

ANÁLISE DAS CARGAS EFICIENTES E NÃO EFICIENTES COM EQUIVALÊNCIA NO CONSUMO ENERGÉTICO OFERTADAS A PARTIR DOS SISTEMAS SIGFI E MIGDI NOS ESTADOS DO ACRE E AMAZONAS

Alex Artigiani Neves Lima – alex.lima@eletrobras.com

Claudio Monteiro de Carvalho – claudio.carvalho@eletrobras.com

Eduardo Luís de Paula Borges – eduardo_borges@eletrobras.com

Israel Wallysson Freitas da Silva – israel.silva@eletrobras.com

Marcello Soares Rocha – marcello@eletrobras.com

Thales Terrola e Lopes – thales.lopes@eletrobras.com

Centrais Elétricas Brasileira – Eletrobras, Departamento de Coordenação de Programas Setoriais

Geraldo Vasconcelos Arruda Neto – geraldo.neto@amazonasenergia.gov.br

Eletrobras Amazonas Energia – Departamento Programa Luz para Todos

Dennys Cordeiro Senna – dennys@eletroacre.com.br

Eletrobras Distribuição Acre – Assessoria de P&D e Eficiência Energética

Manuel Cesar Santos Filho – mcesar_filho@hotmail.com

Ronaldo de Paula Tabosa – ronaldo.p.tabosa@eletrobras.com

Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA

11. Impactos Sociais, Econômicos e Ambientais das Energias Renováveis

Resumo: *O presente trabalho é pautado na avaliação das cargas dimensionadas para uso em sistemas fotovoltaicos implantados nas regiões remotas na Amazônia. Sendo na região remota do Estado do Acre as cargas atendidas com Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente – SIGFI e no Estado do Amazonas as cargas atendidas em Microssistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica – MIGDI, com vista a evidenciar a especificação das cargas em uso e suas respectivas periodicidades. A caracterização das cargas energéticas de equivalência eficiente depende diretamente do usuário do sistema em adquirir os equipamentos que proporcionem as três premissas básicas estabelecidas no Manual de Projetos Especiais do MME, que são iluminação, comunicação e refrigeração. A iluminação é um item subsidiado pelo governo federal, sendo os demais itens como a comunicação e a refrigeração são adquiridos diretamente pelo usuário, o que impacta na performance do sistema da geração ofertada pelo sistema fotovoltaico, considerando que o sistema de geração é dimensionado segundo as premissas contidas na Resolução nº 493/2012 da ANEEL, em que estão previstas as classes de disponibilidade energética que variam de 13 a 80 kWh/Mês.Unidade Consumidora.*

Palavras-chave: *cargas eficientes, eletrificação rural, sistemas fotovoltaicos*

1. INTRODUÇÃO

A partir do ano de 2008, foram realizadas visitas técnicas in-loco nos sistemas de eletrificação rural implantados nas regiões remotas pela equipe técnica da GTZ, atual GIZ e Eletrobras. Em 2011 o Grupo Guascor do Brasil realizou consultoria técnica para efetuar o monitoramento do desempenho da evolução das cargas e do projeto dos sistemas fotovoltaicos domiciliares no município de Xapuri, onde estão situadas os três seringais, o de Albrácea, Dois Irmãos e Iracema, onde foram visitadas respectivamente 31, 33 e 27 casas perfazendo um total de 91 casas visitadas para identificar as cargas utilizadas e o grau de prioridade e periodicidade de uso das cargas.

No ano de 2013 foi realizada uma visita técnica na comunidade de Sobrado, situada no município de Novo Airão, no Estado do Amazonas, onde foram visitadas 15 residências com o objetivo de verificar quais equipamentos são utilizados pelos usuários e verificar o grau de uso e periodicidade. Também no município de Novo Airão, ao qual pertence a comunidade de Sobrado, foram realizadas visitas ao mercado local no centro do município de Novo Airão com objetivo de coletar as informações técnicas referentes a configuração dos equipamentos disponibilizados para aquisição pela população local.

A geração de energia foi dimensionada a partir das premissas básicas estabelecidas no Manual de Projetos Especiais, que tem como consequência a definição de cargas prioritárias o que impactam no enquadramento da disponibilidade energética da resolução ANEEL nº 493/2012.

