



Estudo de viabilidade
USINA SOLAR
FOTOVOLTAICA

Imprensa Oficial do Amazonas



Companhia de
Desenvolvimento do
Estado do Amazonas



AMAZONAS
GOVERNO DO ESTADO



AMAZONAS
GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS

WILSON MIRANDA LIMA

Governador do Estado do Amazonas

TADEU DE SOUZA SILVA

Vice Governador do Estado do Amazonas

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO AMAZONAS – CIAMA

ANTONIO ALUIZIO BRASIL BARBOSA FERREIRA

Diretor-Presidente

JOSÉ BENTES COUTINHO NETO

Diretor Administrativo-Financeiro

NELSON DE SOUZA AZEVEDO

Diretor-Técnico

IMPRENSA OFICIAL DO AMAZONAS- IOA

JOÃO RIBEIRO GUIMARÃES JUNIOR

Diretor-Presidente

NÚBIA MACIEL BARRETO

Diretora Administrativa-Financeira

ANTONIO DIAS DA CUNHA NETO

Diretor de Operações



EQUIPE TÉCNICA CIAMA

ANDERSON RICARDO BELÉM PEREIRA

Eletricista

ARISTÓTELES GUSTAVO DE ALMEIDA NETO

Mestre em Engenharia Industrial,

Especialização em Transição Energética,

Especialização em Gerenciamento de Projetos,

Especialização em Engenharia Econômica e Gestão Empresarial,

Engenheiro Eletricista

FERNANDO SANTOS FOLHADELA

Doutor em Biotecnologia,

Mestre em Desenvolvimento Regional,

Especialização em Consultoria Industrial pela UNICAMP,

Economista

JOSÉ REZENDE CAVALCANTE JUNIOR

Designer

Sumário

1.	Introdução	7
2.	Normas Técnicas da Geração Distribuída	8
3.	Levantamento da situação atual	9
3.1	Cenário atual	9
3.2	Adição de novas cargas	11
4.	Geração própria da IOA.....	12
4.1	Levantamento de área disponível para implantação.....	12
4.2	Geração mensal estimada	13
4.3	Nova Demanda Contratada.....	13
5.	Retorno de Investimento	13
6.	Considerações finais.....	16



AMAZONAS
GOVERNO DO ESTADO



1. Introdução

A implantação de uma usina solar fotovoltaica representa uma estratégia sustentável e eficiente para atender às demandas de consumo de energia elétrica. Em Manaus, onde a matriz energética predominante das termelétricas da concessionária Amazonas Energia é baseada em gás natural, a introdução de uma usina solar própria reduz significativamente a dependência da energia fornecida pela rede pública. Essa redução é alcançada por meio do sistema de compensação de energia, regulamentado pela Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL, que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica.

O presente estudo de viabilidade técnico-econômico busca fornecer subsídios para a implementação de usina solar fotovoltaica nos telhados da sede da Imprensa Oficial do Amazonas (IOA), prevendo a inclusão de novas cargas no curto prazo, projetando uma redução expressiva nos custos operacionais.

Com base nesse contexto, a Companhia de Desenvolvimento do Estado do Amazonas (Ciamá) apresenta este estudo de viabilidade técnico-econômica, que busca não apenas a redução dos custos financeiros relacionados ao consumo de energia elétrica, mas também a diminuição das emissões de gases de efeito estufa. Assim, além de contribuir diretamente para a preservação ambiental, a iniciativa posiciona a IOA como uma instituição pioneira no setor público em ações voltadas à sustentabilidade e à eficiência energética.

2. Normas Técnicas da Geração Distribuída

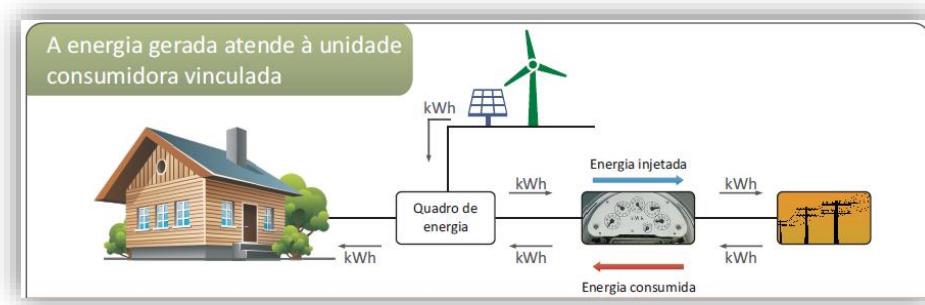


Figura 1 - Sistema de Compensação de energia elétrica

Existe um conjunto de normas que regem o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, conforme Figura 1, no uso da energia solar fotovoltaica, tratando da geração de energia de Micro e Minigeração Distribuída, que deverão ser seguidas para sua implantação, conforme a seguir:

