



# BATERIAS ESTACIONÁRIAS E TRACIONÁRIAS APLICADAS EM SISTEMAS OFF-GRID E HÍBRIDOS

Cunha, Thiago Henrique J. R. da<sup>1</sup>, Silva, Antônio Manoel Batista da<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Uberaba - Curso Graduação em Engenharia Elétrica

<sup>2</sup> Universidade de Uberaba - Programa de pós-graduação em engenharia química

**RESUMO** – *O trabalho faz uma análise sobre baterias estacionárias e tracionárias, e sobre inversores aplicados em sistemas inteligentes de energia, para uso em sistemas solares off-grid, on-grid e híbrido. Dessa forma é detalhada a qualidade de cada tipo de bateria sugerida para essas aplicações, entendendo suas limitações de uso e suas aplicações dentro de um padrão de custo e benefício, podendo ser aplicado para negócios agroindustriais, residenciais dentre outros. Analisando como cada tipo de sistema pode agregar em seu negócio durante uma falta energética ou minimizando o consumo de energia em horário de pico em qual se tem um valor mais elevado, dessa maneira, gerando mais economia.*

## 1. INTRODUÇÃO

A demanda por sistema de energia sustentável e inteligente vem ganhando força a cada dia. Podemos aproveitar seu uso em diversas áreas, como em residências, sítios e fazendas minimizando assim possíveis faltas do sistema da rede elétrica e gerando economia energética.

O uso de inversores e baterias são componentes fundamentais para essa aplicação, e muitas pessoas as veem de uma forma genérica ou sem reconhecer suas limitações, usando-as de forma indiscriminada. Podendo isso acarretar desperdício de dinheiro, material ou até mesmo diminuir sua vida útil.

Muitas baterias são aconselhadas como ideais para um uso específico de energia solar, porém no geral essas pessoas não levam em conta vários fatores que podem prejudicar a vida útil. Fatores esses, que dependem de algumas variáveis como o carregamento da bateria, corrente de carga, que deve passar por alguns estágios, corrente máxima de descarga, ciclo de profundidade de descarga (JOHNSON, 2008; CHAGAS, 2007; INMETRO, 2011).

Deve-se também atentar ao fator de rendimento da carga ligada às baterias, como inversores nos casos mais comuns. Dimensionamento da fiação ou barramento se necessário, para se evitar o aquecimento por efeito joule por conta da alta corrente. Outro fator seria a temperatura ambiente e de trabalho da bateria (JOHNSON, 2008; POWERTRAC, 2017).

Dentro dessa perspectiva o objetivo desse trabalho é apresentar tipos de baterias mediante uso escolhido para elas, entendendo-se suas limitações para melhor escolha, e agregar o conhecimento do

