



Terminal Luiz Canuto Chaves – Foto Luiz Petri

Potencial de Geração  
Distribuída  
Fotovoltaica – Boa  
Vista, RR  
Projeto BCO2R

Frederico Peiró e Ricardo Lima

---

Dezembro de 2018

<b>SUMÁRIO EXECUTIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO DA GD.....</b>	<b>5</b>
<b>COMPENSAÇÃO DE ENERGIA .....</b>	<b>5</b>
<b>CONEXÃO COM A DISTRIBUIDORA.....</b>	<b>6</b>
<b>POTENCIAL TÉCNICO DE GERAÇÃO SOLAR EM BOA VISTA .....</b>	<b>7</b>
CARACTERÍSTICAS LOCAIS .....	7
ENERGIA GERADA NA GD FV .....	7
<b>CUSTO DE INSTALAÇÕES DE GD FV .....</b>	<b>8</b>
PREÇO DOS EQUIPAMENTOS (KITS) ATÉ 10 kWp.....	8
PREÇO DOS EQUIPAMENTOS (KITS) MAIORES QUE 10 kWp .....	8
CUSTO DE INSTALAÇÃO DE GD FV .....	8
CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE GD FV .....	9
<b>ÁREA REQUERIDA PARA INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS FV.....</b>	<b>10</b>
<b>PERFIL DE CONSUMO X POTÊNCIA X DEMANDA DE ÁREAS.....</b>	<b>11</b>
PERFIL DO CONSUMO RESIDENCIAL .....	11
POTÊNCIA E ÁREA REQUERIDA PARA INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS FV .....	11
<b>CLASSE COMERCIAL E SERVIÇOS .....</b>	<b>12</b>
<b>CLASSE INDUSTRIAL .....</b>	<b>13</b>
<b>CLASSES PODER PÚBLICO E SERVIÇOS PÚBLICOS .....</b>	<b>13</b>
<b>AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS PROJETOS DE GD EM BOA VISTA.....</b>	<b>14</b>
DADOS DE BASE .....	14
RESULTADOS PARA OS CONSUMIDORES REPRESENTATIVOS DAS CLASSES .....	14
RESULTADOS DETALHADOS PARA CONSUMIDORES RESIDENCIAIS .....	15
RESULTADOS DETALHADOS PARA CONSUMIDORES COMERCIAIS E SERVIÇOS .....	16
RESULTADOS DETALHADOS PARA AS DEMAIS CLASSES CONSUMIDORAS .....	17
GD EM CONDOMÍNIO.....	17
<b>ANÁLISE DO IMPACTO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA X SUPRIMENTO DE ENERGIA.....</b>	<b>18</b>
CUSTO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA GERADA .....	18
CENÁRIO 1 – MICRO-GRID DE BOA VISTA ISOLADO DO SIN .....	18
CENÁRIO 2 – BOA VISTA INTEGRADA AO SIN .....	19
<b>POTENCIAL DE REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA .....</b>	<b>20</b>
<b>ANÁLISE DE LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS FV .....</b>	<b>21</b>
INTRODUÇÃO .....	21
ÁREAS PARA AS CLASSES RESIDENCIAIS.....	21
USO DOS LOTES RESIDENCIAIS.....	22
<i>Amostragem dos Terrenos e Construções de BV.....</i>	<i>23</i>
Área Urbanizada.....	23
Exemplo do Bairro Mecejana .....	23
<i>Principais Bairros da Capital .....</i>	<i>24</i>
Tipos de Telhados de Residências .....	25
ÁREAS PARA AS CLASSES COMERCIAIS.....	26
ÁREAS PARA CLASSE INDUSTRIAL .....	27
<i>Demanda de Área para implantação de Painéis – Indústrias .....</i>	<i>27</i>
ÁREAS PARA AS CLASSES SERVIÇOS PÚBLICOS E PODER PÚBLICO .....	29

**ANEXO A – DEMONSTRATIVO DE CÁLCULO DE FV .....30**

## Sumário Executivo

O mercado representado pela classe **Residencial** é responsável por mais da metade de toda a energia elétrica consumida em Boa Vista. Nas faixas de maior consumo o perfil de carga indica um uso muito intenso de ar condicionado, inclusive no período noturno. Por esta razão torna-se importante obter dados relacionados à posse e uso de equipamentos de condicionamento ambiental e o potencial de eficiência energética afim de melhor caracterizar o seu potencial de GD.

O PROCEL iniciou em 2018 uma nova pesquisa nacional de Posse e Hábitos de consumo de energia na classe residencial (PPH). Muitas das questões do PPH atenderiam a uma melhor avaliação prévia dos potenciais de eficiência energética e de GD por conterem questões sobre as cargas elétricas e as construções residenciais (tais como paredes, telhados, forros, orientação, etc..).

No mês de setembro de 2018 foi concluída a pesquisa no estado de Roraima. A expectativa do compartilhamento pelo PROCEL de algumas das informações que fossem úteis para o presente relatório foi frustrada.

Para a classe residencial o presente relatório foi elaborado com base no consumo de energia por faixas de consumo médio nacional e na caracterização de áreas de telhados e quintais de residências com base em mapeamento do Google.

Para o mercado dos consumidores da classe **Comércio e Serviços**, o segundo maior consumidor de energia de Boa Vista representando quase um quarto do total, foram utilizadas as informações fornecidas pela EDRR.

Os resultados apurados quanto ao potencial de GD para o elevado número de consumidores das classes **Residencial** e **Comércio e Serviços** levaram à algumas conclusões comuns a ambas as classes:

- Será necessário implementar programa de eficiência energética associado ao programa de GD fotovoltaico.
- O programa de eficiência energética deverá focar a melhoria do desempenho do condicionamento ambiental.
- Será necessário melhorar as práticas arquitetônicas e construtivas dos imóveis onde estão instalados estes consumidores e estabelecer orientações para remediar as atuais instalações.
- A GD fotovoltaica não apresenta atratividade econômica para os consumidores de menor porte, especialmente devido às tarifas praticadas no estado.
- Para aumentar a atratividade da GD fotovoltaica para os consumidores de porte médio e grande será necessário um programa de financiamento em condições especiais.

Com relação aos consumidores da classe **Comércio e Serviços** ocorre com frequência a insuficiência de área de telhado ou até de estacionamento cobertos ou não nas

dimensões que atendam à demanda de energia consumida pelo estabelecimento. Nestas situações a geração compartilhada ou consorciada se mostra mais viável.

As classes **Poder Público** e **Serviços Públicos** merecem uma abordagem diferenciada por se tratarem de consumidores que possuem um “gerente geral” que são as entidades (órgãos, secretarias, entidades, ...) que as administram e traçam suas políticas de gestão de energia, tanto no âmbito municipal quanto no estadual e federal. Como referência vale lembrar que a Prefeitura da Capital já instalou plantas de geração fotovoltaicas de diferentes portes em terminais e pontos de ônibus e continua o programa estendendo sua atuação para outras unidades consumidoras sob a sua responsabilidade, com bastante sucesso.

Vários dos consumidores públicos ocupam edifícios históricos ou construções com perfil arquitetônico inadequado à instalação de painéis fotovoltaicos. Muitos deles dispõem de grandes áreas livres, próximas ou não da edificação principal, que poderão abrigar as instalações de GD de maior porte e compartilhar a geração e operar sob condições mais favoráveis de gestão.