Considerando as faixas de carga que podem ser inseridas no bloco de geração, identifica-se a possibilidade da otimização do sistema quando as cargas a ele associadas atendem as máximas classificações de eficiência segundo o Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, considerando que o uso de todos os equipamentos previstos para o conforto mínimo sejam eficientes, por isto caracterizar uma menor energia requerida na geração, menor perda na geração,

perfazendo um maior nível de eficiência global do sistema como um todo. A configuração das cargas dependem única e exclusivamente da aquisição a ser realizada pelo consumidor. Sendo esta aquisição ótima ou deficiente dependendo do nível de conhecimento do desempenho energético do equipamento, ou do desconhecimento sobre o desempenho do equipamento e ou da limitação financeira para a aquisição de equipamentos que proporcionem melhor desempenho de consumo.

A equivalência observada entre as cargas dos sistemas SIGFI e MIGDI se dão por meio das considerações a partir das prioridades das cargas em uso em itens como iluminação e comunicação que são constatados como itens de primeira necessidade durante visita aos domicílios.

2. DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Os dados considerados para o estudo em questão foram obtidos por meio de pesquisas anteriores, fundamentadas no ano de 2008 a partir de um levantamento de situação das cargas elétricas e dos sistemas fotovoltaicos utilizados nos atendimentos com eletrificação rural por meio de fontes renováveis de energia. A metodologia da eficiência energética geralmente está apoiada em três etapas básicas que são: a auditoria energética, o diagnóstico energético e o plano de eficiência energética.

Pode-se verificar que os aparelhos elétricos mais utilizados nos domicílios rurais nos seringais de Xapuri no ano de 2008, em ordem de presença nas casas visitadas estão apresentados na Tab.1.

Tabela 1- Relação de aparelhos elétricos mais utilizados nos domicílios.

ordem	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º
Aparelho	Lâmpadas	TV	Receptor de Antena	Aparelho de Som	Rádio	DVD	Ventilador
			Parabólica			Liquidificador	Caixa Amplificadora

A ordem dos equipamentos mostrada acima evidencia quais são os equipamentos mais usados pelos moradores dos seringais e sugere em quais equipamentos se torna prioritária a busca de uma melhoria da eficiência energética de forma a ter uma redução no consumo diário de energia dos domicílios rurais em Xapuri.

No ano de 2011, três anos após a pesquisa realizada pela Eletrobras/GTZ/Eletoacre, em Xapuri o Consórcio Guascor do Brasil/Guascor Solar do Brasil foi contratado pelo Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA para “Realização de monitoramento da evolução e do desempenho de projetos de sistemas fotovoltaicos domiciliares instalados no Estado do Acre, com vistas à otimização da gestão do serviço de energia elétrica, por meio de pesquisas, metodologia de monitoramento, avaliação e adaptação de processos”. Os trabalhos de pesquisa do Consórcio Guascor obteve como referência informações relacionadas à posse e hábitos de uso de equipamentos nas comunidades dos seringais de Xapuri, sendo demonstrado na Tab. 2 que em um intervalo de tempo de 3 anos, os equipamentos utilizados pelos moradores praticamente não mudaram, o que pode indicar um perfil de preferência de equipamentos baseado em anseios e prioridades naturais do ser humano associado à restrição de energia e potência do sistema SIGFI 13.

Tabela 2 – Relação de equipamentos mais presentes nos domicílios no período do ano de 2008 e ano de 2011.

APARELHOS	PESQUISA - 2008	PESQUISA - 2011
Lâmpadas	1º	1º
Aparelhos de TV	2º	2º
Receptor de Antena	3º	3º
Aparelho de Som	4º	5º
Rádio	5º	9º
DVD	6º	4º
Liquidificador	6º	6º
Ventilador	7º	7º

Na pesquisa realizada em 2008 foi feito um questionamento aos moradores sobre sua perspectiva futura de adquirir equipamentos para uso domiciliar. Sendo observado que além do aparelho de televisão e do aparelho de som o equipamento mais desejado é a geladeira devido à importância que tem na conservação de alimentos. Um obstáculo que

surge, no entanto, é a limitação de potência que os sistemas SIGFI 13 apresentam, dificultando a utilização da maioria dos modelos de refrigeradores.

