

Panorama da geração fotovoltaica no Rio Grande do Norte

João Antônio de Lima Moreira
Departamento de engenharia e tecnologia
Universidade Federal Rural do Semi Árido
Mossoró, Brasil
joaoufersa@hotmail.com

Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella
Guerra
Departamento de engenharia e tecnologia
Universidade Federal Rural do Semi Árido
Mossoró, Brasil
fkv@ufersa.edu.br

Resumo — No mundo contemporâneo diversos países buscam diversificação em sua matriz elétrica e opções para não depender de uma única fonte de geração, no Brasil não é diferente. O estado do Rio Grande do Norte é uma das localizações mais privilegiadas em relação a radiação solar, portanto com grandes potenciais de geração fotovoltaica. Com isso podendo utilizar este fator como meio de aquecer a economia criando empresas de projetos, indústria de construção de equipamentos e novos empregos. Desta maneira, o presente trabalho tem como objetivo analisar a geração de energia elétrica fotovoltaica no estado do Rio Grande do Norte. A metodologia implementada abrange a utilização de informações compiladas disponibilizado online pela ANEEL, levantamento das resoluções normativas no setor e debates relacionados a sua atualização, desenvolvimento do mercado na questão de geração de empregos e empresas abertas para atender a demanda do estado em estudo. Os resultados obtidos mostram um crescimento considerável, mas com um maior potencial segundo a localização do estado, podendo ser freado com as possíveis mudanças da legislação vigente.

Palavra-chave— Fotovoltaico, geração distribuída, norma REN482/2012, Rio Grande do Norte.

I. INTRODUÇÃO

A geração de energia elétrica através da radiação solar vem crescendo nos últimos anos como alternativa em relação as gerações energéticas com maiores impactos como petróleo, carvão mineral e gás. Muito por sua vez para colaborar na necessidade de energia elétrica crescente e para diminuição de impactos ambientais pelo mundo. Diversos países investem forte para o desenvolvimento da tecnologia e sua disseminação em toda a sociedade, assim melhorando a mesma e diminuindo seus custos.

Países em desenvolvimento como o Brasil necessitam de cada vez mais energia elétrica, pois sua sociedade vem consumindo produtos eletroeletrônicos. Assim mostrou-se necessário derivar sua matriz energética para evitar problemas como os apagões ocorridos no início desse século. Com o setor em constante expansão o crescimento por regiões mostra-se desigual, sendo regiões como o sudeste com potência instalada de 720874,28 KW e o sul com 584559,05 KW os maiores potenciais no país até o presente momento [1]. Eventualmente contrário aos dados sobre a radiação solar no país, no qual mostra maiores radiações na região nordeste e centro oeste.

O estado do Rio Grande do Norte é uma das localizações mais privilegiadas na irradiação solar em todo ano. Pela geração de energia através desse sistema, seria um meio de aquecer a economia criando empresas de projetos, indústria de construção de equipamentos e novos empregos. Se comparado os estados da região nordeste com outros estados das

regiões sul e sudeste, há desenvolvimento da geração fotovoltaica no nordeste, mas de forma lenta em comparação aos estados das regiões mencionadas anteriormente [2]. Neste contexto, o objetivo do trabalho é analisar o panorama da geração fotovoltaica no estado do Rio Grande do Norte.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Nos últimos anos o Brasil está descentralizando sua fonte de energia elétrica encontrando meios através das fontes de energias renováveis por meio da biomassa, eólica e solar. Por conseguinte, minimizando sua dependência das hidrelétricas as quais são influenciadas pelo regime de chuvas no país. A Tabela I apresenta a divisão da matriz energética brasileira.

I. TABELA A MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA

Tipo de geração de energia elétrica	Porcentagem participante na matriz energética (%)
Hídrica	60,9
Eólica	8,6
Biomassa	8,5
Gás Natural	7,7
Petróleo	5,1
Carvão Mineral	2,1
Solar Fotovoltaica	1,3
Nuclear	1,1
Outros Fósseis	0,1
Undi-elétrica	0,00003
Importação	4,7

Fonte: Adaptado de [2].

Diante disso pode ser constatado que 79,3% da matriz energética é de fontes renováveis, com a maior parcela Hídrica 61,2% sendo preponderante. Sendo que de 2017 para 2018 houve uma queda da dependência da fonte de geração hídrica entorno de 4 a 5%, assim aumentando a geração de outras fontes [3].

O mercado de geração fotovoltaica nos estados da federação indica um descompasso na potência instalada, pois estados como Minas Gerais 362,7 MW; Rio Grande do Sul 252,4 MW e São Paulo 229,5 MW são os primeiros colocados, mas com indicador de radiação solar baixo em comparação aos estados do nordeste [2]. Desconsiderando estados das regiões sul, sudeste e centro oeste nas primeiras colocações, estados do nordeste só aparecem em 9º Ceará, seguido da Bahia 11º e Pernambuco 12º, evidenciando as necessida-

des de maior investimento no setor pelos estados com a colaboração do governo federal [2].

O estado do Rio Grande do Norte encontra-se em 15º com 34,7 MW, agregando cerca de 1,8% da geração fotovoltaica no país [2]. Dessa maneira a geração centralizada instalada chega à 116,00 MW, ficando na 7ª posição neste critério [2]. Em síntese, valor baixo se comparados com estados vizinhos como o Piauí com 270,00 MW em primeiro lugar; Ceará 132,00 MW em segunda colocação e outros estados nos quais não estão próximos a linha do equador localizados na região árida do país, os quais estão a frende do RN [2]. Para o desenvolvimento desse setor são necessários regulações capazes de organizar e padronizar critérios mínimos que possam resguardar empresas, indústrias e sociedade como um todo, assunto discutido a seguir.

A. Normas Regulamentadoras vigentes no Brasil

a) Norma REN482/2012

A elaboração da norma REN 418/2012 e em sequência sua atualização para REN 687/2015 surge pela demanda de um marco regulatório, no qual, organizasse e direcionasse órgãos públicos, empresas e sociedade civil como um todo. Esta regulamentação traz diretrizes como os critérios mínimos de segurança para a elaboração do projeto e execução do sistema fotovoltaico. Também determina como é a geração fotovoltaico em relação a distribuidora de energia, para utilização de sua rede de distribuição. Da mesma forma determina parâmetros econômicos, quando se conta com este sistema.