- **Resolução Normativa 482 da ANEEL** - Estabelece as condições gerais para o acesso de Microgeração e Minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.
- **Resolução Normativa 687 da ANEEL** - Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, incluindo outras 03 modalidades de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.
- **Resolução Normativa 786 da ANEEL** - Altera a Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015, expandindo a faixa de consumo de energia elétrica, e dá outras providências.
- **Norma NBR5410**, que define as instalações elétricas de baixa tensão.
- **Norma NBR16149**, que define as características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.
- **Norma NBR16612**, que especifica os requisitos mínimos para qualificação de cabos de potência para circuitos fotovoltaicos.
- **Resolução Normativa ANEEL nº 1.000/2021**: Consolida as regras de prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica, incluindo disposições sobre micro e minigeração distribuída. Essa resolução estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica, abrangendo aspectos técnicos e comerciais.

- **Lei nº 14.300/2022:** Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, estabelecendo o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS). Essa lei define as diretrizes para a geração distribuída e os mecanismos de compensação de energia elétrica
- **Resolução Normativa ANEEL nº 1.031/2022:** Estabelece os critérios para a qualificação de cogeração, definindo os requisitos técnicos e operacionais para que sistemas de cogeração sejam considerados qualificados e possam participar do SCEE.
- **Resolução Normativa ANEEL nº 1.059/2023:** Aprimora as regras para a conexão e o faturamento de centrais de microgeração e minigeração distribuída em sistemas de distribuição de energia elétrica, bem como as regras do Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE). Essa resolução atualiza procedimentos e prazos para a conexão de sistemas de geração distribuída.

3. Levantamento da situação atual

Foi realizado o levantamento de informações acerca do sistema elétrico atual da IOA, constante da apresentação do Cenário Atual, que serve de Linha de Base para cálculos e medições pertinentes ao estudo de viabilidade da implantação da referida usina solar.

3.1 Cenário atual

A IOA é localizada na rua Dr. Machado, 86 - Centro, conforme Figura 2, com os seguintes parâmetros:

- Latitude: **-3.12469°** - Longitude: **-60.02174°**
- Unidade Consumidora: **0086045-O**
- Valor de tarifa Fora Ponta(R\$/kwh): **R\$ 0,592350**
- Valor de tarifa Ponta (R\$/kwh): **R\$ 1,872220**
- Demanda contratada (kw): **145**
- Valor de cálculo da Demanda contratada (R\$/kw): **R\$24,15**
- Valor da Demanda contratada excedida(R\$/kw): **R\$48,30**
- Valor da Demanda Contratada atual: **R\$ 3.501,75**



Figura 2 - Localização da sede da IOA

Tendo como base de cálculo o consumo de energia elétrica mensal, segue a Linha de Base, conforme Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – CENÁRIO ATUAL DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

PERÍODO REF.	QTD DEMANDA CONTRATADA (kW)	QTD DEMANDA FATURADA (kW)	QTD. DEMANDA MEDIDA FORA PONTA (kW)	QTD. CONSUMO FORA PONTA(kWh)	QTD. CONSUMO PONTA (kWh)	VALOR CONSUMO PONTA (R\$)	VALOR CONSUMO FORA PONTA (R\$)	VALOR DEMANDA (R\$)	VALOR ENERGIA REAT EXCED (R\$)	VALOR COFINS (R\$)	VALOR TOTAL FATURA (R\$)
dez-23	145	167	167	26.237	963	2.081,94	11.945,44	7.157,12	541,51	-581,93	22.468,58
fev-24	145	151	151	27.335	1138	2.544,77	12.872,70	5.297,80	527,03	-445,62	20.796,68
mar-24	145	147	147	24.038	957	2.068,97	10.944,26	4.986,24	515,58	-401,67	18.113,38
abr-24	145	167	167	28.746	936	2.023,57	13.087,76	7.157,12	563,68	-531,64	22.300,49
mai-24	145	145	145	26.453	1060	2.349,93	12.350,05	5.043,47	525,44	-424,78	19.844,11
jun-24	145	145	145	25.036	1018	2.128,25	11.681,07	4.644,20	546,22	-395,18	18.604,56
jul-24	145	170	170	28.274	932	1.671,49	14.520,96	5.313,00	612,38	-456,67	21.661,16
ago-24	145	181	181	33.051	1127	2.042,46	17.597,34	6.109,95	558,57	-535,65	25.772,67
set-24	145	177	177	33.102	1159	2.078,60	17.000,52	5.820,15	644,9	-516,04	25.028,13
out-24	145	181	181	31.271	1186	2.179,96	17.455,78	6.109,95	542,7	-535,41	25.752,98
nov-24	145	165	165	30.370	1260	2.358,99	17.989,66	4.950,75	541,15	-488,3	25.352,25
MÉDIA	145	163	163	28.538	1067	2.138,99	14.313,23	5.689,98	556,29	-482,99	22.335,91