Com o intuito de verificar a viabilidade de se utilizar modelo de refrigerador condizente com sistemas do tipo SIGFI 13, foram realizados testes no CEPEL (Centro de pesquisas de Energia Elétrica da Eletrobras) em 2 (dois) modelos de refrigerador de corrente contínua, um importado e outro de fabricação nacional. Os modelos dos refrigeradores são os abaixo discriminados:

- ▶ Refrigerador marca ELBER, modelo HRE 150, 12 Vcc, 150 l, 50 W;
- ▶ Refrigerador marca SUNDANZER/Electrolux, modelo DCR 165, 12 Vcc, 150 l, 50 W.

O resultado do teste indicou um consumo de energia elétrica de 6 kWh/mês, no entanto, 03 (três) refrigeradores destes modelos foram instalados em domicílios em Xapuri e o monitoramento no campo identificou um consumo com o valor do dobro do laboratório, isto é, em torno de 12 kWh/mês. Este resultado encontrado no campo torna estes modelos em princípio incompatíveis para sistemas do tipo SIGFI 13 e coloca em dúvida a possibilidade de utilização de refrigeradores em sistemas deste tipo, mas podendo ser viável para sistemas a partir do SIGFI 30.

Em consideração a sistemas MIGDI, foi realizada a visita à comunidade remota de Sobrado situada no município de Novo Airão, Estado do Amazonas, visando identificar os equipamentos elétricos domiciliares que são utilizados pelos usuários do sistema fotovoltaico configurado como MIGDI. O atendimento de energia em cada domicílio é equivalente a um atendimento individual do tipo SIGFI 45.

A comunidade Sobrado é constituída de 15 (quinze) domicílios e os aparelhos elétricos em uso identificados durante a visita a comunidade estão discriminados na Tab. 3.

Tabela 3 – Relação de aparelhos elétricos identificados nos domicílios rurais.

Aparelhos	Modelos
Lâmpadas	Florescente compacta
Televisores	Phillips – Cinescópio - 127 Vca CCE – Cinescópio - HPS 1497 - 14 “ - 127 Vca Potência: 37 W
Refrigeradores	Esmaltec – RCD-33 276 l Consumo de energia: 38,5 kWh / mês Letra A - Procel – 127 Vac Eletrolux – RE 28 240 l Consumo de energia: 23,7 Letra A – Procel – 127 Vac
Ventiladores	Modelo A Modelo B Obs: Não foi possível identificar os modelos
Receptor de Antena parabólica / DVD	Receptor marca PR Eletron DVD marca Precision
Caixa Amplificadora	Wattson Potência: 30 W rms

Os refrigeradores encontrados são da faixa A de eficiência e tem o Selo Procel, sendo portanto equipamentos eficientes. No entanto, provavelmente devido à potência elétrica e corrente de partida do compressor não poderiam ser utilizados em um atendimento individual do tipo SIGFI 13.

Os equipamentos elétricos encontrados nos dois domicílios visitados são do mesmo tipo dos equipamentos de uso final encontrados nos domicílios dos seringais de Xapuri no Estado do Acre, comprovando que o perfil das cargas domiciliares nos atendimentos rurais isolados apresentam características similares.

3. CARACTERIZAÇÃO DAS CARGAS NOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Por meio das pesquisas realizadas foi possível levantar um perfil dos equipamentos de uso domiciliar utilizados pelos moradores das comunidades remotas visitadas e a partir deste perfil pretende-se analisar alternativas que possibilitem uma redução no consumo de energia destes domicílios rurais.

3.1 Perfil das Cargas

As comunidades rurais atendidas com sistemas fotovoltaicos são comunidades constituídas por moradores de baixa renda, os quais possuem limitação financeira para a aquisição de aparelhos elétricos domiciliares. Sistemas fotovoltaicos possuem restrição quanto a potência e energia consumida pelos aparelhos, portanto estes dois fatores determinam um perfil de aparelhos domiciliares que são adquiridos e utilizados pelos moradores das regiões remotas.

A partir das pesquisas e levantamentos realizados no Projeto de Xapuri da Eletrobras Distribuição Acre e nas 12 miniusinas solares fotovoltaicas da Eletrobras Amazonas Energia, conforme o ano de 2011 é possível obter um perfil dos aparelhos domiciliares utilizados, da maior frequência de presença da maior presença nos domicílios para a menor.

Utilizando os dados de hábitos de uso obtidos nas pesquisas é possível fazer uma simulação da contribuição percentual mensal do consumo de energia de cada uso final, no caso hipotético de um domicílio com todos os aparelhos presentes, considerando o valor médio de potência e horas de utilização levantados, conforme mostrado na Fig. 1.