Em vista disso de 2012 a 2019 o investimento privado foi de R\$ 6,7 bilhões chegando à uma potência instalada de 1200 MW [4]. São 141040 unidades consumidoras recebendo créditos, retratando ser apenas 0,2% do total do mercado consumidor brasileiro [4]. Um ponto prevaiente que deve ser aprofundado é a relação da minigeração e microgeração com as distribuidoras de energia, que segundo a atual regulamentação o gerador de energia fotovoltaico distribuída não sofre encargos em relação a esta energia. Isso quer dizer que 100% da geração de energia pode ser utilizada pelo proprietário do sistema sem custos adicionais, mesmo servindo-se do sistema de distribuição de energia mantidos pelas concessionárias [5].

Logo, se estes mecanismos continuarem nos próximos anos, serão criados mais de 672 mil novos empregos até 2035, arrecadando cerca de R\$ 25 bilhões até 2027 para o governo e terá mais de R\$ 13,3 bilhões em ganhos líquidos no setor elétrico até 2035 tanto para os geradores de energia solar até os não geradores [4]. Como toda norma é necessário passar por atualizações por questões tecnológicas, econômicas e políticas para se adaptar as mudanças temporais.

b) Atualização da norma REN482 para REN687

A primeira modernização da norma REN482/2012 para a REN687/2015 foi um marco no desenvolvimento do setor, pois através da mesma abriu-se novos mercados para micro e minigeração distribuída. Outro ponto preponderante para seu avanço é a diminuição da burocracia para novos clientes, beneficiando o mercado de trabalho [6]. Das alterações determinadas pontos que se destacam são:

- Aumento do prazo para uso dos créditos de 36 meses passou para 60 meses;

- O período de aprovação do projeto junto a concessionária diminui de 82 para 34 dias;
- A potência limite da microgeração de 100 KW para 75 KW e para minigeração de 100 KW a 1 MW passou a ser 75 KW a 5 MW.

Adota-se novas modalidades para a geração, sendo eles:

- Empreendimento com múltiplas unidades consumidoras;
- Geração compartilhada;
- Autoconsumo remoto.

Neste ponto fica determinado que todos os consumidores que desejam instalar um SF, mas não tem espaço suficiente no local de consumo possa fazê-lo em uma outra área de sua posse e descontar em sua conta de energia [6]. Além disso outra determinação consolidada foi que os consumidores da rede de distribuição não podem vender seus créditos acumulados para concessionária ou para outros consumidores, não havendo monetização sobre essa geração [6]. Com o rápido desenvolvimento do setor a partir de 2019 iniciou-se uma nova mudança nos critérios estipulados anteriormente, onde está sendo debatido e estudado atualmente.

c) Atualização da norma REN 687/2015

No ano de 2019 a ANEEL trouxe em pauta a revisão na resolução normativa REN 687/2015 sendo proposto uma análise de impacto regulatório. Além do mais o principal ponto analisado é a possível alteração da forma como ocorre a compensação dos créditos de energia elétrica. O órgão expôs na primeira fase do processo seis possíveis cenários, chamados de “alternativas”, do número “0” a “5”. Na alternativa 0 não há alterações frente ao modelo atual, mas em cada uma das alternativas perde-se uma combinação de componentes tarifários na compensação, reduzindo a competitividade da geração particular [7].

Inclusive possibilitando a cobranças de TE (Tarifa de Energia) formada pelo valor da energia 38% e encargos 12% da conta de energia e a componente chamada de TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição) composta por transmissão fio A (Média tensão) 6%, transmissão fio B (Baixa tensão) 28%, encargos 8% e perdas do sistema 8% juntas as componentes formam a tarifa de energia [7]. Na alternativa 1 seria cobrado a transmissão fio B, na Alternativa 2 a cobrança cairia nas transmissões fio A e B, Já na alternativa 3 seria trans [7]. Quanto da alternativa 4 seria toda a componente TUSD e pôr fim a alternativa 5 além da cobrança de toda a componente TUSD incluiria encargos relacionados a componente TE [7].

As propostas para inicialização de uma dessas alternativas seria a partir da promulgação da resolução, os sistemas já existentes de micro e minigeração distribuída operacionais continuariam tendo seus créditos de energia elétrica compensados conforme modelo atual, por um período de 25 anos [7]. Os conectados entre a publicação da regra atualizada e o acionamento do primeiro gatilho, compensariam créditos pelo modelo atual por um período de 10 anos [7]. Este primeiro gatilho estabelecido pela ANEEL seria caso a potência instalada no Brasil alcance 4,7 GW, ressaltando que este mecanismo se aplica para geração junto á carga [7]. Já para geração remota trata-se do autoconsumo remoto ou geração compartilhada (fazendas solares), nessa modalidade

para aqueles que já tiverem realizado a conexão antes da publicação, o prazo de 10 anos funciona da mesma forma [7]. Porém, após o término desse prazo já começa a valer a alternativa 5 [7].

Portanto estas modificações ainda estão sendo discutidas entre as organizações representativas do setor, ANEEL e toda sociedade, no qual, prorrogou a consulta até 30 de dezembro. Então a questão ainda não está fechada, podendo ser considerado alguns pontos descritos neste tópico, ou mudando-se completamente a proposta apresentada e debatida até o presente momento.

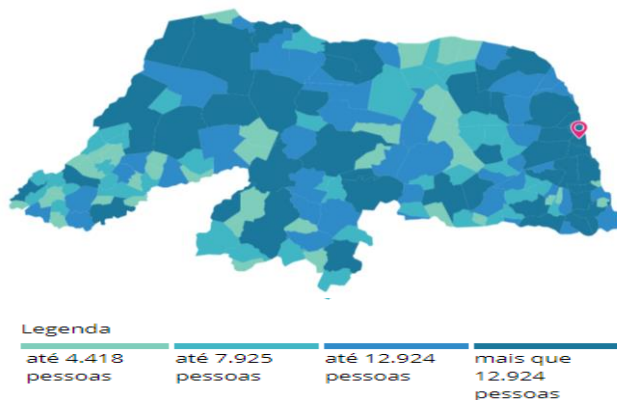
III. METODOLOGIA

Neste tópico será exposto os meios aplicados para a elaboração do trabalho, informações relacionadas as normas vigentes que regulamentam o setor no estado do RN, também o levantamento de questões econômicas como quantidade de empregos gerados e empresas abertas. Por fim sobre o compilador online da ANEEL.

a) Demografia do estado do Rio Grande do Norte

O estado do Rio Grande do Norte está próximo a linha do equador, região semiárida com média de irradiação solar em torno de 5750 A 6250 Wh/m².dia [8]. Possui cerca de 167 cidades, sendo Natal sua capita. A população estimada no último censo 3506853, com IDH de 0,684 e uma área territorial aproximadamente 52809,602 Km² [9]. Na Figura 1 é exposta a imagem territorial do estado, a demarcação de seus municípios e a parcela da população por cidade pela tonalidade de cor.

