



**XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

CB/GET/23

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO -14

GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DA GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA- GET

SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS FOTOVOLTAICAS NO SEGMENTO RURAL: ASPECTOS TECNOLÓGICOS E ECONÔMICOS DA IMPLANTAÇÃO E OPERACIONALIZAÇÃO

José Wagner Maciel Kaehler(*)
UNIPAMPA

Raul Ledur Kuhn
ESCO-GD

Marconi S. Giacomini e Jefferson P. R. Jr
UNIPAMPA

RESUMO

A penetração da exploração dos recursos energéticos solares, principalmente fotovoltaicos vem se realizando, principalmente em decorrência da facilidade e rapidez da execução da instalação, da inovação tecnológica e da multiplicidade de pequenos empreendedores que ofertam seus serviços de projeto e instalação. No entanto, a confiabilidade das informações que subsidiam a determinação das capacidades e da quantidade de painéis a serem instalados assim como das condições de conexão com a rede estão induzindo à implantação de projetos que estão deixando a desejar tanto do ponto de vista técnico como econômico. Assim este trabalho enfoca os processos de avaliação econômica requeridos para a implantação de sistemas solares fotovoltaicos no segmento rural, em particular do Rio Grande do Sul. Um grande número de projetos já se encontra implantado e operacional, colhendo resultados de produção, os quais nem sempre alcançam os montantes projetados inicialmente. Na mesma região geográfica encontram-se projetos implantados a mais de um ano apresentam eficiências da ordem de 2,6 kWh/kW/dia, enquanto outros alcançam valores de 4,8 kWh/kW/dia. Por outro lado, a questão das tarifas de energia elétrica impõe uma atenção redobrada, tendo em vista que dependendo do enquadramento tarifário do cliente o tempo de retorno atualizado do investimento supera as expectativas de projeto. Exemplo típico encontra-se nas instalações de irrigação agrícola, onde as 08:30 de horário reservado, sem operar na ponta reduz a tarifa horazonal Verde A4 de R\$ 0,3306/kWh para R\$ 0,1218/kWh. Partindo de uma pequena instalação, tipicamente residencial rural de 1,26 kWp escalonam-se até instalações de porte de 279 kWp requeridas por empreendimentos rurais que envolvem o controle de secagem e de irrigação, buscando-se mensurar os impactos dos principais indicadores econômicos. Procede-se as avaliações considerando as premissas solarimétricas do INMET, utilizada pela grande maioria dos modelos de simulação, comparando-as com situações reais de sistemas fotovoltaicos implantados. Nestes detectam-se casos de sucesso e de insucesso, estes particularmente, por deficiência na aplicação das boas técnicas de engenharia de projeto e execução. Situações específicas são abordadas, como no caso dos requisitos energéticos da irrigação mecanizada das lavouras de arroz, onde os subsídios tarifários protelam para mais de 9 anos o tempo de retorno do investimento, assim como penalizam a taxa interna de retorno do mesmo. Para o pequeno e médio agropecuarista, como no caso dos produtores de leite, os aspectos da Qualidade do Serviço requerem uma abordagem específica que obriga a adoção de processos de estocagem mínima de energia, visando suprir as deficiências de fornecimento. A grande parte deste tipo de produtor rural é atendida por rede monofásica, sistema MRT, cujas propriedades encontram-se afastadas das redes de distribuição trifásica monitoradas pela concessionária, o que resulta em interrupções de longa duração, podendo chegar a dias dependendo da localização e dos sistemas de comunicação. Os requisitos de refrigeração destes podem induzir a uma produção e estocagem de frio com base nos recursos fotovoltaicos ao invés de estocar a energia elétrica na rede, o mesmo ocorrendo com a estocagem elétrica para suprir os processos mecanizados de ordenha. São soluções que superam economicamente a implantação de soluções clássicas de geração descentralizada de origem solar, mas que asseguram a produtividade e a competitividade agropecuária.

PALAVRAS-CHAVE

Eficiência Energética, Microgeração Fotovoltaica, Agricultura Familiar, Agronegócio, Recursos Energéticos Renováveis

(*) Endereço Av. Tiarajú, n° 810 – sala 331 – CEP 97.546-550 Alegrete, RS – Brasil

Tel: (+55 55) 3421-8400 R: 3014 – CEL: (+55 55) 99685-1948 – Email: josekaehler@unipampa.edu.br

1.0 - INTRODUÇÃO

O uso da energia elétrica representa um indicativo de modernidade e eficiência dos processos produtivos e serviços energéticos de uso final. No entanto, o grande volume de recursos financeiros que são requeridos para a implantação, operação e manutenção dos sistemas eletro-energéticos, assim com o elevado impacto ambiental e social que resulta da sua produção, transporte e distribuição, impõe que este recurso energético seja empregado com eficiência.

