

Roraima - Geração Distribuída reduz Emissão de Gases de Efeito Estufa no Estado e traz outros benefícios.

Eng. Frederico Peiró

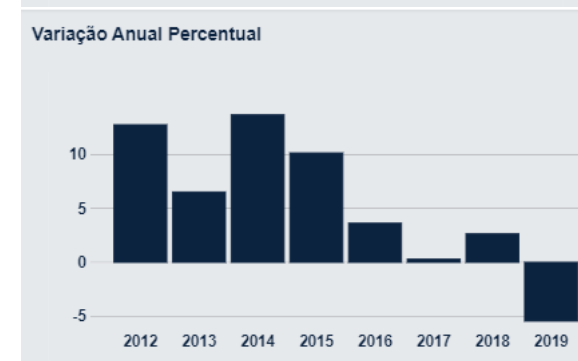
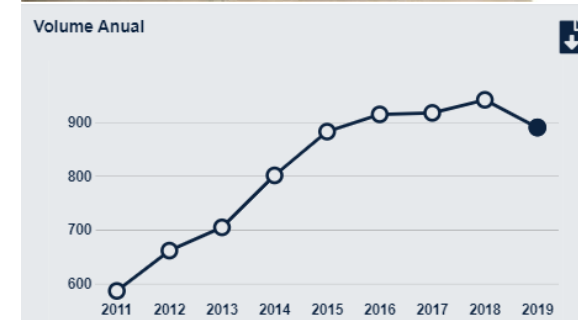
Consultor do Fórum de Energias
Renováveis de Roraima




✓ Energia Elétrica em RR

Como era até a interrupção do suprimento da Venezuela

Capacidade de Geração em RR





A Geração após interrupção do Suprimento de Energia de Guri

Em 2019 foi interrompida a entrega pela Venezuela de parcela significativa da energia elétrica consumida no Estado de Roraima. A partir desse momento, a quase totalidade do suprimento do Estado passou a ser atendido por geração térmica com mais de uma centena de grupos geradores acionados por motores de combustão interna, ciclo diesel de porte reduzido. A PCH Jatapu, inicialmente com 5 MW de potência (2x2,5 MW) pouco pode contribuir com a demanda do Estado.



O Leilão de 2019 Diversidade de fontes

No mês de maio de 2019 aconteceu o “Leilão para suprimento a Boa Vista e localidades conectadas”. Na ocasião foram contratadas 5 empresas e 9 soluções de suprimento com diferentes fontes energéticas

Considerações

Algumas notas relacionadas à
soluções contratadas

Leilão de 2019

Contratação de novas fontes de suprimento de energia elétrica

Contratos

Atenção para → Inflexibilidade

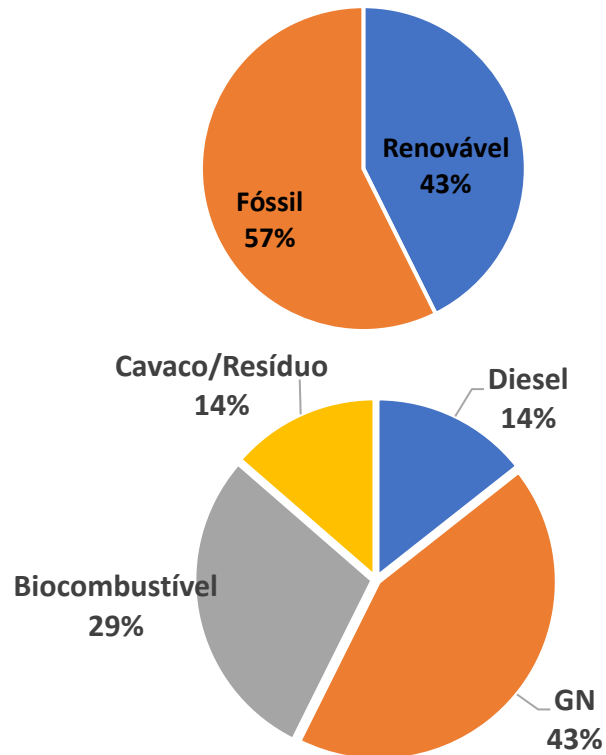
Resultado:

- Nove contratos com 5 empresas diversas e fontes ambientalmente menos poluentes e de menor custo.
- Energia Inflexível não é despachada pelo ONS.
- A geração com fontes de energia renováveis serão preferencialmente à geração com fontes fósseis de energia.
- A substituição do diesel por fontes renováveis reduz as emissões de GEE em termos específicos ($\text{kg}_{\text{CO}_2\text{equiv}}/\text{MWh}$).

Solução de Suprimento	Fonte	Potência Non. (MW)	Disponib. (MW)	Energia inflexível (Wm)	Total Inflex (MWh)
JAGUATIRICA II	Gás Natural	126,3	117,0	0,0	0
BBF BALIZA	Biocombustível + Biomassa	17,6	13,3	6,7	875.106
HÍBRIDO FORTE DE SÃO JOAQUIM	Biocombustível + Radiação Solar	56,2	51,4	25,7	3.380.762
PALMAPLAN ENERGIA 2	Biocombustível	11,5	11,0	0,0	0
BONFIM	Cavaco/Resíduo de Madeira	10,0	8,2	4,1	536.635
CANTÁ	Cavaco/Resíduo de Madeira	10,0	8,2	4,1	536.635
PAU RAINHA	Cavaco/Resíduo de Madeira	10,0	8,2	4,1	536.635
SANTA LUZ	Cavaco/Resíduo de Madeira	10,0	8,2	4,1	536.635
Total		251,6	225,4	48,7	6.402.409
MONTE CRISTO SUCUBA	Óleo Diesel	42,3	38,1	0,0	0
TOTAL GERAL		293,9	263,5	48,7	6.402.409

Leilão - Fontes de Energia

Pot Nominal Fósseis e Renováveis



- Cinco empresas contrataram nove soluções com geração termelétrica. Uma das empresas contratou, também, Capacidade Suplementar com fontes fotovoltaicas e biomassa.
- Da Potência Nominal total de 293,9 MW a ser instalada:
 - 57% utilizará combustíveis fósseis como insumo, e
 - 43% terá como insumo combustíveis renováveis
- Das fontes fósseis:
 - 43% serão do gás natural, e
 - 14% do diesel
- Das fontes renováveis:
 - 29% serão de biocombustíveis, e
 - 14% de cavacos e resíduos de madeira.



Transição para novas soluções de suprimento, resultados do Leilão de 2019

À medida em que as novas “usinas” entram em
operação, grupos geradores diesel são liberados...



Desempenho do atual parque de Geração Diesel de RR

Durante um ano (01/11/2019 a 30/10/2020), período subsequente à interrupção de fornecimento de energia pela Venezuela, a produção autônoma dos parques termelétricos em operação na Capital e municípios interligados foi de 1.250.435 MWh consumindo 344.531.182 litros de óleo diesel.

