

# **COMPLEXO HÍBRIDO RENOVÁVEL EM COMUNIDADE CARENTE O GANHO SOCIAL, ECONÔMICO E AMBIENTAL**

Alexandre Cafure Lafranque, Engenho, Phone +55 21979542799, E-mail: alexandre@engenho.com  
Leontina Pinto, Engenho, Phone +55 2133293662, E-mail: leontina@engenho.com

## **Resumo**

Embora o Brasil seja dotado de imensos recursos naturais, a energia ainda é muito cara para grande parte da população. Mesmo considerando o esforço dos programas governamentais – notadamente o “Luz para todos” e a tarifa social, pressionadas pelos preços, muitas comunidades veem como corriqueira a prática de furtos de energia. Não por acaso, muitas distribuidoras sofrem com as chamadas “perdas comerciais”. Neste contexto, o combate contra as perdas comerciais precisa ser reforçado para garantir a estabilidade econômico-financeira das empresas de distribuição e passa pela elaboração de um modelo de negócio inovador, voltado para as áreas carentes apresentando altas índices de perdas comerciais. Neste trabalho, desenhamos um novo modelo de negócio, focado no uso de geração distribuída em comunidades de baixa renda. Este modelo busca reduzir as perdas comerciais sofridas pelas distribuidoras através da instalação de um complexo híbrido renovável de geração distribuída (geração solar fotovoltaica e incineração de resíduos sólidos urbanos), garantindo uma renda fixa para a população local com a venda da energia injetada na rede. Dessa forma, contemplamos o consumidor de baixa renda sob uma nova ótica, como um agente integrado e ativo do mercado.

O artigo está dividido em 6 itens. Após uma rápida contextualização do problema estudado, detalhamos o modelo de negócios a ser implantado, tratando do potencial energético dos recursos naturais disponíveis na comunidade e da comercialização da energia gerada pelo parque híbrido. Em seguida, desenvolvemos o modelo de otimização que minimiza o custo da compra de energia do parque híbrido para o consumidor final, assegurando o retorno sobre investimento para a distribuidora de energia. No quarto item, aplicamos nosso modelo de negócios para a comunidade de Santa Marta, no Rio de Janeiro. Analisamos os recursos disponíveis na comunidade e dimensionamos um parque híbrido adaptado para suas necessidades energéticas. O quinto item avalia os resultados do modelo de otimização aplicado ao caso exemplo da Dona Marta, considerando o parque híbrido dimensionado. Por fim, destacamos as principais conclusões do trabalho.

**Palavras Chaves** – energia renovável; geração distribuída; perdas comerciais; eficiência energética.

## **1. Contextualização**

Embora o Brasil seja dotado de imensos recursos naturais, a energia ainda é muito cara para grande parte da população. Mesmo considerando o esforço dos programas governamentais – notadamente o “Luz para todos” e a tarifa social, pressionadas pelos preços, muitas comunidades veem como corriqueira a prática de furtos de energia – os “gatos”. Não por acaso, muitas distribuidoras sofrem com as chamadas “perdas comerciais” (basicamente furtos de energia). Apenas para exemplificar, as perdas comerciais chegam a 27,4% do consumo total da LIGHT, 24,1% da CELPA e 11,4% da AMPLA. Uma breve observação da lista de projetos de P&D da ANEEL mostra a preocupação com esta realidade, traduzida através dos inúmeros projetos voltados para o controle e a redução de perdas comerciais.

Neste contexto, o combate contra as perdas comerciais precisa ser reforçado para garantir a estabilidade econômico-financeira das empresas de distribuição e passa pela elaboração de um modelo de negócio inovador, voltado para as áreas carentes apresentando altas índices de perdas comerciais.

Neste trabalho, desenhamos um novo modelo de negócio, focado no uso de geração distribuída em comunidades de baixa renda. Este modelo busca reduzir as perdas comerciais sofridas pelas distribuidoras através da instalação de um complexo híbrido renovável de geração distribuída (geração solar fotovoltaica e incineração de resíduos sólidos urbanos), garantindo uma renda fixa para a população local com a venda da energia injetada na rede. Dessa forma, contemplamos o consumidor de baixa renda sob uma nova ótica, como um agente integrado e ativo do mercado.

