, bem como os dados de consumo de energia fornecidos pelo Governo do Estado.

Ainda, busca-se analisar como tem ocorrido a transformação curricular dos cursos de graduação em Engenharia Elétrica, de modo a formar engenheiros para atuar neste mercado.

2. MATRIZ ELÉTRICA DO ESPÍRITO SANTO

Antes de analisar a presença da GD no Espírito Santo, é interessante entender como o estado se comporta no que diz respeito à energia elétrica (produção, consumo, fontes). Inicialmente, observa-se na Fig. 1 a relação entre a produção e o consumo de energia elétrica no estado, ambas em MWh, de acordo com o Governo do Estado do Espírito Santo (2018).

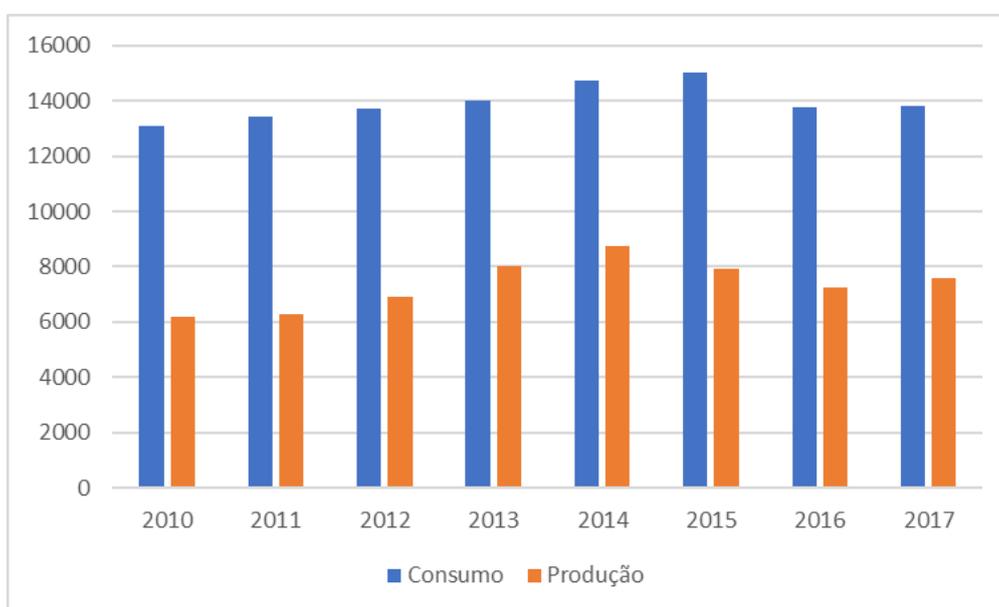


Figura 1 – Produção e consumo de Energia Elétrica no Espírito Santo em 2017.

O gráfico da Fig. 1 mostra que boa parte da energia consumida do estado precisa ser importada de outros estados, como evidenciado na Fig. 2. Essa constatação se apresenta como um indicador inicial de que a geração distribuída é uma alternativa interessante para o Espírito Santo. Vale ressaltar que os valores acima consideram autoprodução e perdas técnicas.

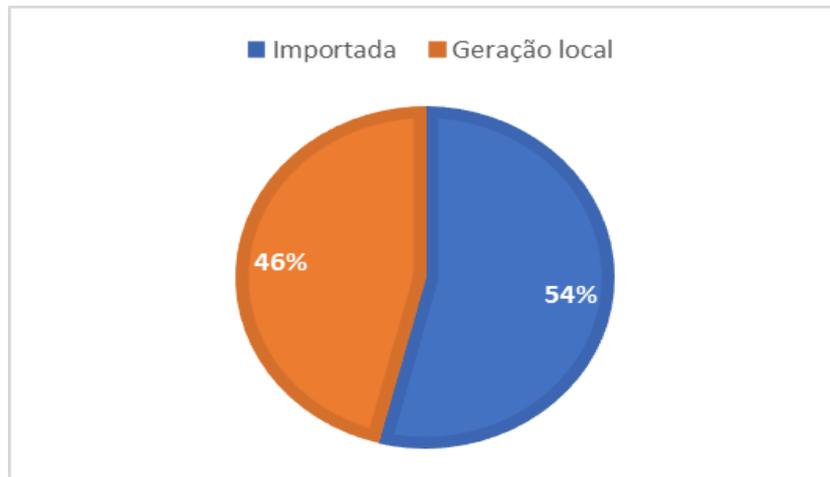


Figura 2 – Energia importada *versus* geração local no Espírito Santo em 2017.

Para uma análise do ponto de vista ambiental, a Fig. 3 mostra a participação das fontes renováveis na energia gerada no último ano com dados disponíveis (2017), tanto a nível estadual como nacional.