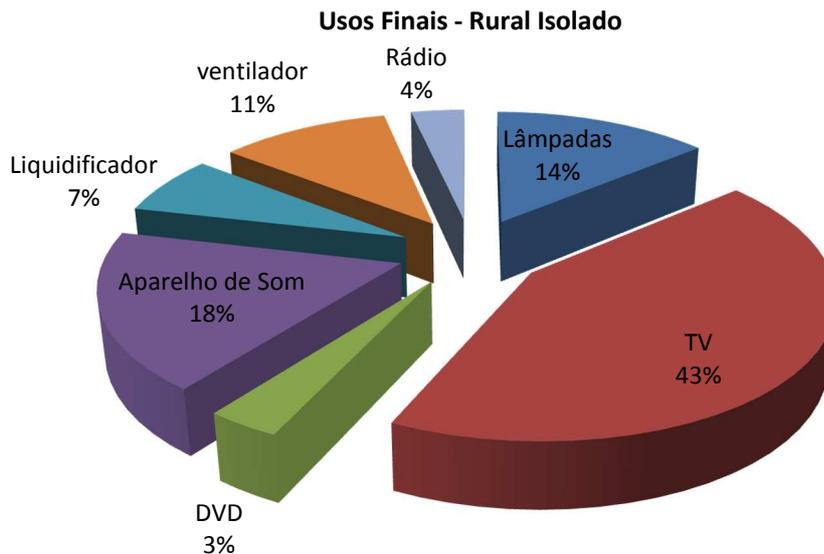


Figura 1 – Percentual de contribuição por uso final no consumo mensal de energia de um domicílio rural visitado na região de Xapuri.

Pode-se observar na figura acima, que os aparelhos de televisão nesta simulação apresentam a maior contribuição mensal no consumo de energia com 43%, em 2º lugar são os aparelhos de som com 18% e em 3º lugar as lâmpadas para iluminação com 14%. Uma análise destes usos finais torna-se portanto primordial para a busca por alternativas de redução do consumo de energia nos domicílios.

3.2 Análise dos Usos Finais

Iluminação. A iluminação talvez seja o uso final mais importante para as comunidades rurais isoladas atendidas com geração fotovoltaica, o valor de poder ter iluminação para a realização de atividades noturnas é incalculável.

Nos projetos pilotos de atendimento às comunidades isoladas com sistemas fotovoltaicos, desenvolvidos no âmbito do Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – “Luz para Todos”, tem sido fornecido aos moradores dos domicílios um kit composto de 03 (três) lâmpadas fluorescentes compactas de 11 W que possuem o Selo Procel e luminária.

Os moradores das comunidades rurais isoladas são de baixa renda. Assim sendo, as lâmpadas que oferecem a melhor relação investimento inicial x eficiência são as fluorescentes compactas.

Aparelhos de Televisão. Os aparelhos de televisão quando presentes nos domicílios das comunidades rurais isoladas podem ser responsáveis pela maior contribuição mensal no consumo de energia destes domicílios. Existem disponíveis no mercado aparelhos de televisão que utilizam diferentes tecnologias que foram surgindo ao longo do tempo devido à evolução natural do conhecimento científico-tecnológico. Os tipos de televisores conforme a tecnologia são os seguintes:

- a) Televisores de Cinescópio;
- b) Televisores de Plasma;
- c) Televisores de LCD e LCD/LED.

As diferenças no consumo elétrico podem ser visualizadas considerando-se como referência o modelo de menor potência como mostrado na Tab. 4. Na coluna (4) pode-se observar que o consumo do modelo de maior potência equivale

ao consumo do modelo de menor potência e mais o consumo de lâmpadas fluorescentes compactas (LFC) de 9 W funcionando durante quatro horas. A coluna (5) mostra o percentual da cota de consumo mensal do SIGFI 13 consumida pelo aparelho de menor e maior potência. Os aparelhos de maior consumo de energia de 21 e 29 polegadas ultrapassam a cota de consumo mensal do SIGFI 13.

Tabela 4 – Relações de energia elétrica entre diferentes modelos de televisores.

