

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**FILIFE PEIXOTO SANTOS**

**ANÁLISE DA INSTALAÇÃO DE USINAS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA  
FOTOVOLTAICA COMUNITÁRIA POR MEIO DA FORMAÇÃO DE CONSÓRCIO**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

**2019**

**FILIPPE PEIXOTO SANTOS**

**ANÁLISE DA INSTALAÇÃO DE USINAS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA  
FOTOVOLTAICA COMUNITÁRIA POR MEIO DA FORMAÇÃO DE CONSÓRCIO**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências, para obtenção do título de Engenheiro Agrícola e Ambiental.

**VIÇOSA – MINAS GERAIS**

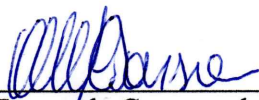
**2019**

**FILIFE PEIXOTO SANTOS**

**ANÁLISE DA INSTALAÇÃO DE USINAS DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA  
FOTOVOLTAICA COMUNITÁRIA POR MEIO DA FORMAÇÃO DE  
CONSÓRCIO**

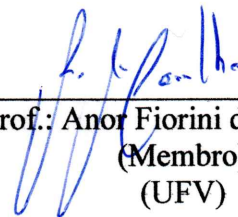
Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências, para obtenção do título de Engenheiro Agrícola e Ambiental.

APROVADO: 03 de julho de 2019.



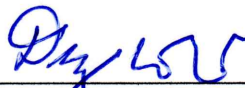
---

Profa.: Fernanda Campos de Sousa  
(Membro)  
(UFV)



---

Prof.: Anor Fiorini de Crvalho  
(Membro)  
(UFV)



---

Prof.: Dely Oliveira Filho  
(Orientador)  
(UFV)

“O Sol que veio a Terra para todos iluminar,  
não tem bonito, não tem feio,  
Ele ilumina todos iguais”. (Irineu Serra)

## RESUMO

A geração de energia elétrica, por meio de micro e mini usinas fotovoltaicas, vem crescendo de forma exponencial no Brasil. Isso deve, dentre outros fatores, à resolução normativa Nº 687/2015 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), pois ela criou um ambiente legal propício para tal crescimento. No entanto, algumas modalidades de aquisição coletiva dessas usinas ainda são bastante incipientes, sendo a formação de consórcios uma delas. O presente trabalho faz uma revisão nas leis e regulamentações relativas a tal, trazendo um estudo de caso de 3 Escolas Famílias Agrícolas (EFA`s), verificando a redução dos custos de instalação da usina fotovoltaica quando as EFA`s a adquirem de forma coletiva por meio de consórcio, quando comparada a aquisição individual dessas usinas, constatando-se significativa economia no custo de instalação de até 32%.

**Palavras-Chave:** Custos. EFA. Energia Fotovoltaica. Externalidade.

## ABSTRACT

The generation of electric energy, by the micro and mini photovoltaic power plants, is growing exponentially in Brazil. This is due, among other factors, the ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), normative Resolution N° 687/2015, because it created a legal environment that favored this growth. However, some forms of collective acquisition still very incipient, such as the consortium. This work reviews the laws and norms relative to this theme, bringing a case study of three rural family schools, verifying the installation cost reduction of photovoltaic power plant when the schools get it in a collective way, by the consortium formation, when compared to individual acquisition, with significant savings in installation costs of up to 32%.

**Keywords:** Costs. EFA. Externality. Photovoltaic Energy.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica

EFA Escola Família Agrícola

EFA-SB Escola Família Agrícola Serra do Brigadeiro

GD Geração Distribuída

HSP Horas Sol Pico

RN Resolução normativa

SCEE Sistema de Compensação de Energia Elétrica

UC Unidade consumidora

UG Usina de geração

UGFV Usina de geração fotovoltaica

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	10
2.1. Elucidação das normativas .....	10
2.1.1. Resolução Normativa ANEEL 482/2012 (BRASIL, 2012) .....	10
2.1.2. Resolução Normativa ANEEL 687/2015 (BRASIL, 2015): ampliação das facilidades e das possibilidades .....	10
2.1.3. Principais alterações da RN Nº 687/2015 (BRASIL, 2015) .....	11
2.1.4. Modalidades vigentes da RN Nº 687/2015 (BRASIL, 2015) .....	12
2.2. Cenário atual da geração distribuída: uma análise qualitativa e quantitativa .....	14
2.2.1. Divisão das UG nas modalidades da RN Nº 687/2015 (BRASIL, 2015) .....	14
2.2.2. Análise econômica social .....	15
2.2.3. Consórcio: uma opção para a democratização .....	16
2.3. Geração compartilhada: consórcio .....	17
2.3.1. Definição do que é um consórcio .....	17
2.3.2. Consórcio dentro dos termos da RN Nº 687/2015 (BRASIL, 2015) .....	17
2.4. Estudo de caso das EFA`s: Puris, Margarida Alves e Serra do Brigadeiro. ....	20
2.4.1. Dimensionamento dos sistemas .....	20
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
3.1. Análise financeira .....	26
3.1.1. Instalação dos sistemas .....	26
3.1.2. Custos da formação do consórcio (sistema IV) .....	26
3.1.3. Custo de instalação da UGFV com e sem o consórcio .....	29
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	31
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	32

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e a manutenção da sociedade moderna estão atrelados ao consumo de energia. A geração de energia elétrica vem tomando uma importância cada vez maior, visto que, principalmente nas últimas décadas, uma corrente de cientistas problematizam o uso dos combustíveis fósseis, apontando para seu fim, bem como para os severos impactos ambientais que eles causam.

Em contrapartida a estes combustíveis, há as fontes de energia renováveis, sendo as mais comuns: energia hidroelétrica, biomassa, eólica e solar. A Agenda 2030, estabelecida pela Organização das Nações Unidas, voltada para o desenvolvimento sustentável, convida a mudar, no presente, atitudes e comportamentos apontando para a construção de futuro sustentável e inclusivo. Dentro do escopo das ações propostas nessa agenda destaca-se a importância da diversificação da matriz energética para alcançar o objetivo da preservação do meio ambiente, reduzindo os impactos ambientais. A energia solar, apresenta-se neste contexto como uma das melhores alternativas, pois, dentro das renováveis, ela é a fonte que apresenta os menores impactos ambientais.

