

Avaliação da Viabilidade para Geração Solar Fotovoltaica no Mato Grosso do Sul

Vilas-Boas, Eduardo S., Eng^o.

Faculdade Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Geografia
UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
Campo Grande / MS, Brasil
Boases1968@gmail.com

Leme, Sandro P. L., Prof. Dr.

Faculdade Engenharias, Arquitetura, Urbanismo e Geografia
UFMS – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
Campo Grande / MS, Brasil
sandro.leme@ufms.br

Resumo - O sol é a maior fonte de energia disponível, e a menos aproveitada pela humanidade. A geração de energia solar fotovoltaica, oferece uma solução prática e sustentável para o crescente desafio de abastecimento energético. O ganho de eficiência das células solares e o aumento na escala de produção proporciona uma redução contínua nos custos desta tecnologia. Este artigo apresenta os custos de implantação de sistemas fotovoltaicos no estado do Mato Grosso do Sul, Brasil, e uma análise de sua viabilidade segundo diferentes perfis de consumidores e cenários macroeconômicos

Abstract - The sun is the largest available source of energy, and the least exploited by mankind. Solar photovoltaic power generation offers a practical and sustainable solution to the energy supply challenge. The efficiency gains of solar cells and increase in its scale of production results in a continuous reduction in the costs of this technology. The article presents the costs of photovoltaic systems implantation in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil, and an analysis of their feasibility according to different consumer profiles and macroeconomic scenarios

Palavras-Chave / Key Words — Energia, Solar, Fotovoltaica, Viabilidade, Cenários Macroeconômicos, Indústria, MS, Photovoltaic, Energy, Feasibility, Macroeconomic Scenarios, Industry.

I. INTRODUÇÃO

Segundo o Balanço Energético Nacional de 2017, as micro e mini gerações distribuídas de energia elétrica (“microgrids”) tem apresentado significativo crescimento nos últimos anos, principalmente devido às ações regulatórias que estabeleceram a possibilidade de compensação da energia excedente produzida. Em 2016, as “microgrids” brasileiras atingiram uma geração total de 104,1 GWh com uma potência instalada de 72,4 MW, com destaque para a fonte solar fotovoltaica, com 53,6 GWh de geração e 56,9 MW de potência instalada [1]. Entretanto, a energia solar fotovoltaica ainda responde por apenas 0,01% do suprimento brasileiro de eletricidade.

O relatório da ONU, “Tendências Globais do Investimento em Energia Renovável, 2018”, aponta que no ano de 2017, a energia solar dominou o investimento global em geração de energia elétrica, adicionando 98GW de capacidade instalada. A

China está à frente destes investimentos, contribuindo com 53 GW, mais da metade do total, e US\$ 86,5 bilhões investidos no setor (58% do total) [2].

O Brasil atraiu USD\$ 6 bilhões em investimentos em energia renovável em 2017, um aumento de 8% em relação ao ano anterior. Deste montante, estiveram concentrados em energia eólica (USD\$ 3,6 bilhões) e na energia solar (USD \$ 2,1 bilhões). O crescimento de 204% nos investimentos em geração solar fotovoltaica em relação a 2016 se deve a projetos que obtiveram contratos de compra de energia em leilões no ano anterior, que viabilizaram tais investimentos.

Outro fator que têm contribuído para o aumento na geração solar fotovoltaica é o significativo declínio nos custos dos módulos fotovoltaicos, que de acordo com estudos da Bloomberg New Energy Finance, já foram de USD 76/W em 1977 e atualmente encontram-se abaixo de USD1/W (Figura 1).

Neste artigo, será apresentado estudo envolvendo consumidores residenciais, empresariais e rurais no estado do MS, de diversos segmentos, porte e grupos tarifários e uma avaliação de viabilidade para implantação de sistema solar fotovoltaico de geração conectada à rede de energia.