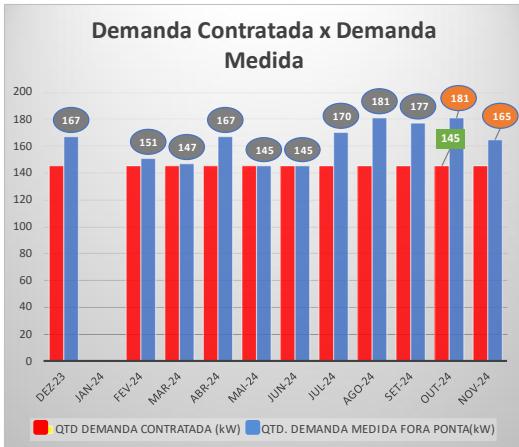


Figura 3 - Cenário de Demanda

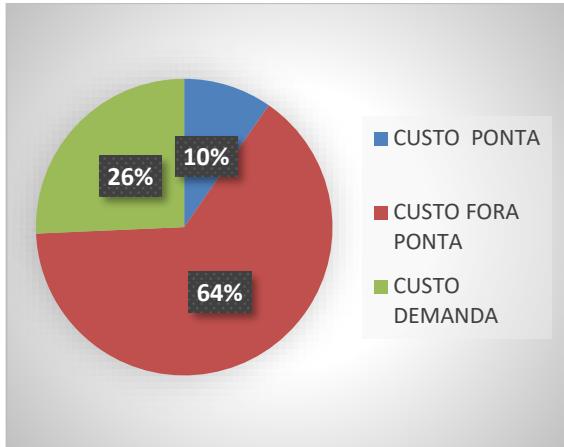


Figura 4 - Composição de custos

3.2 Adição de novas cargas

Este cenário se baseia nas cargas adicionadas à carga atual existente da IOA, após obra de reforma do galpão da IOA. É fato salientar a necessidade imediata de solicitar à concessionária nova repactuação de contrato de Demanda, frente ao acréscimo de cargas. As novas cargas são compostas por 10 condicionadores de ar, de diversas potências, além de *plotters* de escala industrial, com sua representação dimensionada pelo quadro a seguir:

Quadro de Cargas (AL1) - Pavimento								
Pot. total. (VA)	Pot. total. (W)	Fases	Pot. - R (W)	Pot. - S (W)	Pot. - T (W)	In - R (A)	In - S (A)	In - T (A)
82280	72324	R+S+T	23481	24376	24466	191.4	191.2	192.9
82280	72324	R+S+T	23481	24376	24466			

Figura 5 - Quadro de cargas futuras

Adicionando as cargas na ordem de 72,32kW ao sistema atual e simulando o funcionamento contínuo de 04 horas diárias nos dias úteis por mês, teremos a seguinte situação:

- Consumo adicional: $72,32 \times 04 \times 22 = 6.364,16 \text{ kWh mês}$
- Consumo médio Fora Ponta atual: **28.538 kWh mês**
- Custo médio Fora Ponta atual: **R\$ 14.313,23**
- Estimativa de novo consumo Fora Ponta: $28.538 + 6.364,16 = 34.902,16 \text{ kWh/mês}$
- Estimativa de novo custo de consumo Fora Ponta= $34.902,16 \text{ kWh/mês} \times 0,59235 = \text{R\$20.674,29}$

4. Geração própria da IOA

A geração própria de energia na IOA poderá ser realizada pela implementação de energia solar fotovoltaica instalada nos telhados existentes na sua sede, na justificativa de reduzir custos inerentes às novas cargas que serão implementadas após reforma. Para tanto será realizado levantamento de informações necessárias para se dimensionar uma usina solar fotovoltaica que seja eficiente na sua geração e no aproveitamento de áreas úteis existentes na sede da IOA.

