



### Grupo de Estudo de Sistemas de Distribuição-GDI

#### A implantação do projeto de Eficiência Energética integrado à mini geração distribuída no Condomínio Novo Leblon no Rio de Janeiro uma solução inovadora e pioneira

FERNANDO PINTO DIAS PERRONE (1); PEDRO PAULO DA SILVA FILHO (2); ROBERTO DE MIRANDA MUSSER (3); FABIANNE TEIXEIRA MAIA (4); EDUARDO DAVIDSON MARQUES BEZERRA (3); Consultor (1); Consultor (2); Light (3); Consultor (4)

## RESUMO

Este informe técnico tem por objetivo descrever o desenvolvimento de projeto pioneiro que contempla, em sua primeira fase, a implantação de mini geração distribuída e medidas de eficiência energética em um grande condomínio residencial onde vivem atualmente cerca de 6 mil habitantes e que integra desde o escopo inicial, tanto o consumidor, como a empresa de engenharia desenvolvedora do projeto e a concessionária de energia elétrica. Além da modernização e uso de equipamentos e sistemas eficientes que reduzem o consumo de energia elétrica, sem perda de conforto, a produção de energia limpa para suprir parte do consumo das instalações, possibilitará a promoção, difusão e multiplicação de boas práticas entre as *utilities* de energia e os consumidores que produzem energia (*prosumers*).

## PALAVRAS-CHAVE

Palavra-Chave: Políticas Públicas, Geração Distribuída, Eficiência Energética, Modernização, Regulamentação.

## 1 INTRODUÇÃO

O PEE – Programa de Eficiência Energética, sob gestão da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, criado pela Lei nº 9.991 de 2000, foi instituído para desenvolver, promover e apoiar ações de redução do consumo de energia elétrica em unidades consumidoras. O PEE financia ações de eficiência energética e fontes incentivadas, por meio de projetos executados nas instalações de consumidores na área de concessão de distribuidoras de energia elétrica, desde que não conectados à rede básica. Além disso, as propostas de projetos encaminhadas pelos clientes da concessionária de energia elétrica, elaboradas em conformidade com os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE, devem ser selecionadas e aprovadas em chamadas anuais denominadas CPPs – Chamadas Públicas de Projetos, para então serem implementadas.

O PEE tem como recursos obrigatórios a aplicação equivalente a 0,4 % (zero vírgula quatro por cento) da Receita Operacional Líquida (ROL) anual, tendo a Chamada Pública como forma preferencial de captação de projeto. A finalidade é tornar o processo de seleção e implantação dos projetos do PEE mais abrangente e transparente para a sociedade, através de critérios de seleção, onde os melhores projetos promovam todos os setores da economia e o desenvolvimento do mercado de eficiência energética.

O foco são projetos que transformem o mercado consumidor de energia elétrica, principalmente através de ações replicáveis, através da multiplicação em amplitude das iniciativas de eficiência energética em prol da sociedade apoiando-se na importância, viabilidade econômica, melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia.

O projeto desenvolvido no âmbito da 4ª CPP da Light teve início em 2016, como parte integrante do Programa de Eficiência Energética e Autoprodução de Energia Sustentável do Condomínio Novo Leblon na Barra da Tijuca no município do Rio de Janeiro, local onde vivem cerca de 6000 moradores. O condomínio é constituído de 1310 unidades residenciais unifamiliares divididas em oito prédios, cerca de casas/lotes, Clube, áreas públicas, bocha, areal, marina, etc

Esse projeto, implementado na sede do Novo Leblon Country Club, obteve a segunda melhor pontuação dentre os projetos apresentados à Light na 4ª CPP. Sendo assim, este informe técnico apresenta um exemplo prático e exitoso no marco regulatório nacional relativo a penetração da micro e mini geração distribuída potencializando a viabilidade econômica e replicabilidade, visando o desenvolvimento de uma política pública de produção de energia limpa integrada a ações de eficiência energética notadamente nos requisitos para automatizar a operação de redes inteligentes, preparando-as para a inserção da geração distribuída em suas diversas vertentes, e desta forma, contribuir para o aumento da oferta de energia no longo prazo.

## 2 OBJETIVO

O projeto teve como objetivo promover o uso eficiente de energia elétrica no Condomínio Novo Leblon a partir da implantação de uma usina fotovoltaica e medidas de eficiência energética focadas nos sistemas de climatização, iluminação e bombeamento de água, combatendo o desperdício de energia elétrica através da modernização de equipamentos e sistemas com atualização tecnológica.

O projeto teve como objetivo a implantação de uma micro usina Fotovoltaica de Energia Elétrica de 55,00 kWp, com 204 painéis solares de 270 Wp cada e 1 Inversor de Frequência de 55 kW. A produção total estimada de energia 1.825.000 kWh, equivalente a cerca de R\$ 1.300.000,00 durante sua vida útil, estimada em 25 anos.