A forte evolução observada nas comunicações, atrelada à inovação e disseminação das tecnologias de informação suscitaram novas oportunidades de exploração dos sistemas eletro-energéticos. Diálogos e interações entre os clientes e os concessionários dos serviços públicos de distribuição de energia elétrica que praticamente inexistiam, agora são viabilizados pelas redes de comunicação e informação.

Este olhar diferente para o mercado, onde efetivamente o interesse do cliente deve ser levado em conta não somente ao pagar a fatura de energia, mas principalmente nos condicionamentos e oportunidades que surgem no uso adequado e eficiente da energia elétrica, é o que se vislumbra para um futuro próximo.

2.0 - CONTEXTO DO TRABALHO

No meio urbano a energia elétrica responde pela qualidade de vida e pela sustentabilidade da comunidade. Desde a questão de sobrevivência, passando pela segurança e seguindo pelo desenvolvimento sustentável no seu verdadeiro sentido, compreendendo a questão social, econômica e ambiental. Por outro lado, no meio rural a energia responde pela sustentabilidade socioeconômica das pessoas e dos negócios envolvidos. A sua carência resulta normalmente em prejuízos muitas vezes irrecuperáveis. No entanto, a propriedade rural conta com potenciais, muitas vezes bastante significativos, de exploração dos recursos renováveis, como a biomassa verde, eólica, hidráulica e solar.

A situação real hoje destas propriedades, sejam elas dedicadas ao agronegócio ou mesmo àquelas voltadas para a agropecuária familiar, é uma acentuada dependência dos sistemas elétricos de distribuição rural. Sabidamente, os custos de atendimento destes tipos de clientes não se mostram atrativos para o concessionário dos serviços públicos de distribuição de energia elétrica. A dispersão geográfica dos clientes associado às baixas demandas das cargas elétricas, faz com que o atendimento dos mesmos seja encarado como um ônus.

Com base na experiência de campo do Grupo de Pesquisa em Exploração Integrada de Recursos Energéticos – EIRE do Campus de Alegrete da UNIPAMPA, buscou-se alternativas de promoção do uso racional da energia, em particular da energia elétrica e de soluções descentralizadas de produção de energia em sistemas isolados ou integrada na Rede do SIN.

O trabalho vem se desenvolvendo em dois segmentos rurais bem característicos, quais sejam:

- a agropecuária familiar preponderantemente representada pelos criadores de gado leiteiro e produtores de leite
- agronegócio representado pelos criadores de gado e ovino e os produtores de grãos, notadamente o arroz.

Em ambos os casos, guardadas as devidas proporções, historicamente estes carecem de qualidade tanto do produto como do serviço de energia elétrica rural.

As Figuras 1, 2 e 3 mostram instalações típicas dos produtores de leite e na Figura 4 o equipamento que supre as deficiências de fornecimento por parte da concessionária. Tipicamente, são unidades de geração de 18 a 20 kVA acionadas pelo motor diesel do trator da propriedade. A baixa eficiência energética é fragante, assim como o desperdício de energia elétrica nos processos produtivos rurais. A estes ainda adiciona-se as cargas de irrigação da pastagens.

Outra carga elétrica importante, encontrada na produção de leite é o aquecedor de água para higienização. Requer de 80 a 120 litros de água potável à uma temperatura mínima de 70° C. Este tipo de carga pode ser suprido por sistemas solares térmicos com complementação térmica por biomassa, GLP ou resistência elétrica. Assim não se constitui numa carga com potencial de atendimento por sistema fotovoltaico.



Figura 1: Sala de Ordenha



Figura 2: Sala de Conservação e Estocagem do Leite



Figura 3: Produção de Vácuo na Ordenha



Figura 4: Gerador Elétrico de 18 kVA acionado pelo Trator Diesel

As Figuras 5 e 6 exemplificam as cargas elétricas demandadas pelo agronegócio, constituindo-se em grandes instalações de bombeamento mecanizado de água para a irrigação do arroz ou alimentação dos pivôs de irrigação nas culturas da soja e do milho. A grande maioria das propriedades rurais secam e estocam o grão colhido, buscando os melhores preços de venda. Naquelas propriedades rurais de criação de gado e ovinos requerem significativas cargas de refrigeração das carcaças abatidas. A deficiência de energia elétrica promove a perda de produtividade e competitividade da produção rural.



Figura 5: Sistema de Irrigação Mecanizada das Lavouras de Arroz



Figura 6: Sistema de Secagem e Armazenamento de Grãos

Conforme evidenciado anteriormente os requisitos de qualidade do produto, qual seja tensões em conformidade aos limites estabelecidos pelo Módulo 8 do PRODIST/ANEEL, assim como com qualidade dos serviços atrelados aos condicionantes estabelecidos de continuidade e confiabilidade anualmente pela agência reguladora são fundamentais para assegurar a produtividade e a competitividade dos negócios agropastoris. Isto impõe redes elétricas com confiabilidade elevada, que é incompatível com as receitas aferidas por este tipo de mercado. Assim as opções de geração descentralizada de energia elétrica no meio rural surge como uma alternativa atrativa para ambas as partes.

