



Evento: XXX Seminário de Iniciação Científica

## ANÁLISE DE CONSUMO ENERGÉTICO EM UMA RESIDÊNCIA INTELIGENTE COM GERAÇÃO FOTOVOLTAICA<sup>1</sup>

### ANALYSIS OF ENERGY CONSUMPTION IN A SMART HOME WITH PHOTOVOLTAIC GENERATION

**Giovanna de Oliveira Brito<sup>2</sup>, Leonardo Luan Moreira Serpa Sá<sup>3</sup>, João Manoel Lenz<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa alocado ao GAIC, desenvolvido e financiado pela UNIJUI.

<sup>2</sup> Bolsista PIBIC. Aluna do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, giovanna.brito@sou.unijui.edu.br.

<sup>3</sup> Bolsista FAPERGS. Aluno do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, leonardo.sa@sou.unijui.edu.br.

<sup>4</sup> Professor do Curso de Engenharia Elétrica e do PPG em Modelagem Matemática e Computacional da UNIJUI, joao.dasilva@unijui.edu.br.

## INTRODUÇÃO

O sistema elétrico mundial tem sido impactado devido a uma série de mudanças em sua infraestrutura e composição. Os aumentos da demanda e do consumo de energia (JUNYON, 2016), bem como, a substituição das fontes não renováveis na busca de se reduzir a emissão de gases poluentes (MME & EPE, 2020). Tem contribuído para que cada vez mais sistemas de geração distribuída sejam instalados e conectados à rede elétrica.

Compreendido neste contexto é que se estabelece o conceito de *Smart Grids* (do inglês Redes Inteligentes), uma rede moderna com comunicação e fluxo bidirecional que possibilita novas funcionalidades e aplicações (PELIELO; ACCACIO; MOYSES, 2016). Viabilizando, dessa forma, o desenvolvimento de pesquisas em outras áreas como *Home Energy Management Systems (HEMS's)* (do inglês Sistemas de Gerenciamento de Energia Doméstica), na qual se busca maneiras de se gerenciar a demanda e otimizar o consumo de eletricidade (ZAFAR; BAYHAN; SANFILIPPO, 2020).

O presente projeto de pesquisa irá desenvolver o estudo referente à modelagem de redes de distribuição de baixa tensão sob a óptica do modelo *Smart Grid*, através da simulação do fluxo de potência de uma residência, observando a geração de energia em sistema de Painéis Fotovoltaicos e do perfil de consumo.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa serão realizadas simulações no *software Matlab/Simulink*, no qual será demonstrado um sistema de geração de energia através de



placas fotovoltaicas a partir de informações de bancos de dados reais sobre irradiação solar. Bem como, será realizada a comparação das informações de consumo e geração de uma residência. O embasamento teórico será obtido a partir de artigos científicos, teses de graduação, pós-graduação, mestrado e doutorado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. TERMINAÇÃO DO PERFIL DE CARGA RESIDENCIAL

Os sistemas de gerenciamento de energia doméstica podem atuar de acordo com vários critérios, dentre os quais estão inclusos o custo de energia, condições climáticas, perfis de cargas, entre outros. Além de se revelarem como fontes eficientes para a redução de consumo em estabelecimentos comerciais e residenciais que possuem seus equipamentos conectados a redes inteligentes (ZAFAR; BAYHAN; SANFILIPPO, 2020).

Para consideração e aplicação no sistema da pesquisa, foi desenvolvido uma relação de consumo e carga de uma residência composta por 4 pessoas, sendo desses dois adultos e duas crianças entre 10 e 18 anos. Conforme representado no quadro 1, a rotina da família é dividida em duas situações distintas, cujos são dias úteis e finais de semana.