Adicionalmente, como parte da outra vertente desse projeto integrado, foram implementadas as ações de eficiência energética nos sistemas de iluminação, no sistema de condicionamento ambiental e no sistema de bombeamento em diversas áreas do Clube.

Nas ações de modernização do sistema de iluminação foram substituídas 515 lâmpadas e luminárias ineficientes por LEDs com melhoria do fluxo luminoso e baixo consumo de energia em refletores instalados em quadras de tênis, campo de futebol, nas piscinas e em áreas internas de lazer e administrativas do complexo esportivo do Novo Leblon Country Club, sendo 151 refletores, 88 lâmpadas fluorescentes compactas, 31 lâmpadas dicroicas, 242 lâmpadas fluorescente tubulares. No sistema de condicionamento de ar foram substituídos aparelhos de baixo rendimento e elevado consumo por condicionadores de ar, tipo Split com alta eficiência e selo PROCEL, sendo 1 Split de 18.000 BTU/h com etiqueta C - ENCE e 1 de janela de 7.500 BTU/h com etiqueta E - ENCE. Em relação ao sistema de bombeamento foram substituídas duas bombas padrão (standard) por conjuntos motobomba de alto rendimento na piscina e na Estação de Tratamento de Água (ETA).

De comum acordo com o cliente, estas foram selecionadas como medidas preferenciais implantadas, por seu potencial de economia e eficientização do uso de energia elétrica, mediante modernização com atualização tecnológica (vide Tabela 1).

**Tabela 1 – Mudanças significativas no projeto**

Quantidade	Ex-ante	Ex-post
<b>Lâmpadas</b>		
6	Refletores lâmpadas mista 500 W	Refletor led 200 W
124	Refletores lâmpadas mista 400 W	Refletor led 200 W
21	Refletor lâmpada mista 250 W	Refletor led 120 W
139	Lâmpadas fluorescentes tubular de 40 W	Led tubular de 18 W
103	Lâmpadas fluorescentes tubular de 20 W	Led tubular de 9 W
42	Lâmpadas fluorescentes compactas de 15 W	Led A60 8 W
46	Lâmpadas fluorescentes compactas de 25 W	Led A60 14 W
<b>Ar condicionado</b>		
1	Ar condicionado 18.000 Btuh	Ar condicionado 18.000 Btuh Selo Procel
1	Ar condicionado janela 7.500 Btuh	Ar condicionado 7.500 Btuh Selo Procel
<b>Motobomba</b>		
1	Motobomba - motor standard 7,5 CV	Motobomba - motor alto rendimento 5 CV
1	Motobomba - motor standard 5 CV	Motobomba - motor alto rendimento 4 CV
<b>Usina fotovoltaica</b>		
1		Inversor ABB 50 kW
1		Conjunto de acessórios
204		Painéis de 270 W Canadian Solar CS6K-270P

## 3 ABRANGÊNCIA, PRAZOS E CUSTOS

O projeto foi desenvolvido na área de concessão da Light, contemplando o Clube do Condomínio Novo Leblon, localizado na Rua Oscar Valdetaro, nº 55 – Barra da Tijuca – Rio de Janeiro - RJ. O clube do condomínio é atendido no subgrupo tarifário A4 – Verde.

Foi realizado o Diagnóstico Energético para avaliar a viabilidade de implantação do projeto pela empresa SAGE. Após a comprovação da viabilidade econômica por meio do diagnóstico, as negociações para assinatura do Termo de Cooperação Técnica com o cliente se iniciaram e em dezembro de 2017 o mesmo foi assinado.

O projeto foi carregado em dezembro de 2017 no Sistema de Gestão da Chamada Pública de Projetos da Light, com prazo de 12 meses para conclusão. O prazo de execução foi de 9 meses, ou seja, de janeiro até setembro de 2018:

- A implementação das ações de eficiência energética e de fontes incentivadas ocorreu no período de fevereiro a julho de 2018. Durante os meses de fevereiro a março de 2018, ocorreram as medições iniciais, e foram elaborados os Relatórios de Medição e Verificação (M&V) iniciais.
- Durante os meses de julho a setembro de 2018, ocorreram as medições finais, foi elaborado o Relatório de M&V tendo o Relatório Final do projeto sido finalizado em setembro de 2018.

O custo previsto para o projeto foi de R\$ 526.486,55, porém, o efetivamente realizado foi de R\$ 505.004,38. Cabe destacar que a diferença nos valores ocorreu devido aos gastos menores relativos aos itens de acompanhamento, transporte e marketing. O custo do projeto para o Programa de Eficiência Energética (PEE) foi de R\$ 387.745,44 e a contrapartida financeira realizada pelo Condomínio Novo Leblon foi de R\$ 117.258,94.