(1) Polegadas (“)	(2) Consumo de Energia	(3) Marca	(4) Consumo mensal (LFC 9W 4h/dia)	(5) % (13 kWh/mês)
14	Menor	Semp	#	55
	Maior	Philco	# + 3 LFC	81
21	Menor	Philco	Δ	62,3
	Maior	Century	Δ + 5 LFC	110
29	Menor	SempLG	¥	82,3
	Maior	LG	¥ + 7 LFC	142,3

A Tab.4 evidencia a importância da escolha por aparelhos de baixo consumo de energia em domicílios atendidos por sistemas de geração fotovoltaicos. Quando os equipamentos são eficientes pode-se liberar capacidade do sistema para a utilização de mais equipamentos ou diminuir a potência instalada de geração com redução do investimento.

Todos os aparelhos de televisão do tipo plasma existentes no mercado tem potência elétrica maior que 150 W, o que faz com que aparelhos desta tecnologia não sejam indicados para utilização em domicílios atendidos com energia fotovoltaica em função do alto consumo de energia.

Existe no mercado de televisores de LCD, uma enorme variedade de modelos com potências elétricas variadas, mas mesmo em modelos com a mesma dimensão de tela é possível encontrar uma ampla faixa de consumo de energia nos aparelhos, conforme pode ser visto na Tab. 5.

Tabela 5 – Relação de consumo de energia de diferentes modelos televisores de LCD.

Polegadas (“)	Consumo de Energia (potência)	Marca	Modelo	Potência(W)	Consumo Mensal 4h/dia (kWh)	Stand by (kWh/mês)	Consumo Total de Energia (kWh/mês)
22	Menor	AOC	T2242WE	28	3,36	0,21	3,57
	Maior	Philips	221TE4L	250	30,00	0,31	30,31
24	Menor	AOC	T2442	28	3,36	0,26	3,62
	Maior	AOC	T2464M	60	7,20	0,29	7,49
32	Menor	H-Buster	HBTv-22L05FD	40	4,80	0,42	5,22
	Maior	CCE	LT32D	250	30,00	0,46	30,46

Pode-se perceber da Tab. 5, que existe possibilidade de ter um consumo de energia bastante reduzido na escolha de um aparelho de televisão realmente eficiente.

A Tab. 6 mostra que os aparelhos de televisão do tipo LCD mais eficientes no mercado que possuem potência elétrica até 65 W, de acordo com a dimensão da tela são:

Tabela 6 – Relação de potência entre diferentes modelos de televisores de LCD mais eficientes no mercado.

Polegadas	Fabricante	Marca	Modelo	Potência (W)
13	Aulik	Lenoxxsound	TV-7114	18
18,5	LG	LG	M1950A	27
19	Envision	Philips	190TS2L	21
22	Envision	AOC	T2242WE	28
24	Envision	AOC	T2442	28

26	Envision	AOC	E269STNS4WACN	25
27	LG	LG	M2450D-PSN	24
29	LG	LG	29MN33DPS	40

Aparelhos de Som. Na Fig. 1, do item 3.1, pode-se observar que os aparelhos de som podem ter um peso considerável no consumo de energia elétrica nos domicílios rurais. As informações coletadas nas pesquisas realizadas nas comunidades rurais indicaram que a média diária de utilização do aparelho de som nos domicílios é em torno de duas horas e a potência média dos aparelhos encontrados em torno de 50 W, o que leva a um consumo médio de 100 Wh por dia. No caso de atendimentos com sistemas do tipo SIGFI 13 cujo teto de consumo diário é de 435 Wh, os aparelhos de som seriam responsáveis por consumir 22 % do teto.

Existem no mercado inúmeros tipos de aparelhos de som entre os aparelhos portáteis, micro systems e mini systems, fabricados por diversos fabricantes, com potências variadas. Muitos modelos portáteis funcionam com dupla tensão, de 127 AC ou com a utilização de pilhas em CC.

A potência verificada para micro system portátil variou de 4 W a 15 W e para mini system portátil variou de 26 W a 2400 W.

Pode-se observar que o tipo de aparelho de som de menor consumo de energia é o do tipo portátil, pois os modelos desta categoria possuem baixos níveis de potência elétrica. Os modelos do tipo micro system e mini system possuem níveis de potência maiores e podem chegar a patamares de potência incompatíveis para utilização com sistemas fotovoltaicos.

3.3 Alternativas de Redução do Consumo de Energia nos Domicílios em Regiões Remotas

Os domicílios rurais das comunidades isoladas apresentam o perfil de cargas elétricas mostrado no Tab.1, portanto as alternativas para reduzir o consumo de energia elétrica do domicílio passam necessariamente pela redução do consumo de cada carga, ou seja, da utilização de equipamentos eficientes com baixo consumo de energia em cada uso final.