A classe **Industrial** é responsável por pouco mais de 6% do consumo de energia elétrica de Boa Vista. As indústrias de maior porte em geral dispõem de área suficiente para instalação de painéis fotovoltaicos.

Em razão dos diferentes perfis dessas indústrias a atratividade da GD deverá ser pesquisada caso a caso.

De forma geral, conclui-se que:

- Existe potencial significativo para redução do consumo das diferentes classes de consumidores a partir da GD.
- É necessário estruturar um programa de eficiência energética integrado à GD.
- Será necessário enfrentar o problema da curva de carga do mini grid de Boa Vista considerando que a produção da energia na GD fotovoltaica se dá fora do horário de pico do sistema (madrugada).
- Um programa de financiamento mais vantajoso pode aumentar a atratividade da GD FV.

## Apresentação

A finalidade deste relatório é avaliar o potencial técnico, econômico e ambiental da geração de energia elétrica em Boa Vista, capital do estado de Roraima, com o uso de painéis fotovoltaicos na modalidade GD (geração distribuída), instalados em telhados, estacionamentos de estabelecimentos comerciais, em quintais residenciais de unidades consumidoras, ou mesmo em locais remotos.

## Caracterização da GD

A micro e a mini geração distribuídas consistem na produção de energia elétrica a partir de pequenas centrais geradoras que utilizam fontes renováveis de energia elétrica ou cogeração qualificada, conectadas à rede de distribuição através das unidades consumidoras.

Quando a potência instalada for menor ou igual a 75 kW é chamada de micro geração distribuída. Quando for superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para a fonte hídrica, ou 5 MW para as demais fontes (incluindo a solar), é chamada de mini geração distribuída.

Os processos e autorizações de projetos enquadrados na modalidade GD envolvendo a ANEEL, o consumidor e distribuidora seguem um rito específico bem regulamentado e bastante célere permitindo que os projetos de GD sejam implantados em prazos muito reduzidos.

## Compensação de Energia

No consumidor com GD, quando a energia produzida for maior que a consumida, o excedente é injetado na rede da distribuidora e quando o consumo próprio for maior que a geração a distribuidora supre o déficit. A rede da distribuidora passa a funcionar como se fosse uma bateria, armazenando e devolvendo energia. A moeda de troca é o kWh.

Em termos mensais, para a energia excedente entregue à rede da distribuidora o consumidor receberá um crédito em energia (kWh) a ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário (para consumidores com tarifa horária) ou na fatura dos meses subsequentes. A validade destes créditos é de 60 meses (5 anos).

O consumidor pode também utilizar os seus créditos em outras unidades cadastradas dentro da mesma área de concessão. A utilização de créditos em locais diferentes do ponto de consumo, são definidas como:

- **Geração compartilhada**

Quando um conjunto de consumidores dentro da mesma área de concessão ou permissão constituem um consórcio ou cooperativa de pessoas físicas ou jurídicas para implantar a geração de energia elétrica em local diverso dos consumidores.

- **Autoconsumo remoto**

Quando pessoa física possui várias unidades consumidoras com a mesma titularidade (mesmo CPF) ou pessoa jurídica com várias unidades consumidoras de mesma titularidade (mesmo CNPJ, incluídas matriz e filiais)

implanta GD em local diverso de um dos postos, porém dentro da mesma área de concessão da distribuidora de energia.

- **Condomínio**

Vários consumidores independentes e individualizados e também com área comuns se houver, podem constituir um Condomínio para geração de energia distribuída ao empreender uma micro ou mini geração.

## Conexão com a Distribuidora

Para as unidades consumidoras que forem conectadas em baixa tensão (grupo B), será cobrado mensalmente pela distribuidora, a título de pagamento pela disponibilidade da conexão, os seguintes valores:

- Para conexão monofásica os valores em R\$ equivalentes ao custo do consumo de 30 kWh.
- Para conexões bifásicas os valores equivalentes a 50 kWh e
- Para as conexões trifásicas os valores equivalentes a 100 kWh.

Para as unidades consumidoras em média tensão (MT) o valor deste pagamento será o equivalente ao valor da demanda contratada.

## Potencial Técnico de Geração Solar em Boa Vista

### Características Locais

Boa Vista é a única capital de estado no país cujo município fica localizado ao norte do Equador. Possui alto índice de insolação distribuído de forma uniforme durante todas as estações do ano e com reduzida variação diária.

A determinação do potencial de geração solar para a capital Boa Vista foi baseada no “Global Solar Atlas” do “World Bank” nas coordenadas:

- Latitude: 2,8208°
- Longitude: -60,6724°
- Altitude: 83 m sobre o nível do mar

Correspondem à localização da Praça do Centro Cívico de Boa Vista, RR, que pode ser considerada como base para toda a Capital.

Para este local, os recursos solares e a temperatura do ar, na média para longo prazo são as descritas a seguir:

- Irradiação global horizontal: 1.994 kWh/m<sup>2</sup>/ano, equivalente a 5,463 kWh/dia, em média.
- Posição do módulo para maior produção: 180° (apontado para o sul) 6° inclinação
- Temperatura média anual: 27,2 °C

### Energia Gerada na GD FV

O montante da energia solar convertida em energia elétrica depende de vários fatores relacionados à disposição física dos painéis FV, da eficiência de conversão da energia solar dos painéis fotovoltaicos e dos equipamentos e componentes da instalação. Após instalada o desempenho da geração vai depender da qualidade da manutenção e do gerenciamento da sua utilização. Fatores que impactam o desempenho com o decorrer do tempo estão relacionadas frequentemente com o sombreamento dos painéis e com a sua limpeza. Temperatura muito elevada das células fotovoltaicas também reduzem o desempenho da geração e colocam em risco a vida útil dos painéis.

O montante de energia do sol convertido em energia elétrica pode ser avaliado aplicando um “*coeficiente de performance*” ao potencial solar do local da instalação, no presente caso, para as condições de instalação e de operação assumidas para Boa Vista. Neste relatório foi assumido o valor de 0,72 para o *coeficiente de performance*, e o de 16,5% para a eficiência média dos painéis fotovoltaicos.

- |  |
|--|
| • <b>Assim, na média anual:</b>  |
| ○ <b>Cada 1 kWp de capacidade instalada produzirá 1.441 kWh de energia elétrica, e</b> |
| ○ <b>Cada 1 m<sup>2</sup> de painel fotovoltaico produzirá 237 kWh.</b>                |

O ANEXO A apresenta a memória de cálculo que conduziu a estes resultados.



## Custo de Instalações de GD FV

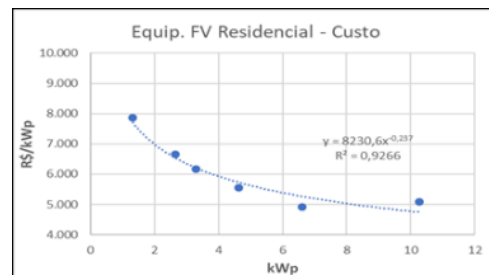
Na data de 16/08/2018 foram levantados no site “Portal Solar” os preços de venda de kits para instalação de geração fotovoltaica para diversos ambientes. Na modelagem a seguir, os kits foram divididos em duas categorias de acordo com as faixas de potência de pico (kWp):

- Equipamentos cobrindo a faixa de capacidades de 1 a 10 kWp, que atendem até 1.200 kWh mensais de consumo, nas condições locais de Boa Vista.
- Equipamentos para as capacidades acima de 10 kWp que poderão atender em GD aos consumidores de maior consumo, cooperativas de consumidores ou outros arranjos que resultem em maior demanda de energia.