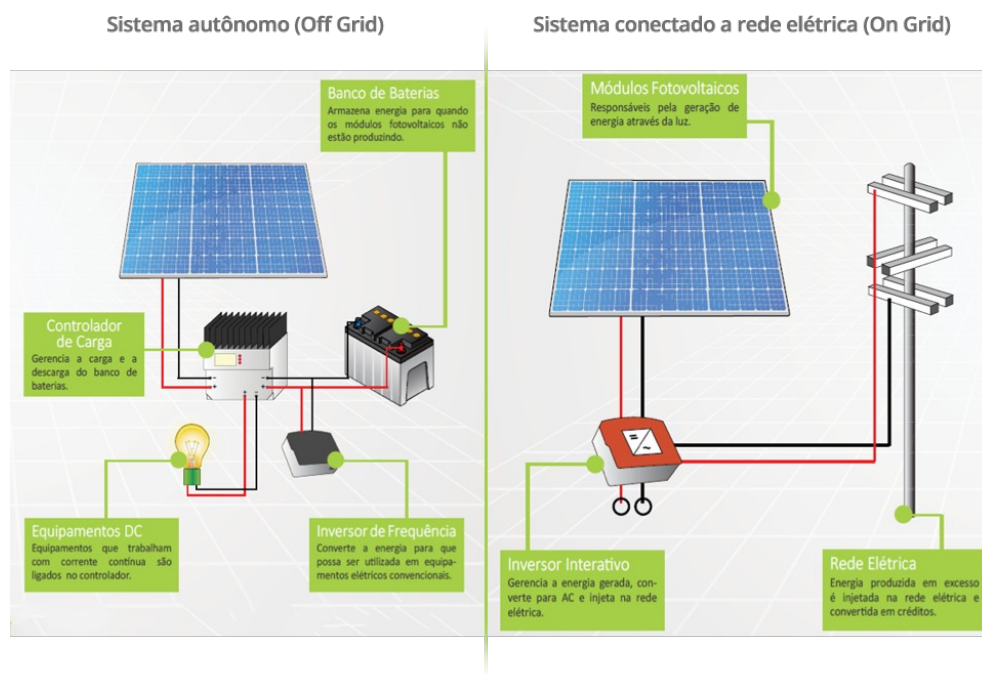


sistema híbrido e como ele pode ser útil em faltas, e gerar economia em horários de pico de consumo energético em sistemas agroindustriais.

## 2. AÇÃO DO INVERSOR HÍBRIDO NA AGROINDÚSTRIA.

Tendo em vista um processo agroindustrial, onde uma parada devido a uma falta que possa significar perda de produto ou produção, vem a necessidade de se contornar esse problema.

Existem várias formas de tratar essas faltas, porém será apresentado mais uma possível solução. Antes de tratar sobre o inversor híbrido, faz-se necessário conhecer os outros sistemas, como on-grid e off-grid, a figura 01 abaixo exemplifica ambos os métodos conhecidos atualmente.



**Figura 01:** Comparativo sistemas off-grid e on-grid. Disponível em: <http://solarfonte.com.br/blog/grid-x-grid>

### 2.1 SISTEMA ON-GRID.

O sistema on-grid é totalmente dependente do funcionamento da concessionária, o inversor



transforma a energia contínua gerada pelas placas solares em alternada, sendo de mesma frequência da rede elétrica, possibilitando assim o consumo no exato momento de sua geração. Caso não tenha consumo essa energia é encaminhada para a concessionária e reutilizada posteriormente como crédito.

E por isso ela não é aconselhada como solução para esse problema, pois em uma falta todo o sistema é desligado, mas poderia já ajudar a diminuir sua conta de energia.

## 2.2 SISTEMA OFF-GRID.

Também conhecido como efeito ilha, ou seja, totalmente desligado da concessionária, em qual a utilização de energia solar fica totalmente dependente da energia armazenada nas baterias.

Este é um sistema que apresenta um aumento de custo, com o acréscimo das baterias, dos controladores de carga e inversores mais potentes quando necessário.

Esse método não seria aconselhado para agronegócios pois poderia agregar um valor muito elevado com a necessidade de muitas baterias, placas solares e inversores muito potentes e de alto custo.

## 2.3 SISTEMA HÍBRIDO.

O sistema híbrido como mostrado na figura 02, possibilita usar tanto a energia da concessionária quanto das baterias de forma isolada e ao mesmo tempo. (GROWATT, 2020).

Sua construção possibilita essa aplicação mesmo sem a necessidade de homologação por parte da concessionária, pois esse sistema não necessariamente injeta energia na rede. Mas pode usar a energia da rede em conjunto com off-grid, permitindo sua aplicação para corrigir possíveis faltas energéticas, como se fosse um *no-break*. Podendo ainda usar uma certa quantidade de energia reservada das baterias em horário de pico, onde o valor do quilowatts hora é mais elevado.

Dessa forma essa utilização pode ajudar a agregar valor para sistemas agroindustriais, ao ajudar manter o fornecimento de energia em propriedades rurais com granjas ou outras atividades que necessitam da energia elétrica presente continuamente.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

A bateria estacionária nasceu da demanda de usar baterias em sistemas solares, com mais capacidade de carga, e a tracionária é mais comum para equipamentos de tração no campo industrial. Foram projetadas para sistemas mais exigentes, de temperatura ambiente e de trabalho mais elevado.



Ambas podem ser usadas para o sistema off-grid ou híbrido como será comentado nesse trabalho, que possibilita reservar energia em baterias e usá-las de forma independente da concessionária.

O trabalho foi realizado de maneira teórica, sendo embasado por artigos científicos e a experiência de técnicos da área.

Para facilitar o entendimento do estudo é de suma importância aprender sobre profundidade de descarga nas baterias, será mencionado um pouco de como é feito esses testes em laboratório.

