

# Caso Vale S.A. - Modulação de Demanda Contratada na Distribuição Através de Sistema de Baterias

**Tema:** Recursos Energéticos Distribuídos

**Autores:** Luiz Claudio Teixeira Nunes

**Co-Autores:** Victor Augusto Rosa Melo Henrique, Isabela Costa Almeida, Luiz Ricardo Oliveira Lobach, Leonardo Mello da Costa e Sergio Ceballos

**Empresa:** Vale S.A.

---

## Resumo

Esse trabalho tem como objetivo apresentar os resultados práticos da aplicação de um sistema de baterias de 10 MWh em uma das operações da empresa Vale para redução dos custos de demanda junto a distribuidora de energia local, através de modulação da carga no horário de ponta “*peak shaving*”. Além do aspecto inovador da aplicação, é detalhado também o modelo de contratação por performance, o qual não é realizado qualquer investimento pelo consumidor e a remuneração do empreendedor responsável pela implantação do sistema de baterias acontece através do custo evitado de demanda.

## 1. Introdução

A Vale tem como pilares estratégicos a inovação e redução de custos operacionais. Assim, diversas iniciativas nesse sentido estão sendo estudadas e implementadas pela empresa ao longo dos últimos anos. Com esse propósito, a Vale energizou no Terminal da Ilha Guaíba (TIG), no Rio de Janeiro, um dos maiores sistemas de armazenamento de energia em bateria do Brasil. Em funcionamento desde agosto de 2023, o BESS (*Battery Energy Storage Systems*, na sigla em inglês), reduz em 55% a demanda de energia elétrica no horário de ponta. Ao complementar o fornecimento pela rede elétrica da concessionária nesse horário, quando a tarifa é mais elevada, a implantação permitiu a redução de 40% no gasto da componente demanda com a distribuidora de energia local.

O BESS, fabricado pela Tesla, é formado por baterias de íon-lítio, e utiliza software de gestão de consumo desenvolvido pela empresa Micropower.

O contrato de prestação de serviços firmado entre Vale e Micropower tem como sua essência a performance do equipamento, assim, o custo evitado com a redução do contrato de demanda no horário de ponta é compartilhado entre o empreendedor e o consumidor. Parte da redução do custo é repassada ao empreendedor como remuneração pelo serviço de otimização de demanda prestado e parte é absorvido pela Vale através de redução direta de custos de distribuição de energia elétrica.

Motivados pelo sucesso da aplicação do BESS no TIG, foram abertas novas frentes para aplicações de baterias em outras operações da Vale. Além de *peak shaving*, estão em fase de estudos iniciais aplicações para *storage* (armazenamento) e para mitigação de problemas relacionados a qualidade de energia recebida via rede de distribuição.

## 2. Desenvolvimento

### 2.1. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é apresentar um case real de viabilidade de utilização de sistema de baterias de grande porte para reduzir os custos de fornecimento de energia elétrica junto à distribuidora. O sistema otimiza a curva de demanda de uma unidade operacional da Vale através de contrato de performance.

### 2.2. SOBRE O TIG

O Terminal da Ilha Guaíba (TIG) é um terminal portuário responsável por movimentar parte da produção de minério extraída em Minas Gerais.

Inaugurado em 1973, está localizado no município de Mangaratiba, no estado do Rio de Janeiro e movimenta 40 milhões de toneladas de minério de ferro por ano.



Figura 1. Terminal da Ilha Guaíba (TIG) - Vale

### 2.3. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.

Das 31 maiores operações da Vale, 13 unidades estão conectadas à rede básica e outras 18 estão conectadas ao sistema de alta tensão das distribuidoras ( $\geq 69$  kV).

Comparando com as tarifas de demanda ponta e fora ponta aplicadas sobre as principais operações da Vale, as tarifas do TIG estão entre as maiores, conforme pode ser visto na Figura 2.