Fig. 1. Ilustração do estado do Rio Grande do Norte



Fonte: [9]

b) Metodologia de análise

Neste trabalho foi passado uma visão geral da criação da principal norma do setor fotovoltaico, contendo suas atualizações e por fim uma observação da norma estatual aplicada pela Cosern. Outro ponto considerado é a economia do estado em relação a postos de empregos gerados e empresas abertas através de informações obtidas junto ao Sebrae. Os critérios quantitativos determinados na análise foram a maior potência instalada por cidade, a evolução das instalações do SF, a comparação entre setores da sociedade e quais foram os agentes responsáveis pelo desenvolvimento do sistema no estado formando o núcleo dos resultados obtidos. Com base nos dados obtidos pela ANEEL e a metodologia aplicada foi possível obter resultados que serão expostos e analisados na seção IV.

IV. PANORAMA DA GERAÇÃO

A presente pesquisa propõe uma análise do desenvolvimento da geração fotovoltaica no estado do Rio Grande do Norte (RN), inicialmente foram coletadas informações relacionados às normas vigentes que regulamentam o setor no estado, também as perspectivas na área econômica em questão a empregos e empresas abertas, em sequência uma abrangente diagnóstico com o auxílio do compilador da ANEEL através de critérios encontrados no próprio compilador como: ano de conexão, modalidade de geração, grupo de tensão e classe de consumo.

A. Normas regulamentadoras do estado

O primeiro ponto analisado neste trabalho refere-se as normas regulamentadoras do setor, como em todo estado da federação e como em todo setor econômico, o Rio Grande do Norte através da concessionária de distribuição COSERN possui suas normas próprias em relação a projetar e instalar SFs. As normas NOR.DISTRIBU-ENGE-0111 e NOR.DISTRIBU-ENGE-0002 fornecem orientações básicas e abordam critérios técnicos para as novas conexões e suas manutenções. A primeira para minigeração distribuída e a segunda microgeração distribuída.

Grande parte de seu conteúdo replica a norma REN 687/2015, o diferencial é os critérios de projeto e instalação para inserção do sistema em sua rede de distribuição com imagens ilustrativas de como deve ficar o sistema interligado a rede, critérios de segurança para evitar descargas aos moradores e operadores da rede de distribuição. Outro ponto é os tramites burocráticos para se obter autorização da concessionária. Isso ocorre em ambas as normas da COSERN em geral, mudando unicamente os critérios técnicos como por exemplo níveis de potência determinados em cada norma.

B. Mercado de trabalho

a) Mercado de trabalho no Rio Grande do Norte

Outro critério avaliado importante para a construção do trabalho foi o mercado de trabalho, com a evolução das energias renováveis no estado cresce a demanda de profissionais qualificados, com a capacidade de construir, operar e realizar a manutenção de sistemas eletroeletrônicos.

Segundo pesquisa no mercado de trabalho no segmento industrial, será necessário qualificar em torno de 85.901,00 trabalhadores para se adequarem ao setor fotovoltaico [11]. Uma parcela desse montante são profissionais já empregados na área da elétrica, que necessitam somente de um aperfeiçoamento (formação continuada). Já 27% dos 85.901,00 seriam especificamente de pessoas, as quais, ingressaram neste mercado com formação inicial [11]. Essas vagas advêm de novas vagas criadas e profissionais que estarão se aposentando. Assim mostrando que será necessário pessoas com cursos profissionalizantes, técnicos e ensino superior. Uma das áreas que vão demandar maior formação técnica é a de energia, sendo cerca de 2107 profissionais no total, destes 1111 deveram passar somente por um aperfeiçoamento através de curso específico [11]. Já a qualificação profissionalizante tem uma demanda de cerca de 1798 trabalhadores que no caso podem ser determinados de eletricitas e ajudantes. Deste total a quantidade necessária a serem qualificados chega a 946 trabalhadores de instalação elétrica e 768 eletricitas de manutenção eletroeletrônica para manusearem os sistemas

fotovoltaicos [11]. Em relação ao nível superior a demanda por engenheiros eletrônicos e afins é de 254 profissionais que devem ser qualificados [11].

Indo de encontro a essa demanda por mão de obra qualificada o estado possui diversas instituições com o objetivo de qualificar os profissionais do estado. Dessa maneira estão instaladas escolas profissionalizantes como SENAI, institutos técnicos como o IFRN e universidades federais com UFRN e UFERSA.

b) Empresas atuantes na geração do RN

Um parâmetro importante na análise do crescimento do setor fotovoltaico no estado é a quantidade de empresas abertas. Pois são as mesmas que irão contratar mão de obra qualificada, na qual por consequência possuem maiores salários se comparado com setores como o do comércio. Isso acarretará na evolução dos índices econômicos do estado, fazendo com que eleve o índice de desenvolvimento humano (IDH) do RN.

Como o país provém de uma grande recessão e possui altos indicadores de informalidade, tanto em pessoas físicas como jurídicas, não dá para saber com exatidão a quantidade de empresas nesse novo setor. Pois, como já explicado, existem pessoas registradas como microempreendedor individual (MEI), profissionais sem registros e indivíduos desqualificados, mas que elaboram projetos. Assim de acordo com a Tabela II é mostrada a quantidade de empresas que projetam e instalam SFs.