Neste parque, cada MWh de energia elétrica entregue ao Sistema consumiu 275,5 litros de óleo diesel (PCI de 36 MJ/litro), resultando:

Em 36,3% a eficiência do sistema de geração, e

Em 875 kg_{CO2equiv}/MWh a taxa emissão de GEE (balanço estequiométrico)



Geração Distribuída Fotovoltaica - RR

Nota: a contribuição da GD com o suprimento de RR estava fora do fora do cenário antes de 2019.

Linha do tempo

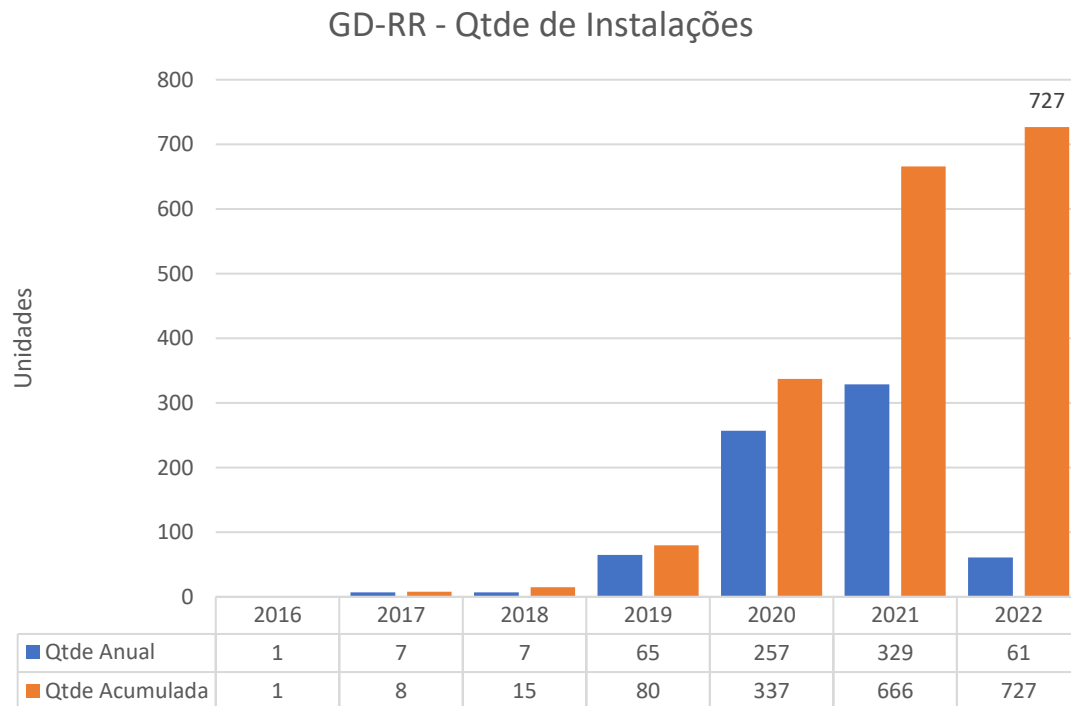
Principais eventos da implantação da GD em Roraima



Evolução da GD em Roraima

Instalações Fotovoltaicas

- Número de instalações no Estado



Distribuição por municípios

Alto Alegre	4
Amajari	2
Boa Vista	691
Bonfim	2
Cantá	5
Caracaraí	8
Caroebe	1
Iracema	1
Mucajá	1
Pacaraima	1
Rorainópolis	10
São Luiz	1

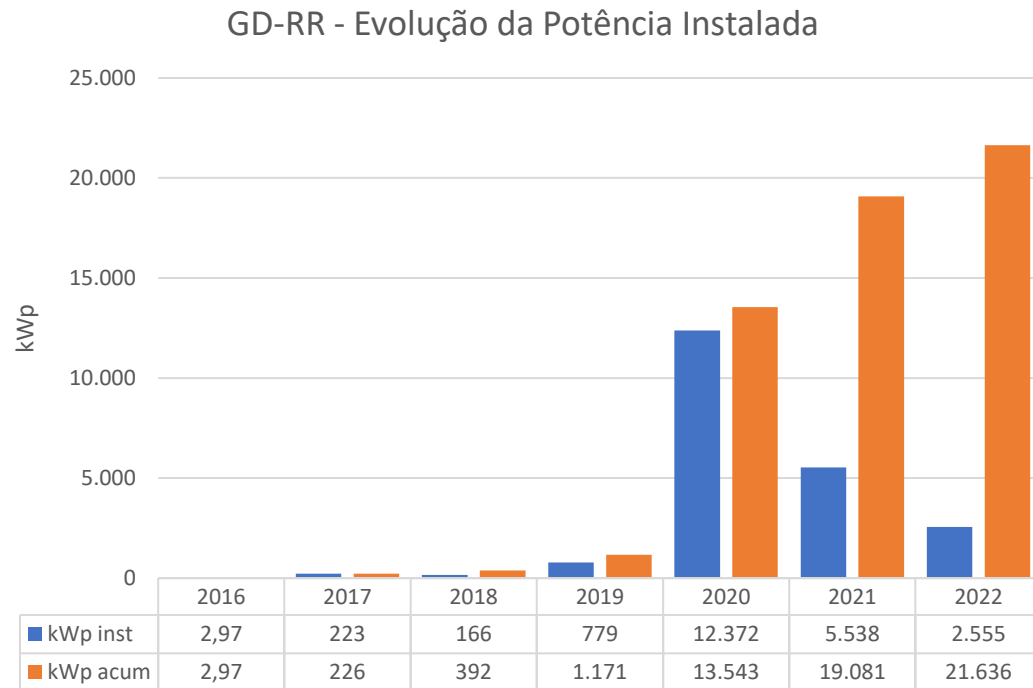
Consumidores atendidos

As 92 instalações do tipo “autoconsumo remoto” atendem no momento a 696 consumidores. Por esta razão as 727 instalações atendem a um total de 1367 consumidores, pessoas físicas e jurídicas

Caracterização

Autoconsumo remoto	92
Geração compartilhada	16
Micro ou minigeração distribuída	619