### Preço dos Equipamentos (kits) até 10 kWp

Esta é a faixa de capacidade que cobre a média do mercado residencial nacional.

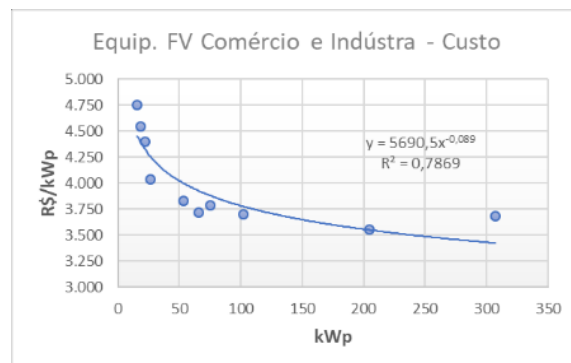
Equip. FV Residencial - Custo		
kWp	Preço	R\$/kWp
1,32	10.373	7.859
2,64	17.570	6.655
3,30	20.320	6.158
4,62	25.695	5.562
6,60	32.410	4.911
10,26	52.240	5.092



### Preço dos Equipamentos (kits) maiores que 10 kWp

Esta é a faixa de capacidade de geração (kWp) que deverá atender ao mercado de consumidores de Boa Vista com demanda mensal de energia superior a 1.200 kWh.

Equip. FV Comércio e Indústria - Custo		
kWp	Preço	R\$/kWp
15,84	75.309	4.754
18,81	85.570	4.549
22,44	98.674	4.397
26,40	106.503	4.034
53,46	204.955	3.834
66,00	245.511	3.720
75,24	284.780	3.785
102,30	378.850	3.703
204,60	726.350	3.550
306,90	1.130.200	3.683



## Custo de Instalação de GD FV

Os custos dos kits já contemplam todos os equipamentos e dispositivos requeridos para a instalação, exceto:

- As cablagens dos inversores até a entrada de energia nos imóveis
- Os aterramentos e eventuais proteções físicas aos painéis
- Reforço da estrutura dos telhados, se necessário

- Serviços de instalação dos “kits” de geração fotovoltaica
- Outros itens não previstos

Para efeitos desta avaliação foram estimados que estes serviços representem um adicional de 10% ao valor dos kits.

### **Custo de Operação e Manutenção das Instalações de GD FV**

Durante a vida útil da GD FV estima-se que ocorrerão os seguintes custos aqui configurados como de operação e manutenção:

- Limpeza dos painéis fotovoltaicos com uma frequência média de 2 vezes ao ano
- Inspeção geral de um técnico a cada 2 ou 3 anos
- Eventual troca de alguns dos inversores a cada 10 anos

Neste relatório foi estimado que estas intervenções representem, na média anual, um valor da ordem de 2% do investimento inicial do “kit”.

## Área Requerida para Instalação dos Painéis FV

Os telhados das residências se apresentam naturalmente como locais preferenciais para instalação dos painéis de geração fotovoltaica, pois, em geral:

- Dispõem de superfícies maiores que as necessárias para os painéis.
- Estão expostos, pelo menos em parte, à radiação solar direta.
- Estão ao abrigo do contato direto com pessoas

Em algumas situações pode ser mais conveniente utilizar estrutura diversa dos telhados para suporte dos painéis.

Neste relatório assumiu-se que:

- A área disponibilizada para a instalação deva ser 15% maior que a área dos painéis e
- Cada 1 m<sup>2</sup> de painel fotovoltaico produzirá em média 237 kWh por ano.

A tabela seguinte mostra a área requerida pelo consumidor representativo de cada uma das classes.

Consumidor Representativo da Classe		
Consumo Médio - Área requerida para Instalação de GD		
Classe	Consumo kWh/mês	Área (m <sup>2</sup> )
Industrial	4.144	241
Serv. Público	23.371	1.357
Illum. Pública	27.036	1.569
Poder Público	8.319	483
Com. & Serviços	1.649	96
Residencial	344	20

## Perfil de Consumo x Potência x Demanda de Áreas

### Perfil do Consumo Residencial

Os consumidores residenciais representam 88% das unidades consumidoras de Boa Vista e respondem por 54% do consumo total de energia elétrica da Capital.

A tabela seguinte, referente ao ano de 2017, mostra a segmentação desta classe de consumidores de acordo com as faixas tarifárias vigentes e o consumo médio de cada um destes segmentos:

<b>Residencial -- Unidades Consumidoras e Consumidor Representativo</b>			
<b>Faixa de Tarifas</b>	<b>Qtde. UC's</b>	<b>Total Anual [MWh]</b>	<b>kWh/mês</b>
<30kwh	8.631	3.460	33
30 a 100 kWh	13.883	10.296	62
100 a 220 kwh	5.356	6.655	104
>220kwh	73.490	398.608	452
<b>Total residencial</b>	<b>101.360</b>	<b>419.019</b>	<b>344</b>

O consumo médio representativo da classe residencial foi de 344 kWh/mês. Os consumidores com mais de 220 kWh/mês representaram 72,5% da totalidade da classe, consumiram como média 452 kWh/mês.

### Potência e Área Requerida para Instalação dos Painéis FV

Considerando que na planta de GD, anualmente cada 1 kWp produzirá 1.441 kWh de energia por ano e que, cada 1 m<sup>2</sup> de painel produzirá 237 kWh, a tabela seguinte mostra a potência de GD que deveria ser instalada e qual a área requerida para instalação dos painéis para atender cada um dos consumidores representativos da faixa de tarifa.

<b>Painéis FV - Potência e Área - Consumidor Faixa Tarifária</b>			
<b>Faixa de Tarifas</b>	<b>kWh/mês</b>	<b>Potência [kWp]</b>	<b>Área (m2)</b>
<30kwh	33	0,3	1,9 m2
30 a 100 kWh	62	0,5	3,6 m2
100 a 220 kwh	104	0,9	6,0 m2
>220kwh	452	3,8	26,2 m2
<b>Média das Residências</b>	<b>344</b>		<b>20,0 m2</b>

Estes números permitem afirmar que os telhados das residências dispõem de espaço suficiente para instalação dos painéis.

Se a totalidade dos consumidores residenciais instalassem painéis fotovoltaicos a área total demandada seria um pouco inferior a 160 ha. A área urbanizada da Capital é atualmente da ordem de 11 mil hectares. A instalação de GD ocuparia apenas 1,5% deste total.

## Classe Comercial e Serviços

As quase 9.500 unidades da classe Comercial e de Serviços consumiram em 2017, 188 GWh de energia elétrica, representando 22,4% do total consumido na Capital.