#### 4 METAS E RESULTADOS FINAIS

Apresentação nas tabelas 2 e 3 de RCB (gasto na compra do equipamento dividido por ((Demanda reduzida x CED) + EE x CEE)) recurso do PEE, para as ações de eficiência energética.

**Tabela 2 - Resultados energéticos obtidos**

CÁLCULO DA RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO - EX POST						
Uso final	EE Energia economizada MWh/ano	RDP Redução de demanda na ponta kW	CA <sub>T</sub> PEE Custo anualizado PEE	BA Benefício anualizado	RCB <sub>PEE</sub> Por uso final PEE	RCB <sub>EX_POST_PEE</sub>
Iluminação	43,58	24,97	R\$ 14.914,17	R\$ 26.639,43	0,56	<b>0,64</b>
Condicionamento ambiental	3,30	0,50	R\$ 608,58	R\$ 1.365,98	0,45	
Sistemas motrizes	18,30	1,50	R\$ 858,27	R\$ 6.978,97	0,12	
Fontes incentivadas	73,00	0,00	R\$ 30.415,32	R\$ 38.462,97	0,79	
<b>Total</b>	<b>138,18</b>	<b>26,97</b>	<b>R\$ 46.796,34</b>	<b>R\$ 73.447,35</b>	<b>0,64</b>	

**Tabela 3 - Resultados energéticos totais**

CÁLCULO DA RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO - EX POST									
Uso final	EE Energia economizada MWh/ano	RDP Redução de demanda na ponta kW	CA <sub>T</sub> PEE Custo anualizado PEE	BA Benefício anualizado	RCB <sub>PEE</sub> Por uso final PEE	RCB <sub>EX_POST_PEE</sub>	CA <sub>T</sub> TOTAL Custo anualizado total	RCB <sub>TOTAL</sub> Por uso final total	RCB <sub>EX_POST_TOTAL</sub>
Iluminação	43,58	24,97	R\$ 14.914,17	R\$ 26.639,43	0,56	<b>0,64</b>	R\$ 14.260,67	0,54	<b>0,82</b>
Condicionamento ambiental	3,30	0,50	R\$ 608,58	R\$ 1.365,98	0,45		R\$ 581,91	0,43	
Sistemas motrizes	18,30	1,50	R\$ 858,27	R\$ 6.978,97	0,12		R\$ 820,66	0,12	
Fontes incentivadas	73,00	0,00	R\$ 30.415,32	R\$ 38.462,97	0,79		R\$ 44.766,84	1,16	
<b>Total</b>	<b>138,18</b>	<b>26,97</b>	<b>R\$ 46.796,34</b>	<b>R\$ 73.447,35</b>	<b>0,64</b>		<b>R\$ 60.430,09</b>	<b>0,82</b>	

CÁLCULO DA RELAÇÃO CUSTO-BENEFÍCIO - EX POST									
Uso final	EE Energia economizada MWh/ano	RDP Redução de demanda na ponta kW	CA <sub>T</sub> PEE Custo anualizado PEE	BA Benefício anualizado	RCB <sub>PEE</sub> Por uso final PEE	RCB <sub>EX_POST_PEE</sub>	CA <sub>T</sub> TOTAL Custo anualizado total	RCB <sub>TOTAL</sub> Por uso final total	RCB <sub>EX_POST_TOTAL</sub>
Iluminação	43,58	24,97	R\$ 14.918,75	R\$ 26.639,43	0,56	<b>0,57</b>	R\$ 14.264,04	0,54	<b>0,72</b>
Condicionamento ambiental	3,30	0,50	R\$ 608,76	R\$ 1.365,98	0,45		R\$ 582,05	0,43	
Sistemas motrizes	18,30	1,50	R\$ 858,53	R\$ 6.978,97	0,12		R\$ 820,86	0,12	
Sistemas de refrigeração	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00		R\$ -	0,00	
Aquecimento solar de água	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00		R\$ -	0,00	
Equipamentos hospitalares	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	R\$ -	0,00		
Outros	0,00	0,00	R\$ -	R\$ -	0,00	R\$ -	0,00		
Fontes incentivadas	73,00	0,00	R\$ 25.476,72	R\$ 38.462,97	0,66	R\$ 36.997,90	0,96		
<b>Total</b>	<b>138,18</b>	<b>26,97</b>	<b>R\$ 41.862,77</b>	<b>R\$ 73.447,35</b>	<b>0,57</b>	<b>R\$ 52.604,85</b>	<b>0,72</b>		

#### 5 MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO DA PERFORMANCE (M&V)

São apresentados nesse tópico, de forma resumida, os resultados obtidos no processo de medição e verificação, conforme apresentados nas Tabelas 4 e 5.