II. TABELA ALGUMAS EMPRESAS CADASTRADAS NO SEBRAE

EMPRESAS	CIDADE	EMPRESAS	CIDADE
Fidias Engenharia	Pau dos Ferros	Servindu	Mossoró
Yellowgreen Engenharia	Natal	Gerar	Natal
M&R Engenharia	Mossoró	Solist	Natal
Ashton Comércio e Serviços	Natal	W.T	Natal
R.P. Engenharia	Natal	IT Solar	Natal
SMART – Energias	Natal	Brasolar	Natal
MEGGA Solar	Natal	New Energy	Natal
Gouveia Engenharia	Natal	Natal Sol Energy	Natal
Photon	Natal	Jopavi	Natal
H&B Soluções	Mossoró	Hometec Soluções Inteligentes	Parnamirim
JW Solaris	Parelhas	Taldi Engenharia	Mossoró
Luz Energia Engenharia	Severiano Melo	3AS Energia Solar	Encanto
Proeco Engenharia	Parnamirim	Energi Engenharia & Consultoria	Mossoró
GREEN Solaris	Jardim do Seridó	Veza Solar	Mossoró
Fusion	Mossoró	Solls	Mossoró

Fonte: Adaptado de [9] [11] [12]

De acordo com a Tabela II pode-se observar o grande número de empresas localizadas na capital, em segundo lugar está Mossoró. Cidades do interior também constam na

lista como Pau dos Ferros, Encanto, Severiano Melo, Jardim do Seridó e Parelhas mostrando o desenvolvimento do setor em todo o estado. Já Parnamirim não é uma cidade interiorana porque está próxima da capital.

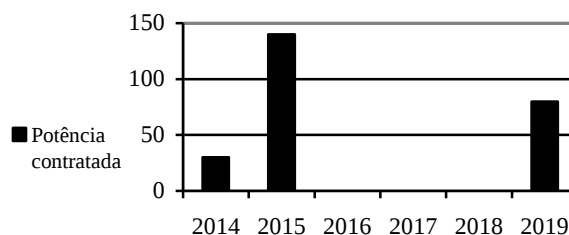
As empresas citadas podem não somente trabalhar especificamente com projetos fotovoltaicos, algumas são do segmento elétrico e colocaram no seu portfólio essa prestação de serviço. Outras são do ramo civil, mas como existe uma grande demanda de SF em residências buscaram aperfeiçoar seus engenheiros para disponibilizar este tipo de trabalho. Enquanto outras foram criadas para trabalhar somente com esse tipo de prestação de serviço.

Portanto, a abertura de empresas de prestação de serviços em projetos e instalações de SF é um parâmetro relevante para se dimensionar o desenvolvimento do setor e sua importância na economia do estado.

C. Geração centralizada

A geração centralizada nada mais é que a geração de energia elétrica por usinas de grande porte, podendo ser produzida com o objetivo de vender ou para próprio consumo. Entram nesta categoria empresas e consórcios de investidores. Geralmente esses agentes entram em concorrência de leilões abertos pelo governo para obter o direito de construir centrais de energia para venda da mesma. A evolução da comercialização de geração centralizada está mostrada na Figura 2.

Fig. 2. Empreendimentos vendedores nos leilões de energia no RN



Fonte: Adaptado de [13]

De acordo com a Figura 2 é perceptível a inicialização da geração centralizada a partir de 2014 no estado do RN, também a ausência de empreendimentos nos anos de 2017 e 2018, sendo sua retomada no ano de 2019 com novas concessões [13]. Atualmente a potência instalada centralizada chega a 116,00 MW, com uma potência estimada para entrar em operação de 80,00 MW dos leilões do tipo A-4 (início de operação com prazo de 4 anos) dos anos anteriores [2].

Os próximos empreendimentos previstos no estado do Rio Grande do Norte são com tempos de instalação para operação no presente momento diferente dos tradicionais, com tempo de execução e início de operação maiores de seis anos. São chamados de A-4 e A-6 significando usinas que entram em operação comercial em quatro e seis anos, sendo chamada de energia nova (A). No ano de 2019 foram cadastrados nos leilões para o estado 124 projetos com uma potência de 4,63 MW para A-4 e 129 empreendimentos com potência de 5,20 MW [13]. Dessas propostas de empreendimento do grupo A-4 foram 97 projetos com potência de 3.77 MW, enquanto do grupo A-6 foram 115 projetos com potência de 4,73 MW [13]. Os empreendimentos que iram comercializar a energia gerada serão do grupo A-6 sendo os empreendimentos Serra do Mel I e II, a primeira com potência instalada prevista de 60000 KW e a segunda com 20000

KW [13]. Com este panorama futuro o RN irá agregar maior potencial de geração de energia elétrica, assim fortalecendo sua matriz energética e melhorando sua economia local.

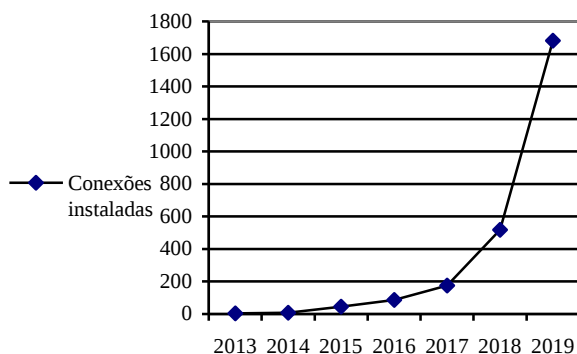
D. Geração distribuída

A geração distribuída é o mecanismo que mais cresce no Brasil, pois é o sistema mais disseminado entre residências, órgãos públicos e empresas de diversos segmentos e tamanhos. A produção de energia elétrica pelo consumidor tem como objetivo suprir sua demanda completamente ou parcialmente pela mesma. Assim podendo abater da sua conta de energia o valor financeiro gasto para comprar da distribuidora energia elétrica.

No presente momento os agentes responsáveis pela distribuição de energia elétrica, controle de projetos fotovoltaicos no estado do Rio Grande do Norte é a COSERN e a CEMIG-D, onde a primeira possui uma potência instalada de 38,00 KW e a segunda 4,62 KW [1]. De início será mostrado a quantidade de conexões por ano desde o primeiro ano de projeto implementado.

a) *Evolução da conexão por ano:* Desde 2013 a ANEEL contabiliza a quantidade de conexões no estado, assim de acordo com a Figura 3 a um crescimento da mesma.