O valor médio representativo da classe foi de 1.650 kWh/mês (19,78 MWh/ano). Assumindo os parâmetros técnicos já expostos resulta que este consumidor médio demandaria uma instalação de GD de 13,7 kWp e 83 m<sup>2</sup> de área para instalação de painéis fotovoltaicos.

A tabela seguinte mostra a quebra do universo da classe Comercial e Serviços por faixas de consumo mensal (base mês de abril de 2018) e os respectivos consumos médios:

Classe Comercial e Serviços - 2018 (Abril)			
Faixas de consumo mensal	Quant UC	Consumo no Mês	
		Total (MWh)	Médio (kWh)
0 - 0,5 MWh	5.200	937	180
0,5 - 1 MWh	1.850	1.313	710
1 - 5 MWh	1.900	4.154	2.186
5 - 10 MWh	290	1.999	6.893
10 - 50 MWh	170	3.525	20.735
50 - 100 MWh	30	2.002	66.733
100 MWh +	10	2.377	237.700

O atendimento deste mercado com GD FV de forma individual apresenta um espectro de instalações de geração com demandas de potência da ordem de 1 kWp até vários MWp, ocupando áreas para instalação de painéis desde poucos metros quadrados até áreas do porte de alguns hectares.

A faixa de consumo de 0 a 1,0 MWh/mês abrange 74,6% dos consumidores e consomem 13,8% da energia da classe. O porte do consumo é similar ao residencial, porém com características específicas de seus ramos de atividades e de suas instalações. Entre elas:

- Consumo específico elevado (kWh/área do estabelecimento) em razão do uso de equipamentos de condicionamento de ar e de outros equipamentos elétricos afins com as suas atividades.
- Insuficiência de áreas de para instalação de painéis fotovoltaicos.

Nas faixas maiores de consumo existem muitos estabelecimentos que possuem grandes áreas de estacionamento, alguns com cobertura para proteção contra o sol e muitos sem a cobertura.

Entre os dez maiores consumidoras de energia, cinco referem-se shoppings centers e grandes varejistas.

No universo dos quase 9.500 estabelecimentos comerciais e de serviços existentes em Boa Vista apenas pouco mais de 260 estabelecimentos são supridos em média tensão (13,8 kV).

## Classe Industrial

Os consumidores da Classe Industrial, representadas por 332 UC (0,3% dos consumidores), consumiram em 2017 apenas 49,73 GWh de energia elétrica (6,4% do total da Capital).

O consumo médio mensal da classe foi de 4.144 kWh. Um consumidor deste porte seria atendido por uma planta de GD com 34,5 kWp de potência de pico e demandaria 209 m<sup>2</sup> de painéis fotovoltaicos ocupando uma área de cerca de 240 m<sup>2</sup>.

Mais adiante neste relatório serão analisadas as áreas potencialmente disponíveis para a instalação dos painéis.

## Classes Poder Público e Serviços Públicos

O consumidor médio representativo da classe Serviços Públicos representada por 76 consumidores de 21,3 GWh no ano de 2017, teria um consumo médio de 23.371 kWh/mês.

Já o representante da classe Poder Público (833 consumidores, 83,2 GWh no mesmo ano) teria uma média mensal de consumo de 8.319 kWh.

Poderiam ser atendidos no montante anual com a instalação de GD com 195 e 70 kWp, com 1.200 e 420 m<sup>2</sup> de painéis e 1.350 e 500 m<sup>2</sup> de área de instalações, respectivamente.

Além dos telhados dos edifícios públicos, Boa Vista dispõe de muitas áreas livres que poderiam ser utilizadas para a instalação de painéis fotovoltaicos para GD de forma isolada ou compartilhada entre os diversos órgãos e serviços públicos. Para se ter uma ordem de grandeza, 50 ha seriam suficientes para abrigar as instalações de GD que atendam a totalidade da demanda de energia destas duas classes de consumidores.

## Avaliação Econômica dos Projetos de GD em Boa Vista

A seguir este relatório propõe analisar o potencial econômico de implantar um grande número de GD no grid de Boa Vista tendo como empreendedores os consumidores das classes residenciais, comércio e serviços, indústria e poder público, considerando as suas particularidades, entre elas:

- As diferenças de tarifas
- As particularidades do regime de carga e de operação
- Os requisitos de áreas para instalação dos painéis

Serão também analisadas as opções de um consumidor empreender a própria GD ou se unir a outros consumidores para empreenderem um condomínio ou arranjo equivalente.

### Dados de Base

Produção de energia elétrica:

- 1.441 kWh por ano para cada 1 kWp instalado.
- 237 kWh anuais por m<sup>2</sup> de painel fotovoltaico instalado

Investimento:

- Preço dos “kits” de equipamentos e acessórios no mercado de São Paulo em 2018 para a faixa de 0,75 a 5 MWp.
- Custo de instalação equivalente a 10% do preço do respectivo kit

Área disponibilizada para instalação da GD:

- 15% maior que a requerida pelos painéis fotovoltaicos

Parâmetros econômicos:

- Taxa de desconto: 10% aa
- Vida útil da instalação: 25 anos

Custo de O&M:

- Valor médio anual equivalente a 2% do valor do kit de geração

Determinação dos benefícios:

- Tarifas vigentes em dezembro de 2018 para cada classe de consumidor na distribuidora local
- Custo de conexão com a distribuidora: de acordo com os valores vigentes em dezembro de 2018.

### Resultados para os Consumidores Representativos das Classes

A tabela seguinte resume os resultados esperados para o consumidor equivalente ao consumo médio de cada uma das classes deste relatório.

Descrição	Classe do Consumidor				
	Industrial	Serv. Público	Poder Púb.	Com. & Serviços	Residencial
Consumo mensal	4.144 kWh	23.371 kWh	8.319 kWh	1.649 kWh	344 kWh
Tarifa	0,79 R\$/kWh	0,56 R\$/kWh	0,65 R\$/kWh	0,79 R\$/kWh	0,79 R\$/kWh
Fatura mensal	R\$ 3.282	R\$ 12.979	R\$ 5.435	R\$ 1.306	R\$ 273
Potência Instalada	34,5 kWp	194,6 kWp	69,3 kWp	13,7 kWp	2,9 kWp
Área telhado - incluindo 15% excedente	241 m <sup>2</sup>	1.357 m <sup>2</sup>	483 m <sup>2</sup>	96 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
Investimento	R\$ 157.625	R\$ 762.136	R\$ 297.393	R\$ 68.073	R\$ 20.234
Economia mensal	R\$ 2.963	R\$ 11.744	R\$ 4.904	R\$ 1.122	R\$ 162
<b>Índices Econômicos</b>					
VPL	R\$168.083	R\$528.893	R\$241.733	R\$55.323	-R\$2.408
TIR	22,4%	18,3%	19,6%	19,6%	8,4%
Tempo de Retorno Simples	4,4 anos	5,4 anos	5,1 anos	5,1 anos	10,4 anos

Analisando sob o ponto de vista de tempo de retorno do investimento o representante do consumidor médio da classe residencial tem o maior valor 10,4 anos. Na classe comercial e serviços o tempo de retorno é de 5,1 anos. As tarifas são as mesmas e a diferença dos resultados decorre do custo específico do investimento, muito menor para as instalações de maior potência (R\$ 4.567/kWp contra R\$ 7.052/kWp).