O trabalho baseia-se no conceito do investimento que se paga – não desejamos, de nenhuma forma, o uso de recursos a fundo perdido. Em outras palavras, a ideia não é a doação ou a instalação de equipamentos com qualquer conotação de caridade ou humanitária. Pelo contrário, deseja-se aqui que o consumidor seja atraído para um negócio, que gera renda e é de seu inteiro interesse.

## **2. Um modelo de negócios inovador**

Com este estudo, desejamos que os consumidores das comunidades carentes deixem o furto de energia e percebam a geração de energia elétrica como uma oportunidade de negócios. Para isso, identificamos os potenciais recursos locais a serem aproveitados para a geração de energia elétrica e elaboramos um modelo de negócios que viabilize a comercialização dessa energia com a distribuidora local. Com isso, buscamos criar uma nova relação entre a

distribuidora e os clientes das comunidades carentes, transformando esses consumidores em agentes diretamente integrados ao mercado.

Do ponto de vista da concessionária de energia elétrica, a emergência da geração distribuída dentro das comunidades carentes representa uma dupla oportunidade: (i) a redução das perdas comerciais e (ii) a possibilidade de firmar novos contratos de energia locais e de baixo custo.

### 2.1.- Aproveitamento energético dos recursos locais

No Brasil, o recurso solar está ganhando destaque nos últimos anos através da inserção de parques fotovoltaicos de geração centralizada. Atualmente, esses parques fotovoltaicos somam apenas 23 MW de potência instalada, mas a fonte continua crescendo e cerca de 2,90 GW de projetos fotovoltaicos estão em construção (ANEEL, 2017). Tendo um dos maiores potenciais solares do mundo, o Brasil pode democratizar o recurso solar através da massificação da geração distribuída, colocando painéis fotovoltaicos nas casas dos consumidores. O marco regulatório vem se consolidando desde 2012 para que o consumidor possa se beneficiar da energia gerada pelo painel (REN nº482/2012 e REN nº687/2015). Queremos usufruir do potencial solar brasileiro através da instalação de painéis fotovoltaicos nas comunidades contempladas pelo projeto.

Por outro lado, queremos nos focalizar sobre a questão da gestão do lixo urbano. No Brasil, cerca de 41,3% das 79,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) geradas são dispostas em lixões ou aterros que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteção do meio ambiente contra danos e degradações (ABRELPE, 2015). O aproveitamento energético dos RSU ainda é incipiente no país, apesar de algumas iniciativas locais pontuais (EPE, 2014). Assim como o recurso solar, os RSU representam uma excelente oportunidade de negócio para a geração distribuída e podem ser aproveitados através de soluções de incineração (*waste-to-energy*) ou de biodigestão.

### 2.2.- Comercialização da energia injetada na rede

A energia gerada pelo painel fotovoltaico atinge seu auge nas horas de maior irradiação solar, em torno de meio dia, enquanto o pico de consumo residencial costuma acontecer no final da tarde, quando o consumidor volta para casa e liga seus eletrodomésticos. Conforme ilustrado pela Figura 1, a energia gerada pelo painel fotovoltaico equivalente à área azul é autoconsumida para atender a carga do consumidor. Já a energia gerada correspondente à área amarela, que ultrapassa a carga do consumidor, é injetada diretamente na rede de distribuição. É este montante de energia que pode ser comercializado para outros consumidores.