4.1 Levantamento de área disponível para implantação

Foi realizado levantamento das áreas disponíveis nos telhados da sede, livres de sombreamento, tendo sido constata a disponibilidade de área total no telhado de 1.069 m², com estimativa de uso de 85% da área total, teremos 908,65m² de Área Útil Total, assim sendo, utilizando a área ocupada por painel, teremos:

Tabela 2 - Telhados da IOA

Área	Área Disponível (m ²)	Área Útil (m ²)	Painéis Instalados	Pot (kWp)
A1	64	54,4	20	11,7
A2	88	74,8	28	16,38
A3	128	108,8	42	24,57
A4	126	107,1	40	23,4
A5	18	15,3	4	2,34
A6	645	548,25	212	124
TOTAL	1.069	908,65	346	202,4



Figura 6 - croqui de usina nos telhados da IOA

4.2 Geração mensal estimada

A energia gerada pelo sistema depende da potência instalada, da radiação solar média e da eficiência do sistema, assim sendo:

- Radiação solar média: **5,0 kWh/m²/dia** (aproximada para Manaus)
- Eficiência do sistema: **80%** (considerando perdas do sistema)
- Potência do painel fotovoltaico (dados de mercado): **585 Wp**
- Área ocupada por painel: **2,2 m²** (incluindo espaçamento)
- Área disponível no telhado: **908,65 m²**
- Consumo médio mensal Fora Ponta: **34.902,16 kWh/mês**
- Geração mensal estimada = pot. máx. x radiação solar média x dias do mês x eficiência = $202\text{kW} \times 5,0 \times 30 \times ,80 = 24.240 \text{ kWh/mês}$

4.3 Nova Demanda Contratada

Em face ao eminente aumento de cargas, faz-se necessário redimensionar a Demanda a ser repactuada com a concessionária, além de atender a Resolução Normativa 482 da ANEEL no que tange à potência da usina solar fotovoltaica a ser instalada. Para tanto, devemos considerar os devidos parâmetros a seguir:

- Demanda Contratada atual: **145kW**
- Demanda Medida Média: **163 kW**
- Valor médio de Demanda Faturada: **R\$ 5.689,98**
- Potência ativa estimada de novas cargas= $72,32\text{kW} \sim 72\text{kW}$
- Potência da nova Usina instalada= Demanda a ser contratada: **202 kW**
- Estimativa de custo de nova Demanda Contratada: $202 \text{ kW} \times \text{R\$}24,15 = \text{R\$}4.878,30$
- Economia do custo de Demanda estimada: $\text{R\$} 5.689,98 - \text{R\$}4.878,30 = -\text{R\$}811,68$

5. Retorno de Investimento

Considerando as regras estabelecidas pela **Lei 14.300/2022**, **Resolução Normativa ANEEL nº 1.000/2021**, e **Resolução Normativa ANEEL nº 1.059/2023**, precisamos seguir a lógica do



Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) para calcular o Retorno de Investimento da usina solar fotovoltaica instalada na sede da IOA. Lembrando que a legislação atual será alterada após o ano de 2029, onde serão repactuados os percentuais de cobrança, ainda sem informações adicionais.

Conforme Lei 14.300/2022, temos os seguintes percentuais de Fio B:

- 2025 - **45%**
- 2026 - **60%**
- 2027 - **75%**
- 2028 - **90%**
- 2029 - **100%**

Em consulta ao site da concessionária de energia www.amazonasenergia.com.br, obtivemos o seguinte valor da parcela do Fio B que compõe a TUSD: **R\$ 0,22/kWh**.

Considerando ainda que existe uma depreciação física de cerca de **5% ao ano** nos painéis fotovoltaicos, acarretando uma redução de geração de energia.