**Tabela 4 - Demanda na ponta**

Demanda na Ponta (kW)			
Sistema	Ex-ante	Ex-post	Economia
Iluminação	46,86	21,89	24,97
Condicionamento ambiental	1,38	0,83	0,55
Motobomba	4,4	2,9	1,5
<b>Total</b>	<b>52,64</b>	<b>25,62</b>	<b>27,02</b>

**Tabela 5 – Consumo**

Consumo (MWh)			
Sistema	Ex-ante	Ex-post	Economia
Iluminação	81,59	38,01	43,58
Condicionamento ambiental	8,93	5,63	3,3
Motobomba	53,5	35,2	18,3
Usina Fotovoltaica		73	73
<b>Total</b>	<b>144,02</b>	<b>78,84</b>	<b>138,18</b>

Para a quantificação dos resultados no sistema de iluminação, foi empregada a opção "A" do Protocolo Internacional para Medição e Verificação de Performance (PIMVP) e nos sistemas de ar condicionado, fotovoltaico e bombeamento de água foi utilizada a opção "B" do mesmo.

## 6 SISTEMA FOTOVOLTAICO

### 6.1 Dados observados durante o Período de Determinação da Economia

O Sistema iniciou a geração de energia elétrica no dia 26 de julho de 2018. O período médio de incidência solar nos meses considerados é iniciado às 6 horas e encerrado às 18 horas. Na fatura da Light relativa ao mês de agosto o consumo foi de Energia fornecida pela Light nos meses de agosto e setembro de 2018: 7.060kWh. Os valores da energia produzida pelo Sistema Fotovoltaico entre os dias 26 de julho e 25 de setembro de 2018 foram retirados dos gráficos de produção, disponíveis na página da empresa fornecedora do Sistema.

Energia total gerada pelo Sistema Fotovoltaico entre 26 de julho e 25 de setembro de 2018: 12,59 MWh, o que corresponde a 101% da energia prevista no período analisado de 12,57 MWh. Energia gerada pela usina no mês de agosto foi 5,22 MWh, correspondendo a 84% da geração prevista para o mês e em setembro a geração foi de 7,46 MWh, correspondendo a 116% do previsto. Concluído um ano de medição a energia gerada foi de 73,8 MWh, corresponde a 101% do previsto.

### 6.2 Economia

Foi considerada a radiação solar no período juntamente à geração de energia. Obteve-se a radiação solar através da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada em Jacarepaguá. As Tabelas 6 e 7 a geração de energia no ano e sua respectiva economia monetária. A Tabela 8 mostra o investimento feito e a análise da RCB.

**Tabela 6 - Geração de energia por ano**

Economia energia	Fotovoltaico	
Energia - Sistemas	73,0	MWh/ano
Energia - total	73,0	MWh/ano
RDP - Sistemas	0,0	kW
RDP - Total	0,0	kW

**Tabela 7 - Economia monetária por ano**

Economia monetária (ótica do sistema)		
Energia Sistemas	38.462,97	R\$/ano
Energia total	38.462,97	R\$/ano
RDP Sistemas	0,00	R\$/ano
RDP total	0,00	R\$/ano
Sistemas total	38.462,97	R\$/ano
Projeto total	38.462,97	R\$/ano

**Tabela 8 - Investimento e a análise da RCB**

<b>Investimento total</b>			
Sistemas anualizado	44.777,41	R\$	
Total projeto anualizado	44.777,41	R\$	
<b>Investimento PEE</b>			
Sistemas anualizado	30.424,67	R\$	
Total projeto anualizado	30.424,67	R\$	
<b>RCB investimento total (ótica do sistema)</b>			
Sistemas	1,16		
Total	1,16		
<b>RCB investimento PEE (ótica do sistema)</b>			
Sistemas	0,79		
Total	0,79		
<b>RCB investimento total (ótica do consumidor)</b>			
Sistemas	1,16		
Total	1,16		
<b>RCB investimento PEE (ótica do consumidor)</b>			
Sistemas	0,79		
Total	0,79		
<b>Diferenças ex post ex ante óticas do PEE e do sistema</b>			
	Energia MWh	Demanda kW-mês	RCB
Ex ante	73,1	0,0	0,70
Ex post	73,0	0,0	0,79
Diferença	-0,1	0,0	-0,09
	0%	0%	-13%
Investimento aceito	30.424,67	R\$/ano	
	216.746,25	R\$	
Investimento glosado	0,00	R\$	
<b>Custo da energia evitada (PEE)</b>			
Energia evitada	416,89	R\$/MWh	
Demanda reduzida na ponta	0,00	R\$/kW	
<b>Custo da energia evitada (investimento total)</b>			
Energia evitada	613,66	R\$/MWh	
Demanda reduzida na ponta	0,00	R\$/kW	
<b>Vida útil</b>			
Média do projeto	21,6	anos	

### 6.3 Dados da energia gerada

A Tabela 9 apresenta análise do investimento do sistema fotovoltaico.