Em 17 de Abril de 2012, por meio da resolução normativa N° 482/2012 (BRASIL, 2012) a ANEEL criou-se no Brasil, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), e desde então, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade, a qual funcionará como uma bateria armazenando-a (ANEEL, 2016), sendo este excedente virtualmente computado como créditos de energia. Segundo a ANEEL (2016), a geração de energia elétrica distribuída é caracterizada pela instalação de geradores de pequeno porte, normalmente a partir de fontes renováveis (embora não se restrinja à elas). Por estarem próximos às cargas podem proporcionar alguns benefícios ao sistema de distribuição de energia. Tais como a postergação de investimentos em expansão nos sistemas de transmissão, o baixo impacto ambiental, a melhoria do nível de tensão da rede no período de carga pesada, a descentralização da geração e a diversificação da matriz energética.

Essa possibilidade, porém, estava restrita àqueles que possuíam espaço físico e capital disponível para adquirir os equipamentos (LIMA,2019). Este cenário mudou em 2016, quando a ANEEL revisou a RN N° 482/2012 (BRASIL, 2012) por meio da RN N° 687/2015 (BRASIL, 2015) e passou a permitir outras modalidades na geração distribuída: em condomínios, cooperativas e consórcios. A partir do avanço do ambiente regulatório surge um horizonte de novas possibilidades neste setor, destacando o protagonismo social como uma alternativa viável

à produção de energias renováveis no Brasil (LIMA, 2019). A formação de consórcios se configura dentro deste contexto como um caminho plausível para a concretização do protagonismo coletivo. Considerando-se, ainda, o quão incipiente ainda é o assunto e as iniciativas atuais neste âmbito, um estudo que evidencie os benefícios dessa forma de articulação, passa a ser de grande relevância, por ser esta, uma forma de organização social capaz de unir forças, diminuir os riscos e os custos e maximizar resultados.

Com o propósito de evidenciar e quantificar as reduções no custo de instalação de uma usina de geração fotovoltaica quando esta é instalada por meio de um consórcio, é apresentado um estudo de caso de três Escolas Famílias Agrícolas situadas na Zona da Mata mineira: EFA-Puris, EFA-Serra do Brigadeiro, EFA-Margarida Alves. Em sua raiz etimológica, a palavra consórcio é derivada do latim *consors* (companheiro), *con*(junto) e *sores* (destino). Isto é, uma forma de associação de dois ou mais indivíduos, empresas ou organizações com o objetivo de aquisição de algum bem. Objetiva-se neste estudo mostrar a economia na instalação de uma usina de geração fotovoltaica quando as três EFA`s se articulam por meio da formação de um consórcio, em comparação a cada uma delas adquirir um sistema individual.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Com o intuito de melhor apreciar as possibilidades de articulação social no âmbito da geração distribuída que o ambiente regulatório atual permite, é feita uma análise das resoluções normativas e lei que regulam a geração distribuída e a formação de consórcios. Posteriormente, é apresentado o estudo de caso das três escolas das quais os resultados da economia no custo de instalação da usina de geração serão comparados.

### **2.1. Elucidação das normativas**

#### **2.1.1. Resolução Normativa ANEEL 482/2012 (BRASIL, 2012)**

No dia 17 de Abril de 2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) promulgou a Resolução Normativa (RN) 482 ((BRASIL, 2012), que em seu íterim: “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.” (BRASIL, 2012).

O Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) consiste-se, basicamente, em um sistema de troca de energia com o seguinte princípio: injeta-se o excedente de energia elétrica produzida na rede e a aferição do medidor (bidirecional) mostra o quanto de energia foi absorvida da rede e a quantidade de energia injetada na rede.

Os créditos correspondem à diferença entre o injetado e o consumido. No caso de micro-usinas (potência de geração de até 75 KW) e mini-usinas (potência de geração de 75 KW até 5 MW) conectadas à rede de distribuição, esta funciona como uma espécie de bateria, em que a energia é computada por meio de créditos virtuais. A simplicidade da regra facilita o entendimento do funcionamento do sistema, bem como os sistemas de faturamento.

#### **2.1.2. Resolução Normativa ANEEL 687/2015 (BRASIL, 2015): ampliação das facilidades e das possibilidades**

Como resultado de uma audiência pública, a ANEEL publicou a resolução normativa (RN) Nº 687/2015 (BRASIL, 2015), a qual revisou a RN Nº 482/2012 (BRASIL, 2012).

Segundo a ANEEL (2016), objetivou-se com a alteração: reduzir os custos e o tempo para a conexão da micro e minigeração, compatibilizar o Sistema de Compensação de Energia

Elétrica com as condições gerais de fornecimento, melhorar as informações na fatura e como consequência do conjunto destes fatores aumentar o público alvo.

Esta série de modificações criaram um ambiente legal mais propício à instalação de uma UG, aumentando, por conseguinte, a viabilidade para sua implementação (ANEEL, 2016). A ANEEL simplificou o processo burocrático, encurtou os prazos para distribuidora, aumentou o tempo de duração dos créditos, aumentou os limites de potência da minigeração, entre outros benefícios. Além de ter criado duas novas modalidades de geração distribuída (GD): geração compartilhada por meio de cooperativas, consórcio e a geração distribuída em condomínios. Para Lima (2018) essas alterações dinamizaram todo o processo de implantação de uma UG, uma vez que simplificou os processos e possibilitou outras alternativas financeiras que estimulam o protagonismo social na geração de sua própria energia.

### 2.1.3. Principais alterações da RN N° 687/2015 (BRASIL, 2015)

O Quadro 1 apresenta as mudanças mais significativas com a atualização da resolução normativa que regulamenta a geração distribuída.