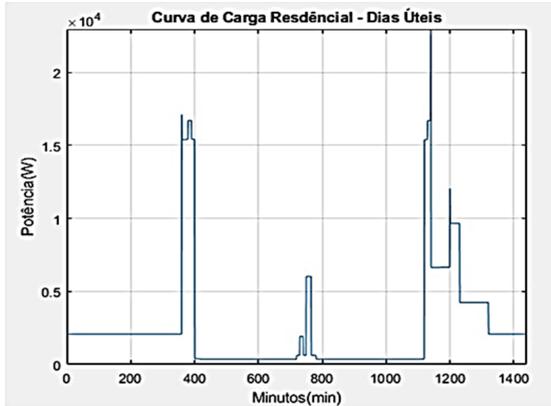
Quadro 1 - Curva de Carga

Curva de Carga								Banheiro	Chuveiro_1_2	2	7500	06:00	06:40	--	--	
Equipamentos e curvas de carga				Tempo ativo (h)								18:40	19:00	18:20	18:40	
				Dias úteis		Finais de semana						06:00	06:40	07:50	08:00	
Cômodo	Equipamento	Qtde.	Potência (W)	Início	Fim	Início	Fim	18:40	19:00	18:20	18:40					
Sala	TV_1	1	250	12:00	13:00	09:00	12:00	Lavanderia	Ferro	1	750	--	--	17:30	18:00	
				19:00	22:00	16:00	23:00					Máquina de lavar	1	1500	--	--
	A/C_1  (12.000 BTU's)	1	1250	19:00	22:00	16:00	23:00					Secadora	1	3500	--	--
				Iluminação_1	3	10	19:00		22:00	18:00	23:00	Iluminação_4	2	10	--	--
Cozinha	Forno	1	2400	19:00	20:00	11:00	12:00	Quarto/Suite	Desktop	1	300	19:00	22:00	10:00	23:00	
				06:20	06:30	08:00	08:10		Notebook_1_2	2	65	19:00	22:00	10:00	23:00	
	Microondas	1	1300	12:10	12:20	19:30	19:40		Secador de cabelo	1	1300	18:50	19:00	18:30	18:40	
				24 horas por dia	Iluminação_2	2	10		06:15	06:55	08:00	08:30	Iluminação_5	2	10	06:00
	Refrigerador	1	350	19:30					20:30	19:30	20:30	18:30	22:00	18:00	23:00	
	Torneira elétrica	1	5400	12:30	12:45	12:30	13:00		Carreg. Celular	4	5	22:00	13:00	15:00	17:00	
				20:00	20:30	20:00	20:30		TV_2	1	200	--	--	10:00	12:00	
20:00				20:30	20:00	20:30	A/C_2_3  (9.000 BTU's)	2	850	19:00	06:00	16:00	08:00			

Fonte: Autora, 2022.

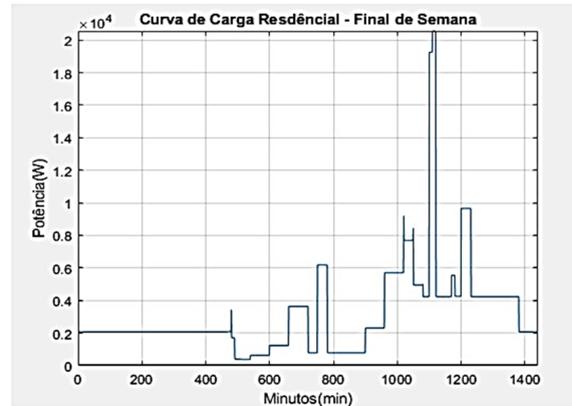
Dessa forma, comparando as informações das potências dos equipamentos eletrônicos utilizados pela família e o tempo de operação dos mesmos, foi possível determinar a curva de carga da residência, conforme demonstrado nas figuras 1 e 2 abaixo.

Figura 1 - Curva de Carga (Dias Úteis)



Fonte: Autora, 2022.

Figura 2 - Curva de Carga (Fins de Semana)