Buscando fomentar no mínimo a autonomia energética dos clientes usuários de energia elétrica e servindo como um pressuposto capaz de incentivar a propagação da geração distribuída de energia elétrica o Governo Federal promulgou em 17 de Abril de 2012 a Resolução Normativa N^o . 482, estabelecendo as condições gerais para o acesso da micro e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, através de um modelo simplificado de compensação dos aportes de energia elétrica. Esta foi atualizada pela Resolução N^o 687 de 2015 (1).

Nos dois segmentos objeto do trabalho encontram-se potenciais energéticos decorrentes da exploração dos recursos solares, eólicos, hidráulicos e da biomassa. Aqueles recursos decorrentes da exploração solar, térmica e fotovoltaica vem demonstrando uma maior facilidade de instalação e operação. Os demais requerem uma análise temporal mais intensa dada as variabilidades climáticas. Assim descreve-se neste trabalho a forma com que foi abordada a exploração fotovoltaica para atendimento das cargas essenciais das propriedades rurais guardadas as devidas proporções dos seus processos produtivos e serviços energéticos de uso final.

3.0 - PROSPECÇÃO SOLAR NA FRONTEIRA OESTE DO RGS

Os dados solarimétricos são obtidos inicialmente a partir da base de dados meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET coletados em suas estações convencionais e automatizadas. A síntese destas informações podem ser encontradas no portal do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito – CRESESB, mantido pelo CEPEL/ELETOBRAS (4). A Figura 7 demonstra estas informações para a cidade de Alegrete, assinalando o potencial bruto disponível.

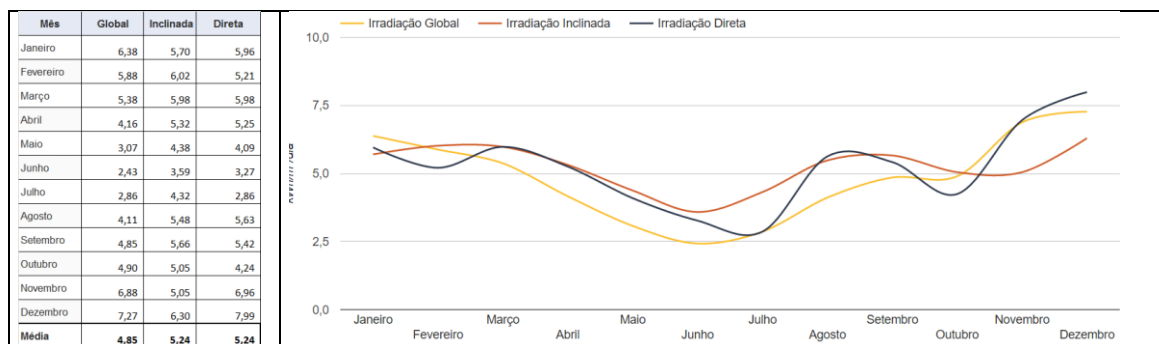


Figura 7: Irradiação Solar Anual no Campus de Alegrete – RS – [kWh/Dia/m²] (4)

Tendo os dados de intensidade local disponível, parte-se para a conformação anual da irradiação, atrelada às características geográficas do local. Para tanto se faz uso da ferramenta computacional disponível no portal SunEarthTools (5). A Figura 8 explicita as informações para a cidade de Alegrete – RS, junto ao Campus da UNIPAMPA. As informações anuais têm como referências os solstícios de verão e inverno, permitindo definir o número de horas de insolação disponíveis, assim como a correta orientação solar a ser adotada.

Assim, segregam-se as informações do INMET por faixas de latitude, possibilitando fazer ilações solarimétricas para áreas geográficas onde não se dispõe de informações. No caso específico da Fronteira Oeste do RGS adotou-se como referência aquelas informações disponíveis para as cidades de Alegrete, Santa Maria e Uruguaiana, que se encontram em latitudes próximas, adicionadas às informações sobre as taxas de nebulosidade locais observadas.