Evolução da GD em Roraima Potência Instalada



- As 10 maiores instalações do Estado

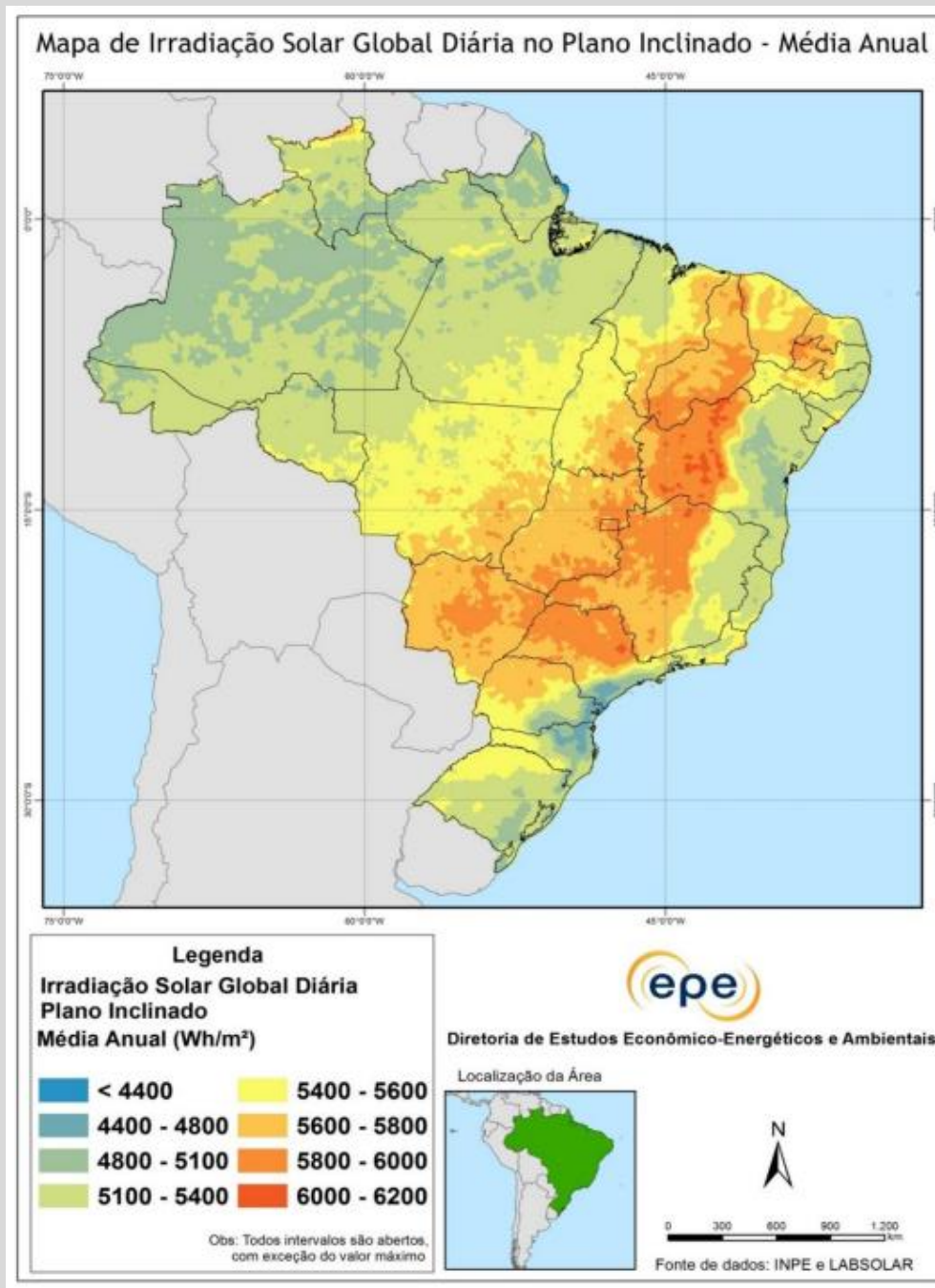
- Cerca de 1,4% do total das instalações respondem por 61% da capacidade total instalada.
- Dentre elas:
 - 2 são de 4.500 kWp
 - 2 são de 1.000 kWp
 - 1 é de 875 kWp
 - 2 são de 300 kWp
 - 1 de 250 e
 - 1 de 94 kWp

- As 717 demais instalações estão entre 1 e 90 kWp

-

Fonte Solar - Irradiação

Solar Global Diária Média ... (Wh/m²) brasileira

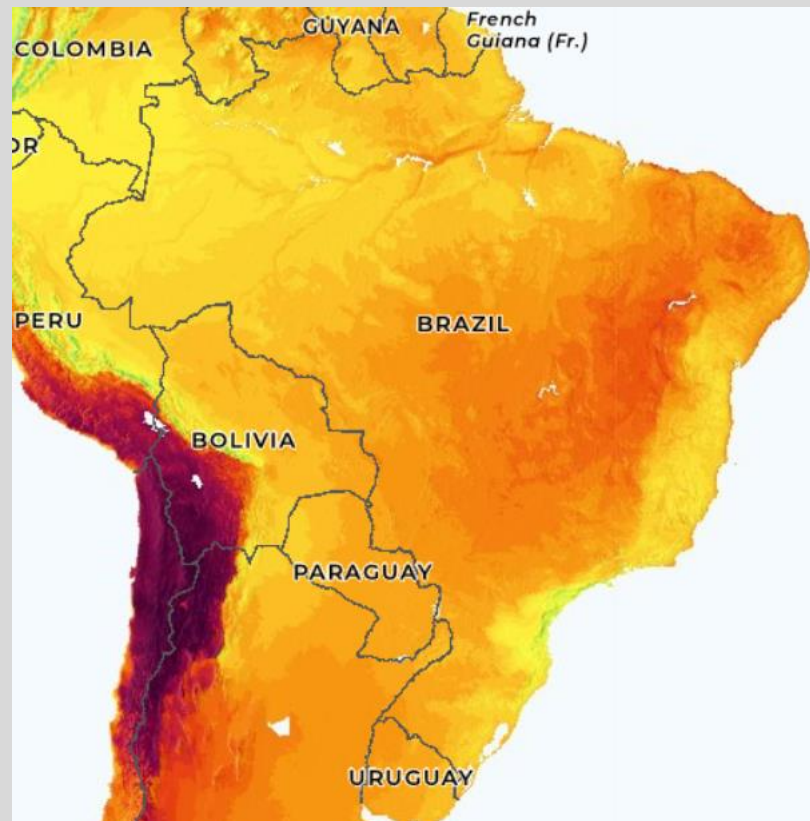


App “Global Solar Atlas(*)”

Mapas que, sob demanda do usuário, retornam o potencial de geração de energia FV considerando a tecnologia e os equipamentos no “estado da arte”.

Na sequência, a avaliação da geração FV já produzida calculada com base nestes valores.