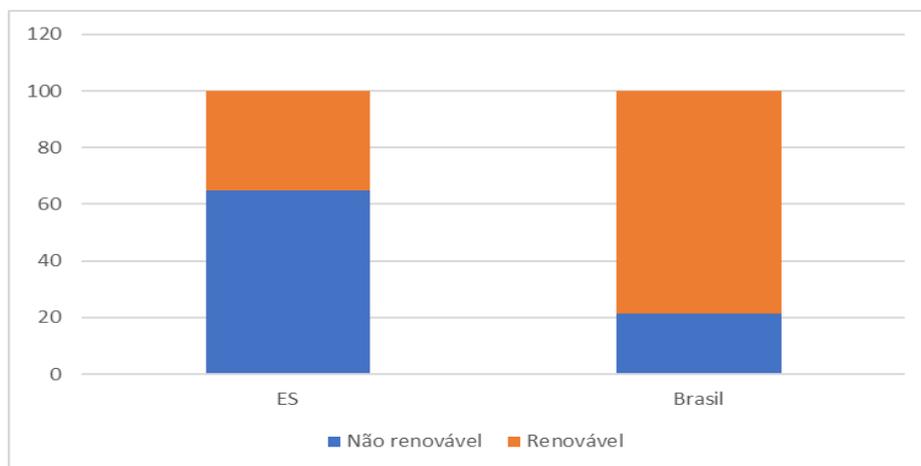


Figura 3 – Participação de energias renováveis e de não renováveis na matriz elétrica do Espírito Santo (à esquerda) e do Brasil (à direita).

Nota-se que o Espírito Santo está bem distante do Brasil, sendo predominante a presença de fontes não renováveis na matriz elétrica estadual (65%), enquanto no país a utilização de fontes renováveis é consolidada (78,8% da matriz). Este fato vem somar com o já apresentado anteriormente para indicar um ponto a favor da implementação da energia solar fotovoltaica no estado.

Por fim, sabe-se que os índices de radiação solar no Brasil são bastante elevados, tendo a região de menor incidência solar valores superiores à radiação média de países europeus, *i. g.* Alemanha, cujo mercado de energia solar é bastante avançado se comparado ao brasileiro (Salamoni e Rüther, 2007). Pode-se, então, comparar os níveis de radiação solar no ES e no Brasil a fim de confirmar se o emprego de sistemas fotovoltaicos no estado é interessante como em diversas partes do país. A Fig. 4 mostra o mapa do Espírito Santo com os índices de radiação solar global.

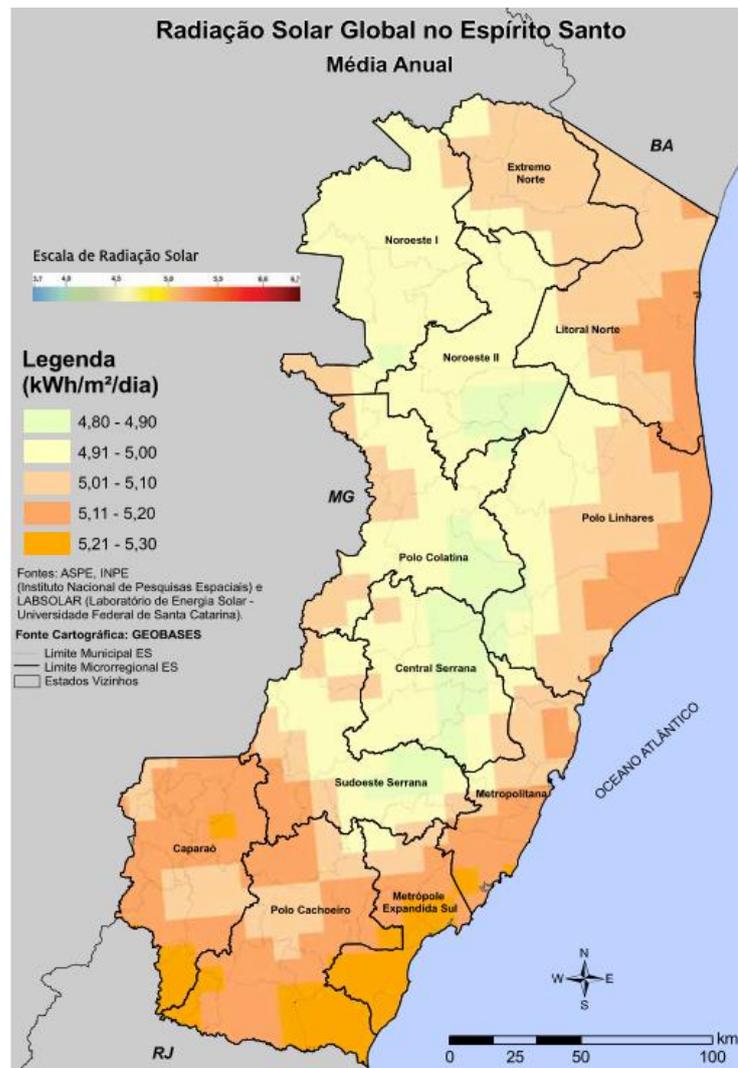


Figura 4 – Mapa da média anual de radiação solar global no Espírito Santo.