Com base nos cálculos já realizados, teremos que apresentar parâmetros para aproximar dos valores de Autoconsumo Instantâneo a fim de dimensionarmos a energia consumida após geração própria, que culminará no volume de energia que será devolvido à rede pública para cobrança do valor da parcela do Fio B. Para tanto, temos como parâmetros, as seguintes informações preliminares:

- Potência máxima estimada da usina solar fotovoltaica: número de módulos x potência do módulo = $346 \times 0,585 = 202,410 \text{ kWp}$
- Geração mensal estimada: **24.240 kWh/mês**
- Geração diária média: $24.240 \text{ kWh/mês} / 30 = 808 \text{ kWh/dia}$
- Potência média da usina: $808 \text{ kWh/dia} / 8 \text{ hrs} = 101 \text{ kW}$
- Demanda média medida: **161 kW**
- % de energia consumida no mesmo momento: $101/161 = 62,73\%$
- percentual máximo de Autoconsumo Instantâneo = **85%** (com possibilidade de se atingir até 95%)
- Valor de mercado de usina solar fotovoltaica de 202kW de potência total

Consideraremos agora 02 cenários de Autoconsumo Instantâneo, 62,73% e 85% a seguir:



AMAZONAS

GOVERNO DO ESTADO

Tabela 3 - Autoconsumo de 62,73%

Ano	Energia Consumida Total (kWh/mês)	Energia Gerada com Depreciação (kWh/mês)	Autoconsumo (%)	Energia Autoconsumida (kWh/mês)	Energia Injetada na Rede (kWh/mês)	Energia Compensada (kWh/mês)	Energia Perdida pelo Fio B (kWh/mês)	Saldo de Consumo a Pagar (kWh/mês)	Custo Mensal Sem Geração (R\$)	Custo Mensal Com Geração (R\$)	Custo Adicional do Fio B (R\$)	Custo Real Com Geração (R\$)	Economia Mensal (R\$)	Economia Anual (R\$)	Payback Acumulado (R\$)	Retorno (%)
2025	34902	24240	62,73%	15.206	9.034	20.175	4.065	14.727	20.674,20	8.723,78	894,39	9.618,17	11.056,03	77.392,19	77.392,19	11,06
2026	34902	23028	62,73%	14.445	8.583	17.878	5.150	17.024	20.674,20	10.083,88	1.132,89	11.216,78	9.457,42	113.489,07	190.881,25	27,27
2027	34902	21877	62,73%	13.723	8.153	15.762	6.115	19.140	20.674,20	11.337,85	1.345,31	12.683,16	7.991,04	95.892,45	286.773,71	40,97
2028	34902	20783	62,73%	13.037	7.746	13.812	6.971	21.090	20.674,20	12.492,90	1.533,66	14.026,55	6.647,65	79.771,78	366.545,49	52,36
2029	34902	19744	62,73%	12.385	7.358	12.385	7.358	22.517	20.674,20	13.337,84	1.618,86	14.956,70	5.717,50	68.610,02	435.155,51	62,17

Tabela 4 - Autoconsumo de 85%

Ano	Energia Consumida Total (kWh/mês)	Energia Gerada com Depreciação (kWh/mês)	Autoconsumo (%)	Energia Autoconsumida (kWh/mês)	Energia Injetada na Rede (kWh/mês)	Energia Compensada (kWh/mês)	Energia Perdida pelo Fio B (kWh/mês)	Saldo de Consumo a Pagar (kWh/mês)	Custo Mensal Sem Geração (R\$)	Custo Mensal Com Geração (R\$)	Custo Adicional do Fio B (R\$)	Custo Real Com Geração (R\$)	Economia Mensal (R\$)	Economia Anual (R\$)	Payback Acumulado (R\$)	Retorno (%)
2025	34902	24240	85%	20.604	3.636	22.604	1.636	12.298	20.674,20	7.284,84	359,96	7.644,80	13.029,40	91.205,78	91.205,78	13,03
2026	34902	23028	85%	19.574	3.454	20.955	2.073	13.947	20.674,20	8.261,22	455,95	8.717,18	11.957,02	143.484,29	234.690,07	33,53
2027	34902	21877	85%	18.595	3.281	19.415	2.461	15.487	20.674,20	9.173,44	541,45	9.714,88	10.959,32	131.511,78	366.201,85	52,31
2028	34902	20783	85%	17.665	3.117	17.977	2.806	16.925	20.674,20	10.025,47	617,25	10.642,72	10.031,48	120.377,81	486.579,67	69,51
2029	34902	19744	85%	16.782	2.962	16.782	2.962	18.120	20.674,20	10.733,33	651,54	11.384,87	9.289,33	111.471,95	598.051,62	85,44

6. Considerações finais

A elaboração do estudo de viabilidade técnica, econômica e financeira para a implantação de uma usina solar fotovoltaica na Imprensa Oficial do Amazonas – IOA vem ao encontro e ao crescente desafio global de enfrentar a escassez de recursos energéticos e mitigar os impactos ambientais decorrentes do consumo desenfreado de energia impõe uma urgente necessidade de ações concretas e eficazes em todas as esferas da sociedade.