Chagas (2007) profundidade de descarga é o quanto a bateria pode ou vai descarregar durante seu uso por ciclo, nos laboratórios é realizado teste de descarga de 100% onde a tensão final pode ser 1,75V/elemento, ou outros valores dado pelos fabricantes, dessa forma possibilita o entendimento do quanto pode se usar da bateria, determinando assim o período de vida útil das baterias, cada bateria de 12V tem 6 elementos de 2V cada.

**Tabela 01:** Corrente e potência em regime de descarga em diferentes ciclos. **Fonte:** Manual da baterias Freedom

Correntes de descarga (A) em diferentes regimes a 25 °C (tensão final 10,5V)																			
MODELO	HORAS															MINUTOS			
Bateria	100 h	20 h	10 h	9 h	8 h	7 h	6 h	5 h	4,5 h	4 h	3,5 h	3 h	2,5 h	2 h	1,5 h	1 h	45'	30'	15'
DF300	0,3	1,3	2,4	2,6	2,9	3,3	3,8	4,4	4,9	5,4	6	7	8,2	10	12,8	18	21	25	40
DF500	0,4	1,8	3	3,3	3,7	4,2	4,9	5,8	6,2	6,8	7,6	8,6	9,9	12	15	20	25,3	33	52
DF700	0,5	2,3	4,1	4,5	5	5,6	6,5	7,5	8,2	9,2	10	11,5	13,6	16,3	21	27	32	43	65
DF1000	0,7	3	5,4	5,8	6,4	7,3	8,2	9,8	10,5	11,5	12,5	14,5	17	19	25,2	35	42,5	55	84
DF1500	0,93	4	7,6	8,2	9	10	11,5	13,2	14,5	16	18,2	21	25	29,5	38	54	69	90	130
DF2000	1,2	5,3	9,4	10,2	11,5	13	14,5	17	18,4	20,3	22,6	25	29,5	34,5	44	60	75	96	150
DF2500	1,7	7,5	13	14,4	16,2	18	20	23	25	28	31	34	40	47	58	81	99	130	200
DF3000	1,9	8,5	15,6	17	19	21,4	24,7	28	30	33	36	41	48	57	72	95	112	152	231
DF4001	2,4	11	20	21,5	24	26,5	30	35	38	41,5	46	52	60	72	90	120	145	191	290

Capacidade em ampère-hora (Ah) a 25 °C em diferentes regimes de descarga (tensão final 10,5 V)																			
MODELO	HORAS															MINUTOS			
Bateria	100 h	20 h	10 h	9 h	8 h	7 h	6 h	5 h	4,5 h	4 h	3,5 h	3 h	2,5 h	2 h	1,5 h	1 h	45'	30'	15'
DF300	30	26	24	23,8	23,5	23,1	22,8	22	21,9	21,6	21	21	20,5	20	19,2	18	15,8	12,5	10
DF500	40	36	30	29,9	29,8	29,7	29,4	28,8	27,7	27	26,6	25,8	24,8	24	22,5	20	19	16,5	13
DF700	50	45	41	40,5	40	39,5	39,2	37,5	37,1	36,8	35	34,5	34	32,5	31,5	27	24	21,5	16,3
DF1000	70	60	54	51,8	51,6	51,1	49,2	49	47,3	46	43,8	43,5	42,5	38	37,8	35	31,9	27,5	21
DF1500	93	80	76	73,8	72	70	69	66	65,3	64	63,7	63	62,5	59	57	54	51,8	45	32,5
DF2000	115	105	94	92	91,8	91	87	85	82,8	81,2	79,1	75	73,8	69	66	60	56,3	48	37,5
DF2500	165	150	130	129,8	129,6	126	120	115	112,5	112	108,5	102	100	94	87	81	74,3	65	50
DF3000	185	170	156	153	152	150	148,2	140	135	132	126	123	120	114	108	95	84	76	57,8
DF4001	240	220	200	193,5	192	185,5	180	175	171	166	161	156	150	144	135	120	108,8	95,5	72