Fig. 3. Quantidade de conexão por ano



Fonte: Adaptado de [1]

De acordo com a Figura 3 observasse nos primeiros dois anos registrados uma quantidade irrisória, sendo 3 conexões em 2013 especificamente instalados sua maior parte cerca de 44,00 KW edifício público e os outros 9,90 KW residencial na cidade de Natal. Em 2014 as conexões subiram para 7 sendo instaladas em mais cidades como Ceará-Mirim, São José de Mipibu, São Paulo do Potengi e também a capital, aumentando a potência instalada para 184,00 KW em propriedade pública e 25,26 KW residencial. Nos anos seguintes o número de conexões foram mais consistentes, ficando em 46 em 2015, 86 em 2016, 175 em 2017, 518 em 2018 e 1682 em 2019. Assim sendo divididas por modalidades de geração, ficando a critério do indivíduo que queira instalar o sistema pelo melhor custo benefício, sendo na próxima subseção melhor apresentada

b) *Modalidade de Geração:* Existe até o presente momento três tipos de modalidade de geração; Autoconsumo remoto, onde se gera a energia em um lugar e se abate o custo na conta de energia em outro edifício do proprietário; Geração compartilhada, possibilita que diversos interessados se unam em consórcio ou cooperativa para utilizar da energia gerada no abatimento na conta dos seus consorciados ou coproprietários; e a mais comum, geração na própria unidade consumidora

(UC) que gera energia na residência e abate na conta onde está sendo gerada.

A geração a autoconsumo remoto tem cerca de 779 UC que recebem os créditos gerados, 276 geradoras distribuídas (GDs) e possuem uma potência instalada em torno de 5297,99 KW, a Tabela III retrata as cidades com maior potência instalada no estado.

III. TABELA POTÊNCIA INSTALADA POR MUNICÍPIO

MUNICÍPIO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (KW)
Mossoró	55	168	1535,63
Natal	66	167	808,97
Caicó	22	64	488,89
Parnamirim	32	79	364,43
Lajes	2	10	216

Fonte: Adaptado de [1]

A Tabela III mostra a cidade de Mossoró com a maior potência instalada no estado nesta categoria 1535,63 KW, passando da capital Natal com um valor de 808,97 KW. Enquanto Caicó e Lajes somam 704,89 KW e Parnamirim uma cidade próxima da capital fica em torno de 364,43 KW, assim demonstrando a importância das cidades do interior nesta categoria ficando com uma potência instalada maior que a capital e cidades próximas.

Na geração compartilhada a quantidade de unidades consumidoras que recebem créditos são 77, 37 geradoras distribuídas e a potência instalada de 415,06 KW. De acordo com a Tabela IV pode ser observado a falta de participação da capital, em contrapartida as cinco cidades com maior representação são do interior do estado. Outro ponto a ser considerado é que o conjunto de cidades citadas são em sua maioria do alto oeste potiguar, exceto Caicó na qual encontra-se no centro potiguar.

IV. TABELA QUANTIDADE DE UC'S RECEBEM CRÉDITOS

MUNICÍPIO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (KW)
Apodi	14	30	143,92
Martins	1	2	60
Umarizal	8	16	54,65
Caicó	1	2	39,68
Caraúbas	3	6	33,85

Fonte: Adaptado de [1]

A Tabela IV destaca a cidade de Apodi com uma potência instalada de 143,92 KW, as cidades seguintes registram um valor muito menor neste tipo de segmento. Sendo Martins a segunda cidade com maior potência instalada cerca de 60,00 KW revelando um descompasso da primeira colocação em relação as outras cidades.

Por fim a modalidade mais aplicada e também conhecida a geração na própria UC, com 2204 unidades de geração distribuída e potência instalada em torno de 32295,10 KW. A Tabela V mostra as cidades com maior quantidade de instalações de geração de energia na própria unidade consumidora.

V. TABELA GERAÇÃO DISTRIBUIDA POR CIDADE

MUNICÍPIO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (KW)
Natal	617	617	9579,63
Mossoró	440	440	4970,86
Parnamirim	389	389	3177,62
Caicó	110	110	1753,84
Açu	34	34	729,01

Fonte: Adaptado de [1]

Esta modalidade é a que mais conta com potência instalada chegando a ser 84% do total da geração. Mesmo existindo outras duas modalidades a mais difundida é geração na própria UC, em virtude de ser o primeiro mecanismo a ser regulamentado. Em conjunto com a modalidade de geração aparecem os tipos de grupos de tensão, onde é o meio de determinar as necessidades de cada setor da sociedade e cobrá-los por ela.

c) *Grupo de tensão*: Existe dois grupos tarifários, onde se determina o preço que será cobrado do consumidor na utilização da energia elétrica. São essas a tarifa A na qual é de acordo com a demanda contratada, geralmente obtém por esse grupo shoppings, empresas e indústrias; já o grupo B engloba consumidores de baixa tensão que não necessitam de uma grande quantidade de energia em cotidiano como residências, pequenos comércios, zonas rurais e iluminação pública. A próxima análise foi de acordo com a classificação encontrada no compilador da ANEEL. Assim os grupos são divididos em A3 e A4 (Média tensão); B1 (Residencial); B2 (Rural); B3 (Demais classes).

VI. TABELA GRUPOS DE TENSÃO POR POTENCIAL INSTALADO

SUBGRUPOS	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (KW)
A3	3	7	17,20
A4	108	144	11242,07
B1	1736	2035	12014,81
B2	52	66	934,84
B3	618	808	13799,23

Fonte: Adaptado de [1]

A partir dos valores encontrados na Tabela VI o subgrupo tarifário com maior parcela de potência instalada 653,74 KW B3 (Demais classes), este subgrupo agrega pequenos comércios como posto de gasolina, supermercados, pequenas indústrias e projetos públicos como tarifa social para pessoas de baixa renda e também casas populares. Saliente-se ainda outro subgrupo com a segunda maior parcela de potência instalada 12014,81 KW é o B1 (Residencial), expondo a importância deste segmento para o setor. Com efeito pela constante procura dos consumidores residenciais de amenizarem os constantes aumentos do custo da energia elétrica para o mesmo. Notando os benefícios a longo prazo da instalação do sistema tanto economicamente como ambientalmente.

Além disso na terceira colocação encontra-se o subgrupo A4 (Média tensão) com potência instalada de 11242,07 KW. Isto revela que setores como comércio, indústria e órgãos públicos estão mais conscientes da importância da preservação do meio ambiente e da diminuição do gasto com energia elétrica para investimentos em outras áreas como por exem-

plo ampliação da linha de produção e reforma do comércio. Neste contexto entra outro critério determinado para estudo a classe de consumo que nada mais é a divisão de setores econômicos da sociedade, dividindo-se os segmentos na subseção seguinte.

d) *Classe de consumo*: Esta classificação diferencia os setores que compõe a sociedade como um todo, sendo eles: Comércio, indústria, poder público, residencial e rural. Assim foi pesquisado cada setor para obter maior clareza do desenvolvimento da geração distribuída.