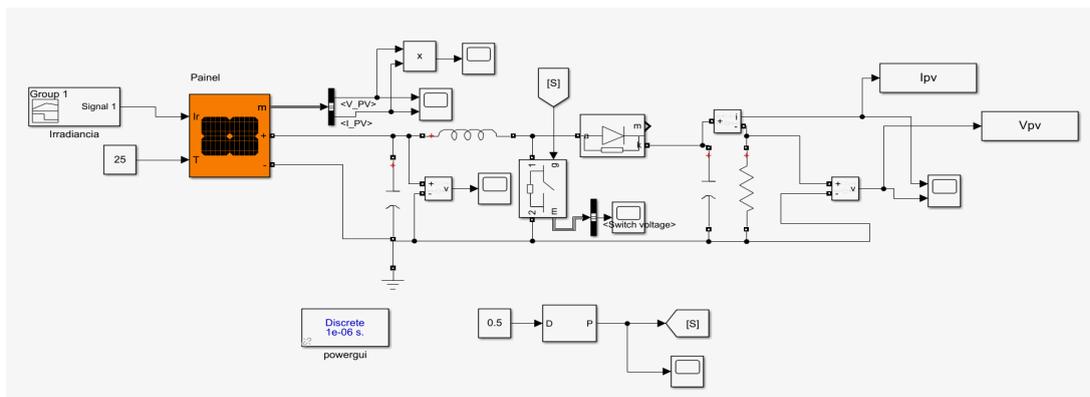


Fonte: Autora, 2022

## 2. SIMULAÇÃO DE GERAÇÃO DE ENERGIA POR SISTEMA FOTOVOLTAICO

Posterior a determinação das cargas, iniciou-se a análise do sistema de geração de energia com placas fotovoltaicas (PV). Para simulação em software (Fig. 3) foi escolhido um modelo de painel monocristalino, com máxima potência de 213 W. O módulo PV representa um arranjo de 60 células em série, com tensão de MPPT é 29 V e corrente de 7.35A.

Figura 3 - Simulação do Sistema PV

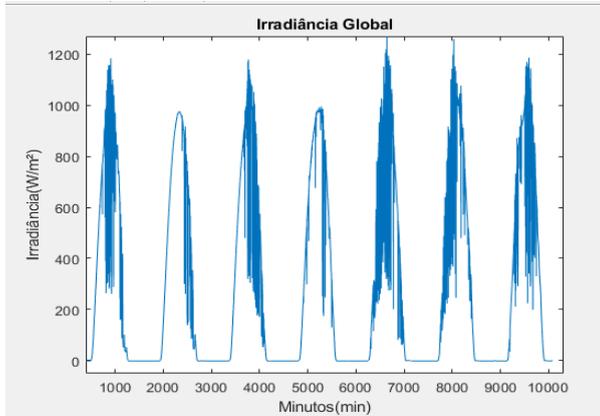


Fonte: Autora, 2022.

Na entrada do sistema é possível observar que está sendo aplicado um sinal de irradiação solar. Esse, trata-se de um perfil de irradiação realista. Com base nos dados obtidos em uma central meteorológica localizada em Petrolina, Brasil, foi selecionado aleatoriamente os dados de 7 dias de irradiação global, adquiridos pela estação, conforme pode ser verificado na figura 4. A potência gerada pelo sistema PV pode ser verificada na figura 5. Essa potência é direcionada para suprir a demanda da residência.

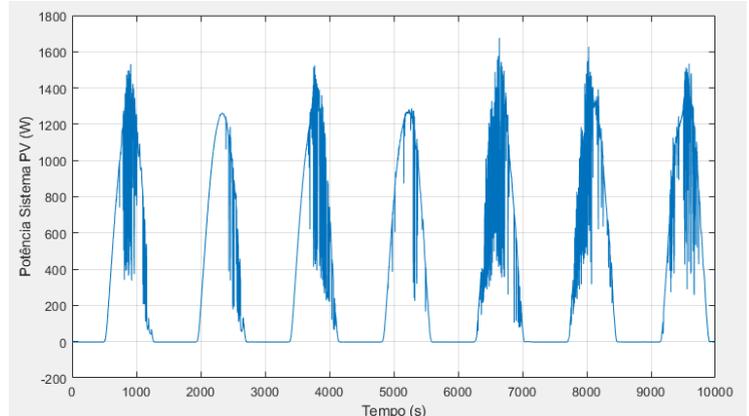


Figura 4 - Irradiância Global



Fonte: Autora, 2022.

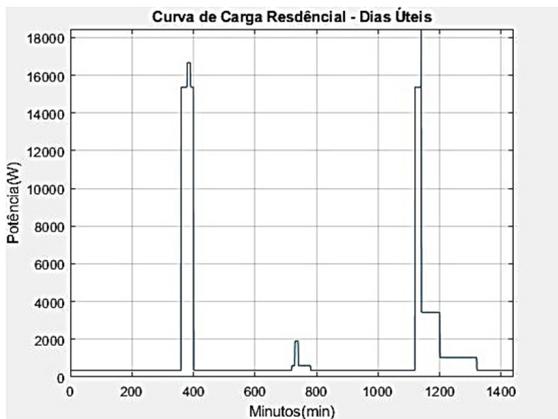
Figura 5 - Potência Gerada pelo Sistema PV



Fonte: Autora, 2022.