Fonte: ASPE, 2013

Percebe-se, portanto, que o ES figura entre os estados que possuem ótimos índices de radiação solar direta, assim como o restante dos estados do sudeste, ficando atrás apenas de parte do norte/nordeste. Em números, o índice assume valores entre 4,8 e 5,3 kWh/m²/dia no estado (INPE, 2017).

Todos os pontos levantados até o momento indicam, portanto, boas condições para a utilização da GD/ESF no Espírito Santo. Na seção seguinte, será feita uma análise da presença desses sistemas no estado para verificar se os consumidores acompanharam esses bons indicadores.

3. A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO ESPÍRITO SANTO

A análise do crescimento da geração distribuída no Espírito Santo e no Brasil pode ser feita por meio dos dados fornecidos pela ANEEL, os quais incluem número de unidades consumidoras, informação utilizada inicialmente. Com esses dados, o gráfico da Fig. 5 mostra o número de novas unidades consumidoras cadastradas ao longo dos últimos 10 anos no Brasil. (ANEEL, 2019a).

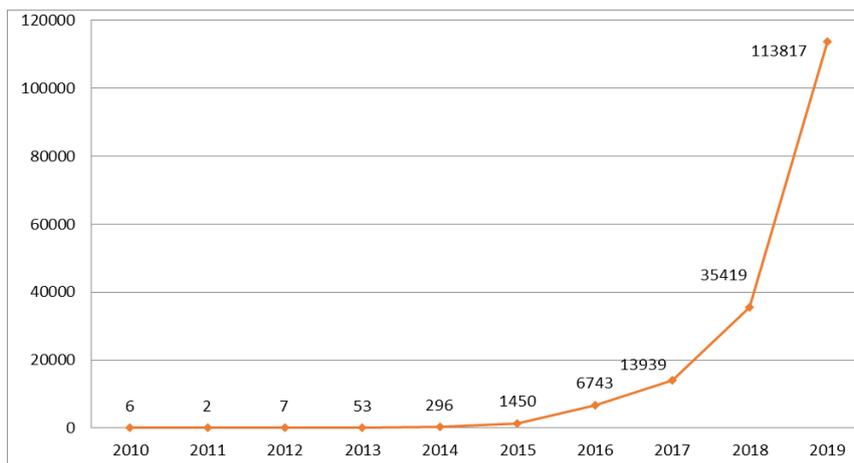


Figura 5 – Unidades consumidoras cadastradas junto à ANEEL por ano no Brasil.

É evidente o avanço da geração distribuída / ESF no país, principalmente após 2014, chegando a cerca de 151,88% de crescimento em 2018 quando comparado ao ano anterior e de 221,34% quando comparados os dois últimos anos. O cenário no Espírito Santo, por sua vez, está representado no gráfico da Fig. 6 (ANEEL, 2019a).

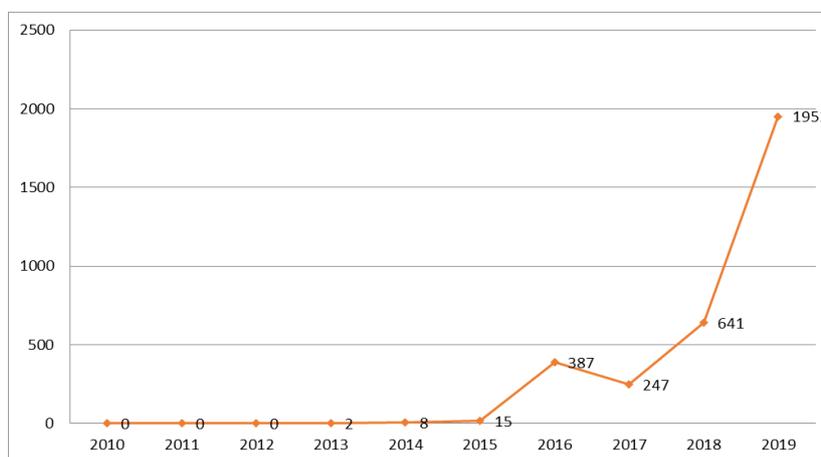


Figura 6 – Unidades consumidoras cadastradas junto à ANEEL por ano no Espírito Santo.