Quadro 1 - Principais alterações da RN N°482 (BRASIL, 2012) pela RN N° 687/2015 (BRASIL, 2015)

	<b>RN N°482 (BRASIL, 2012)</b>	<b>RN N° 687(BRASIL, 2015)</b>
Tipo de fonte	Solar, eólica, biomassa e cogeração qualificada	Qualquer tipo de energia renovável
Limites da potência de geração da usina	Microgeração: 0 a 100 KW; Minigeração: 0,1 a 1 MW Pot. Instalada < Carga Instalada no local	Microgeração: 0 a 75 KW Minigeração: 0,075 a 5MW Pot. instalada < Pot. Disponibilizada pela rede de distribuição
Duração dos créditos de energia	36 meses	60 meses
Informações da fatura	-	Mais informações / Fornecimento dos dados na Internet
Modalidades de geração distribuída	Autoconsumo; Autoconsumo Remoto	Autoconsumo; Autoconsumo Remoto; Condomínio; Geração Compartilhada
Acesso à distribuidora	Ir no local	Criação de Formulários Padronizados; Online
Prazo para a implementação da usina	82 dias corridos	34 dias corridos

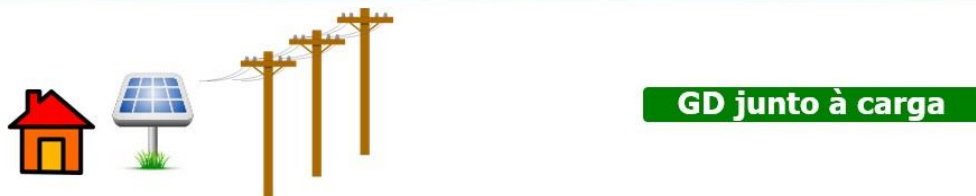
Fonte: Organizada pelos autores.

### 2.1.4. Modalidades vigentes da RN N° 687/2015 (BRASIL, 2015)

#### I. Geração junto a carga

A mais simples das modalidades, o crédito de energia corresponderá à diferença entre o que a unidade consumiu e o que injetou na rede distribuidora. A Figura 1 ilustra o esquema.

Figura 1 – Ilustração esquemática da geração distribuída da modalidade junto à carga



Fonte: ANEEL (2016).

#### II. Autoconsumo remoto

A usina geradora (UG) é instalada em uma unidade consumidora (UC), que pode ou não ter consumo de energia, sendo que o titular da UG precisa ser o mesmo das outras UC's onde os créditos de energia forem compensados. Assim, o excedente de energia gerado da UC da qual a UG foi instalada, é usado para abater nas outras unidades consumidoras. A Figura 2 ilustra o esquema dessa modalidade.

Figura 2 – Ilustração esquemática da geração distribuída da modalidade autoconsumo remoto

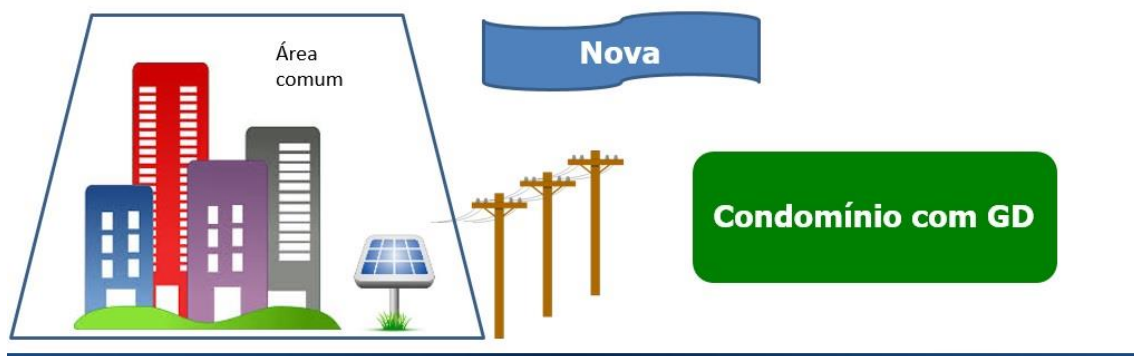


Fonte: ANEEL (2016).

### III. Condomínios ou Empreendimento com Múltiplas Unidades

A GD é instalada na UC que atende a área comum dos prédios, condomínios verticais, horizontais e etc, sendo esta pertencente à administração do empreendimento, desde que as UC estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas. Toda energia injetada na rede poderá ser aproveitada como créditos de energia para os condôminos com a proporção definida à distribuidora, não sendo obrigatório a participação de todos s condôminos. Nesta modalidade, como é o montante injetado, e não necessariamente a diferença do que injetou e consumiu, os créditos de energia não necessariamente precisam ser compensados na própria UC coletiva do condomínio na qual a UG foi instalada. A Figura 3 ilustra o esquema dessa modalidade.

Figura 3 – Ilustração esquemática da geração distribuída da modalidade condomínio

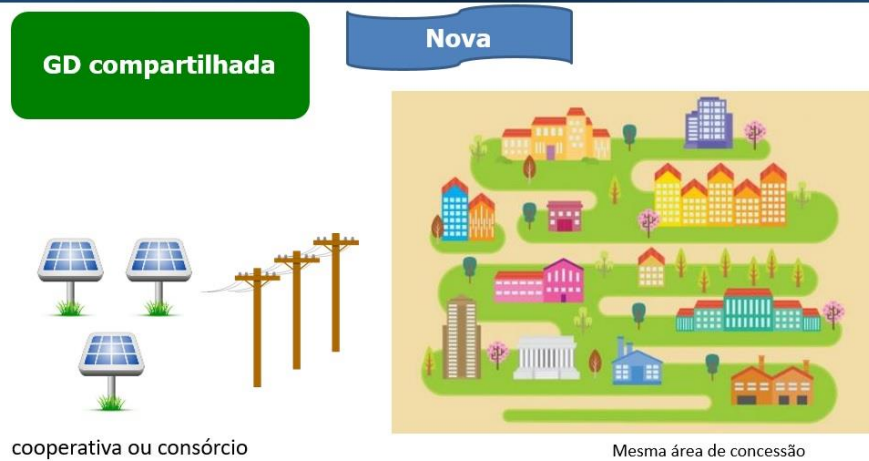


Fonte: ANEEL (2016).

### IV. Geração compartilhada: consórcio ou cooperativa

Diversos consumidores que podem estar em locais diferentes se reúnem para formar um consórcio ou uma cooperativa, tal que a UC na qual a UG será instalada é de titularidade deste consórcio ou cooperativa, que pode ou não ter consumo. O excedente de energia, é usado para abater o consumo das diversas UC que compõem o grupo em percentagem definida à distribuidora. A Figura 4 ilustra o esquema dessa modalidade.

Figura 4 – Ilustração esquemática da geração distribuída da modalidade compartilhada em cooperativa ou consórcio



Fonte: ANEEL (2016).