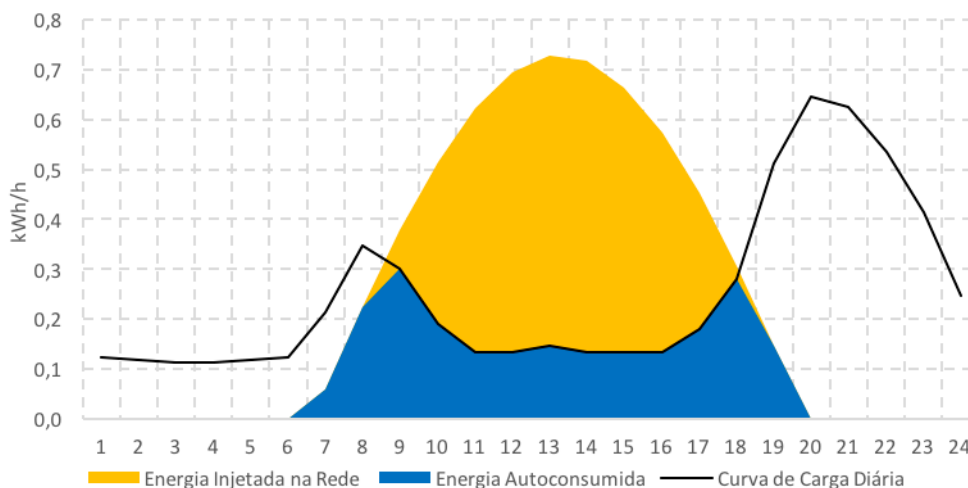


Figura 1 – Exemplo de um consumidor residencial médio e da energia gerada pelo seu painel fotovoltaico

A ideia é que os moradores da comunidade usufruam do painel fotovoltaico e vendem parte da energia gerada pelo painel para a distribuidora, injetando esta energia na rede local. Em contrapartida, os moradores paguem pela energia consumida. Além disso, os moradores recebem uma compensação pelo aluguel do seu telhado para colocação dos painéis fotovoltaicos.

Da mesma forma, os RSU coletados e aproveitados por uma usina de incineração ou de biodigestão produzem energia elétrica a ser consumida localmente ou diretamente injetada na rede. Os moradores recebem uma compensação pela venda dos seus RSU. Em suma, o morador da comunidade vende por um lado para a distribuidora o excedente de energia fotovoltaica e a energia oriunda da coleta de lixo e paga pela energia consumida.

Diferentemente do sistema de compensação de energia elétrica implantada pelas REN nº482/2012 e REN nº687/2015, que faz apenas um balanço mensal entre energia injetada e energia consumida da rede, este modelo

diferencia o preço da energia gerada pelo parque híbrido e o da energia consumida da rede de baixa tensão. O consumidor percebe o valor da energia consumida e identifica os potenciais de ganho pela energia gerada, portanto ele busca reduzir seu consumo da rede elétrica para maximizar seu lucro com a energia vendida. Assim o consumidor se torna um gerador distribuído renovável, perto dos locais de grande consumo urbano, e passa a consumir de maneira eficiente e responsável a energia da rede.

Este modelo traz benefícios também para os demais consumidores da distribuidora local, uma vez que as perdas comerciais sofridas e reconhecidas pela ANEEL são pagas pelos consumidores cativos ao preço médio da cesta de contratos da distribuidora. O consumidor cativo deixa de pagar o furto de energia e passa a apoiar a geração de energia renovável pelas comunidades carentes, que se tornam agentes integrados ao mercado. Por sua vez, a distribuidora pode limpar seu portfólio de contratos, substituindo contratos antigos por contratos novos de energia distribuída renovável.

### 3. Modelo de otimização

O modelo de negócios corresponde a um modelo de otimização que busca minimizar o custo da energia vendida pelo parque híbrido ao consumidor final, garantindo o retorno sobre investimento para a distribuidora, e proporcionando uma renda para a comunidade carente pelo aluguel dos telhados e pela venda de lixo para a usina de RSU:

$$\min C_{PV} \cdot GV_{PV} + C_{RSU} \cdot GV_{RSU}$$

Sujeito a:

$$(1) C_{PV} \geq CAPEX_{PV} + OPEX_{PV} + R_{telhado}$$

$$(2) C_{RSU} \geq CAPEX_{RSU} + OPEX_{RSU} + R_{lixo}$$

$$(3) GV_{PV} + GV_{RSU} = GT_{PV} + GT_{RSU} - CONS_{comunidade}$$

$$(4) C_{PV} \cdot GV_{PV} + C_{RSU} \cdot GV_{RSU} = P_{comunidade} \cdot CONS_{comunidade} + R_{telhado} + R_{lixo}$$

$$(5) GV_{PV} \leq GT_{PV}$$

$$(6) GV_{RSU} \leq GT_{RSU}$$

Onde:

- $C_{PV}$ : preço de venda da geração fotovoltaica, embutindo o ressarcimento da distribuidora pela instalação e manutenção dos equipamentos, além do aluguel do telhado dos moradores da comunidade;
- $C_{RSU}$ : preço de venda da geração de RSU, embutindo o ressarcimento da distribuidora pela instalação e manutenção dos equipamentos, além da compra do lixo dos moradores;
- $GV_{PV}$ : energia fotovoltaica vendida aos consumidores da distribuidora;
- $GV_{RSU}$ : energia de RSU vendida aos consumidores da distribuidora;
- $GT_{PV}$ : energia fotovoltaica total gerada pelos painéis instalados na comunidade, ao longo da vida útil dos equipamentos<sup>1</sup>;
- $GT_{RSU}$ : energia de RSU total gerada pela usina de incineração de RSU durante sua vida útil;
- $CAPEX_{PV}$ : montante despendido pela distribuidora para adquirir os equipamentos fotovoltaicos (módulos solares, inversores, cabos, proteções, impostos, etc...);
- $OPEX_{PV}$ : despesas operacionais da distribuidora para certificar a manutenção do parque fotovoltaico durante sua vida útil;
- $CAPEX_{RSU}$ : montante investido pela distribuidora para adquirir a usina de incineração de RSU;
- $OPEX_{RSU}$ : despesas operacionais da distribuidora para a manutenção da usina de incineração de RSU;
- $R_{telhado}$ : valor recebido pelo morador da comunidade pelo aluguel do seu telhado;
- $R_{lixo}$ : valor recebido pelo morador da comunidade pela venda do seu lixo à usina de incineração de RSU;
- $CONS_{comunidade}$ : consumo de energia elétrica da comunidade;
- $P_{comunidade}$ : preço pago pelos moradores da comunidade pela energia consumida.

<sup>1</sup> Consideramos uma vida útil de 30 anos para os painéis fotovoltaicos e a usina de incineração de RSU.

Como já indicado, o objetivo dessa função é minimizar o custo para o consumidor final, buscando os preços e as quantidades ótimas de energia vendidas pelo parque híbrido. A restrição (1) indica que o preço de venda do painel fotovoltaico embute o investimento inicial realizado pela distribuidora (CAPEX), além das futuras despesas operacionais (OPEX) e do aluguel do telhado pelos moradores. Na mesma linha, (2) faz com que o preço de venda da usina de incineração de RSU inclua o CAPEX o OPEX da usina, além da compra de lixo aos moradores da comunidade. A equação (3) traduz o balanço energético do parque híbrido, ou seja, assegura que a quantidade de energia vendida pelo parque híbrido iguala a geração total menos o consumo da comunidade. A equação (4) é um balanço de custos e diz que o que o morador da comunidade ganha com a venda de energia é igual ao que paga pela energia consumida mais uma renda (proveniente do aluguel do seu telhado e da venda de RSU). Por fim, as equações (5) e (6) asseguram que as quantidades de energia vendidas pelas duas fontes do parque híbrido não ultrapassem suas respectivas gerações totais. Todas as equações consideradas neste modelo trabalham sobre o período total de 30 anos de vida útil do parque híbrido.

Este modelo de otimização ainda é incipiente e não avalia diversas vertentes do problema como a redução das perdas não técnicas, os incentivos gerados pela instalação do parque híbrido (empregos locais gerados, redução da inadimplência, rendas, etc...), ou ainda os impostos arrecadados. Essa primeira versão do modelo de otimização constitui uma base para futuros estudos.

#### 4. Dimensionamento do parque híbrido de geração distribuída

Simulamos a viabilidade do parque híbrido para a comunidade de Santa Marta, no Rio de Janeiro, caracterizada através do Censo 2010 do IBGE - população estimada em 3.913 habitantes e área total igual a 53.706 m<sup>2</sup>. Neste item, desenhamos o complexo híbrido para garantir a autossuficiência energética da Santa Marta e gerar um excedente de energia a ser vendido para a distribuidora.

##### 4.1.- Incineração de resíduos sólidos urbanos

Primeiro, utilizamos o lixo gerado pela comunidade da Santa Marta para tornar esses resíduos uma fonte de renda para os consumidores. De acordo com dados da ABRELPE (2015) e do IBGE (2010), estima-se que Santa Marta gera em torno de 1.493 toneladas de RSU por ano. Os diferentes itens que compõem os RSU (matéria orgânica, papel, plásticos, etc...) possuem seu próprio valor energético e precisam ser mapeados com cuidado para calcular seu valor energético.