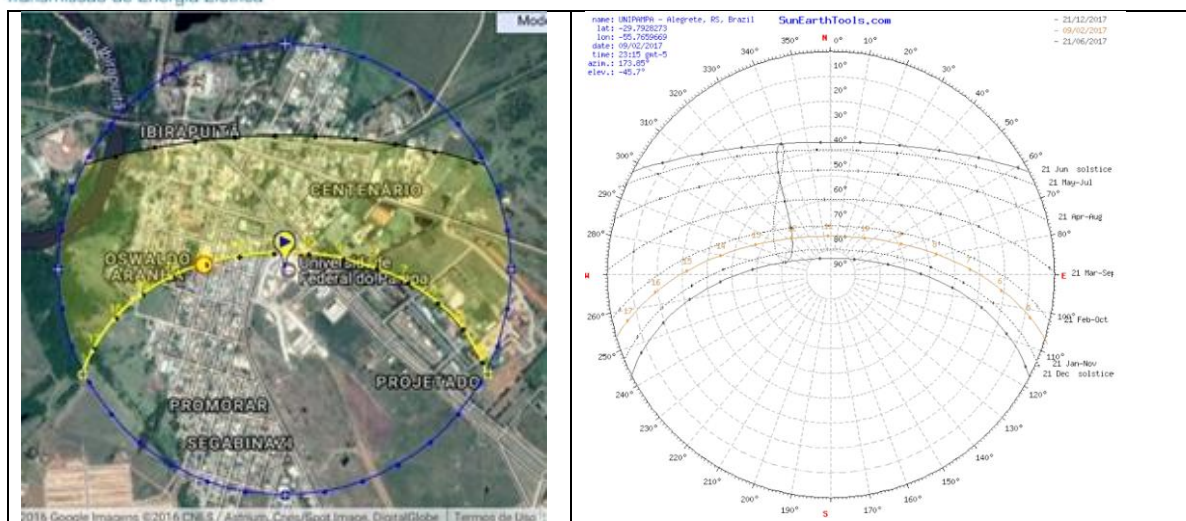


Figura 8: Percorso Solar Anual no Campus de Alegrete (5)

As informações acima referenciadas permitem a primeira estimativa das possibilidades de aproveitamento solar. Estas são cruzadas com informações mais atreladas à realidade local, utilizando o aplicativo SolarMAN (6) que monitora instalações reais implantadas. Além de informar as condições solarimétricas diárias, mensais e anuais, permite ainda analisar as condições energéticas das instalações implantadas. As Figuras 9 e 10 demonstram os resultados alcançados numa instalação fotovoltaica em Alegrete – RS, que vem alcançando uma eficiência energética de 2,57 kWh/dia/kW implantado. Já nas Figuras 11 e 12 têm-se informações de outro projeto implantado em Uruguiana – RS. Nesta instalação vêm sendo alcançado uma eficiência energética da ordem de 4,79 kWh/dia/kW implantado, qual seja 86,4% superior àquela implantada em Alegrete – RS. Em visita às instalações de Alegrete constatou-se que a preocupação maior na implantação foi a de garantir a cobertura de um estacionamento sem uma atenção maior para a orientação e inclinação adequadas.



Figura 9: Curva Diária da Radiação Solar numa instalação real em Alegrete – RS (6)

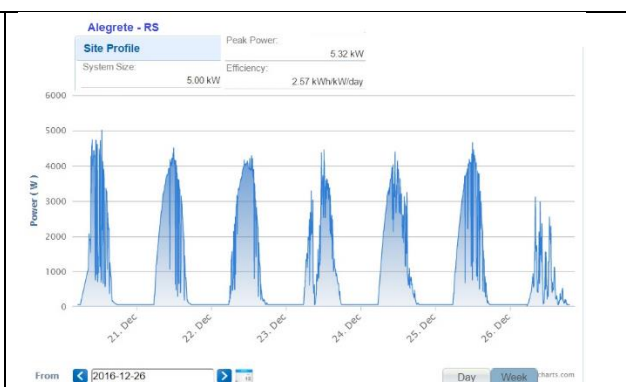
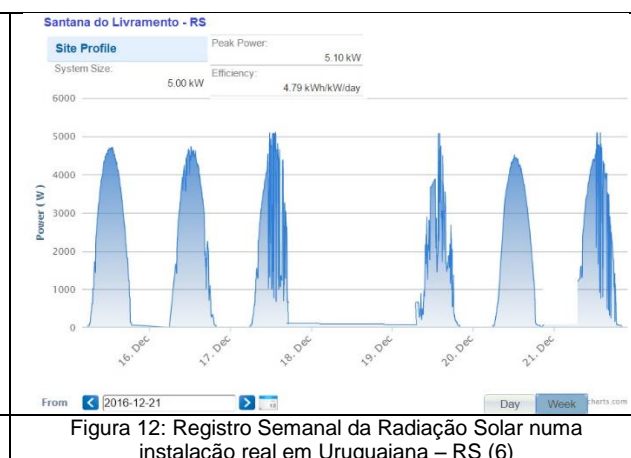


Figura 10: Registro Semanal da Radiação Solar numa instalação real em Alegrete – RS (6)



Isto demonstra a importância da correta seleção do local, sua orientação e inclinação, assim como a correta instalação dos equipamentos de conversão DC/AC para permitir garantir a continuidade e a confiabilidade da instalação. Considerando que a vida útil do investimento pode atingir os 25 anos, problemas de projeto e implantação provocarão prejuízos significantes para o investidor. A euforia da inovação tecnológica provoca o surgimento de empresas de projeto e implantação de instalação fotovoltaica que nem sempre contam com corpo técnico habilitado e capacitado para a condução dos trabalhos, daí a importância de conhecer os projetos implantados e suas performances ao selecionar uma empresa projetista.