## 2.2. Cenário atual da geração distribuída: uma análise qualitativa e quantitativa

### 2.2.1. Divisão das UG nas modalidades da RN N° 687/2015 (BRASIL, 2015)

Até o dia 9 de março de 2019, haviam cadastradas no banco de dados da ANEEL: 62760 UC`s com GD de energia elétrica, 84946 UC`s que recebem os créditos, totalizando 756,2 GW de Potência Instalada (ANEEL, 2019). O Quadro 2 as dispõem separadas por tipo da fonte de geração, a saber: hidráulico, eólico, fotovoltaica e termoeletrica.

Quadro 2- Unidades consumidoras (UC) com geração distribuída, organizadas por tipo de geração

Tipo de geração	Quantidade	Quantidade de UC`s que recebem os créditos	Potência instalada (kW)
<b>Hidráulica</b>	68	7448	60011
<b>Eólica</b>	57	100	10314
<b>Fotovoltaica</b>	62499	76864	644603
<b>Termoeletrica</b>	139	537	41323

Fonte: ANEEL (2019).

No Quadro 3 é apresentado como as UC`s são distribuídas em relação às modalidades de GD:

Quadro 3 - Unidades consumidoras (UC) com geração distribuída, organizadas pelas modalidades da RN N° 687/2015

Modalidade	Quantidade	Quantidade de UC`s que recebem os créditos	Potência instalada (kW)
<b>Autoconsumo remoto</b>	8106	29284	181264
<b>Geração compartilhada</b>	241	1088	20075
<b>Geração na própria UC</b>	54385	54385	554303
<b>Múltiplas UC`s</b>	28	189	596

Fonte: ANEEL (2019).

Analisando as tabelas dois e três, constata-se que número de UC`s na geração compartilhada ainda não cresceu tal como a autoconsumo remoto e geração na própria UC.

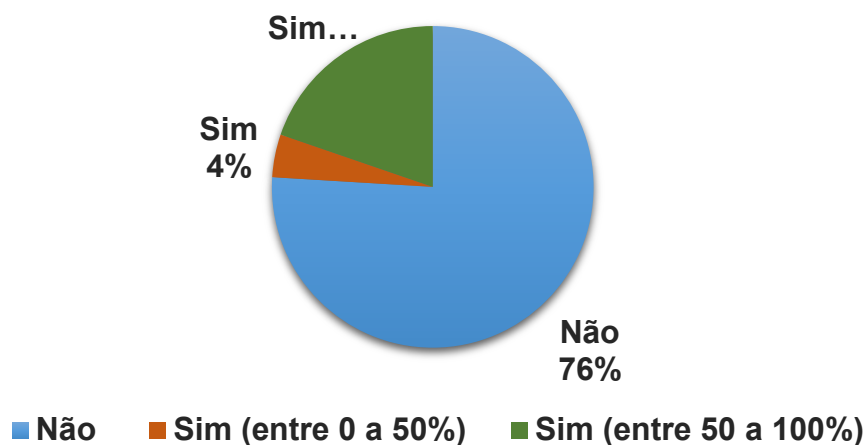
### 2.2.2. Análise econômica social

A superintendência administrativa setorial da ANEEL, realizou uma pesquisa com 1156 consumidores que que instalaram micro ou mini GD, com amostragem aleatória simples, obtendo taxas de 95% de confiança e margem de erro de 3% (CORREA, 2018).

Das perguntas feitas nessa pesquisa, duas se destacam no escopo do presente trabalho com seus respectivos resultados, as Figuras 5 e 6 ilustram os resultados obtidos.

- Você utilizou algum tipo de financiamento na implementação da sua GD?

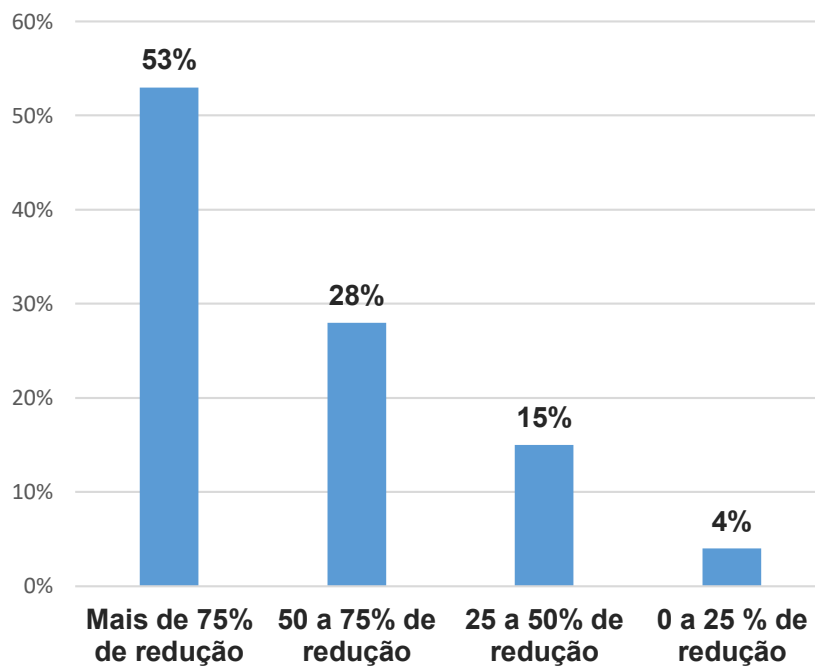
Figura 5 – Resultado das respostas da pesquisa realizada pela ANEEL quando perguntado aos proprietários das usinas de geração fotovoltaicas se financiaram seu sistema



Fonte: organizada pelos autores.

- O quanto a usina de geração reduziu seu gasto com energia elétrica?

Figura 6 – Resultado das respostas da pesquisa realizada pela ANEEL quando perguntado aos proprietários das usinas de geração fotovoltaicas o quanto foi a redução na fatura



Fonte: organizada pelos autores.

O fato de 76 % dos titulares das UC em que as UGFV foram instaladas não precisarem de financiamento para este investimento, é bastante sugestivo. Indica à quais sujeitos sociais essa tecnologia vem sendo mais direcionada, refletindo em uma redução de mais de 75%: àqueles que têm capital de investimento livre maior do que o valor de instalação da usina de geração fotovoltaica.