Sensibilizando a análise considerando primeiramente um cenário em que os preços dos kits fotovoltaicos sejam reduzidos de 10% e outro cenário em que as tarifas sejam majoradas em 10%, resultam os índices da tabela seguinte:

Classes de Consumo	Industrial	Serv. Público	Poder Púb.	Com. & Serviços	Residencial
<b>Taxa Desconto: 10% - Red Inv: 0% - Alteração Tarifa: 0%</b>					
TIR	22,4%	18,3%	19,6%	19,6%	8,4%
VPL	R\$168.083	R\$528.893	R\$241.733	R\$55.323	-R\$2.408
Tempo de Retorno Simples	4,4 anos	5,4 anos	5,1 anos	5,1 anos	10,4 anos

<b>Taxa Desconto: 10% - Red Inv: 10% - Alteração Tarifa: 0%</b>					
TIR	25,2%	20,6%	22,1%	22,1%	10,0%
VPL	R\$186.471	R\$617.801	R\$276.426	R\$63.265	-R\$47
Tempo de Retorno Simples	4,0 anos	4,8 anos	4,5 anos	4,5 anos	9,2 anos

<b>Taxa Desconto: 10% - Red Inv: 0% - Alteração Tarifa: 10%</b>					
TIR	24,9%	20,4%	21,8%	21,8%	9,8%
VPL	R\$203.279	R\$670.690	R\$300.599	R\$68.797	-R\$288
Tempo de Retorno Simples	4,0 anos	4,9 anos	4,6 anos	4,6 anos	9,3 anos

## Resultados detalhados para Consumidores Residenciais

Fazendo uma simulação para os consumidores entre as faixas de consumo de 100 a 10.000 kWh/mês para as condições atuais de preço dos kits de GD, mantendo as tarifas atuais, resulta na tabela:

Descrição	Consumidor Residencial							
	100 kWh	250 kWh	500 kWh	750 kWh	1.000 kWh	2.000 kWh	5.000 kWh	10.000 kWh
Consumo mensal	100 kWh	250 kWh	500 kWh	750 kWh	1.000 kWh	2.000 kWh	5.000 kWh	10.000 kWh
Tarifa	0,72 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh
Fatura mensal	R\$ 72	R\$ 200	R\$ 400	R\$ 600	R\$ 800	R\$ 1.600	R\$ 4.000	R\$ 8.000
Potência Instalada	0,8 kWp	2,1 kWp	4,2 kWp	6,2 kWp	8,3 kWp	16,7 kWp	41,6 kWp	83,3 kWp
Área telhado - incluindo 15% excedente	6 m <sup>2</sup>	15 m <sup>2</sup>	29 m <sup>2</sup>	44 m <sup>2</sup>	58 m <sup>2</sup>	116 m <sup>2</sup>	290 m <sup>2</sup>	580 m <sup>2</sup>
Investimento específico	R\$ 9.455/kWp	R\$ 7.609/kWp	R\$ 6.457/kWp	R\$ 5.865/kWp	R\$ 5.478/kWp	R\$ 4.873/kWp	R\$ 4.492/kWp	R\$ 4.223/kWp
Investimento	R\$ 7.874	R\$ 15.843	R\$ 26.885	R\$ 36.633	R\$ 45.625	R\$ 81.170	R\$ 187.034	R\$ 351.689
Economia mensal	R\$ 36	R\$ 136	R\$ 279	R\$ 464	R\$ 651	R\$ 1.397	R\$ 3.637	R\$ 7.387
<b>Índices Econômicos</b>								
VPL	-R\$3.909	-R\$892	R\$3.815	R\$14.430	R\$25.927	R\$72.405	R\$212.744	R\$460.389
TIR	2,8%	9,3%	11,8%	14,8%	16,8%	20,5%	23,2%	25,1%
Tempo de Retorno Simples	18,2 anos	9,7 anos	8,0 anos	6,6 anos	5,8 anos	4,8 anos	4,3 anos	4,0 anos



Sensibilizando a análise considerando primeiramente um cenário em que os preços dos kits fotovoltaicos sejam reduzidos de 10% e outro cenário em que as tarifas sejam majoradas em 10%, resultam os índices da tabela seguinte:

Classes de Consumo	100 kWh	250 kWh	500 kWh	750 kWh	1.000 kWh	2.000 kWh	5.000 kWh	10.000 kWh
<b>Taxa Desconto: 10% - Red Inv: 0% - Alteração Tarifa: 0%</b>								
TIR	2,8%	9,3%	11,8%	14,8%	16,8%	20,5%	23,2%	25,1%
VPL	-R\$3.909	-R\$892	R\$3.815	R\$14.430	R\$25.927	R\$72.405	R\$212.744	R\$460.389
Tempo de Retorno Simples	18,2 anos	9,7 anos	8,0 anos	6,6 anos	5,8 anos	4,8 anos	4,3 anos	4,0 anos

<b>Taxa Desconto: 10% - Red Inv: 10% - Alteração Tarifa: 0%</b>								
TIR	4,1%	10,8%	13,5%	16,8%	19,0%	23,0%	26,1%	28,2%
VPL	-R\$2.990	R\$956	R\$6.951	R\$18.703	R\$31.249	R\$81.874	R\$234.563	R\$501.416
Tempo de Retorno Simples	15,8 anos	8,6 anos	7,1 anos	5,8 anos	5,2 anos	4,3 anos	3,8 anos	3,5 anos

<b>Taxa Desconto: 10% - Red Inv: 0% - Alteração Tarifa: 10%</b>								
TIR	4,0%	10,7%	13,4%	16,6%	18,8%	22,8%	25,8%	27,9%
VPL	-R\$3.381	R\$866	R\$7.333	R\$20.146	R\$33.842	R\$89.115	R\$255.837	R\$547.455
Tempo de Retorno Simples	16,1 anos	8,7 anos	7,2 anos	5,9 anos	5,3 anos	4,4 anos	3,9 anos	3,6 anos

Destes resultados pode-se concluir que, aos preços atuais de mercado dos kits de geração fotovoltaica torna-se inviável a implantação GD por consumidores de pequeno porte (consumo médio mensal inferior a 500 kWh).

### Resultados detalhados para Consumidores Comerciais e Serviços

Simulando os resultados da classe comercial e serviços distribuídos dentre das faixas de consumo mensal e o valor correspondente ao consumidor médio da faixa:

- 0 - 0,5 MWh, 180 kWh/mês
- 0,5 - 1 MWh, 710 kWh/mês
- 1 - 5 MWh, 2.186 kWh/mês
- 5 - 10 MWh, 6.893 kWh/mês
- 10 - 50 MWh, 20.735 kWh/mês
- 50 - 100 MWh, 66.733 kWh/mês
- 100 MWh +, 237.700 kWh/mês

Assumindo que os consumidores sejam tarifados no Grupo B, modalidade convencional, a tabela seguinte espelha a análise econômica da implantação de GD fotovoltaica nesta classe de consumidores.