A Tabela 10 mostra o comparativo entre os valores previsto x realizado na energia gerada, após a instalação do sistema fotovoltaico, através do inversor e software do mesmo. A produção de energia estimada para agosto de 2018 até junho de 2019 foi de 73 MWh, confirmada pelo registro de energia efetivamente gerada que foi de 73,8 MWh

Tabela 9 - RCB Fotovoltaico

Uso final	Geral			
	Total		PEE	
Planilha	Esta			
Custo	Ex ante	Ex post	Ex ante	Ex post
Custo total	331.272,22	324.957,14	222.765,66	215.746,25
<b>Ótica do sistema</b>				
Custo total anualizado	32.723,47	36.937,90	26.879,29	25.476,72
Benefício anual	38.515,06	38.462,97	38.462,97	38.462,97
RCB	0,85	0,96	0,70	0,66
<b>Ótica do consumidor</b>				
Custo total anualizado	32.723,47	36.937,90	26.879,29	25.476,72
Benefício anual	38.515,06	38.462,97	38.515,06	38.462,97
RCB	0,85	0,96	0,70	0,66

Tabela 10 - Comparativo energia prevista e energia gerada

mês	previsto (MWh)	realizado (MWh)	real / previsto
ago/18	6,18	5,22	0,84
set/18	6,41	7,46	1,16
total	12,59	12,68	1,01

## 7 CÁLCULO DA RCB

A Tabela 11 mostra a planilha de RCB com o resultado final do projeto, separada por uso final.

Tabela 11 - RCB por uso final

Uso final	Resultado			
	EE (MWh/ano)	RDP ( kW)	RCB	Custo
iluminação	43,58	24,97	0,56	R\$ 137.213,04
condicionamento ambiental	3,3	0,55	0,45	R\$ 13.229,23
motobomba	18,3	1,5	0,12	R\$ 11.714,46
SFV	73	0	0,79	R\$ 316.794,63
Total	138,2	27,02	0,64	R\$ 505.004,38

## 8 PREÇO DA ENERGIA E DEMANDA UTILIZADOS

Os valores adotados para as ações de eficiência energética estão apresentados na Tabela 12, a qual contempla a tarifa para as ações de eficiência energética.

Tabela 12 - Tarifa para ações de eficiência energética

Valores adotados			Sistema	Consumidor
CEE	Custo Unitário Evitado de Energia	R\$/MWh	342,98	903,29
CED	Custo Unitário Evitado de Demanda	R\$/kW-ano	468,29	1.233,32

Já os valores adotados para a geração de energia fotovoltaica estão apresentados na Tabela 13, a qual contempla a tarifa para ações de geração fotovoltaica.

Tabela 13 - Tarifa para a usina fotovoltaica

CEE	Custo Unitário Evitado de Energia	R\$/MWh	526,89	526,89
CED	Custo Unitário Evitado de Demanda	R\$/kW-ano	0	0

## 9 PRINCIPAIS RESULTADOS DO PROJETO

Segue na Tabela 14 um resumo dos resultados do projeto.

**Tabela 14 - RCB total do projeto**

Custo	Projeto total			
	Total		PEE	
	<i>Ex ante</i>	<i>Ex post</i>	<i>Ex ante</i>	<i>Ex post</i>
Custo total	526.486,55	505.004,38	409.227,61	387.745,44
<b>Ótica do sistema</b>				
Custo total anualizado	54.828,75	60.430,09	44.167,53	46.796,34
Benefício anual	69.174,54	73.447,35	69.174,54	73.447,35
RCB	0,79	0,82	0,64	0,64
<b>Ótica do consumidor</b>				
Custo total anualizado	54.828,75	60.430,09	44.167,53	46.796,34
Benefício anual	69.174,54	73.447,35	69.174,54	73.447,35
RCB	0,79	0,82	0,64	0,64
Investimento aceito	46.796,34	RS/ano		
	387.745,44	RS		
Investimento glosado	0,00	RS		

A economia de energia foi de 43,58 MWh/ano no sistema de iluminação, 3,30 MWh/ano no sistema de condicionamento ambiental, 18,30 MWh/ano nos sistemas motrizes e 73,0 MWh/ano com as fontes incentivadas, portanto totalizando 138,18 MWh/ano com uma redução de demanda na ponta de quase 27 kW.

Por outro lado, o custo anualizado dos investimentos somou R\$ 46.796,34 para um benefício anualizado de R\$ 73.447,35 nos diversos usos finais.