### 2.2.3. Consórcio: uma opção para a democratização

Em um seminário sobre a geração distribuída (CORREA, 2018), realizado em 2018, o então diretor da ANEEL enfatizou que o desenvolvimento da geração distribuída na modalidade compartilhada, torna mais democrático a GD. Pois um modelo econômico que o foco é voltado para a geração colocada em seu próprio telhado, isso faz com que deixe de fora parte significativa da população, visto que nem todos brasileiros possuem casa própria, ou moram

em casa com boa insolação. Junto à GD compartilhada, há um modelo de negócio que empodera o consumidor.

### 2.3. Geração compartilhada: consórcio

É evidente o quão mais virtuosas tornaram-se as possibilidades de gerar sua própria energia, a RN N° 687/2015 (BRASIL, 2015) é relativamente recente, passou a vigorar em 2016. A sociedade e os mercados ainda estão se adaptando dentro dos novos termos trazidos por ela. Talvez, por isso a modalidade do consórcio ainda não vem sendo tão aproveitada quanto o autoconsumo remoto por exemplo, sendo este, já regulado desde 2012.

Neste sentido, torna-se importante o estudo dessa modalidade conhecendo seus pormenores, contrastando-a com outras, afim de realçar seus pontos positivos, apontando possibilidades e os benefícios desta, interpretando os estudos e refletindo sobre possíveis impactos sociais oriundos dos mesmos.

#### 2.3.1. Definição do que é um consórcio

Atualmente, a lei que regula a criação e o funcionamento de consórcios é a N° 11.795/2008, que em seu artigo primeiro diz que os sistemas de consórcios são para o progresso social uma vez que propiciam ao acesso ao consumo, de forma isonômica, de bens ou serviços por meio do autofinanciamento (BRASIL, 2008).

A estrutura básica de um consórcio Brasil (2008), se constitui da seguinte maneira:

- **Consoiciado:** pessoa natural ou jurídica que integra o grupo.
- **Grupo de Consórcio:** é uma sociedade não personificada constituída pelos consoiciados para os fins estabelecidos acima.
- **Administradora do Consórcio:** é a pessoa jurídica prestadora de serviços com objeto social principal voltado à administração de grupos de consórcio.

#### 2.3.2. Consórcio dentro dos termos da RN N° 687/2015 (BRASIL, 2015)

A partir da implementação da RN N° 687/2015 (BRASIL, 2015) é permitido, portanto, a criação de consórcios em conformidade com a Lei N° 11.795/2008 para a instalação e implementação de usinas de geração fotovoltaicas com potência instalada de até 5MW, de forma a dividir os créditos de energia para seus consoiciados.

## I.Aspectos administrativos contratuais

Como os consórcios não possuem personalidade jurídica própria e nem são inscritos no CNPJ, será a Administradora do Consórcio a titular da UC onde a UG estiver instalada. Segundo o artigo 10 da lei dos consórcios, o contrato do consorcio deve ser plurilateral e é o instrumento de natureza associativa que tem por objetivo a constituição do fundo pecuniário (BRASIL, 2008).

Por ser de natureza associativa, deve haver um consenso entre as partes, bem como direitos e obrigações nas mesmas proporções. Portanto o formato do consórcio deve contemplar os consorciados, gerando assim uma condição de ganho a todos envolvidos, em outras palavras, os consorciados podem modular junto à administradora o formato (meses a pagar, valor da parcela, frequência das contemplações) do consórcio conforme as possibilidades e necessidades mútuas.

## II.Parecer da Procuradoria Federal sobre os consórcios em conformidade com a RN N° 687/2015 (BRASIL, 2015)

Devido ao vanguardismo do assunto, são escassas as referências no processo de formação de consórcios no âmbito da RN N° 687/2015 (BRASIL, 2015), de forma que estas ainda são bastante incipientes.

Em virtude das eventuais má interpretações da relação entre a lei N° 11.795/2008 (BRASIL, 2008) (lei dos consórcios) e a RN N° 687/2015 (BRASIL, 2015), a ANEEL juntamente à Procuradoria Federal da União emitiu um parecer com a seguinte ementa:

Resolucao Normativa ANEEL n. 482/2012. Geracao compartilhada. Necessidade de constituicao de consorcio ou cooperativa. Lei n. 11.795/2008. Consorcio de bens e servicos. Grupo de consorcio. Ente despersonalizado. Administradora de Consorcio. Sociedade Empresaria. Verificacao da possibilidade de distribuicao entre os integrantes do consorcio dos creditos de energia gerados. (BRASIL, 2016).

No qual explica que:

Não há uma forma precisa, predefinida de qual tipo de cooperativa ou consórcio que devem ser adotados pelos interessados em adotar a geração compartilhada, mas que o importante é que a forma elegida possibilite a utilização dos créditos de energia gerados entre os integrantes do consórcio conforme indicado a distribuidora (BRASIL, 2016).

A flexibilização quanto ao tipo de consórcio passível de contemplação, permite maior modulação do formato do consórcio, o que significa mais facilidades para a adequação de diferentes grupos de consórcio, adequando-se tanto em relação a fatores técnicos: demanda, necessidade ou não de reformas na rede, local de instalação, entre outros, quanto a fatores econômicos: número e valor das parcelas, número de consorciados, condições de pagamento.

### III. Singularidades do modelo de consórcio proposto no presente trabalho

É relevante discernir que no presente estudo, o modelo de consórcio proposto tem como fim a aquisição de uma UGFV para o beneficiamento de dois ou mais consorciados, e não um consórcio do crédito para a aquisição individual de uma UGFV. Se assim fosse, não poder-se-ia considerá-lo como uma externalidade vinculada à normativa vigente. Nesse modelo de consórcio a contemplação implica o consorciado passar a ser proprietário, em conjunto com outros consorciados, dos equipamentos pertencentes a UG (já em funcionamento), proporcionalmente à suas cotas de participação.

Este é um dos mais importantes aspectos positivos deste tipo de empreendimento, pois os beneficiados do consórcio não precisam ser contemplados para se beneficiarem dos créditos de energia, pois desde a criação do consórcio para a obtenção de uma UGFV, os consorciados já estão legalmente aptos a receberem os créditos de energia, desde que a usina já esteja operando. Isso permite que logo no início já se tenha uma redução considerável da conta de energia dos consorciados. Em muitos casos isso pode significar a viabilidade financeira do negócio.