Seguindo a metodologia desenvolvida pela EPE (2008), estimamos a composição gravimétrica dos RSU da comunidade e calculamos um aproveitamento de 890 MWh/ano para 100% dos RSU gerados, considerando a incineração dos RSU e uma conversão termodinâmica através de uma turbina a ciclo Rankine tradicional<sup>2</sup>. Com isso, a usina de incineração de RSU consegue atender cerca de 30,5% das necessidades energéticas da Santa Marta<sup>3</sup>. Para tornar a comunidade autossuficiente em energia, será preciso completar este total com painéis fotovoltaicos.

O dimensionamento da usina de incineração de RSU é descrito como:

$$P_{RSU} = \frac{Q_{RSU} \cdot \sum_n P_{cal_n} \cdot \rho_n}{FC_{RSU} \cdot H_{ano}}$$

Onde:

- $P_{RSU}$ : capacidade instalada (em MW) da usina de incineração de RSU;
- $Q_{RSU}$ : quantidade de lixo gerado anualmente pela Santa Marta (em t/ano);
- $P_{cal_n}$ : poder calorífico dos diferentes itens compondo os RSU (em kcal/kg);
- $\rho_n$ : composição gravimétrica dos RSU na comunidade;
- $FC_{RSU}$ : fator de capacidade da usina e;
- $H_{ano}$ : número de horas por ano.

Dessa forma, a incineração de 100% dos RSU da Santa Marta deve ser atendida por uma pequena usina de 135 kW, considerando um fator de capacidade de 75%<sup>4</sup>.

Do ponto de vista econômico, nossa estimativa de investimento se baseia no levantamento da IEA (2015), resultando em um custo estimado de R\$ 22,08 mil/kW para uma usina de incineração de RSU<sup>5</sup>. Assim, o CAPEX da usina de Santa Marta fica em torno de R\$ 2,99 milhões e o OPEX em R\$ 897 mil<sup>6</sup>.

<sup>2</sup> Uma turbina a ciclo Rankine tem uma eficiência considerada em torno de 20%.

<sup>3</sup> O consumo da comunidade foi estimado a partir de dados de população do bairro e do consumo per capita esperado na região sudeste.

<sup>4</sup> O valor de 75% constitui uma média dos valores encontrados em IEA (2015).

#### 4.2.- Aproveitamento do recurso solar

O parque fotovoltaico de geração distribuída desenhado é dimensionado para completar a geração de RSU e cobrir as necessidades energéticas da comunidade da Santa Marta (durante um período de trinta anos<sup>5</sup>), além de gerar um excedente de energia a ser vendido. Avaliamos o potencial solar da localidade, de acordo com os dados de irradiação solar fornecidos pelo SWERA (2006) e dimensionamos o parque fotovoltaico, de acordo com a seguinte expressão:

$$P_{PV} = \frac{C_{ano}}{\frac{Y_r}{24} \cdot \delta \cdot H_{ano}}$$

Onde:

- $P_{PV}$ : capacidade instalada (em MW) do parque fotovoltaico;
- $C_{ano}$ : consumo estimado para a comunidade (em MWh/ano);
- $Y_r$ : produtividade de referência no Rio de Janeiro<sup>8</sup> (em kWh/m<sup>2</sup>/dia);
- $\delta$ : desempenho global de um painel fotovoltaico<sup>9</sup> e;
- $H_{ano}$ : número de horas por ano.

Para torna a comunidade de Santa Marta autossuficiente e gerar ainda um excedente de energia, dimensionamos um parque fotovoltaico de 3,06 MWp. Com isso, seria preciso cobrir cerca de 20,9 mil m<sup>2</sup> com os painéis fotovoltaicos. O custo do parque fotovoltaico foi estimado seguindo a metodologia desenvolvida pela ABINEE (2012). Nossa estimativa integra o custo dos equipamentos (módulo, inversores e demais materiais), alguns custos adicionais (frete, despachante, custos de internalização e taxas diversas), além dos diversos impostos incidentes sobre a compra do material (imposto de importação, imposto de produtos industrializados, ICMS, PIS e COFINS. Com isso, chegamos a um preço final de 5,57 R\$/Wp. Para a comunidade da Santa Marta, o CAPEX ficaria em torno R\$ 17,04 milhões e o OPEX em torno de R\$ 5,11 milhões<sup>10</sup>. Aqui não foi considerado nenhum ganho de escala pela construção do parque fotovoltaico.