(*) Banco Mundial



AREA INFO

Map data (min-max range)

Specific photovoltaic power output	PVOUT	4.18 – 4.33	kWh/kWp
Direct normal irradiation	DNI	3.96 – 4.32	kWh/m ²
Global horizontal irradiation	GHI	5.31 – 5.50	kWh/m ²
Diffuse horizontal irradiation	DIF	2.42 – 2.51	kWh/m ²
Global tilted irradiation	GTI	5.33 – 5.53	kWh/m ²
Optimum tilt of PV modules	OPTA	6 – 6	°
Air temperature	TEMP	27.4 – 27.7	°C
Terrain elevation	ELE	61 – 84	m

GD - Energia Produzida

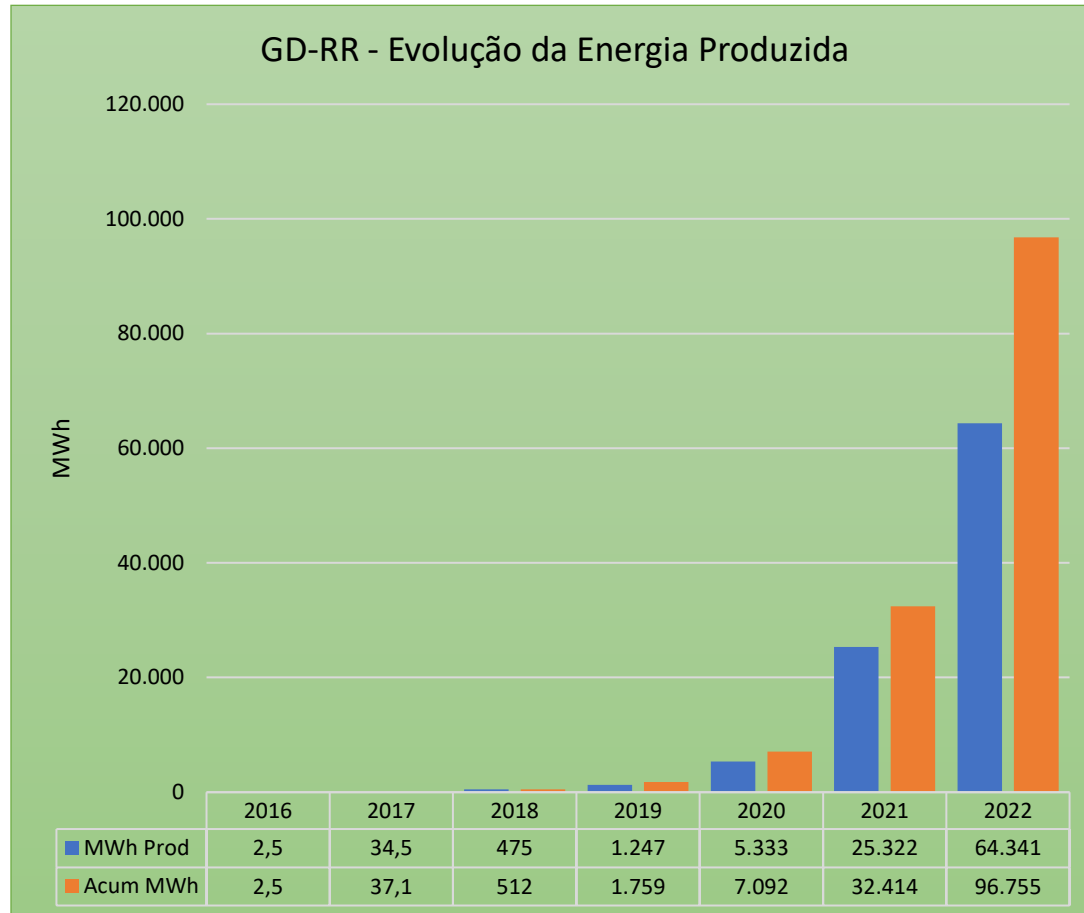
Parâmetros adotados
na avaliação da
Geração FV em Boa
Vista e demais
municípios de Roraima

Produção média de 4,3 kWh por dia por cada 1 kWp de painel solar instalado, considerando:

- A irradiação solar média de uma área de 100 km² em torno de Boa Vista
- O “estado da arte” das tecnologias, eficiências e perdas de uma instalação de GD típica do mercado no ano de 2022 em conformidade com o “Global Solar Atlas”, (World Bank Group).
- Assunção da mesma produção de 4,3 kWh/kWp para as sedes dos municípios
- Daí a produção de energia no montante de 1,57 MWh/ano para cada kWp de painel fotovoltaico instalado.

Evolução da GD em Roraima Energia Produzida

Até a data de 30 de setembro de 2022, os 21 MWp de GD FV já instaladas entregaram 97 mil MWh de energia elétrica em RR



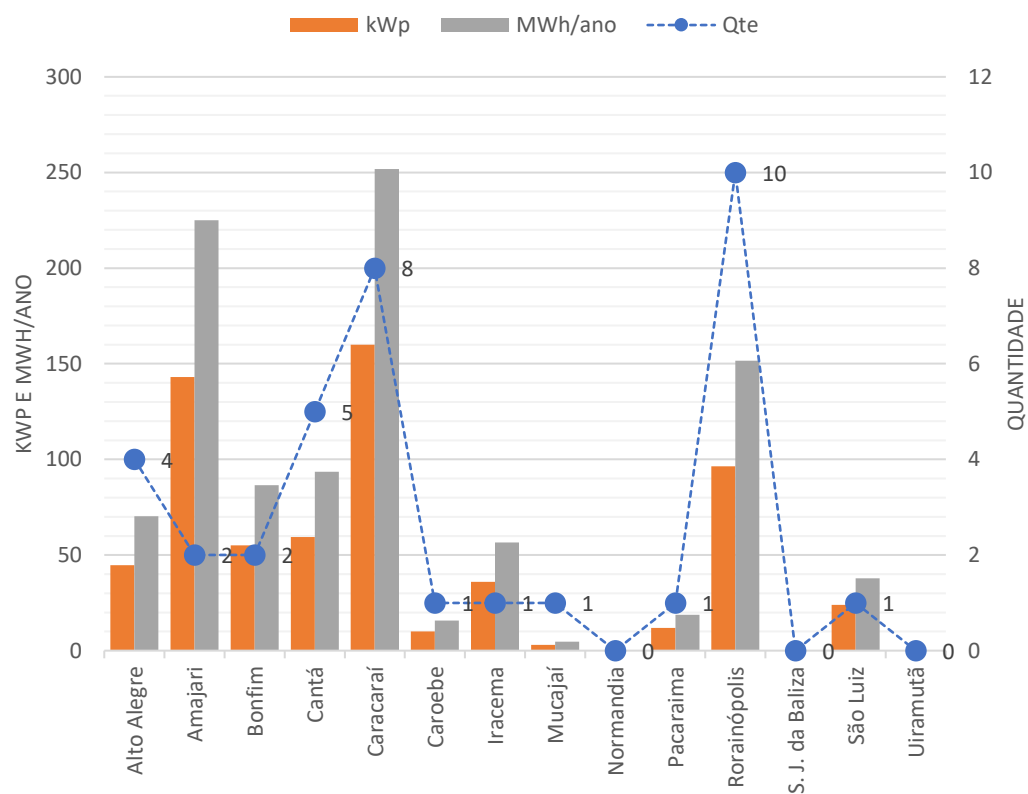
• As 10 maiores instalações do Estado

- Totalizando 1,4% do total das instalações, respondendo por 61% da capacidade total instalada, produziu 56.413, valor correspondente a 58% do total de 96.755 kWh produzidos até fim de setembro de 2020.
- Para isso, cada uma delas teria operado por:

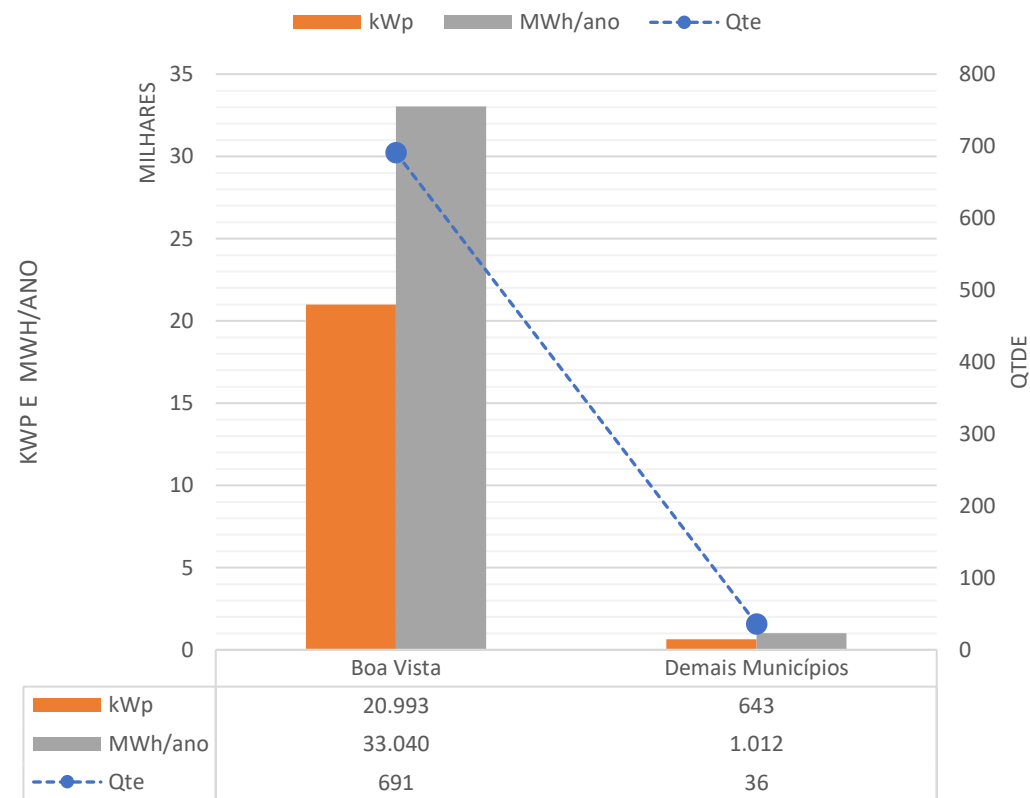
	kWp	kWh	Dias opo	Anos op
1	4.500	19.391	928	2,54
2	4.500	19.391	927	2,54
3	1.000	4.309	958	2,62
4	1.000	4.309	1.130	3,09
5	875	3.770	2.297	6,29
6	300	1.293	974	2,67
7	300	1.293	983	2,69
8	273	1.176	927	2,54
9	250	1.077	930	2,55
10	94	405	1.290	3,53

Evolução da GD distribuída entre os municípios de Roraima

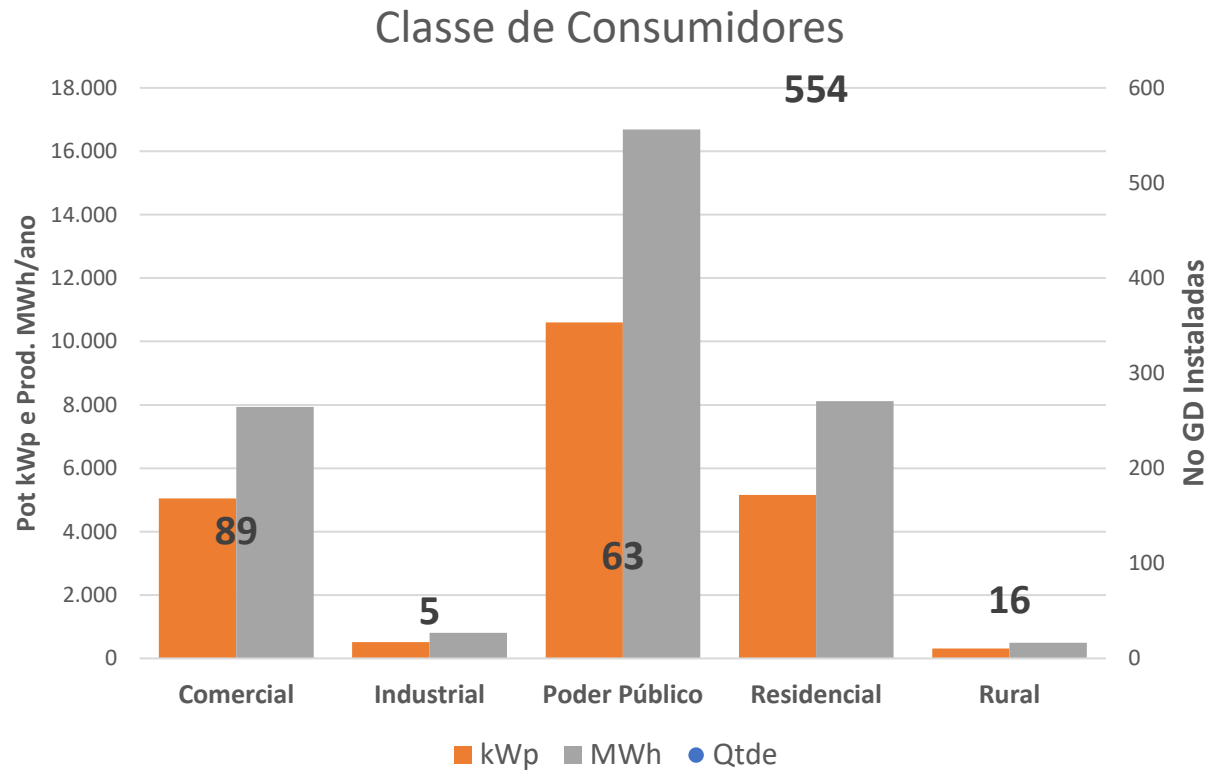
GD em RR - Municípios (exceto BV)