### IV. Considerações finais sobre o consórcio

Segundo Lima (2018) com a resolução normativa vigente criou-se um ambiente legal favorável a uma participação responsável e consciente da sociedade no que se refere a geração de energias renováveis, propiciando o protagonismo social neste ramo, uma vez que há um ambiente regulatório que coloca a sociedade em condição de empoderamento.

Este processo ganha ainda mais força quando várias pessoas se unem para um mesmo objetivo. Neste sentido as cooperativas e os consórcios se apresentam neste contexto como um caminho viável para a concretização do protagonismo coletivo, pois geram um modelo econômico coerente com a mobilização e organização social, sendo capaz de unir forças, diminuir riscos e maximizar resultados.

Devido a estes benefícios, este modelo significa um caminho para a democratização da tecnologia de geração de energia descentralizada, justamente por facilitar e, em muitos casos, viabilizar seu acesso, principalmente àquelas camadas sociais que dispõe de uma situação financeira mais frágil.

#### 2.4. Estudo de caso das EFA`s: Puris, Margarida Alves e Serra do Brigadeiro.

Neste capítulo é feito uma simulação da formação de um consórcio e constatar seus benefícios. Isto será feito por meio do estudo de caso de três Escolas Família Agrícola (EFA), situadas na Zona da Mata mineira, todas elas situadas na área de concessão da empresa Energisa. Neste sentido, será comparado os custos relativos a instalação do sistema de geração fotovoltaico para atender estas escolas de duas maneiras:

- a) Adquirindo uma UGFV por meio da formação do consórcio, gerando, assim, energia suficiente para reduzir o gasto com energia elétrica ao custo da taxa mínima mensal.
- b) Cada uma das três escolas adquire sua própria UGVF, totalizando três usinas instaladas, gerando, assim, energia suficiente para reduzir o gasto com energia elétrica ao custo da taxa mínima mensal.

Assim, serão dimensionados quatro sistemas distintos.

- Dimensionamento dos sistemas

#### I.Dados relativos ao dimensionamento dos sistemas

As Figuras 7 (A, B e C) mostram a imagem de satélite das três escolas.

Figura 7 – Imagens de satélite das escolas, A) Escola Família Agrícola-Puris. Araponga-MG, B) Escola Família Agrícola-Margarida. Simonésia-MG e C) Escola Família Agrícola-Margarida. Simonésia-MG

A)



B)



C)



Fonte: Google Earth, 2019.

No Quadro 4 é exposto os dados referentes às três EFA`s.

Quadro 4 - Dados das Escolas Família Agrícola (EFA) para o dimensionamento das usinas

<b>DADOS</b>	<b>EFA-Puris</b>	<b>EFA-Serra do Brigadeiro</b>	<b>EFA-Margarida</b>
<b>Latitude (°)</b>	-20,446638	-20,781758	-20,119132
<b>Longitude (°)</b>	-42,565106	-42,517043	-42,04085
<b>Azimute do telhado de instalação dos módulos(°)</b>	3	5	325
<b>Inclinação do telhado(°)</b>	22	22	22
<b>HSP (Intensidade da irradiação solar kW/m<sup>2</sup>.dia)</b>	5,014	5,387	4,81
<b>Média mensal de consumo dos 12 últimos meses (KWh)</b>	645	562	868
<b>Fase</b>	Bifásica	Bifásica	Bifásica
<b>Geração de energia mensal demandada (Kwh)</b>	595	512	818

Fonte: organizado pelos autores.

Considerações sobre o dimensionamento:

- i. Como o telhado de todas as EFA`s são de cerâmica, foi adotado um valor aproximado de 22° para a inclinação dos mesmos, por ser um valor médio típico na região onde se encontram as EFA`s.
- ii. Os valores de intensidade de irradiação da tabela representam uma média anual dos valores diários. Eles foram tirados do banco de dados da Global Solar Atlas (ATLAS, 2019).

Tais valores variam de acordo com a localização (latitude e longitude) e a inclinação do telhado do qual os painéis fotovoltaicos são instalados.

- iii. Os dados de consumo foram obtidos após o estudo da conta de energia das escolas.
- iv. O consumo mínimo a ser pago à distribuidora era relativo à fase da UC: trifásico - 100kWh; bifásico - 50kWh; monofásico - 30kWh.

## II. Cálculos do dimensionamento das usinas de geração fotovoltaicas

A demanda de energia mensal ( $E_{gm}$ ) a ser gerada é calculada pela equação 1.

$$E_{gm} = M_{cons} - 50 \text{ kwh} \quad (1)$$

Onde  $M_{cons}$  é a média anual do consumo mensal de energia elétrica. Assim, a demanda de geração diária ( $E_{gd}$ ) é calculada pela equação 2.

$$E_{gd} = E_{gm}/30 \quad (2)$$

Segundo Soliens (2017), os principais motivos de perdas que podem ocorrer no sistema, com suas respectivas frações de perda aproximadas são:

- i. Sujeira nos módulos (3%);
- ii. Mismatching (2%);
- iii. Cabeamento (2%; trajetos médios);
- iv. Inversor DC-AC (3%);
- v. Sombreamento (5%);
- vi. Transformador (3%);
- vii. Temperatura (5%);

Somando-se todas as perdas, será adotado um fator de perdas ( $f$ ) de 23%. Para fins de dimensionamento dos sistemas, será utilizado painéis fotovoltaicos policristalinos com 330W de potência nominal. Dessa forma, chega-se a quantidade de painéis demandados pela equação 3.

$$E_{gd} = N_{mod} * P_{nom} * f * HSP \quad (3)$$

Onde:

$N_{mod}$  é o número de módulos a ser instalados;

$P_{nom}$  é a potência nominal de cada um destes módulos.

Com base nas equações 1, 2 e 3 será dimensionado, portanto, quatro sistemas diferentes:

- Sistema I: que atenda somente a EFA-Puris;
- Sistema II: que atenda somente a EFA-Serra do Brigadeiro;
- Sistema III: que atenda somente a EFA-Margarida Alves;
- Sistema IV: que atenda as três EFA's;

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 5 é apresentado o resultado do dimensionamento dos quatro sistemas, que traz a quantidade de módulos e a capacidade nominal dos inversores que compõem o sistemas.