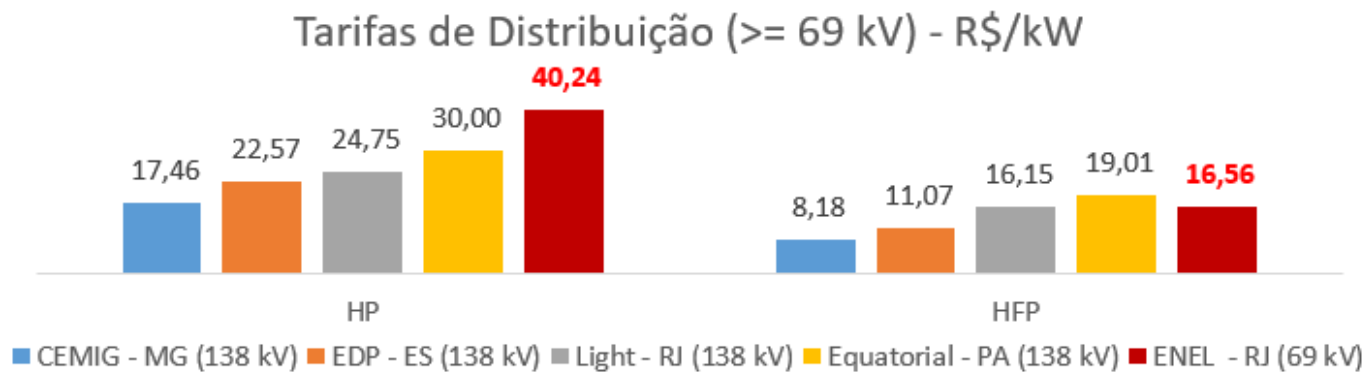


Figura 2. Comparativo de Tarifa de Distribuição de Operações da Vale

Além das tarifas elevadas, o TIG apresenta curva diária de consumo com baixo fator de carga, ou seja, demanda máxima muito maior que a demanda média, o que representa subutilização dos montantes de

uso do sistema de distribuição na maior parte do tempo. A Figura 3 apresenta um comparativo do fator de carga das principais operações da Vale com o fator de carga do TIG.

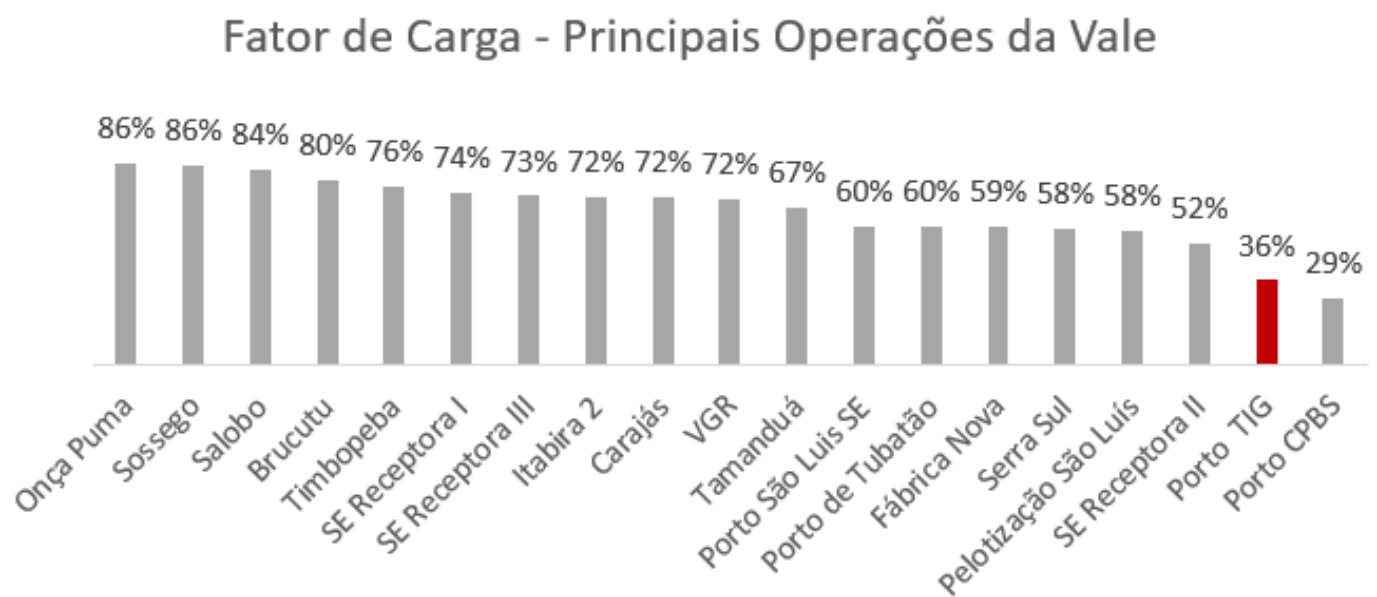


Figura 3. Comparativo de Fator de Carga das Principais Operações da Vale

O baixo fator de carga é uma característica inerente da maioria dos terminais portuários da Vale. O pico de consumo ocorre quando as locomotivas carregadas de minério chegam até o porto. Nesse período os vagões são descarregados e os navios carregados. A Figura 4 mostra o comportamento da curva de carga típica do TIG.

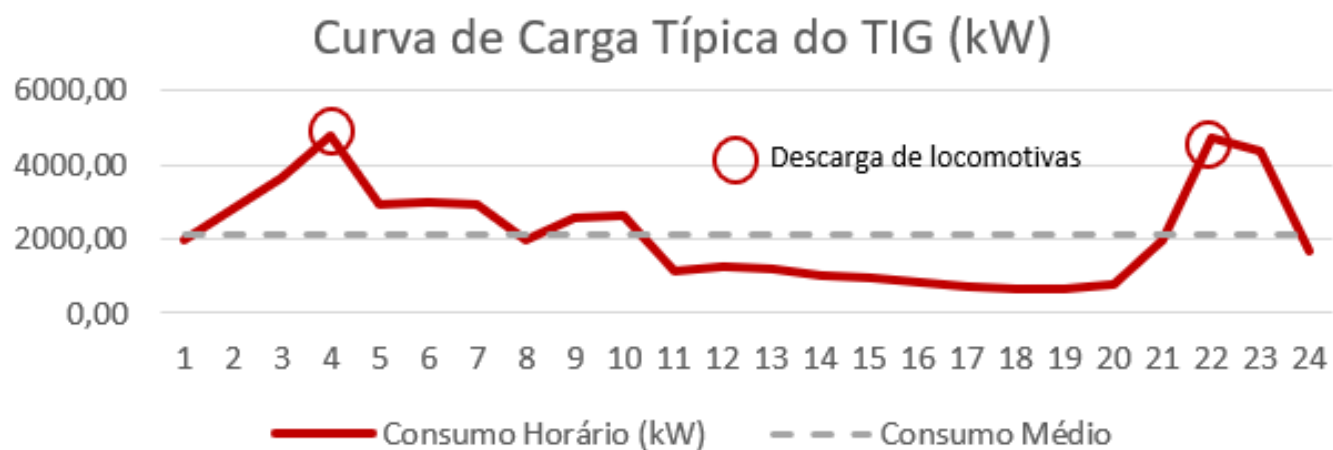


Figura 4. Curva de Carga Típica do TIG

Baixo fator de carga e tarifas elevadas são condições que impactam significativamente o custo de demanda do TIG, porém ao mesmo tempo oferecem condições para se implantar soluções inovadoras com foco em redução de custos operacionais. Nesse sentido, a utilização de BESS se apresenta como uma alternativa interessante para solução desse problema.

2.4. DIMENSIONAMENTO E OPERAÇÃO DO SISTEMA DE BATERIAS

O dimensionamento do BESS definido para o TIG foi elaborado através de um modelo técnico-econômico de otimização, considerando as curvas de carga diárias da operação, as tarifas de demanda aplicadas pela distribuidora e o custo dos equipamentos disponíveis no mercado para composição do sistema de baterias. O BESS definido pelo modelo de otimização foi fabricado pela Tesla e é composto por quatro bancos de baterias de íon-lítio com capacidade de 2529 kWh e potência de 1264 kW cada um, totalizando aproximadamente 10MWh de capacidade e 5 MW de potência para todo o conjunto. O sistema ainda conta com conversores de potência, sistema de refrigeração, sistema de detecção de incêndio, sistema de controle e demais equipamento auxiliares.

Parâmetro	Valor
Tecnologia	Baterias de íon-lítio
Potência nominal unitária	1264.5 kW
Capacidade nominal unitária	2529 kWh
Controle local	Tesla Site Controller + MicroGrid Controller
Quantidade do projeto	4

Tabela 1 - Características técnicas do BESS



Figura 5. Vista de um dos Megapacks TESLA - BESS instalados no local

O carregamento do BESS ocorre nos momentos em que a demanda do TIG está menor que a demanda contratada junto a distribuidora. Esta energia armazenada fica disponível para ser utilizada em eventuais picos de demanda, ou seja, em casos que a demanda instantânea do terminal é superior a demanda contratada para o período.

O modo de operação do sistema de baterias possibilitou redução do contrato de demanda no horário de ponta, passando de 10,5 MW para 4,75 MW, ou seja, uma redução de 55%.

A Figura 6 apresenta o comportamento da operação real do sistema no horário de ponta. É possível notar os momentos de carga e descarga do BESS e a importação de energia da rede da distribuidora sempre abaixo da demanda contratada no horário de ponta (4.75 MW).

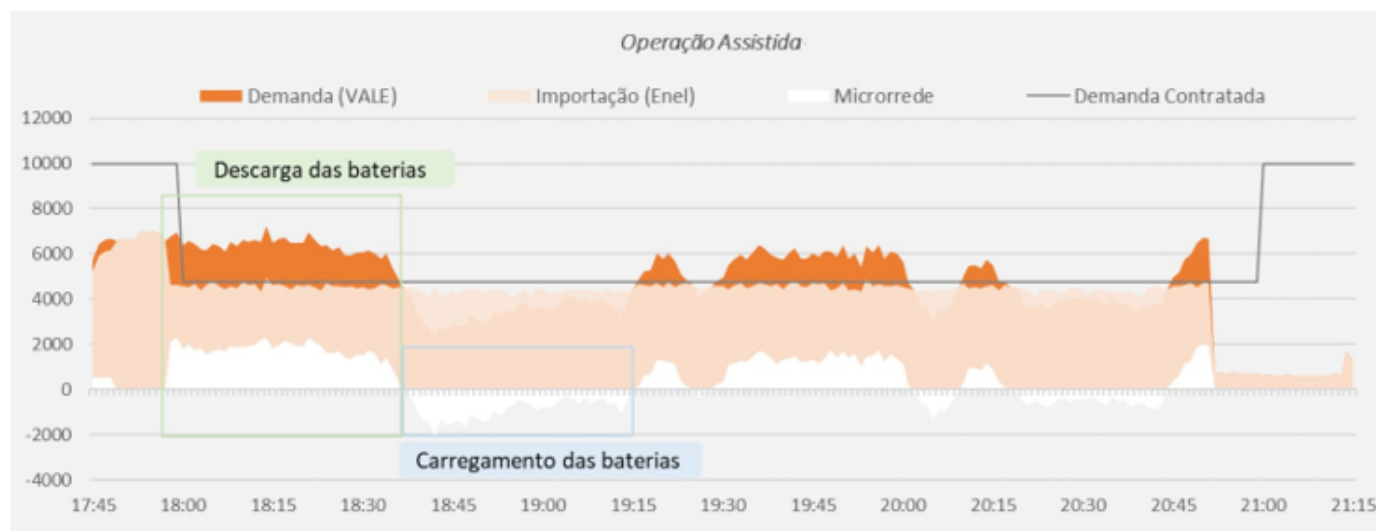


Figura 6. Operação do BESS no Horário de Ponta

Com a conexão do sistema de baterias, o sistema elétrico do TIG apresenta uma nova configuração. A alimentação elétrica da operação ocorre através de duas linhas de 69 kV de propriedade da distribuidora, conectadas à subestação principal que é composta por dois transformadores que rebaixam a tensão para 4,16 kV, onde o BESS está conectado. A Figura 7 apresenta o diagrama elétrico simplificado.

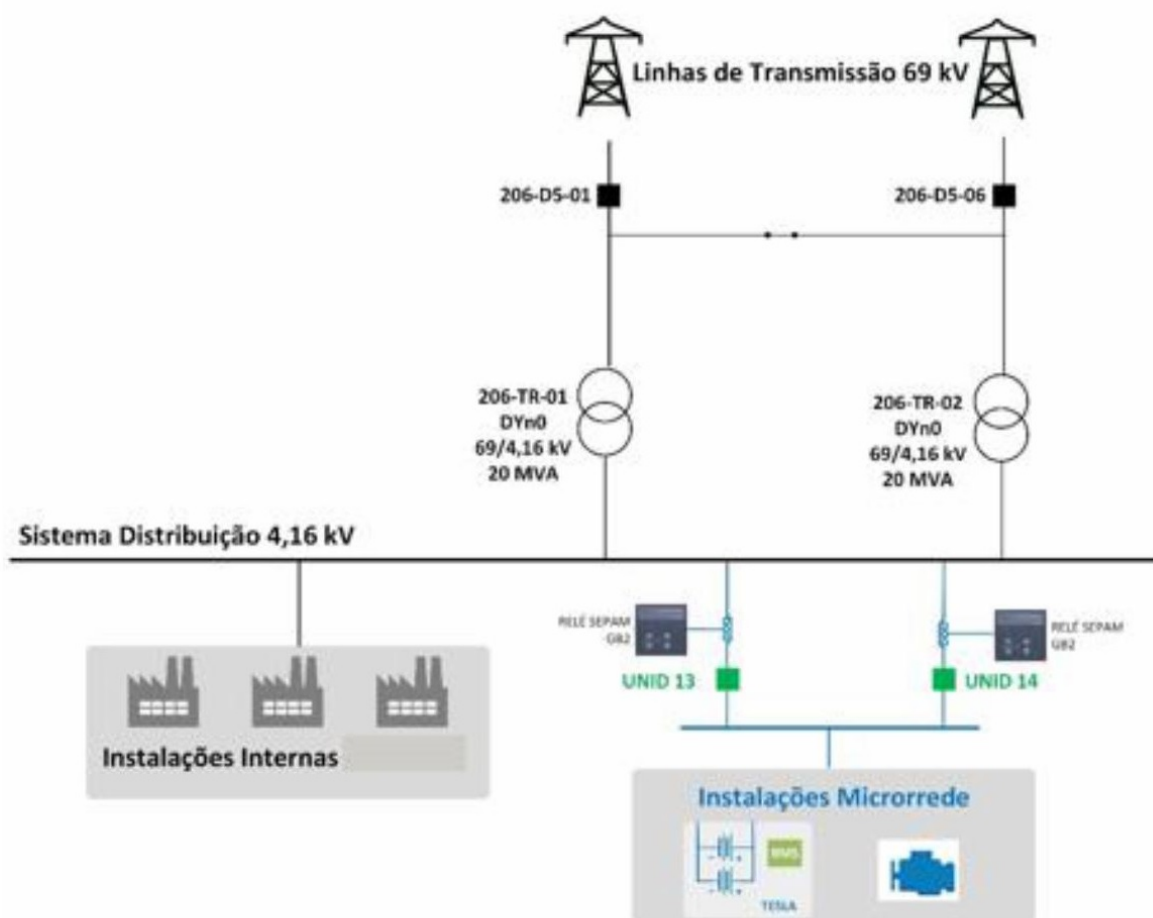


Figura 7. Diagrama Elétrico Simplificado

Nas figuras 8 já é possível visualizar o sistema de baterias instalado na localidade. Para a devida segurança e controle de acesso, o ambiente foi cercado.



Figura 8. Pátio de Instalação do Sistema de Baterias

Na figura 9 é apresentado o sistema de baterias instalado no pátio.



Figura 9. Sistema de Baterias Tesla

Na busca pela proteção e otimização operativa do projeto, foi implementado um sistema de monitoramento remoto disponível 24 horas por dia, 7 dias por semana que acompanha constantemente mais de 1000 variáveis essenciais. Essa abrangência permite ter uma visão completa do ambiente operativo do sistema, identificando qualquer anomalia ou falha potencial e possibilitando agir proativamente para evitar danos significativos ou interrupções indesejadas. O centro de operação possui a capacidade de acionar os times necessários para a resolução de qualquer problema.

## **2.5. RESULTADO FINANCEIRO**

A operação do BESS gera como benefício a redução do custo fixo de demanda contratada no horário de ponta. O contrato de performance define que a remuneração ocorre através de repasse percentual do custo evitado, conforme mostra comparativo entre as Figuras 10 - Faturamento sem o sistemas de Baterias e a Figura 11 - Faturamento com o sistema de Baterias.

**Fatura **sem** Sistema de Baterias:**

**Demanda Contratada Ponta: 10.500 kW**

**Demanda Contratada Fora Ponta: 10.500 kW**

**ICMS 24%**

**PIS 0,74%**

**COFINS 3,54%**

**Tarifa Hora Ponta C/ Impostos: R\$ 55,34/kW**

**Tarifa Hora Fora Ponta C/ Impostos: R\$ 22,64/kW**

**Valor Faturado Hora Ponta = R\$ 581.050,00**

**Valor Faturado Hora Fora Ponta = R\$ 237.680,00**

**Valor Total = R\$ 818.730,00**

Figura 10. Faturamento sem Baterias

## **Fatura **com** Sistema de Baterias:**

**Demanda Contratada Ponta: 4.750 kW**

**Demanda Contratada Fora Ponta: 10.500 kW**

**ICMS 24%**

**PIS 0,74%**

**COFINS 3,54%**

**Tarifa Hora Ponta C/ Impostos: R\$ 55,34/kW**

**Tarifa Hora Fora Ponta C/ Impostos: R\$ 22,64/kW**

**Valor Faturado Hora Ponta = R\$ 262.855,00**

**Valor Faturado Hora Fora Ponta = R\$ 237.680,00**

**Valor Total = R\$ 500.535,00**

Figura 11. Faturamento com Baterias

Considerando as tarifas publicadas e impostos aplicáveis, observa-se redução de custo de aproximadamente 40%, ou seja, R\$ 318.195,00 por mês. A redução de custo mensal é compartilhada ao longo de 15 anos, sendo que o percentual de economia para a Vale é de 31,6% (R\$ 100.550,00) e o restante é repassado à Micropower (R\$ 217.645,00). Logo, a Vale tem uma redução de custo de R\$ 1,2 milhão/ano sem necessidade de qualquer investimento no sistema.