## 10 POLÍTICAS PÚBLICAS VOLTADAS PARA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Uma política pública, caracterizada pelas atividades do Estado em benefício da sociedade em geral, é necessária quando identificado que mecanismos de mercado não regulados pelo Estado, causam resultados econômicos indesejados na sociedade, manifestados por externalidades, assimetria de informações ou pelo poder de mercado, entre outras. Externalidades podem definir a ausência de uma política pública aplicada às redes inteligentes, causadas pelo fato das concessionárias não capitalizarem a totalidade dos benefícios oriundos dessas redes, mesmo quando são responsáveis pelos investimentos. Quando benefícios como a eficiência energética, a redução das emissões, a inclusão de novos agentes ao sistema elétrico, entre outros, são apropriados somente pela sociedade, os investimentos pelas concessionárias tendem a serem menores que esses benefícios, criando-se então uma lacuna e a necessidade de intervenção do Estado para corrigi-la.

Como barreiras, o modelo regulatório atual pautado no massivo investimento em infraestrutura de geração e transmissão, apresenta limitações frente aos novos desafios apresentados pelas redes inteligentes, que consideram uma rápida evolução tecnológica e a adoção de recursos digitais na sua gestão. Exemplo disso é o aumento do uso de sistemas distribuídos, fazendo com que o mercado cativo de uma única concessionária migre para um cenário de múltiplas fontes de energia, com o cliente saindo da situação passiva de somente ser um consumidor, para ser também um gerador de energia (prosumidor).

Dentre os principais instrumentos no arcabouço regulatório existente que incidem direta ou indiretamente destacam-se as seguintes resoluções que regulamentam a geração distribuída:

- Resolução Aneel n.º 482 de 17/4/2012: Estabelece as condições para acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica, entre outros;
- Resolução Aneel n.º 687 de 24/11/2015: aumentou os limites dos empreendimentos de minigeração distribuída com fontes renováveis de energia para 3 MW (5 MW para cogeração qualificada) e o prazo para compensação dos créditos de energia para 60 meses; permitiu a geração compartilhada por meio de consórcios ou cooperativas; e a geração em empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras para atendimento das áreas de uso comum e de consumidores individualmente.

A regulação da Aneel, embora voltada para a modicidade tarifária, não reconhece os investimentos realizados pelas próprias concessionárias na tecnologia da informação e de comunicação (TIC), o que inibe investimentos de maior porte para a implantação das redes inteligentes.

O mercado reage positivamente quando aprimoramentos no marco regulatório são implementados, a exemplo da Resolução 687/2015, que fixou regras mais flexíveis para a geração distribuída a partir de 1.º de março de 2016. Destaca-se o aumento da potência instalada para até 3 MW nos empreendimentos de minigeração distribuída utilizando energias renováveis e até 5 MW nos de cogeração qualificada. Merecem destaque ainda o aumento para 60 meses o período de validade dos créditos da energia injetada na rede, a geração distribuída a partir de empreendimentos com várias unidades consumidoras, ou ainda a criação de consórcios e cooperativas para utilizarem a energia gerada. Desta forma, novos modelos de negócios estão aptos a serem criados, embora ainda

restritos aos participantes desses empreendimentos, a partir da geração compartilhada, da geração condominial e pelo autoconsumo remoto.

Destaca-se ainda o aumento significativo das solicitações de conexão a partir do primeiro trimestre de 2016, coincidindo com a entrada em vigor das alterações inseridas pela Resolução 687. Desde então, a potência instalada de geração distribuída acumulou 85.438 kW até março de 2017, o que equivale a 84,4% de toda a geração distribuída instalada no país a partir de 2012.

## 11 PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS NO MARCO REGULATÓRIO

Alguns países consideram a eficiência energética como a fonte de menor custo para a expansão do setor, seguida de políticas que preveem a adoção da geração distribuída, do gerenciamento do consumo, incluindo-se a resposta à demanda e o uso racional de energia por parte dos consumidores, abrindo espaço para a implantação das redes inteligentes. No Brasil, ao contrário, a expansão do setor elétrico está vinculada ao aumento da geração centralizada e a implantação de grandes empreendimentos de transmissão.

O Brasil adota o modelo de compensação de energia (*net-metering*), onde a energia excedente produzida pelo consumidor é injetada no sistema para ser consumida posteriormente, sem envolver remuneração de qualquer natureza. A evolução natural do mercado levará o consumidor a entender as vantagens da geração distribuída na redução dos seus custos com energia, podendo causar um aumento significativo na injeção da energia distribuída no sistema, impactando negativamente no faturamento das concessionárias, uma vez que o consumidor gerará sua própria energia e obrigando a regulação a rever novas formas de comercialização. Entre elas destaca-se a adoção da tarifa *feed-in*, que prevê a remuneração da energia injetada no sistema em conjunto com a remuneração das concessionárias pelo uso do sistema de distribuição.