Quadro 5 - Dimensionamento do número de módulos e do inversor para os sistemas

<b>Tipo</b>	<b>SISTEMA I</b>	<b>SISTEMA II</b>	<b>SISTEMA III</b>	<b>SISTEMA IV</b>
<b>Geração de energia mensal demandada (Kwh)</b>	595	512	818	1925
<b>Geração de energia diária demandada (Kwh)</b>	19,8	17,1	27,3	64,2
<b>HSP Intensidade da irradiação solar (kW/m<sup>2</sup>.dia)</b>	5,014	5,387	4,81	5,387
<b>Número de módulos de 330W</b>	16	13	23	47
<b>Potência Pico (kW)</b>	5,28	4,29	7,59	15,51
<b>Potência operacional (kW)</b>	4,07	3,3	5,84	11,94
<b>Potência Pico Comercial do Inversor (kW)</b>	4	4	6	12

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nota-se que o valor de HSP do sistema IV é o mesmo do sistema II, isso significa que o local de instalação da UGFV será no telhado da EFA-Serra do Brigadeiro, devido ao fato de entre as três escolas, ela se localizar no local com maior intensidade de irradiação solar.

### 3.1. Análise financeira

#### 3.1.1. Instalação dos sistemas

Foi feita a análise financeira dos quatro sistemas em questão. Os valores finais apresentados são relativos aos custos totais de instalação dos sistemas, incluindo todos equipamentos e serviços necessários para o pleno funcionamento das usinas. Os orçamentos foram realizados em Junho de 2019, em parceria com a empresa Brilho do Sol – Instalações Fotovoltaicas, que disponibilizou o orçamento contido neste trabalho. Os resultados são mostrados no Quadro 6.

Quadro 6 - Valores de instalação dos sistemas fotovoltaicos

ÍTEM		SISTEMA I	SISTEMA II	SISTEMA III	SISTEMA IV
<b>MÓDULOS 330W RISEN POLICRISTAL INO</b>	<b>Quantidade (unidade)</b>	16	13	23	47
	<b>Preço Unitário (R\$)</b>	549,00	549,00	549,00	499,00
	<b>Total (RS)</b>	<b>8784,00</b>	<b>7137,00</b>	<b>12627,00</b>	<b>23453,00</b>
<b>INVERSOR</b>	<b>Fabricante- Modelo</b>	FRONIUS PRIMO 4,0-1	FRONIUS PRIMO 4,0-1	FRONIUS PRIMO 6.0-1	FRONIUS SYMO 12.5-3
	<b>Potência nominal (KW)</b>	4	4	6	12,5
	<b>Fase</b>	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Trifásico
	<b>Preço (RS)</b>	<b>5770,00</b>	<b>5770,00</b>	<b>7629,00</b>	<b>12290,00</b>
<b>DEMAIS MATERIAIS E FRETE</b>	<b>Preço (RS)</b>	<b>4220,00</b>	<b>4450,00</b>	<b>5120,00</b>	<b>7200,00</b>
<b>SERVIÇOS (PROJETO E INSTALAÇÃO)</b>	<b>Preço (RS)</b>	<b>8000,00</b>	<b>8000,00</b>	<b>10000,00</b>	<b>17000,00</b>
<b>VALOR TOTAL DE INSTALAÇÃO SISTEMA (R\$)</b>		<b>26774,00</b>	<b>25358,00</b>	<b>35376,00</b>	<b>59943,00</b>

Fonte: Organizada pelos autores.

### 3.1.2. Custos da formação do consórcio (sistema IV)

Para o fundo pecuniário (BRASIL, 2008), foi estipulado um valor de R\$3.000,00. Ou seja, para a implementação do sistema IV, além do valor de instalação da usina mostrado na tabela 6, há um custo adicional relativo à administração deste consórcio, que deverá ser pago à administradora do consórcio. Adotou-se um valor de R\$ 3000,00, divididos em 5 parcelas de R\$ 600,00, cada uma destas parcelas será dividida igualmente entre as três EFA`s.

O valor de instalação do sistema IV foi dividido de forma proporcional conforme o percentual de créditos de energia destinados à cada uma das EFA`s, à saber: EFA-Puris-31%, EFA-SB-27%, EFA-Margarida-42%. Dentro do escopo da simulação aqui proposta, parcelou-se o valor de instalação do sistema: uma entrada com o valor dos custos dos materiais da usina, e o serviço dividido em 4 parcelas. O resultado dessa simulação é expresso no Quadro 7.

Como o grupo de consórcio não tem CNPJ, a titularidade da UG é da administradora do consórcio. Neste sentido, é necessário que se instale uma nova UC nas dependências da EFA-SB cuja titularidade seja também a da administradora do consórcio. Portanto, no espaço da EFA-SB passará a conter duas UC`s com dois relógios medidores distintos: o que já existia e um novo de titularidade da administradora do consórcio, onde será instalada a usina de geração.

Dentro deste contexto, a contemplação do consórcio significaria, somente, tomar parte dos equipamentos usados na instalação da UGFV. Porém, o beneficiamento dos créditos de energia ocorrerá assim que a usina estiver operando, não precisando dos consociados serem contemplados para tal. Isso porque, a ANEEL por meio da RN Nº 687/2015 (BRASIL, 2015) exige, somente, que haja um contrato de constituição do consórcio, não trazendo nenhuma informação à cerca das contemplações. No caso da simulação deste trabalho, as mesmas ocorreriam nos meses 1, 3 e 5.

Quadro 7 - Valor total pago pelas escolas família agrícola (EFA) para a implementação do sistema IV, parcelado em cinco meses

Mês	EFA-Puris			EFA-Serra do Brigadeiro			EFA-Margarida		
	Custo de instalação do sistema (R\$)	Custo da administração do consórcio (R\$)	Valor total pago no mês pela EFA (R\$)	Custo de instalação do sistema (R\$)	Custo da administração do consórcio (R\$)	Valor total pago no mês pela EFA (R\$)	Custo de instalação do sistema (R\$)	Custo da administração do consórcio (R\$)	Valor total pago no mês pela EFA (R\$)
<b>1</b>	13312,33	200,00	13512,33	11594,61	200,00	11794,61	18036,06	200,00	18236,06
<b>2</b>	1317,50	200,00	1517,50	1147,50	200,00	1347,50	1785,00	200,00	1985,00
<b>3</b>	1317,50	200,00	1517,50	1147,50	200,00	1347,50	1785,00	200,00	1985,00
<b>4</b>	1317,50	200,00	1517,50	1147,50	200,00	1347,50	1785,00	200,00	1985,00
<b>5</b>	1317,50	200,00	1517,50	1147,50	200,00	1347,50	1785,00	200,00	1985,00
<b>Total (R\$)</b>	-	-	<b>19582,33</b>	-	-	<b>17184,61</b>	-	-	<b>26176,06</b>

Fonte: elaborada pelos autores

### 3.1.3. Custo de instalação da UGFV com e sem o consórcio

No Quadro 8 é apresentado os valores de instalação das UGFV's com e sem consórcio, e as economias relativas e absolutas quando as EFA's optam pela formação do consórcio.