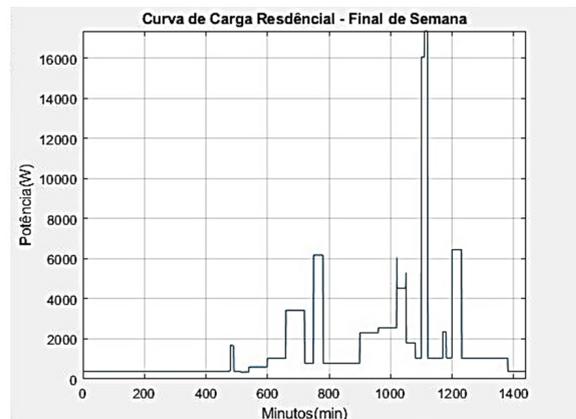
Analisando o perfil de carga, bem como fazendo o desligamento das cargas não essenciais e de cômodos os quais não possui nenhum membro da família durante um intervalo de tempo considerável. Foi possível reduzir o consumo conforme pode ser observado nas figuras abaixo.

Figura 6 - Curva de Carga (Dias Úteis)



Fonte: Autora, 2022.

Figura 7 - Curva de Carga (Fins de Semana)



Fonte: Autora, 2022

Nos dias da semana, para horários como próximo ao meio-dia, o sistema PV é capaz de suprir cerca de 73,68% da necessidade energética da casa. Nos demais horários de pico de consumo, o sistema não é eficiente devido ao baixo teor de geração e por ocorrer a utilização das cargas mais críticas da residência, que seriam os dois chuveiros. Nos finais de semana, devido a família permanecer mais tempo na residência e conseqüentemente consumir mais, a eficiência do sistema PV ficaria em torno dos 20%.



Uma forma de melhorar a eficiência energética seria a implementação de sistema de armazenamento de energia, uma vez que durante pelo menos 10 horas no dia durante a semana o sistema PV consegue suprir 100% da necessidade energética e ainda produzir um excedente superior a 50%.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos na pesquisa até o presente momento se apresentam satisfatórios, uma vez que foi possível elaborar com êxito uma simulação computacional da geração e do consumo de energia de uma residência, com base em dados reais.

**Palavras-chave:** Perfil de Carga, Sistema de Geração Fotovoltaico, Modelagem

### AGRADECIMENTOS

Agradeço a UNIJUÍ e a PIBIC pela bolsa de pesquisa, a qual proporciona oportunidades de expormos nosso aprendizado através da realização de pesquisa e ao Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC) pela disponibilização de todo o espaço e amparo para desenvolvimento do projeto. Agradeço também ao professor João pelo apoio, incentivo e consideração durante todo o processo da pesquisa.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HUSSAIN, H. M. et. Al. An Efficient Demand Side Management System with a New Optimized Home Energy Management Controller in Smart Grid. **Energies**, 28 p., 2018.
- JUNYON, K. HEMES (Home Energy Management System). Base on the IoT Smart Home. Contemporary Engineering Sciences, HIKARI LTD. Vol. 9, 2016. 21 - 28 p.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA (MME - Brasil); EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Nacional de Energia, 2050: Energia Eólica**. Brasília, 2020. 98 - 107 p.
- PELIELO, G. ACCACIO, R. MOYSES, R. **Smart Grid. Redes Inteligentes**. Disponível em: <[https://www.gta.ufjf.br/ensino/eel878/redes1-2016-1/16\\_1/smartgrid/](https://www.gta.ufjf.br/ensino/eel878/redes1-2016-1/16_1/smartgrid/)>. Acesso em: 25 jun. 2022
- ZAFAR, U. BAYHAN, S. SANFILIPPO, A. Home Energy Management System Concepts, Configurations and Technologies for the Smart Grid. **IEEE Access**, Vol. 8, 2020. 16 p.