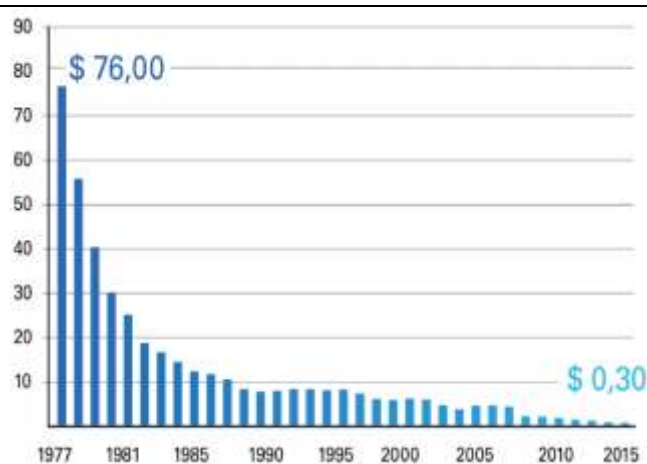


Fig. 1 – Evolução no Custo das Células Fotovoltaicas (dólar / watt) – Fonte: Bloomberg New Energy Finance - [3] [24]

II. PERFIL ENERGÉTICO DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL

O estado do Mato Grosso do Sul, encontra-se localizado na região Centro Oeste do Brasil. Possui aproximadamente 2,65 milhões de habitantes, e um PIB de R\$ 69,1 Bilhões [4]. O setor industrial emprega 125 mil trabalhadores e representa quase 20% da economia estadual e a 1,2% da indústria brasileira. O Setor de alimentos (frigoríficos, alimentos e bebidas) é o de maior participação na produção estadual, com 45% do total.

Em 2014, somando-se todas as fontes energéticas, o estado consumiu aproximadamente 90 TWh. Seguindo o perfil de consumo nacional, o setor industrial do MS foi o principal setor consumidor com aproximadamente 30,8 TWh (34% do total), entretanto, apenas 4% foram de energia elétrica (1,23 TWh) [5].

A geração de energia elétrica no MS é de maioria de fonte hídrica (73%) seguido da geração térmica a gás natural (15%), térmica a biomassa de Cana-de-açúcar (10%) e outras fontes renováveis (2%). A geração solar fotovoltaica é ainda pouco explorada no estado, ocupando apenas a 13ª posição no Brasil. Em julho de 2018, o Mato Grosso do Sul contava com apenas 655 micro/mini unidades geradoras com potência instalada de 6,7 MW [6].

A irradiação solar e a média de horas de insolação são fatores de extrema importância para a viabilidade econômica de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica. O estado do Mato Grosso do Sul é extremamente privilegiado nesse aspecto, apresentando alto índice de irradiação solar em todo o seu território (figura 2), e um elevado número de horas diárias de luz solar (figura 3).

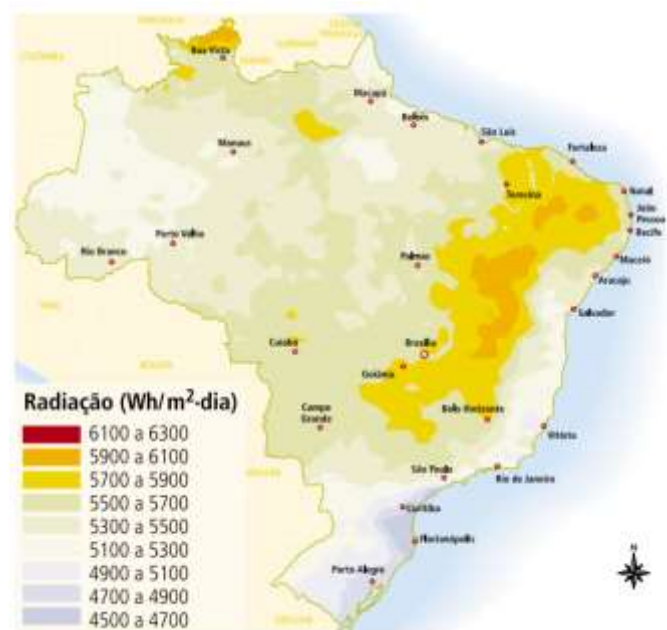


Fig. 2 – Irradiação média anual – Plano Horizontal [8]