Descrição	Consumidor Comércio & Serviços							
	0-0,5 MWh	0,5-1,0 MWh	1 - 5 MWh	5 - 10 MWh	10 - 50 MWh	50 - 100 MWh	100 MWh +	
Consumo mensal	180 kWh	710 kWh	2.186 kWh	6.893 kWh	20.735 kWh	66.733 kWh	237.700 kWh	
Tarifa	0,72 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	0,80 R\$/kWh	
Fatura mensal	R\$ 130	R\$ 568	R\$ 1.749	R\$ 5.514	R\$ 16.588	R\$ 53.387	R\$ 190.160	
Potência Instalada	1,5 kWp	5,9 kWp	18,2 kWp	57,4 kWp	172,7 kWp	555,8 kWp	1.979,6 kWp	
Área telhado - incluindo 15% ex	10 m <sup>2</sup>	41 m <sup>2</sup>	127 m <sup>2</sup>	400 m <sup>2</sup>	1.204 m <sup>2</sup>	3.873 m <sup>2</sup>	13.797 m <sup>2</sup>	
Investimento específico	R\$ 8.223/kWp	R\$ 5.942/kWp	R\$ 4.835/kWp	R\$ 4.365/kWp	R\$ 3.958/kWp	R\$ 3.567/kWp	R\$ 3.185/kWp	
Investimento	R\$ 12.340	R\$ 35.122	R\$ 88.031	R\$ 250.585	R\$ 683.411	R\$ 1.982.144	R\$ 6.305.529	
Economia mensal	R\$ 71	R\$ 435	R\$ 1.536	R\$ 5.055	R\$ 15.473	R\$ 50.303	R\$ 180.526	
<b>Índices Econômicos</b>								
VPL	-R\$4.531	R\$12.650	R\$80.787	R\$305.097	R\$1.017.531	R\$3.547.778	R\$13.539.956	
TIR	4,9%	14,4%	20,8%	24,1%	27,1%	30,4%	34,3%	
Tempo de Retorno Simples	14,5 anos	6,7 anos	4,8 anos	4,1 anos	3,7 anos	3,3 anos	2,9 anos	

De modo semelhante à classe residencial, os consumidores de pequeno porte (menores que 1MWh/mês de consumo) não encontrarão benefícios na implantação de GD em razão do elevado investimento nos equipamentos e instalação da geração fotovoltaica.

Sensibilizando a análise considerando primeiramente um cenário em que os preços dos kits fotovoltaicos sejam reduzidos de 10% e outro cenário em que as tarifas sejam majoradas em 10%, resultam os índices da tabela seguinte:

Classes de Consumo	0-0,5 MWh	0,5-1,0 MWh	1 - 5 MWh	5 - 10 MWh	10 - 50 MWh	50 - 100 MWh	100 MWh +
<b>Taxa Desconto: 10% - Red Inv: 0% - Alteração Tarifa: 0%</b>							
TIR	4,9%	14,4%	20,8%	24,1%	27,1%	30,4%	34,3%
VPL	-R\$4.531	R\$12.650	R\$80.787	R\$305.097	R\$1.017.531	R\$3.547.778	R\$13.539.956
Tempo de Retorno Simples	14,5 anos	6,7 anos	4,8 anos	4,1 anos	3,7 anos	3,3 anos	2,9 anos

<b>Taxa Desconto: 10% - Red Inv: 10% - Alteração Tarifa: 0%</b>							
TIR	6,2%	16,4%	23,4%	27,0%	30,4%	34,0%	38,4%
VPL	-R\$3.091	R\$16.748	R\$91.057	R\$334.329	R\$1.097.255	R\$3.779.008	R\$14.275.536
Tempo de Retorno Simples	12,7 anos	6,0 anos	4,3 anos	3,7 anos	3,3 anos	2,9 anos	2,6 anos

<b>Taxa Desconto: 10% - Red Inv: 0% - Alteração Tarifa: 10%</b>							
TIR	6,1%	16,2%	23,1%	26,8%	30,0%	33,7%	38,0%
VPL	-R\$3.544	R\$18.013	R\$99.135	R\$364.839	R\$1.199.008	R\$4.133.786	R\$15.629.531
Tempo de Retorno Simples	12,9 anos	6,1 anos	4,3 anos	3,7 anos	3,3 anos	3,0 anos	2,6 anos

## Resultados detalhados para as demais Classes Consumidoras

As análises detalhadas feitas para as classes residencial, comércio e serviços se aplicam perfeitamente às demais classes de consumidoras sob a visão de resultados econômicos, desde que sejam observados os valores das tarifas e os montantes mensais de consumo de energia.

## GD em Condomínio

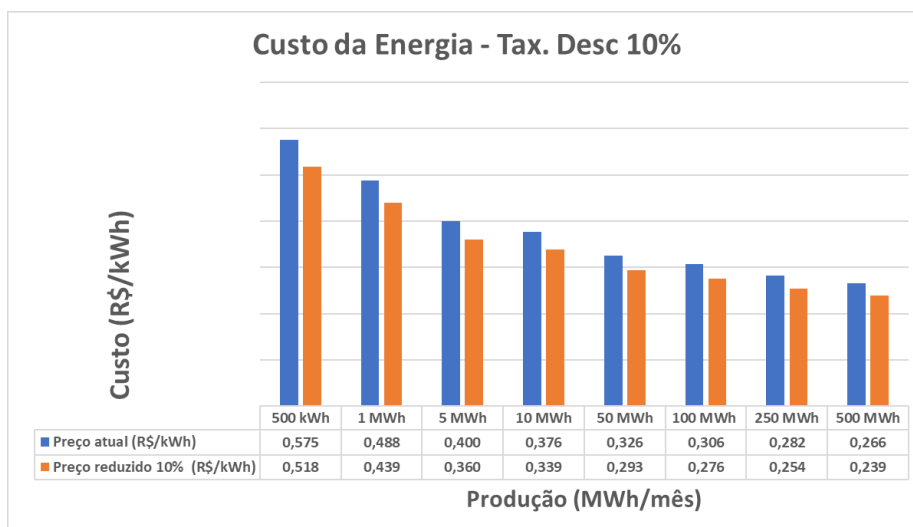
A união de consumidores pessoas físicas ou jurídicas empreendendo ou participando de instalações de maior porte torna viável usufruir dos benefícios da GD.

## Análise do Impacto da Geração Distribuída x Suprimento de Energia

Ao aderir ao sistema de GD o consumidor deixa de comprar da concessionária de distribuição o montante de energia gerado por ele mesmo. Portanto a concessionária deixa de comprar esta parcela de energia dos geradores de energia.

### Custo da Energia Fotovoltaica Gerada

O gráfico seguinte mostra a expectativa do custo da geração fotovoltaica em Boa Vista em função do seu porte, considerando as condições técnicas, preços e demais condições já expostas.



A produção mensal de 500 MWh corresponde à geração média de uma GD do porte de 4.100 kWp, portanto ainda classificada como mini geração distribuída.

### Cenário 1 – Micro-Grid de Boa Vista isolado do SIN

O custo das fontes atuais (\*) supridoras do micro grid de BV foram em 2017, em R\$/MWh:

- Eletronorte (Copelec): 242
- Geração Térmica: 1.897
- PCH Jatapú: 205

(\*) *Estes valores vão ser revistos...*

A energia produzida pela GD fotovoltaica compete vantajosamente em custo e impacto ambiental com a geração térmica atualmente existente. E deverá permanecer competitiva com térmicas a biomassa que possam ser incorporadas ao grid de BV ainda isolada do SIN. Nas condições atuais a geração fotovoltaica das instalações de maior porte compete em custo com praticamente todas as fontes de suprimento do mini grid.