O primeiro setor de estudo foi o comércio que inclui mercado, posto de gasolina, padaria, shopping entre outros tipos. Através da Figura 4 pode ser averiguado o início da instalação de sistemas no estado do RN.

Fig. 4. Quantidade de instalações nos comércios



Fonte: Adaptado de [1]

A Figura 4 revela que de 2017 para 2018 mais que dobrou a quantidade de sistemas instalados. E no último ano foi forte o crescimento do setor no estado, mostrando uma grande demanda por parte dos comerciantes por este tipo de geração de energia. Já na Tabela VII pode ser observado as cidades com maior potencial de energia instalado neste setor.

VII. TABELA CIDADES COM MAIOR POTENCIAL INSTALADO

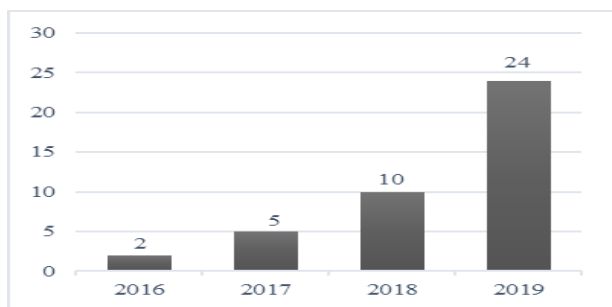
MUNICÍPIO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (KW)
Natal	168	207	6448,37
Mossoró	103	154	2948,45
Caicó	42	69	1459,21
Parnamirim	49	56	1176,69
Pau dos Ferros	8	8	368,30

Fonte: Adaptado de [1]

Em valores gerais a quantidade de geração distribuída é 656, de UCs que recebem créditos é 866 e sua potência instalada fica entorno de 19478,05 KW. Como era de se esperar as principais cidades do estado são as com maior potencial instalado. Destaca-se a capital Natal com mais que o dobro da potência instalada 6448,37 KW em comparação com a segunda colocação Mossoró com 2948,45 KW. Somando os valores da terceira a quinta colocação não chega ao valor no presente momento da capital do estado.

Outro setor importante na economia do estado e que serve como parâmetro no exame do desenvolvimento energético sustentável é a indústria, na qual mostra a consistência da absorção de uma nova tecnologia. A Figura 5 indica o crescimento vertiginoso na aplicação desse tipo de geração energética.

Fig. 5. Quantidade de indústrias que aderiram o SF



Fonte: Adaptado de [1]

A Figura 5 demonstra um retardo na instalação de SF neste setor, pelo fato da instalação se iniciar no ano de 2016. Outro ponto é a quantidade de sistemas revelando um crescimento lento durante os anos. Nos três últimos anos foi dobrando a construção desses sistemas, mas com uma velocidade muito menor em comparação ao setor do comércio. Pode ser justificado pelo fato de o estado não possuir um setor industrial abundante, sendo mais relevante o comercial. Além do mais as principais cidades com potência instalada estão de acordo com a Tabela VIII.

VIII. TABELA CIDADES COM MAIS INDUSTRIAS COM SF

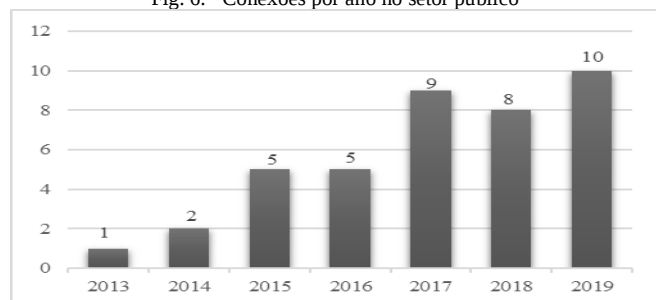
MUNICÍPIO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (KW)
Mossoró	11	22	872,00
Natal	3	3	235,68
Carnaúba dos Dantas	1	1	225,00
São José de Mipibu	2	2	172,00
Macaíba	2	2	148,56

Fonte: Adaptado de [1]

Este segmento conta com 41 geradoras distribuídas, 53 UCs recebem créditos e uma potência instalada total de 2431,33 KW. A cidade com o maior volume de potência instalada é Mossoró com 872,00 KW, seguida de Natal com 235,68 KW e Carnaúba dos Dantas com 225,00 KW. A discrepância dos valores de potência instalada de Mossoró para as demais é visível, ainda mais em comparação entre Mossoró e Natal no qual a capital possui três vezes menos potência instalada em comparação a cidade do interior.

Aparente um setor pioneiro no estado seria o setor público como se percebe pelo fato de iniciar a aplicação da geração distribuída geralmente em instituições de ensino as quais pelo fato de se estudar uma nova tecnologia que se apresenta na comunidade acadêmica. Após segue-se outras instituições do setor com o objetivo de diminuir os custos financeiros dos órgãos do executivo, legislativo, judiciário e de prestação de serviços, como hospitais. Como mostra a Figura 6.

Fig. 6. Conexões por ano no setor público



Fonte: Adaptado de [1]

Segundo a Figura 6 pode ser visto um crescimento constante, mas não abrupto até mesmo pelo fato da necessidade de abertura de editais para a construção de qualquer instalação em edifícios públicos, podendo ser um dos fatores responsáveis do crescimento equilibrado. Vale relembrar que geralmente as primeiras áreas públicas a implementar esse tipo de tecnologia são as instituições de ensino superior como UFRN e UFRS e técnico como o IFRN. Após essas instituições esse tipo de projeto só é implementado caso o órgão tenha à disposição recursos para investimentos, sendo geralmente escassos. A Tabela IX mostra as cidades principais com potência instalada.

IX. TABELA MAIOR POTENCIAL INSTALADO NO SETOR PÚBLICO POR CIDADE

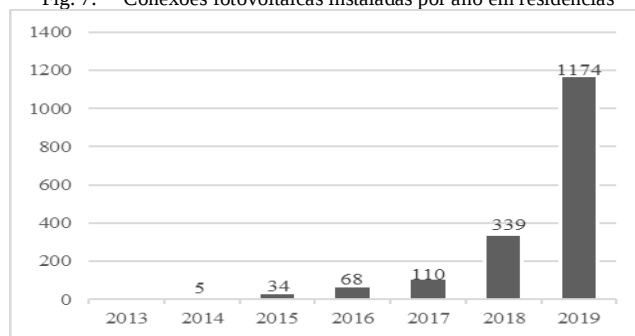
MUNICÍPIO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (KW)
Natal	9	9	394,68
Pau dos Ferros	2	2	162,70
Caicó	2	3	156,00
Mossoró	3	3	145,00
Ceará-Mirim	2	2	119,60

Fonte: Adaptado de [1]

No montante á 40 gerações distribuídas, 41 UCs recebem créditos e a potência instalada é 2236,07 KW. Nota-se que a potência instalada se divide da seguinte maneira: 40% na capital Natal, 17% na cidade de Pau dos Ferros, 16% em Caicó, 15% em Mossoró e 12% em Ceará-Mirim. Neste caso observa-se que Pau dos Ferros está a frente da cidade de Mossoró, onde a mesma conta com o campus central da UFRS e o IFRN. Enquanto Pau dos Ferros também possui um campus da UFRS e o IFRN sendo a soma de sua geração de energia maior que a de Mossoró.