Considerando apenas o crescimento, observa-se que o Espírito Santo superou a média nacional em 2018, apresentando um avanço de aproximadamente 159,9 % em comparação com 2017. No último ano, o crescimento foi de cerca de 201,52% quando comparado com ano anterior.

A participação do estado no panorama nacional, no entanto, ainda é pequena, representando menos de 2% das unidades consumidoras com GD no Brasil. O gráfico da Fig. 7 mostra a participação de todas as Unidades Federativas do país.

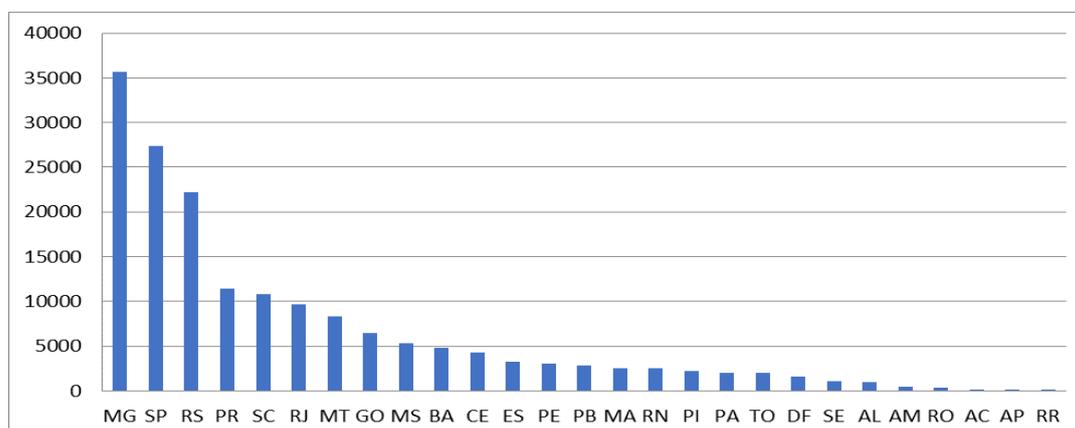


Figura 7 – Unidades consumidoras cadastradas junto à ANEEL em cada estado brasileiro.

Nota-se que o Espírito Santo ocupa a 12.^a posição no que diz respeito ao número de unidades consumidoras com geração distribuídas cadastradas junto à ANEEL. Vale destacar a força de MG, SP e RS na GD nacional, os dois primeiros com mais que o dobro de UCs em relação ao Paraná, que ocupa a 4.^a posição.

Já considerando a potência instalada dos sistemas fotovoltaicos, a Fig. 8 resume a participação dos estados.

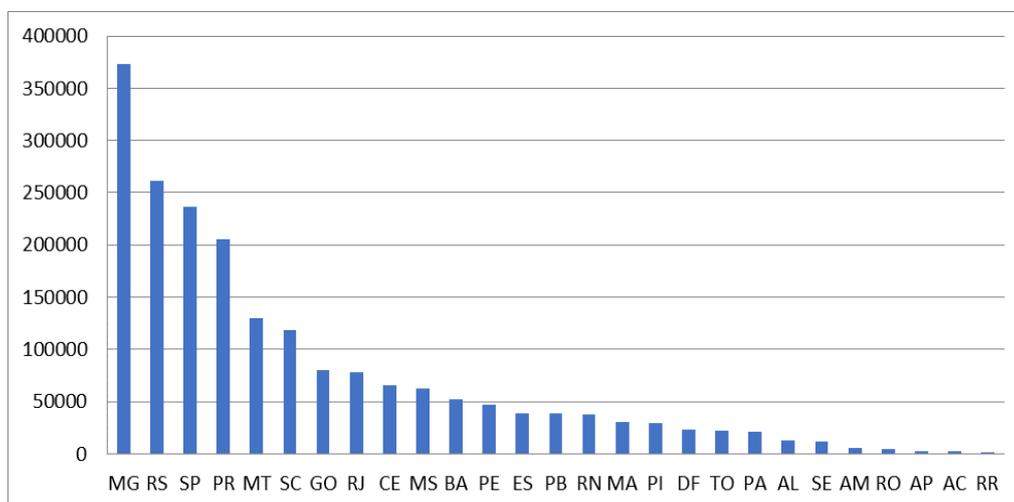


Figura 8 – Potência instalada de GD/ESF em cada estado brasileiro.