Pode-se fazer uma simulação da redução do consumo de energia em um domicílio hipotético em que estivessem presentes todos os usos finais, conforme mostrado na Tab. 7 em que a potência média e o tempo médio de uso são as médias das potências e do tempo de uso dos aparelhos encontrados nos domicílios das comunidades de Xapuri e levantados nas pesquisas realizadas:

Tabela 7 – Relação entre a potência média dos aparelhos e o tempo e o consumo médio do uso diário.

Uso Final	Qte	Potência Média (W)	Tempo Médio de Uso/dia (h)	Consumo Médio Diário (Wh/dia)
Lâmpadas	3	11	4	44
Aparelho de Televisão	1	53	3,17	168,01
Receptor de Antena	1	12	4	48
DVD	1	12	1,43	17,16
Aparelho de Som	1	52	1,76	91,52
Liquidificador	1	350	0,1	35
ventilador	1	60	0,92	55,20
Rádio	1	14	1,24	17,36
Total				476,25

No item anterior foram analisados modelos de baixo consumo de energia disponíveis no mercado. Identificou-se que pode-se substituir o aparelho de televisão, o aparelho de som e o ventilador na Tab. 7 pelos seguintes modelos eficientes descritos na Tab. 8.

Tabela 8 – Relação de equipamentos eficientes.

Aparelhos	Fabricante	Marca	Mo	Potência (W)
Aparelho de Televisão	Envision	AOC	E269STNS4WACN	25
Aparelho de Som	Philips	Philips	AZ380S/78	15
Ventilador	Venti Delta Ltda	Venti Delta	FS40-014	40,2

A Tab. 9 mostra o resultado da substituição com a redução do consumo total para 304,15 Wh e ganho de 36 % de economia de energia.

Tabela 9 – Demonstração de menor consumo de energia obtido com a substituição de equipamentos eficientes descritos na Tab. 8.

Uso Final	Qte	Potência Média (W)	Tempo Médio de Uso/dia (h)	Consumo Médio Diário (Wh/dia)
Lâmpadas	3	11	4	44
Aparelho de Televisão	1	25	3,17	79,25
Receptor de Antena	1	12	4	48
DVD	1	12	1,43	17,16
Aparelho de Som	1	15	1,76	26,4
Liquidificador	1	350	0,1	35
Ventilador	1	40,2	0,92	36,98
Rádio	1	14	1,24	17,36
Total				304,15
Ganho (Δ)				172 Wh/dia 36 %

A utilização de equipamentos eficientes nos domicílios rurais atendidos com geração fotovoltaica é de suma importância, pois libera maior capacidade do sistema para a utilização de mais equipamentos nos domicílios, além de reduzir o custo do investimento na capacidade de geração a ser instalada pela concessionária.

As pesquisas realizadas pela Eletrobras/GTZ em 2008 e também as realizadas pelo Consórcio Guascor em 2011, revelaram que um dos principais anseios dos moradores das comunidades rurais isoladas é poder ter uma geladeira no domicílio.

Visando achar no mercado um refrigerador de corrente contínua de baixo consumo de energia, com possibilidade de ser utilizado em domicílio atendido por um sistema do tipo SIGFI 30, realizou-se uma pesquisa junto a fabricantes nacionais e estrangeiros dos modelos disponíveis no mercado e suas características técnicas. Buscou-se comparar basicamente as quatro características assim discriminadas: existência de congelador, dimensões dos compartimentos, consumo de energia e preço, conforme a Tab. 10, mostra para os modelos de refrigeradores de 127 V e corrente alternada, de menor consumo de energia no mercado.

Tabela 10 – Relação de diferentes modelos de refrigeradores, relação de consumo e disponibilidade de aquisição.