4.0 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE SOLUÇÕES FOTOVOLTAICAS

Conforme salientado anteriormente este trabalho enfoca dois segmentos rurais bem característicos na Fronteira Oeste. A agropecuária familiar preponderantemente representada pelos criadores de gado leiteiro e produtores de leite que são atendidos em Baixa Tensão – BT como clientes rurais convencionais ou em média tensão por sistemas monofásicos com retorno pela terra (Sistema MRT), também tarifados como convencionais rurais. Já os clientes de maior porte, focados no agronegócio e representados pelos criadores de gado e ovino e os produtores de grãos, notadamente o arroz, atendidos em média tensão (23 kV) com tarifas horosazonais verde rural e contando com subsídios tarifários para a irrigação mecanizada.

Assim dividiu-se a avaliação econômica de acordo com os patamares de requisitos energéticos, sendo que para a agropecuária familiar as demandas energética alcançam no máximo 40 kW pico. No caso do agronegócio, as exigências energéticas são maiores, podendo superar a 1.000 kW em decorrência das elevadas cargas de irrigação. Entretanto, estas contam com elevadíssimo subsídio tarifário o que torna o tempo de retorno do investimento superior a onze anos, incompatível com os prazos de amortização dos financiamentos. Desta forma restringiu-se a avaliação econômica no agronegócio ao atendimento dos demais requisitos energéticos das propriedades (transporte, ventilação, insuflamento, iluminação, etc., sem considerar a irrigação eletromecanizada das culturas de grãos.

Os dados econômicos dos investimentos foram fornecidos pela empresa ESCO-GD, incubada no PAMPATEC da UNIPAMPA de Alegrete e refletem os custos médios de aquisição, instalação e conexão à rede elétrica, qual seja operações turn-key. A Figura 13 sintetiza os investimentos para a agropecuária familiar, com instalações até 42 kW. Já a Figura 14 faz a mesma demonstração, somente para valores instalados que chegam a 280 kW. As Figuras 15 e 16 explicitam a produção esperada anual tendo como referência instalações na região de Alegrete – RS.

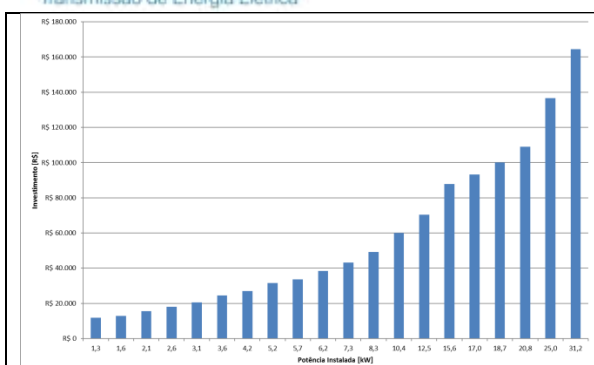


Figura 13: Investimento em Geração Distribuída Solar Fotovoltaica no Meio Rural até 31kW

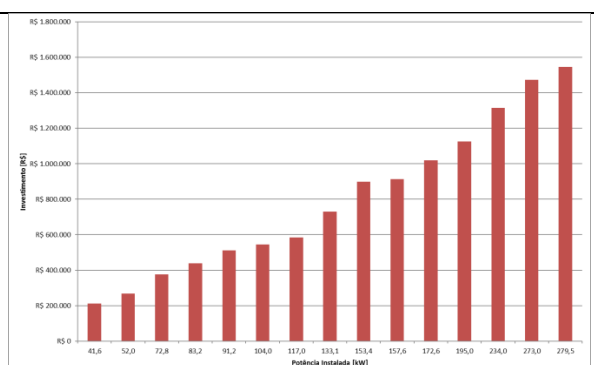


Figura 14: Investimento em Geração Distribuída Solar Fotovoltaica no Meio Rural acima de 40kW até 280 kW