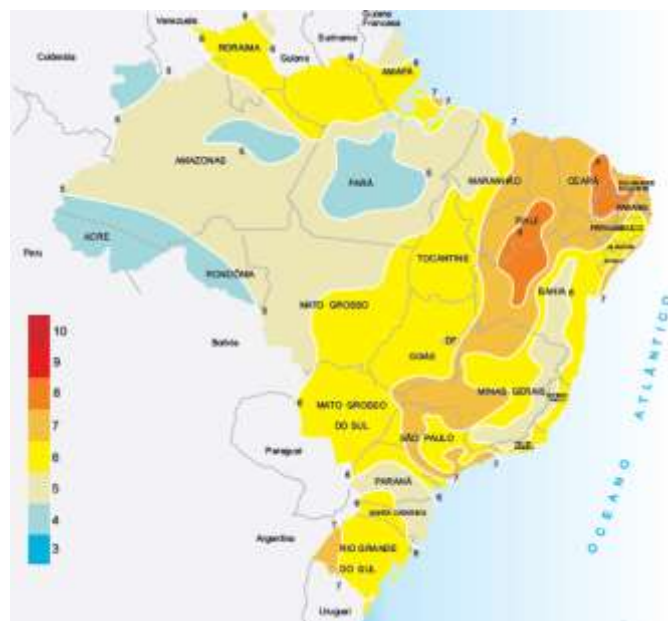


Fig. 3 – Média anual de insolação diária no Brasil (horas) [7]

III. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL NA GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA

Além de fatores técnicos e ambientais (tecnologia, eficiência, posicionamento, insolação, irradiação, etc) a viabilidade de implantação está também diretamente conectada com os aspectos da legislação e incentivos fiscais da região onde o projeto está sendo implementado.

A primeira legislação brasileira de incentivo a produção de energia solar foi a lei 10.438/2002[26], que criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE),

Dois anos mais tarde, com a publicação da lei 10.487/2004[27], foi criada a EPE – Empresa de Pesquisa Energética, com atribuição de efetuar estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético nacional. Um dos importantes estudos foi a nota técnica DEA 19/14 que aborda as condicionantes e impactos da geração solar fotovoltaica no Brasil[25].

O marco legal que catapultou o desenvolvimento da geração solar fotovoltaica no Brasil se deu com a resolução 482/2012[11] e 687/2015[12] da ANEEL, que estabeleceu as condições gerais para a interligação de sistemas fotovoltaicos às redes de distribuição de energia elétrica no Brasil, definindo que fontes geradoras renováveis conectadas à rede (dentre elas a solar), poderiam ser classificadas em:

I - micro geração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW ;

II - mini geração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW;

- Esta resolução ainda estabeleceu as regras para o sistema de compensação de energia elétrica:

- Os consumidores do grupo B são cobrados pelo valor mínimo de disponibilidade e para os do grupo A, o valor referente à demanda contratada.
- O consumo a ser faturado refere-se à diferença entre a energia consumida e a gerada.
- O excedente gerado pode ser utilizado em até 5 anos.
- Para consumidores tarifados por “posto horário”, a compensação deve ocorrer primeiramente no posto tarifário em que ocorreu a geração e, posteriormente, nos demais postos tarifários, sendo observada a relação dos valores das respectivas tarifas de energia.
- A potência instalada da micro ou mini geração fica limitada à demanda contratada pela unidade consumidora (grupo A) ou a potência disponibilizada para consumidores do grupo B.
- A energia gerada e que não tenham sido consumidos na própria unidade geradora, poderá ser utilizada em outros locais, desde atendidas algumas condições.

Em relação aos aspectos tributários, as seguintes legislações são aplicáveis à geração solar fotovoltaica:

- Ajuste SINIEF 2/2015 (CONFAZ-Conselho Nacional de Política Fazendária) [13]: Revogou a legislação que orientava a tributação (Convênio ICMS 6/13) da energia injetada na rede, liberando os estados para decidir a tributação.
- Convênio ICMS 113/2016[14]: Adesão do estado do MS ao convênio ICMS 16/2015 que trata da isenção de ICMS na geração solar fotovoltaica.
- Lei Nº 13.169/2015[15]: Trata da isenção de impostos PIS e COFINS para geração solar fotovoltaica.

Estas legislações foram primordiais para o crescimento do número de unidades geradoras no país e no estado do MS.

IV. CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO CONVERSÃO SOLAR FOTOVOLTAICA NO ESTADO DO MS

Existem diversas tecnologias de conversão solar fotovoltaica disponíveis atualmente. Entretanto, as células de primeira geração (Silício Monocristalino e Policristalino) são as mais utilizadas atualmente, com mais de 85% de participação no mercado mundial, especialmente por apresentar alta confiabilidade e vida útil superior a 25 anos.

Neste estudo, foram avaliados e comparados as fichas técnicas e custos de diversos módulos fotovoltaicos para aplicações nas 6 principais cidades do estado do Mato Grosso do Sul (Campo Grande, Dourados, Corumbá, Três Lagoas, Coxim e Ponta Porã).