Watts-hora (Wh) a 25 °C (tensão final 10,5 V)																			
MODELO	HORAS															MINUTOS			
Bateria	100 h	20 h	10 h	9 h	8 h	7 h	6 h	5 h	4,5 h	4 h	3,5 h	3 h	2,5 h	2 h	1,5 h	1 h	45'	30'	15'
DF300	3	16	25	28	32	35	37	45	46	47	50	65	68	75	90	125	145	175	300
DF500	5	22	36	40	43	48	53	65	67	70	75	92	95	107	130	167	200	250	510
DF700	6	29	45	51	55	62	68	84	82	85	94	118	120	135	165	210	250	300	550
DF1000	7	36	63	69	76	84	96	111	121	133	148	168	194	233	248	257	278	487	712
DF1500	10	51	94	100	113	125	140	170	185	190	205	250	255	300	342	400	492	598	960
DF2000	13	65	104	118	126	139	160	188	192	200	217	270	268	310	372	490	582	694	1200
DF2500	19	93	155	170	181	202	224	269	273	287	311	378	381	441	581	698	817	989	1638
DF3000	25	110	179	197	217	238	251	306	311	333	382	437	448	517	637	798	958	1148	1917
DF4001	28	139	217	240	264	285	315	376	381	406	441	536	547	643	768	995	1185	1424	2374

Capacidade em Ampère-hora (Ah): Produto da corrente, em Ampère, pelo tempo, em hora, corrigido para a temperatura de referência, fornecido pelo acumulador em determinado regime de descarga, até atingir a tensão final de descarga estabelecida; (JOHNSON, 2008 p. 5 )

De acordo com Chagas (2007), essa definição supracitada é muito importante pois é comum as pessoas acharem que a informação da bateria é Ampere dividido pela hora, sendo que na verdade é o produto entre essas grandezas, nesse caso em descarga de 100%.

Para a análise do inversor, foi realizado uma pesquisa de tipos de inversores com auxílio de seus manuais e sites dos fabricantes.

Atualmente no mercado encontra-se vários tipos de inversores off-grid e on-grid. Mas para simplificar a abordagem será mencionado diretamente o híbrido, pois ele tem todas as funções inclusive de controlador de carga.

O inversor híbrido traz algumas novidades como possibilitar qualquer tipo de configuração ou mesclar o uso de energia das baterias com painéis solares somado com o da concessionária. Isso traz inúmeras possibilidades, onde uma falta de energia pode ocasionar prejuízos.

Os inversores possibilitam trabalhar em paralelo, como mostra na figura 2, para em futuras aquisições, somar mais potência.