## Cenário 2 – Boa Vista Integrada ao SIN

Considerando o fato de que os preços dos equipamentos ainda estão em queda a geração fotovoltaica em GD estará mais competitiva no horizonte de Boa Vista integrada ao SIN, atualmente prevista para dentro de 5 anos.

## Potencial de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa

No ano de 2017, 12,1% de toda a energia elétrica consumida em Roraima foi gerada através dos parques térmicos da capital e do interior, acionados à diesel. Os números foram os seguintes:

- Foram gerados 145 GWh de energia elétrica
- Foram consumidos 41 milhões de litros de óleo diesel (OD)
- Foram gastos R\$ 275 milhões entre operação e aluguel de máquinas

Não está claro qual a especificação do OD utilizado na geração. Assumindo que tenha sido o S-500, foram lançados na atmosfera:

- 17,5 t de enxofre
- 113,3 mil toneladas de CO<sub>2</sub>

Com a implantação da GD fotovoltaica, a cada MWh produzido, serão evitados:

- O consumo de 280 litros de óleo diesel
- O lançamento de 0,78 t de CO<sub>2</sub> no meio ambiente
- O dispêndio de R\$ 860 com o pagamento do diesel

## **Análise de Locais para Instalação dos Painéis FV**

### **Introdução**

A capital Boa Vista é uma cidade com traçado moderno, as ruas e avenidas são largas e pouco arborizadas. As árvores são de espécies de porte moderado, o que contribui para a sensação de muito calor nos ambiente externos.

Os terrenos residenciais são relativamente grandes. Existem poucos edifícios residenciais multipisos. Os imóveis residenciais mais comuns são casas, em geral construídas sem foco no conforto térmico. Como consequência Boa Vista é uma das cidades com maior índice de consumo de energia residencial do país, em razão do elevado número de aparelhos de ar condicionado instalados e operados continuamente.

As atividades econômicas da Capital são muito dependentes do aparato da burocracia e das atividades da administração pública. Como resultado, durante o dia o consumo de energia elétrica para condicionamento ambiental se concentra nos órgãos públicos e comércio e à noite se transfere para as residências.

A implantação da geração solar com painéis fotovoltaicos implica em assegurar hajam áreas adequadas para sua instalação

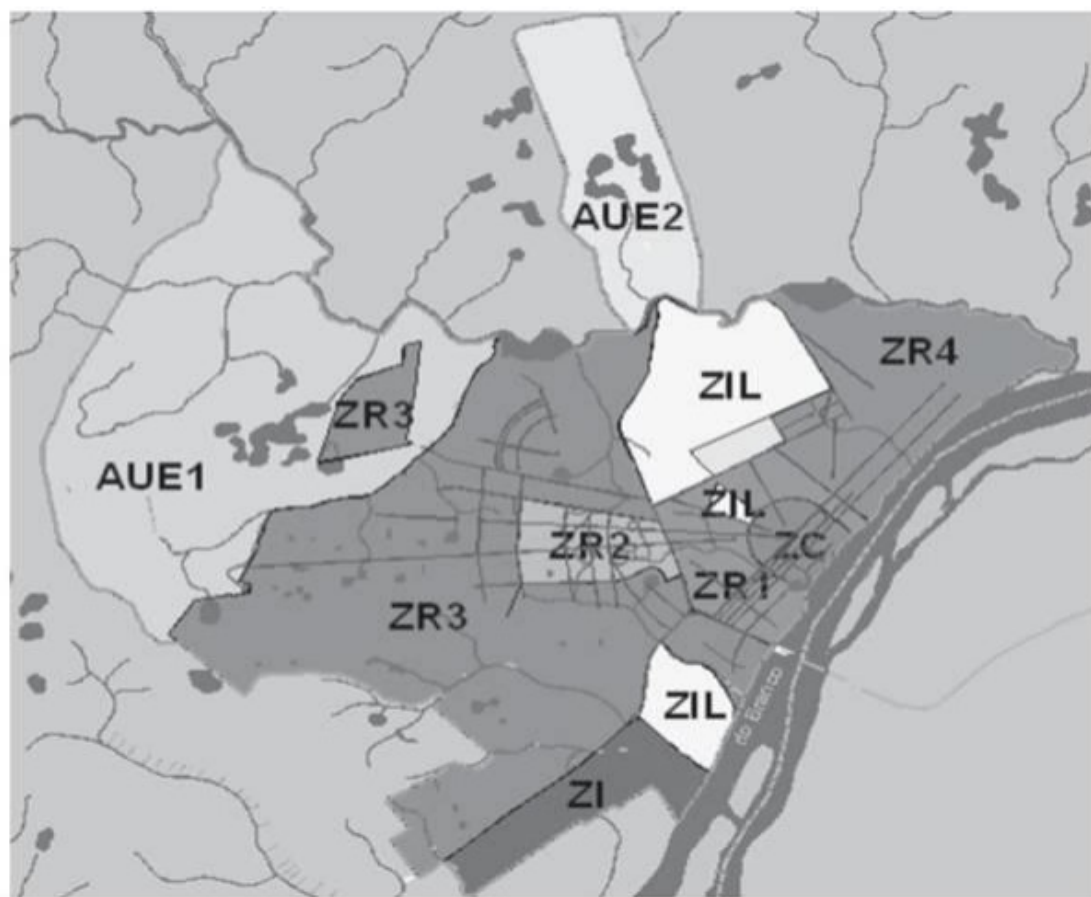
Este relatório analisa os aspectos relacionados com as seguintes alternativas de instalações de painéis de geração fotovoltaica:

- Telhados de residências, edifícios industriais, estacionamentos e estabelecimentos comerciais, escolas e prédios públicos.
- Quintais de propriedades residenciais.
- Áreas especificamente destacadas para a instalação de GD principalmente nas modalidades de consórcio ou condomínios de GD de maior porte

### **Áreas para as Classes Residenciais**

Como subsídio à avaliação de áreas disponíveis para instalação de painéis fotovoltaicos nos telhados e nos quintais das residências da Capital foram amostradas algumas parcelas das áreas urbanizadas.

O mapa seguinte mostra o zoneamento da capital de acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo de Boa Vista (Lei nº 926 de 29/11/2006):



De acordo com esta Lei as residências deveriam obedecer a um zoneamento regulamentado:

- Para a chamada à Área Urbana Parcelada, parte residencial, existem algumas exigências:

Zoneamento Residencial - Lei de ocupação e uso do solo					
Zona	Lote min. (m2)	Coef. Aproveit	No. Máx Paviment	Recuo Front., Lat. e Fundos (m)	Tx. Ocupação
ZR - 1	450	2	8	1,5	60%
ZR - 2	450	1,5	12	1,5	60%
ZR - 3	250	1,5	12	1,5	60%
ZR - 4	300	1,5	12	1,5	60%
Eixos Comercial e			Livre até 2 pav.		