### 11.1 Participação dos consumidores (prosumers)

O consumidor desempenha papel-chave na implantação das redes inteligentes e na obtenção dos seus benefícios. Será necessário que ele perceba o valor existente nos novos serviços prestados pela concessionária, como por exemplo, a cobrança de tarifas diferenciadas por horário de uso (tarifa branca) ou a oportunidade de produzir parte da energia que ele consome.

Como o Brasil é social e culturalmente heterogêneo, os projetos-piloto de redes inteligentes terão que considerar essas características, não estando ainda suficientemente esclarecidas quais serão as reações desses consumidores a questões como:

- Responder positivamente à existência de cobrança da energia consumida, ao corte e ao religamento remotos, frente à cultura das ligações clandestinas e ao não pagamento dessa energia;
- Modificar seus hábitos como forma de reduzir a utilização da energia elétrica nos horários de pico, características intrínsecas para as quais efetivamente as redes inteligentes estão dimensionadas e estar sensível ao apelo de economia de energia, solicitando voluntariamente a instalação de medidores inteligentes; ou ainda, utilizar novos serviços, como os de automação residencial, pré-pagamento de energia elétrica etc.;
- Adquirir empreendimento para microgeração distribuída, considerando a queda dos preços desses equipamentos e a possibilidade desse consumidor tornar-se um prosumidor; além de estar receptivo aos automóveis, motos e outros equipamentos consumidores e armazenadores de energia elétrica.

## 12 CONCLUSÃO

Atualmente a expansão do setor elétrico nacional é pautada na garantia da oferta de energia e na modicidade tarifária, e desconsidera a redução da demanda através de ações voltadas ao consumo eficiente ou então pela adoção de políticas de modernização tecnológica do sistema, que em tese aumentaria a eficiência operacional desses sistemas.

O projeto, que se tornou um projeto demonstração e pelo seu ineditismo um caso de sucesso, resultou em boa Relação Custo-Benefício (RCB = 0,64), sendo que o RCB foi o previsto no projeto original e que proporcionou uma significativa redução no consumo de energia elétrica na unidade consumidora, em virtude da adequação na maioria dos ambientes, como as salas, quadras de esporte e campo de futebol e corredores, aos níveis de iluminação requeridos por norma. Adicionalmente foram obtidas a modernização do sistema de iluminação, a redução no custo operacional e melhor conforto visual. Além disso a substituição de equipamentos antigos e ineficientes de condicionamento de ar, permitirá um melhor conforto térmico nos ambientes contemplados, a modernização nos conjuntos motobombas diminuirá o custo com sua manutenção, o consumo de água e a redução de emissão de GEE, em virtude da redução do consumo de energia elétrica e da implementação de uma fonte de energia limpa (fotovoltaica), nas dependências do condomínio.

Neste artigo também está contida uma análise sob a ótica dos diversos *stakeholders* participantes do desenvolvimento e implementação desse projeto.

Diante deste quadro, o artigo aponta para o Estado, na qualidade de poder concedente, o papel de coordenar esta modernização, implantando uma política pública que inclua fundamentalmente os *prosumers*, a fim de superar as barreiras naturais existentes no marco regulatório do setor elétrico. Esta política deve incluir o aperfeiçoamento da regulação, para que as características inerentes ao desenvolvimento tecnológico sejam reconhecidas adequadamente. Destaca-se nesse modelo regulatório a necessidade de remuneração das concessionárias pelos investimentos realizados, de forma que tais investimentos passem a integrar o plano de negócios das distribuidoras de energia elétrica.

Por fim, é de fundamental importância a inserção e participação do consumidor nesse processo, pois ele estará apto a se transformar em um prosumidor se assim o desejar e para tanto, deverá estar conscientizado sobre os benefícios que a rede poderá lhe oferecer.

### 13 REGISTRO FOTOGRÁFICO DA IMPLANTAÇÃO

As Figuras 1,2,3 e 4 ilustram parte do sistema implantado.



Figura 1 - Placas fotovoltaicas

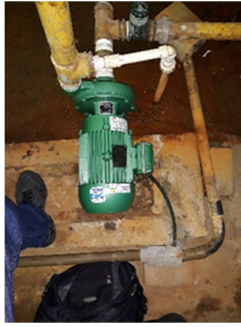


Figura 2 – Inversor



Figura 3 - Quadra de Tênis e Piscina com refletor LED





**Figura 4 - Motobomba substituída**

## 14 DADOS BIOGRÁFICOS



**Fernando Pinto Dias Perrone**: Nascido em Porto Alegre, RS em 23/1/1955. Eng. Eletricista formado pela PUC-RJ (1978). Possui pós-graduação em Engenharia de Aplicações Elétricas (1981), Administração Pública para Desenvolvimento de Executivos (1987) e MBA Executivo em Energia Elétrica (2002). Atuou na Eletrobras desde 1977 nas áreas de estudos elétricos da operação, supervisão, controle automação da operação conservação de energia e eficiência energética e regulação de energia Foi coordenador de projetos e gerente de divisão e departamento de sistemas de supervisão e controle para operação do sistema interligado brasileiro e de programas setoriais de eficiência energética do Programa Nacional de Conservação de Energia - Procel.. Foi também Superintendente e Assistente da Diretoria de Regulação da Eletrobras. Consultor do PNUD para os governos do Peru e Atualmente é Consultor Independente de Energia.