GD em RR - Boa Vista X Resto do Estado

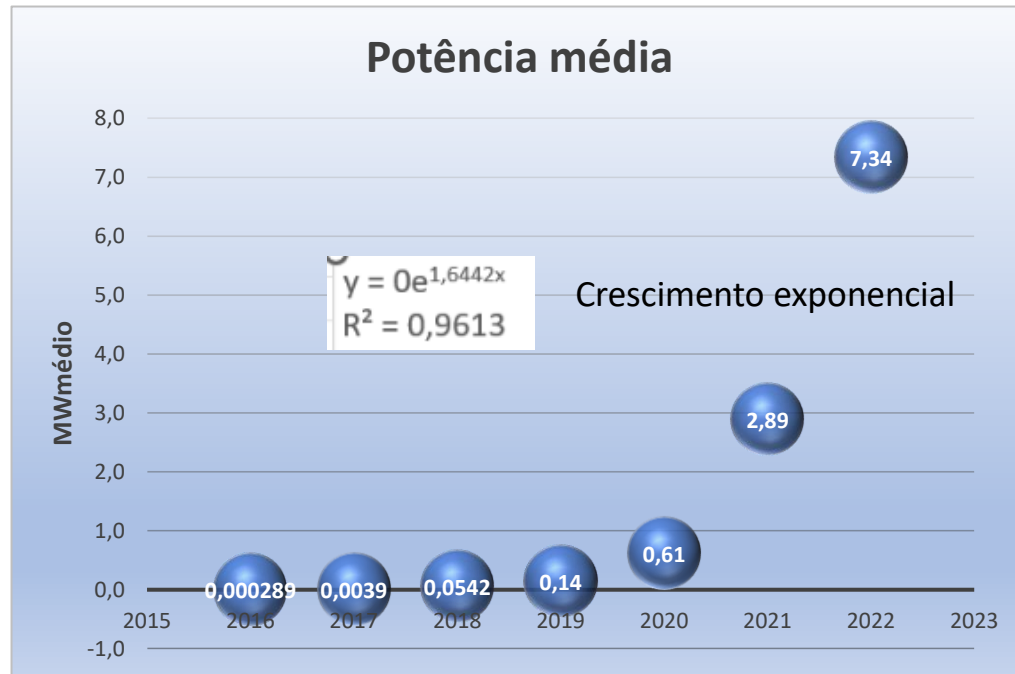


Evolução da GD em Roraima Classes de consumidores



Classe de Consumid	Qtde
Comercial	89
Industrial	5
Poder Público	63
Residencial	554
Rural	16
	727

Evolução da GD em Roraima Potência Média



- As 10 maiores instalações do Estado

- Totalizando 1,4% do total das instalações, respondendo por 61% da capacidade total instalada, produziu 56.413, valor correspondente a 58% do total de 96.755 kWh produzidos até fim de setembro de 2020.

- Para isso, cada uma delas teria operado por:

	kWp	kWh	Dias opo	Anos op
1	4.500	19.391	928	2,54
2	4.500	19.391	927	2,54
3	1.000	4.309	958	2,62
4	1.000	4.309	1.130	3,09
5	875	3.770	2.297	6,29
6	300	1.293	974	2,67
7	300	1.293	983	2,69
8	273	1.176	927	2,54
9	250	1.077	930	2,55
10	94	405	1.290	3,53

Impactos GEE e Econômicos



Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em [CC BY-SA-NC](#)

Impactos ambientais e econômicos

Parâmetros Adotados

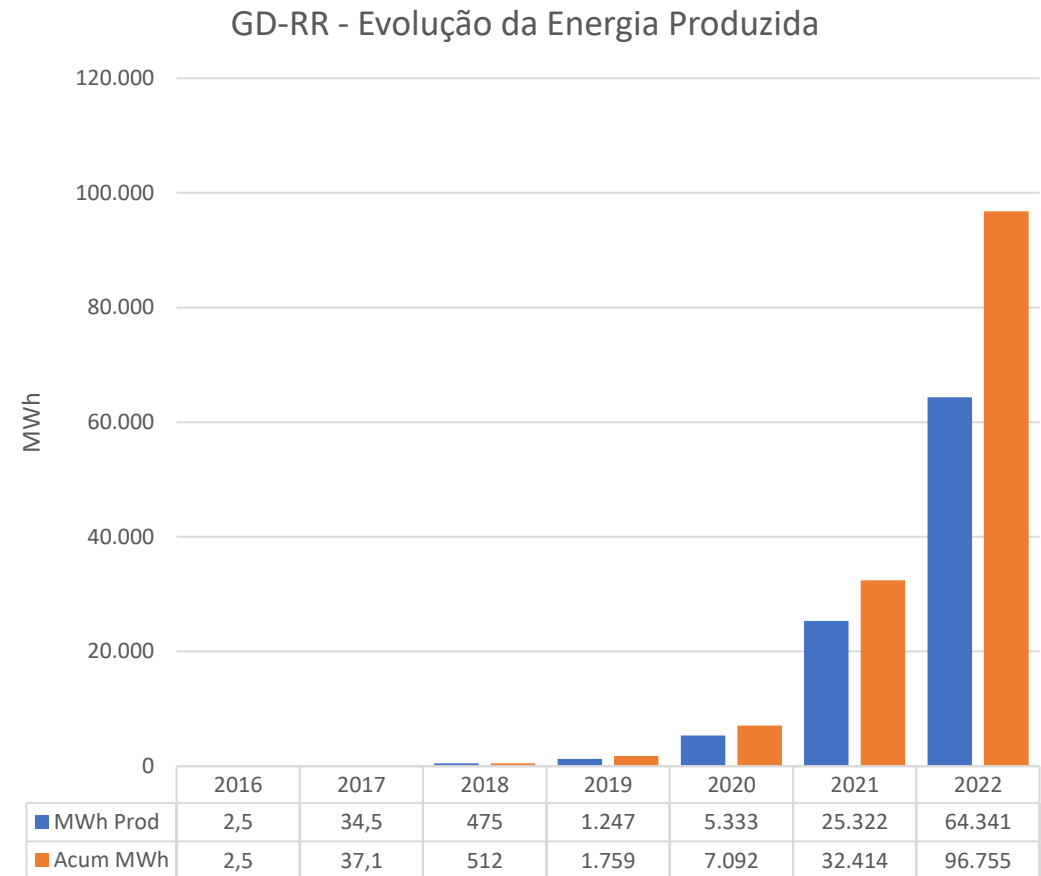
- Consumo específico da geração diesel calculado com base nos relatórios da CCEE do Reembolso Mensal CCC – RORAIMA para o período de julho de 2021 a junho de 2022.
- Não foram utilizados os índices do programa brasileiro GHG em razão da dispersão do universo considerado no Protocolo.
- Em substituição a isso, foi calculado por balanço estequiométrico o índice de emissão de CO₂ resultante da combustão do óleo diesel nos modelos de grupos moto geradores predominantes em Roraima na faixa de potência da ordem de 1 a 4 MW.
- Em 2021 a % de Biodiesel no diesel brasileiro era 11%. Isto não foi possível comprovar e também não foi computado o seu benefício

PVOU específico	4.309 Wh/kWp diário
Consumo OD	275,5 L/MWh
CO2 do OD	875 kgCO2/MWh
Preço por litro OD	6,65 R\$/L
Tarifa média Roraima Er	700 R\$/MWh

PCI-OD	8600 kCal/L
	10,0 kWh/L
	36.006 kJ/L

Evolução da GD em Roraima Produção de Energia

- A inserção da geração fotovoltaica ao longo dos sistema da concessionaria de energia, próxima ou remotamente às cargas entrega energia elétrica à carga e a todo o sistema enquanto houver irradiação solar.
- A todo o instante do aporte de energia solar ao sistema de distribuição o mesmo montante de energia será “dispensado” da geração térmica se for assim despachado.
- Como consequência diminui o consumo de combustível, o óleo diesel no caso de Roraima.