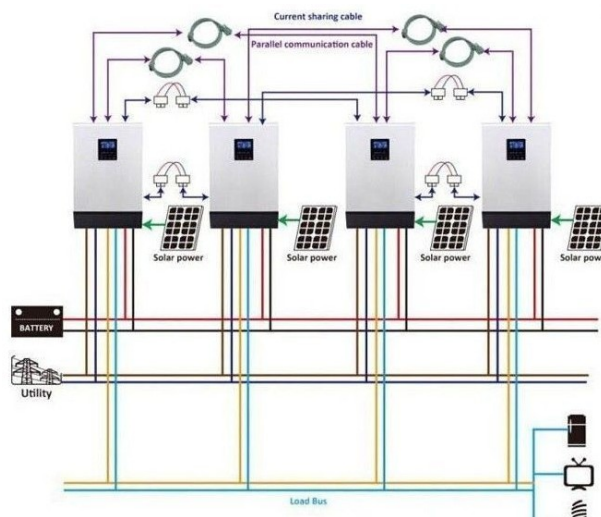


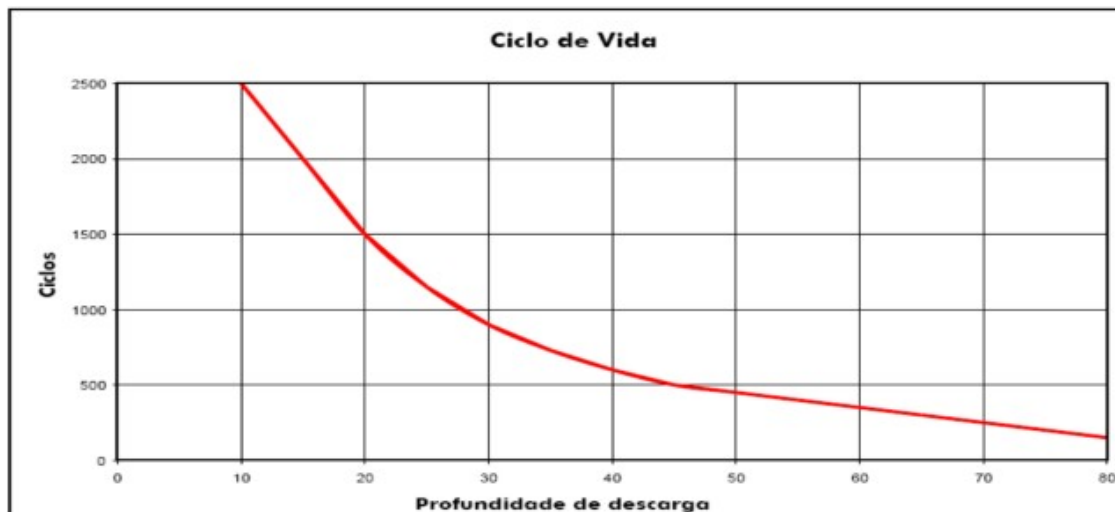
Figura 02 Exemplo de inversores paralelos. Disponível em:  
<https://www.solarmat.es/blog/inversores-solares-hibridos-en-paralelo-paso-a-paso>

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO



Foi alcançado que a bateria tracionária consegue trabalhar em temperaturas maiores, segundo a empresa (POWERTRAC) pode chegar a 45°C, sem prejudicar seu rendimento ou performance. O seu ciclo de profundidade ao descarregar pode alcançar a 80%. Logo, em uma bateria tracionária tem-se quatro vezes o desempenho de uma estacionária de profundidade de 20%.

Para o uso de baterias estacionárias, tem-se um problema: sua temperatura de trabalho deve ser no máximo 25°C nos elementos, tornando-se necessário uma ventilação forçada, dependendo do clima local. O não cumprimento dessa recomendação faz-se diminuir sua vida útil.



**Figura 02:** Ciclo por profundidade de descarga, bateria estacionária de 20%.  
**Disponível em:** Manual da bateria Freedom (2020).



**Figura 03:** Ciclo por profundidade de descarga, bateria tracionária.  
**Disponível em:** <https://docplayer.com.br/8765881-Vida-util-de-baterias-tracionarias.html>



Com relação aos inversores híbridos, o uso pode ser de forma variada, podendo ou não fazer uso de baterias, ou até mesmo variar seu uso como 50% da potência vindo da concessionária, e outros 50% das baterias e placas solares.

Isso ocasionalmente pode ajudar a diminuir o consumo de energia em horários de pico, em qual é cobrado pela concessionária, o maior valor para quilowatts hora consumido, e tendo em vista que ele pode trabalhar ilhado caso necessário, traz um importante fator de segurança para o seu processo ao não paralisar durante uma falta energética.

## 5. CONCLUSÃO

Como pode-se observar a bateria tracionária entrega mais energia em curto e longo intervalo de tempo em relação a estacionária, porém seu custo pode ser um pouco mais elevado. Mas dificilmente esse investimento se perde, tendo em vista sua durabilidade, resistência mecânica e de temperatura. E cada modelo de bateria pode ter qualidades diferentes de uma marca ou modelo para outra. Deve-se ter um cuidado especial com a corrente nas baterias, pois, ela tende a ser muito elevada. O uso de inversores híbridos vem demonstrando uma real necessidade para negócios, nos quais, não se pode aceitar uma falta de energia. Além de ajudar a diminuir a conta de energia, principalmente em horários de pico de consumo.

## 6. REFERÊNCIAS

CHAGAS, MARCOS WILSON PEREIRA. **Novas tecnologias para avaliação de baterias**, 2007.

GROWATT. **Manual do usuário**: Inversor solar off-grid SPF3000TLLVM. Growatt, 2020.

JOHNSON CONTRALS. **Manual Técnico Bateria estacionária**: FREEDOM. 2008.

TUDOR. **Manual técnico bateria estacionária**: estacionária. Tudor, 2020.

POWERTRAC. **Diferenças entre bateria automotiva X estacionária X tracionárias**. Powertrac, 2017.

MOURA. **Manual técnico: Linha Estacionária**. Moura, 2020.

INMETRO. **Regulamento Técnico da Qualidade para Baterias chumbo-ácido para veículos automotores**, 2011.