Com essa nova métrica, o ES perde uma posição nacionalmente, figurando agora no 13.^o lugar. Novamente, o destaque fica para MG, RS e SP. No entanto, o Paraná agora também merece destaque, se aproximando dos estados mencionados em se tratando de potência instalada, apesar do número bem menor de unidades consumidores com geração distribuída.

3.1 Características da geração distribuída no Espírito Santo

Nesta seção, será feita uma análise mais detalhada das 3252 unidades consumidoras com geração solar fotovoltaica conectadas à rede no ES, de acordo com a lista divulgada pela ANELL (2019b). Inicialmente, o gráfico da Fig. 9 mostra a presença da ESF nas principais cidades do estado. Os municípios com mais de 90 unidades consumidoras cadastradas estão destacados.

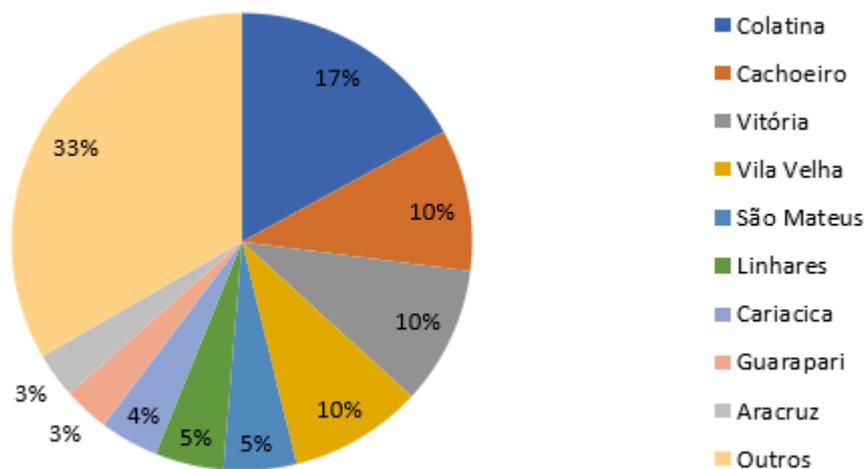


Figura 9 – Distribuição da GD no ES por município.

Considerando apenas a região metropolitana de Vitória, que inclui, além da capital, os municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana e Vila Velha, observa-se a concentração de cerca de 38% da GD/ESF do estado. Vale ressaltar que esta região é responsável por mais da metade do consumo de energia elétrica do Espírito Santo (Governo do Estado do Espírito Santo, 2018). No interior, destacam-se os municípios de Colatina, o qual possui a maior quantidade de unidades consumidoras com energia solar fotovoltaica do estado, Cachoeiro e São Mateus, todas com participação importante no cenário de GD capixaba.

No que diz respeito à classificação das unidades consumidoras, a Fig. 10 mostra que a maior parte da GD no ES está instalada em residências, seguida pelo comércio. Vale destacar que o Poder Público investiu na instalação de sistemas fotovoltaicos em vinte e sete locais, com destaque para a Secretaria de Educação (SEDU), com dezoito unidades. Ainda nessa categoria, merece destaque também a Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), com a maior potência instalada de geração do estado (3,492 MW). Essa mesma figura mostra também a distribuição destas unidades entre as duas concessionárias de energia que atendem o Espírito Santo: a EDP e a Empresa Luz e Força Santa Maria (ELFSM).

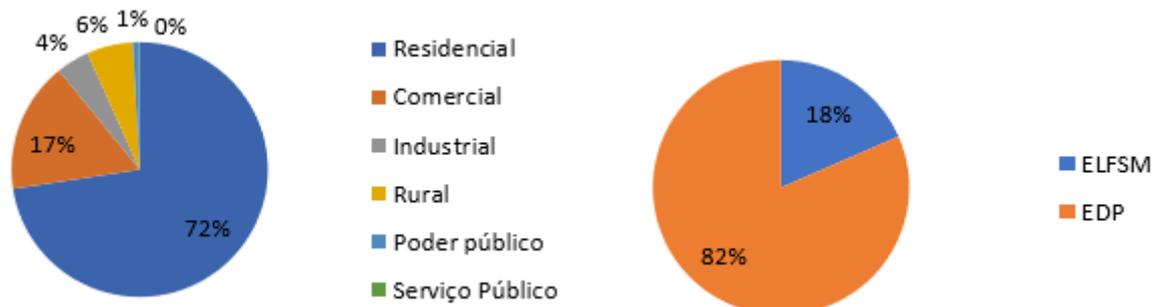


Figura 10 – Distribuição das UC com GD/ESF no ES de acordo com a classe (à esquerda) e com a distribuidora responsável pelo atendimento (à direita).