Quadro 8 - Valores de instalação das usinas de geração fotovoltaicas com e sem consórcio nas escolas família agrícola (EFA)

<b>Escolas Família Agrícola</b>	<b>Sem Consórcio (R\$)</b>	<b>Com consórcio (R\$)</b>	<b>Economia absoluta (R\$)</b>	<b>Economia relativa (%)</b>
<b>EFA-Puris</b>	26774,00	19582,00	7192,00	26,9%
<b>EFA- Serra do Brigadeiro</b>	25358,00	17184,00	8174,00	32,2%
<b>EFA- Margarida</b>	35376,00	26176,00	9200,00	26,0%

Fonte: elaborada pelos autores.

Os resultados constatados no Quadro 8, revelam o potencial que existe na formação de consórcios para a obtenção de uma UGFV, em todos três casos a economia para a obtenção da usina foi superior a 25%. É interessante contrastar a relevância dos resultados trazidos pela Tabela 8, com a Tabela 3, que mostra o quão a GD na modalidade Geração Compartilhada ainda é incipiente. Esse contraste evidencia a importância desse estudo, uma vez que ele revela o grande potencial existente nessa modalidade, ainda, tão pouco utilizada.

Alguns fatores são particularmente vantajosos neste tipo de associação. No estudo de caso realizado o local de instalação de maior HSP foi o da EFA-Serra do Brigadeiro, com um valor de 5,387 kW/m<sup>2</sup>.dia, esse valor é aproximadamente 11% maior que o HSP da EFA-Puris (menor HSP entre as três), no entanto, devido ao sistema de compensação de créditos ser virtual, esta última escola se beneficia de uma usina instalada em um local com um valor de intensidade de irradiação solar maior que o seu. Neste mesmo sentido, a formação de consórcios é especialmente vantajosa àqueles que não possuem área de telhado disponível para instalação das UGFV, podendo estes, serem beneficiados a partir de outros que possuem área em abundância.

Este modelo de negócio é vantajoso para todas as partes envolvidas. Os beneficiados pelos créditos de energia pagam menos pela instalação da usina. A empresa instaladora pode ter uma

margem maior de lucro por instalação, que ainda assim os sistemas ficam com um custo menor. E beneficia-se também a empresa administradora do consórcio, que recebe uma parcela pela organização e administração do consórcio, e pode ou não cobrar uma taxa anual para continuar administrando o consórcio.

Buscando-se melhor aproveitamento da possibilidade de formação de consórcios para a aquisição de sistemas fotovoltaicos, fica evidente, neste trabalho, a importância do diálogo e articulação entre a empresa instaladora dos sistemas e a empresa administradora do consórcio, sendo esta, a mobilizadora social para tal.

Uma redução de até 32% nos custos de instalação de uma UGFV é um resultado bastante relevante que mostra a importância da união dos atores sociais para buscar soluções solidárias, sendo estas, mais inteligentes do que soluções solitárias.

Considerando o contexto atual de contingenciamento orçamentários na educação, em especial o descaso e a precarização das escolas rurais, que acabam por viver em uma situação de fragilidade e instabilidade financeira, essa redução pode significar em muitos casos a condição de acesso a tal tecnologia. Sendo este, portanto, um passo importante para sua democratização, visto que está só ocorre havendo condições concretas de acessibilidade e empoderamento dos meios pela sociedade.

#### **4. CONCLUSÃO**

A opção pela formação do consórcio para a instalação de uma usina de geração fotovoltaica é mais vantajosa para as três escolas família agrícolas, quando comparado a aquisição individual das usinas, pois, em todos os casos a economia no custo de instalação foi superior ou igual a 26%.

## 5. REFERÊNCIAS

ACADEMY, **Soliens Virtual**. Apostila de dimensionamento de sistemas fotovoltaicos, cap 2.2.1: cálculos, 2017.

ANEEL. **Unidades consumidoras com geração distribuída**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas>. Acesso em 09 de Março de 2019.

ANEEL, **Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica / Agência Nacional de Energia Elétrica**. 2. ed – Brasília. 2016.

ATLAS, **Global Solar**. Photovoltaic electricity output. Disponível em: <https://globalsolaratlas.info>. Acesso em 15 de Maio de 2019.

BRASIL, 2012. **Resolução Normativa N° 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica, de 17 de Abril de 2012**. Regula as condições gerais para microgeração e minigeração.

BRASIL, **Parecer N° 00433/2016/PFANEEL/PGF/AGU**. 06 de Setembro de 2016. Esclarecimentos sobre a formação de consórcio e cooperativa no âmbito da REN n° 482/2012.

BRASIL, **Parecer N° 00113/2017/PFANEEL/PGF/AGU**. 07 de Abril de 2017. O consorcio previsto na Lei 11.795/2008 no âmbito da REN ANEEL n°482/2012.

BRASIL, 2015. **Resolução Normativa N° 687/2015 da Agência Nacional de Energia Elétrica, de 24 de Novembro de 2015**. Altera a Resolução normativa N° 482/2012.

BRASIL. **LEI N° 11.795, 8 de Outubro de 2008**. Dispões sobre o sistema de consórcio.

CORREA, Tiago. **Geração Distribuída Compartilhada**. In: ABERTURA DO SEMINÁRIO DE APRESENTAÇÃO DO PROCESSO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA – ANEEL, 1., 2018, São Paulo, SP. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LRocwsHVS6c>. Acesso em: 05 Jun. 2019.

LIMA, D.L. **Cooperativas de energia: guia de constituição de cooperativas de geração distribuída fotovoltaica** / Danilo de Brito Lima.-- Brasília,DF : Sistema OCB, Cooperação Alemã, Giz, DGRV, 2018.