Fornecedor	Marca	Modelo	Volume Interno (l)			Consumo de energia (kWh)	Preço (R\$)	Loja
			Ref	Cong	Tot			
Eletrolux	Eletrolux	REW35	236	26	262	19,5	740,61	Eletrosom
Esmaltec	Esmaltec	ROC34	232	27	259	19,5	872,22	Credimóveis Novolar
Esmaltec	Esmaltec	ROC30	224	27	251	22,0	899,00	Shop time
Lofra	Liebherr	RB1410	337	—	337	22,5	8.729,64	Ajmadison
Whirlpool	Consul	CRC28F	219	20	239	23,4	739,90	Casas Bahia
Eletrolux	Eletrolux	RE28	214	26	240	23,7	768,51	Casas Bahia
Mabe	Continental	RUCT270	223	29	252	23,7	719,10	Magazine Luiza

Fonte: PBE – Inmetro – 14.06.13

Pode-se observar na Tab. 10, que o nível de menor consumo é de 19,5 kWh. No entanto, para este refrigerador ser utilizado em um domicílio que possua outras cargas como lâmpadas, aparelho de televisão, aparelho de som, etc, o domicílio teria que ser atendido por um sistema fotovoltaico domiciliar (SFD) com disponibilidade maior que 30 kWh/mês, teria que ser um sistema igual ou maior que SIGFI 45.

3.4 Viabilização da Aquisição de Equipamentos Domiciliares Eficientes

Nos itens anteriores foi mostrado que existem equipamentos elétricos eficientes no mercado, que quando utilizados em domicílios de comunidades rurais isoladas, podem reduzir bastante o consumo de energia elétrica mensal. Os sistemas fotovoltaicos que atendem os domicílios rurais possuem restrição de potência e energia com relação à carga a ser atendida, portanto, o uso de equipamentos ineficientes faz com que estes dois limites máximos de potência e energia sejam atingidos com mais rapidez, causando problemas frequentes de desligamento do sistema. A utilização de equipamentos eficientes pelos moradores é fundamental para não ultrapassar estes limites e também para liberar capacidade do sistema, possibilitando a utilização de mais equipamentos.

Os aparelhos elétricos utilizados nos domicílios rurais são adquiridos pelos próprios moradores, em vista disto, a concessionária deve procurar facilitar e direcionar a aquisição de equipamentos eficientes. As alternativas mais eficazes que a concessionária pode utilizar para facilitar e direcionar a aquisição de equipamentos eficientes são: a etiquetagem e os programas que proporcionem ao consumidor um desconto como um incentivo, no preço de aquisição de um equipamento eficiente. Sendo a concessionária a responsável em oferecer o subsídio e o programa. Pois o morador ao utilizar equipamentos eficientes aumenta a capacidade do sistema fotovoltaico de atender um número maior de cargas, reduzindo para a concessionária o investimento na potência instalada inicial ou na sua ampliação.

4. ANÁLISE PELO LADO DA OFERTA

Analisar o Sistema Fotovoltaico Domiciliar (SFD) quanto a sua eficiência sob a ótica da redução das perdas de energia e melhoria da eficiência do sistema requer que o SFD em avaliação atenda às duas premissas abaixo discriminadas:

Os componentes do SFD são eficientes;

A capacidade do SFD está adequada à carga atendida.

A eficiência nos componentes do SFD se baseia principalmente na eficiência dos módulos fotovoltaicos, dos inversores e das baterias utilizados.

Nos projetos de utilização de sistemas fotovoltaicos para geração de energia deve-se especificar módulos fotovoltaicos etiquetados com a letra A do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE do Inmetro, para garantir maior eficiência na geração de energia

Na escolha de um inversor eficiente para SFD deve-se observar os seguintes critérios: O consumo em vazio, isto é, sem carga, deve ser baixo, com auxílio do circuito de economia de energia “search mode”, de até 0,7 W.

A eficiência do inversor deve ser superior a 90% em uma ampla faixa de carregamento e a eficiência para cargas baixas (10 W) deve ser superior a 75%.

As baterias mais utilizadas em sistemas fotovoltaicos domiciliares são as baterias do tipo chumbo-ácido estacionária hermética, livre de manutenção. Este tipo de bateria não necessita de reposição de água, mas por outro lado não apresenta um bom desempenho em descargas profundas, a sua resistência à ciclagem é limitada.

As principais perdas nos componentes do sistema fotovoltaico, devido ao superdimensionamento que comprometem a eficiência do sistema de forma global, são: Perdas no Módulo, perdas no inversor e perdas nas baterias.

No caso dos sistemas fotovoltaicos do Projeto Piloto das comunidades de Xapuri no Acre, foi constatado, após as medições realizadas, que os sistemas estavam superdimensionados para a energia mensal demandada pelos domicílios. Os sistemas foram dimensionados para a disponibilidade de energia do tipo SIGFI 13, no entanto, devido ao fornecimento de módulos um pouco acima da potência originalmente especificada (240Wp para 261Wp) e inversores compatíveis com esta potência, o monitoramento revelou uma disponibilidade real de energia acima do previsto originalmente, conforme mostrado na Tab. 11.