**Pedro Paulo da Silva Filho**: Nascido no Rio de Janeiro em 1957, RJ. Eng. Eletricista formado pela UVA (1982). Possui pós-graduação em Eficiência Energética (CEFET-RJ 2002) e Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (PUC-RJ 2009). É CRE - Instrutor Certificado pelo RETScreen Expert pelo IIET (Canadá), CMVP - Profissional Certificado em Medição e Verificação pela AEE Associação de Engenheiros de Energia (EEUU) e membro do Board local da EVO Energy Valuation Organization. Especialista Senior em Eficiência Energética e Energias Renováveis é palestrante internacional, foi diretor da KraftAnlagen AG no Brasil é diretor geral da SAGE Inteligência Energética e consultor de organismos internacionais, como o Banco Mundial, o Banco InterAmericano de Desenvolvimento, a GIZ e o RETScreen International (Canada).



**Fabianne Teixeira Maia**: Nascida no Rio de Janeiro, RJ em 17/04/1969. Enga. Mecânica formada pela PUC-RJ (1994). Mestrado em Engenharia Biomédica pela UFRJ (2001) e atualmente em processo de certificação PMP. Atuou em projetos de eficiência energética no CEPREL no período de 2001-2006. Vasta experiência em gerenciamento de projetos industriais de engenharia, mais intensamente na área de tubulação industrial, adquirida tanto trabalhando em empresas nacionais do ramo de óleo e gás, como também em empresa multinacional do ramo de produção de gases industriais e medicinais, onde gerenciou projetos, construção e montagem de campo. Participou ativamente da implantação de melhorias de processos, visando sempre redução de custos e prazos de entrega mantendo a qualidade do produto final.



**Roberto de Miranda Musser**: Nascido no Rio de Janeiro em 1962, RJ. Eng. Eletricista formado pela UCP (1985). Doutor em Ciências Energia e Ambiente (UFBA 2013), Mestre em Administração Estratégica (Unifacs 2004), Especialista em Planejamento da Distribuição (Mackenzie/Eletrobras 1989), foi Diretor Executivo do sistema Fieb (FIEB, SENAI, SESI, IEL e CIEC), atuou como Executivo na Coelba/Iberdrola. Atualmente é Coordenador do Programa de Eficiência Energética da Light SESA.



**Eduardo Davidson Marques Bezerra**: Nascido no Rio de Janeiro em 1974, RJ. Eng. Eletricista formado pela Universidade federal do Rio Grande do Norte – UFRN 2000. Possui pós-graduação em Geração de Energia Elétrica (FUNCEFET 2014). Atua desde de 2011 na Light no gerenciamento e fiscalização dos projetos do programa de eficiência energética da ANEEL.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel. Relatórios do Sistema de Apoio a Decisão. Consumidores, Consumo, Receita, Tarifa Média - por Região. Disponível em [http://relatorios.aneel.gov.br/\\_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSAMPRegiao.xlsx&Source=http://relatorios.aneel.gov.br/RelatoriosSAS/Forms/AllItems.aspx&DefaultItemOpen=1](http://relatorios.aneel.gov.br/_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSAMPRegiao.xlsx&Source=http://relatorios.aneel.gov.br/RelatoriosSAS/Forms/AllItems.aspx&DefaultItemOpen=1).

[2] Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel. Relatórios sobre as Unidades Consumidoras com Geração Distribuída. Disponível em <http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/VerGD.asp>.

[3] Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Eficiência Energética. Premissas e Diretrizes Básicas. 2012. Disponível em <http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/plano-nacional-de-eficiencia-energetica>.

[4] C. H. Moya, E. O. Lima, F.P.D. Perrone, R.H. Silva A. A expansão das redes elétricas inteligentes sob a ótica da regulamentação do setor elétrico brasileiro; uma análise crítica XXIV SNPTEE -SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, outubro de 2017, Curitiba – PR.

[5] E.D.M. Bezerra, P.P. da Silva Filho – CNL Relatório Final ANEEL v. preliminar, LIGHT / SAGE – Rio de Janeiro.

[6] E.D.M. Bezerra, P.P. da Silva Filho – CNL Relatório Final de M&V v. preliminar, LIGHT / SAGE – Rio de Janeiro.