Com relação à capacidade dos sistemas fotovoltaicos, as 3252 unidades consumidoras com GD/ESF no ES totalizam cerca de 38,5 MW de potência instalada. Essa potência representa cerca de 1,93% dos aproximadamente 2 GW instalados no Brasil. Ainda, apenas 43 unidades se enquadram na minigeração, e 3209 na microgeração. O número de UCs que recebem os créditos relativos aos dados acima expostos é de 4112. Por fim, 3177 clientes são atendidos na baixa tensão (grupo B) e apenas 75 são atendidos em tensão primária de distribuição (grupo A).

3.2 Incentivos à geração distribuída no Espírito Santo

No que diz respeito aos incentivos fiscais proporcionados aos produtores de energia renovável, o Espírito Santo foi um dos últimos estados a aderir o convênio 16/2015 do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), o qual formaliza a isenção de ICMS na energia consumida da concessionária após injeção de energia na rede. Ou seja, caso o produtor que possui um sistema fotovoltaico instalado em sua unidade consumidora produza mais que o consumido em determinado momento (durante o dia, por exemplo, onde a produção de energia é maior) e injete esse excedente na rede, não haverá cobrança de ICMS quando essa energia for consumida da rede em um outro momento (de noite, por exemplo, quando não há produção por parte dos sistemas fotovoltaicos) (CONFAZ, 2015).

O ES foi apenas o 17º estado a aderir ao convênio, o fazendo apenas em 2018, cerca de dois anos depois do lançamento do projeto. O motivo da demora, de acordo com o Governo do Estado, foi um período de queda na arrecadação, considerando que a Energia Elétrica é responsável por cerca de 10% de toda a receita de ICMS no estado (Folha Vitória, 2017).

Ao retornar ao gráfico apresentado na Fig. 6, é possível perceber que o ano de adesão ao convênio foi justamente o responsável pelo início de um crescimento mais significativo no número de unidades consumidoras com geração distribuída no Espírito Santo, após o aumento inicial em 2016.

Em se tratando de financiamentos para aquisição de sistemas fotovoltaicos, o Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo (Bandes) anunciou em julho de 2019 uma linha de crédito ideal para comércio e indústrias cujo objetivo é apoiar mecanismos de energia renovável e eficiência energética, o que inclui a GD/ESF (Bandes, 2019).

4. O ENSINO DE GD/ESF NOS CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA NO ES

Os estudos apresentados por Silva *et al* (2018) indicam um crescimento bastante acelerado da geração distribuída/ESF, tanto em nível nacional quanto no Espírito Santo. O objetivo desta seção é verificar se as instituições de ensino superior (IES) do estado estão preparadas para capacitar profissionais, especificamente engenheiros eletricitistas, para atuar neste ramo. Foram analisadas as matrizes curriculares dos cursos de graduação em Engenharia Elétrica ofertados na modalidade presencial.

O MEC indica o cadastro de trinta e dois cursos de Engenharia Elétrica no ES (Cadastro e-MEC, 2019). No entanto, esse número diminui para dezesseis quando se consideram apenas os da modalidade presencial e em atividade. Esses cursos estão espalhados em dez IES (algumas o disponibilizam em mais de um campus), sendo duas delas públicas federais e oito particulares.

Geograficamente, os cursos estão distribuídos conforme mostra a Fig. 11. Percebe-se que apenas duas das IES localizam-se fora da Grande Vitória, estando a maioria localizadas na capital.

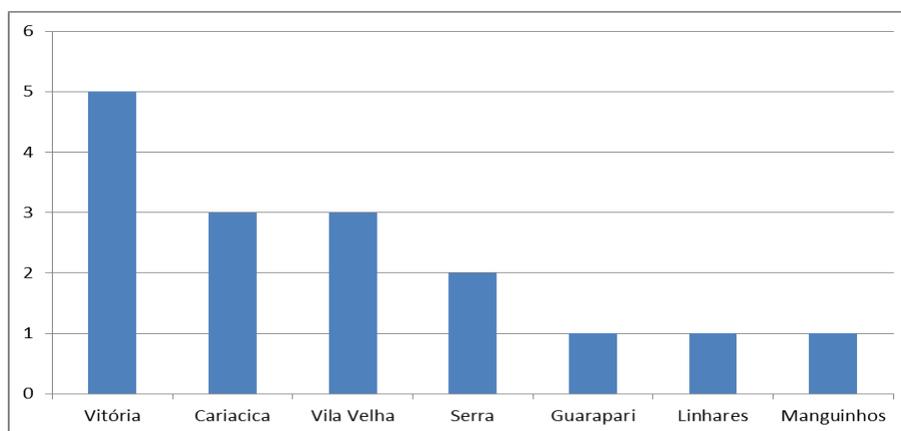


Figura 11 – Distribuição dos cursos de Engenharia Elétrica por município no ES.