Os valores nominais são alcançáveis em laboratório sob condições de temperatura e irradiação padronizadas

(Irradiância de 1000 W/m², espectro de 1.5 AM e temperatura da célula de 25°C).

Naturalmente, sob condições reais, esta produtividade não é alcançada. Para determinar a capacidade de geração nas diferentes regiões do estado do MS, foi levantado as temperaturas anuais médias[10] e a irradiância média diária de cada local [9], além do número médio de horas de luz solar (Insolação Média). Também foi levando, a eficiência de cada modelo de módulo, sua área útil e o coeficiente de perda de potência em decorrência da temperatura ambiente de cada local. O resultado apresentado na tabela 1.

Observa-se que as perdas decorrentes da temperatura e da Irradiância de cada local variam de 11% a 19% da Potência Nominal conforme modelo e local de instalação. As cidades localizadas a nordeste do estado apresentam uma Irradiância melhor, e conseqüente menor perda em relação a potência nominal. A diferença de produtividade entre Três Lagoas e Ponta Porã chega a atingir, em alguns dos módulos avaliados, até 5% em favor de Três Lagoas, o que implica em um menor prazo de retorno do investimento para instalações localizadas nesta região (Figura 4).



Fig. 4 – Geração Solar Fotovoltaica (Watt-hora) nas principais cidades do estado do MS para módulo CS6K-270P-FG de 270 Wp.

Dentre os módulos avaliados, o modelo de melhor custo-benefício no momento deste estudo, foi o “Canadian CS6K-270P-FG”, que apresentou um custo de USD 0,52 / kWp (Tabela 1).

							Produção Teórica em Watts por hora (Wh) (6)					
							Campo Grande	Dourados	Ponta Porã	Corumbá	Três Lagoas	Coxim
Irradiação Diária Média Anual kWh/m ² /dia) (3)							5,21	5,11	4,99	5,12	5,34	5,35
Insolação Média (horas de luz Solar por dia)							6	6	6	6	6	6
Temperatura Média Anual °C (4)							23,40	22,65	21,29	25,43	24,24	25,54
Potência Nominal kWp	Modelo	Eficiência	Coeffic. de Temp. %Pmax/°C (5)	Área do Módulo (m ²)	Custo USD (1)	Custo por kWp(2)	Campo Grande	Dourados	Ponta Porã	Corumbá	Três Lagoas	Coxim
150	RSM36-6-150P	15,15%	-0,44%	1,0	\$ 103	\$ 0,69	130	128	126	127	133	133
260	CS6P-260P-SD	15,85%	-0,43%	1,6	\$ 156	\$ 0,60	218	215	211	212	223	222
270	CS6K-270P-FG	16,42%	-0,40%	1,6	\$ 140	\$ 0,52	231	227	223	225	236	235
275	CS6K-275P-FG	16,72%	-0,40%	1,6	\$ 180	\$ 0,65	235	231	227	229	240	239
300	CS6K-MS-FG	18,33%	-0,39%	1,6	\$ 167	\$ 0,56	257	253	248	251	263	262
320	YL320P-35b	16,60%	-0,42%	1,9	\$ 172	\$ 0,54	274	270	265	267	280	279
325	CS6U-325P	16,72%	-0,41%	1,9	\$ 172	\$ 0,53	278	274	269	271	284	283
330	GCL-P6/72	16,70%	-0,43%	1,9	\$ 199	\$ 0,60	277	273	268	270	283	282

(1) 1 USD = R\$ 3,77

(2) Custo do Módulo US\$ / Potência Nominal kWp (Não inclusos inversores, instalação e mão de obra)

(3) Fonte SUNDATA/CRECESB

(4) Fonte Dados Climáticos para cidades Mundiais - Climate-Data.org [10]

(5) Perda de Potência para cada °C acima da temperatura Nominal de operação-NMOT (20°C)

(6) Formula: (Irradiação diária x 1000 / Insolação) x Área do Módulo x Eficiência do Módulo x (1-Perda Térmica)

Tabela 1 – Análise de Produtividade por região e módulo Fotovoltaico

Para determinar o investimento necessário em cada região do estado, foi simulado uma planta capaz de produzir 10.000 kWh/mês em cada uma das regiões do estado utilizando o módulo CS6K-270P-FG e incluindo os demais investimentos com inversores, material de instalação, mão de obra e projetos [21] [22] [23]. O investimento necessário para esta planta em cada região do estado, em dólares americanos, pode ser observado conforme tabela 2.