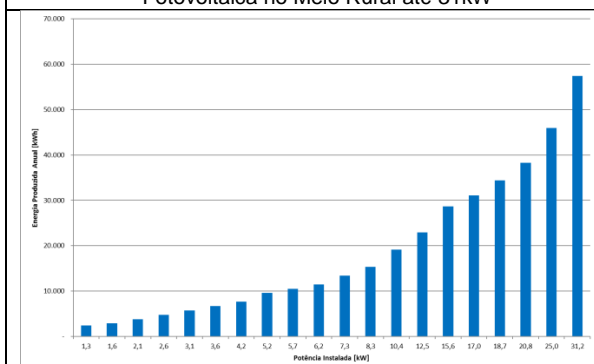


Figura 15: Energia Anual Produzida pelo Sistema Solar Fotovoltaico no Meio Rural até 31kW

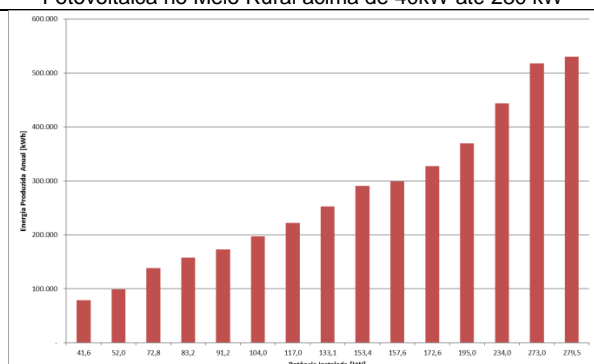


Figura 16: Energia Anual Produzida pelo Sistema Solar Fotovoltaico no Meio Rural acima de 40kW até 280 kW

Para proceder a análise econômica, estabeleceu-se como vida útil do investimento em 25 anos, com uma correção tarifária anual de 5% e uma Taxa de Desconto de 8% para o agronegócio. Para as atividades agropastoris familiares adotou-se a mesma correção tarifária da energia elétrica e como taxa adotou-se aquelas estabelecidas para o PRONAF ECO (2), qual seja de 2,5%, limitando o investimento a R\$ 165.000,00 (3).

As tarifas adotadas foram da RGE SUL, incluindo as Taxas de PIS e COFINS e sem incidência de ICMS, pois a classe rural é diferida. Foram considerados 5 meses de Bandeira Verde, 4 meses de Bandeira Amarela e 3 meses de Bandeira Vermelha. Não foram levados em conta as tarifas de demanda, pois os contratos destas deverão continuar a ser pagos. Logo somente foram considerados os valores médios das tarifas de energia, qual sejam, R\$ 0,374 para a agropecuária familiar e R\$ 0,33 para o agronegócio. Vale a pena destacar o alto subsídio aplicado nas atividades de irrigação mecanizada, que operam em horário reservado (21:30 – 06:00) com uma tarifa de R\$ 0,122, equivalente a 37% da tarifa horo sazonal verde rural, logo pouco atrativa para justificar investimentos em geração descentralizada. Em decorrência dos baixos valores e das semelhanças das tarifas praticadas, observam-se que a avaliação econômica é equivalente para ambas as classes de consumo. As Figuras 17 a 20 demonstram graficamente estes indicadores, evidenciando uma média de Tempo Atualizado de Retorno do Investimento de 7,6 anos para Taxas de Atratividade médias de 16,1% para as propriedades rurais familiares que se financiam pelo PRONAF ECO e de Tempos de Retorno Atualizado de 9,5 anos para o agronegócio. As Taxas de Atratividade são equivalentes, oscilando entorno de 16,3% compatíveis com aquelas estabelecidas para o financiamento das operações de investimento no meio agropastoril.

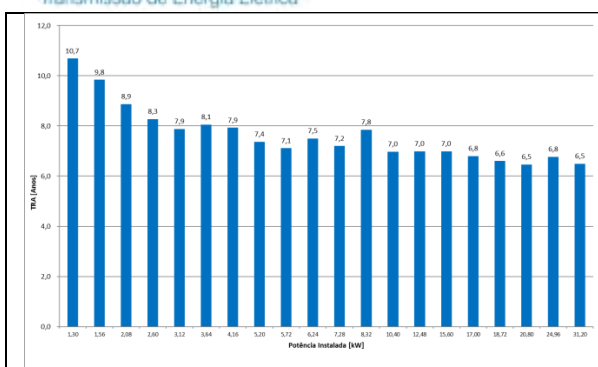


Figura 17: Tempo de Retorno Atualizado da Geração Fotovoltaica no Meio Rural em BT – Convencional