Analisando as matrizes curriculares, todos os dezesseis cursos apresentam pelo menos uma disciplina, dentre optativas e obrigatórias, que aborda em algum nível a geração de energia solar. Dentre elas, tem-se: produção de energia elétrica, geração de energia elétrica, energia e eficiência energética, geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, ciências do ambiente, introdução aos sistemas de energia elétrica, entre outras.

A Tabela 1 resume quantitativamente a presença dessas matérias nos cursos de Graduação em Engenharia Elétrica do Espírito Santo.

Tabela 1: Quantitativo de disciplinas que abordam energias renováveis nos cursos de Engenharia Elétrica do ES

Quantidade de disciplinas	Quantidade de cursos	Participação do total [%]
0	0	0
1	5	31,25
2	7	43,75
3	4	25

No entanto, em todas essas disciplinas o tema é abordado de maneira superficial e apenas como um tópico dentre todo o conteúdo programático. Em apenas três IES há uma disciplina voltada unicamente para energias renováveis, sendo elas: energias renováveis, produção de energia solar fotovoltaica, geração distribuída e fontes alternativas e fontes alternativas de energia elétrica. As três instituições que oferecem pelo menos uma dessas disciplinas estão localizadas na capital do estado.

Refinando o conteúdo buscado, apenas duas disciplinas em duas IES diferentes abordam especificamente a geração distribuída na modalidade energia solar fotovoltaica. Ou seja, apenas duas Instituições de Ensino Superior (12,5%) capacitam de maneira satisfatória os Engenheiros Eletricistas a atuarem no mercado de geração distribuída no Espírito Santo. A ausência do tema nos cursos de Engenharia Elétrica no ES acompanha o estudo apresentado por Neto *et al* (2018), o qual mostra se tratar de uma característica dos cursos por todo o país.

5. CONCLUSÃO

No que diz respeito ao avanço da GD/ESF no estado, observou-se que o ES segue a tendência nacional de crescimento no número de unidades consumidoras gerando sua própria energia. Percebeu-se que esta mudança foi impulsionada pela demanda cada vez maior por energia elétrica, bem como pela busca de economia nas contas fixas. Ainda, verifica-se a existência de condições ambientais (radiação solar) que colaboram para a utilização dos sistemas fotovoltaicos, além dos incentivos fiscais oferecidos pelo governo após 2018.

Quanto às características dos sistemas, observa-se a necessidade de expansão para além dos projetos residenciais, maiores adeptos da GD no ES, visto que a adoção desse tipo de geração também é interessante para o comércio e para a indústria, segmentos que, em geral, apresentam elevados consumos de energia, mas que representam parcela bastante pequena das instalações com energia fotovoltaica no estado.

Na contramão deste crescimento, nota-se, em nível estadual um déficit grande na formação de engenheiros eletricitas no que diz respeito à atuação no mercado da geração distribuída. A visão de que será necessário modernizar os cursos de graduação pelo país é aplicável também ao Espírito Santo, a fim de que os estudantes ingressem no mercado de trabalho com melhor preparação para os desafios dos tempos atuais.

Como trabalho futuro, sugere-se que as instituições responsáveis pelos cursos de graduação em Engenharia Elétrica do Estado sejam consultadas a fim de que se entenda o motivo da ausência deste conteúdo em suas grades curriculares. Esse diálogo faz-se necessário quando é considerada a grande quantidade de unidades curriculares vistas como essenciais na formação de engenharia

É indispensável, portanto, a busca por maneiras de integrar a geração distribuída nos tópicos abordados ao longo do curso, garantindo assim a inclusão deste tema que, como mostrado, encontra-se em alta e que contribuirá imensamente na construção de saberes dos futuros engenheiros eletricitas.