	Potência Instalação (kWp)	Investimento Total em USD	USD / Wp	Variação Invest. %
Campo Grande	65	\$ 83.671	\$ 1,29	0,8%
Dourados	66	\$ 84.232	\$ 1,27	1,5%
Corumbá	67	\$ 84.653	\$ 1,26	2,0%
Três Lagoas	64	\$ 82.969	\$ 1,30	0,0%
Coxim	64	\$ 83.110	\$ 1,30	0,2%
Ponta Porã	68	\$ 84.934	\$ 1,26	2,4%

Tabela 2 – Investimento necessário para uma planta solar fotovoltaica com capacidade de 10.000 kWh/mês – 1USD = 3,77R\$

Podemos confirmar, que a região de Ponta Porã, no sul do estado, apresentou um investimento com custo 2,4% maior que a mesma planta se instalada em no leste do estado em Três Lagoas.

V. AVALIAÇÃO DE VIABILIDADE DE GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA NO MATO GROSSO DO SUL

Foram avaliados o consumo, demanda e modalidade tarifária de 137 unidades consumidoras do estado do MS, que foram agrupados conforme apresentado na tabela 3:

Grupo Tarifário	Descrição	Nº Consumidores
Grupo A4 - Convencional	Empresas - Média Tensão	47
Grupo A4 - Verde	Empresas - Média Tensão	6
	Total Grupo A	53
Grupo B1 - Convencional	Residencial - Baixa Tensão	15
Grupo B2 - Convencional	Rural - Baixa Tensão	4
Grupo B3 - Convencional	Empresas - Baixa Tensão	65
	Total Grupo B	84

Tabela 3 – Consumidores de Energia Elétrica Simulados

A Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica, classifica os consumidores conforme seu perfil de consumo:

-Grupo B (baixa tensão): Em geral, estão nesta classe as residências, lojas, agências bancárias, pequenas oficinas, edifícios residenciais, grande parte dos edifícios comerciais e a

maioria dos prédios públicos federais, uma vez que, na sua maioria são atendidos nas tensões de 127 ou 220 volts[16].

-**Grupo A (Média/Alta Tensão):** Os consumidores atendidos acima de 2300 volts, como indústrias, shopping centers e alguns edifícios comerciais, são classificados no Grupo A[16].

As tarifas de energia elétrica avaliadas neste estudo foram:

• **Convencional:** Valor único para o kWh e sem contratação de demanda.

• **Verde:** Tarifa menor no horário “fora de ponta” e aproximadamente 5 vezes maior no “horário de ponta” – Tarifa única de demanda contratada.

Os valores das tarifas, com impostos, praticadas no estado do MS no momento deste estudo podem ser observados na tabela 4:

Grupo Tarifário	Consumo p/ kWh			kW
	Convencional	Fora de Ponta	Ponta	
Grupo A4 - Convencional	R\$ 0,3600			R\$ 63,0314
Grupo A4 - Verde		R\$ 0,3466	R\$ 1,9136	R\$ 21,2242
Grupo B1 - Convencional	R\$ 0,7122			
Grupo B2 - Convencional	R\$ 0,4853			
Grupo B3 - Convencional	R\$ 0,6933			

Tabela 4 – Tarifas com impostos – Concessionaria Energia – MS – vigente em julho de 2018[17]

O cálculo da viabilidade econômica da geração solar fotovoltaica leva em conta variáveis como: Grupos tarifários, tarifas vigentes, consumo, demanda contratada, impostos incidentes, local de implantação do projeto, investimentos necessários e as taxas de juros vigentes. Além destes, sendo os principais equipamentos de uma instalação importados, a taxa de câmbio é também outro fator relevante em cenários de instabilidade econômica.

Os consumidores avaliados neste estudo apresentaram as médias de consumo apresentadas na tabela 5.

Grupo Tarifário	Nº Consumidores	Consumo Médio kWh	Demanda Média Contratada kW	Fatura Mensal Média R\$
Grupo A4 - Convencional	47	29.074	79	R\$ 15.447
Grupo A4 - Verde	6	48.870	203	R\$ 25.742
Grupo B1 - Convencional	15	573	n/a	R\$ 400
Grupo B2 - Convencional	4	5.989	n/a	R\$ 2.907
Grupo B3 - Convencional	65	5.683	n/a	R\$ 3.940

Tabela 5 – Médias de Consumo e Fatura dos consumidores avaliados

Foram simulados diferentes cenários macroeconômicos, e avaliados os principais indicadores de viabilidade (payback-descontado (prazo de retorno do investimento), VPL(Valor

Presente Líquido), TIR (Taxa Interna de Retorno) e IL (Índice de Lucratividade).