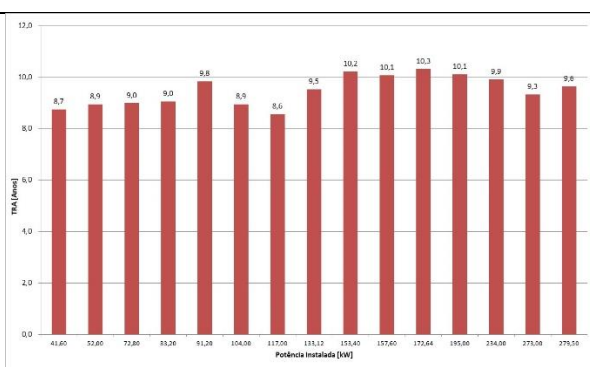


Figura 18: Tempo de Retorno Atualizado da Geração Fotovoltaica no Meio Rural em MT – Tarifa Verde

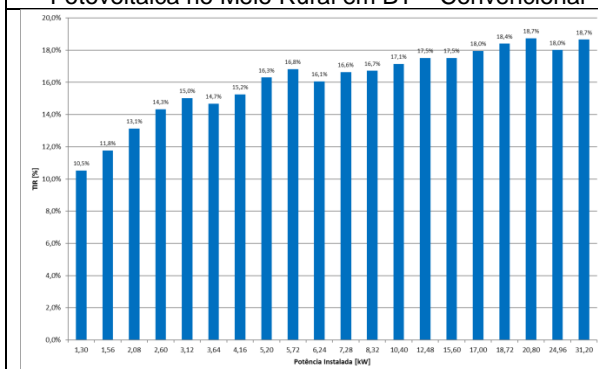


Figura 19: Taxa de Atratividade da Geração Fotovoltaica no Meio Rural em BT – Convencional

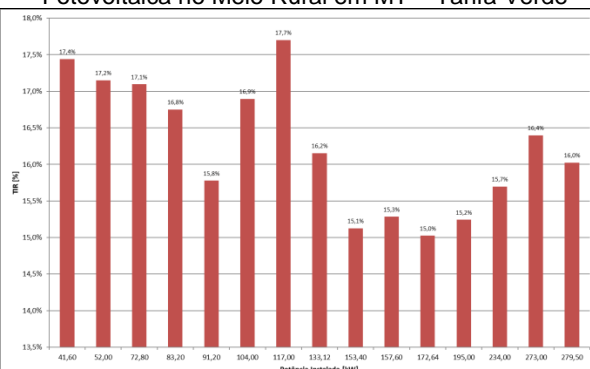


Figura 20: Taxa de Atratividade da Geração Fotovoltaica no Meio Rural em MT – Tarifa Verde

5.0 - A QUESTÃO DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS

Embora os números frios da avaliação econômica não se mostrem suficientemente atrativos para as propriedades rurais, certos processos produtivos e serviços energéticos de uso final impõem níveis de qualidade tanto do produto, no caso Tensões de Fornecimento, como da qualidade dos serviços estabelecidos pela Agência Reguladora. Serviços energéticos como refrigeração, insuflamento de ar, transporte de grãos, comunicação, informática são cargas imprescindíveis no agronegócio, assim como a refrigeração, a produção de vácuo e outras cargas são imprescindíveis no segmento dos produtores de leite. Dentre as atividades extensionistas do GP-EIRE os alunos bolsistas efetuam o acompanhamento dos indicadores de qualidade dos serviços prestados aos clientes rurais, que são indicados nas faturas de energia elétrica dos mesmos.

A Tabela 1 apresenta uma amostragem destes dados observados em clientes agropastoris familiares. Constata-se a total incompatibilidade com os critérios de continuidade e confiabilidade do atendimento da concessionária. Tais ocorrências são recursivas e afetam fortemente a produtividade e a competitividade desta classe produtora.

Assim uma alternativa seria a de contar com estocagem de parte da energia gerada ou recebida em bancos de baterias que assegurem a continuidade operacional dos serviços energéticos primordiais. Para tanto faz-se necessário conhecer os perfis de curvas de carga característicos de cada propriedade rural, visando estabelecer as intensidades de corrente exigidas pelas cargas e seus períodos de ocorrência. Isto pode agregar até 50% a mais no investimento tecnológico, porém garante efetivamente a confiabilidade do suprimento.

Tabela 1 – Indicadores de Qualidade dos Serviços de Distribuição de Energia Elétrica