- Na chamada Área Urbana de Expansão **AUE1** e **AUE2** as exigências são vagas. As condições estabelecidas para expansões de residências se resumem basicamente em possuir infraestrutura adequada e para ser adensada é requisito prioritário que sejam implantados o saneamento ambiental e atendidas algumas exigências socioambientais bem específicas.

### Uso dos Lotes Residenciais

Os seguintes aspectos serão inicialmente considerados:

- Em geral as construções residenciais não respeitam o zoneamento.

- Alguns bairros de classe média alta impuserem regras próprias de ocupação de solo que são obedecidas. O mesmo ocorre com alguns empreendimentos populares.
- Uma grande parte da área já urbanizada padece com a falta da transferência dos terrenos para o proprietários. A titularidade permanece ainda com a Federação ou com o Estado.
- A residências com quintais tradicionalmente os utilizam para criação de pequenos animais e plantação de árvores frutíferas. Além dos produtos desta atividade, os moradores obtêm benefícios da redução do calor e aumento do conforto térmico. Porém este uso reduz as chances de utilização do quintal para instalação de painéis fotovoltaicos em razão da redução da área livre e dos possíveis sombreamentos.

Na média a ocupação dos terrenos ultrapassam a taxa de 60% nos lotes residenciais. Na prática, a área de telhados ou coberturas disponíveis nas residências atendem com sobra à demanda de área requerida para a instalação dos painéis.

### Amostragem dos Terrenos e Construções de BV

#### *Área Urbanizada*

O mapa seguinte mostra a área atualmente urbanizada da Capital. São 10.718 ha, dentro de um perímetro de contorno com 50,31 km de extensão:



#### *Exemplo do Bairro Mecejana*

Trata-se de bairro próximo à região central. Por sua localização conta com infraestrutura diversificada de comércio e serviços. É atravessado por algumas das principais avenidas da cidade e, também, está próximo à Universidade Federal de Roraima. De acordo com o IBGE em 2010 tinha 6.134 habitantes. A área demarcada na foto seguinte alcança 284 ha, dentro de um perímetro de 6,65 km.





### Principais Bairros da Capital

Em termos de ocupação urbanística os bairros que apresentam melhor infraestrutura de serviços, segurança e que são ocupados por população de maior renda são:

- Centro
- Aparecida
- São Francisco
- Mecejana
- Caçari
- Paraviana

E os bairros considerados como mais desprovidos de infraestrutura são:

- Nova Cidade
- Bela Vista
- Operário
- Conjunto Cidadão
- Silvio Botelho

Vale a pena observar que de acordo com os padrões brasileiros estes bairros são relativamente bem estruturados. Inclusive não existem favelas em Boa Vista e os lotes residenciais em geral são de bom tamanho.

### *Tipos de Telhados de Residências*

Os telhados mais frequentemente encontrados nas residências de Boa Vista são os seguintes:

- Telha de barro nas residências melhores construídas, com inclinação entorno de 33 graus
- Cobertura de fibrocimento, em geral com espessura e inclinação muito reduzidas instaladas sobre estruturas frágeis de madeira.
- Cobertura com telhas de fibrocimento trapezoidais mais resistentes, sem suporte intermediário
- Lages armadas de cobertura são pouco utilizadas.

A seguir são ilustrados alguns bairros e tipos de telhados comumente encontrados

- Exemplo de bairro popular: Nova Cidade



- Exemplo de bairro mais estruturado: Caçari





## Áreas para as Classes Comerciais

Considerando as incertezas:

- Quanto ao melhor local para instalar os painéis (telhados, estacionamentos ou outras áreas livres) e
- Quanto à conformação geométrica da distribuição destes painéis

Optou-se por assumir que a área demandada pode ser superior à calculada em cerca de 30%.

Assim:

- O consumidor médio da classe, consumindo 1.650 kWh/mês demandará uma área de instalação de painéis de 83 a 108 m<sup>2</sup>, e
- Se fossem instalados painéis fotovoltaicos para atender a 100% da energia consumida em 2017 de todos consumidores da Capital a área total demandada seria de 90 a 110 ha.

## Áreas para Classe Industrial

A atividade industrial no Estado e na Capital é muito reduzida. Na concessionária de energia elétrica constam como existentes no minigríd da Capital no ano de 2017, apenas 332 unidades consumidoras industriais (0,3% dos consumidores), consumindo 16,5 MWh no ano (2,3% do consumo da Capital).

A maior parte localiza-se na zona sul da Capital, na região chamada de “Bairro das Indústrias”. Este “bairro” não tem os limites bem definidos. Porém o mapa seguinte permite localizá-lo de forma aproximada:



A região assinalada na figura corresponde a 460 ha com um perímetro de contorno de 10,3 km

### Demanda de Área para implantação de Painéis – Indústrias

O consumo médio representativo da classe foi de 4.144 kWh/mês (49,73 MWh/ano). Assumindo o parâmetro de produção de 238 kWh/m<sup>2</sup>/ano (0,238 MWh/m<sup>2</sup>/ano) significa uma demanda de 210 m<sup>2</sup> de painéis fotovoltaicos para atendimento do consumidor médio representativo da classe. Considerando que a instalação dos painéis irá demandar maior espaços entre as fileiras de painéis para manutenção e limpeza mais frequente considerou-se que devem ser acrescentados cerca de 40% de área. Daí a recomendação de se considerar que o consumidor industrial médio demandará 300 m<sup>2</sup> de área.

Nestas condições, a totalidade dos consumidores industriais demandariam cerca de 10 ha de área para instalação de painéis fotovoltaicos como capacidade de atender a 90% da totalidade de energia consumido em 2017. Este montante de área representa apenas 2,2% da região assinalada na figura acima.

As figuras a seguir mostram algumas vistas de indústrias locais:



## Áreas para as Classes Serviços Públicos e Poder Público

Os próprios dos Serviços e Poder Público são numerosos e existem edificações em estilo moderno e antigo. Em geral as áreas de telhado são grandes e estão disponíveis grandes áreas livres contiguas às construções.

## ANEXO A – Demonstrativo de Cálculo de FV

	Entrada de valores
	Resultados
	Valores calculados

Boa Vista, Roraima

**Formulação Global :**  $E = A * r * H * PR$

		1 a 10 kWp
E = Energia (kWh)	kWh/ano	1.441
A = Area Total de paineis (m <sup>2</sup> )	m <sup>2</sup> de painel	6
r = eficiência do painel solar (%)		16,5%
H = Irradiação média anual (sombreamento não incluído)*	kWh/m <sup>2</sup> .ano	1.994
PR = Coeficiente de Performance, perdas .... (faixa entre 0.9 and 0.5, valor default = 0.75)		0,72

**Detalhes das perdas (depende do site, tecnologia e porte do sistema)**

Perdas no Inversor (3% to 15 %)	4%
Perdas por temperatura (5% to 15%)	15%
Perdas nos cabos CC (1 to 3 %)	2%
Perdas cabos CA (1 to 3 %)	2%
Sobreamento 0 % a 40% (dependendo do site)	3%
Perdas irradiação 3% a 7%	3%
Perdas devido a poeiras... (2%)	2%
Outras perdas	0%

Índice perdas por temperatura	0,42 %/oC
dTemp	20 oC
t local	27 oC

You have to find the global annual irradiation incident on your PV panels with your specific inclination (slope, tilt) and orientation (azimut).