Os resultados do payback descontado à taxa Selic podem ser observados na Tabela 6. Podemos observar uma grande variação no prazo de retorno, e alguns casos em estes são superiores a vida útil dos equipamentos (25 anos), o que inviabiliza o investimento em geração solar fotovoltaica para estes consumidores.

O VPL representa o valor presente do fluxo de recebimentos e pagamentos oriundos do investimento, descontados à taxa de custo de capital. Na tabela 7, apresentamos o VPL para diferentes cenários macroeconômicos. O VPL positivo significa que o projeto é economicamente viável.

A TIR representa a taxa de desconto aplicada à um fluxo de recebimentos e pagamentos resulta em um VPL nulo. A TIR referente a um investimento em geração solar fotovoltaica para os consumidores do estado do MS simulados em dois cenários cambiais diferentes é apresentada na tabela 8.

Grupo Tarifário	TIR	
	1 USD = R\$ 3,77	1 USD = R\$ 5,00
Grupo A4 - Convencional	12,2%	8,5%
Grupo A4 - Verde	13,1%	9,3%
Grupo B1 - Convencional	26,0%	19,5%
Grupo B2 - Convencional	18,9%	13,9%
Grupo B3 - Convencional	26,5%	19,9%

Tabela 8 – TIR – Taxa Interna de Retorno para investimento em geração solar fotovoltaica em 2 cenários macroeconômicos

Um cenário com elevada taxa SELIC (e por consequência do custo do capital elevado) ou com desvalorização do Real frente ao dólar pode inviabilizar o investimento para alguns grupos de consumidores, em especial para os consumidores do grupo A no estado do MS.

O Índice de Lucratividade ($IL = VP / Investimento$) estabelece uma relação entre o Valor Presente (VP) do fluxo de recebimentos e pagamentos e o capital investido. Representa o custo de oportunidade do capital investido. O IL dos 137 consumidores simulados no estado do MS é apresentado na tabela 9. Um IL menor que 1 significa que o investimento é inviável.

Durante a vida útil dos equipamentos, para consumidores do grupo B, o retorno é de 2 a 3 vezes o valor investido (Dólar R\$ 3,77) e entre 1 a 2 vezes para um cenário cambial adverso (Dólar R\$ 5,00). Para consumidores do grupo A, os riscos são maiores, e o retorno varia entre 0,7 a 1,7 vezes o capital investido, se tornando inviável em algumas situações.

Grupo Tarifário	Consumo Médio kWh	Energia Gerada kWh	% Geração	Investimento Médio USD\$	Pay Back Descontado - Anos			Pay Back Descontado - Anos		
					1 Dolar = R\$ 3,77			1 Dolar = R\$ 5,00		
					Selic de 6,5% a.a.	Selic de 10,5% a.a.	Selic de 14,25% a.a.	Selic de 6,5% a.a.	Selic de 10,5% a.a.	Selic de 14,25% a.a.
Grupo A4 - Convencional	29.074	9817	34%	\$ 82.568	10,7	16,3	inviável	16,9	inviável	inviável
Grupo A4 - Verde	48.870	26376	54%	\$ 217.827	10,4	15,2	inviável	16,2	inviável	inviável
Grupo B1 - Convencional	573	495	86%	\$ 4.104	4,9	5,6	7,0	6,9	7,7	9,9
Grupo B2 - Convencional	5.989	5918	99%	\$ 47.780	6,5	7,8	10,0	9,4	12,8	inviável
Grupo B3 - Convencional	5.683	5604	99%	\$ 46.286	4,4	4,8	5,5	6,1	7,2	8,8

Tabela 6 – Avaliação do Payback descontado para a implantação de geração de energia solar fotovoltaica em 137 unidades consumidoras pesquisadas no estado do MS.