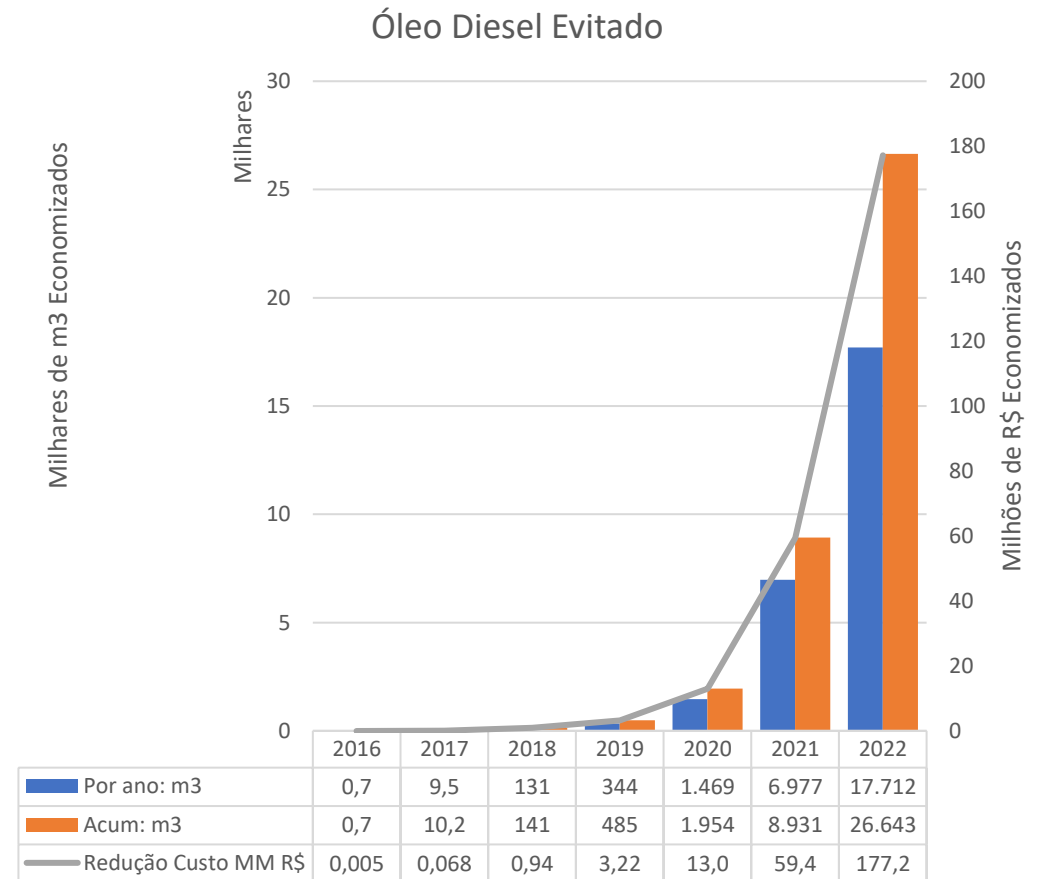


Evolução da GD em Roraima

Consumo evitado de Óleo Diesel

Redução do consumo de combustível

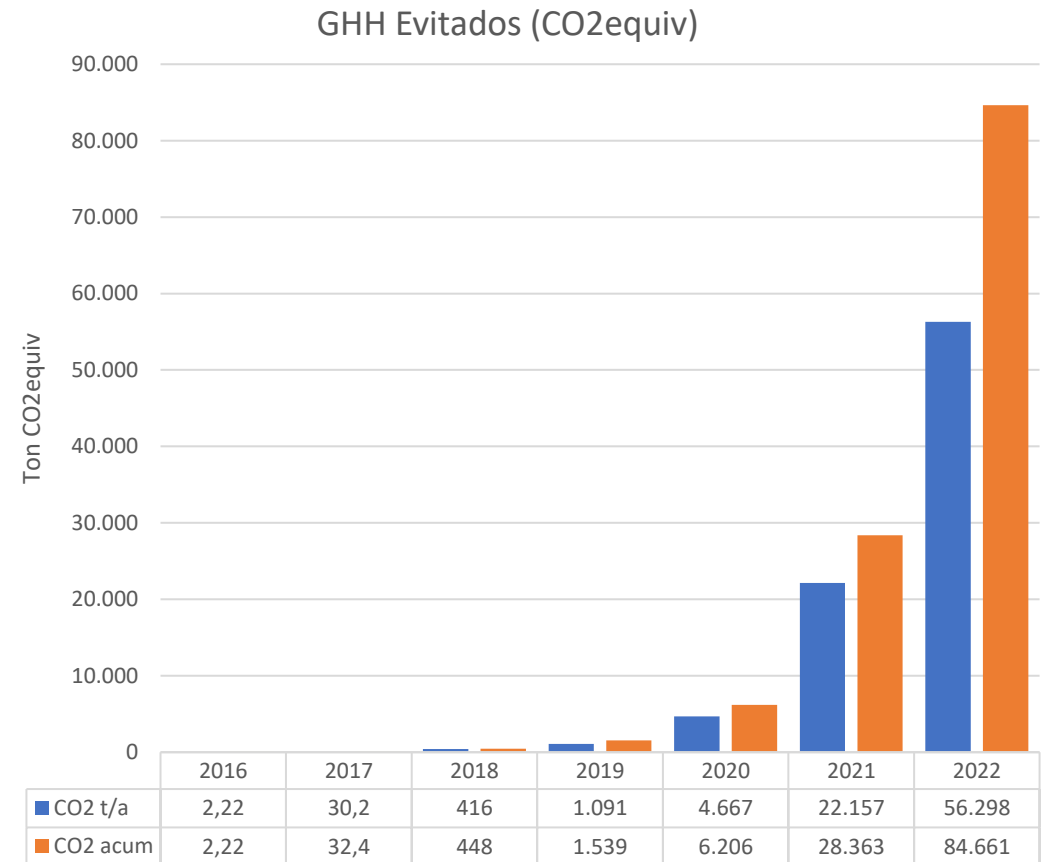
- A todo o momento em que a geração fotovoltaica estiver ativa estará ocorrendo a substituição do mesmo montante de energia que seria gerada pelo diesel.
- No caso de Roraima a GD já implantada trouxe os resultados do gráfico ao lado.
- Em resumo, até 20 de setembro de 2022 já foi evitado o consumo de mais de 26 milhões de litros de diesel e os consequentes efeitos ambientais e econômicos.
- Considerando os custos atuais de 6,65 R\$/litro de OD posto na usina, a redução do custo (custo evitado) foi de mais de 177 milhões de reais no dispêndio da CCC, valor que seria rateado entre os consumidores do SIN.