A Tabela 1 sintetiza os diferentes valores calculados ao longo do desenho do projeto híbrido da comunidade da Santa Marta.

Fonte	Parâmetro	Valor
Comunidade Santa Marta	População Por Bairro (hab)	3.913
	Número de pessoas por domicílio (hab/dom)	2,9
	Consumo (MWh/ano)	2.915
Parque Fotovoltaico	Capacidade Instalada (kWp)	3.060
	Geração Total (MWh)	121.609
	Área Necessária (m <sup>2</sup> )	20.913
	Investimento CAPEX (R\$ mil)	17.044
	Investimento OPEX (R\$ mil)	5.113
	Lixo Coletado (%)	100%
Incineração de RSU	Capacidade Instalada (kW)	135
	Geração Total (MWh)	26.689
	Investimento CAPEX (R\$ mil)	2.990
	Investimento OPEX (R\$ mil)	897

Tabela 1 – Dimensionamento do parque híbrido renovável da comunidade Santa Marta

<sup>5</sup> Essa estimativa inclui uma taxa de câmbio de 3,30 R\$/USD.

<sup>6</sup> Da mesma forma que no caso do parque fotovoltaico, o OPEX ficou estimado em 1% ao ano do CAPEX sobre o período de 30 anos de vida útil da usina.

<sup>7</sup> Nossos cálculos levam em consideração uma degradação anual da geração dos painéis fotovoltaicos. Assim, o parque fotovoltaico conseguiria atender 100% das necessidades energéticas no primeiro ano de geração e enfrentaria uma degradação anual de 0,5% da performance dos painéis ao longo da vida útil.

<sup>8</sup>  $Y_r$  representa o número de horas equivalentes de irradiação igual a 1000 W/m<sup>2</sup> na localidade selecionada.

<sup>9</sup> Consideramos um desempenho global de 75% de acordo com a literatura.

<sup>10</sup> O OPEX ficou estimado em 1% ao ano do CAPEX sobre o período de 30 anos de vida útil do parque fotovoltaico.

## 5. Resultados do modelo de otimização

Neste item, testamos o modelo de otimização considerando o dimensionamento do parque híbrido realizado na comunidade de Santa Marta. A Tabela é sintetiza os resultados das simulações.

O cenário 1 mostra que para ressarcir o investimento inicial da distribuidora no parque híbrido (R\$ 26,04 milhões, considerando a compra e instalação dos equipamentos, além da manutenção dos mesmos), o consumidor final deve pagar 648 R\$/MWh para o parque fotovoltaico e 145 R\$/MWh para a usina de RSU. Toda a energia gerada pela usina de RSU é vendida à distribuidora (26,7 GWh), enquanto 28% da energia gerada pelo parque fotovoltaico é vendida (34,1 GWh). O otimizador priorizou a venda de energia de RSU, por ser mais barata, e completou com a energia fotovoltaica. Por sua vez, o morador da comunidade paga um preço de 298 R\$/MWh pela energia consumida. No cenário 1, o morador não recebe nenhuma compensação pelo aluguel do seu telhado e pela venda do lixo.

Cenário	P <sub>comunidade</sub> (R\$/MWh)	R <sub>telhado</sub> (R\$/mês)	R <sub>lixo</sub> (R\$/mês)	C <sub>PV</sub> (R\$/MWh)	C <sub>RSU</sub> (R\$/MWh)	GV <sub>PV</sub> (MWh)	GV <sub>RSU</sub> (MWh)	Custo Total (R\$ milhões)
1	298	0	0	648	145	34.171	26.700	26,06
2	298	9	0	520	393	50.967	9.903	30,43
3	298	9	3	511	598	51.935	8.935	31,88
4	298	9	6	539	581	49.167	11.703	33,34
5	298	9	9	520	835	50.967	9.903	34,79
6	298	0	9	648	309	34.171	26.700	30,42
7	298	3	9	691	309	34.171	26.700	31,88
8	298	6	9	734	309	34.171	26.700	33,34
9	310	9	6	605	453	44.537	16.333	34,39
10	320	9	6	776	327	34.171	26.700	35,27