A iniciativa se alinha também no atendimento à Lei nº 5.350/2020, que recomenda a adoção de técnicas de gestão de tecnologias de fontes renováveis de energia e eficiência energética, nos órgãos da Administração Direta e Indireta do Estado, em especial nas empresas públicas e autarquias estaduais, visando à diminuição, por parte do Poder Público, dos gastos com a utilização de energia elétrica convencional, como forma de proporcionar economia ao erário, a curto, médio e longo prazos.

Se isto não bastasse, a referida Lei recomenda:

- A elaboração de um Plano de Gestão de Eficiência Energética nos órgãos da Administração Direta e Indireta, Autarquias Estaduais e Empresas Públicas;
- O atendimento ao decreto estadual nº 47.925 de 16 de agosto de 2023, no que tange a redução de despesas de custeio;
- Ao alinhamento com o Plano Nacional de Eficiência Energética – PNEf, a indicar ações e diretrizes específicas direcionadas à promoção da eficiência energética;
- Ao alinhamento com Programa de Eficiência Energética – PEE, criado a partir da Lei 9.991/2000 e conduzido pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL;
- Ao alinhamento com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, mais especificamente o Objetivo 7 – Energias renováveis;

O presente estudo, depois de analisar todas as variáveis que envolveram as condições para a implantação de uma usina solar fotovoltaica na IOA, se reserva o direito de efetuar as seguintes considerações, todas elas fundamentadas nos cenários apresentados:

1. Os novos equipamentos operacionais e equipamentos elétricos a serem instalados, tendo em vista a ampliação da capacidade e diversificação das atividades do órgão, implicarão na adição de uma carga significativa, que ainda sim terá redução de custos para um novo patamar, incluindo consumo Fora Ponta e Demanda repactuada,

resultando num cenário de Autoconsumo Instantâneo de 62,73%, pelo menos, **R\$87.000,00 anuais, até o valor de R\$ 119.000,00 anuais**, num cenário de Autoconsumo Instantâneo de 85%;

2. Com a implantação da usina solar fotovoltaica, será exigida uma área de telhado na faixa de **1.068 m²**, para receber os **346** módulos de 585 Wp necessários. O levantamento concluiu que a área disponível nos telhados é de **906 m²**.
3. Cabe ressaltar ainda que o valor estimado de **R\$ 700.000,00** de Investimento Inicial não incluirá os custos indiretos que devem ser considerados com a adequação dos telhados, já deteriorados, além do reforço estrutural necessário no telhado do galpão (A6), que demandariam um custo adicional significativo.
4. Nos cenários distintos apresentados, teremos cerca de **62% a 85%** do investimento inicial efetivamente retornado até o ano de 2029, ano que serão apresentadas alterações das regras da legislação atual;
5. Finalmente, cabe destacar aqui o conceito de Custo de Oportunidade, que nos parece ser o caso presente e vai exigir do *Head* do órgão, a escolha uma alternativa em detrimento de outra. É o benefício que se deixa de obter ao optar por uma escolha, deixando de lado outra. O custo de oportunidade pode ser aplicado em diversas situações, como é o presente caso:
 - Quando se investe em um ativo e deixa de aproveitar outro. Por exemplo, se o cenário de rendimentos projetado para o investimento não se confirmar, o investidor terá um custo de oportunidade;
 - Quando se decide iniciar a produção de um novo produto, mas terá de deixar de produzir outro. O custo de oportunidade é o valor perdido da venda das cadeiras que deixaram de ser fabricadas.

Sendo assim, conclui-se que é **VIÁVEL** do ponto de vista econômico e ambiental, tendo em vista a redução drástica de GEE em função da redução de Gás Natural utilizado nas termelétricas, a implementação de uma usina solar fotovoltaica na sede da IOA para Geração Própria de energia elétrica.



AMAZONAS
GOVERNO DO ESTADO



Companhia de
Desenvolvimento do
Estado do Amazonas



AMAZONAS
GOVERNO DO ESTADO