Grupo Tarifário	Investimento Médio USD\$	VPL - 25 anos - USD 1 Dolar = R\$ 3,77			VPL - 25 anos - USD 1 Dolar = R\$ 5,00		
		Selic de 6,5% a.a.	Selic de 10,5% a.a.	Selic de 14,25% a.a.	Selic de 6,5% a.a.	Selic de 10,5% a.a.	Selic de 14,25% a.a.
Grupo A4 - Convencional	\$ 82.568	\$48.057	\$10.845	-\$10.499	\$15.924	-\$12.134	-\$28.098
Grupo A4 - Verde	\$ 217.827	\$149.720	\$45.015	-\$14.895	\$59.304	-\$19.644	-\$67.186
Grupo B1 - Convencional	\$ 4.104	\$9.096	\$5.336	\$3.668	\$5.849	\$3.014	\$1.391
Grupo B2 - Convencional	\$ 47.780	\$64.506	\$32.518	\$14.215	\$36.883	\$12.765	-\$1.035
Grupo B3 - Convencional	\$ 46.286	\$105.788	\$62.468	\$37.681	\$68.380	\$35.716	\$17.027

Tabela 7 – Avaliação do VPL para a implantação de geração de energia solar fotovoltaica em 137 unidades consumidoras pesquisadas no estado do MS.

Grupo Tarifário	IL Índice de Lucratividade Dólar: R\$3,77			IL Índice de Lucratividade Dólar: R\$3,77		
	Selic de 6,5% a.a.	Selic de 10,5% a.a.	Selic de 14,25% a.a.	Selic de 6,5% a.a.	Selic de 10,5% a.a.	Selic de 14,25% a.a.
Grupo A4 - Convencional	1,6	1,1	0,9	1,2	0,9	0,7
Grupo A4 - Verde	1,7	1,2	0,9	1,3	0,9	0,7
Grupo B1 - Convencional	3,2	2,3	1,9	2,4	1,7	1,3
Grupo B2 - Convencional	2,4	1,7	1,3	1,8	1,3	1,0
Grupo B3 - Convencional	3,3	2,3	1,8	2,5	1,8	1,4

Tabela 9 – O IL – Índice de Lucratividade para a implantação de geração de energia solar fotovoltaica em 137 unidades consumidoras pesquisadas no estado do MS.

VI. - CONCLUSÕES

Nas condições macroeconômicas atuais, com taxa Selic de 6,5% a.a. e cotação do dólar inferior a R\$ 4,00, os consumidores do Grupo B apresentam um retorno rápido do investimento (4 a 6 anos aproximadamente). Nestas circunstâncias a adoção da geração solar fotovoltaica traz benefícios econômicos evidentes ao empreendedor.

A razão disto deve-se às elevadas tarifas de energias praticadas para este grupo de consumidores. Produtores rurais enquadrados no grupo B2, devido a sua tarifa menor que a dos demais consumidores do grupo B, apresentam retorno um pouco mais lento que os demais consumidores deste grupo. Em casos extremos de aumento do câmbio e das taxas de juros, pode implicar na inviabilidade no investimento para este grupo de consumidores.

Já os consumidores do Grupo A, apresentam retornos mais lentos (acima de 10 anos) quando comparados com consumidores do Grupo B. Além de possuírem uma tarifa menor para o kwh consumido, a regulação para este grupo limita a Potência da geração à demanda contratada pelo consumidor. Assim, um consumidor com demanda contratada, de por exemplo, 150 KVA, está autorizado a investir em uma unidade de geração solar fotovoltaica de no máximo 150 KWp, o que pode na maioria das vezes cobrir de 30% a 50% de sua necessidade energética. Outro fator é que a energia solar fotovoltaica gerada durante o dia (fora de ponta) pode compensar a energia consumida na ponta a uma razão de aproximadamente 5,5 kwh gerado para cada kwh consumido. Assim, empresas com elevado consumo durante o horário de ponta apresentarão um retorno ainda mais lento. Em cenários com taxa Selic superior a 13%, diversos casos simulados já apresentaram risco de inviabilidade, com prazo de retorno superior a vida útil dos equipamentos.

Considerando as volatilidades da economia brasileira, e a natureza de um investimento de longo prazo, é altamente recomendável o investimento com financiamento à juros pré-fixados, de forma a se proteger de cenários econômicos desfavoráveis no médio prazo, tais como desvalorização cambial ou elevação das taxas de juros.

Contudo, apesar de algumas incertezas, a energia solar fotovoltaica tem demonstrado ser cada vez mais confiável e uma boa alternativa para produção de energia. Possibilita redução de custos e também uma excelente opção de investimento. Taxas internas de retorno (TIR) de 26% a.a. para investimento em geração solar fotovoltaica à consumidores do grupo B podem ser consideradas uma excelente opção de investimento, se considerada a atual remuneração dos fundos de renda fixa, por exemplo.