Seguindo os setores estudados o de maior montante e acompanhando o poder público na inicialização da aplicação dessa tecnologia vêm o residencial. Pela iniciativa de consumidores de baixa tensão na busca da economia em relação aos gastos referente a conta de energia. Mesmo sem qualquer conhecimento acadêmico até os dias atuais em sua maioria, mas disposto a arriscar um investimento ao longo prazo. Na Figura 7 visualiza o início desse empreendimento e seu crescimento.

Fig. 7. Conexões fotovoltaicas instaladas por ano em residências



Fonte: Adaptado de [1]

Pela Figura 7 observa-se que até o final do ano de 2016 o crescimento foi baixo, com uma elevação do início de 2017 até o ano passado. Nos primeiros dois anos o crescimento não muito considerável, sendo que do segundo para o terceiro

ro chegou a ser 680%. Já do terceiro ano para o quarto foi 200%, variando o crescimento neste valor. Houve novamente um crescimento considerável a partir de 2017 para 2018 e chegou a mais de 300% novamente do mesmo ano para o ano de 2019. Mostrando-se que a tendência é de continuação do crescimento para o ano de 2020. A Tabela X expõem os maiores valores de potência instaladas das cidades do estado.

X. TABELA CIDADES COM MAIOR POTENCIAL INSTALADO

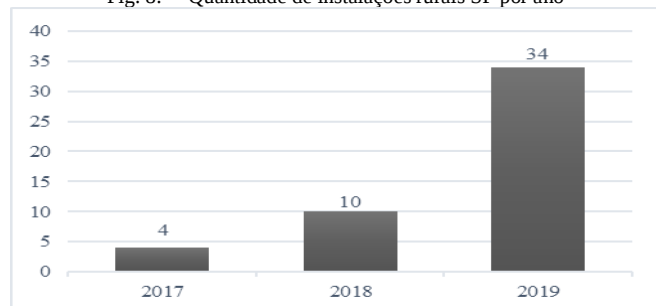
MUNICÍPIO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (KW)
Natal	502	564	3304,87
Mossoró	379	433	2543,79
Parnamirim	365	404	2147,84
Caicó	84	98	591,63
Macaíba	12	18	482,36

Fonte: Adaptado de [1]

Em linhas gerais a quantidade de GDs é 1732, UCs recebem créditos 2033 e a potência instalada 12331,33 KW. Novamente Natal aparece em primeiro lugar com a maior potência instalada 3304,87 KW, seguida da cidade de Mossoró com 2543,79 KW, Parnamirim com 2147,84 KW. As outras duas cidades Caicó e Macaíba ficam abaixo de 1000,00 KW cada.

Por fim tem-se o setor rural com instalações de SF a partir de 2017. A Figura 8 expõem a quantidade de instalações anuais, sendo 4 em 2017, 10 em 2018 e 34 em 2019.

Fig. 8. Quantidade de instalações rurais SF por ano



Fonte: Adaptado de [1]

A Figura 8 mostra que do primeiro ano para o segundo houve um aumento de um pouco mais de 100% nas instalações. Já no período de 2018 para 2019 o aumento foi mais de 200%, seguindo este ritmo o ano de 2020 poderá bater um novo recorde de instalações de SF. Para codificar este panorama a Tabela XI revela os maiores potenciais no estado.

XI. TABELA MUNICÍPIOS COM MAIOR POTENCIAL INSTALADO EM ÁREAS RURAIS

MUNICÍPIO	QTD GD	UCs REC CRÉDITOS	POT INSTALADA (KW)
Cruzeta	2	2	334,09
Lagoa Salgada	3	3	324,00
Açu	2	2	128,00
Touros	2	10	120,00
São Miguel	1	1	60,00

Fonte: Adaptado de [1]

De acordo com a Tabela XI, a quantidade de geração distribuída ficou em 48, com 67 unidades consumidoras rece-

bendo créditos e a potência instalada em 1531,37 KW. Onde que as duas primeiras classificadas em potência instalada ficam com quase a metade deste valor. Enquanto as outras três cidades somadas não superam a primeira classificada.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos dados levantados pode-se expor alguns resultados obtidos através da análise do panorama da geração fotovoltaica no estado do Rio Grande do Norte. O maior setor com potência instalada é o residencial, mostrando o potencial de crescimento do mesmo. Mas com possibilidades de forte queda dependendo das mudanças derivadas nas discussões da norma REN682/2015. Além disso o mercado de trabalho mostra-se aquecido, pois como consta empresas apresentadas na pesquisa estão contratando para todo o projeto de instalação SF.

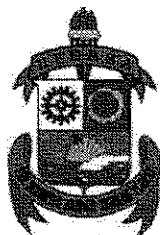
Mesmo com crescimento no setor ainda se percebe a baixo do ideal se comparado a países europeus e em desenvolvimento como China. Onde os mesmos registram valores de radiação muito menores que o estado do RN. Eventualmente medidas devem ser tomadas para um aumento vigoroso da instalação de SFs como a disseminação do assunto para a população pelos meios de comunicação mostrando seus benefícios; Outro critério seria a conscientização da população jovem nas escolas por meio de palestras, oficinas e visitas técnicas tanto em locais com o sistema quanto empresas do ramo; Também outro mecanismo de fortalecimento do setor seria a diminuição da burocracia envolvida no desenvolvimento do projeto e execução melhorando o processo de avaliação do projeto, tornando esse procedimento junto a concessionária integralmente on-line, diminuindo o tempo de avaliação que ainda mostra-se longo e uma reclamação frequente é a falta de clareza nos quesitos irregulares que constam no projeto; Salienta-se ainda que a norma REN687/2015 revelou-se eficaz até o presente momento, devendo ser mantida para a manutenção do crescimento do setor. Por tanto os meios de financiamento devem continuar, pois corroboram no desenvolvimento do mercado fotovoltaico.