GHH Evitados

Redução do GEE, Emissão CO₂

O montante da energia entregue pela GD substitui a que seria gerada pelo diesel, o que “evita” a emissão de CO₂



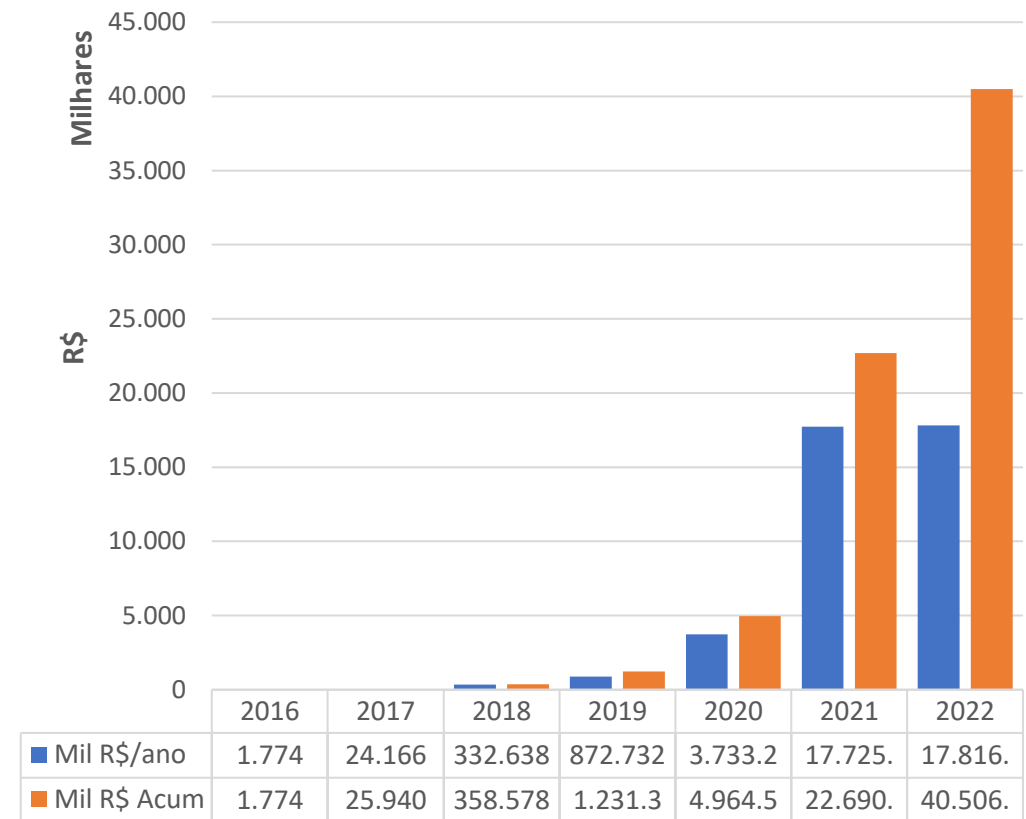
Evolução da GD em Roraima

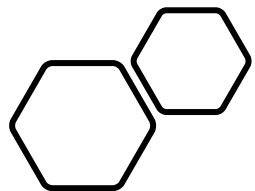
Redução de Custos para os Prossumidores

- No início, os valores economizados pagam os investimentos feitos na GD. Até o fim da vida útil das instalações, a maior parte destes valores provavelmente serão aplicados em bens e serviços locais.
- As instalações completadas até a data já representam cerca 40 milhões de reais economizados

Prossumidor é o consumidor que produz

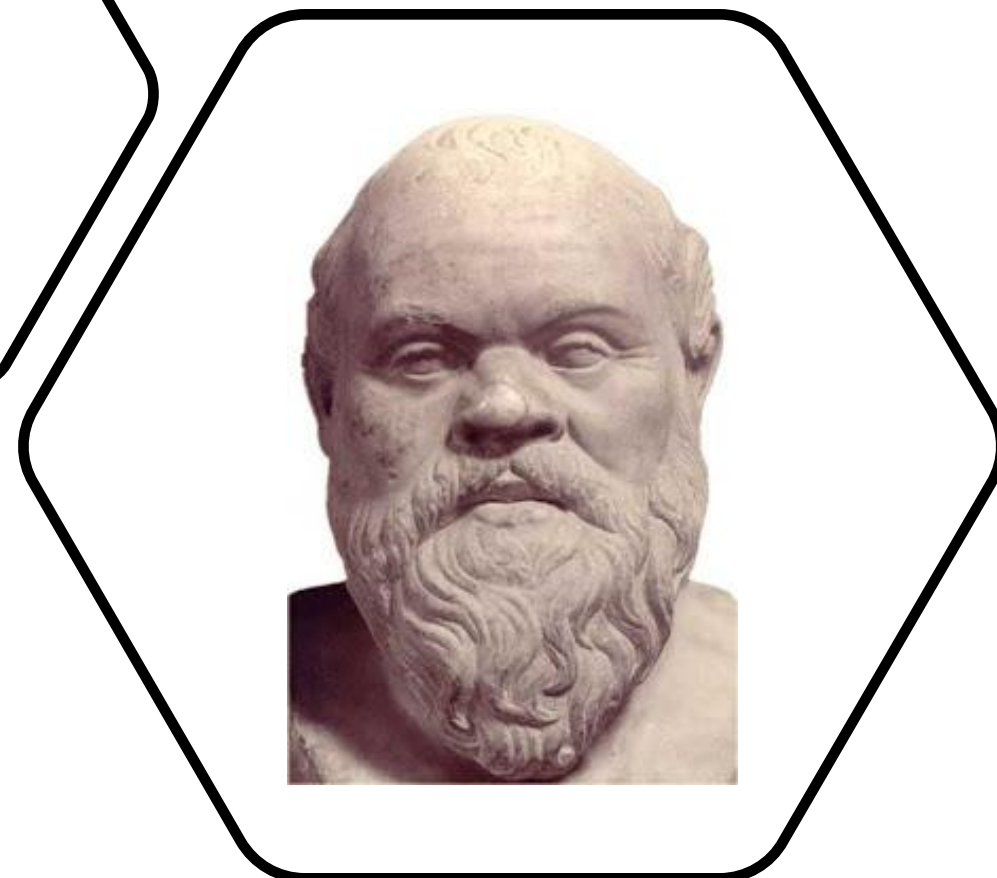
Consumidores - Pagamentos Evitados





Destaque

- Redução de cerca de 177 milhões de reais na CCC em custos de óleo diesel
- Recursos da ordem de 40 milhões de reais aos prossumidores para seus negócios como resultado da “conta” de energia.
- Redução de emissões de CO₂ da ordem de 84 mil toneladas.



Esta Foto de Autor desconhecido está licenciado em [CC BY-NC-ND](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)