Tabela 1 – Resultados das simulações

Entre o cenário 2 e o cenário 5, testamos diferentes valores de venda do lixo da comunidade, fixando a renda pelo aluguel do telhado em 9 R\$/mês e o preço pago pela energia em 298 R\$/MWh. Percebe-se que o preço de compra da energia fotovoltaica cai para um patamar de 520 R\$/MWh enquanto o preço de compra do RSU sobe conforme aumenta a renda pela venda do lixo. Assim, no cenário 5 o preço de compra do RSU fica em 835 R\$/MWh e garante uma renda de 9 R\$/mês pela venda do lixo do morador da comunidade. Com este preço tão elevado para a usina de RSU, o otimizador escolheu comprar menos energia de RSU (9,9 GWh) e mais energia fotovoltaica (50,9 GWh). Para garantir uma compensação de 9 R\$ pelo aluguel do telhado e de 9 R\$ pela venda de lixo, o custo para o consumidor final fica em R\$ 34,79 milhões, ou seja R\$ 8,73 milhões são transferidos à comunidade para o aluguel dos telhados e a venda de lixo sobre um período de 30 anos.

Entre o cenário 6 e o cenário 8, fixamos uma renda de 9 R\$/mês pela venda de RSU e variamos a renda do aluguel do telhado. Percebe-se que o otimizador prioriza a venda de energia de RSU, que fica igual à energia total gerada pela usina (26,7 GWh) e o preço de compra fica em 309 R\$/MWh. Já para o fotovoltaico o preço de compra aumenta na medida em que aumenta a renda pelo aluguel do telhado.

Por fim, os cenários 9 e 10 mostram que a elevação do preço da energia na comunidade tem um impacto sobre o custo para o consumidor final não desprezível. Por exemplo, se o preço subir de 12 R\$/MWh (cenário 9), o custo para o consumidor final sobe de R\$ 1,05 milhão (em comparação com o cenário 4). Portanto é preciso busca o melhor preço a ser pago pela comunidade para não onerar o consumidor final da distribuidora.

## 6. Conclusões

Embora este projeto ainda esteja em sua fase inicial, já podemos afirmar que ele oferece vários ganhos, que permeiam as áreas social, ambiental e econômica, gerando, dentre outros benefícios:

- ✓ A redução de perdas para a distribuidora e seus clientes, que passam a pagar não pelo furto mas pela energia distribuída e sustentável, gerada localmente e trazendo um ganho social inovador e transformador.
- ✓ O incentivo ao consumidor de baixa renda, tirando-o da zona da ilegalidade e levando-a para o campo do empreendedorismo e da renda
- ✓ A geração de toda uma cadeia de renda e emprego, beneficiando principalmente o emprego local através da formação de mão de obra técnica especializada (manutenção de equipamentos, construção civil, instalações elétricas, etc.)
- ✓ O aumento da penetração da geração distribuída, com claros ganhos para a sustentabilidade ambiental

Para além dos resultados imediatos, este novo modelo de negócios poderá tornar-se um laboratório de geração distribuída para as concessionárias, em um momento de posicionamento estratégico das empresas do setor elétrico sobre o negócio da geração de pequeno porte.

### Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (2012). Propostas para Inserção da Energia Solar Fotovoltaica na Matriz Elétrica Brasileira 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (2015). Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil 2015. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (2012). Resolução Normativa nº 482 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>

\_\_\_\_\_ (2015). Resolução Normativa nº 687 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2015687.pdf>

\_\_\_\_\_ (2015). Nota Técnica nº266/2015-SGT/ANEEL – Processo: 48500.000237/2013-17 2015.

\_\_\_\_\_ (2017). Banco de Informações de Geração 2017. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>

ARAÚJO, A. C., SIQUEIRA C. A. (2006). Considerações sobre as Perdas na Distribuição de Energia Elétrica, XVII Seminário Nacional de Energia Elétrica, Belo Horizonte, 2006.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (2008). Nota Técnica DEN 06/08 – Avaliação Preliminar do Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos de Campo Grande.

\_\_\_\_\_ (2014). Economicidade e Competitividade do Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2014). Projected Costs of Generating Electricity – 2015 Edition.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2017). Censo Demográfico 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>

SOLAR AND WIND ENERGY RESOURCE ASSESSMENT (2006). Atlas Brasileiro de Energia Solar.

WORLD BANK (2016). World Development Indicators. Disponível em: <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators>