

2021 Brasil

Estudo Estratégico Mercado de Armazenamento

Aplicações, Tecnologias e Análises Financeiras

Greener



DIAMOND

Patrocínio



GOLD
Patrocínio



CONFIRA O CONTEÚDO COMPLETO (+ 90 páginas)

Este é um resumo do Estudo. Confira a versão completa!



Faça download
pelo formulário ao
lado ou escaneie o
QR CODE abaixo.



Capítulo 1

Como o armazenamento está mudando o setor de energia elétrica em todo o mundo

O PAPEL DO ARMAZENAMENTO NA TRANSFORMAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO



Geração

Sistemas de armazenamento de grande porte prestam serviços importantes para a geração de energia tais como:

- Facilitam o despacho de grandes usinas renováveis (solares, eólicas). Absorvem, picos de geração e os transferem para momentos de alta carga;
- Junto com sistemas fotovoltaicos substituem geradores Diesel em sistemas off-grid.



Transmissão

+



Distribuição

Nas linhas de transmissão e distribuição podem oferecer:

- Maior eficiência nas redes: em vez de construir novas linhas ou novas subestações para atender picos temporários de consumo ou de geração, operadores poderão usar armazenamento em pontos estratégicos da rede;
- Permitem a melhora da qualidade de suprimento de energia elétrica. Absorver flutuações de tensão, ou de frequência, contribuindo assim a uma redução de quedas de energia (serviços ancilares).



Consumo

Para o consumidor individual trazem uma série de importantes vantagens:

- Gerir consumo e demanda contratada;
- Servir como backup de energia;
- Potencializar os benefícios da geração distribuída;
- Prestar serviços ancilares (remunerados) à rede;

Desta forma, transformam o consumidor em 'prossumidor' proporcionando um importante aumento de sua autonomia energética.

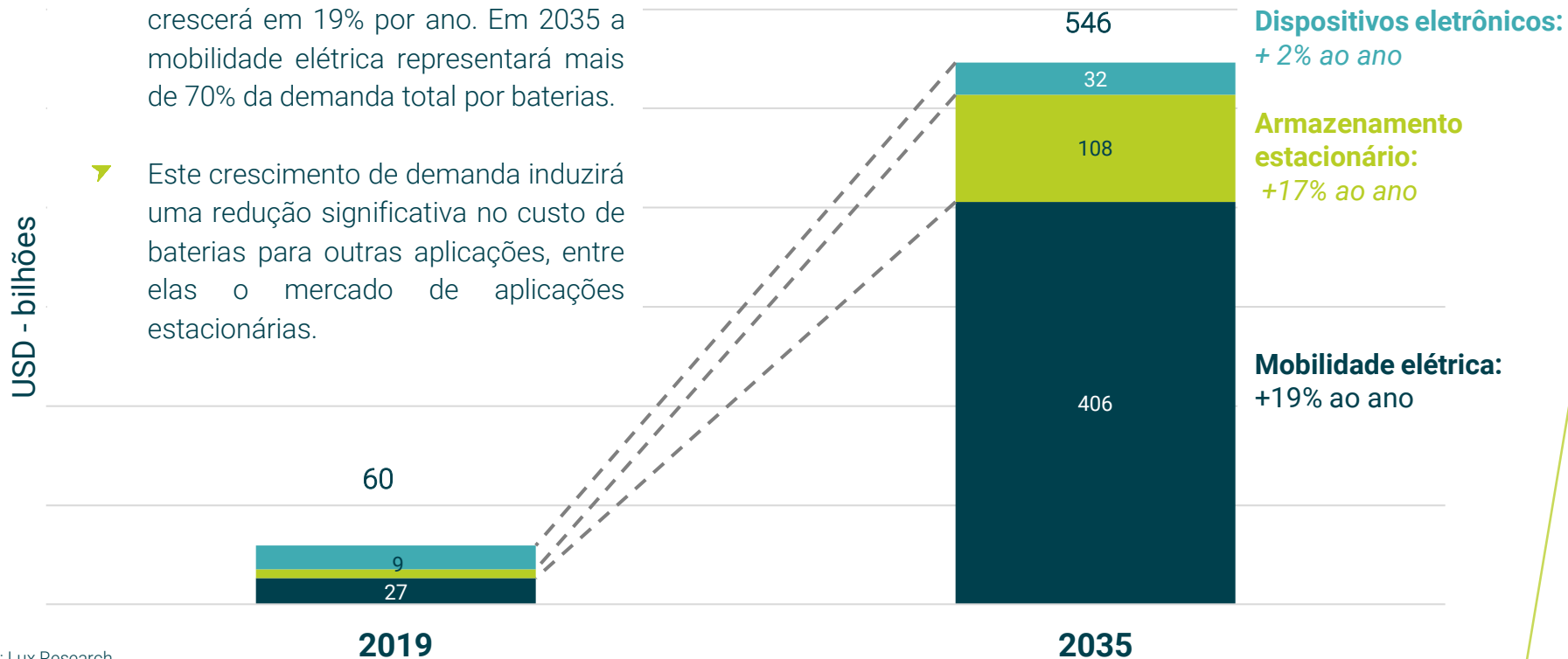


Sistemas de armazenamento em 'frente do medidor'

Sistemas 'atrás do medidor'

FATURAMENTO GLOBAL DE ARMAZENAMENTO

- Entre 2020 e 2035 a demanda por baterias para mobilidade elétrica crescerá em 19% por ano. Em 2035 a mobilidade elétrica representará mais de 70% da demanda total por baterias.
- Este crescimento de demanda induzirá uma redução significativa no custo de baterias para outras aplicações, entre elas o mercado de aplicações estacionárias.



Capítulo 2

| A silenciosa revolução tecnológica das baterias

COMPARAÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DE BATERIAS

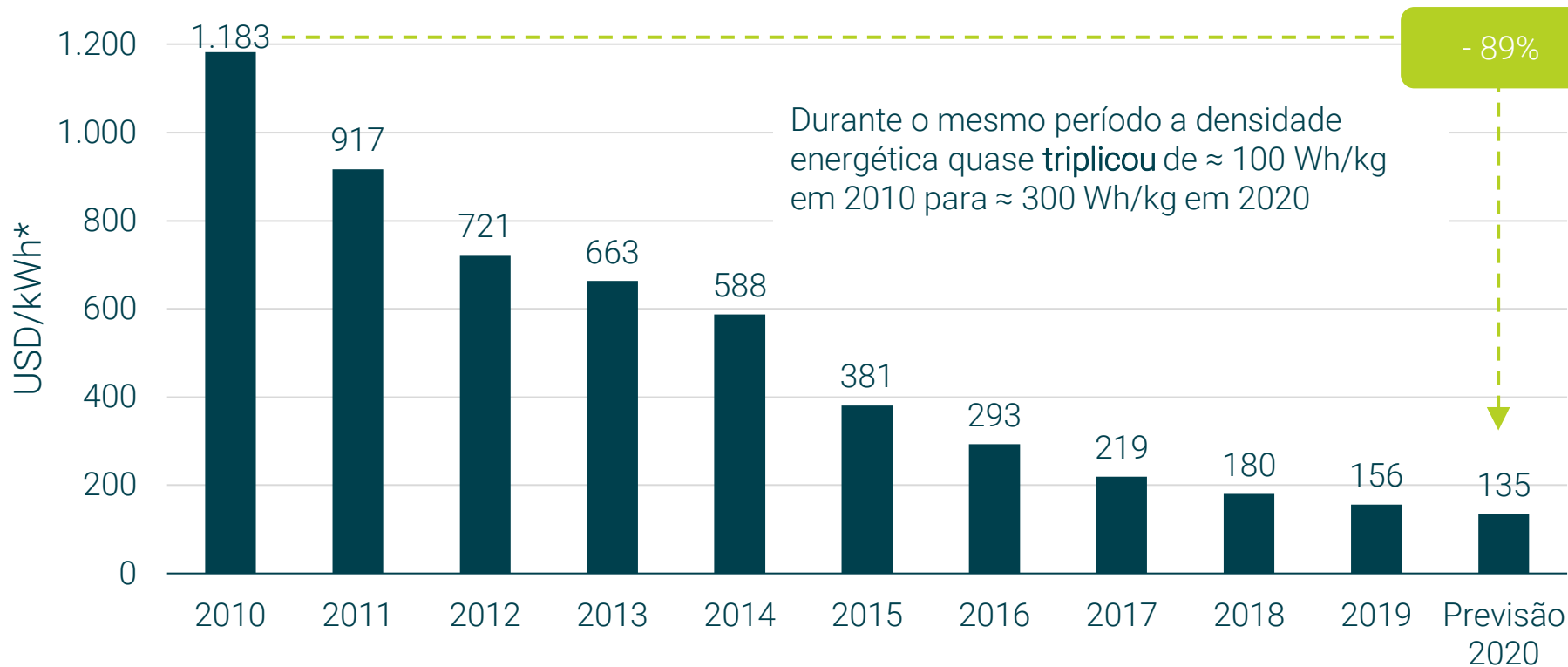
	Chumbo Ácido	Íon de lítio	Baterias de fluxo
Composição química	Pb + H2SO4	LFP*, NMC*, NCA*, ...	Redox de vanádio, Ferro-Cromo, Zinco-Bromo
Tempo de descarga	Flexível, pode ser otimizado para até 20 horas	Até 4 horas	4 – 10 horas
Vida útil (ciclos)	200 - 800	2,000 – 8,000	10,000 – 15,000
Eficiência total	60%-70%	85%-98%	60%-85%
Densidade energética	Baixa	Alta	Média
Preço baterias (USD)	Até USD 100/kWh	Até USD 200/kWh	USD 200 – 600/kWh
Segurança	Média	Baixa – média	Não inflamável, mas vazamentos possíveis
Toxicidade	Elevada	Média	Depende, p.ex. bromo muito tóxico

■ Característica Positiva
■ Característica Negativa

Outras tecnologias:

- Ar-zinco;
- Sódio-enxofre;
- AHI (aqueous hybrid ion);
- Íons de sódio.

PREÇO DE BATERIAS DE LÍTIO* CAIU EM 89% DESDE 2010



CENÁRIOS PARA O FUTURO DAS TECNOLOGIAS DE BATERIAS

Cenário

Comentário

1

Mercado de baterias será dominado por **uma ou duas tecnologias âncora**. Demais tecnologias apenas serão comercializadas para aplicações nicho.

- **Cenário plausível.** A mobilidade elétrica exige baterias com elevada densidade energética. Dentre as tecnologias disponíveis em escala industrial, apenas a **tecnologia de lítio** consegue atender esta demanda. Ganhos de aprendizado e de escala facilitarão o uso de baterias de lítio também para o mercado estacionário;
- **Baterias de chumbo** possivelmente ainda serão relevantes para aplicações 'clássicas', tais como sistemas de backup simples ou baterias de arranque automotivo;

2

Haverá um **coexistência de várias tecnologias de baterias**:

- Lítio para mobilidade elétrica e dispositivos eletrônicos;
- Baterias de fluxo, baterias ar-zinco e baterias de chumbo para aplicações estacionários;

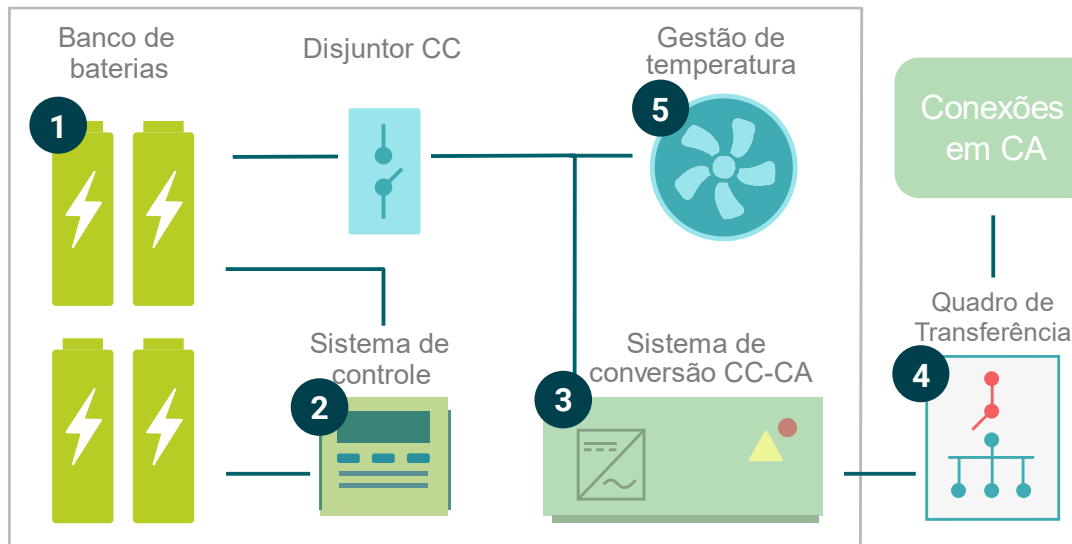
- **Possível, mas menos provável.** A industrialização de novas tecnologias exige investimentos muito elevados. Adicionalmente, a fragmentação da demanda entre várias tecnologias reduzirá os ganhos de escala que poderão ser capturados no futuro;

3

Surgimento de uma ou poucas novas '*killer technologies*'.

- **Possível, mas pouco provável** no curto e médio prazo;

O QUE COMPÕE UM SISTEMA DE ARMAZENAMENTO?



1

Banco de baterias

Blocos de baterias individuais montados em 'racks'. Podem ser baterias de lítio, ou de outras tecnologias, dependendo da aplicação;

2

Sistema de controle

- Software de gerenciamento (EMS: *energy management system*), realizando o despacho da energia armazenada
- Supervisório técnico assegurando a correta interação entre vários componentes do sistema (baterias, inversores, medidores etc);
- Interface de comunicação permitindo supervisão e operação

5

Gestão de Temperatura

- Sensores de temperatura e humidade;
- Sistema de ar condicionado ou aquecedor garantindo;
- Sistema de combate à incêndio;

4

Quadro de transferência

Controla a conexão do sistema de armazenamento com a rede elétrica e as cargas do usuário.

3

Sistema de conversão

- Converte a energia armazenada na bateria de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA) e vice versa.

ESTRUTURA DE CUSTO – SISTEMA COMERCIAL

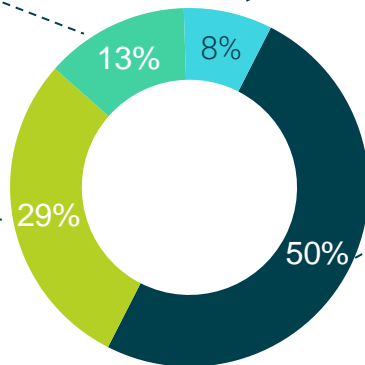
Baterias representam quase 50% do custo do sistema

Demais componentes

- Engenharia
- Instalação

Inversor/ conversor

- Retificador CA → CC (para carregamento de baterias);
- Inversor CC → CA (para atender as cargas);
- Software de gerenciamento do sistema (EMS – *energy management system*);
- Tributos incidentes: II, IPI, ICMS, PIS/COFINS



Outras despesas

- Proteções elétricas;
- Quadros de transferência;
- Container ou gabinete;
- Demais componentes

Banco de baterias

- Células de baterias;
- Racks ('gavetas técnicas' agrupando células em bancos de bateria de 2-15 kWh);
- BMS (*battery management system*);
- Tributos incidentes: II, IPI, ICMS, PIS/COFINS



No Brasil, a tributação sobre as baterias e conversores pode chegar até 80%.

Capítulo 3

Como o Armazenamento está começando a mudar o setor de energia elétrica no Brasil

PRINCIPAIS APLICAÇÕES NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Off-Grid

- Baterias tem sido usados em pequenos sistemas isolados há muitos anos. Trabalhando com baterias de chumbo-ácido, é a aplicação mais antiga no Brasil. Programas de universalização de energia elétrica como o Mais Luz para a Amazônia impulsionarão esse mercado.
- Aplicações Híbridas – Solar + Diesel + Baterias – ganham competitividade, reduzindo custos e as emissões de CO2. Comunidades isoladas e consumidores rurais já aplicam estas soluções como por exemplo em pivôs de irrigação.
- No âmbito da chamada de P&D estratégico da ANEEL 21/2016 foi realizado um projeto de micro-rede com bateria na ilha de Fernando de Noronha, que poderá servir de referência para outros sistemas isolados no Norte do país.

Atrás do medidor

- Projetos de armazenamento 'on-grid' atrás do medidor no Brasil são um fenômeno recente. Apesar disso, em 2020 já vemos importantes cases de projetos comerciais sendo viabilizados.

Em frente ao medidor

- Projetos em frente do medidor, capazes de prestar serviços para rede elétrica representam a última fronteira no desenvolvimento do setor de armazenamento no Brasil. Neste momento há alguns projetos de P&D oriundos da chamada estratégica 21/2016. Projetos comerciais em frente do medidor exigirão uma adequação do marco regulatório.

ARMAZENAMENTO ATRÁS DO MEDIDOR

Aplicações possíveis no Brasil

Aplicação	Média e Alta Tensão (Grupo A)	Baixa Tensão (Grupo B)		
		Tarifa Convencional	Tarifa Branca	Tarifa Binômia
Backup	●	●	●	●
Redução do Pico de Demanda	●	✘	✘	●
Gestão do horário de Consumo	●	✘	●	●
GD sem injeção na rede	●	●	●	●

- Nem todas as aplicações podem ser utilizadas por todos os tipos de consumidores. Ressalta-se, porém, que um sistema pode prestar mais de um serviço ao mesmo tempo, ampliando seu retorno financeiro. A Tabela ao lado apresenta, por grupo tarifário, algumas aplicações que podem ser utilizadas a fim de beneficiar o consumidor.

● Somente se a componente volumétrica for horária

REDUÇÃO DE CONSUMO NO HORÁRIO DE PONTA

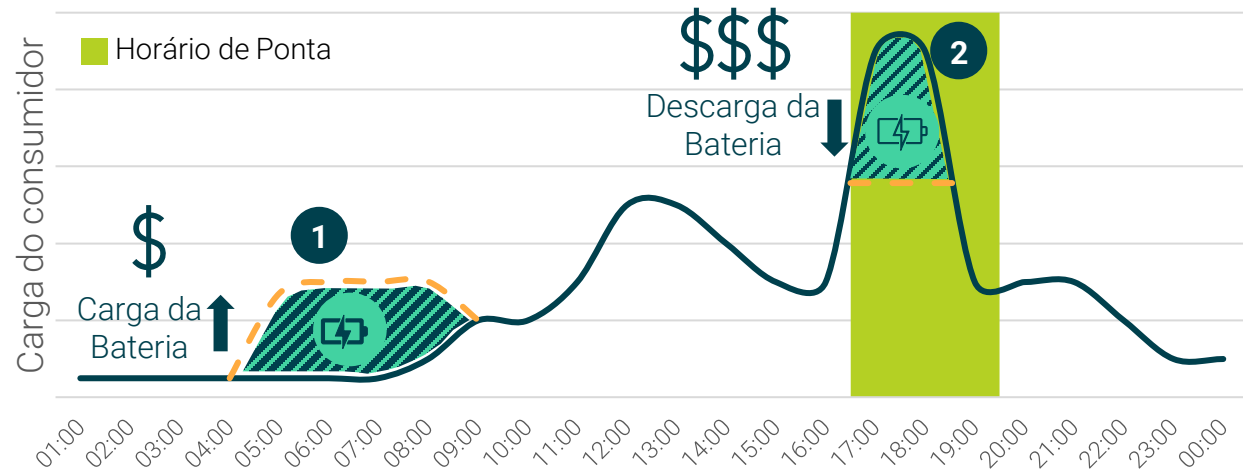
Aplicações no Brasil

- A redução de consumo de energia no Horário de Ponta está entre as aplicações de **maior atratividade**. Algumas distribuidoras de energia possuem uma diferença entre o preço da energia na **Ponta** e na **Fora Ponta** muito elevada. Quanto maior essa diferença, maior a economia que se pode obter. Consumidores com baixa capacidade de gestão da carga podem armazenar energia no horário fora de ponta, quando está mais barata, e consumir no horário de ponta, quando está mais cara.

1 No horário fora de ponta, durante o período **de 4h às 9h**, as baterias são carregadas.

2 Durante o período de ponta, das **17h às 20h**, descarrega-se as baterias em vez de comprar da rede.

- A linha contínua azul apresenta a curva de carga sem armazenamento, enquanto a linha pontilhada laranja apresenta a nova curva.

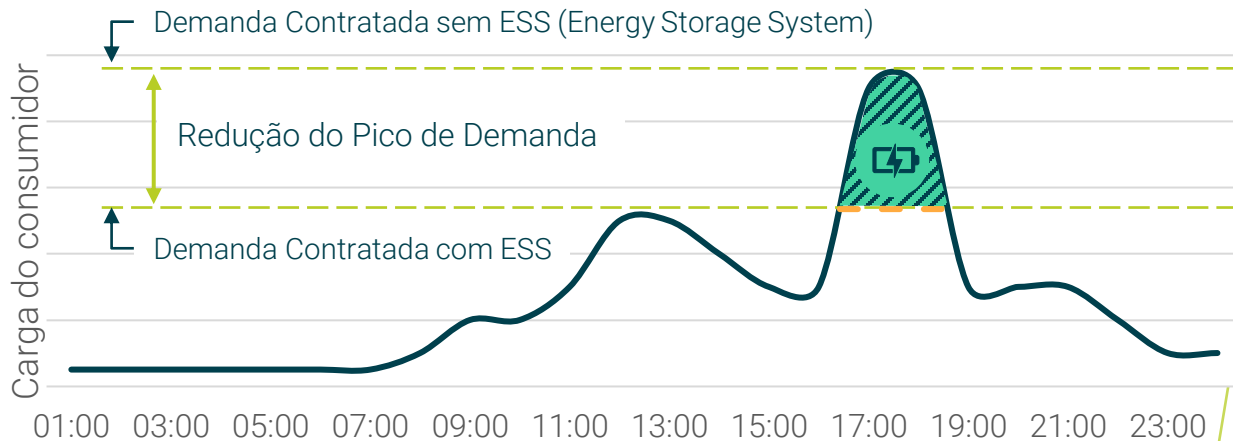


REDUÇÃO DA DEMANDA CONTRATADA

Aplicações no Brasil

- A redução da Demanda Contratada (também chamada de 'Peak Shaving' pode trazer economias significativas aos consumidores com curtos intervalos de pico de carga. Esses curtos intervalos podem ser atendidos pelo sistema de armazenamento, de modo a permitir **reduções na conta de energia**. Essa modalidade não é atrativa para consumidores com picos duradouros, ou com demanda média próxima à contratada (fator de carga elevado). Consumidores que frequentemente são **multados por ultrapassagem da demanda** também podem ser beneficiados. Quanto maior a tarifa de demanda maior a atratividade de sistema de armazenamento para essa aplicação.

- A área verde corresponde à energia fornecida pelas baterias. As baterias podem ser carregadas em outro horário com baixa demanda. A linha pontilhada verde mostra a curva de carga no período de maior consumo após o uso do sistema de armazenamento.



MERCADO EM FRENTE DO MEDIDOR

Usinas híbridas (Geração + Armazenamento)

- Faria muito sentido já que falta de capacidade de escoamento é um dos principais desafios para novos projetos solares e eólicos de grande porte.
- Facilitaria despacho de fontes altamente competitivas e limpas.
- Sinais econômicos mais adequados poderiam acelerar o desenvolvimento de usinas híbridas

Transmissão e Distribuição

- Estudos para o setor de distribuição brasileiro indicam que armazenamento poderia ser benéfico, para otimizar investimento em subestações e demais instalações de distribuição.
- Atualmente concessionárias não tem incentivo para adotar armazenamento como medida de otimização.
- Requer iniciativa regulatória específica.

Serviços Ancilares

- Comparado com outros países, o Brasil tem elevados índices de interrupções e oscilações de rede.
- No entanto, atual marco regulatório não remunera o uso de sistemas de armazenamento para a prestação de serviços ancilares.
- Também requer iniciativa regulatória específica.

Capítulo 4

| Conquistando a viabilidade econômica

ÁREA DE ANÁLISE

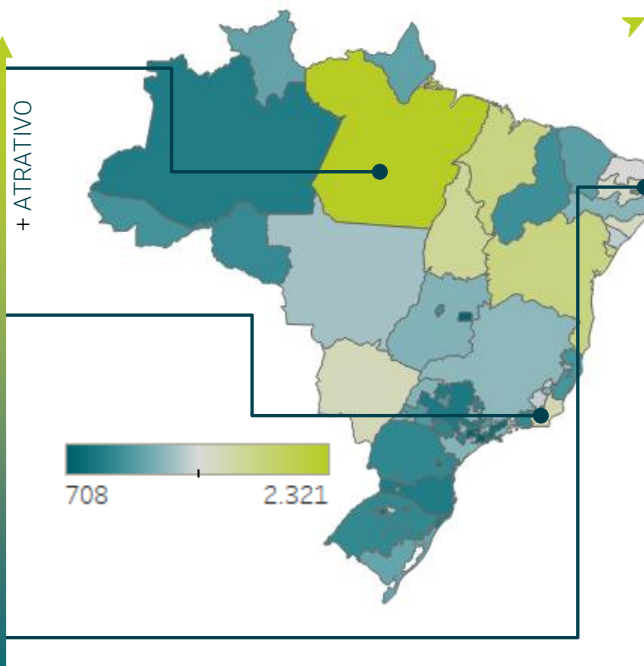
ATRÁS DO MEDIDOR MÉDIA TENSÃO

Média Tensão	
Consumidor Cativo	<ul style="list-style-type: none">➤ Avaliaremos a viabilidade econômica de sistemas de armazenamento para reduzir o consumo durante o horário ponta e a demanda contratada;➤ Apresentaremos as diferenças regionais de viabilidade
Consumidor Livre	<ul style="list-style-type: none">➤ Para consumidores livres avaliaremos a possibilidade de gerar economias em relação à TUSD ponta vs. Fora ponta;

REDUÇÃO DE CONSUMO NO HORÁRIO DE PONTA

Mapa de Atratividade – Média Tensão

Concessionária	UF	$\Delta P\text{-FP}^*$ (R\$/MWh)
Equatorial PA	PA	2.419
Cemar	MA	2.066
Coelba	BA	1.889
Sulgipe	SE	1.846
ENF	RJ	1.825
ETO	TO	1.797
EPB	PB	1.761
Enel RJ	RJ	1.688
EMS	MS	1.646
CEAL	AL	1.618



As 10 concessionárias com maior atratividade para redução do consumo de energia no horário de ponta. Quanto maior a diferença, mais atrativo é a aplicação de sistemas de armazenamento. Algumas pequenas permissionárias possuem diferenças superiores ao mostrado, porém, por terem área de cobertura pequena, não aparecem no mapa, que apresenta a média por estado. Observa-se que o Pará apresenta a maior atratividade, em geral, para essa aplicação.

ESTUDO DE CASO – CLIENTE COMERCIAL MÉDIA TENSÃO

Premissas para a simulação de Retorno de Investimento

- Para orientar os leitores quanto a **atratividade** de um investimento em sistemas de armazenamento, realizamos simulações, apresentando o **desempenho financeiro**, segundo nossos modelos e premissas.
- O perfil simulado consiste em um consumidor comercial de grande porte, que utiliza o armazenamento para reduzir o consumo no horário de ponta e parte da demanda contratada.
- Os resultados podem mudar conforme o **projeto**, o **perfil de consumo**, as **condições de operação**, entre outros fatores. A intenção com essa análise é fornecer diretrizes de viabilidade de um sistema de armazenamento.

Tipo de consumidor	Comercial
Porte do sistema	500 kWh/500 kW
Ambiente de Comercialização	Mercado Cativo
Grupo tarifário	A4 Verde

ESTUDO DE CASO – PREMISSAS TÉCNICAS

Premissas para a simulação de Retorno de Investimento

- A Tabela apresenta as premissas técnicas utilizadas na modelagem da atratividade do sistema de armazenamento. Os valores foram obtidos através de pesquisa bibliográfica e coleta de informações com fornecedores de equipamentos.
- Os valores podem mudar conforme o fornecedor e **não devem ser tratados como referência para todos os projetos.**

Tecnologia da Bateria	Íon de Lítio
D.o.D.	92,5%
Vida Útil	15 anos
Degradação (1º ano/demais anos)	3,0% a.a. / 0,5% a.a.
<i>Roundtrip Efficiency</i>	87,5%
Nº acionamentos	5 x semana

ÁREA DE ANÁLISE

ATRÁS DO MEDIDOR BAIXA TENSÃO

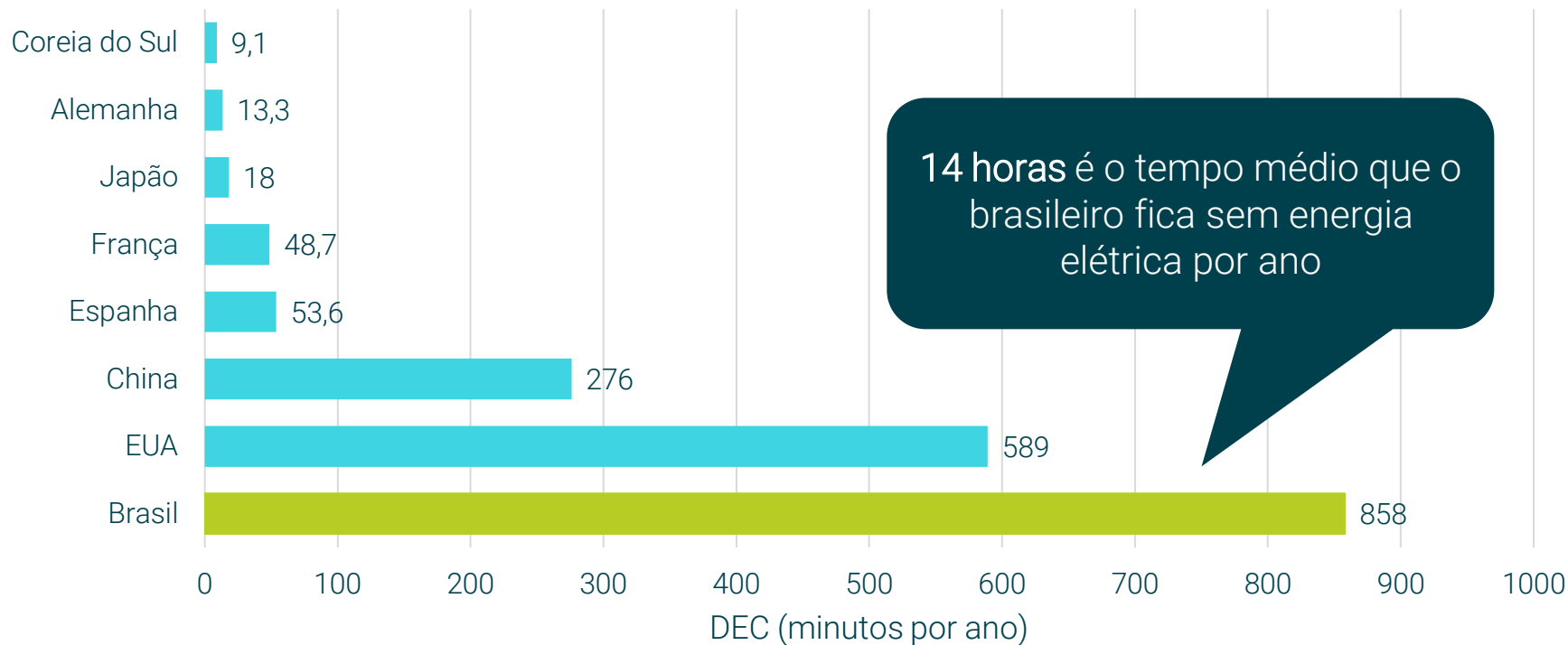
Baixa Tensão

Benefícios

- Analisaremos os benefícios de sistemas híbridos de pequeno porte (microgeração FV + armazenamento) para melhorar a confiabilidade de fornecimento de energia para consumidores afetados por frequentes falhas de atendimento;

CONFIABILIDADE É UM PROBLEMA RELEVANTE NO BRASIL

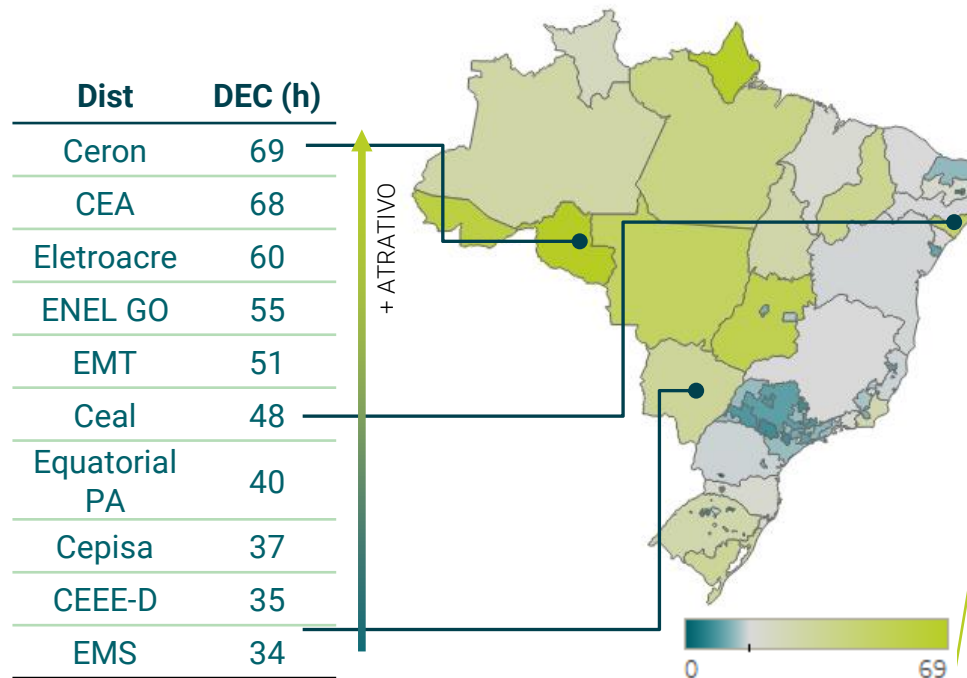
Falhas de rede no Brasil em comparação com outros países



REGIÕES COM ELEVADAS HORAS DE INTERRUPÇÕES

Mapa de Duração de Interrupção nas várias Distribuidoras

- Um dos indicadores da atratividade do uso de sistemas de armazenamento para fins de backup corresponde à **Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC)**. O **DEC** corresponde à quantidade de **horas** que, em média, cada unidade consumidora ficou **sem o fornecimento de energia da rede**. O mapa ao lado apresenta a média do DEC para cada distribuidora durante o ano de 2019. Vemos que as regiões **CO** e **N** possuem maiores indicadores de DEC, demonstrando uma tendência de maior necessidade, por parte dos consumidores, de sistemas de armazenamento para **backup** de energia. Os estados do Amapá e Rondônia apresentam os maiores valores, com mais de **68 horas** de interrupção do fornecimento nos estados.



ÁREA DE ANÁLISE

MICRO SISTEMAS ISOLADOS

Micro sistemas isolados

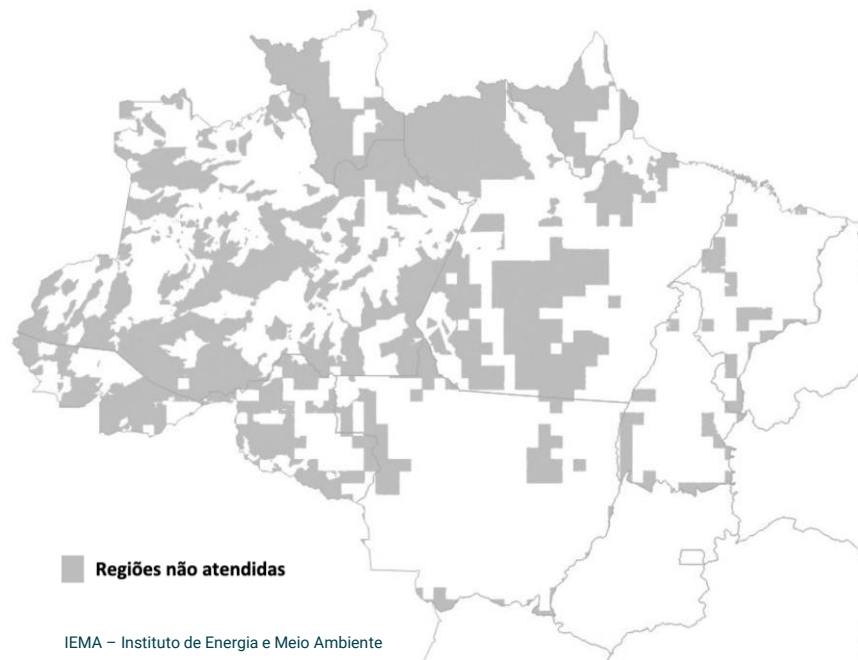
- Mais de 1 milhão de pessoas na região Amazônica ainda não tem acesso à energia elétrica. Apresentaremos as regiões isoladas na região Norte, bem como os drivers para o desenvolvimento deste mercado
- Categoria inclui os sistemas de uso individual e coletivo de pequeno porte

SISTEMAS OFF GRID PEQUENO PORTE

Fontes renováveis com armazenamento

- Relevante número de pessoas ainda sem acesso a energia no Brasil.
- Segundo IEMA, em torno de 1 Milhão de pessoas sem energia na região Amazônica.
- Os programas de universalização de acesso a energia - Luz para todos e Mais Luz para a Amazônia serão importantes drivers para impulso da geração renovável off-grid.
- O Mercado de reposição de equipamentos (baterias/inversores) representará importante parcela do faturamento no setor.
- Os serviços - especialmente a mão de obra de instalação, representam parcela importante do faturamento do setor, dado as condições desafiadoras para o acesso às localidades remotas.
- As soluções energéticas FV + Armazenamento serão fundamentais para o desenvolvimento do conceito da bioeconomia na região Amazônica.

Região Amazônia sem acesso a energia elétrica



ÁREA DE ANÁLISE

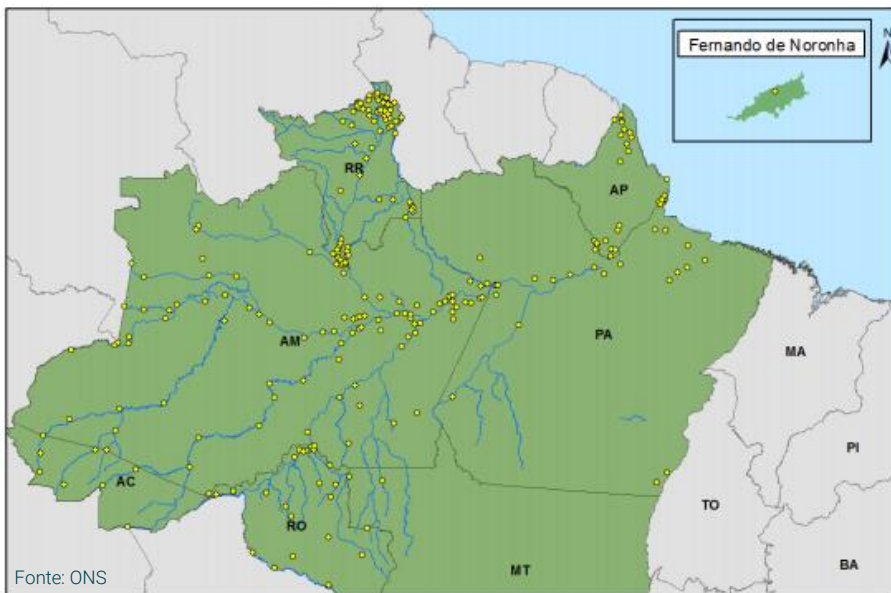
SISTEMAS ISOLADOS DE GRANDE PORTE

Micro sistemas isolados

- A região Norte possui aproximadamente 1,5 GW de geradores Diesel atendendo municípios e consumidores de grande porte. Avaliaremos o potencial de sistemas híbridos de médio e grande porte de reduzir o consumo de óleo Diesel e as emissões de CO₂;

MAPA DE SISTEMAS ISOLADOS

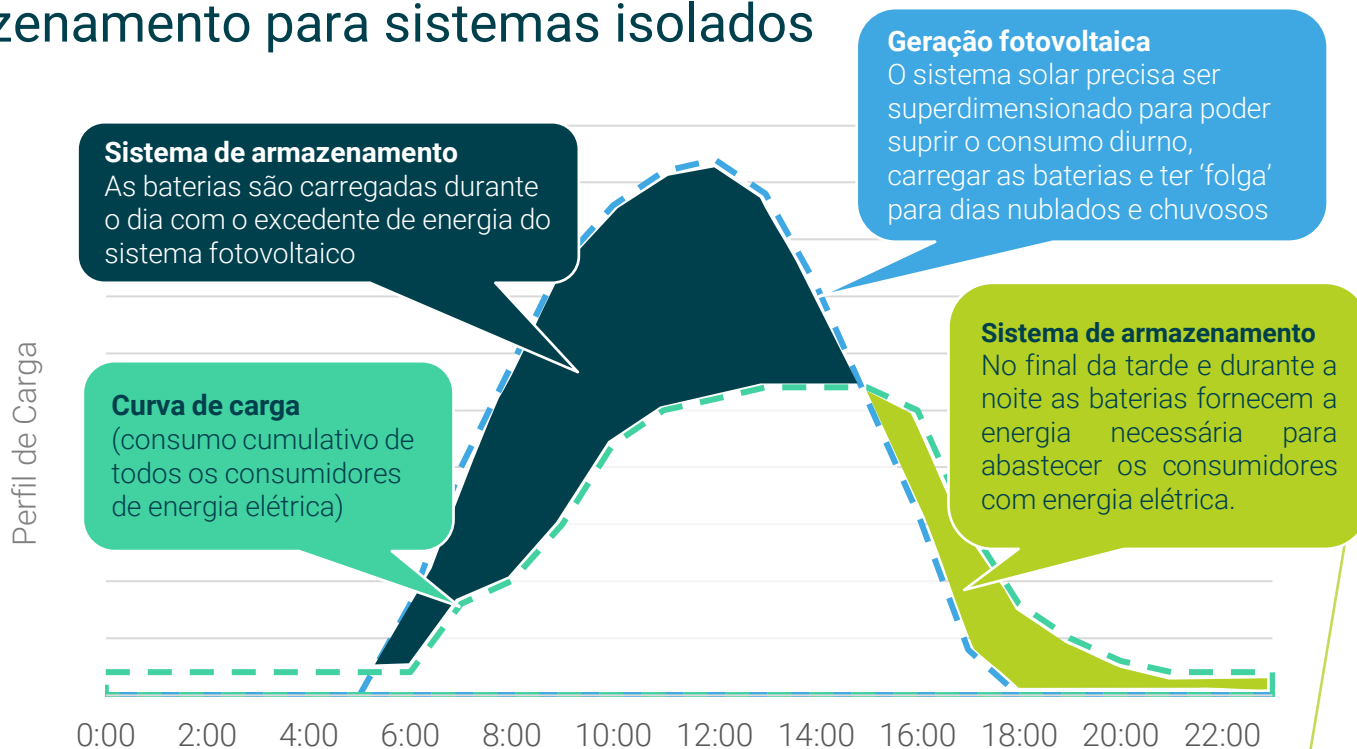
- O país ainda possui um grande número de consumidores que estão sendo atendidos via sistemas isolados. Segundo a EPE (2019), são 271 localidades nessa condições, totalizando mais de 3 milhões de pessoas.
- 97% da potência instalada destes sistemas isolados é de usinas a óleo diesel, cujo combustível subsidiado via a CCC (Conta de Consumo de Combustível). Em 2018 o custo foi da ordem de **R\$ 6,2 bi**.
- Sistemas de armazenamento com baterias contribuirão para a inserção de fontes renováveis reduzindo custos com combustível, provendo uma fonte mais limpa e eficiente.



CONCEITO DE UM SISTEMA HÍBRIDO

Diesel + FV + Armazenamento para sistemas isolados

- A geração diesel pode aumentar a confiabilidade e a autonomia de sistemas isolados abastecidos por fontes intermitentes (solar FV, eólico etc);
- Nesta situação, o sistema de armazenamento preenche um papel fundamental, compensando o descasamento entre a curva de carga (consumo) e a curva de geração de energia;



CONFIRA O CONTEÚDO COMPLETO (+ 90 páginas)

Este é um resumo do Estudo. Confira a versão completa!



Faça download
pelo formulário ao
lado ou escaneie o
QR CODE abaixo.



Greener



greener.com.br

contato@greener.com.br