Conforme exposto, este trabalho teve como objetivo levantar o panorama da geração fotovoltaica, assim podendo ser derivado do mesmo, trabalhos com maior foco como na questão da influência do setor em cidades menores do estado, também pode-se trabalhar a quantidade de empresas abertas e o montante de empregos gerados. Inclusive no aspecto mais técnico, relacionado com a capacidade da linha de distribuição do estado em relação ao grande volume de sistemas em um curto espaço de tempo, como também a influência dessa geração na mesma. A potência de energia elétrica gerada pelo sistema fotovoltaico só aumentará no estado através de políticas públicas, como o incentivo da instalação dos sistemas por meio de cortes de impostos como por exemplo IPTU, instalação de sistemas em bairros carentes e ambientes públicos. Igualmente o governo do estado tem a possibilidade de contribuir para as regiões do mesmo, diminuindo tributos relacionados ao setor e disponibilizar mais financiamentos para o desenvolvimento.

Portanto o setor fotovoltaico cresce exponencialmente a cada ano, gerando empregos, diminuindo o custo da conta de energia para a população, contribui para a diminuição da dependência da geração híbrida e minimiza os impactos ambientais gerados pela população.

VI. REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Ministério de Minas e Energia (Comp.). **Microsoft Power BI**: Geração Distribuída. 2020. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoizjM4NjM0OWYtN2IwZS00YjYiLTI1MjltN2E5MzBkN2ZlMzVkIiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LVVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOiR9>>. Acesso em: 08 jan. 2020.
- [2] ABSOLAR (São Paulo). **Energia solar fotovoltaica no Brasil**. 2020. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/infografico-absolar.html>>. Acesso em: 25 out. 2020.
- [3] BRASIL. Rogério Antônio da Silva Matos. Ministério de Minas e Energia (Ed.). **Balanço Energético Nacional: Relatório Síntese / Ano Base 2018**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2019.
- [4] ABSOLAR (São Paulo). **Cenário Atual da geração distribuída solar fotovoltaica**. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/deixeasolarcrescer/em-numeros/>>. Acesso em: 22 nov. 2019.
- [5] AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **REN482**: Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília: Aneel, 2012.
- [6] SANTANA, Lucas. **Resolução 482: Três Principais Pontos Comentados**. 2016. Disponível em: <<https://blog.bluesol.com.br/resolucao-482-da-aneel-guia-completo/>>. Acesso em: 16 jan. 2020.
- [7] SOLARVOLT (Rio de Janeiro). **A Revisão da Resolução Normativa nº482 da ANEEL: Entenda**. Disponível em: <<https://www.solarvoltenergia.com.br/blog/a-revisao-da-resolucao-normativa-n-482-da-aneel-entenda/>>. Acesso em: 25 out. 2019.
- [8] PEREIRA, Enio Bueno et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2. ed. São José dos Campos: Inpe, 2017.
- [9] IBGE (Brasil). Ministério da Economia. **Panorama do estado do Rio Grande do Norte**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/panorama>>. Acesso em: 25 nov. 2019.
- [10] SEBRAE. **Energia Solar e os Pequenos Negócios no Brasil**. Brasília: Sebrae, 2019.
- [11] SARA VASCONCELOS (Rio Grande do Norte). Fiern. **Rio Grande do Norte terá de qualificar 85.901 trabalhadores para a indústria até 2023**. Natal: Unicom, 2019.
- [12] SEBRAE (Natal). **Energia Solar ajuda a ampliar competitividade de oficinas de costura**. 2019. Disponível em: <<http://www.rn.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/RN/energia-solar-ajuda-a-ampliar-competitividade-de-oficinas-de-costura,a2cf60ef67f4d610VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 25 jan. 2020.
- [13] BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Expansão da Geração: Projeto Fotovoltaico nos Leilões de Energia**. Brasília: Epe, 2020.



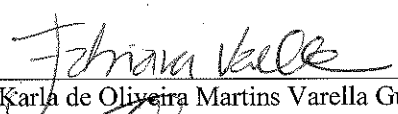
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA
CENTRO DE ENGENHARIAS

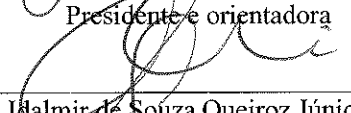
ATA DA DEFESA DE MONOGRAFIA

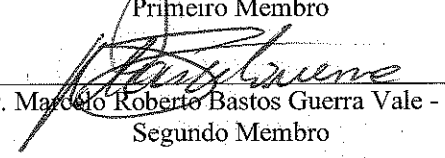
Às **09:00h** do dia 04 de fevereiro de 2020, no Laboratório de Energias Renováveis (LENERG), Campus Leste da Universidade Federal Rural do Semiárido, sede em Mossoró/RN, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de monografia de autoria do aluno **João Antônio de Lima Moreira**, aluno do curso de Engenharia Elétrica desta Instituição, com o título "Panorama da geração fotovoltaica no Rio Grande do Norte". A banca examinadora ficou assim constituída: Prof^ª. Dr^ª. Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella Guerra, presidente da banca e orientadora da monografia; Prof. Dr. Idalmir de Souza Queiroz Júnior e Prof. Dr. Marcelo Roberto Bastos Guerra Vale, como membros. Foram registradas as seguintes ocorrências: o aluno apresentou o trabalho e houve arguição por parte dos membros da banca. As sugestões de alterações textuais foram entregues ao aluno que se comprometeu em fazê-las na sua totalidade. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, em reunião fechada, tendo o aluno obtido as seguintes notas: 8,0 ; 8,0 ; 8,0. Apuradas as notas, verificou-se que o aluno foi **APROVADO** com média geral 8,0 fazendo jus, portanto, ao título de Engenheira Eletricista. Para constar, eu, Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella Guerra, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 04 de Fevereiro de 2020.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.


Prof.^ª. Dr.^ª. Fabiana Karla de Oliveira Martins Varella Guerra - UFERSA
Presidente e orientadora


Prof. Dr. Idalmir de Souza Queiroz Júnior - UFERSA
Primeiro Membro


Prof. Dr. Marcelo Roberto Bastos Guerra Vale - UFERSA
Segundo Membro