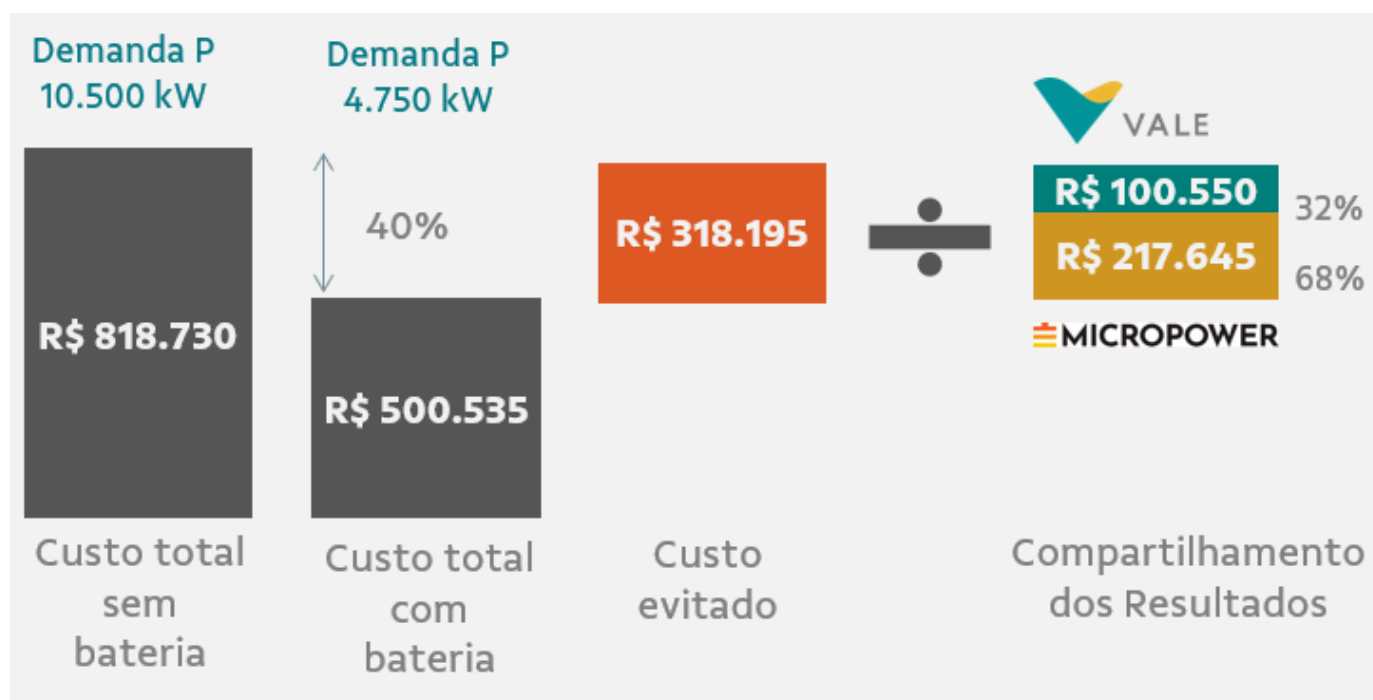


Figura 12. Compartilhamento de Resultados

### 3. Conclusão

A introdução de baterias no Sistema Interligado Nacional (SIN) é uma realidade que não pode ser desprezada, tendo aplicações em toda cadeia, desde a geração, passando pela transmissão e distribuição, até o consumidor final de energia elétrica. Assim, já possui papel fundamental na modernização do setor elétrico brasileiro.

As possibilidades de aplicações são diversas e vão desde armazenamento da energia de fontes de geração intermitentes, controle de carregamento de ativos de transmissão e distribuição com postergação de investimentos, modulação de demanda e mitigação de problemas de qualidade de energia por parte de consumidores finais, entre outras.

Além da redução de custo anual de R\$ 1,2 milhão para a Vale, a modulação de demanda no horário de ponta traz benefícios também para todo SIN, pois atua no período em que o sistema elétrico é mais solicitado. Sendo assim, de forma direta reduz o carregamento das redes de transmissão e distribuição, e de forma indireta contribui para redução de emissões de CO<sub>2</sub>, visto que pode evitar eventual despacho de energia gerada por fonte fóssil no momento de pico do sistema.

Os benefícios auferidos por uso de baterias são inúmeros, não somente para os empreendedores, mas também para a sociedade como um todo e os agentes do setor elétrico devem estar atentos a essa janela de oportunidades.

### 4. Referências bibliográficas

Normativa ANEEL para demanda contratada: Resolução Normativa Aneel 414/

2010 e Resolução Normativa 506/2012.

- Normativa Técnica ENEL RJ
- Resolução normativa ANEEL nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021
- Normas técnicas brasileiras aplicáveis ao projeto elétrico
- Guias de desenho e instalação do sistema Megapack da Tesla
- Recomendações e normas aplicáveis ao projeto de sistemas de controle redundantes: IEC 62439.
- Normativa ABNT de segurança elétrica.
- Normativa anti-incêndio local aplicada. Corpo de Bombeiros de Rio de Janeiro.