VII. REFERÊNCIAS

[1] EPE; Balanço Energético Nacional 2017: Ano base 2016 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro, 2017.
 [2] McCrone A.; Moslener U.; d’Estais F.; Grüning C. , et al - Global Trends in Renewable Energy Investment 2018, Frankfurt School of Finance & Management GmbH, 2018.

[3] Herche W., Solar energy strategies in the U.S. utility market
 [4] Panorama MS Industrial - FIEMS – Federação das Indústrias do MS – 2016 – disponível em <http://www2.fiems.com.br/adminrevista/vibo/visualizar/?id=47>
 Consulta em 26/07/2018
 [5] Balanço Energético do Estado de Mato Grosso do Sul 2015 - Secretário de Estado de Infraestrutura MS – SEINFRA
 [6] http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Estadual.asp - consulta em 10 de julho de 2018
 [7] Atlas Solarimétrico do Brasil: Banco de dados solarimétricos / coordenador Chiguera Tiba... et al.- Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000.- pag 89
 [8] <http://www.atomra.com.br/indice-solarimetrico-do-local/> - consulta em 15/06/2018
 [9] <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata&#sundata> – consulta em 25/07/2018
 [10] <https://pt.climate-data.org/> - consulta em 25/07/2018
 [11] Resolução 482/2012 - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL
 [12] Resolução 687/2015 - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL
 [13] Ajuste SINIEF 2/2015 – CONFAZ-Conselho Nacional de Política Fazendária
 [14] CONVÊNIO ICMS 113, DE 21 DE OUTUBRO DE 2016
 [15] CONVÊNIO ICMS 16, DE 22 DE ABRIL DE 2015
 [16] Souza-Guedes, J. C., et al - Manual de Tarifação da Energia Elétrica – Eletrobrás/Procel – 2011
 [17] <https://www.energisa.com.br/Paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/tipos-tarifas.aspx> - consulta em 13 de julho de 2018
 [18] <https://www.canadiansolar.com/> - Consulta em 4/07/2018.
 [19] <https://www.neosolar.com.br/loja/painel-solar.html> - Consulta em 4/07/2018
 [20] <https://www.minhacasasolar.com.br> - consulta em 4/07/2018
 [21] <https://www.portalsolar.com.br/quanto-custa-para-instalar-energia-solar.html>- consulta em 4/07/2018
 [22] <https://www.creams.org.br/wp-content/uploads/2017/05/TABELA-DE-HONORARIOS-DA-BEEMS.pdf> - consulta em 4/07/2018
 [23] https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-725131692-elaboraco-de-um-projeto-fotovoltaico-residencial-ate-3kw-_JM
 Consulta em 04/07/2018
 [24] <https://www.enelx.com.br/blog/2017/01/custo-de-energia-solar-despenca-nos-ultimos-40-anos/> - Consulta em 27/7/2018

[25] EPE; Nota Técnica DEA 19 - Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil – Condicionantes e Impactos ,2014

[26] Lei 10438 – 2002

[27] Lei 10487 - 2004

VIII. AUTORES

Vilas-Boas, Eduardo S., é engenheiro eletricitista graduado pela Universidade Federal de Itajubá, MG (UNIFEI); especialista em Qualidade & Produtividade pela UNIFEI, MBA em Gestão Empresarial pelo IBMEC (SP) e MBA em Finanças, Auditoria e Controladoria pela Fundação Getúlio Vargas (FGV); atua em gestão industrial e Manutenção há 25 anos em corporações de diversos segmentos. Atualmente, é mestrando em Eficiência Energética pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).

Leme, Sandro P. L., Prof. Dr., graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1996), Mestrado em Eng. Mecânica também pela UFSC (1999), Doutorado em Engenharia Civil pela UnB (2007), Diretor Faculdade JK Anhanguera Brasília (2010), Especialização em Gestão de Negócios pela Fundação Cabral (2011), Professor Adjunto Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2013), Coordenador do curso de Tecnologia em Construção de Edifícios UFMS de (2014 à 2017), Professor no Mestrado Profissionalizante em Eficiência Energética e Sustentabilidade na UFMS desde 2015. Coordenador de um Projeto interuniversidades para a Implantação de Sistemas Fotovoltaicos na UNIDERP/Anhanguera (2015 a 2017).