CLIENTE	TIPO	Mês: 1						Mês: 2						Mês: 3					
		DIC		FIC		DMIC		DIC		FIC		DMIC		DIC		FIC		DMIC	
		META	REALIZ.	META	REALIZ.	META	REALIZ.	META	REALIZ.	META	REALIZ.	META	REALIZ.	META	REALIZ.	META	REALIZ.	META	REALIZ.
1	BT													11,94	28,99	7,97	4,00	6,59	16,43
2	AT	11,51	84,72	5,51	5,00	5,87	29,65	11,51	30,73	5,51	2,00	5,87	30,58	11,19	45,53	5,40	4,00	5,73	31,23
3	AT	11,51	-	5,51	-	5,87	-	11,51	7,03	5,51	2,00	5,87	6,88	11,19	21,93	5,40	2,00	5,73	21,33
4	BT													11,94	33,79	7,97	4,00	6,59	25,10
5	AT	16,23	22,35	6,46	1,00	7,95	22,25	16,23	0,05	6,46	1,00	7,95	0,05	16,23	42,02	6,22	6,00	7,95	31,92
6	AT	11,51	13,38	5,51	2,00	5,87	6,93	11,51	11,90	5,51	1,00	5,87	11,90	11,19	4,10	5,40	1,00	5,73	4,10
7	AT	11,03	-	5,40	-	5,66	-	11,03	0,05	5,40	1,00	5,66	0,05	10,71	8,41	5,16	6,00	5,52	2,58
8	AT	11,51	3,20	5,51	1,00	5,87	3,20	11,51	59,62	5,51	4,00	5,87	27,08	11,19	11,50	5,40	1,00	5,73	11,50
12	BT	16,23	-	6,46	-	7,95	-	16,23	3,67	6,46	1,00	7,95	3,67	18,36	-	8,54	-	9,77	-
13	BT	12,35	2,20	8,04	4,00	6,79	1,82	12,35	76,31	8,04	5,00	6,79	37,83	11,94	13,21	7,97	3,00	6,59	6,93
14	AT	16,23	22,30	6,46	2,00	7,95	22,25	16,23	2,57	6,46	2,00	7,95	2,52	16,23	42,02	6,22	6,00	7,95	31,92
15	AT	11,51	3,20	5,51	1,00	5,87	3,20	11,51	59,62	5,51	4,00	5,87	27,08	11,19	11,50	5,40	1,00	5,73	11,50

Outro aspecto da rede que afeta fortemente o desenvolvimento tanto da agropecuária familiar como das atividades do agronegócio focado na criação de gado é a deficiência da rede elétrica, constituída em boa parte por sistemas monofásicos com retorno pela terra (Sistema MRT) o que limita fortemente tanto o atendimento dos requisitos energéticos das propriedades, como das potencialidades de produção de energia elétrica descentralizada com compensação na rede.

6.0 - CONCLUSÕES

A geração descentralizada com base em recursos solares mostra-se viável no meio rural desde que haja uma realidade tarifária com minimização dos subsídios.

A questão de produzir para usar a compensação na rede mostra-se viável somente quando as condições financeiras forem favoráveis, como no caso de se dispor de financiamento do PRONAF ECO.

As condições da rede elétrica em termos de capacidade e confiabilidade podem impor sérias restrições à implantação de sistemas conectados à rede visando a compensação de energia.

Em situações onde a qualidade do produto e dos serviços de energia elétrica se mostrarem deficitários, torna-se possível viabilizar soluções de produção e estocagem de energia elétrica nas propriedades rurais de pequeno e médio porte.

As propriedades rurais familiares voltadas para atividades agropastoris que investirem na produção descentralizada de energia elétrica com base em sistemas fotovoltaicos alcançam Tempos Atualizados de Retorno do Investimento da ordem de 7,6 anos.

Já as grandes propriedades onde o uso mais intenso de energia elétrica, seja para a produção e estocagem de grãos ou a criação em larga escala de bovinos e ovinos, os Tempos de Retorno Atualizados alcançam a média de 9,5 anos com Taxas de Atratividade oscilando entorno de 16,3% compatíveis com aquelas estabelecidas para o financiamento das operações de investimento no meio agropastoril.



7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANEEL, Resolução Normativa N° 687, “Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST” de 24 de Novembro de 2015
- (2) BANCO DO BRASIL, https://www.bcb.gov.br/pre/bc_atende/port/PRONAF.asp, acesso em 12/02/2017
- (3) _____, [http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/credito/investir-em-sua-atividade/pronaf-eco#/,](http://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/credito/investir-em-sua-atividade/pronaf-eco#/) acesso em 12/02/2017
- (4) CEPEL/CRESESB. “Base de Dados de radiação solar incidente (irradiação solar)”
<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>, acesso em 12/02/2017
- (5) SUN EARTH “Sun Position” https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=pt, acesso em 12/02/2017
- (6) SOLARMAN, “Solar Monitored, Analysed and Networked”,
<http://www.solarmanpv.com/portal/Terminal/TerminalDefault.aspx?come=Public>, acesso em 12/02/2017

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR PRINCIPAL

José Wagner Maciel Kaehler Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria (1972), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Itajubá (1976) e doutorado no Centre D'Énergétique CENERG – Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris (1993). Atualmente é professor adjunto da Universidade Federal do Pampa. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Instalações Elétricas e Industriais, atuando principalmente nos seguintes temas: eficiência energética, planejamento e gestão integrada de recursos energéticos, e sistemas elétricos de potência.