Tabela 11 – Disponibilidade Energética Real dos Seringais de Xapuri.

Sistema	Albrácea	Dois Irmãos	Iracema	Média
Disponibilidade energética média no pior mês (kWh/mês)	18	16	15	16

Fonte: Relatório Final Ações para Disseminação de Fontes Renováveis de Energia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que é possível reduzir o consumo de energia de forma significativa nos domicílios de comunidades remotas por meio da indicação de equipamentos eficientes energeticamente desde que os equipamentos disponíveis nas lojas situadas nos mercados locais próximos das comunidades sejam equipamentos eficientes para aquisição. Isto pode ser realizado através de contatos da concessionária com os lojistas no sentido de conseguir que os modelos eficientes sejam oferecidos nas lojas e também por meio do uso de etiquetas e/ou programas de rebates para estimular a aquisição destes equipamentos pelos moradores dos domicílios.

Considerando o grande anseio por parte dos moradores dos domicílios das comunidades isoladas da Amazônia, detectado nas pesquisas realizadas, em possuir uma geladeira, para a conservação de alimentos e também para a possível fabricação caseira de picolés para venda. Devido a este anseio, foi realizada uma investigação, no decorrer deste trabalho, visando encontrar um modelo de geladeira que pudesse atender a esta questão.

No presente trabalho procurou-se examinar a possibilidade da geladeira da empresa Compact de 67 litros ter viabilidade de utilização em sistemas fotovoltaicos do tipo SIGFI 30, em função de suas características técnicas. Este exame, no entanto, ainda está pendente, pois somente após os ensaios que o fabricante concordou em realizar no laboratório Labelo haverá comprovação da sua viabilidade em função da potência e do consumo de energia medidos.

O superdimensionamento de sistemas em relação à carga atendida implica em perdas elétricas em seus componentes, sendo necessário portanto sempre que o dimensionamento esteja adequado as cargas a serem instaladas e o uso de equipamentos com maior nível de eficiência.

REFERÊNCIAS

- Tabosa, R., 2013. Estudo dos equipamentos de uso domiciliar nos atendimentos com eletrificação rural utilizando fontes renováveis de energia, sob a ótica da eficiência energética e redução de custos.
- Consórcio Guascor do Brasil., Guascor Solar do Brasil., 2011. Realização de monitoramento da evolução e do desempenho de projetos de sistemas fotovoltaicos domiciliares instalados no Estado do Acre, com vistas à otimização da gestão do serviço de energia elétrica, por meio de pesquisas, metodologia de monitoramento, avaliação e adaptação de processos.
- Eletrobras., Gtz., Eletroacre., 2008. Relatório final ações para disseminação de fontes renováveis de energia.
- Inmetro., 2013. Programa brasileiro de etiquetagem.
- MME., 2009. Manual de projetos especiais.
- Aneel., 2012. Resolução normativa nº 493.

ANALYSIS OF EFFICIENT LOADS AND NON-EFFICIENT LOADS WITH EQUITY IN ENERGY CONSUMPTION SUPPLIED BY SMALL OFF-GRID SYSTEMS IN THE ACRE AND AMAZONAS STATES

Abstract. *This work is guided by the assessment of loads sized for photovoltaic systems deployed in remote Amazon regions. In the remote region of Acre state the loads are supplied by Individual Generation System with Intermittent Power Source –SIGFI and in the Amazonas state the loads are supplied by Isolated Generation Micro System with Micro Grids – MIGDI, aimed at identifying the specification of loads and its frequencies. The characterization of energetic efficient loads depends directly on the user in acquiring the equipment that provide the three basic assumptions set in the Special Projects of the Mines and Energy Ministry - MME , that are lighting, communication and refrigeration. Lighting is subsidized by the federal government and the others items such as communication and refrigeration are acquired directly by the user, which impacts on the photovoltaic generation system performance, considering that the generation system is sized according to the Resolution assumptions of National Agency of Electric Energy - ANEEL, in which are foreseen the classification ranging from 13 to 80 kWh / Month.Consumer .*

Key words: *efficient loads, rural electrification, solar photovoltaic systems.*