REFERÊNCIAS

- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, 2019a. Unidades Consumidoras com Geração Distribuída: Informações compiladas e mapas. Disponível em <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjViLTl1MjItN2E5MzBkN2ZlMzVkIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOjR9>. Acesso em 08/08/2019.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, 2019b. Unidades Consumidoras com Geração Distribuída: Resumo por Distribuidora. Disponível em http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Distribuidora.asp. Acesso em 08/08/2019.
- ASPE – Agência de Serviços Públicos de Energia do Estado do Espírito Santo, 2013. A energia solar no Espírito Santo: tecnologias, aplicações e oportunidades. Disponível em <https://arsp.es.gov.br/Media/arsi/Energia/Estudos%20Energ%C3%A9ticos/2013/EnergiaSolarES.pdf>. Acesso em 30/07/2019.
- Bandes – Banco de Desenvolvimento do Espírito Santo, 2019. Bandes disponibiliza recursos para investimentos em energia fotovoltaica. Disponível em <https://www.bandes.com.br/Site/Noticias/Print?id=883>. Acesso em 07/08/2019
- Cadastro e – MEC – Ministério da Educação, 2019. Cadastro Nacional de Cursos e Instituições de Educação Superior. Disponível em <http://emec.mec.gov.br/>. Acesso em 04/12/2019.
- CONFAZ – Conselho Nacional de Política Fazendária, 2015. Convênio ICMS 16, de 22 de abril de 2015.
- EDP, 2019. Informativo: Microgeração e Minigerção Distribuída. Disponível em <http://www.edp.com.br/distribuicao-sp/saiba-mais/informativos/microgeracao-e-minigeracao-distribuida>. Acesso em 30/07/2019.
- Folha Vitória, 2017. Espírito Santo pede adesão a convenio que isenta ICMS a produtores de energia solar. Disponível em <https://www.folhavoritoria.com.br/geral/noticia/12/2017/espírito-santo-pede-adesao-a-convenio-que-isenta-icms-a-produtores-de-energia-solar>. Acesso em 06/08/2019.
- Governo do Estado do Espírito Santo, 2018. Balanço Energético do Espírito Santo 2018. Disponível em <https://arsp.es.gov.br/Media/arsi/Energia/Boletins/Balan%C3%A7o%20Energ%C3%A9tico/BalancoEnergetico2018-1.pdf>. Acesso em 31/07/2019.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2017. Atlas Brasileiro de Energia Solar, 2ª edição. Disponível em http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf. Acesso em 29/07/2019.
- Lima, D. A. 2018. Superintendência de Gestão Tarifária. Perdas de energia. Disponível em <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cme/audiencias-publicas/2018/audiencia-publica-16-05-2018/ANEEL%20-%20Perdas%20Elétricas%20-%20Davi%20Lima.pdf>. Acesso em 29/07/2019.
- Neto, A. B., Zago, A. P. P., Silva, M. H., Moreira, M. S., Lopes, J. E. F., 2018. O Ensino sobre energias renováveis nos cursos de graduação em Engenharia Elétrica nas Universidades brasileiras, VII CBENS - VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, Gramado.
- SALAMONI, I.; RÚTHER, R. Potencial Brasileiro da Geração Solar Fotovoltaica conectada à Rede Elétrica: Análise de Paridade de Rede. IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Ouro Preto, 2007.
- Silva, J. L. S., Cavalcante, M. M., Machado, R., Silva, M. R., Delgado, D. B. M., 2018. Análise do avanço da geração distribuída no Brasil. VII CBENS - VII Congresso Brasileiro de Energia Solar, Gramado.
- ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico, 2019. O que é o SIN. Disponível em <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>. Acesso em 29/07/2019.
- ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico, 2017. O sistema em números. Disponível em <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>. Acesso em 29/07/2019.

DISTRIBUTED GENERATION'S – FOTOVOLTAIC ENERGY – GROWTH AND THE ELECTRICAL ENGINEERING COURSES' FOLLOW-UP OF THIS PROGRESS AT ESPÍRITO SANTO

Abstract. *The electricity had a fundamental role in the construction of the world as we know today. In order to ensure that it continues to contribute to the development of the humanity, it is essential that new ways of producing energy, in particular the clean and renewable, gain space in the worldwide electrical matrix, what makes necessary the training of professionals to act in this scenario. Thus, the purpose of this paper is to analyze the growth of the distributed generation, in special the photovoltaic solar systems, at Espírito Santo, Brazil. It was performed an analysis of the data provided by the Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), the Empresa de Pesquisa Energética (EPE) and by the Governo do Estado do Espírito Santo. It was verified, then, if the Electrical Engineering presential courses of the Higher Education Institutions placed at Espírito Santo and registered at the Ministério da Educação (MEC) followed the changes observed in the electrical generation scenario, in order to contribute to the formation of qualified labor demanded by the current market. Such monitoring was analyzed by means of the curricular matrix of the courses, in witch was searched courses that addressed the theme. From this, it was verified that the growing demand for energy at the state, as well as the propitious environmental conditions (solar radiation) are factors that contribute to the reached conclusion: a significant increase in the amount of consumer units with distributed generation - photovoltaic solar systems at Espírito Santo. Furthermore, it was possible to conclude that the Electrical Engineering courses available in Espírito Santo, just like nationwide, aren't yet adjusted, in a general way, to serve the necessities of the market concerning the distributed generation.*

Key words: *Distributed generation, Photovoltaic solar energy, Electrical Engineering*